

CONSUMO DE OXÍGENO EN ACTIVIDADES DE CARRERA EN EL MEDIO ACUÁTICO

TRABAJO FIN DE GRADO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.



Autor: David Valera López
Tutor académico: Manuel Peláez Pérez

Curso académico 2018/2019



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Grado en Ciencias de la
Actividad Física y el Deporte

ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN	2
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)	5
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO).....	6
4. DISCUSIÓN	10
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	14
5.1. Contextualización	14
5.2. Cronograma	15
5.3. Objetivos	15
5.4. Características del programa.....	16
6. BIBLIOGRAFÍA	17
7. ANEXOS	20
7.1. Anexo 1. Analizador de gases portátil	20
7.2. Anexo 2. Periodización	21
7.3. Anexo 3. Volumen e intensidad.....	22
7.4. Anexo 4. Distribución de la carga teórica	23
7.5. Anexo 5. Sesión tipo de la intervención	24

1. CONTEXTUALIZACIÓN

La inactividad física es uno de los mayores factores de riesgo respecto a la mortalidad según la Organización Mundial de la Salud (2010), algo que puede ser una de las razones por las cuales la actividad física ha ido cobrando importancia a lo largo de los últimos años, ya que son múltiples los beneficios ligados a ella, siempre y cuando sea realizada correctamente.

Una de las actividades más habituales de ejercicio físico es la actividad de carrera a pie o más coloquialmente conocida como “running”, esto se puede observar en la *tabla 1*, donde ésta actividad es la cuarta más practicada por las personas en España y la segunda con mayor frecuencia semanal según el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte en su encuesta realizada en 2015, además de conseguir un incremento notable respecto al año 2010, , eso sí, esta actividad es realizada con diferentes objetivos y en múltiples contextos.

Se ha demostrado que esta actividad, dependiendo de la forma y condiciones en las que se realice, puede suponer un alto impacto o estrés a nivel articular, llegando a incrementar el riesgo de lesiones, principalmente en las del tren inferior que son las que están sometidas a esta carga (Macdermid, P.W., Wharton, J. Schill, C., and Fink, P. W. 2017), lo cual está relacionado con la actividad que se desarrollará durante el presente trabajo.

Tabla 1. Actividades deportivas más practicadas en España de forma anual en el año 2015, así como los datos sobre frecuencia semanal y evolución respecto al año.

Actividades deportivas más practicadas por las personas en España durante el año 2015			% de personas que practican deporte semanalmente según las modalidades deportivas más frecuentes y su evolución			
Actividad deportiva		Total (%)	Actividad deportiva	2010	2015	
1	Ciclismo	38,7	1	Gimnasia	12,5	19,2
2	Natación	38,5	2	Carrera a pie	4,8	10,6
3	Senderismo o montañismo	31,9	3	Ciclismo	6,7	10,3
4	Carrera a pie	30,4	4	Natación	7,6	8,4
5	Gimnasia intensa	29	5	Musculación culturismo	1,7	8,2
6	Gimnasia suave	28,8	6	Fútbol 11,7 y sala	8	7,2
7	Fútbol 11 y 7	22,4	7	Senderismo o montañismo	1,8	4,9
8	Musculación culturismo	20,1	8	Pádel	1,7	3,7
9	Pádel	16,8	9	Otra act. física con música	1,3	3,6
10	Fútbol sala	14,2	10	Atletismo	2,2	2,5
11	11

Nota. Recuperado de “Encuesta de Hábitos Deportivos en España 2015”, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015).

De forma paralela a este aumento de la práctica de actividad física, también se ha producido un aumento de los programas de actividades acuáticas, dejando a un lado la típica concepción más cerrada del ámbito deportivo específico como puede ser la natación, y abriendo el abanico a muchos más ámbitos y sus respectivos programas de actividades, como son el educativo, salud, terapéutico o recreativo. Hay muchos tipos de programas, que responden a las necesidades de la población, pero en este caso, nos centraremos en las actividades de carrera en el medio acuático o también llamado aquarunning.

El agua tiene inherentes unas propiedades o bondades las cuales tendrán un efecto directo sobre las personas que se encuentren dentro del vaso, y estas se pueden dividir de una forma básica en tres características, las cuales, son la presión hidrostática, la microgravedad y la termorregulación.

La presión hidrostática nos proporciona una sujeción en posición vertical, algo que está directamente relacionado con la actividad que veremos posteriormente, por otra parte la resistencia del agua conlleva a que los movimientos sean más lentos, y se produce una ligera presión sobre el cuerpo incidiendo en la musculatura respiratoria y provocando un aumento de la capacidad ventilatoria, y en el caso de la carrera en vaso profundo, con el agua a la altura del cuello, puede aumentar hasta un 60% el trabajo de esta musculatura. Esta presión ayuda al retorno venoso, reduce la frecuencia cardiaca entre 3 y 17 pulsaciones por minuto, aumenta la diuresis y puede reducir edemas locales tras una lesión (Becker, 2009; Barbosa, 2007).

La microgravedad o hipogravedad hace referencia a la capacidad de flotar, sobre todo en posición horizontal, disminuyendo el impacto con el suelo y el estrés generado en las articulaciones como se comentaba anteriormente. Con el nivel del agua a la altura de las caderas, la fuerza de flotación contrarresta la mitad de la fuerza del peso, en cambio con el agua a la altura del cuello (aquarunning) se contrarresta alrededor de un 90%. También favorece una relajación de la musculatura lo cual puede derivar en aumento de rango y radio de acción de determinados tipos de poblaciones (Becker, 2009).

Por último, la termorregulación en el medio acuático. La pérdida de calor es muy superior a cuando estamos en tierra, se reduce la sudoración y el incremento de la temperatura corporal propia del ejercicio físico, siendo la temperatura del agua un factor clave relacionado con la actividad a desarrollar, y en el caso del aquarunning, la temperatura óptima del vaso se sitúa entre los 27 y 30°C (Becker, 2009).

El aquarunning se puede definir como aquella actividad que se desarrolla en vaso poco profundo (SWR o shallow water running), con un nivel de inmersión por lo general que va desde la cadera a los hombros (Campbell et al. 2003), o vaso profundo (DWR o deep water running) sin que haya contacto con el suelo (ver *imagen 1*), desarrollado de forma individual o colectiva, y en posición vertical, que consiste en realizar gestos propios de la carrera, con o sin desplazamiento, aunque se pueden incluir pequeñas variaciones técnicas y distintos materiales que ayuden a la flotación, en el caso de vasos profundos (DWR). Algunos de los autores que hablan sobre los aspectos sobre la técnica de la carrera en el agua son Wilder & Brennan (1997), Dowzer & Reilly (1998), Mayo (2010), Oliveira et al. (2011) o Killgore (2012).

En el presente trabajo, se hablará principalmente de la actividad realizada en vaso profundo o DWR. Esta actividad se empezó a utilizar en los años 70 a modo de rehabilitación de lesiones, y fue en los años 80 cuando empezó a tener más desarrollo, ya que se incluía en algunos trabajos de deportistas de alto nivel con el objetivo de mantener los niveles de condición física en periodos de lesión y no solo con el objetivo de rehabilitar. Posteriormente, se han ido mejorando los materiales utilizados en estas actividades (chalecos, cinturones y tobilleras de flotación entre otros elementos), se ha estudiado la transferencia a la carrera fuera del agua, y se han creado programas fitness de actividades colectivas por lo que se ha abierto considerablemente el abanico de personas a las cuales puede llegar.

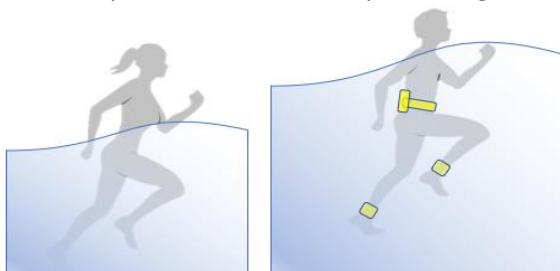


Imagen 1. SWR representado al lado izquierdo y DWR representado al lado derecho, utilizando algunos elementos de flotación.

Como hemos mencionado, abarca varios ámbitos y dependiendo del tipo de población y el propósito, se conseguirán unos objetivos u otros, los cuales podemos observar un ejemplo en la siguiente tabla 2:

Tabla 2. Ejemplo de tipo de población, ámbito y beneficios de correr en el agua.

Población	Ámbito	Propósito	Algunos beneficios
Lesionados	Terapéutico	Rehabilitación	Previene el desentrenamiento Acelera la rehabilitación
Deportistas de otras disciplinas no acuáticas	Deportivo o entrenamiento	Recuperación Entrenamiento	Aceleración de los procesos de recuperación. Reducción del estrés en ciertas estructuras Variabilidad en el entrenamiento Mantiene estímulos neurales Entrenamiento cruzado
Sedentarios/ desentrenados	Salud	Entrenamiento	Mejora de la condición física Mejora aspectos psicosociales Evita lesiones por carga excesiva en actividades realizadas en tierra
Personas mayores o menor funcionalidad	Salud Terapéutico	Salud Prevención	Mejora aspecto de calidad de vida Disminución del riesgo de caídas Trabajo con rangos más amplios
Personas con sobrepeso	Salud	Entrenamiento Salud	Mejora de la condición física Mejora aspectos psicosociales Evita lesiones por carga excesiva en actividades realizadas en tierra

Como podemos ver, son varios los objetivos que se pueden plantear, pero me centraré en los beneficios fisiológicos, dentro de los aspectos de la condición física, y más concretamente en el parámetro cardiorrespiratorio del consumo de oxígeno.

El consumo máximo de oxígeno o VO_2 máx. se define por López y Fernández (2006) como: “la cantidad máxima de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo”, expresándose en ml/min o si se tiene en cuenta el peso de la persona en ml/kg/min. Éste, dependerá de una serie de factores determinantes según García-Verdugo (2018) como: la constitución genética; la masa muscular; la edad, consiguiendo los valores más altos alrededor de los 25 años; el sexo, siendo entre un 10% y 30% inferior en las mujeres adultas y la motivación, la cual es un aspecto ligado al rendimiento. En la *tabla 3* podemos observar unos valores orientativos en personas con diferente género y nivel de entrenamiento.

Tabla 3. Valores orientativos de individuos con diferentes niveles de resistencia.

POBLACIÓN	VO2 máx. ml/kg/min
NO ENTRENADOS	
MUJERES	32 -38
HOMBRES	40 - 55
DEPORTISTAS DE RESISTENCIA ENTRENADOS	
MUJERES	60 - 70
HOMBRES	80 - 90
VALORES NORMATIVOS PARA EL NIVEL DE FITNESS	
MUJERES	35 - 38
HOMBRES	45 - 50
ENTRENADOS EN RESISTENCIA	55 - 65
RENDIMIENTO DE RESISTENCIA (NIVEL INTERNACIONAL)	65 - 80
RENDIMIENTO DE RESISTENCIA (NIVEL DE ÉLITE)	85 - 90

Nota. Recuperado de “El entrenamiento de resistencia basado en zonas o áreas funcionales”, García-Verdugo, M., 2018, p. 101, Barcelona, España: Paidotribo

El consumo máximo de oxígeno es un parámetro indicador de la capacidad aeróbica y así mismo del rendimiento en pruebas donde la utilización del oxígeno tiene gran importancia, pero también indica el nivel de resistencia cardiorrespiratoria, algo que está vinculado directamente a la disminución de enfermedades cardiovasculares y en definitiva al estado de salud (Després, J.-P., & Ewing, C.A. 1998; Farrell et al. 1998).

También encontramos que no todas las personas, sobre todo poblaciones especiales, pueden llegar alcanzar los determinantes que requiere el consumo máximo de oxígeno, por lo que es más recomendable utilizar el pico de consumo máximo de oxígeno (VO₂ peak) que es el mayor valor del consumo de oxígeno en la que la persona realiza un ejercicio al máximo nivel que puede tolerar.

Con el entrenamiento una persona puede llegar a mejorar el VO₂máx. entre un 15 % y 20 %, dependiendo de los niveles y el estado de entrenamiento previo que se posea según Wilmore y Costill (2007).

El objetivo de esta revisión bibliográfica es analizar el efecto de la carrera en el medio acuático sobre los valores de consumo de oxígeno, según los últimos estudios con diferentes planteamientos, respecto a poblaciones, metodologías y características de las tareas o actividades. Además, se compararán las diferencias existentes entre carrera en medio terrestre y los tipos de carrera en el agua. Todo esto, nos permitirá extraer las orientaciones más adecuadas para plantear un programa de intervención efectivo de carrera en el medio acuático.

2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)

Para realizar esta revisión bibliográfica, con la temática bien identificada y conociendo los objetivos perseguidos con esta revisión, se ha realizado una búsqueda en diferentes bases de información científica como son ResearchGate, Pubmed y SportDiscus, siguiendo los criterios de la guía PRISMA. Para ello, se ha utilizado las siguientes palabras clave en la búsqueda: “Deep water running”, “Deep water running responses”, “oxygen consumption” y “deep water running”, “aquarunning”.

Después de esta primera búsqueda, y como se puede observar en la tabla 4, se encontraron numerosos artículos, descartando aquellos que estaban repetidos, los que eran menos específicos y no estaban relacionados con el consumo de oxígeno y los objetivos perseguidos con este trabajo, acotando a 33 artículos científicos. Por último, dentro de estos artículos encontrados, se han escogido solamente aquellos que estaban comprendidos entre los últimos 8 años, dejando 9 artículos principales, dejando la posibilidad de incluir algún artículo relevante que se encuentre fuera de esta limitación temporal si se considera necesario para el correcto desarrollo del trabajo.

Tabla 4. Resultado de la búsqueda en relación a la base de información y palabras clave.

Palabra clave Base de información	Deep water running	Deep water running responses	"oxygen consumption" y "deep water running"	Aqua running
ResearchGate	142	36	23	5
Pubmed	121	28	14	79
SportDiscus	160	17	24	18

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

Para una mejor comprensión de la revisión realizada, este apartado se divide a su vez, en cuatro temas, los cuales están ligados a los objetivos perseguidos con este trabajo. Los temas son, la carrera en agua profunda y la mejora del VO₂ en estudios longitudinales, las diferentes cadencias e intensidades y su influencia en el consumo de oxígeno, la comparación de VO₂ en carrera desarrollada en el medio acuático y carrera en el medio terrestre y por último la diferencia entre DWR y SWR en cuanto a estos valores.

Carrera en aguas profundas o DWR y mejora del VO₂ en estudios longitudinales.

Han sido muchos los estudios realizados analizando la actividad de DWR, algunos de ellos comparando DWR y carrera en tierra, DWR y SWR, o simplemente realizando un programa de entrenamiento para ver los cambios producidos con ese programa de actividad, y es en estos últimos en los que nos centraremos. Aunque no son muchos, la gran mayoría de los estudios realizados longitudinalmente, han sido realizados con diferentes poblaciones, duraciones y metodologías, utilizando protocolos sin estandarizar, lo que puede llevar a la obtención de diferentes resultados. Siguiendo con el parámetro cardiovascular que venimos analizando, nos centraremos en aquellos estudios longitudinales en los que se ha medido el consumo de oxígeno antes y después de la intervención, así como, si las diferencias en los valores que se han obtenido son significativas. Para ayudar en la visualización, a modo de resumen en la *tabla 5* aparecen recogidos los estudios longitudinales que utilizan la actividad de DWR en sus programas.

Podemos observar que los programas tienen una duración de entre 4 y 12 semanas, con cierta heterogeneidad en el tipo de población de los estudios realizados, de jóvenes o adolescentes a personas de edad más avanzada, así como también, en el nivel inicial en cuanto al nivel de actividad que realizan normalmente, desde sedentarios a personas entrenadas. En todos los programas analizados, hay una mejora en los valores de consumo de oxígeno, pero no en todos ellos llega a ser significativo, como es el caso de Wilber et al. (1996) y Bushman et al. (1997). Esto puede ser debido al nivel de forma física inicial y deporte practicado, ya que todos

eran corredores entrenados en la modalidad de carrera. Por el contrario, en el resto de estudios se observa que hay una mejora significativa en el consumo de oxígeno.

Diferentes cadencias e intensidades y su influencia en el consumo de oxígeno

Dentro de DWR, se pueden conseguir diferentes valores del consumo de oxígeno dependiendo de la forma de ejecución y la intensidad, con las variables de cadencia y desplazamiento. Uno de los estudios en los que se refleja esto, es el realizado por Kanitz et al. (2014), en el que se realizó la actividad con desplazamiento y con cadencias de 60, 80 y 100 bpm con la ayuda de un metrónomo, concluyendo que la cadencia influencia significativamente las variables cardiorrespiratorias, y en concreto el consumo de oxígeno, el cual aumenta con el incremento de la cadencia, tanto de forma absoluta como relativa. También ocurre de igual forma en el ejercicio realizado de forma estacionaria como se mostró en el estudio de Alberton et al. (2009), llegando a las mismas conclusiones, que cuando se realizaba con desplazamiento.

Por otra parte, en el mismo estudio de Kanitz et al. (2014), se observó la diferencia entre la ejecución con y sin desplazamiento a las diferentes intensidades o cadencias, para comprobar si se conseguían resultados similares o existían diferencias significativas. Los resultados y valores obtenidos fueron más altos en los realizados con desplazamiento con todas las cadencias, encontrándose una diferencia significativa, pero en un estudio anterior realizado por el mismo autor, no se encontraron diferencias significativas en los ejercicios realizados a una cadencia de 80 bpm (Kanitz, Alberton and Krueel 2009), esto puede ser debido a la pequeña muestra cogida para el estudio, solamente seis personas en comparación con el estudio anterior que se cogieron doce personas.

De forma diferente, Masumoto et al. (2018), observó el comportamiento de la cadencia a diferentes intensidades respecto al porcentaje del consumo de oxígeno máximo, previamente obtenido con un test específico de DWR. A las intensidades de 60%, 80% y 100% del consumo de oxígeno, los diferentes valores de cadencia, no tenían un comportamiento lineal, siendo una limitación del estudio el hecho de que las personas no practicaban este tipo de actividad de forma regular.

Adicionalmente a lo anterior, respecto a SWR, Antunes et al. (2015) comparó la carrera sin desplazamiento, con otros cinco ejercicios estacionarios de tren inferior en vaso poco profundo, como los de patada frontal, esquí nórdico, saltos aductores, salto abductores y jumping jacks. Se registraron mayores valores de consumo de oxígeno pico en SWR y patadas frontales en comparación con el resto de ejercicios, debido principalmente a las similitudes en la musculatura solicitada. Esto es algo que también comparó Alberton et al. (2013) obteniendo las mismas conclusiones, pero solo comparando tres ejercicios sin desplazamiento, que fueron SWR, patadas frontales y jumping jacks.

Tabla 6. Estudios longitudinales realizados con DWR, según autores y características del programa.

Autor	Año	Población	Edad (años)	N	Programa (semanas / días / t')	Tipo de entrenamiento. W e I	Pre VO2 (valor medio)	Post VO2 (valor medio)	D
Michaud et al.	1995	Personas sedentarias sanas	32,6 ± 6,8	8 F 2M	8 / 3 / 45 - 60 min	Progresivo, aeróbico e interválico. W: 30s a 7 min y Rec. 30 s / I de RPE (de 1 a 5) asociada con la cadencia	1,79 (L/min)	2,15 (L/min) *	17%
Wilber et al.	1996	Corredores entrenados	28 ± 6	8 M 8 F	6 / 5 / 40 - 60 min	Interválico, W: 30 min entre el 90 y 100% del VO2 pico o 60min al 70-75% del VO2 pico.	58,7 ± 4,7 (mL/Kg/min)	59,6 ± 5,4 (mL/Kg/min)	2%
Bushman et al.	1997	Corredores bien entrenados	32,5 ± 6.7	10 M 1F	4 / 5-6 / ¿?	Interválico (cortos y largos/4 días) y continuo (1 o 2 días). I de RPE del 1 (pruebas de fondo) al 5 (pruebas de velocidad)	44,8 ± 1,2 (mL/Kg/min)	45,3 ± 1,5 (mL/Kg/min)	1%
Davidson & Mcnaughton	2000	Mujeres jóvenes no entrenadas	22 ± 3,4	10 F	4 / 3 / 50 min	Continuo. 1 y 2ª semana a una I de 60% VO2 máx. y la 3 y 4ª a 65 % VO2 máx.	34,5 ± 1,1 (mL/Kg/min)	43,5 ± 1,2 (mL/Kg/min) *	21%
Broman et al.	2006	Mujeres mayores sanas	69 ± 4	29 F	8 / ¿? / 50 - 60 min	Interválico. I de 75 % MHR	24,5 ± 2,3 (mL/Kg/min)	27,2 ± 2,1 (mL/Kg/min) *	10%
Meredith-Jones, Legge & Jones	2009	Mujeres mayores sedentarias con sobrepeso	59 ± 9	18 F	12 / 3 / 60 min	Interválico. Entrenamiento en circuitos. W: 3min DWR 70 - 75 % FC máx. MA y 90 s ejercicio de fuerza a I máx	1,37 ± 0,1 (L / min)	1,51 ± 0,08 (L / min) *	9%
Singh & Col	2012	Deportistas no élite de hockey y criquet	28,06 ± 3,45	30 M	8 / 3 / ± 60 min	Interválico. W: 3 x 3 min intensos y 2 min a intensidad moderada (I mediante RPE)	45,3 ± 7,88 (mL/Kg/min)	49,7 ± 8 (mL/Kg/min) *	9%
Anerao et al.	2014	Escolares masculinos	16,5 ± 1,2	35 M	6 / 3 / 45 min	DWR. No especificado.	40,1 (mL/Kg/min)	56,51 (mL/Kg/min) *	29%
				37 M		SWR Inmersión hasta apófisis xifoide. No especificado.	39,77 (mL/Kg/min)	58,46 (mL/Kg/min) *	32%

Nota. N= número de personas y género; * Diferencia significativa entre los valores pre y post; D= Diferencia respecto a los valores iniciales en %

Comparación de VO₂ en carrera en medio acuático y carrera en tierra

Se observa una clara evidencia con similares resultados en todos los estudios que se han realizado comparando la carrera en el agua en vaso profundo o DWR y la carrera en tierra, como se indica en la revisión de Wertheimer & Jukić (2013) y en los posteriores estudios de Kanitz et al. (2015) y Masumoto et al. (2018).

En todas las publicaciones que han indagado en esta comparativa, cuyas características poblacionales se pueden observar en la tabla 6 y los resultados de los mismos en el *gráfico 1*, alcanzan valores más altos de consumo de oxígeno en la carrera en tierra o fuera del agua, encontrándose una diferencia por lo general, de entre un 10% y 25% menor en la carrera en el agua, lo cual varía dependiendo de la población, el nivel inicial de condición física y la metodología utilizada, llegando a mostrar estudios como el de Kanitz et al. (2015) y Broman (2006) mayores diferencias, concretamente un 33% y 29% respectivamente. También hay que resaltar que aquellas personas habituadas al entrenamiento con este tipo de actividad y/o adaptadas a ella, consiguen reducir esta diferencia de consumo de oxígeno hasta un 10% o inferior (Azevedo et al. 2010).

Tabla 6. Características poblacionales de los estudios que analizan las diferencias en cuanto a VO₂ en DWR y carrera fuera del agua.

Autor y año de publicación	Población	Edad	N
Town and Bradley (1991)	Corredores entrenados en resistencia	20,2	7M 2F
Butts et al. (1991) a	Personas fem. entrenadas	21,9	12F
Butts et al. (1991) b	Personas masc. entrenadas	20,6	12M
Svedenhag & Seger (1992)	Corredores entr. media y larga distancia	26	10M
Glass et al. (1995)	Personas en buena condición física	26,2 ± 5	10M 10F
Frangolias & Rhodes (1995)	Corredores de resistencia	-	13M
Michaud et al. (1995) (pre)	Personas sedentarias sanas	32,6 ± 6,8	8 F 2M
Michaud et al. (1995) (post)	Personas sedentarias sanas		
Frangolias et al. (1996) a	Corredores/as entrenados que incluyeron DWR	26,7 ± 4,7	16
Frangolias et al. (1996) b	Corredores/as entrenados que no incluyeron DWR	26,3 ± 4,7	6
Mercer and Jensen (1998)	No especificado	22,65	15M 13F
Dowzer et al. (1999)	Corredores entrenados	40,9 ± 9,4	15M
Nakanishi et al. (1999)	Hombres sanos	28 ± 9,2	20M
Chu et al. (2002) a	Mujeres jóvenes	23,6 ± 4,7	9F
Chu et al. (2002) b	Mujeres mayores	63,3 ± 2,9	9F
Broman et al. (2006)	Mujeres mayores sanas	70 ± 2	11 F
Phillips et al. (2008)	Mujeres con sobrepeso	48,0 ± 7,1	20F
Azevedo (2010) a	Corredores no familiarizados	30,9 ± 5,3	6F 1M
Azevedo (2010) b	Corredores familiarizados	32,3 ± 6,5	5M 5F
Kanitz et al. (2015)	Mujeres físicamente activas	23,2 ± 1,9	12F
Masumoto et al. (2018)	Corredores recreacionales	22,6 ± 2,6	10M 1F

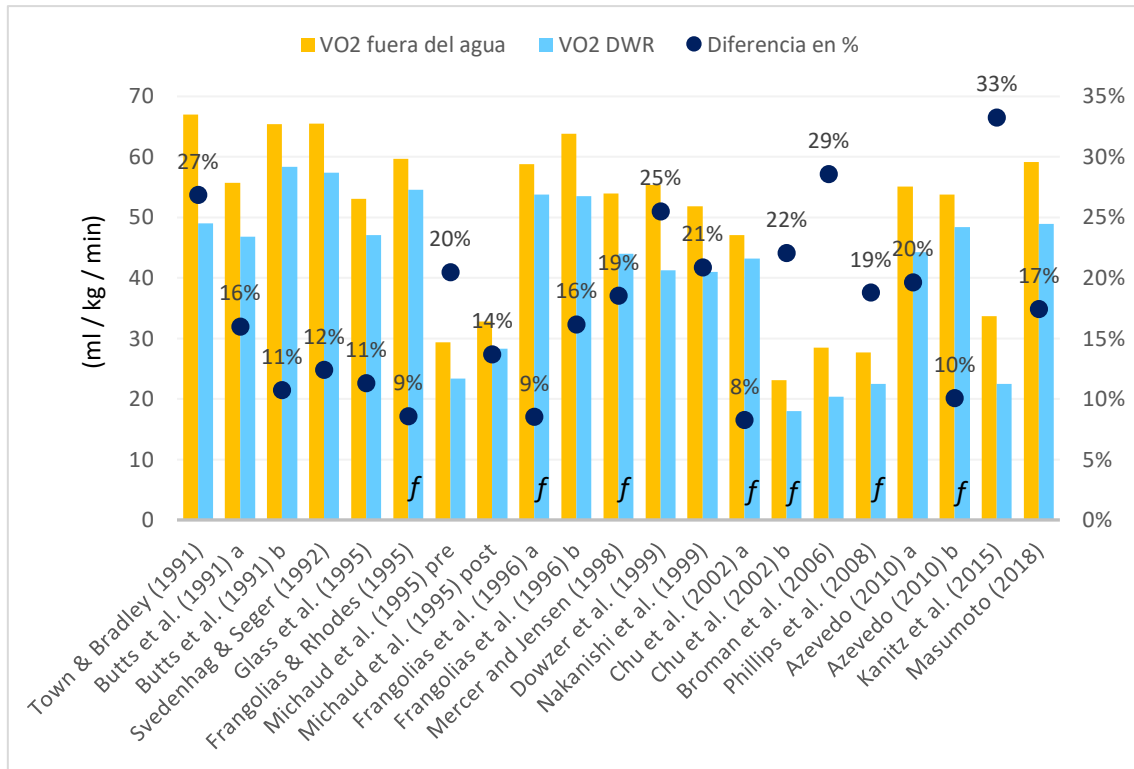


Gráfico 1. Diferencia de VO₂ en valores relativos entre DWR y actividad en de carrera en tierra según los estudios de los diferentes autores.

f: familiarizados previamente con la actividad a realizar.

Comparación entre carrera en vaso poco profundo (SWR o shallow water running) y profundo (DWR o deep water running)

Por otra parte, comparando los tipos de carrera en el agua, DWR y SWR, se observa que, al igual que en el apartado anterior, aquellas actividades de carrera desarrolladas en tierra, tendrán mejores valores fisiológicos respecto a la carrera en el medio acuático, siendo aproximadamente entre un 9% y 16% menores en SWR (Wertheimer & Jukić, 2013), excepto en un estudio realizado por Silvers, Rutledge and Dolny (2007) en el que se obtuvieron resultados similares entre SWR y carrera en tierra, y salvo este estudio, hay una diferencia clara en los valores que se obtienen o consiguen en estos tipos de carrera en el agua. Wertheimer & Jukić (2013), recogen en su revisión varios estudios que han indagado en esta diferencia, y los resultados han sido que SWR, obtiene valores más altos de consumo de oxígeno en comparación con DWR, lo cual, según estos autores, puede ser debido al nivel de inmersión y su influencia en las respuestas fisiológicas y/o la velocidad de desplazamiento.

4. DISCUSIÓN

El consumo de oxígeno es un parámetro que mejora con programas de entrenamiento de cierta longitud temporal, por ello, se han analizado los últimos estudios que han incluido esta actividad en sus programas, ya sea de forma exclusiva o combinado con otro tipo de ejercicios o actividades.

Basándonos en los resultados obtenidos en el apartado anterior, a través de un programa de carrera en aguas profundas o DWR, se puede mejorar el consumo de oxígeno, y, por lo tanto, reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, mejorando el estado de salud, como ya se ha mencionado en puntos anteriores.

Esta mejora es mucho más notable en personas sedentarias, que no tienen un alto nivel de entrenamiento o en deportes no específicos de carrera como se muestra en el estudio de Singh & Col (2012) con deportistas hockey y críquet, por lo que sería interesante realizar más estudios con deportes no específicos de carrera para comprobar si corroboran las conclusiones obtenidas hasta ahora.

En los únicos estudios que la mejora no ha sido significativa ha sido en los realizados por Wilber et al. (1996) y Bushman et al. (1997), con corredores de ambos sexos y que tenían cierto nivel de entrenamiento, lo que nos conduce a pensar que realizar un programa de entrenamiento con DWR con el objetivo de mejorar el consumo de oxígeno no sería lo mejor con este tipo de población, pero en cambio, sí que podría utilizarse con el objetivo de mantener los niveles de consumo de oxígeno durante un cierto periodo de tiempo, algo que puede ser interesante en caso de lesión o exceso de estrés en las articulaciones de las extremidades inferiores.

Cabe resaltar el estudio realizado por Anerao et al. (2014), en el que dos grupos de escolares realizan un programa de similares características, pero un grupo con DWR y otro grupo con SWR, mostrando una mejora significativa en ambos grupos entre los valores iniciales y finales, a la vez que se observó que no había diferencias significativas entre grupos.

Siguiendo con un análisis de los datos reflejados en la *tabla 5*, se pueden observar que hay diferencias en los programas en cuanto a duración, densidad de las sesiones, siendo lo más común la realización de 3 sesiones semanales realizadas de forma alterna, y una duración de entre 40 y 60 minutos, en la que en la mayoría se incluye la parte inicial y final de las sesiones. A lo anterior, hay que exceptuar los estudios de Wilber et al. (1996) y Bushman et al. (1997) en los cuales se realizan 5 o 6 sesiones semanales, posiblemente debido al tipo de población y nivel de entrenamiento, el cual es corredores con cierto nivel de entrenamiento, pero sin resultados significativos.

En cuanto a las metodologías utilizadas, podemos diferenciar claramente tres tipos de trabajo, por una parte, el trabajo de forma continua (Davidson & Mcnaughton, 2000), por otra el trabajo de forma interválico, el cual es predominante en la mayoría de los estudios analizados, y por último un trabajo mixto que mezcla las anteriores (Bushman et al., 1997), siendo el estudio de Anerao et al. (2014) el único de los analizados que no habla sobre las características de la actividad realizada o el protocolo seguido, en cuanto a entrenamiento se refiere.

Dentro del trabajo interválico, encontramos el trabajo en circuitos, el cual combinaba DWR con intervalos de 3 minutos y ejercicios de fuerza realizados a máxima intensidad durante la mitad del tiempo anterior (Meredith-Jones, Legge & Jones, 2009); o por intervalos cortos y/o largos (Michaud et al., 1995; Wilber et al., 1996; Broman et al., 2006; Singh & Col, 2012).

Podemos observar varias formas de control de la intensidad, siendo en la metodología de trabajo continuo una intensidad entre el 60% y 65% del VO_2 máx., por otro lado, en las metodologías de tipo interválico, se han utilizado tres formas diferentes. Una de ellas, es mediante el RPE, bien de forma adaptada como en los estudios de Michaud et al. (1995) y Bushman et al. (1997), cuyas las intensidades comprenden los valores numéricos de 1 a 5 asociados a pruebas de carrera, desde pruebas de larga duración (valor 1) en la que la velocidad es menor a pruebas de corta duración en la que la velocidad es mayor (valor 5), o simplemente utilizando la escala estándar (Singh & Col, 2012).

La frecuencia cardiaca es otra de las formas de prescripción de la intensidad, utilizándose el rango de 70% a 75%, pero eso sí, respecto a la frecuencia cardíaca máxima en el medio acuático, ya que ésta varía un poco respecto al medio terrestre, por las propiedades que posee este medio.

Por último, en relación a la intensidad de la metodología interválica, se ha utilizado el consumo de oxígeno, trabajando en un rango de 90% a 100% y 70%-75% del VO₂ pico, en intervalos cortos y largos respectivamente.

Podemos llegar a la conclusión de que se pueden conseguir mejoras con metodología continuas e interválicas, siendo éstas última la más utilizada, de hecho, en una reciente revisión realizada por Depiazzi et al. (2019), se concluye que el trabajo interválico de alta intensidad, también denominado HIIT, realizado en el medio acuático, es seguro y puede mejorar el rendimiento aeróbico en poblaciones no atléticas o que presenten alguna comorbilidad, siendo una útil alternativa al ejercicio en tierra, aunque hay que resaltar que en esta revisión se incluyeron trabajos con otras actividades además de la carrera en el agua.

En cuanto a la metodología mixta, no se puede concluir que genere una mejora significativa, cosa debida principalmente al tipo de población con la que se ha realizado el estudio, corredores bien entrenados, por lo que habría que realizar estudios adicionales con otro tipo de población para comprobar si es una metodología eficaz en DWR para conseguir una mejora significativa del consumo de oxígeno.

Se ha comprobado como las variables de la cadencia y desplazamiento, durante la realización de carrera en el agua, están íntimamente ligadas a los parámetros cardiorrespiratorios, ya que, con una mayor cadencia, hay un aumento del consumo de oxígeno, como se ha comprobado con los estudios de Alberton et al. (2009) y Kanitz et al. (2014), en los que la actividad se realizaba a diferentes cadencias con desplazamiento, o de forma estacionaria (Kanitz et al., 2014) llegando a las mismas conclusiones, aunque hay que destacar que, comparando ambas formas de realización de DWR, aquel que se realiza con desplazamiento consigue valores más altos de consumo de oxígeno.

De forma diferente Masumoto et al. (2018), comprobó la relación entre la realización de ejercicio a un porcentaje determinado de VO₂max y la cadencia a la que se desarrollaba, llegando a la conclusión de que no había una relación lineal entre estos parámetros, lo que nos lleva a la conclusión según este autor, de necesitar la realización de un test específico a la hora de prescribir cualquier actividad y evitar así posibles errores, subestimando o sobreestimando las intensidades, algo que es totalmente lógico y necesario. De la misma forma que se realizan pruebas de esfuerzo para conocer umbrales ventilatorios y la velocidad correspondiente a ellos entre otros datos, también se necesita realizar un test específico que analice la cadencia para que, a la hora de prescribir la actividad, esto se haga de forma coherente y con datos objetivos en los que los profesionales del deporte puedan basarse.

En cuanto a la comparación de los valores en diferentes medios, hemos visto como el consumo de oxígeno tiene valores más bajos en DWR que en tierra, siendo un 10 a 25 % menores por lo general, aunque según los estudios realizados Frangolias & Rhodes (1995), Frangolias et al. (1996), Chu et al. (2002) y Azevedo et al. (2010), ese porcentaje se vio disminuido a un 8- 10 %, debido principalmente a que la mayoría eran corredores con cierto nivel de entrenamiento y estaban adaptados a la actividad, de lo que se puede extraer que hay una gran importancia en el proceso de familiarización, y pese a que la mayoría de estudios tenían algunas sesiones iniciales para realizar una introducción a la actividad, éstas puede que no hayan sido lo suficientemente mantenidas en el tiempo para conseguir esa adaptación, y así, poder disminuir esa diferencia entre ambos. Pese a que la fase de familiarización es algo que no se ha cuantificado con exactitud, según Frangolias (1996), se sugiere que esta fase de adaptación a la actividad al medio acuático, debería ser de al menos 2 o 3 semanas con una frecuencia de 2 o 3 sesiones por semana.

Después de este matiz, las diferencias en cuanto al consumo de oxígeno se pueden deber a diferentes factores, que son, principalmente, una menor actividad muscular en la carrera en agua por parte de cierta musculatura de las extremidades inferiores en comparación con la

carrera en tierra (Masumoto et al., 2018), así mismo, la presión hidrostática provoca que haya menos reclutamiento de la musculatura destinada a mantener la postura y ejecutar los ejercicios (Kaneda et al., 2009), factores que influyen de manera directa en la respuesta fisiológica del consumo de oxígeno. Así mismo, se observó que, a mayores frecuencias o cadencias, hay una mayor actividad muscular, pero esto no ocurre de forma lineal. Otras de las razones, como se recogen Wertheimer & Jukić (2013) en su revisión, pueden ser la metodología utilizada en los estudios realizados, la longitud de los mismos, la técnica o estilo de carrera en el agua utilizado, ya que no hay un protocolo estandarizado, o como se ha mencionado antes la fase de familiarización.

La carrera en el medio acuático, como se ha comentado en la contextualización, se puede dividir en dos tipos según la profundidad del vaso en la que es realizada, esa es la principal diferencia entre ambos. En la carrera en agua poco profunda el nivel del agua se encuentra entre la cintura y los hombros normalmente, como aparece en el artículo de Campbell et al. (2003), por otra parte, la carrera en vaso profundo implica que la persona no tiene contacto con el suelo. De forma adicional, en el estudio realizado por Haupenthal (2010), se comparó la actividad de carrera en agua poco profunda con dos niveles de inmersión, con el nivel del agua a la cadera y al pecho, y el cual mostró que no había diferencias significativas en cuanto a los picos de fuerza vertical y anteroposterior generados con estas inmersiones, algo que posiblemente es debido a las diferencias en cuanto a la velocidad a la que fue realizada cada actividad.

La principal característica mencionada, el nivel de inmersión o la profundidad, implica que, con una mayor inmersión, el soporte de peso se reduce, mayor microgravedad hidrostática, y la presión hidrostática es mayor, al igual que la resistencia del agua, algo que condicionará las respuestas fisiológicas, que, junto a la velocidad de desplazamiento, es considerado por Wertheimer & Jukić (2013) unas de las posibles razones de la diferencia existente entre estos tipos de actividad en el agua. Dejando eso a un lado, la carrera en agua poco profunda, presenta mayores similitudes con la carrera en tierra, siendo ésta más específica que la carrera en agua profunda, considerando por algunos autores como Haff (2008), una buena forma de entrenamiento para la carrera debido a sus similitudes en el patrón de activación neuromuscular.

Pese a la diferencia en los valores fisiológicos y en concreto del consumo de oxígeno, ciertos estudios han concluido que tanto DWR como SWR son efectivos para la mejora de los parámetros cardiovasculares, como el realizado por Anerao et al. (2014) con niños de 15 a 17 años utilizando ambos tipos, pero se conseguía una mayor mejora del consumo de oxígeno al final del estudio con el DWR. Otros de ellos como los realizados por Dowzer et al. (1999) y Town and Bradley (1991) concluyen que a través del SWR se puede conseguir un mantenimiento de las capacidades cardiovasculares a través de las respuestas similares a las de carrera en tierra.

Para concluir podemos decir que a través de la carrera en el agua se puede mejorar el consumo de oxígeno, en cualquier rango de edad, tanto en personas sedentarias, activas o/y practicantes de deportes no específicos de carrera con un nivel no profesional, siendo una actividad muy útil y recomendable para iniciarse progresivamente en la práctica deportiva. La disminución significativa del estrés generado en las articulaciones, debida a las bondades del trabajo en el agua, está constatada, por lo que es un punto más que aconsejable sobre todo en edades más avanzadas.

Por otra parte, se ha comprobado que, para corredores y corredoras con cierto nivel de entrenamiento, esta actividad puede mantener los niveles de consumo de oxígeno durante un periodo de 4 a 6 semanas (Wilber et al., 1996; Bushman et al., 1997), algo que puede ser muy interesante para incluirlo de forma adicional, en ciertos momentos de la temporada como, por ejemplo, en periodos transitorios o fases de recuperación de lesiones, pero sin olvidar el principio de especificidad.

Una posible cuestión a analizar en posteriores estudios pueden ser la perdurabilidad y latencia de las adaptaciones conseguidas con programas de intervención en DWR y carrera en tierra, comparando en ambos las posibles desadaptaciones a nivel de los valores de consumo de oxígeno durante diferentes periodos de tiempo. Así mismo, sería interesante realizar estudios comparando las mejoras con un trabajo de tipo interválico de alta intensidad, pero variando el tipo de recuperación, pasiva o activa, y dentro de esta, a diferentes intensidades. Esto es algo que ya se ha analizado con trabajos realizados fuera del agua como en la revisión realizada por Buchheit & Laursen (2013), pero no en el medio acuático con DWR, por lo que se podrá ver si este aspecto es extrapolable a este tipo de actividades.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Podemos afirmar que, a través de un programa de DWR, se puede llegar a mejorar el consumo de oxígeno, pero tal y como hemos visto en la revisión, este programa debería de comprender una duración de entre 4 y 12 semanas, con una frecuencia de entrenamiento o sesiones de 3 días a la semana no consecutivos y de una duración aproximada de 45 a 90 minutos, incluyendo la parte inicial, principal y final de la sesión.

5.1 Contextualización

Tabla 7. Contextualización de la propuesta de intervención.

Contextualización de la intervención	
Descripción	La propuesta de intervención trata sobre un programa de carrera en el agua, concretamente en vaso profundo, el cual se puede incluir dentro de las actividades municipales ofertadas en Elche.
Población a la que va destinado	Personas de mediana edad, en un rango de 35 a 45 años, sanas y con un nivel bajo (sedentarios) o activos físicamente sin estar siguiendo ningún programa de entrenamiento.
Lugar de realización	En la piscina municipal de Carrús, la cual posee 2 vasos, uno de 25X12m con 6 calles (donde se realizaría la actividad principalmente) y otro poco profundo con dimensiones más reducidas. La temperatura del vaso profundo se encuentra alrededor de los 27-28 °C.
Duración del programa y frecuencia de la intervención	Es una actividad con una duración trimestral, que comprende 12 semanas, comenzando en octubre y finalizando la tercera semana de diciembre, como se puede observar en la <i>imagen 2</i> . Tendrá una frecuencia de 3 días semanales, excepto la primera semana, que solo tendrá dos sesiones.
Horario de realización	Lunes, miércoles y viernes en horario de 19:30 a 21:00 horas. Habrá dos días que cambiarán a otro día de la semana debido a los festivos, como se puede ver en la <i>imagen 2</i> .
Experiencia previa y material	No es necesario tener experiencia previa con esta actividad, ya que las primeras semanas están dedicadas a la enseñanza de la actividad con su técnica y correcto uso de los materiales de flotación, los cuales son proporcionados una vez en la instalación, siendo el material de relativo al baño lo único que se debe llevar por parte de las personas que realicen el programa.

5.2 Cronograma



Imagen 2. Distribución temporal del programa.

5.3 Objetivos

Tabla 8. Objetivos de la propuesta de intervención.

Objetivos del programa	
Objetivos generales o a nivel de intervención	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares a través de la mejora del consumo de oxígeno (Després, J.-P., & Ewing, C.A. 1998; Farrell et al. 1998), llegando a mejorar el estado de salud. - Realizar una progresión a la actividad física, en concreto de carrera, empezando en el medio acuático, y sentando las bases para su posterior desarrollo en el medio terrestre.
Objetivos específicos o a nivel de mesociclos	<ul style="list-style-type: none"> - Gradual: Realizar una familiarización con el medio acuático, con la actividad y material a utilizar, a través del establecimiento de patrones técnicos de DWR. - Base de desarrollo de la Resistencia 1: Establecer valores de partida, así como las intensidades/cadencias a la que prescribir el ejercicio. Mejorar el valor del consumo de oxígeno. - Base de desarrollo de la Resistencia 2: Reevaluar los valores de consumo de oxígeno, así como las intensidades/cadencias del ejercicio a prescribir. Mejorar el valor del consumo de oxígeno. - Base de estabilización: Estabilizar y asentar las mejoras conseguidas con los anteriores mesociclos y comprobar la diferencia respecto a las diferentes valoraciones realizadas.

5.4 Características del programa.

Tabla 9. Características del programa.

Características del programa	
Contenidos	El contenido principal será el trabajo condicional de la cualidad de la resistencia, aunque se dedicará una parte pequeña del tiempo al trabajo de fuerza y la flexibilidad. Habrá un trabajo de técnica, durante todo el programa y muy marcado en las primeras semanas, así como también un trabajo psicológico integrado (relación social, autonomía y competencia).
Test de valoración	<p>Para la valoración de la resistencia y en especial del consumo de oxígeno, se realizará el test incremental en frecuencia o cadencia, utilizado por Azevedo et al. (2010). En los test se utilizará un analizador de gases portátil, concretamente el aparato VO₂ Master Pro, el cual se puede observar en las imágenes del anexo 1.</p> <p>Se realizarán 3 test, uno inicial en la primera semana del mesociclo 2, para saber los valores de partida y las intensidades/cadencias a las que prescribir el ejercicio; otro en el mesociclo 3 para reevaluar las posibles mejoras y ajustar las cadencias, ya que como se ha comprobado, a las 4 semanas puede haber mejoras significativas, y uno final para valorar los resultados obtenidos con el programa.</p>
Periodización	La intervención se divide en 3 fases: familiarización, desarrollo y mantenimiento. La distribución de las subestructuras se puede observar en el anexo 2, donde aparecen los mesociclos, microciclos y sesiones, así como también el tipo de cada uno de ellos.
Metodología	<p>En el trabajo de la resistencia se utilizará una metodología mixta, habrá trabajo realizado de forma continua y de forma interválica. Para ello se agruparán a las personas en función de sus cadencias para formar grupos a la hora de realizar estos tipos de trabajo.</p> <p>El trabajo interválico será de tipo HIIT de intervalos largos, con repeticiones comprendidas entre los 90s a 180s y ratios de trabajo de 1:2, 1:1 o 2:1, con recuperación activa, en torno al 50 % del VO₂ máx. o VO₂ pico, para favorecer un mayor tiempo de trabajo en las zonas deseadas. (Buchheit & Laursen, 2013). En la sesión tipo del anexo 5 se puede observar esta aplicación y puesta en práctica de la metodología descrita.</p>
Volumen	El volumen de trabajo por sesión será de 90 minutos. Las actividades o ejercicios, seguirán el principio de progresividad para asegurar una buena adaptación. En el anexo 3, aparece el volumen por contenido en cada microciclo.
Intensidad	<p>Trabajo continuo realizado a una cadencia correspondiente entre el 50 y 60 % del VO₂ máx., sobre todo en sesiones de recuperación.</p> <p>Trabajo continuo realizado a una cadencia correspondiente entre el 60 y 70% del VO₂ máx.</p> <p>Trabajo interválico realizado a una cadencia correspondiente entre el 90 y 100 % del VO₂ máx.</p> <p>En el anexo 3, se puede observar una relación con cada contenido y la intensidad asociada del 1 al 3, de menor a mayor intensidad de trabajo.</p>
Carga	En relación a los apartados anteriores de volumen e intensidad, se obtiene una carga teórica, la cual se puede observar en el anexo 4.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alberton, C. L., Antunes, A. H., Beilke, D. D., Pinto, S. S., Kanitz, A. C., Tartaruga, M. P., & Krueger, L. F. M. (2013). Maximal and ventilatory thresholds of oxygen uptake and rate of perceived exertion responses to water aerobic exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 1897–1903.
- Anerao, M., Shinde, K., and Khatri, S.M. (2014). Cardiovascular responses during deep water running versus shallow water running in school children. *International Journal of Medical Research Health Sciences*, 3 (1), 137-143.
- Antunes, A.H., Alberton, C.L., Finatto P., Santana, S., Lusa, E., Zaffari, P., and Martins, L.F. (2015). Active Female Maximal and Anaerobic Threshold Cardiorespiratory Responses to Six Different Water Aerobics Exercises. *Research quarterly for exercise and sport*, 86, 1-7.
- Azevedo, L., Lambert, M., Zogaib, P., and Barros Neto, T. (2010). Maximal and submaximal physiological responses to adaptation to deep water running. *Journal of Sports Sciences*, 28, 407-414.
- Barbosa, TM, Garrido, MF, and Bragada, J. (2007). Physiological adaptations to head-out aquatic exercises with different levels of body immersion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 1255-1259.
- Becker, B. (2009) Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *Am Acad Phys Med Rehabil*, 1, 859-872.
- Broman, G., Quintana, M., Lindberg, T., Janssen, E., and Kaijser, L. (2006). High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *Eur J Appl Physiol*, 98, 117–23.
- Buchheit, M., Laursen, P.B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*, 43, 313–338.
- Bushman, B.A, Flynn, M.G., Andres, F.F., Lambert, C.P., Taylor, M.S., and Braun, W.A. (1997). Effect of 4 weeks of deep water run training on running performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 29, 694-699.
- Campbell, J.A., D'acquistio, L.J., D'acquistio, D.M., and Cline, M.G. (2003). Metabolic and cardiovascular response to shallow water exercise in young and older women. *Medicine and science in sports and exercise*, 35 (4), 675-81.
- Davidson, K., McNaughton, L. (2000). Deep water running training and road running training improve VO₂ max in untrained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 191-195.
- Depiazzi, J. E., Forbes, R. A., Gibson, N., Smith, N. L., Wilson, A. C., Boyd, R. N., and Hill, K. (2019). The effect of aquatic high-intensity interval training on aerobic performance, strength and body composition in a non-athletic population: systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 33(2), 157–170.
- Després, J.-P., and Ewing, C.A. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 30 (6), 975-91.
- Dowzer, C.N., and Reilly, T. (1998). Deep-water running. *Sport Exerc Injury*, 4, 56-61.
- Dowzer, C.N., Reilly, T., Cable, N.T., and Nevill, A. (1999) Maximal physiological responses to deep and shallow water running. *Ergonomics*, 42(2), 275-81.

- Farrell, S., Kampert, J., Kohl, H., Barlow, C., Macera, C., Paffenbarger, R., Gibbons, L., and Blair, S. (1998). Influences of cardiorespiratory fitness levels and other predictors on cardiovascular disease mortality in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 899–905.
- Frangolias, D.D., Rhodes, E.C., and Taunton, J.E. (1996). The effect of the familiarity with deep water running on maximal oxygen consumption. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10 (4), 215-219.
- Frangolias, D.D., Rhodes, E.C., Taunton, J.E., Belcastro, A.N., and Coutts, K.D. (2000). Metabolic responses to prolonged work during treadmill and water immersion running. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3 (4), 476-92.
- García-Verdugo, M. (2018). *El entrenamiento de la resistencia basado en zonas o áreas funcionales*. Barcelona: Paidotribo.
- Haff, G.C. (2008). Aquatic cross training for athletes: Part 1. *Strength and Conditioning Journal*, 30 (2), 18-26.
- Hauptenthal, A., Ruschel, C., Hubert, M., Fontana, H., and Roesler, H. (2010). Loading forces in shallow water running at two levels of immersion. *J Rehabil Med*, 42, 664–669.
- Kaneda, K., Wakabayashi, H., Sato, D., and Nomura, T. (2009). EMG activity of hip and trunk muscles during deep-water running. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(6), 1064-1070.
- Kanitz, A.C., Reichert, T., Liedtke, G.V., Pinto, S.S, Alberton, C.L., Antunes, A.H., Cadore, E.L., and Krueel, L.F.M. (2015). Maximal and anaerobic threshold cardiorespiratory responses during deep-water running. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 17(1), 41-50.
- Kanitz, A.C., Liedtke, G.V., Pinto, S.S., Alberton, C.L., and Krueel, L.F.M. (2014). Cardiorespiratory responses during deep water running with and without horizontal displacement at different cadences. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 7 (4), 149-154.
- Killgore, G. (2012). Deep-water running: a practical review of the literature with an emphasis on biomechanics. *Phys Sportsmed*. 40(1), 116-26.
- Lopez, J. y Fernandez, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Buenos Aires: Panamericana
- Macdermid, P. W., Wharton, J., Schill, C., and Fink, P. W. (2017). Water depth effects on impact loading, kinematic and physiological variables during water treadmill running. *Gait & Posture*, 56, 108–111.
- Masumoto, K., Mefferd, K.C., Iyo, R., and Mercer, J.A. (2018). Muscle activity and physiological responses during running in water and on dry land at submaximal and maximal efforts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32 (7), 1960-1967.
- Mayo, J.J. (2010). Practical guidelines for the use of deep water running. *Strength and Conditioning Journal*, 22(1), 26-9.
- Meredith-Jones, K., Jones, L.M., and Legge, M. (2009). Circuit-based deep water running improves cardiovascular fitness, strength and abdominal obesity in older, overweight women. *Med Sport*, 13, 5-12.
- Michaud, T.J., Rodriguez-Zayas, J., Andres, F.F., Flynn, M.G., and Lambert, C.P. (1995). Comparative exercise responses of deep-water and treadmill running. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 104-109.
- MECD, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2015). *Encuesta de Hábitos Deportivos en España 2015*. Recuperado de http://www.culturaydeporte.gob.es/dam/jcr:aa63cca9-31a5-47ce-8ac2-105215f64d9f/Encuesta_de_Habitos_Deportivos_2015_Sintesis_de_Resultados

- Oliveira, A.S., Posser, M.S., Alberton, C.L., and Kruel, L.F.M. (2011). Influência de diferentes movimentos dos membros superiores nas respostas cardiorrespiratórias da corrida em piscina funda. *Motriz*, 17(1), 71-81.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra (Suiza): Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Phillips, V. K., Legge, M., and Jones, L. M. (2008). Maximal physiological responses between aquatic and land exercise in overweight women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 959–964.
- Silvers, W.M., Rutledge, E.R., and Dolny, D.G. (2007). Peak cardiorespiratory responses during aquatic and land treadmill exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 969-975.
- Singh, S., and Lal, K. (2012). Enhanced aerobic capacity with deep water running. *Medical journal, Armed Forces India*, 68(2), 154–155.
- Town, G.P., and Bradley, S.S. (1991). Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(2), 238-241.
- Wertheimer, V., and Jukić, I. (2013). Aquatic training – An alternative or a complement to the land-based. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 28 (2), 57-66.
- Wilber, R.L., Moffatt, R.J., Scott, B.E., and Lee, D.T., Cucozzo, N.A. (1996). Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1056-1062.
- Wilder, R.P., and Brennan, D.K. (1997). *Techniques of aqua running*. In: Becker, B.E., Cole, A.J. editors. *Comprehensive Aquatic Therapy*. Boston: Butterworth-Heinemann; 184p.
- Wilmore, J. and Costill, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo

7. ANEXOS

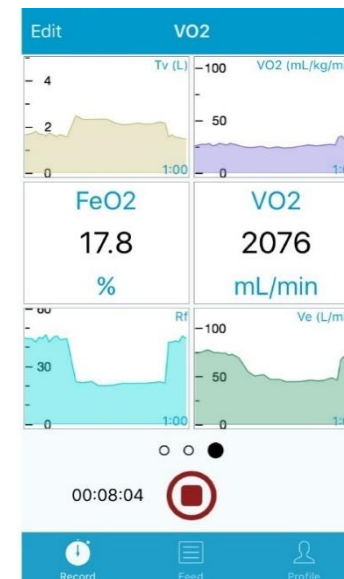
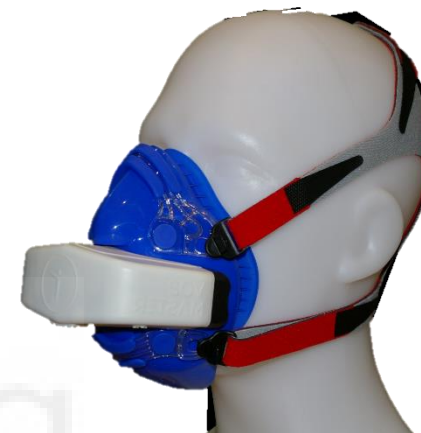
7.1. Anexo 1. Analizador de gases portátil VO₂ Master Pro.



VO2 MASTER PRO

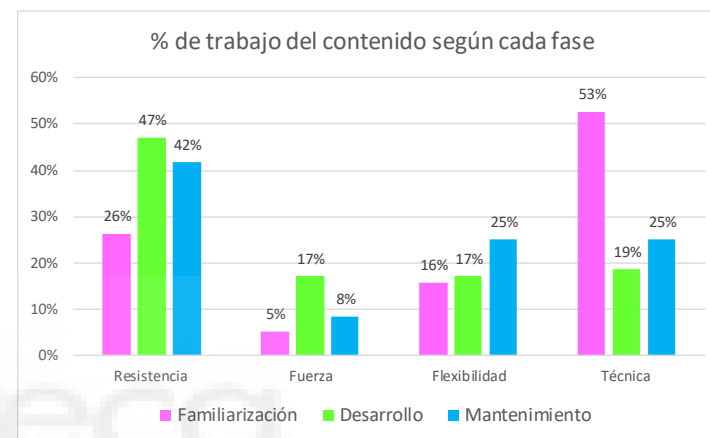
PARTS DIAGRAM
Full Colour - Exploded View

- A** VO2 Master Pro Unit
- B** Filter Medium
- C** User Piece (Venturi)
- D** Mask

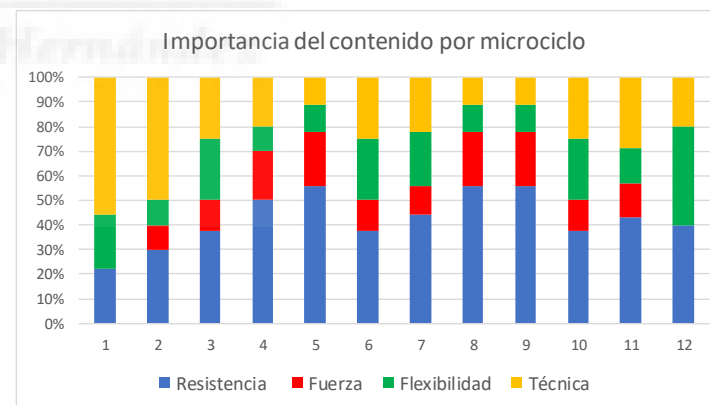


7.2. Anexo 1. Periodización

Mesociclo		Microciclo		Sesiones			Trabajo condicional			Trabajo de	Trabajo variables sociales y psicológicas	Fases de la intervención		
Nº	Tipo	Nº	Tipo	Nº	Tipo		Resistencia	Fuerza	Flexibilidad	Técnica				
1	Gradual	1	Ajuste	2	M	-	M	26%	5%	16%	53%	Integración	Familiarización	
		2	Carga	3	D	D	M						Desarrollo	
2	Base de Desarrollo de la Resistencia	3	Ajuste	3	D	M	E	47%	17%	17%	19%			Desarrollo
		4	Carga	3	D	M	D							
		5	Carga	3	D	D	D							
		6	Ajuste	3	M	M	M							
3	Base de Desarrollo de la Resistencia	7	Ajuste	3	D	M	E	42%	8%	25%	25%			Mantenimiento
		8	Carga	3	D	M	D							
		9	Carga	3	D	D	D							
		10	Ajuste	3	M	M	M							
4	Base de Estabilización	11	Carga	3	M	D	M	42%	8%	25%	25%			Mantenimiento
		12	Rec.	3	M	R	E							



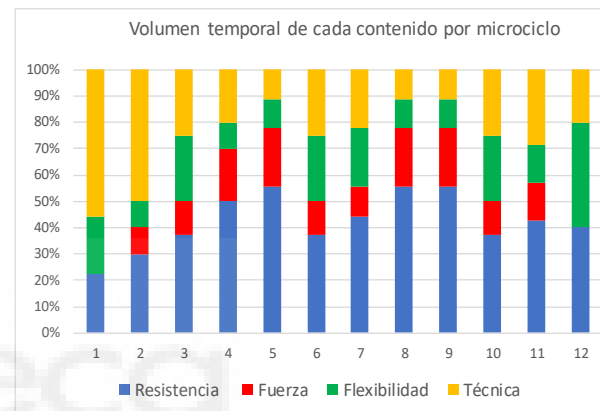
Mesociclo		Microciclo		Sesiones			Importancia				Evaluación condicional	Sumatorio importancia por mesociclo	
Nº	Tipo	Nº	Tipo	Nº	Tipo		Resistencia	Fuerza	Flexibilidad	Técnica			
1	Gradual	1	Ajuste	2	M	-	M	2	0	2	5		19
		2	Carga	3	D	D	M	3	1	1	5		
2	Base de Desarrollo de la Resistencia	3	Ajuste	3	D	M	E	3	1	2	2	x	70
		4	Carga	3	D	M	D	5	2	1	2		
		5	Carga	3	D	D	D	5	2	1	1		
		6	Ajuste	3	M	M	M	3	1	2	2		
3	Base de Desarrollo de la Resistencia	7	Ajuste	3	D	M	E	4	1	2	2	x	
		8	Carga	3	D	M	D	5	2	1	1		
		9	Carga	3	D	D	D	5	2	1	1		
		10	Ajuste	3	M	M	M	3	1	2	2		
4	Base de Estabilización	11	Carga	3	M	D	M	3	1	1	2	x	12
		12	Rec.	3	M	R	E	2	0	2	1		



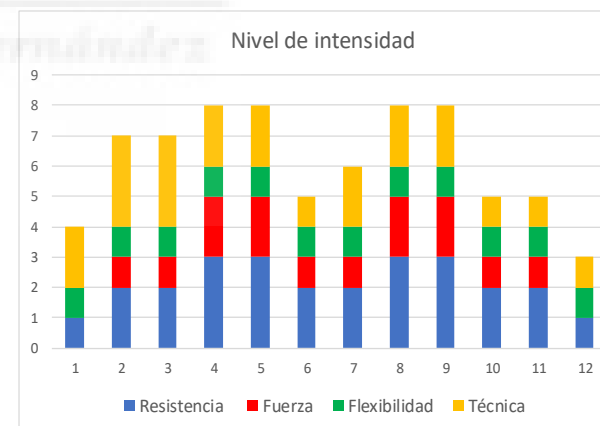
M Sesión de mantenimiento E Sesión de evaluación
D Sesión de desarrollo R Sesión de recuperación

7.3. Anexo 2. Volumen e intensidad

Mesociclo		Microciclo		Sesiones			Volumen temporal (min)				T' total del micro (s)	T' de trabajo de contenidos por sesión (min)	% de la sesión destinado a la organización	
Nº	Tipo	Nº	Tipo	Nº	Tipo		Resistencia	Fuerza	Flexibilidad	Técnica				
1	Gradual	1	Ajuste	2	M	-	M	34,0	0,0	34,0	85,0	9180	76,5	15%
		2	Carga	3	D	D	M	68,9	23,0	23,0	114,8	13770	76,5	15%
2	Base de Desarrollo de la Resistencia	3	Ajuste	3	D	M	E	86,1	28,7	57,4	57,4	13770	76,5	15%
		4	Carga	3	D	M	D	121,5	48,6	24,3	48,6	14580	81	10%
		5	Carga	3	D	D	D	135,0	54,0	27,0	27,0	14580	81	10%
		6	Ajuste	3	M	M	M	91,1	30,4	60,8	60,8	14580	81	10%
3	Base de Desarrollo de la Resistencia	7	Ajuste	3	D	M	E	102,0	25,5	51,0	51,0	13770	76,5	15%
		8	Carga	3	D	M	D	135,0	54,0	27,0	27,0	14580	81	10%
		9	Carga	3	D	D	D	135,0	54,0	27,0	27,0	14580	81	10%
		10	Ajuste	3	M	M	M	91,1	30,4	60,8	60,8	14580	81	10%
4	Base de Estabilización	11	Carga	3	M	D	M	104,1	34,7	34,7	69,4	14580	81	10%
		12	Rec.	3	M	R	E	97,2	0,0	97,2	48,6	14580	81	10%

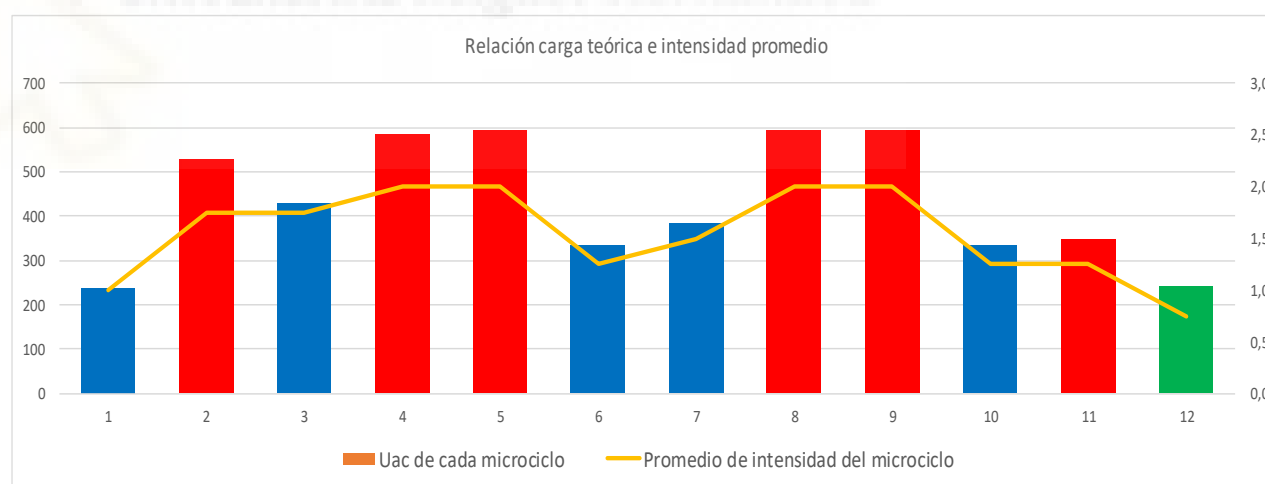
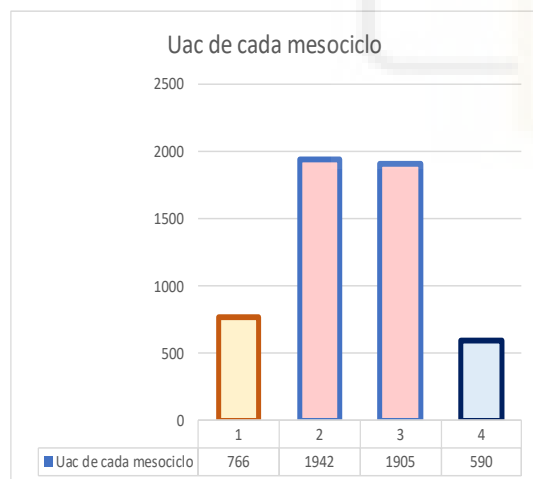
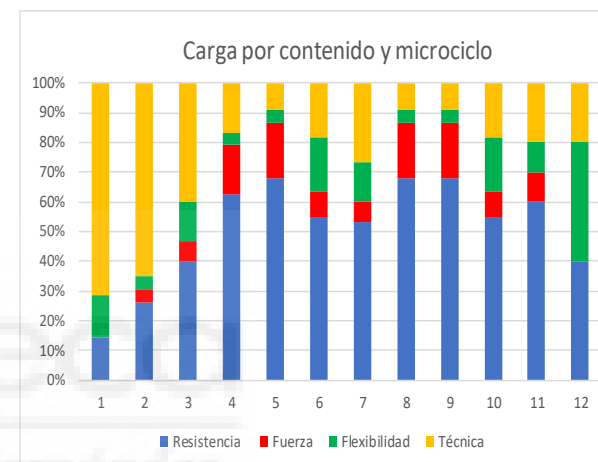


Mesociclo		Microciclo		Sesiones			Intensidad				Promedio de intensidad del microciclo	
Nº	Tipo	Nº	Tipo	Nº	Tipo		Resistencia	Fuerza	Flexibilidad	Técnica		
1	Gradual	1	Ajuste	2	M	-	M	1	0	1	2	1,0
		2	Carga	3	D	D	M	2	1	1	3	1,8
2	Base de Desarrollo de la Resistencia	3	Ajuste	3	D	M	E	2	1	1	3	1,8
		4	Carga	3	D	M	D	3	2	1	2	2,0
		5	Carga	3	D	D	D	3	2	1	2	2,0
		6	Ajuste	3	M	M	M	2	1	1	1	1,3
3	Base de Desarrollo de la Resistencia	7	Ajuste	3	D	M	E	2	1	1	2	1,5
		8	Carga	3	D	M	D	3	2	1	2	2,0
		9	Carga	3	D	D	D	3	2	1	2	2,0
		10	Ajuste	3	M	M	M	2	1	1	1	1,3
4	Base de Estabilización	11	Carga	3	M	D	M	2	1	1	1	1,3
		12	Rec.	3	M	R	E	1	0	1	1	0,8




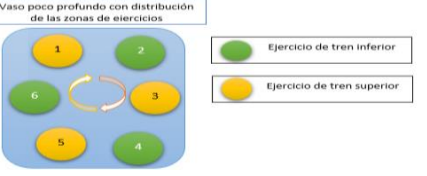


7.4. Anexo 4. Distribución de la carga teórica en relación al volumen e intensidad.

Mesociclo	Microciclo		Sesiones			Unidades arbitrarias de carga				Uac de cada microciclo	Uac de cada mesociclo		
	Nº	Tipo	Nº	Tipo			Resistencia	Fuerza	Flexibilidad			Técnica	
1	Gradual	1	Ajuste	2	M	-	M	34	0	34	170	238	766
		2	Carga	3	D	D	M	138	23	23	344	528	
2	Base de Desarrollo de la Resistencia	3	Ajuste	3	D	M	E	172	29	57	172	430	1942
		4	Carga	3	D	M	D	365	97	24	97	583	
		5	Carga	3	D	D	D	405	108	27	54	594	
		6	Ajuste	3	M	M	M	182	30	61	61	334	
3	Base de Desarrollo de la Resistencia	7	Ajuste	3	D	M	E	204	26	51	102	383	1905
		8	Carga	3	D	M	D	405	108	27	54	594	
		9	Carga	3	D	D	D	405	108	27	54	594	
		10	Ajuste	3	M	M	M	182	30	61	61	334	
4	Base de Estabilización	11	Carga	3	M	D	M	208	35	35	69	347	590
		12	Rec.	3	M	R	E	97	0	97	49	243	



7.5. Anexo 5. Sesión tipo de la intervención.

Mesociclo nº	2	Microciclo nº	5	Sesión nº	1
Tipo de mesociclo:	Base de desarrollo	Tipo de microciclo:	Carga	Tipo de sesión:	Desarrollo
Duración teórica de la sesión: 90 minutos			Tiempo de compromiso motor de la sesión: 80 minutos		
PARTE INICIAL					
Ejercicio	Duración	Descripción del trabajo		Representación gráfica	
1	5 min	Capacidad aeróbica + flexibilidad. Intensidad: 1 (alrededor de 50-60% VO ₂ máx.) Ejercicio: Trabajo aeróbico en el vaso poco profundo en el que irán desplazándose por todo el vaso, donde se irán realizando diferentes ejercicios de movilidad y desplazamiento tanto de forma individual como por pequeños grupos para favorecer el componente social y de relación			
2	15 min	Técnica Intensidad: 2 (complejidad media/vaso profundo/vel. Ejecución media) Ejercicio: Ejercicios realizados en vaso profundo con material de flotación a una velocidad de ejecución media/baja focalizando la atención en los aspectos coordinativos. 5 ejercicios x 2 series de 30s de trabajo y 60s de recuperación			
PARTE PRINCIPAL					
Ejercicio	Duración	Descripción del trabajo		Representación gráfica	
3	35 min	Resistencia. Intensidad: 3 (cadencia asociada al 90 - 100% del VO ₂ máx.) Ejercicio: Trabajo de tipo interválico de DWR 2 x 4 x 2 min de trabajo con 2 min de recuperación entre rep. (ratio 1:1) y 3 min entre bloques con recuperación activa en forma de trabajo continuo al 50 % del VO ₂ máx entre repeticiones y pasiva entre bloques.			
4	15 min	Fuerza. Intensidad: 2 (Mov. realizados con material de superficie pequeña y con velocidad media/alta) Ejercicio: Realizaremos un circuito de fuerza-resistencia a través de postas de ejercicios por parejas, combinando tren inferior y superior. 2 circuitos de 6 ejercicios con 35s de trabajo y 30s de rec. Entre ejercicios y 2 min entre circuitos			
PARTE FINAL					
Ejercicio	Duración	Descripción del trabajo		Representación gráfica	
5	10 min	Flexibilidad. Intensidad: 1 Ejercicio: Estiramientos de los principales grupos musculares trabajados durante la sesión en vaso poco profundo, utilizando diferentes materiales de flotación y de forma individual y por parejas. 10 ejercicios (1 minuto por ejercicio realizando varias repeticiones mantenidas)		