



FEDERAZIONE ITALIANA CANOA KAYAK

Anno XX - n. 75

Settembre/Dicembre 2011

# nuova CANOA RICERCA

## Direttore

Luciano Buonfiglio

## Direttore responsabile

Johnny Lazzarotto

## Comitato di redazione

### Coordinatore

Marco Guazzini

Andrea Argiolas

Elena Colajanni

## Direzione e Redazione

Federazione Italiana Canoa Kayak

“Nuova Canoa Ricerca”

Viale Tiziano, 70 - 00196 Roma

## Segreteria di redazione

Matteo Lucente

Numero 75

Aut. Trib. Roma n. 232/2006

del 8/6/2006

## Fotocomposizione e Stampa

New Graphic s.n.c.

Via Antonio Tempesta, 40

00176 Roma

## SOMMARIO

### L'Angolo

di *Andrea Argiolas*

pag. 2

### Organizzazione, pianificazione e quantificazione dei processi e mezzi d'allenamento della canoa canadese velocità 1000 -500 m

*Domenico Antonio Cannone*

pag. 3

### Le migliori prestazioni in kayakers e canoisti d'élite: Un'analisi energetica

*Antonio Buglione*

pag. 36

## INDICAZIONI PER GLI AUTORI

La rivista “Nuova Canoa Ricerca” è aperta a tutti i contributi (articoli, studi, ricerche, ecc.) che abbiano una certa rilevanza per la scienza e la cultura sportiva, con particolare riferimento alla sport della canoa.

Gli interessati possono inviare il materiale da pubblicare, via e-mail, a: [centrostudi@federacanoa.it](mailto:centrostudi@federacanoa.it), oppure in forma cartacea o su supporto magnetico (CD, floppy disk) a: Nuova Canoa Ricerca, Federazione Italiana Canoa Kayak, Viale Tiziano 70, 00196 Roma.

Il testo deve essere riportato su un numero massimo di 20 cartelle, 25 righe, 60 battute, interlinea 1,5, formato “Word”, max 30.000 caratteri. Le pagine devono essere numerate. Eventuali figure, grafici, foto, dovranno essere numerati e inseriti nel testo. L'articolo dovrà riportare Cognome, Nome e breve curriculum dell'autore.

L'articolo deve essere strutturato nel seguente modo:

- Abstract, max 20 righe (circa 1500 caratteri), comprendente lo scopo della ricerca, il metodo usato, il sommario dei risultati principali. Non deve comprendere le citazioni bibliografiche.
- Introduzione, natura e scopi del problema, principali pubblicazioni sull'argomento, metodo usato e risultati attesi dalla ricerca.
- Metodologia seguita: ipotesi, analisi e interpretazione dati, grafici, tabelle, figure, risultati.
- Conclusioni. Principali aspetti conclusivi, applicazioni teoriche e pratiche del lavoro.
- Bibliografia, solo degli autori citati nel testo con in ordine: Cognome, Nome, anno di pubblicazione, titolo, rivista, numero della rivista, pagine o casa editrice, città, se libro.

La pubblicazione è subordinata al giudizio del Comitato di Redazione.



## L'ANGOLO di Andrea Argiolas\*

*Anche se con un po' di ritardo rispetto alla naturale scadenza, rieccoci qua a parlare di canoa e dintorni. Questa è la 75a volta che "Nuova Canoa Ricerca", insieme a "Canoa Ricerca", la storica rivista nata nel settembre dell'86 sotto la presidenza del Prof. Sergio Orsi e fondata da Cesare Beltrami e Franco Conforti, entra nelle case di tutti i tecnici italiani, in tutte le società e nonostante la tiratura limitata va nelle mani di quasi tutti i tesserati. Così in una speciale occasione come questa, semplicemente ma anche con l'orgoglio di chi ha contribuito a far rinascere la nostra pubblicazione, anche a nome di tutta la redazione, voglio ringraziare quanti in questi 26 anni con i loro contributi hanno fatto vivere e crescere questa realtà, giacché è solo merito loro se la rivista tecnica della Canoa italiana ogni quattro mesi va in stampa.*

*Un altro motivo di grande soddisfazione, per chi scrive, sta nel fatto che tra gli autori degli articoli è sempre più massiccia la presenza dei nostri tecnici e in particolare di quelli chiamati a seguire le squadre nazionali. Testimonianza e dimostrazione della loro voglia di fare, di crescere, di vivacità culturale e scientifica, ma soprattutto, capacità di confronto, volontà di condividere le proprie esperienze e rendere disponibile ciò che viene fatto ad alto livello all'intera platea di chi opera sul territorio e nelle società. Così "Nuova Canoa Ricerca", unitamente a "Canoa Kayak On-line", non rappresenta solo uno strumento di informazione, ma costituisce un importante completamento del nostro sistema formativo.*

*Nella medesima direzione, in questo numero pubblichiamo un'ampia sintesi della tesi conclusiva presentata da Antonio Cannone al corso per il conseguimento della qualifica di 4° livello, nella quale ci restituisce su base scientifica, analitica e organizzata in modo totalmente fruibile tutta la programmazione di un anno di allenamenti della squadra nazionale di canoa canadese velocità. Tra l'altro, nell'impostazione del lavoro è presente la chiara influenza del Direttore Tecnico Joseph Capousek - molto più che una semplice "contaminazione" - si tratta proprio di qualcosa che somiglia molto all'auspicio e l'invito rivolto ai nostri allenatori e rilanciato proprio da queste colonne all'indomani dell'investitura ufficiale del tecnico ceco-tedesco, quello di far tesoro dell'importante risorsa tecnica ed esperienziale che questo Grande del canoismo mondiale comunque avrebbe portato con sé anche qui in Italia.*

*L'altro pezzo, scritto da Antonio Buglione, che riprende la pubblicazione su "Medicine & Science in Sports and Exercise", con la quale l'autore ha chiuso il suo dottorato di ricerca presso l'università di Tor Vergata, è sempre il frutto di attività e lavori svolti all'interno delle nazionali e nell'ambito del protocollo d'intesa tra la FICK e questo prestigioso ateneo.*

*Cambiando totalmente argomento, anche questa volta vorrei estendere i ragionamenti strettamente attinenti agli scopi della rivista con alcune brevi considerazioni di carattere generale collegate all'attualità. Tra le notizie recenti, per noi sportivi una delle più emblematiche e faticosa da digerire, risulta essere la bocciatura governativa della candidatura di Roma ai Giochi Olimpici del 2020. Senza entrare nel dettaglio, ma semplicemente con un rapido excursus sulle posizioni dei sostenitori e dei contrari, ricordo che tra le principali motivazioni dei favorevoli si facesse riferimento essenzialmente al rilancio dell'immagine del nostro Paese e, soprattutto, alle prospettive di crescita che un simile evento avrebbe dovuto innescare anche grazie alle sinergie e alla conseguente e positiva ricaduta sull'intera economia della nazione - in pratica era auspicata una riedizione di quanto avvenuto con i Giochi del '60, sempre a Roma. Gli altri invece e primo fra tutti il Presidente del Consiglio Mario Monti, temendo una riedizione di Atene 2004 - che sappiamo essere una concausa della attuale crisi greca - o forse anche pensando a quanto avvenuto qui a Roma nel 2009 con i Mondiali di nuoto, hanno ritenuto che invece non vi fossero le garanzie finanziarie e quindi le condizioni minime necessarie, ivi compresi gli strumenti di controllo anti corruzione, per imbarcarsi in un'impresa titanica come quella di organizzare oggi i Giochi Olimpici. Appare quindi evidente che il governo, a prescindere da valutazioni di merito sulla classe dirigente del mondo sportivo, ha ritenuto debole sia l'ipotesi programmatica che la copertura finanziaria fatta a fronte della certezza di enormi costi organizzativi.*

*Personalmente, sebbene l'idea di rivedere la Maratona e tutto il resto, compresi gli sport della pagaia, all'ombra del Colosseo fosse molto intrigante, ritengo corretta e ineccepibile la decisione di chi, prestando fede all'impegno preso con il Capo dello Stato, ha tenuto saldamente la barra del timone nella direzione giusta, quella di portare la nave in acque sicure. Anche perché lo sport effettivamente abbisogna soprattutto di una spinta decisiva verso una pratica diffusa.*

*A noi sportivi veri il compito di accettare una decisione severa, peraltro già accolta sommessamente e con deferenza dai vertici dello Sport italiano, perché, citando due aforismi tra i tanti presenti nel mondo agonistico, ricordo: "Ospitare i Giochi significa evocare la storia" e "Un paese può dirsi davvero sportivo quando la maggioranza dei suoi abitanti sente lo sport come un'esigenza personale". Come commentare due espressioni come queste, che nel nostro caso suonano assolutamente bipartisan? Solo con la riflessione... L'autore? Pierre De Coubertin! Con buona pace di tutti.*

\*Consigliere Federale Responsabile del Centro Studi Ricerca e Formazione



*Domenico Antonio Cannone*

## **ORGANIZZAZIONE, PIANIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE DEI PROCESSI E MEZZI D'ALLENAMENTO DELLA CANOA CANADESE VELOCITA' 1000 - 500 METRI**

*Il lavoro rappresenta una sintesi del Project Work conclusivo del XI Corso Nazionale per Allenatori di IV Livello Europeo, sostenuto dall'autore presso la Scuola dello Sport il 5 Dicembre 2011 (Supervisore: Prof. Renato Manno).*

### **ABSTRACT**

L'articolo analizza la strutturazione del processo di allenamento nella canoa canadese 500 - 1000 m (C1 - C2), fortemente imperniata sui principi fondamentali della periodizzazione dell'allenamento. Vengono analizzati e catalogati in successione, all'interno di un macrociclo di un anno agonistico, i differenti mezzi di allenamento a seconda del regime metabolico e degli aspetti meccanico-muscolari, tecnici, specifici e aspecifici.

The article analyzes the structure of the training process in the Canoe speed 500 - 1000 m (C1 - C2), heavily focused on the fundamental principles of periodization training. Are analyzed and cataloged in succession, within a macrocycle of a competitive year, the different means of training according to the regime and metabolic aspects of muscle-mechanical, technical, specific and nonspecific.

### **INTRODUZIONE**

L'elaborato è un sistema di strutturazione del processo d'allenamento della Canoa Canadese Velocità, si basa e articola sui principi fondamentali della pianificazione dell'allenamento.

Il sistema permette la pianificazione delle strategie formulate, comparando la struttura dell'allenamento stessa e lo sviluppo dei carichi di lavoro proposti nei diversi periodi in maniera tale da costituire la macrostruttura, nonché la distribuzione ordinata delle singole componenti dell'allenamento stesso modulate secondo la gerarchia degli obiettivi preposti attraverso l'impiego di

mezzi e metodi in funzione degli stessi. Tale sistema è sviluppato in uno spazio temporale scandito dalle verifiche intermedie in funzione dell'obiettivo finale. L'applicazione dei principi teorici della periodizzazione si concretizza nella programmazione, cioè nella stesura del programma di allenamento, che attraverso una quantificazione in termini numerici e scientifici, consente anche l'archiviazione, il monitoraggio continuo e una valutazione complessiva di tutti i processi di allenamento somministrati agli atleti, sia di carattere metabolico che di tipo tecnico-tattico.



## FONDAMENTALI PER LA STRUTTURAZIONE TEMPORALE DEL SISTEMA

La Canoa Canadese Velocità (C1-C2 500 -1000 m) è stata classificata dal punto di vista fisiologico e biomeccanico, come “attività ad impegno aerobico-anaerobico massivo” (Dal Monte, 1975; 1977). In considerazione di questa classificazione e di altri importanti contributi sul modello di prestazione e sulla periodizzazione degli allenamenti (Arcelli, 1990; Bompà, 1990; Martin et al., 1997; Buzzichelli, 2001; Guazzini, 2005), è stata composta la cadenza temporale dei processi e metodi di allenamento, partendo dall’appuntamento più importante, quindi considerando a ritroso, gli obiettivi intermedi, fino all’inizio della preparazione.

I mezzi e i metodi di allenamento sono proposti in funzione della gerarchia fisiologico funzionale e organizzati in una sequenza periodizzata.

Ogni singola microstruttura costituente il processo di allenamento ne determina la costruzione e l’adattamento a ogni obiettivo fisiologico.

I microcicli e i macrocicli costituiranno le sub-fasi e le fasi della periodizzazione. Tali periodi saranno scanditi da una serie di verifiche che ne tracciano e determinano il proseguimento, i risultati dei test di verifica, relazionati all’obiettivo preposto in tale periodo, raccordando la scelta delle strategie metodologiche dei macrocicli futuri.

Nella fase preparatoria gli obiettivi sono la preparazione atletica generale e specifica, lo sviluppo delle abilità motorie e il perfezionamento della tecnica.

Nella sub-fase preparatoria generale l'enfasi è sul raggiungimento di un elevato

livello di performance fisica in modo da facilitare l'allenamento futuro. Lo sviluppo della capacità di lavoro, della preparazione fisica generale, interventi sugli elementi tecnici sono le priorità di questo periodo. Il carico di lavoro sarà voluminoso sia a livello generale che specifico.

Nella sub-fase preparatoria speciale vi è una transizione verso la fase competitiva e sebbene gli obiettivi siano gli stessi del periodo generale, i mezzi allenanti diventano più specifici e di maggiore intensità, in particolar modo verso la fine quando il volume del carico di lavoro inizia a diminuire, l'attenzione verte sugli elementi tecnico/tattici e sulla specificità degli esercizi impiegati. In questa sub-fase gli atleti dovrebbero gradualmente migliorare la loro performance.

Nello specifico, la sub-fase pre-competitiva è costituita da competizioni e test gara, al fine di determinare la reale preparazione dell'atleta ed eventualmente apportare modifiche all'allenamento per massimizzare la prestazione in vista delle competizioni principali.

Nella fase competitiva si persegue il raggiungimento del più alto livello di preparazione delle abilità motorie specifiche e il perfezionamento degli elementi tecnico/tattici, mantenendo il più possibile la condizione fisica generale acquisita. Il volume rimane pressoché invariato fino alla sub-fase competitiva. In questo periodo le prestazioni dovrebbero essere in continuo miglioramento.

L'ultimo periodo della sub-fase competitiva, quello che precede il culmine della stagione, è caratterizzato da due microci-



cli di carico alternati da altrettanti di scarico, così da mantenere la preparazione fisica e facilitare il picco della prestazione. L'elemento che maggiormente è ridotto nei microcicli di scarico è la frequenza delle sedute di allenamento. L'intensità degli allenamenti raggiunge il picco due,

tre settimane prima della gara più importante, per poi ridursi gradualmente.

In funzione del metodo applicato diventa di fondamentale importanza individuare mezzi e intensità di lavoro e la loro collocazione all'interno dell'organizzazione del piano di allenamento.

## Individuazione dei mezzi e intensità di allenamento

La conoscenza del modello di prestazione, i principi fisiologici applicati alla scienza dello sport, la capacità di somministrare un processo metodologico sono alla base per l'individuazione delle strategie per le applicazioni dei mezzi aspecifici e specifici e delle intensità correlate.

Le intensità dei mezzi specifici sono divise per fasce di regime metabolico con impegni variabili di tipo meccanico muscolari.

L'esperienza di allenamento e la ricerca scientifica ci hanno permesso di codificare metodi, mezzi, modelli e intensità.

Nella tabella 1, sigle, fasce di intensità, frequenza cardiaca (F.C.), frequenza di pagiate al minuto (F.P.), quantità di lattato ematico (mmol/L) e orientamenti dei mezzi specifici.

Nella tabella 2, sigle, carico e orientamenti dei mezzi e modelli aspecifici.

Sigla	F.C.	F.P.	Intensità	Orientamenti
R I Est.	140-160	28-34	< 3 mmol/L	Aerobico
R I Int.	160-170	34-40	> 3 mmol/L < 5 mmol/L	Aerobico
R II	170-180	40-50	> 5 mmol/L < 7 mmol/L	Aerobico – Anaerobico
R III	> 180	50-70	> 8 mmol/L	Anaerobico
S	Max.	Max.	Massimale	Anaerobico – Alattacido
SL	SubMax.	Max.	> 8 mmol/L	Aerobico – Anaerobico
GARA	Max.	Max.	Massimale	Gare
FRS	170-180	40-52	< 7mmol/L	Forza Resistenza Specifica Resistenza Idrodinamica
FS	Max.	Max.	Anaerobico -Alattacido	Forza Specifica-Resistenza Idrodinamica
RAT	120-150		Recupero Attivo	Esercizi didattici-tecnici/Riscaldamento
VAS	Min-Max	Min-Max	-----	Volume Allenamento Specifico Km/Min.
TKS	Min-Max	Min-Max	-----	Totale chilometri settimanali
Eff. T.	Min-Max	Min-Max	-----	Verifica Efficienza tecnica

Tabella 1- Parametri e orientamenti dei mezzi specifici (da: Capousek, 2009; modificato).

Sigla	Carico %	Orientamenti
F. Max.	60%-95%	Forza Max/Esplosiva
F. Res.	40%-70%	Forza Resistente
F.T.	40%-95%	Totale Allenamento PESISTICA
AAG	40%-60%	Allenamento Aerobico Generale
S/G	-----	Stretching/Mobilità articolare/Esercizi tecnici a secco /Preatletismo
VAA	-----	Volume Allenamento Aspecifico
VAT	-----	Volume Allenamento Totale Min. /Specifico-Aspecifico

Tabella 1 – Mezzi aspecifici (da: Capousek, 2009; modificato).



## **Mezzi e modelli di allenamento specifici**

La scelta dei modelli di applicazione delle diverse intensità è strettamente correlata sia all'obiettivo fisiologico dell'intensità prestabilita che all'applicazione della stessa, all'interno dell'organizzazione temporale del piano di allenamento.

La strategia di scelta e di applicazione dei diversi modelli d'allenamento, deve essere organizzata in considerazioni dell'obiettivo fisiologico preposto e alle esigenze soggettive e momentanee.

## **Mezzi e modelli di allenamento aspecifici**

I mezzi aspecifici sono tutti quelli che riguardano la preparazione atletica generale.

Corsa, sci di fondo, bici, nuoto, preatletismo sono mezzi di complemento, che integrandosi possono essere proposti con

la duplice funzione rigenerativa-allenante. In questa fase non sono proposti modelli di applicazione specifici e l'utilizzo dei metodi aspecifici ha come obiettivo primario intensità e volumi che privilegiano esclusivamente l'attività aerobica.

## **La pesistica**

La periodizzazione delle diverse espressioni di forza attraverso l'uso della pesistica è uno degli elementi costituenti la periodizzazione dell'allenamento specifico stesso. Le metodiche d'allenamento della forza "aspecifica" sono correlate agli obiettivi specifici della pianificazione e concorrono integrandosi al raggiungimento di ogni obiettivo definito.

Ne consegue che la scelta delle strategie di applicazione di ogni singola compo-

nente della forza aspecifica deve essere funzionale alla disciplina e all'obiettivo. Gli indirizzi che determinano l'applicazione delle diverse espressioni di forza e dei modelli a esso correlati all'interno di ogni periodo, seguono il processo sotto elencato:

1. Adattamento anatomico.
2. Forza massimale.
3. Potenza.
4. Potenza resistente.

## **La pesistica: archiviazione e correlazione con i mezzi specifici**

Nel metodo di archiviazione proposto, la pesistica è considerata un mezzo di allenamento aspecifico, in considerazione della bassa correlazione tra gli esercizi utilizzati in palestra per il raggiungimento degli adattamenti previsti dal modello scelto, rispetto al gesto tecnico della canoa.

Per convenzione suddivisa utilizzando il

modello classico:

- Forza massimale.
- Forza resistente.

Nel sistema è correlata con gli altri mezzi di allenamento attraverso una quantificazione legata solo al tempo di adempimento di ogni singolo modello.



## LA PIANIFICAZIONE

E' l'architettura di tutte le strategie applicate per il raggiungimento degli obiettivi preposti. La struttura proposta è basata da due fasi principali e da quattro sub-fasi a esse correlate:

- 1 Fase Preparatoria
  - 1.1 Preparatoria Generale, 13 microcicli;
  - 1.2 Preparatoria Speciale, 13 microcicli;
- 2 Fase Competitiva
  - 2.1 Pre-Competitiva, 11 microcicli;
  - 2.2 Competitiva, 9 microcicli.

Nella struttura del metodo sono proposti una serie di momenti di verifica, gare, scarico e rigenerazione:

- a. Sei prove di verifica-test completi, organizzati tra la fine e l'inizio di ogni macrociclo, momenti di controllo e di analisi, con l'obiettivo di valutare degli effetti allenanti e di codificare eventuali azioni di revisione;
- b. Due prove di verifica V.A.M. velocità aerobica massima, la prima viene eseguita al termine della fase preparatoria, la seconda al termine del primo macrociclo della sub-fase competitiva;
- c. Due prove di selezione, rappresentano i due step di ingresso alla squadra nazionale per poter accedere alle

- prove di Coppa del Mondo;
- d. Due prove di Coppa del Mondo, confronto internazionale, analisi del livello prestativo raggiunto, aspetti tattici-tecnici, psicologici e elaborazioni proiezioni future;
- e. Campionato Europeo, obiettivo secondario;
- f. Campionato del Mondo, obiettivo primario;
- g. Le fasi di scarico sono collocate alla fine di ogni macrociclo e subito prima dei momenti di verifica;
- h. I periodi di rigenerazione sono due, uno collocato dopo il macrociclo di "picco" nella sub-fase preparatoria che normalmente è collocato tra gennaio e febbraio, il secondo coincidente immediatamente dopo l'obiettivo secondario "Campionato Europeo", subito prima della sub-fase competitiva.

Lo schema seguente (Tabella 3) rappresenta la pianificazione dell'anno agonistico 2010-2011, strutturata su 46 microcicli racchiusi in nove macrocicli (facilmente identificabili nell'ultima colonna a destra), quattro sub-fasi e due fasi; pianificazione delle date e località dei raduni, test e gare e caratteristiche della tipologia di lavoro per ogni micro ciclo.



CANNONE 2010-2011					
Sett.	Sub.F.	Fasi.	Località	Tests/Gare	Caratteristiche
40	Preparazione Generale	Preparatoria	Casa		AAG, R I
41			Casa		AAG, R I
42			Casa		AAG, R I
43			Castel Gandolfo	Test Completi	<i>Termine 1° Macro</i>
44			Castel Gandolfo		R I, Fmax
45			Castel Gandolfo		R I, Fmax, S
46			Castel Gandolfo		R I, Fmax, S
47			Castel Gandolfo		R I, Fmax
48			Casa/C. Gandolfo	Test Completi	<i>Term. 2° Macro</i>
49			Castel Gandolfo		R I, Fmax,
50			Castel Gandolfo		R I, Fmax, FS
51			Castel Gandolfo		R I, Fmax, FS
52			Castel Gandolfo		R I, Fmax, FS
<b>Set. 13</b>					
1	Preparazione Speciale	Competitiva	Casa/C. Gandolfo	Test Completi	<i>Term. 3° Macro</i>
2			Sabaudia		R I, R II, FRS, Fres, Fmax
3			Sabaudia		R I, R II, FRS, Fres, Fmax
4			Sabaudia		R I, R II, Fres
5			Sabaudia		R I, R II, FRS, Fres,
6			Casa/C. Gandolfo	Test Completi	<i>Term. 4° Macro</i>
7			Sabaudia		R I, R II, FRS, Fmax
8			Sabaudia		R I, R II, FRS, Fmax
9			Sabaudia		R I, R II, FRS, Fmax
10			Padola		Sci Rigenerazione <i>Term.5°</i>
11			Sabaudia		R I, R II, FRS, Fmax
12			Sabaudia		R I, R II, FRS, Fmax
13			Sabaudia/Casa	Test Completi	R I, R II, R III, SL
<b>Set. 13</b>					<i>Term. 6° Macro</i>
14	Pre-Competitivo	Competitiva	Milano	1°Selezione/Test V.A.M.	GARA
15			Casa		R II, R III
16			Casa		R III,
17			Mantova	2°Selezione	GARA
18			Sabaudia		R II, FS
19			Sabaudia		R III, FS
20			Racice	2°W.C.	GARA
21			Duisburg	3°W.C.	GARA
22			Sabaudia		R I, Fmax
23			Sabaudia		R III,
24			Belgrado	C.E.S.	GARA
<b>Set. 11</b>					<i>Term. 7° Macro</i>
25	Competitivo	Competitiva	Casa/V.Senales		Rigen./Acclimat. R I,Fmax
26			Val Senales	Tests Step 1000 a GAI	R I, FS, Fmax
27			Val Senales		R I, FS, Fmax
28			Val Senales		R I, R II,SL
29			Casa		Recupero - <i>Term. 8°Macro</i>
30			Sabaudia	Test V.A.M., 2x250m	R III, SL
28			Sabaudia		R III, SL
29			Sabaudia		R III, SL
30			Szeghed	C.M.S.	GARA
<b>Set. 9</b>					

Tabella 2 - Pianificazione delle squadre nazionali di canoa canadese olimpica dell'anno agonistico 2010-2011.





## QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI

Il volume di carico proposto, deve rispettare l'orientamento di mezzi emetodi pianificati e dei principi fisiologici che determinano gli adattamenti prestabiliti.

La pianificazione del processo di allenamento divisa in fasi e la conoscenza delle priorità d'adattamento di ciascuna, tracciano la mappa temporale di tale distribuzione.

La sua quantità deve essere proponibile e adeguata in funzione della singola seduta e della totalità del sistema nel quale è collocato.

Il carico va organizzato secondo i

seguenti principi:

1. Principio della progressività del carico;
2. Principio della continuità del carico;
3. Principio della periodizzazione del carico;
4. Principio della variazione del carico;
5. Principio della successione razionale dei carichi;
6. Principio dell'efficacia del carico.

I test e le verifiche ne analizzano l'efficacia e i risultati ne determinano gli sviluppi.

### Strumenti di verifica, test e analisi

Rappresentano la scorporazione del modello di prestazione, ogni test è specifico all'analisi di una precisa componente, sono di carattere specifico e aspecifico.

1. Step test;
2. Potenza specifica/Efficacia tecnica;
3. Forza resistente specifica;
4. V.A.M. velocità aerobica massima;
5. Monitoraggio andature;
6. 1R.M. una ripetizione massimale;
7. Forza resistente aspecifica.

Nel caso dei test specifici, i dati raccolti sono suscettibili alla variazione della temperatura dell'acqua, per ridurre al massimo il margine di errore e quindi rendere le valutazioni più attendibili, tutti i valori registrati sono comparati con le tabelle di riferimento esistenti.

I valori cronometrici sono correlati alla temperatura di 22°, tale correlazione è fatta attraverso l'utilizzo di una tabella pertinente.

### Step Test

Il test è eseguito sulla distanza di 1000 metri, le frazioni sono ripetute per quattro volte con un recupero attivo di venti minuti circa tra le prove.

Gli step sono svolti a intensità crescente:

1. < 3,0 mmol/L,
2. < 5,0 mmol/L,
3. < 7,0 mmol/L,
4. > 8,0 mmol/L.

In ogni singola prova sono rilevati:

1. Tempo totale;
2. Tempo di frazione a 500 metri;
3. Frequenza di colpi media;
4. Frequenza cardiaca finale;
5. Lattato.

La sequenza dei dati raccolti ci permette di catalogare attraverso la curva di lattato-



velocità-frequenza cardiaca, le andature medie, frequenza di pagaiata e frequenza cardiaca per ogni singolo modello di allenamento.

Nello schema seguente (Tabella 4) sono

rappresentati i range di esecuzione divisi per produzione di lattato, frequenza cardiaca, frequenza di pagaiate al minuto e tempo di percorrenza.

Step Test 4 x 1.000m/20'rec.						
1. step 1.000m	RI / 1.	< 3mmol/L.	F.C. 140-160min.	F.P. 28-34min.	4:50 - 5:20 min.	
2. step	RI / 2.	< 5mmol/L.	F.C. 160-170min.	F.P. 34-40min.	4:30 - 4:50 min.	
3. step	R II	< 7mmol/L.	F.C. 170-185min.	F.P. 40-48min.	4:10 - 4:40 min.	
4. step	R III/MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	
RI / 1. Estensivo						
RI / 2. Intensivo						

Tabella 3 – Step Test 4x1000 (da: Capousek, 2009; modificato).

### Potenza specifica - efficacia tecnica

Il test è eseguito sulla distanza di 250 metri, le frazioni sono ripetute per due volte con un recupero di venti minuti circa tra l'una e l'altra prova.

La prima frazione va eseguita a una frequenza sub massimale compresa tra 48-52 pagaiate per minuto, cercando la massima applicazione di forza per ogni singola pagaiata, mentre la seconda è eseguita in maniera massimale.

In ogni singola prova sono rilevati:

1. Tempo totale;
2. Numero di colpi;
3. Lattato.

I dati raccolti ci forniscono i valori di potenza lattacida, l'applicazione di forza

per colpo alle due andature e l'efficacia tecnica (Perri, 2009, comunicazione personale).

La forza applicata a ogni singolo colpo è ricavata attraverso l'utilizzo di una formula che mette in relazione dei coefficienti fissi con distanza, numero di pagaiate, tempo di percorrenza e frequenza di pagaiata.

Nella tabella 5 è rappresentato lo sviluppo del test, la struttura è divisa per le due prove, e le caselle corrispondono al tempo totale, correlazione a 22°, velocità in metri al secondo, numero di pagaiate totali, frequenza di pagaiata al minuto, avanzamento per colpo, quantità di lattato prodotto e quantità di forza per colpo.

1 prova								2 prova							
T.	0-22°	M/S	N.P.	F.P.	Av.	Latt.	FxC	T.	0-22°	M/S	N.P.	F.P.	Av.	Latt	FxC
61,33	60,58	4,13	47	46	5,32	5,4	28,3	54,82	54,07	4,62	61	67	4,10	12,9	28,3
H <sub>2</sub> O 16° : 0,75		IV(intensità vento) 0,0m/s				DV (Direzione Vento) 0°									

Tabella 3 – Step Test 4x1000 (da: Capousek, 2009; modificato).



### **Forza resistente specifica**

Il test è eseguito sulla distanza di 750 metri, la frazione è ripetuta una sola volta, va eseguita a una frequenza sub massimale compresa tra 48-52 colpi per minuto, cercano la massima applicazione di forza per ogni singola pagaiata.

Sono rilevati:

1. Tempo totale;
2. Tempo di frazione ogni 100 metri;
3. Colpi totali;

4. Colpi di frazione a 100 metri;
5. Frequenza cardiaca finale;
6. Lattato.
7. Attraverso la formula dell'avanzamento per colpo sviluppata per ogni frazione di 100 metri si ottiene la curva della resistenza alla forza specifica e tutte le conseguenti proiezioni di prestazione finale.

### **V.A.M. - Velocità aerobica massima**

Test massimale sulla distanza dei 2000 metri, va eseguito al termine della fase preparatoria e al termine del primo macrociclo della sub-fase agonistica.

Sono rilevati:

1. Tempo totale;

2. Frequenza di pagaiata;
3. Frequenza cardiaca finale;
4. Lattato.

I dati raccolti ci forniscono i valori della velocità aerobica massima.

### **Monitoraggio andature**

Momenti di verifica svolti durante l'allenamento, permettono di valutare

l'adeguatezza delle andature rilevate con lo step test.

### **1R.M. - Una ripetizione massimale e forza resistente aspecifica**

Test di monitoraggio delle diverse espressioni di forza aspecifica, consentono

la valutazione delle condizioni generali di forza.



## **Tabella di organizzazione dati microciclo**

Rappresenta la struttura più piccola del processo di allenamento, della fase, sub-fase e del macrociclo, il cui contenuto dipende dai compiti da svolgere, condizioni e presupposti. Ne descrive la successione e la variazione dei carichi, sono messi in evidenza quali siano i giorni di carico più o meno elevato e quale è la successione di impiego di metodi e contenuti dell'allenamento. Ed è proprio da quest'ultimo che parte il processo di controllo, organizzazione, quantificazione e archiviazione.

La struttura qui di seguito proposta è organizzata su di un microciclo di sette giorni: viene indicato il nome dell'atleta o il gruppo o l'equipaggio al quale è proposto, il numero sequenziale del micro ciclo all'interno dell'intero processo di allenamento annuo, le date corrispondenti all'arco della durata del periodo e anno in corso. Vengono anche quantificati i rap-

porti percentuali tra il lavoro specifico a priorità centrale e periferica e la loro distribuzione settimanale.

La struttura di archiviazione giornaliera è divisa in quattro sessioni che a loro volta sono intersecate con le caselle corrispondenti al valore dei mezzi e intensità di allenamento, quindi giornalmente ne è permessa la trascrizione dell'entità del volume del carico.

Le note giornaliere vanno a cascata per tutto il micro ciclo, coprendo ogni singolo mezzo, modello e intensità (il valore della frequenza cardiaca - F.C. - è quello personale e corrispondente alla concentrazione di lattato indicata), confluyendo in una tabella che ne riassume e quantifica tutti i valori dei carichi settimanali.

Nello schema di seguito (Tabella 6) la struttura di raccolta dati del microciclo settimanale.



Nome: CANNONE				Canadese S.				Settimana: 13 28.03.04				Anno: 2011				
Programma di allenamento C2 1000m 26° Microciclo				Centrale%		79,9		Periferico%		20,1						
VIDEO	1° sessione				2° sessione				3° sessione				4° sessione			
	R I	R II	R III	FRS	FS	GAR	S/SL	RAT	F-Res	F-Max	Corsa	S/G	TKS	VAS	VAA	VAT
	km	km	km	km	km	km	km	km	min	min	min	min	km	min	min	min
Lunedì	R I 60' FC 2-3mmol/L Estensivo F.P. 30-32				**Eff.T. Lanciato 8x150m/250m.rec. F.P. Libera				#Forza Resistente 2				R I 60' FC 2-3mmol/L Estensivo F.P. 30-32			
	C1	C2		LAT	C1		LAT	VID	C1			VID				0,9
	24	0		1,2	0	0	0	4	80	0	0	0	29,2	151	80	231
Martedì	*R III Lanciati 3x200m/300m/12' 6x100m/200m				R I 60' FC 2-3mmol/L Estensivo F.P. 30-32				*R II 6x1000mt./6'rec. FC 5-7mmol/L F.P. 44-48				MOBILITA' 40'			
	C2		LAT	C1					C2		LAT					7,8
	12	6	1,2	0	0	0	0	10	0	0	0	40	29,2	152	40	192
Mercoledì	R I 70' FC 2-3mmol/L Estensivo F.P. 30-32				#Forza 14				Riposo				Riposo			
	C1			VID												0,0
	14	0	0	0	0	0	0	2	0	120	0	0	16	82	120	202
Giovedì	FS F12 Start 8x75m/250m /10'-12'r.+ SL Lan. 4x150m/250m				R I 60' FC 2-3mmol/L Estensivo F.P. 30-32				R III 2x2000mt./20'rec. FC MAX				Riposo			
	C1	C2			C1				C1							8,3
	12	2,5	4	0	0,6	0	0,6	8	0	0	0	40	27,7	140	40	180
Venerdì	R I 70' FC 2-3mmol/L Estensivo F.P. 30-32				#Forza Resistente 2				TECNICA 50'				Riposo			
	C1	C2		LAT												0,0
	14	0	0	0	0	0	0	10	80	0	0	0	24	130	80	210
Sabato	*R II 6x1000mt./6'rec. FC 5-7mmol/L F.P. 44-48				GA I 60' FC 2-3mmol/L Estensivo F.P. 30-32				Riposo				Riposo			
	C2		LAT	C1												6,9
	12	6	0	0	0	0	0	8	0	0	50	0	26	135	50	185
Domenica	Riposo				Riposo				Riposo				Riposo			
																0,0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volume Allenamento Specifico (VAS)								Volume Allenamento Aspecifico (VAA)								
R I	R II	R III	FRS	FS	GAR	S/SL	RAT	F-Res	F-Max	Corsa	S/G	TKS	VAS	VAA	VAT	
km	km	km	km	km	km	km	km	min	min	min	min	km	min	min	min	
Tot. 88	14,5	5,2	1,2	0,6	0	0,6	42	160	120	50	80	152	790	410	1200	

# Utilizzare il riferimento 1RM test Annno  
 \* 105-108% R. 1000m  
 ° 90-91% R. 1000m  
 \*\*Eff.T.: Valutazione efficacia tecnica

Tabella 5 – Raccolta dati microciclo settimanale.



## Controllo del microciclo

Dai dati raccolti durante lo svolgimento del microciclo, si sviluppano una serie di grafici (figure 1, 2, 3, 4), che permettono una lettura più istantanea dell'andamento

reale dell'allenamento, del volume svolto giorno dopo giorno, quantità dei vari lavori specifici e aspecifici e la distribuzione percentuale di quest'ultimi.

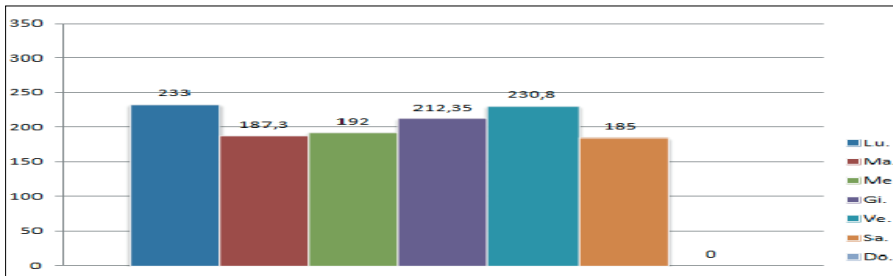


Figura 1 - Grafico distribuzioni carichi giornalieri all'interno del microciclo.

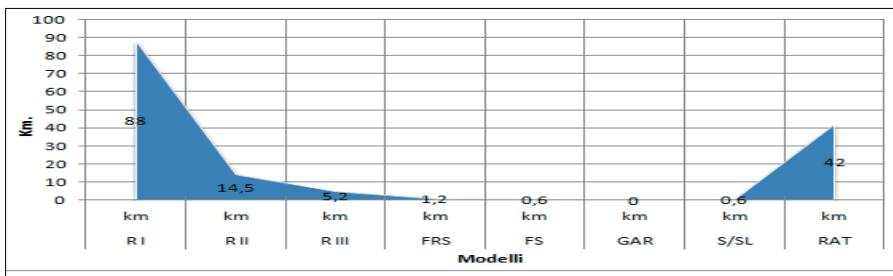


Figura 2 - Grafico distribuzioni volumi dei mezzi specifici all'interno del microciclo.

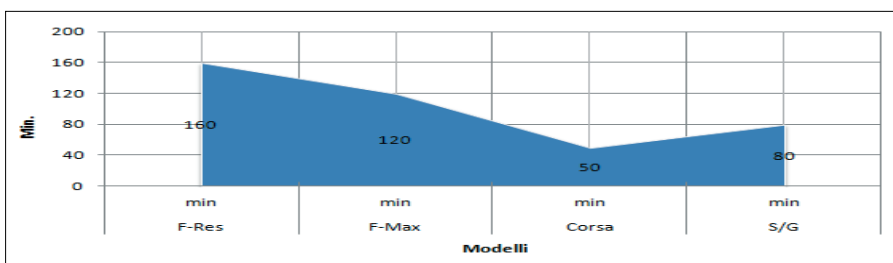


Figura 3 - Grafico distribuzioni volumi dei mezzi aspecifici all'interno del microciclo.

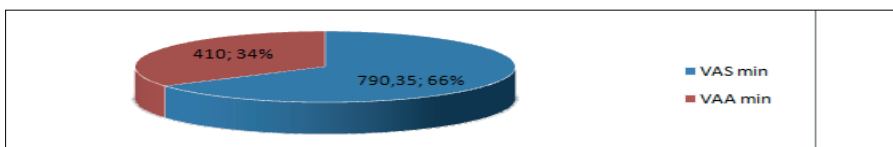


Figura 4 - Grafico distribuzioni rapporti tra volume specifico(VAS) e aspecifico(VAA).



## Archiviazione annuale dei microcicli

Tutti i dati dei microcicli costituenti il percorso di allenamento vengono inseriti e rapportati in un database.

L'archiviazione è organizzata per regime metabolico, mezzi specifici e rapporto percentuali. Questa suddivisione permet-

te una valutazione dei dati sia nella prospettiva del singolo dato all'interno della pianificazione della propria intensità e sia nell'insieme dei dati globali e della loro intersecazione.

## Archiviazione dati dei mezzi specifici di ogni microciclo

La tabella 7 rappresenta la struttura di archiviazione dati corrispondenti al volume di somministrazione di ogni singolo mezzo specifico in 46 unità settimanali. Dodici colonne che corrispondono alla locazione del microciclo di allenamento, numero di settimana nell'anno corrente, intensità,

modelli di allenamento e quantità di volumi totali in chilometri.

La sigla VAS indica il totale del volume dei mezzi specifici allenati sia per microciclo e sia per globalità annua, i dati sono archiviati in chilometri e tempo di percorrenza.

Nome: CANNONE											
Allenamento Specifico 2010-2011											
Locazione	W	RI	R II	R III	FRS	FS	S/SL	GARA	RAT	VAS	VAS
		[km]	[km]	[km]	[km]	[km]	[km]	[km]	[km]	[km]	[min]
1 Casa 4 ott.	40	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	33,00	165,00
2 Casa	41	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	33,00	165,00
3 18ott. Inizio/Casa	42	48,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	51,00	255,00
4 Test Cast. 24 ott.	43	54,00	1,25	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	21,00	77,50	387,00
5 Raduno Castello	44	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	105,00	525,00
6 Raduno Castello	45	108,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,90	0,00	12,00	122,40	610,00
7 Raduno Castello	46	96,00	4,00	0,00	2,00	0,00	0,90	0,00	20,00	122,90	611,00
8 Raduno Castello	47	84,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,50	0,00	16,00	103,50	554,00
9 Casa	48	36,00	4,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	11,00	51,80	288,00
10Raduno Castello	49	84,00	1,25	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	107,50	547,00
11Raduno Castello	50	98,00	0,00	0,00	3,00	2,40	0,00	0,00	28,00	131,40	656,00
12Raduno Castello	51	102,00	0,00	0,00	1,50	2,40	0,00	0,00	23,00	128,90	639,00
13Casa	52	94,00	4,00	0,00	4,00	1,60	0,00	0,00	26,00	129,60	646,00
14Casa/Test Cast. 6-9ge.	1	38,00	5,25	1,25	0,00	0,50	0,00	0,00	18,00	63,00	343,00
15Raduno Sab.	2	92,00	6,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	21,00	123,00	613,00
16Raduno Sab.	3	104,00	6,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	22,00	138,00	688,00
17Raduno Sab.	4	114,00	4,00	0,00	3,00	0,00	1,20	0,00	30,00	152,20	759,00
18Raduno Sab.	5	94,00	8,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	23,00	131,00	627,00
19Test Cast.	6	52,00	1,25	1,25	0,00	0,50	0,00	0,00	18,00	73,00	364,00
20Raduno Sab.	7	100,00	6,00	0,00	7,10	0,00	1,10	0,00	26,00	140,20	697,00
21Raduno Sab.	8	112,00	10,00	0,00	7,10	0,00	0,60	0,00	27,00	156,70	772,00
22Raduno Sab.	9	110,00	9,00	0,00	6,40	0,00	0,80	0,00	30,00	156,20	764,00
23SKI 5-Mar.-12-Mar.	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24Raduno Sab.	11	106,00	12,00	0,00	8,20	0,00	0,00	0,00	29,00	155,20	774,00
25Raduno Sab.	12	118,00	12,00	0,00	3,60	0,00	1,80	0,00	35,00	170,40	842,00
26Raduno Sab.	13	84,00	6,00	1,90	2,00	0,80	1,40	0,00	29,00	125,10	619,00
27SELEZIONE 1°	14	22,00	7,00	0,00	1,00	0,00	0,60	3,40	45,00	79,00	392,00



28Casa	15	98,00	10,00	4,00	5,00	0,00	0,80	0,00	32,00	149,80	743,00
29Raduno Sab.	16	84,00	8,00	3,50	4,00	0,00	0,90	0,00	33,00	133,40	662,00
30SELEZIONE 2°	17	34,00	2,00	0,00	0,00	0,50	0,60	4,40	47,00	88,50	475,00
31Raduno Sab.	18	74,00	10,00	2,00	2,00	1,05	0,75	0,00	26,00	115,80	571,00
32Raduno Sab.	19	62,00	8,00	3,50	0,00	2,40	0,70	0,00	26,00	102,60	509,00
2°W.C.Racice 20-22 mag.	20	22,00	5,00	1,00	1,00	0,00	0,60	4,50	57,00	91,10	377,00
3°W.C.Duisburg 27-29	21	24,00	0,00	1,00	1,25	0,00	0,00	4,50	56,00	86,75	447,00
35Raduno Sab.	22	74,00	6,00	1,20	3,00	0,00	0,80	0,00	22,00	107,00	538,00
36Raduno Sab.	23	56,00	9,00	4,80	4,00	0,00	0,40	0,00	40,00	114,20	542,00
C.E.S. Belgrado 16.19 gi.	24	20,00	2,00	1,00	0,00	0,00	1,10	4,50	41,00	69,60	339,00
38Casa/Senales 22 giu.	25	58,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	66,00	310,00
39Senales	26	116,00	5,00	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	27,00	152,50	761,00
40Senales	27	104,00	12,00	0,00	4,00	3,30	1,00	0,00	31,00	155,30	770,00
41Senales 16 sa lug.	28	96,00	12,00	2,00	3,00	2,20	2,00	0,00	35,00	152,20	755,00
42Casa	29	60,00	8,00	0,00	3,00	0,00	0,60	0,00	26,00	97,60	481,00
43Raduno	30	84,00	9,25	4,25	4,00	0,60	1,15	0,00	39,00	142,25	725,00
44Raduno	31	46,00	3,00	7,50	1,00	0,50	1,70	0,00	37,00	96,70	471,00
45Raduno	32	64,00	3,50	3,80	0,60	0,40	1,85	0,00	34,00	108,15	544,00
W.S.Zeghed 18-21 ag.	33	10,00	0,00	0,80	1,60	0,20	1,00	4,50	49,00	67,10	309,00
TOTALE:	46	3296,00	219,75	48,25	106,85	24,65	25,75	25,80	1210,00	4957,05	24631,0

Tabella 6 - Archiviazione dati mezzi specifici.

### Intersecazione dati dei modelli specifici

Dalla tabella dei mezzi specifici si articolano una serie di valutazioni che forniscono ulteriori informazioni sul valore reale del carico. Considerando che a regime metabolico aerobico - anaerobico corrisponde sia l'intensità R II sia il modello di forza resistente specifica FRS, si delinea un altro profilo di valutazione, stessa cosa vale per l'intersecazione dei modelli di allenamento delle diverse espressioni di forza specifica, FS forza specifica e FRS (Tabella 8).

Altra valutazione fondamentale è quella che considera la partizione dei modelli di allenamento specifici in due differenti caratteristiche: modelli di allenamento a

impegno centrale, tutte quelle andature per le quali l'obiettivo degli adattamenti è strettamente correlato l'impegno del sistema cardiorespiratorio e periferico; modelli di allenamento a impegno Periferico, tutte le andature per le quali la maggior parte degli adattamenti è a carico dell'apparato muscolare.

Tabella 8 Intersecazione mezzi specifici, la struttura organizzata su cinque colonne che corrispondono alla locazione per microciclo di allenamento, numero di settimana nell'anno corrente, intensità specifiche intersecate, i dati sono raccolti in chilometri, su 46 righe che corrispondono al totale dei microcicli archiviati.





Nome: CANNONE		Intersezazioni 2010-2011		
Locazione	W.	R II + FRS	FRS + FS	PERIFERICO
		[km]	[km]	[km]
1 Casa 4 ott.	40	0,00	0,00	0,00
2 Casa	41	0,00	0,00	0,00
3 18ott. Inizio/Casa	42	0,00	0,00	0,00
4 Test Cast. 24 ott.	43	1,25	0,00	2,50
5 Raduno Castello	44	0,00	0,00	0,00
6 Raduno Castello	45	1,50	1,50	2,40
7 Raduno Castello	46	6,00	2,00	6,90
8 Raduno Castello	47	3,00	3,00	3,50
9 Casa	48	4,00	0,80	4,80
10Raduno Castello	49	1,25	0,00	3,50
11Raduno Castello	50	3,00	5,40	5,40
12Raduno Castello	51	1,50	3,90	3,90
13Casa	52	8,00	5,60	9,60
14Casa/Test Cast. 6-9ge.	1	5,25	0,50	7,00
15Raduno Sab.	2	10,00	4,00	10,00
16Raduno Sab.	3	12,00	6,00	12,00
17Raduno Sab.	4	7,00	3,00	8,20
18Raduno Sab.	5	14,00	6,00	14,00
19Test Cast.	6	1,25	0,50	3,00
20Raduno Sab.	7	13,10	7,10	14,20
21Raduno Sab.	8	17,10	7,10	17,70
22Raduno Sab.	9	15,40	6,40	16,20
23SKI 5-Mar.-12-Mar.	10	0,00	0,00	0,00
24Raduno Sab.	11	20,20	8,20	20,20
25Raduno Sab.	12	15,60	3,60	17,40
26Raduno Sab.	13	8,00	2,80	12,10
27SELEZIONE 1°	14	8,00	1,00	12,00
28Casa	15	15,00	5,00	19,80
29Raduno Sab.	16	12,00	4,00	16,40
30SELEZIONE 2°	17	2,00	0,50	7,50
31Raduno Sab.	18	12,00	3,05	15,80
32Raduno Sab.	19	8,00	2,40	14,60
2°W.C.Racice 20-22 mag.	20	6,00	1,00	12,10
3°W.C.Duisburg 27-29	21	1,25	1,25	6,75
35Raduno Sab.	22	9,00	3,00	11,00
36Raduno Sab.	23	13,00	4,00	18,20
C.E.S. Belgrado 16.19 gi.	24	2,00	0,00	8,60
38Casa/Senales 22 giu.	25	0,00	0,00	0,00
39Senales	26	5,00	4,50	9,50
40Senales	27	16,00	7,30	20,30
41Senales 16 sa lug.	28	15,00	5,20	21,20
42Casa	29	11,00	3,00	11,60
43Raduno	30	13,25	4,60	19,25
44Raduno	31	4,00	1,50	13,70
45Raduno	32	4,10	1,00	10,15
W.S.Zeghed 18-21 ag.	33	1,60	1,80	8,10
TOTALE:	46	326,60	131,50	451,05

Tabella 7 - Intersecazione mezzi specifici.

I dati così organizzati sono sviluppati in una sequenza di grafici (figure 5, 6, 7), che ne rappresenta in maniera visiva le variazioni di flusso nella macrostruttura dell'allenamento.



Figura 5 - Grafico distribuzione del volume dei chilometri svolti nei 46 microcicli con rappresentazione dell'andamento medio (linea rossa tratteggiata).

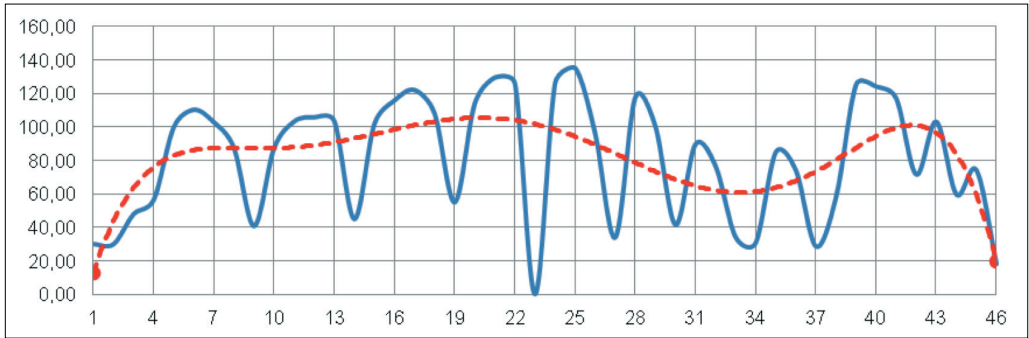


Figura 6 - Grafico dei rapporti di distribuzione tra i volumi del chilometraggio svolto a priorità centrale e periferica in 46 microcicli.

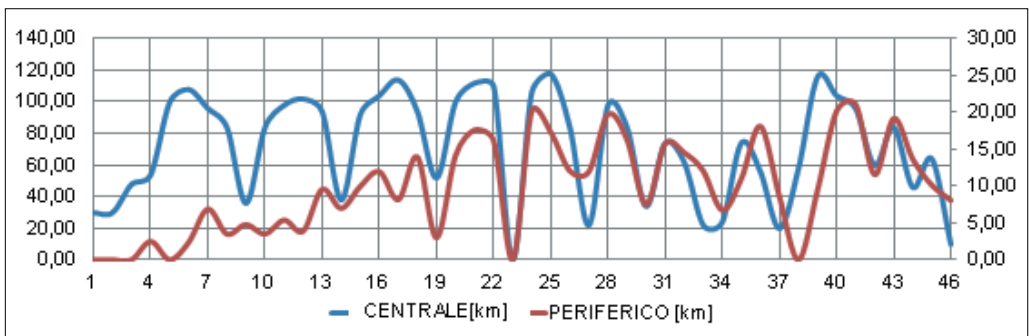
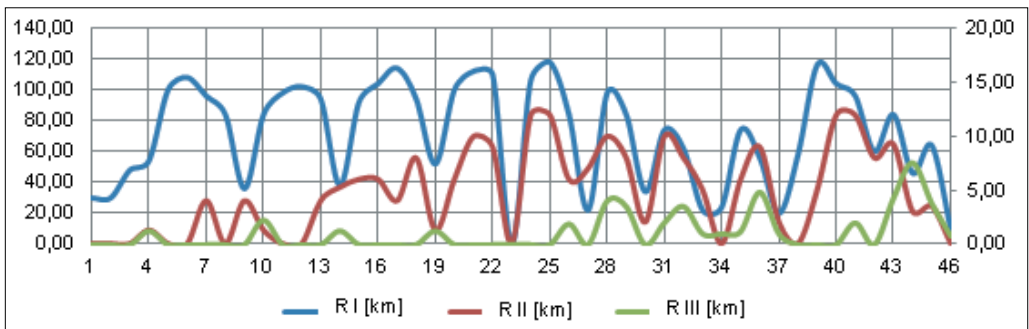


Figura 7 - Grafico distribuzione rapporti chilometraggio alle andature R I - R II - R III nei 46 microcicli.





## Archiviazione dati dei mezzi aspecifici di ogni microciclo

La Tabella 9 (mezzi aspecifici) rappresenta la struttura di archiviazione dei dati statistici correlati ai mezzi aspecifici di ognuno dei 46 microcicli ed è organizzata su sei colonne di cui tre per la pesistica con le sigle F.Res.- F.Max.- F.T., una per

la corsa-sci-nuoto, una con la sigla S/G è indicata l'archiviazione del tempo dedicato allo stretching - mobilità articolare - esercizi tecnici a secco e preatletismo, VAA rappresenta la somma della pesistica globale e la corsa, ecc.

Nome: CANNONE		Allenamento Aspecifico 2010-2011					
Locazione	W.	F.Res	Fmax	Corsa/Sci	S&G	VAA	F.T. FR+FM
		[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]
1 Casa 4 ott.	40	0,00	180,00	120,00	120,00	300,00	180,00
2 Casa	41	0,00	180,00	120,00	120,00	300,00	180,00
3 18ott. Inizio/Casa	42	0,00	360,00	180,00	360,00	540,00	360,00
4 Test Cast. 24 ott.	43	10,00	300,00	100,00	460,00	410,00	310,00
5 Raduno Castello	44	0,00	750,00	140,00	540,00	890,00	750,00
6 Raduno Castello	45	0,00	600,00	160,00	300,00	760,00	600,00
7 Raduno Castello	46	0,00	600,00	70,00	180,00	670,00	600,00
8 Raduno Castello	47	0,00	600,00	70,00	180,00	670,00	600,00
9 Casa	48	0,00	240,00	160,00	240,00	400,00	240,00
10Raduno Castello	49	10,00	360,00	100,00	240,00	470,00	370,00
11Raduno Castello	50	0,00	560,00	60,00	60,00	620,00	560,00
12Raduno Castello	51	0,00	460,00	60,00	120,00	520,00	460,00
13Casa	52	0,00	460,00	120,00	0,00	580,00	460,00
14Casa/Test Cast. 6-9ge.	1	10,00	220,00	140,00	300,00	370,00	230,00
15Raduno Sab.	2	220,00	270,00	120,00	180,00	610,00	490,00
16Raduno Sab.	3	220,00	270,00	60,00	180,00	550,00	490,00
17Raduno Sab.	4	330,00	0,00	60,00	0,00	390,00	330,00
18Raduno Sab.	5	330,00	0,00	120,00	120,00	450,00	330,00
19Test Cast.	6	10,00	200,00	170,00	330,00	380,00	210,00
20Raduno Sab.	7	0,00	270,00	120,00	60,00	390,00	270,00
21Raduno Sab.	8	0,00	270,00	60,00	60,00	330,00	270,00
22Raduno Sab.	9	0,00	270,00	0,00	60,00	270,00	270,00
23SKI 5-Mar.-12-Mar.	10	0,00	240,00	810,00	150,00	1050,00	240,00
24Raduno Sab.	11	300,00	0,00	60,00	120,00	360,00	300,00
25Raduno Sab.	12	300,00	0,00	0,00	60,00	300,00	300,00
26Raduno Sab.	13	200,00	0,00	0,00	120,00	200,00	200,00
27SELEZIONE 1°	14	0,00	50,00	30,00	360,00	80,00	50,00
28Casa	15	0,00	270,00	50,00	0,00	320,00	270,00
29Raduno Sab.	16	0,00	270,00	0,00	60,00	270,00	270,00
30SELEZIONE 2°	17	0,00	50,00	40,00	360,00	90,00	50,00
31Raduno Sab.	18	0,00	250,00	50,00	60,00	300,00	250,00
32Raduno Sab.	19	0,00	240,00	0,00	180,00	240,00	240,00
2°W.C.Racice 20-22 mag.	20	0,00	50,00	0,00	300,00	50,00	50,00
3°W.C.Duisburg 27-29	21	0,00	50,00	40,00	300,00	90,00	50,00
35Raduno Sab.	22	180,00	160,00	80,00	120,00	420,00	340,00
36Raduno Sab.	23	0,00	210,00	0,00	120,00	210,00	210,00
C.E.S. Belgrado 16.19 gi.	24	0,00	50,00	40,00	300,00	90,00	50,00



38Casa/Senales 22 giu.	25	0,00	360,00	205,00	0,00	565,00	360,00
39Senales	26	0,00	300,00	60,00	120,00	360,00	300,00
40Senales	27	100,00	200,00	0,00	120,00	300,00	300,00
41Senales 16 sa lug.	28	100,00	200,00	0,00	120,00	300,00	300,00
42Casa	29	0,00	100,00	0,00	120,00	100,00	100,00
43Raduno	30	0,00	240,00	0,00	180,00	240,00	240,00
44Raduno	31	0,00	160,00	40,00	60,00	200,00	160,00
45Raduno	32	0,00	100,00	40,00	120,00	140,00	100,00
W.S.Zeghed 18-21 ag.	33	0,00	0,00	0,00	420,00	0,00	0,00
TOTALE:	46	2320,0	10970,0	3855,0	8080,0	17145,0	13290,0

Tabella 8 – Archiviazione mezzi aspecifici.

Dall'archiviazione in tempo/minuti di tutti i mezzi aspecifici, si possono sviluppare una serie di considerazioni che ci offrono successivi margini di valutazione (figura 8, 9).

La quantificazione totale dei minuti dedicati al lavoro aspecifico sia per singolo microciclo e sia per tutto il periodo di allenamento, se adeguatamente considera-

to diventa un indicatore dell'andamento della pianificazione in relazione ai rapporti tra gli allenamenti specifici e aspecifici.

Altra possibilità è quella di rapportare l'andamento delle quantità di allenamento tra le espressioni di forza specifici e aspecifici.

Figura 8 - Grafico rapporto pesistica nei 46 microcicli.

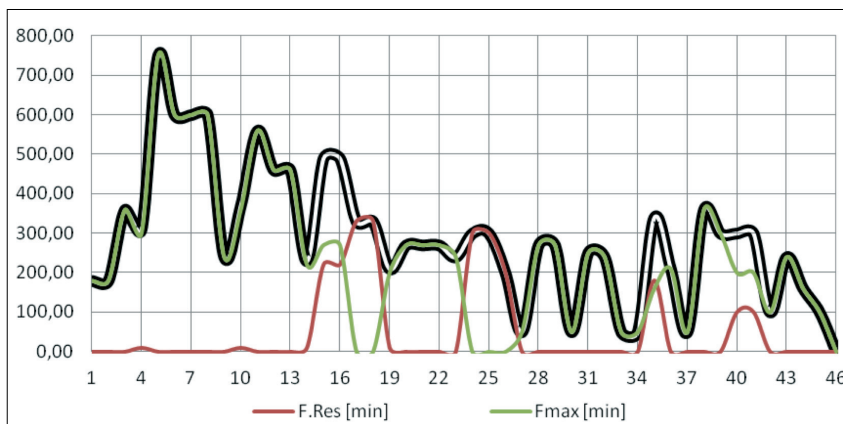
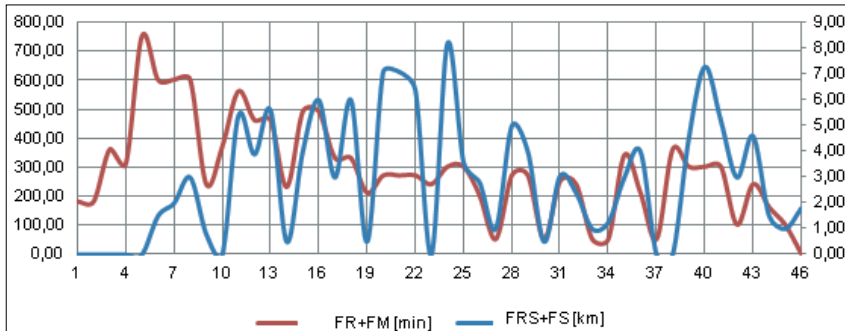




Figura 9 - Grafico rapporto tra forza specifica-aspecifica nei 46 microcicli.



### Archiviazione rapporti percentuali di ogni microciclo

Nella tabella 10, vengono quantificati i rapporti percentuali del chilometraggio eseguito attraverso i mezzi specifici in tre sezioni, l'archiviazione permette sia la lettura per singolo microciclo che la totalità annua. Le tre sezioni sono divise per:

1. AER. andature comprese entro 5mmol/L.;
2. A.A. andature tra i 5mmol.L. e 8mmol/L;
3. MAX. andature superiori agli 8mmol/L. e sprint massimali.

Il monitoraggio delle tre sezioni fornisce indicazioni sull'andamento dell'allenamento proposto in funzione delle tappe pianificate e della progressione che la gerarchia fisiologica impone (figure 10,11).

La struttura è anche organizzata per permettere la lettura del rapporto tra volume dei mezzi aspecifici "VAA min." rispetto al totale dei mezzi specifici VAS min., e quantificarne il totale del lavoro tra mezzi specifici e aspecifici "VAT min."

Nome: CANNONE		Percentuali Allenamento 2010-2011					
Locazione	W.	AER.	A.A.	MAX	VAS	VAA	VAT Vol tot.
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[min]
1 Casa 4 ott.	40	100,00	0,00	0,00	35,48	64,52	465,00
2 Casa	41	100,00	0,00	0,00	35,48	64,52	465,00
3 18ott. Inizio/Casa	42	100,00	0,00	0,00	32,08	67,92	795,00
4 Test Cast. 24 ott	43	95,58	2,21	2,21	48,56	51,44	797,00
5 Raduno Castello	44	100,00	0,00	0,00	37,10	62,90	1415,00
6 Raduno Castello	45	97,83	1,36	0,82	44,53	55,47	1370,00
7 Raduno Castello	46	93,29	5,83	0,87	47,70	52,30	1281,00
8 Raduno Castello	47	96,00	3,43	0,57	45,26	54,74	1224,00
9 Casa	48	88,24	9,80	1,96	41,86	58,14	688,00
10 Raduno Castello	49	96,00	1,43	2,57	53,79	46,21	1017,00
11 Raduno Castello	50	94,78	2,90	2,32	51,41	48,59	1276,00
12 Raduno Castello	51	96,32	1,42	2,27	55,13	44,87	1159,00
13 Casa	52	90,73	7,72	1,54	52,69	47,31	1226,00
14 Casa/Test Cast. 6-9ge.	1	84,44	11,67	3,89	48,11	51,89	713,00
15 Raduno Sab.	2	90,20	9,80	0,00	50,12	49,88	1223,00
16 Raduno Sab.	3	89,66	10,34	0,00	55,57	44,43	1238,00



17Raduno Sab.	4	93,29	5,73	0,98	66,06	33,94	1149,00
18Raduno Sab.	5	87,04	12,96	0,00	58,22	41,78	1077,00
19Test Cast.	6	94,55	2,27	3,18	48,92	51,08	744,00
20Raduno Sab.	7	87,57	11,47	0,96	64,12	35,88	1087,00
21Raduno Sab.	8	86,35	13,18	0,46	70,05	29,95	1102,00
22Raduno Sab.	9	87,16	12,20	0,63	73,89	26,11	1034,00
23SKI 5-Mar.-12-Mar.	10	0	0	0	0,00	100,00	1050,00
24Raduno Sab.	11	83,99	16,01	0,00	68,25	31,75	1134,00
25Raduno Sab.	12	87,15	11,52	1,33	73,73	26,27	1142,00
26Raduno Sab.	13	87,41	8,32	4,27	75,58	24,42	819,00
27SELEZIONE 1°	14	64,71	23,53	11,76	83,05	16,95	472,00
28Casa	15	83,19	12,73	4,07	69,90	30,10	1063,00
29Raduno Sab.	16	83,67	11,95	4,38	71,03	28,97	932,00
30SELEZIONE 2°	17	81,93	4,82	13,25	84,07	15,93	565,00
31Raduno Sab.	18	82,41	13,36	4,23	65,56	34,44	871,00
32Raduno Sab.	19	80,94	10,44	8,62	67,96	32,04	749,00
2°W.C.Racice 20-22 mag.	20	64,52	17,60	17,89	88,29	11,71	427,00
3°W.C.Duisburg 27-29	21	78,05	4,07	17,89	83,24	16,76	537,00
35Raduno Sab.	22	87,06	10,59	2,35	56,16	43,84	958,00
36Raduno Sab.	23	75,47	17,52	7,01	72,07	27,93	752,00
C.E.S. Belgrado 16.19 gi.	24	69,93	6,99	23,08	79,02	20,98	429,00
38Casa/Senales 22 giu.	25	100,00	0,00	0,00	35,43	64,57	875,00
39Senales	26	92,43	3,98	3,59	67,89	32,11	1121,00
40Senales	27	83,67	12,87	3,46	71,96	28,04	1070,00
41Senales 16 sa lug.	28	81,91	12,80	5,29	71,56	28,44	1055,00
42Casa	29	83,80	15,36	0,84	82,79	17,21	581,00
43Raduno	30	81,36	12,83	5,81	75,13	24,87	965,00
44Raduno	31	77,05	6,70	16,25	70,19	29,81	671,00
45Raduno	32	86,31	5,53	8,16	79,53	20,47	684,00
W.S.Zeghed 18-21 ag.	33	55,25	8,84	35,91	100,00	0,00	309,00

Tabella 9 – Archiviazione rapporti % mezzi specifici.

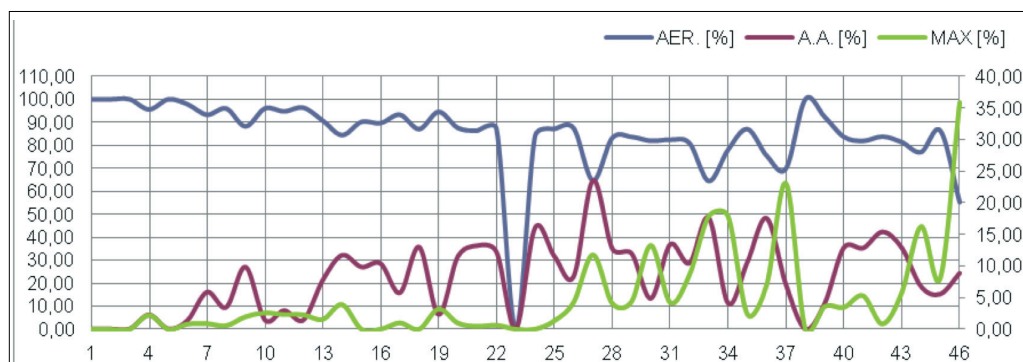


Figura 10 - Grafico rapporto % AER. – A.A. – MAX. 46 microcicli.

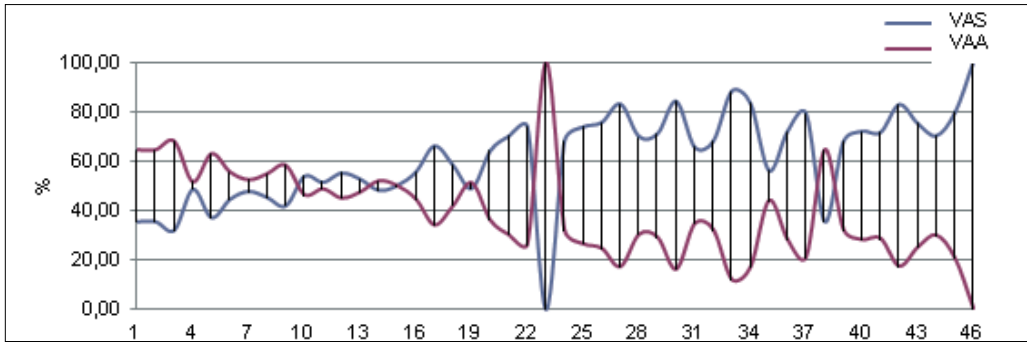


Figura 11 - Grafico distribuzione rapporti volumi % specifico e aspecifico nei 46 microcicli.

### Valori del macrociclo

La raccolta dei dati derivanti da ogni singolo microciclo viene anche quantificata al compimento di ogni singola e superiore organizzazione temporale (macrociclo, sub-fase e fase) strutturata nella pianificazione. Il modulo di verifica del macrociclo (Tabella 11) che scaturisce ne rappresenta il totale, la collocazione temporale, il numero di microcicli che lo costituisco-

no, le caratteristiche di orientamento dei lavori, i chilometri svolti alle diverse andature, il rapporto percentuale tra volume specifico e aspecifico e le percentuali di lavoro svolto alle tre sezioni di andatura percentuale.

I dati così raccolti danno un reale orientamento del lavoro svolto durante tutto il macrociclo (Figure 12, 13).

1° Macrociclo																		
Periodo Introduttivo																		
Totale 4 microcicli																		
Km x Week 41																		
R I	R II	R III	FR S	FS	S/S L	GA RA	VA Sk m	VA SM in.	F. R	F. M	Co r.	VA A	VA T	AE %	A. A. %	M AX %	VA S%	VA A %
16	1	1	0	0	0	0	16	97	10	10	52	15	25	98	2	0	39	61
2							5	2		20	0	50	22					

Tabella 11 – Modulo di verifica dei valori totali del macrociclo.



Figura 12 - Grafico rapporto % AER, - A.A. – MAX. 1° macrociclo.

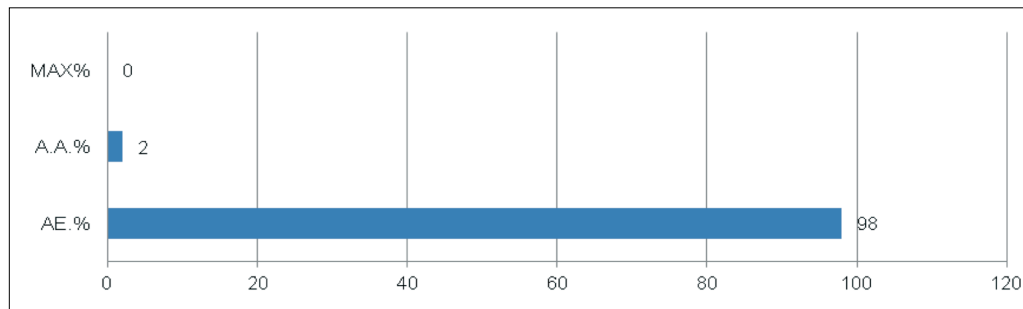
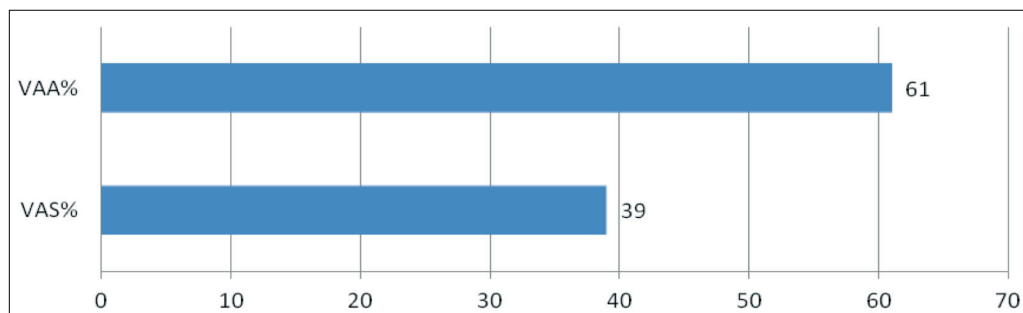


Figura 13 - Grafico rapporto volume Specifico – Aspecifico 1° macrociclo.



### Confronto dei macrocicli

Il confronto tra queste strutture riassuntive, macrociclo dopo macrociclo, rendono facilmente visibile la direzione del sistema di allenamento.

La tabella 12 è la struttura di confronto tra due macrocicli e in particolare mostra l'andamento del secondo macrociclo rispetto a quello introduttivo. In particolare, da tale comparazione emerge l'incremento del volume chilometrico settimanale da 41 km

a 100 km, il chilometraggio totale per macrociclo che passa da 165 km a 401 km, il lavoro aerobico specifico indicato con la sigla R I da un totale di 162 km nel primo macrociclo ad un totale di 388 km nel secondo, le percentuali relative al lavoro aerobico - aerobico/anaerobico - massimale rimangono quasi invariate, così come il rapporto tra il volume specifico e aspecifico (figure 14,15,16).

Micro.	W.	R I	R II	R III	FRS	FS	S/SA	GARA	VASK	VAS.M	VAA	VAT	AE.%	A.A.%	MAX%	VAS%	VAA%
1°	41	162	1	1	0	0	0	0	165	972	1550	2522	98	2	0	39	61
2°	100	388	4	0	6,5	0	2	0	401	2300	2990	5290	97	3	1	43	57

Tabella 12 – Confronto fra 1° e 2° macrociclo.





Figura 14 - Grafico rapporti volumi specifici 1° e 2° macrociclo.

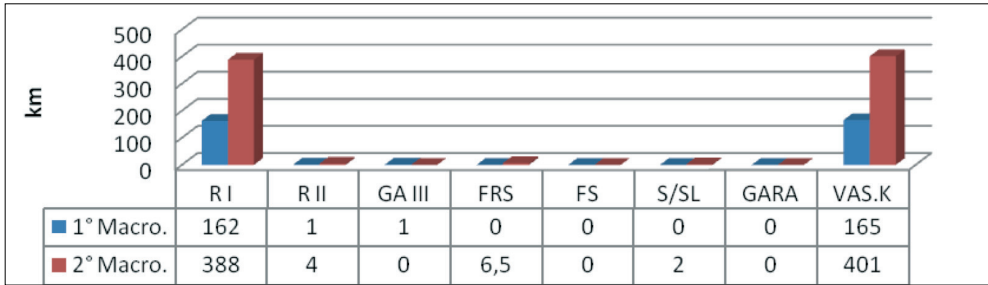


Figura 15 - Grafico rapporti % AER. - A.A. - MAX. 1° e 2° macrociclo.

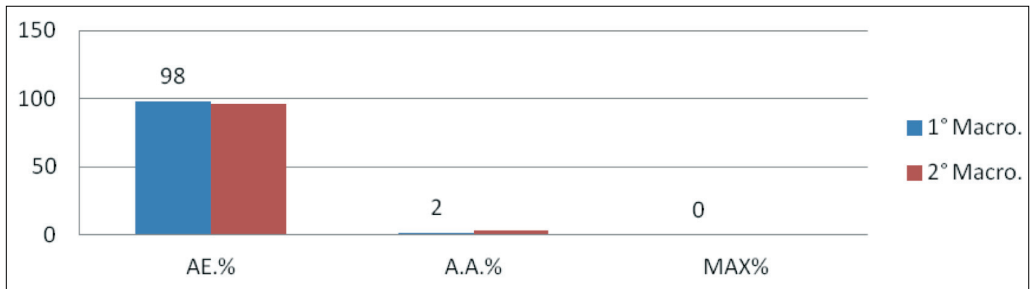
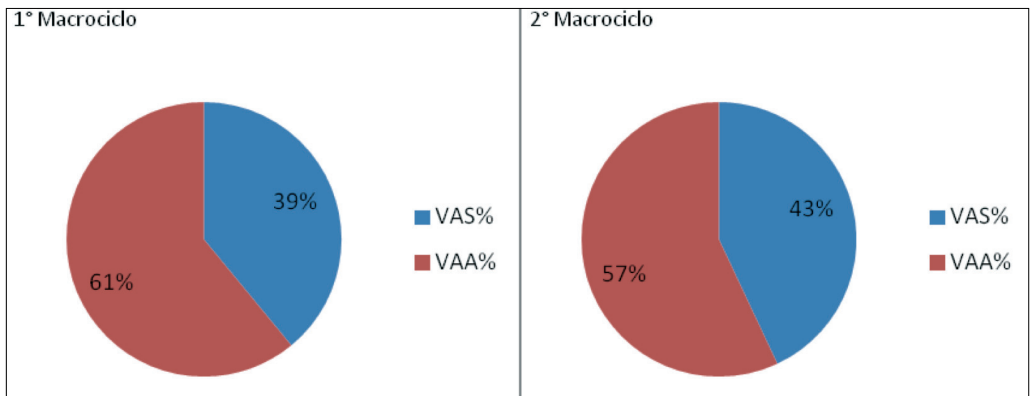


Figura 16 - Grafico rapporti volumi Specifico(VAS) e Aspecifico(VAA), 1° e 2° macrociclo.





## Totale dei macrocicli annui a confronto

Attraverso il confronto dei macrocicli utilizzando i parametri percentuali già ampiamente descritti, si può verificare l'andamento reale della struttura dell'allenamento (figura 17, 18).

Nella tabella 13 sono elencati i valori

percentuali dei nove macrocicli costituenti la preparazione annua.

Evidenziati i due macrocicli corrispondenti all'impegno secondario "Campionato Europeo" e all'impegno primario "Campionato Mondiale".

Macrocicli	AE.%	A.A.%	MAX%	VAS%	VAA%
1°	98	2	0	39	61
2°	97	3	1	43	57
3°	94	4	2	53	47
4°	90,1	9,6	0,3	57,3	42,7
5°	87,0	12,3	0,7	69,3	30,7
6°	86,1	12,8	1,1	72,2	27,8
7° C.E.	80	15,5	4,6	72,1	27,9
8°	85,7	11,2	3,1	72,3	27,7
9° C.M.	79,9	15,4	4,7	77,9	22,1

Tabella 13 – Valori % dei 9 macrocicli annui.

Figura 17 - Grafico rapporto % AER. – A.A. MAX. 9 macrocicli.

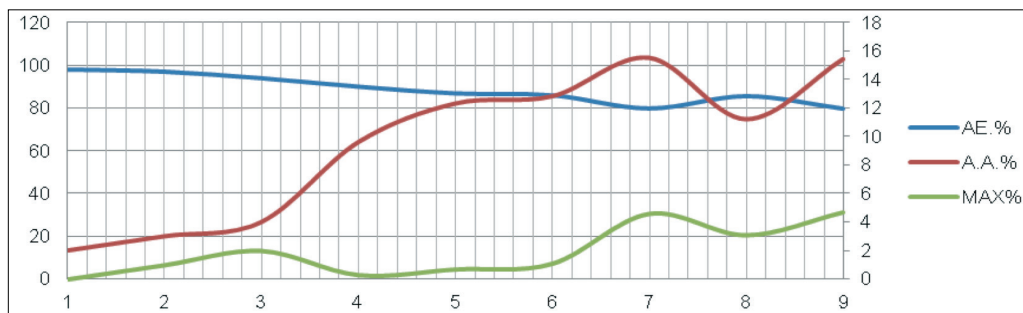
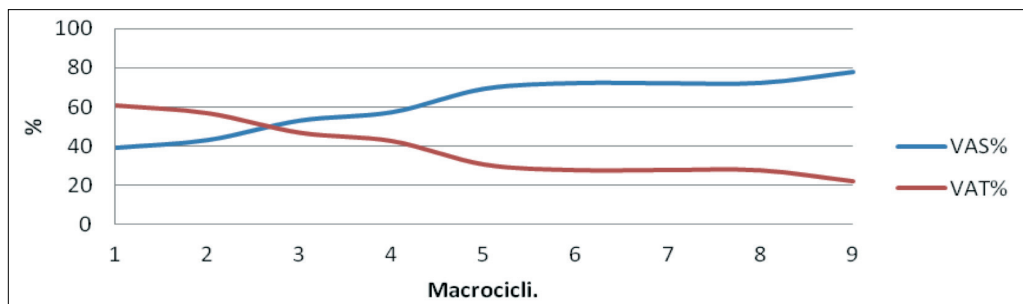


Figura 18 - Grafico rapporto volume Specifico - Aspecifico 9 macrocicli.





Dall'analisi si denota il rispetto della gerarchia fisiologica - funzionale del processo di allenamento, infatti nei primi tre macrocicli il lavoro specifico è prettamente aerobico e contemporaneamente la percentuale di lavoro aspecifico "potenziamento muscolare" è superiore al 50%. I rapporti tra lavoro specifico e aspecifico, si sviluppano a favore dello specifico dal terzo macrociclo in poi a tutto l'arco della stagione, ma lo spostamento percentuale più rilevante verso il lavoro specifico si registra in prossimità del sesto macrociclo in poi, periodo che corrisponde all'inizio della fase competitiva.

L'andamento del lavoro aerobico decresce lentamente durante tutto l'arco della preparazione, esiste solo una ripresa di tale valore rispetto agli altri due parametri di

confronto in corrispondenza dell'ottavo macrociclo, periodo transitorio tra la sub-fase pre-competitiva e sub-fase competitiva, mentre le percentuali di lavoro aerobico - anaerobico e massimale corrispondono a un innalzamento delle percentuali in riferimento dei due obiettivi stagionali.

Le percentuali di lavoro a regime aerobico - anaerobico iniziano a diventare voluminose tra il quinto e sesto macrociclo, che segnano la fine della sub-fase preparatoria speciale e il picco più alto di volume e intensità.

La percentuale del lavoro massimale (riferita alle velocità gara) diventa massiva solo in corrispondenza dei due obiettivi stagionali e quindi nel settimo, ottavo e nono macrociclo.

### Valori delle sub-fasi e fasi

Il sistema genera anche l'archiviazione e valutazione delle sub-fasi e delle fasi (Bompa, 1990); la struttura d'incasellamento dati è la stessa usata per i macrocicli.

I dati offrono una lettura sia, intermedia che globale della struttura dell'allenamen-

to (tabelle 14, 15) (figure 19, 20).

Dalla distribuzione dei carichi e dei riferimenti percentuali, s'identifica che per ogni sub-fase e fase è stato rispettato l'orientamento metodologico e obiettivo fisiologico previsto come già trattato nel capitolo precedentemente.

SUBFAS E	R I K m	R II K m	R III K m	FR S K m	FS K m	S/S L K m	GA RA K m	VAS K m	VA S min	VA A min.	VAT min.	AE. %	A.A. %	MAX %	VAS %	VAA %
1°	964	15	4	15	4	2	0	1004	570 7	673 0	12490	96	3	1	45	55
2°	103 4	79	1,9	53, 4	0,8	6,9	0	1176	715 5	385 0	11005	87	11	2	66	34
3°	570	67	22	21, 3	4	7,3	21,3	713	559 5	216 0	7755	80	15,5	4,5	72	28
4°	580	52	18, 4	17, 2	11, 7	9,3	4,5	694	481 6	164 0	6456	80	14	6	76	24

Tabella 14 – Archiviazione dati valori sub-fasi.



FASE	RI Km	R II Km	R III Km	FRS Km	FS Km	S/SL Km	GARA Km	VAS Km	VAS min	VAA min.	VAT min.	AE.%	A.A.%	MAX%	VAS%	VAA%
1°	1998	94	5,9	68,4	4,8	8,9	0	2180	12862	10580	23495	91,5	7	1,5	55,5	44,5
2°	1150	119	40,4	38,5	15,7	16,6	25,8	1407	10411	3800	14211	80	15	5	74	26

Tabella 15 – Archiviazione dati valori fasi.

Figura 19 - Grafico rapporti % AER. – A.A. – MAX. delle 4 sub-fasi.

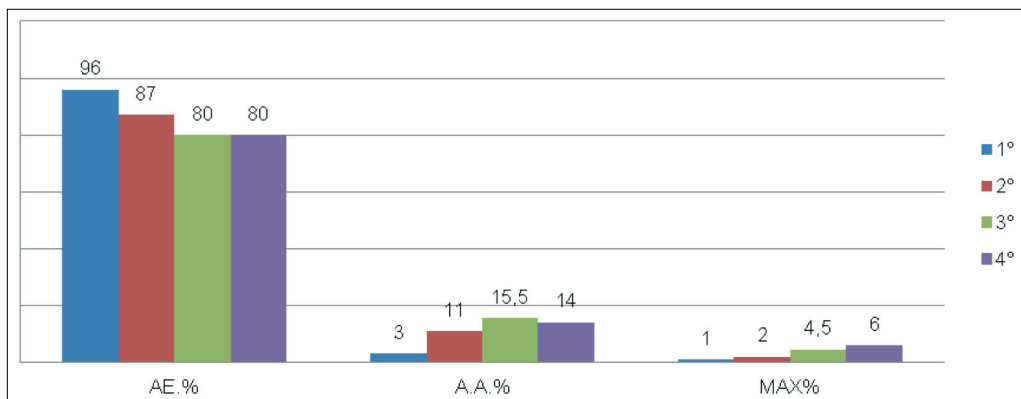
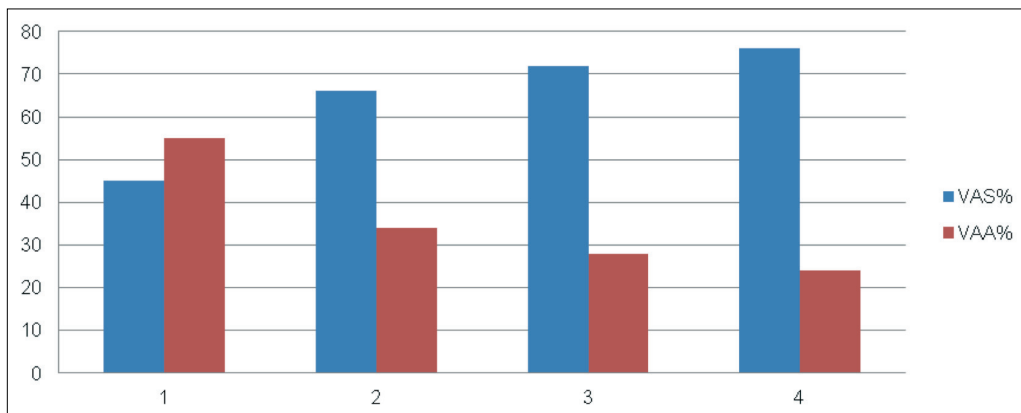


Figura 20 - Grafico rapporti % del lavoro Specifico - Aspecifico delle 4 sub-fasi.





## CONCLUSIONI

Il sistema ha quantificato tutta una serie di benchmark (punti di riferimento) che attentamente valutati e considerati forniscono una serie d'informazioni per dividere le future linee programmatiche.

La tabella 16, rappresenta la struttura riassuntiva di tutti i valori in chilometri, minuti e percentuali del volume del carico d'allenamento totale per l'anno agonistico 2010-2011.

Macrocielo anno agonistico 2010 - 2011																
46 Microcicli.	R I Km	R II Km	R III Km	FRS Km	FS Km	S/SL Km	GARA Km	VAS Km	VAS min	VAA min.	VAT min.	AE.%	A.A.%	MAX%	VAS%	VAA%
	3148	213	46,3	106,9	20,5	25,5	25,8	3587	23273	14380	37706	87	10	3	65	35
Periferico: 438 Km																

Tabella 16 – Struttura riassuntiva del volume del carico di allenamento annuale.

La quantificazione finale produce i seguenti valori:

- 3587 Km svolti alle diverse andature allenanti;
- 78 Km mediamente svolti per ogni microciclo alle andature allenanti;
- 3148 Km a R I, 87,7% del carico totale;
- 213 Km a R II, 6% del carico totale;
- 46,3 Km a R III, 1,3% del carico totale;
- 106 Km a FRS, 3% del carico totale;
- 20,5 Km a FS, 0,6% del carico totale;
- 20,5 Km a S/SL, 0,7% del carico totale;
- 25,8 Km a Gara, 0,7 % del carico totale;
- 438 Km andature con priorità Periferica Muscolare, 12,3% del carico totale;
- 87,7% Lavori specifici svolti ad andature aerobiche A.E.R.;
- 9% Lavori specifici svolti ad andature aerobiche-anaerobiche A.A.;
- 3,3% Lavori specifici svolti ad andature lattacide massimali MAX;
- 65% Totale del lavoro specifico;
- 35% Totale del lavoro aspecifico.

Nelle figure 21,22,23, sono comparati i valori sopra esposti.

Figura 21 - Grafico di comparazione delle % di volume alle diverse andature.

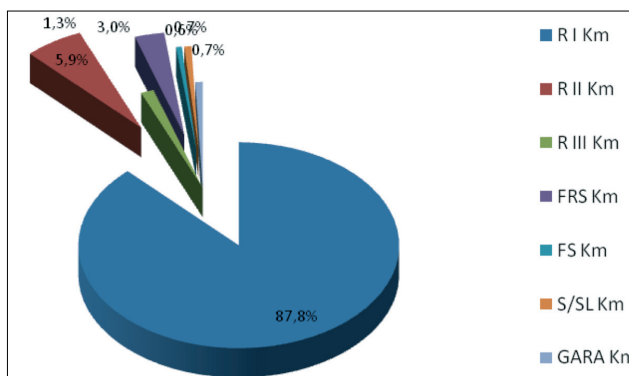




Figura 22 - Grafico di rapporto % AER. – A.A. – MAX.

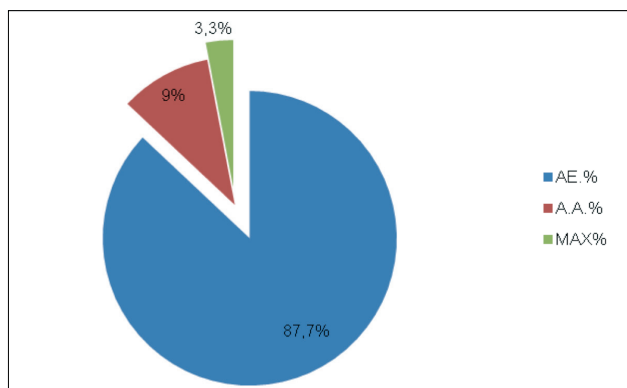
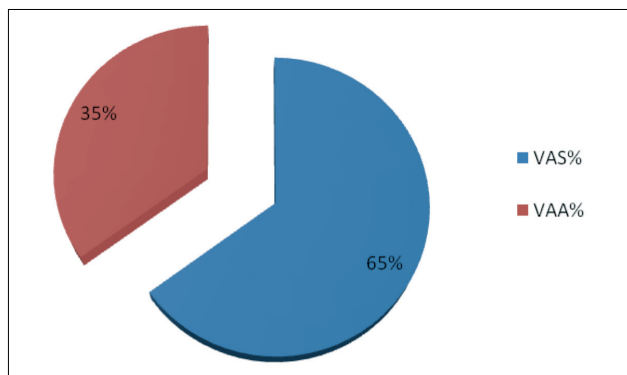


Figura 23 - Grafico Rapporto % tra lavoro specifico(VAS) e aspecifico(VAA).



Come abbiamo ampiamente descritto sopra, la lettura globale dei dati fornisce una serie d'indicazioni statistiche, ma essenziale diventa la lettura della progressione, alternanza temporale dei singoli mezzi e modelli di allenamento proposti in ogni microstruttura del processo.

Tale lettura si può intraprendere sia dal database (Tabella 17) che dalle Tabelle 8, 9, 10; le valutazioni che ne scaturiscono sono che l'allenamento aerobico corrisponde all'87,7% del volume del carico specifico, tale valore potrebbe sembrare discrepante

rispetto alla definizione del modello di prestazione che cataloga la Canoa Canadese velocità (1000 e 500 m) come una disciplina "aerobica-anaerobica di tipo massivo", ma è funzionale sia all'esigenze del timing degli adattamenti metabolici e sia alle peculiarità tecniche della disciplina. In uno sport come la canoa, dove l'efficacia tecnica del gesto specifico e la capacità di relazionarsi con i mezzi, canoa, pagaia e acqua sono fondamentali per ottenere alti livelli di prestazione, l'allenamento di tipo aerobico diventa lo strumento prioritario



per creare tutte quelle condizioni di “acquaticità” economicità e di efficacia.

Gli allenamenti aerobici di tipo R I estensivo e di tipo R I intensivo sono stati proposti con andamento lineare e progressivo all'interno di ogni microstruttura, in relazione al miglioramento metabolico che gli atleti facevano rilevare a queste specifiche andature, i volumi sono rimasti costanti orientandosi verso il tipo R I intensivo.

Dai dati raccolti negli ultimi tre anni, durante lo svolgimento degli allenamenti delle squadre nazionali appartenenti alle categorie Junior, U23 e Senior è stato constatato che la somministrazione dei vari modelli di allenamento corrispondenti al regime aerobico tra 2 e 5 mmol/L sono preponderanti e quindi prioritari nell'organizzazione globale del processo di allenamento specifico è devono essere somministrati con “uniforme continuità” durante tutto l'arco della preparazione e compresi nella percentuale del 80% e il 90% in relazione alla categoria di appartenenza.

Altra valutazione riguarda l'andamento della forza resistente specifica FRS corrispondente al 3% della quantità del lavoro specifico, somministrata a volumi generalmente alternati rispetto alle intensità di tipo R I. Questo a causa delle peculiarità proprie del mezzo e della tipologia di pagaiata che esige stimolazioni intense ma poco prolungate, alternate a periodi di recupero muscolare e di raccordo tecnico.

Nella prima fase, corrispondente al periodo “preparatorio”, l'esercizio FRS è stato proposto con una resistenza di tipo idrodinamico a basso valore di ” tipo F4” per consentire un adattamento progressivo e meno traumatico, nella seconda parte della

stagione corrispondente alla fase competitiva, l'applicazione dell'esercizio è stata proposta in funzione del mantenimento dei valori prodotti durante la fase preparatoria, cercandone un' enfasi attraverso l'utilizzo di resistenze di valore più elevato “ F8”, diminuendo però sia il volume della singola applicazione che quello per microciclo e macrociclo, producendo un'alternanza nei tempi e modi di applicazione ancora più marcata.

Altra constatazione scaturita dai valori registrati durante la somministrazione degli allenamenti dedicati alla forza resistente specifica è quella che in modo progressivo e conseguente al miglioramento del rendimento degli atleti, misurato con la formula dell'avanzamento per colpo o di “Efficienza Tecnica”, il costo metabolico di ogni colpo aumentava e quindi l'applicazione di un volume predefinito per ogni singola seduta di allenamento era subordinata alla capacità di tenuta dell'atleta in quel determinato momento.

Dalle valutazioni fatte durante lo svolgimento degli allenamenti, si può affermare che la quantità del volume corrispondente al modello FRS, sia per ogni singola seduta sia per valore globale, dipende da tutta una serie di peculiarità legate:

1. Alle abilità tecniche degli atleti - più sono elevate e più saranno ridotti i volumi di ogni singola seduta;
2. Alle qualità muscolari degli atleti - quanto più il soggetto è veloce, più elevati saranno i valori di forza per colpo espressi e tanto più velocemente si esaurirà a livello metabolico-muscolare;



3. All'età degli atleti - negli anni il sistema di catalogazione mi ha permesso di standardizzare una serie di valori indicativi sull'entità del carico della forza resistente specifica, per le categorie juniores la percentuale deve essere compresa tra 11% e 7%, per gli atleti U23 tra 9% e 5% e per la categoria senior e compresa tra 7% e 3%.

Le quantità di applicazione del “freno idrodinamico” non dovranno mai essere inferiori a un chilometro e superiori ai quattro chilometri per seduta /applicazione. Mentre all'interno della quantificazione del volume specifico annuo il carico totale FRS non deve essere inferiore al valore del 3%; Ulteriore parametro da controllare durante il corso dello svolgimento del piano d'allenamento annuo è il rapporto percentuale tra il volume totale del lavoro specifico rispetto all'aspecifico, il valore registrato nel programmazione 2010-2011 e di 65% per lo specifico e 35% per l'aspecifico, tale valore diventa suscettibile di variazione in relazione all'età degli atleti ai quali viene somministrato il processo di allenamento. I rapporti percentuali standardizzati negli anni con questo sistema di archiviazione e quantificazione sono:

1. Categorie Juniores, 50% - 55% di lavoro specifico;
2. Categoria U23, 55% - 62% di lavoro specifico;
3. Categorie Seniores, 60% - 75% di lavoro specifico.

In conclusione viene rafforzata la convin-

zione che le linee programmatiche si debbano stilare secondo dei benchmark ben definiti e propri della disciplina. Ma la lettura giornaliera e pianificata di quelli che sono gli adattamenti che gli atleti producono ai diversi mezzi di allenamento proposti, diventa fondamentale per conferire al processo di allenamento una serie di accorgimenti che lo rendono “ECLETTICO” e soggettivo.

Fattore determinante è la continua esigenza di migliorare la prestazione, quindi generare in maniera progressiva, livelli superiori di adattamento, attraverso la rottura “dell'omeostasi” che la standardizzazione e la codifica dell'allenamento possono generare. Tutti i dati raccolti dalle varie tipologie di archiviazione sopra esposte, affluiscono nell'ultima scheda di archiviazione e quantificazione del sistema di raccolta dati, (Tabella 17) la struttura si sviluppa su cinque elementi principali:

1. Prima sezione a sinistra che delinea la macrostruttura temporale del processo di allenamento con tutte le suddivisioni dal microciclo alle due fasi principali;
2. Seconda sezione relativa al totale in ore del lavoro globale specifico e aspecifico;
3. Terza sezione relativa alla quantificazione dei mezzi specifici quantificati in ore;
4. Quarta sezione riguardante la quantificazione dei mezzi aspecifici quantificati in ore;
5. Quinta colonna relativa alla quantificazione di tutti i mezzi specifici quantificati in chilometri.





STRUTTURA TEMPORALE			TOT. Lavoro	MEZZI Specifici	MEZZI Aspecifici		MEZZI Specifici								
Sett.	Sub. F.	Fasi.	Tot.H.	Spe.H.	For. M/R	Att. H.	RI km	RII km	RII I km	S/S L km	GA. km	FR S KM	FS km	All.Spec if. Km	
40	Preparazione Generale	Preparatoria	7,8	2,8	3,0	4,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
41			7,8	2,8	3,0	4,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
42			13,3	4,3	6,0	9,0	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0
43			13,3	6,5	5,2	9,3	54,0	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,5
44			23,6	8,8	12,5	11,3	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
45			22,8	10,2	10,0	7,7	108,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	1,5	110,4	
46			21,4	10,2	10,0	4,2	96,0	4,0	0,0	0,9	0,0	0,0	2,0	102,9	
47			20,4	9,2	10,0	4,2	84,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	3,0	87,5	
48			11,5	4,8	4,0	6,7	36,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	40,8	
49			17,0	9,1	6,2	5,7	84,0	1,3	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	87,5	
50			21,3	10,9	9,3	2,0	98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	3,0	103,4	
51			19,3	10,7	7,7	3,0	102,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	1,5	105,9	
52			20,4	10,8	7,7	2,0	94,0	4,0	0,0	0,0	0,0	1,6	4,0	103,6	
<b>Set. 13</b>			<b>220</b>	<b>101</b>	<b>95</b>	<b>73</b>	<b>964</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>1007</b>	
1	Preparazione Speciale		11,9	5,7	3,8	7,3	38,0	5,3	1,3	0,0	0,0	0,5	0,0	45,0	
2			20,4	10,2	8,2	5,0	92,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	102,0	
3			20,6	11,5	8,2	4,0	104,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	116,0	
4			19,2	12,7	5,5	1,0	114,0	4,0	0,0	1,2	0,0	0,0	3,0	122,2	
5			18,0	10,5	5,5	4,0	94,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	108,0	
6			12,4	6,1	3,5	8,3	52,0	1,3	1,3	0,0	0,0	0,5	0,0	55,0	
7			18,1	11,6	4,5	3,0	100,0	6,0	0,0	1,1	0,0	0,0	7,1	114,2	
8			18,4	12,9	4,5	2,0	112,0	10,0	0,0	0,6	0,0	0,0	7,1	129,7	
9			17,2	12,7	4,5	1,0	110,0	9,0	0,0	0,8	0,0	0,0	6,4	126,2	
10			17,5	0,0	4,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
11			18,9	12,9	5,0	3,0	106,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	126,2	
12			19,0	14,0	5,0	1,0	118,0	12,0	0,0	1,8	0,0	0,0	3,6	135,4	
13			13,7	10,3	3,3	2,0	84,0	6,0	1,9	1,4	0,0	0,8	2,0	96,1	



Set. 13		225	131	66	58	1124	86	4	7	0	2	53	1276	
14	Pre-Competitivo	Competitiva	7,9	6,5	0,8	6,5	22,0	7,0	0,0	0,6	3,4	0,0	1,0	34,0
15			17,7	12,4	4,5	0,8	98,0	10,0	4,0	0,8	0,0	0,0	5,0	117,8
16			15,5	11,0	4,5	1,0	84,0	8,0	3,5	0,9	0,0	0,0	4,0	100,4
17			9,4	7,9	0,8	6,7	34,0	2,0	0,0	0,6	4,4	0,5	0,0	41,5
18			14,5	9,5	4,2	1,8	74,0	10,0	2,0	0,8	0,0	1,1	2,0	89,8
19			12,5	8,5	4,0	3,0	62,0	8,0	3,5	0,7	0,0	2,4	0,0	76,6
20			7,1	6,3	0,8	5,0	22,0	5,0	1,0	0,6	4,5	0,0	1,0	34,1
21			9,0	7,5	0,8	5,7	24,0	0,0	1,0	0,0	4,5	0,0	1,3	30,8
22			16,0	9,0	5,7	3,3	74,0	6,0	1,2	0,8	0,0	0,0	3,0	85,0
23			12,5	9,0	3,5	2,0	56,0	9,0	4,8	0,4	0,0	0,0	4,0	74,2
24			7,2	5,7	0,8	5,7	20,0	2,0	1,0	1,1	4,5	0,0	0,0	28,6
Set. 11		129	93	31	42	570	67	22	7	21	4	21	713	
25	C	Competitiva	14,6	5,2	6,0	3,4	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,0
26			18,7	12,7	5,0	3,0	116,0	5,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	125,5
27			17,8	12,8	5,0	2,0	104,0	12,0	0,0	1,0	0,0	3,3	4,0	124,3
28			17,6	12,6	5,0	2,0	96,0	12,0	2,0	2,0	0,0	2,2	3,0	117,2
29			9,7	8,0	1,7	2,0	60,0	8,0	0,0	0,6	0,0	0,0	3,0	71,6
30			16,1	12,1	4,0	3,0	84,0	9,3	4,3	1,2	0,0	0,6	4,0	103,3
28			11,2	7,9	2,7	1,7	46,0	3,0	7,5	1,7	0,0	0,5	1,0	59,7
29			11,4	9,1	1,7	2,7	64,0	3,5	3,8	1,9	0,0	0,4	0,6	74,2
30			5,2	5,2	0,0	7,0	10,0	0,0	0,8	1,0	4,5	0,2	1,6	18,1
Set. 9			122	85	31	27	638	53	18	9	5	12	17	752

Tabella 17 – Archiviazione e quantificazione del sistema di raccolta dati.



## **BIBLIOGRAFIA**

- Arcelli E. (1990) *Che cos'è l'allenamento*, Sperling&Kupfer, Milano.
- Bompa T. (1990) *Theory and methodology of training. The key to athletic performance*. Toronto: York University, 2nd Edition.
- Buzzichelli C. (2001) *La periodizzazione dell'allenamento per lo sport: il modello del Prof. Tudor Bompa*, Olympianis news, 48.
- Capousek J.B. (2009) *Control and Planning Training*, ICF Coach Symposium, Warschau-POL, 27/2-1/3/2009.
- Martin D., Lehnertz K., Carl K. (1997) *Manuale di teoria dell'allenamento*, Società Stampa Sportiva, Roma.
- Dal Monte A., Leonardi L.M. (1975) *Sulla specificità della valutazione funzionale negli atleti: esperienze sui canoisti*. *Medicina dello Sport*, 28: 213-219.
- Dal Monte A. (1977) *Fisiologia e Medicina dello Sport*, Sansoni Editore, Firenze.
- Guazzini M. (2005) *Analisi delle finali olimpiche 1988-2000 della canoa in linea. Proposte di modelli di prestazione*. *Nuova Canoa Ricerca, FICK*, 59: 3-20.
- Perri O. (2009) *Comunicazione personale*.



Antonio Buglione

## LE MIGLIORI PRESTAZIONI IN KAYAKERS E CANOISTI D'ÉLITE: UN'ANALISI ENERGETICA

### ABSTRACT

L'obiettivo principale di questo articolo è stato calcolare teoricamente le prestazioni migliori di kayakers e canoisti d'élite e correlarle con quelle attuali realizzate in gara di 1000m. La prestazione migliore teorica su una distanza data è stata ottenuta dalla relazione individuale tra  $\dot{E}_r = f(t)$  ed  $\dot{E}^{\max} = f(t)$ , dove  $\dot{E}_r$  è la potenza metabolica richiesta per coprire la distanza in questione ed  $\dot{E}^{\max}$  è la massima potenza metabolica. Il valore di tempo per cui  $\dot{E}_r = \dot{E}^{\max}$  è stato assunto come il tempo della migliore prestazione realizzata. A questo scopo, è stato determinato il massimo consumo di ossigeno ( $V \cdot O_2^{\max}$ ) e il costo energetico di kayakers e canoisti (canoa canadese) a velocità sub massimale e di gara su 74 atleti, maschi e femmine, della Nazionale Italiana Canoa Kayak. Il costo energetico individuale ( $C_k$ ) è stato valutato in tre prove di 6, 5 e 2 minuti ad una velocità media dell' 84, 90 e 100% della velocità di gara su 1000m. Il  $V \cdot O_2^{\max}$  è stato determinato durante una prova di 2 minuti al 100% della velocità della gara su 1000 metri, svolta in barca, utilizzando un metabolometro portatile. I tempi e le velocità teorici individuali delle prestazioni migliori sono state essenzialmente uguali

a quelle misurate nelle competizioni recenti. Il  $C_k$  ( $J \cdot m^{-1} \cdot kg^{-1}$ ) dei kayakers maschi aumenta da circa 4 (a  $3.23 m \cdot s^{-1}$ ) a 6 (a  $4.63 m \cdot s^{-1}$ ) ed è stato del 30.7% più basso di quello dei canoisti maschi ( $P < 0.001$ ). Sempre nello stesso range di velocità, i kayakers maschi sono del 14.2% più economici delle femmine ( $P = 0.044$ ). I valori del  $V \cdot O_2^{\max}$  determinati durante la prova di 2 minuti, sono  $4789 \pm 354$ ,  $3455 \pm 305$  e  $4750 \pm 450 ml \cdot min^{-1}$  rispettivamente nei kayakers maschi, femmine e nei canoisti.

The main aim of this article was to calculate the theoretical best performances of elite kayakers and canoeists over the 1000 m race and to correlate them with those obtained over the same distance in actual competitions. Theoretical best performances were obtained from the individual relationships  $\dot{E}_r = f(t)$  and  $\dot{E}^{\max} = f(t)$ , where  $\dot{E}_r$  is the metabolic power required to cover the distance in question and  $\dot{E}^{\max}$  the maximal metabolic power. Time values yielding  $\dot{E}_r = \dot{E}^{\max}$  were assumed to represent best performance times. Maximal oxygen uptake ( $V \cdot O_2^{\max}$ ) was therefore determined on 74 male and female athletes of the National



Italian Canoe Kayak during a 2 minutes test at the race speed on the boat, using a portable metabolic unit. Energy cost ( $C_k$ ) of kayakers and canoeists (canadian canoe) was also determined on the same subjects in three tests of 6, 5 and 2 minutes at average speeds of 84%, 90% and 100% of the 1000 m race speed.

$C_k$  ( $J \cdot m^{-1} \cdot kg^{-1}$ ) of male kayakers increased from about 4 (at  $3.23 m \cdot s^{-1}$ ) to 6 (at  $4.63 m \cdot s^{-1}$ ) and was of 30.7% lower than that of male canoeists ( $P < 0.001$ ). Over the same range of speed male kayakers were 14.2% economical than females ( $P = 0.044$ ).

## PREMESSA

Questo scritto nasce dall'elaborazione di alcuni dati ottenuti nel corso di quattro anni di raduni (dal 2005 al 2008), grazie alla collaborazione tra lo Human Performance and Training Lab "Carmelo Bosco" del Corso di Laurea in Scienze Motorie, della Facoltà di Medicina e Chirurgia, dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata e la Federazione Italiana Canoa Kayak. Sono stati svolti diversi test di valutazione, su kayakers e canoisti facenti parte della nazionale italiana juniores, maschile e femminile. In questo periodo le ricerche sono state progettate e coordinate dal Prof. Roberto Colli con l'aiuto di Elisabetta Introini, che ringrazio doverosamente. Il Prof. Colli si è avvalso della consulenza del Prof. P.E.

$V \cdot O_2^{\max}$  values amounted to  $4789 \pm 354$ ,  $3455 \pm 305$  e  $4750 \pm 450 ml \cdot min^{-1}$  in male and female kayakers and canoeists, respectively. These data made it possible calculate  $\dot{E}_r = C_k * 1000m/t$ , where  $t$  is the performance time, and  $\dot{E}^{\max}$  from  $V \cdot O_2^{\max}$ , anaerobic alactic contribution after maximal exercise, and assuming complete exploitation of lactic sources, thus allowing us to estimate individual theoretical best times and speeds. These turned out to be essentially equal to those measured during actual competitions.

di Prampero e della collaborazione di Antonio Buglione, all'epoca dottorando. Alcuni dei dati ottenuti durante il periodo indicato, sono stati già pubblicati in una tesi di dottorato e due riviste nazionali ed una internazionale (Colli-Introini 2006; Colli et al. 2008, 2009; Buglione 2010; Buglione et al. 2011) \*.

\*L'articolo che segue ricalca, con alcune modifiche, quello pubblicato da Buglione, A., S. Lazzer, R. Colli, E. Introini, and P. E. di Prampero "Energetics of Best Performances in Elite Kayakers and Canoeist" sulla rivista *Medicine & Science in Sports and Exercise*, Vol. 43, N° 5, pp. 877-884, 2011.



## INTRODUZIONE

L'energetica della locomozione umana descrive quantitativamente il dispendio energetico dell'uomo in movimento e può essere opportunamente analizzata, quando se ne conosca il costo energetico in funzione della velocità di percorrenza. Il costo energetico (C) è stato definito come l'energia metabolica richiesta per coprire una distanza unitaria (di Prampero 1985,1986). I fattori, che influenzano C nel nuoto, sono stati dettagliatamente descritti da vari autori (si veda, ad esempio, la comprensiva review di Pendergast et al., 2003). Inoltre, questo tipo di studi è stato fatto anche in diversi sport acquatici, come il kayak slalom (Pendergast et al. 1989), il kayak K1 standard Olimpico (Tesch et al. 1976; Zamparo et al. 1999; Colli et al 2008, 2009;) e le gare di canottaggio con timoniere (due con) (di Prampero et al. 1971; Celentano et al. 1974; Secher 1993), o in diversi tipi di

locomozione acquatica, che hanno obiettivi più pratici e sono dedicati alle attività del tempo libero, come il "pedalò", in acque protette (Zamparo et al. 2008), la gondola veneziana, così come una tradizionale barca a scafo piatto (Bissa) (Capelli et al. 1990; Capelli et al. 2009). Tuttavia, a conoscenza degli autori, solo pochi studi sono stati dedicati all'analisi del costo energetico di kayak e canoa. Inoltre, l'approccio sviluppato da di Prampero et al. (1993), per predire le prestazioni migliori, per la corsa di media distanza, nella locomozione in acqua, è stato applicato solo al nuoto (Capelli 1999). L'obiettivo principale di questa ricerca è stato quello di calcolare teoricamente la prestazione migliore, descrivendone dettagliatamente l'approccio utilizzato (di Prampero et al. 1993), per poi correlarla con quella effettivamente realizzata in una gara attuale su 1000m.

## MATERIALI E METODI UTILIZZATI

### Soggetti

Questo studio è stato effettuato su 74 soggetti, 46 kayakers maschi (K1M), 23 kayakers femmine (K1F) e 5 canoisti maschi (C1), facenti parte della nazionale italiana canoa kayak. La maggior parte di essi ha partecipato ai campionati europei e

mondiali nelle categorie ragazzi e junior, e pochi altri nella categoria under 23. Le caratteristiche antropometriche e fisiologiche dei soggetti sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1	<b>K1M</b>	<b>K1F</b>	<b>C1</b>
massa corporea (kg)	78.2 ± 6.1	66.0 ± 6.6	76.8 ± 3.5
età (anni)	17.9 ± 2.7	17.8 ± 2.5	22.4 ± 5.5
statura (cm)	181.0 ± 1.8	172.0 ± 5.9	176.6 ± 1.5



V'O <sub>2</sub> max (mL · min <sup>-1</sup> )	4789 ± 354	3455 ± 305	4750 ± 354
V'O <sub>2</sub> max (mL · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )	61.4 ± 4.4	52.6 ± 4.3	61.8 ± 4.0
Tempo di gara su 1000m (s)	229.4 ± 7.7	257.3 ± 7.6	250.6 ± 10.0
Tempo di gara su 1000m (min)	3' 49" ± 0.77	4' 17" ± 0.76	4' 11" ± 0.10

Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche antropometriche e fisiologiche dei kayakers maschi (K1M), femmine (K1F) e dei canoisti (C1): massa corporea in kilogrammi (kg), età (anni), statura in centimetri (cm), massimo consumo d'ossigeno in millilitri al minuto (mL · min<sup>-1</sup>) ed in millilitri per kilogrammo di massa corporea e per minuto (mL · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>), ed il tempo di gara su 1000m in secondi(s) ed in minuti (min) come media e deviazione standard.

Lo scopo e gli obiettivi dello studio sono stati accuratamente spiegati a ciascun soggetto o ai loro genitori. Il consenso informato è stato ottenuto da tutti gli adul-

ti, o dai genitori per i minorenni. Le prove sono state condotte, nel corso di quattro anni di raduni nazionali nel periodo da giugno ad agosto, nel lago di Sabaudia (Latina, Italia), in acqua piatta e in assenza di vento; questa condizione, a Sabaudia, è favorita, vogando sottoriva, dalla striscia di vegetazione, che separa il bacino di acqua salata dal mare. La barca utilizzata per le prove è stata quella impiegata quotidianamente per gli allenamenti e gare (kayak: lunghezza, 5,20 m, larghezza, 0,40 m, peso 12 kg o canoa canadese: lunghezza, 5,20 m, larghezza, 0,44 m, peso 16 kg).

Il consumo di ossigeno (V'O<sub>2</sub>) è stato misurato per mezzo del metabolimetro portatile K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Italia). L'unità metabolica è stata tarata con i gas di riferimento noti (16,00% di O<sub>2</sub>; 5,00% di CO<sub>2</sub>) e con una siringa di calibrazione di 3-L, prima di ogni valutazione.

Durante le prove, il metabolimetro è stato avvolto in una pellicola impermeabile ed è stato messo nello zaino sulle spalle del soggetto. Prima dell'inizio dello studio, i soggetti hanno familiarizzato con le attrezzature e le procedure da rispettare.

I dati venivano registrati dall'unità centrale, situata nello zaino ed inviati in telemetria ad un personal computer che si trovava su una barca, che seguiva i kayakers ed i canoisti durante le prove. I valori di V'O<sub>2</sub> sono stati mediati ogni 15s per misurare il V'O<sub>2</sub><sup>max</sup> ed ogni minuto per calcolare il costo energetico.

La frequenza cardiaca (HR) è stata registrata ogni 5 secondi mediante un cardiofrequenzimetro (S610 PolarElectro, Finlandia).



La velocità è stata misurata e registrata, utilizzando un GPS (Garmin Forerunner 301, USA), posizionato sulla barca, in modo che il soggetto fosse in grado di controllare e mantenere la velocità richiesta.

La concentrazione ematica di lattato ( $L_{ab}$ ) è stata analizzata per mezzo di un lattacido metro portatile (lactate pro LT 1710, Arkray, Giappone), su un campione di sangue ottenuto dal lobo dell'orecchio

### **Il costo energetico della pagaiata**

Per tutti i soggetti, il costo energetico ( $C_k$ ) è stato valutato durante tre prove di 6, 5 e 2 minuti ad una velocità media corrispondente all'  $84 \pm 3$ ,  $90 \pm 3$  ed al 100% della velocità di gara su 1000m.  $C_k$  è stato calcolato dal rapporto tra l'energia metabolica totale consumata al di sopra del valore di riposo ( $E$ , in Joules) e la distanza ( $d$ , in metri):

$$C_k = E \cdot d^{-1}$$

A sua volta,  $E$  è stato calcolato dalla somma delle tre componenti della spesa energetica totale: aerobica ( $Aer$ ), anaerobica alattacida ( $AnAl$ ) e anaerobica lattacida ( $AnLa$ ):

$$E = Aer + AnAl + AnLa$$

La componente aerobica ( $Aer$ ) è stata ottenuta, misurando l'integrale, dal tempo zero fino al termine della prova, del  $V'O_2$  netto durante l'esercizio (media ogni 60

alla fine delle prove sub-massimali ( $84 \pm 3$  e  $90 \pm 3\%$  della velocità di gara) ed al 3° minuto di recupero dopo la prova massimale (100% della velocità di gara).

Il massimo consumo di ossigeno ed i costi energetici della pagaiata sono stati determinati in giorni diversi, almeno due giorni dopo l'ultimo allenamento svolto, e due ore dopo l'ultimo pasto assunto.

secondi). Il dispendio energetico anaerobico alattacido ( $AnAl$ ) è stato ottenuto dalla cinetica del  $V'O_2$ , determinata nei primi sei minuti di recupero. I valori netti di  $V'O_2$ , ottenuti dal 4 al 6 minuto di recupero, sono stati interpolati linearmente. La funzione ottenuta, tramite una regressione lineare dal sesto minuto, fino al tempo di recupero pari a zero, ha permesso di stimare per sottrazione la componente rapida del pagamento del debito alattacido di  $O_2$ . A sua volta,  $AnAl$  è stato ottenuto dall'integrale rispetto al tempo, della componente rapida (di Prampero et al, 1993). Il valore del contributo anaerobico lattacido è stato calcolato, moltiplicando le millimoli di lattato netto (assumendo 1 mM di lattato a riposo) per 3 ml di ossigeno per kg di peso corporeo ( $3,0 \text{ mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mM}^{-1}$ ) (di Prampero et al., 1973) (figure 1a,b,c).



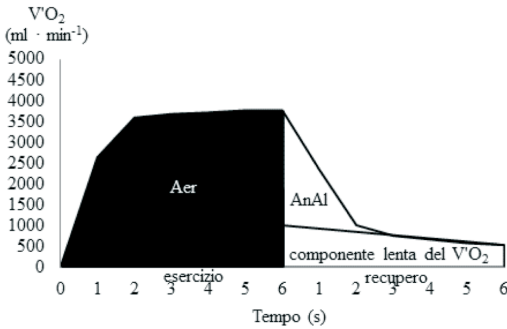


Figura 1a

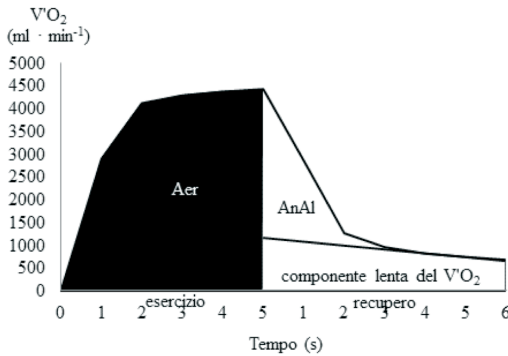


Figura 1b

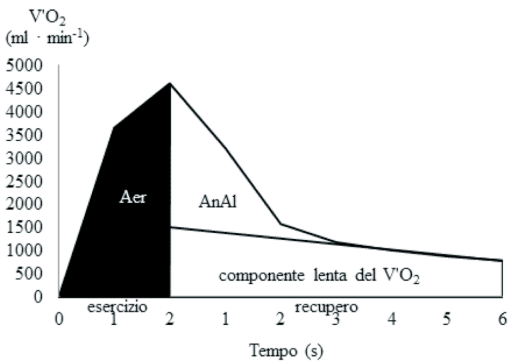


Figura 1c

Nelle figure 1a,b,c è descritta la metodica con la quale è stato calcolato il costo energetico nelle prove di 6, 5 e 2 minuti; componente aerobica (Aer); anaerobica

lattacida (AnAl); componente lenta del debito d'ossigeno (componente lenta del  $\dot{V}O_2$ ).



## Massimo Consumo d'Ossigeno

Il massimo consumo d'ossigeno ( $V'O_2^{\max}$ ) di kayakers e canoisti è stato misurato in una prova di 2 minuti al 100% della velocità di gara sulla distanza di 1000m, durante la quale la frequenza cardiaca e gli scambi ventilatori e respiratori dei gas

sono stati misurati continuamente. Il valore di  $V'O_2$ , medio degli ultimi 15 secondi della prova, è stato considerato il  $V'O_2^{\max}$ .

## Approccio utilizzato per calcolare la prestazione migliore

I tempi teorici delle prestazioni migliori sono stati ottenuti, come proposto da di Prampero et al. (1993), per la corsa di media distanza. Questi autori hanno dimostrato che, se è conosciuto il costo energetico in funzione della velocità, la potenza metabolica ( $\dot{E}_r$ ) per coprire una determinata distanza (d) in un certo tempo (t), e quindi ad una certa velocità  $v (= d \cdot t^{-1})$ , può essere facilmente ottenuta:

$$\dot{E}_r = C_k \cdot d \cdot t_p^{-1} = C_k \cdot v$$

In questo caso,  $C_k$  è il costo energetico di kayakers e canoisti ( $J \cdot m^{-1} \cdot kg^{-1}$ ), alla velocità  $v$  ( $m \cdot s^{-1}$ ), ed alla distanza d (m) della gara (1000m) e  $t_p$  (s) è il corrispondente tempo della prestazione.

Per tutti i soggetti è stato calcolato il costo energetico sulla distanza di 1000 m per differenti tempi di percorrenza ( $t_p=210, 220, 230, 240, 250, 260$  e  $270$  secondi) e di conseguenza differenti velocità ( $3.70, 3.85, 4.00, 4.17, 4.35, 4.55$  e  $4.76 m \cdot s^{-1}$ ), permettendo di ottenere la potenza individuale richiesta, per la distanza scelta, in funzione del tempo di prestazione ( $t_p$ ). Questo è riportato nella figura 2 per un soggetto tipo (K1M). La massima potenza meccanica o

metabolica, che può essere sostenuta ad un livello costante fino all'esaurimento, come originariamente proposto da Scherrer e Monod (1960) in esercizi, che prevedono l'utilizzo di piccoli gruppi muscolari e successivamente da Wilkie (1980) durante esercizi al cicloergometro, diminuisce in funzione del tempo di esaurimento ( $t_e$ ) (di Prampero et al. 1993):

$$\dot{E}_{\max} = AnS \cdot t_e^{-1} + MAP - [MAP \cdot \tau (1 - e^{-t_e/\tau})] \cdot t_e^{-1}$$

dove  $AnS$  è l'ammontare di energia che deriva dal completo utilizzo delle riserve anaerobiche (alattacida + lattacida);  $MAP$  è la massima potenza aerobica del soggetto;  $t_e$  è il tempo di esaurimento; e  $\tau$  è la costante di tempo, con la quale il  $V'O_{2\max}$  è raggiunto dall'inizio dell'esercizio, ed è stato assunto a  $a = 10s$ , come proposto da Wilkie (1980);  $AnS$  è stata la somma dei valori individuali di  $AnAl$  determinato dopo la prova dei 2 minuti alla velocità di gara su 1000m, e dell' $AnLa$  (assunto a  $15 mM = 940 J \cdot kg^{-1}$ ).

Questo ha permesso di calcolare  $\dot{E}_{\max}$ , in funzione del tempo di prestazione ( $t_p$ ) e per lo stesso soggetto è stato indicata anche la relazione  $\dot{E}_r \cdot t_p^{-1}$  (vedi figura 2).

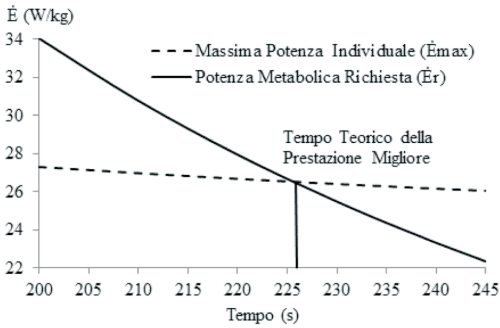


Figura 2

La Figura 2 descrive, per un soggetto tipo (K1M), la potenza metabolica richiesta dall'esercizio ( $\dot{E}_r$ ), la massima potenza metabolica ( $\dot{E}_{max}$ ), in funzione del tempo di prestazione ( $t_p$ ) ed il punto d'incrocio, delle due funzioni,  $\dot{E}_r$  e  $\dot{E}_{max}$ , individua il tempo teorico migliore di ogni soggetto.

Come proposto da di Prampero et al. (1993), la migliore prestazione teorica, per una determinata distanza, può essere ottenuta dal valore di ascissa (tempo) a

## ANALISI STATISTICA

Le analisi statistiche sono state eseguite, utilizzando la Statistica per Windows (versione kernel 5,5 A, StatSoft, Maisons-Alfort, Francia) la significatività è stata posta con  $p < 0,05$ . Tutti i risultati sono stati espressi come media e deviazione standard (SD).

Gli effetti del gruppo (K1M, K1F e C1)

cui le funzioni  $\dot{E}_r$  vs  $t$  e  $\dot{E}_{max}$  vs  $t$ , riportate nella figura 2 si incrociano. Infatti, questo è il tempo per il quale  $t_p = t_e$ , quindi tempi più brevi sono intrinsecamente impossibili ( $\dot{E}_r$  sarebbe più grande di  $\dot{E}_{max}$ ) e tempi più lunghi sono caratterizzati da  $\dot{E}_{max} > \dot{E}_r$ , quindi il soggetto potrebbe, teoricamente, andare più veloce.

Per tutti i soggetti, i tempi teorici delle prestazioni migliori, nella gara sui 1000m sono stati ottenuti come riportato nella figura 2 per un singolo soggetto.

sulle caratteristiche antropometriche e fisiologiche sono stati analizzati mediante l'analisi della varianza (ANOVA).

La relazione tra la migliore prestazione teorica, attualmente realizzata, è stata analizzata mediante il coefficiente di correlazione di Pearson.



## RISULTATI

Le caratteristiche antropometriche e fisiologiche dei soggetti sono riportate nella tabella 1.

L'età media non era significativamente differente tra K1M e K1F (ns), mentre era maggiore nei C1, rispetto ai K1M e

K1F ( $P < 0,001$ ).

Il peso corporeo medio dei K1M era del 15,6% superiore a quello dei K1F ( $P < 0,001$ ) e del 1,8% superiore a quello del C1 (ns).

### Tempo della prestazione migliore

I tempi teorici individuali, calcolati come descritto nel testo (vedi figura 2), vengono riportati nella figura 3, in funzione del tempo della prestazione migliore, effettivamente ottenuta sulla stessa

distanza (1000m) in una gara contemporanea alle valutazioni effettuate. Tutti i dati sono vicini alla linea d'identità, ed il coefficiente di determinazione è 0,92.

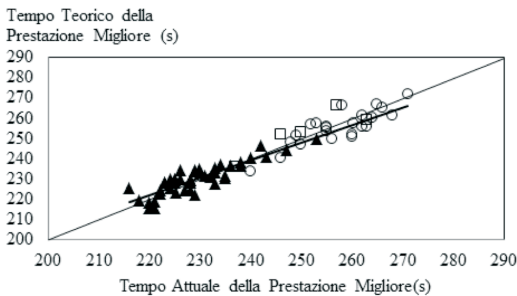


Figura 3: Tempo Teorico della Prestazione Migliore (y) sui 1000m per tutti i soggetti in funzione del tempo attuale nella prestazione migliore (x) per la stessa distanza. La retta di regressione (linea del Ck) è descritta dall'equazione  $y = 0.913x + 20.64$  ( $R^2 = 0.92$ ). La linea d'identità è raffigurata dalla linea sottile tratteggiata.

Una considerazione analoga può essere tratta dalla figura 4, nella quale le migliori velocità individuali teoriche vengono

tracciate in funzione di quelle effettive, anche se il coefficiente di determinazione è leggermente inferiore ( $R^2 = 0,91$ ).

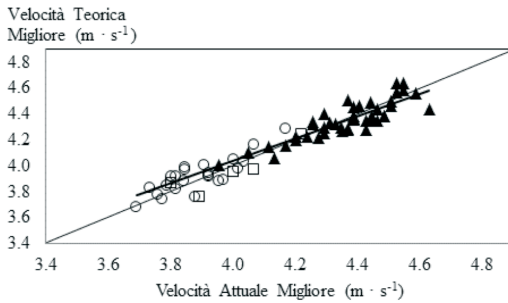


Figura 4 : Velocità Teorica Migliore (y) sui 1000m per tutti i soggetti (▲: K1M; ○: K1 F ; □: C1) in funzione della Velocità Attuale Migliore (x) per la stessa distanza. La retta di regressione (linea del  $C_k$ ) è descritta dall'equazione  $y = 0.914x + 0.355$  ( $R^2 = 0.91$ ). La linea d'identità è raffigurata dalla linea sottile tratteggiata.

### Costo Energetico

I valori medi del costo energetico, insieme alla quantità di energia derivata dalle fonti aerobica, anaerobica, alattacida e lattacida sono riportati nella tabella 2, per tutti i gruppi di soggetti, ed alle tre velocità studiate.

Tabella 2

Soggetti	Velocità ( $m \cdot s^{-1}$ )	$C_k$ ( $J \cdot kg^{-1} \cdot m^{-1}$ )	$C_k$ ( $J \cdot m^{-1}$ )	Lattato netto (mM)	Fonti Alattacide (%)	Fonti lattacide (%)	Fonti Aerobiche (%)
K1M (n: 46)	3.61±0.10	4.02±0.44	314±42	1.1±0.61	7.89	1.26	90.85
	3.86±0.10	5.09±0.38	397±33	4.1±1.22	10.10	4.41	85.49
	4.36±0.14	6.06±0.43	473±39	7.6±1.38	17.02	26.01	56.97
K1F (n: 23)	3.34±0.06	4.28±0.41	281±31	1.1±0.70	8.34	1.36	90.30
	3.55±0.06	4.80±0.35	316±27	3.4±1.23	9.85	4.13	86.02
	3.89±0.12	5.71±0.42	376±37	6.2±1.25	16.35	29.43	54.23
C1 (n: 5)	3.31±0.07	5.16±0.23	396±25	1.5±1.96	7.89	1.52	90.60
	3.63±0.09	5.75±0.27	442±38	4.7±3.56	9.63	4.72	85.65
	4.00±0.16	6.71±0.44	516±49	7.3±0.48	16.58	25.45	57.97

Nella tabella 2 sono riportati i valori del costo energetico per unità di distanza percorsa ( $C_k$ ) per le tre velocità studiate. Il  $C_k$  è indicato in Joule per metro ( $J \cdot m^{-1}$ ) ed in Joule per kilogrammo di massa corporea e per metro ( $J \cdot kg^{-1} \cdot m^{-1}$ ), insieme alla corrispondente energia equivalente derivante dalle fonti anaerobica alattacida, lattacida ed aerobica (%). Il lattato ematico è espresso al netto del valore di riposo (mM).



I valori individuali del  $C_k$  sono riportati, in funzione della velocità, nella figura 5. La figura 5, così come la tabella 2, mostra che il  $C_k$  aumenta con la velocità in tutti i soggetti, anche se con una variabilità interindividuale relativamente grande, in modo particolare per il gruppo K1M. Inoltre, a tutte le velocità, il  $C_k$  complessivo è sostanzialmente uguale in K1M, e

K1F, ma è significativamente maggiore nei C1. Tuttavia, se espresso per kg di massa corporea,  $C_k$  è minore nei K1M, rispetto al K1F ed è maggiore nei C1. Le differenze tra K1M-K1F, K1M-C1, e K1F-C1 sono rispettivamente di 14,2 (P=0.078), 30,7 (P<0.001) e 14,4% (P=0.044), a prescindere dalla velocità.

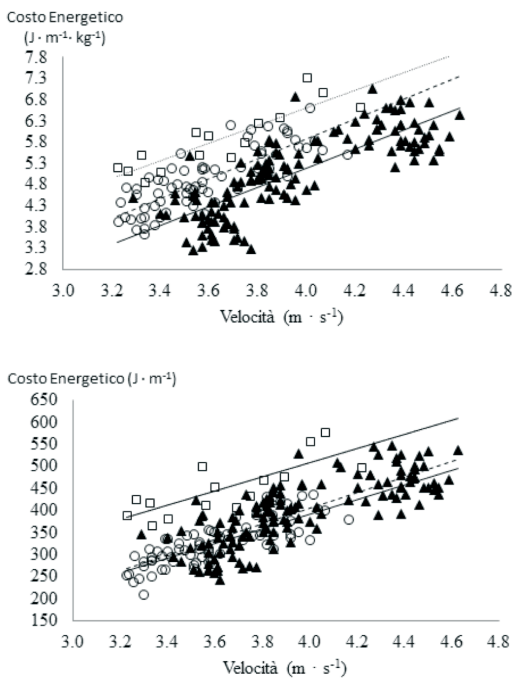


Figura 5 : Il Costo Energetico ( $C_k$ ) in Joules per kilogrammo e per metro ( $J \cdot Kg^{-1} \cdot m^{-1}$ ) (A) ed in Joules per metro ( $J \cdot m^{-1}$ ) (B) è riportato in funzione della velocità ( $m \cdot s^{-1}$ ) per i tre gruppi di soggetti ( $\blacktriangle$ : K1M;  $\circ$ : K1F ;  $\square$ : C1) . A, L'equazione di regressione è descritta da  $y = 2.085x + 1.724$  ( $R^2 = 0.778$ ) (C1, linea sottile),  $y = 2.339x + 3.479$  ( $R^2 = 0.638$ ) (K1F, linea tratteggiata), e  $y = 2.239x + 3.773$  ( $R^2 = 0.647$ ) (K1M, linea continua). B, L'equazione di regressione è descritta da  $y = 159.2x + 129.0$  ( $R^2 = 0.621$ ) (C1, linea sottile),  $y = 165.6x + 271.1$  ( $R^2 = 0.637$ ) (K1F, linea tratteggiata), and  $y = 177.3x + 304.3$  ( $R^2 = 0.618$ ) (K1M, linea continua).



## DISCUSSIONE

Il principale risultato ottenuto in questo studio è stato quello di dimostrare che tempi e velocità individuali teorici, calcolati come descritto nel testo (Figura 2), sono essenzialmente uguali a quelli misurati sulla stessa distanza nel corso di competizioni attuali (Figura 3 e 4). L'ottima correlazione tra tempi e velocità teorici, da un lato, e tempi e velocità reali, dall'altro, evidenzia come queste regressioni, oltre ad essere caratterizzate da elevati coefficienti di determinazione ( $R^2 = 0,92$  e  $0,91$ ), siano molto vicine alla linea di identità (vedi figure 3 e 4). I tempi e le velocità teoriche sono state stimate dalla relazione tra la potenza metabolica richiesta, in funzione del tempo su una data distanza ( $\dot{E}_r = f(t)$ ) da una parte, e la massima potenza metabolica, in funzione del tempo di prestazione ( $\dot{E}_{max} = f(t)$ ) dall'altro.

Quindi, il tempo per il quale  $\dot{E}_r = \dot{E}_{max}$  è stato assunto come quello della prestazione migliore individuale sulla distanza in questione. Questo approccio è stato applicato con successo in precedenza ad altre forme di locomozione (di Prampero et al. 1993; Capelli et al. 1998; Capelli 1999). Questo studio mostra che lo stesso approccio può essere utilizzato per prevedere con grande precisione anche le migliori prestazioni di kayakers e canoisti. Si deve, inoltre, rilevare che un simile approccio è stato applicato al record del mondo nella corsa (Peronnet and Thibault 1989).

I presupposti su cui si basa questo approccio, sono stati discussi in dettaglio nell'articolo originale (di Prampero et al., 1993);

è comunque utile sottolineare che:

1. La costante di tempo, con la quale il  $V'O_2^{max}$  si ottiene ad inizio lavori, è stata qui fissata a 10 secondi, in coerenza con la proposta originale di Wilkie (1980). Questo valore può sembrare piuttosto breve in considerazione del fatto che la costante di tempo del  $V'O_2$  sulla risposta è dell'ordine dei 25 secondi. Tuttavia, all'inizio di un esercizio sovra-massimale, come avviene nel presente studio, il  $V'O_2$  tende al fabbisogno energetico dell'esercizio (che è decisamente maggiore di  $V'O_2^{max}$ ) con una costante di tempo vicina a quella osservata durante un esercizio aerobico sub massimale; tuttavia la salita del  $V'O_2$  deve necessariamente interrompersi quando viene raggiunto il  $V'O_2^{max}$ . Pertanto, il  $V'O_2^{max}$  è raggiunto in un tempo considerevolmente più breve rispetto all'esercizio sub massimale, ciò che in prima approssimazione corrisponde ad una cinetica più rapida e quindi ad una costante di tempo più breve.
2. Il tempo teorico migliore, come individuato dalla intersezione di queste due funzioni  $\dot{E}_r = f(t)$  e  $\dot{E}_{max} = f(t)$  è il collo di bottiglia energetico nel determinare le prestazioni migliori. Molti altri fattori supplementari che non sono stati esaminati in questo lavoro, quali gestione della canoa, la motivazione, ecc. possono interferire con quelli puramente energetici per deter-



minare se un dato soggetto, in una determinata prova sia in grado di raggiungere il limite.

3. Anche se l'incertezza insita in questo approccio (figura 2) è tale che le prove a cronometro effettivo non possano e non debbano, essere sostituite dalla "lavagna" energetica, l'analisi fatta nel testo consente ai ricercatori di valutare se l'incremento dei tempi migliori è causato da un dato cambiamento di  $V'O_2^{\max}$ , e/o AnS, e/o  $C_k$ . Così atleti e allenatore devono cercare di migliorare la variabile che, nel caso specifico, è quella che può ottenere il maggiore miglioramento in termini di prestazioni, per una determinata variazione percentuale della variabile in questione.

Inoltre, il costo energetico, per unità di massa corporea e di distanza, di kayakers maschi e femmine per le velocità comprese tra  $3.23$  e  $4.63 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  è del  $30,7$  e del  $14,4\%$  inferiore a quello dei canoisti maschi, rispettivamente ( $P < 0,001$ ). In più, a parità, ed in alcuni range, di velocità, i kayakers maschi sono di circa il  $14,2\%$  più economici rispetto alle femmine ( $p < 0,044$ , Figura 4).

Diversi autori hanno dimostrato che il costo energetico del kayak ( $C_k$ ) aumenta con l'aumentare della velocità con un esponente compreso tra  $1,64$  e  $2,26$  (Pendergast et al. 1989; Zamparo et al. 1999). In questo lavoro, avendo ottenuto i valori di  $R^2$  solo leggermente più grandi di  $0,6$ , abbiamo deciso di attenerci ad una interpolazione lineare delle relazioni tra  $C_k$  e  $v$ , anche se, in teoria, la scelta più appropriata dovrebbe

essere un esponente  $> 1$  per  $v$ .

I dati del  $C_k$  ottenuti da Zamparo et al. (1999) nello stesso range della velocità di gara (da  $4$  a  $4,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) sono maggiori di quelli del presente studio, sia in termini assoluti, sia per kg di massa corporea, per i kayakers maschi e femmine, e la differenza che vanno dal  $18,1$  al  $22,6\%$  (valori assoluti) o dal  $18,9$  al  $25,7\%$  (per kg di massa corporea). Queste differenze possono essere attribuite al fatto che i dati del presente studio sono stati ottenuti su atleti di alto livello, e sono stati confrontati con kayakers di livello medio, nello studio di Zamparo et al. (1999). Questa differenza è dovuta alla tecnica migliore degli atleti di alto livello, come è stato già osservato da Pendergast et al. (1989). Quindi, il costo energetico dei kayakers, in entrambi i gruppi, era significativamente inferiore a quello dei canoisti, e questo può essere attribuito ad una tecnica più economica nella canoa kayak rispetto alla canadese.

Infine, bisogna osservare che, mentre in tutti gli studi precedenti il  $C_k$  è stato determinato dal livello del consumo di  $O_2$  allo stato stazionario ad una certa velocità, i dati del presente studio sono stati ricavati dall'energia complessiva utilizzata per coprire l'intera distanza. A questo scopo, è stata determinata l'energia fornita dalle fonti anaerobiche, alattacida e lattacida, durante tutto il test, insieme all' $O_2$  totale consumato. I presupposti alla base di questa procedura sono: 1) l'integrale rispetto al tempo della componente rapida della cinetica del  $V'O_2$ , durante il recupero, è una stima corretta della quantità di energia derivata





dalle fonti anaerobiche lattacide dell'inizio dell'esercizio; 2) la componente lenta della cinetica del  $\dot{V}O_2$  nel recupero dopo il terzo minuto può essere appropriatamente interpolata da una linea retta; 3) l'equivalente energetico del lattato netto accumulato nel sangue, come determinato dopo l'esercizio, è di  $3,0 \text{ mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mM}^{-1}$ .

Queste affermazioni sono state discusse dettagliatamente in lavori precedenti, insieme con i potenziali errori introdotti

## CONCLUSIONI

La conoscenza del  $C_k$ , insieme con il  $\dot{V}O_2^{\text{max}}$  e la capacità delle fonti anaerobiche, ci hanno permesso di stimare i singoli tempi e velocità delle migliori prestazioni, come originariamente proposto da di Prampero et al. (1993) per la corsa sulla media distanza. I tempi e le velocità teorici migliori erano essenzialmente uguali ai corrispondenti valori reali, come stabilito durante la competizione coeva alla medesima distanza.

Il  $C_k$  ad una data velocità non era statistica-

nei calcoli, perché basilari (di Prampero et al. 1981, 1993, 2003). Perciò queste asserzioni non saranno trattate in questa sede, in maniera approfondita; ma è sufficiente dire che è improbabile, che queste ipotesi, introducono degli errori sistematici nelle stime del  $C_k$ , così come della  $\dot{E}_{\text{max}}$  (come espresso nel testo), anche se possono comportare effettivamente un diminuito rapporto segnale / rumore.

mente differente, in termini assoluti +3,1%, ma significativamente maggiore se espresso per kg di massa corporea -14,2% per i kayakers maschi rispetto alle femmine. Il  $C_k$  dei canoisti maschi era del 30,7% superiore a quello osservato nei kayakers maschi. Queste differenze evidenziano il fatto che il kayak è più economico della canoa canadese, così come le diverse caratteristiche tecniche del kayak maschile e femminile.



## BIBLIOGRAFIA

1. Buglione A. (2010) Il costo energetico di varie forme di locomozione umana: implicazioni teoriche e pratiche, Tesi di Dottorato, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata".
2. Buglione A., Lazzer S., Colli R., Introini E., and di Prampero P.E. (2011) Energetics of Best Performances in Elite Kayakers and Canoeist. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, Vol. 43, No.5: 877–884.
3. Capelli C., Donatelli C., Moia C., Valier C., Rosa G., di Prampero P.E. (1990) Energy cost and efficiency of sculling a Venetian gondola. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 60(3): 175–8.
4. Capelli C., Schena F., Zamparo P., Monte A.D., Faina M., di Prampero P.E. (1998) Energetics of best performances in track cycling. *Med Sci Sports Exerc.*; 30(4): 614–24.
5. Capelli C. (1999) Physiological determinants of best performances in human locomotion. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 80(4): 298–307.
6. Capelli C., Tarperi C., Schena F., Cevese A. (2009) Energy cost and efficiency of Venetian rowing on a traditional, flat hull boat (Bissa). *Eur J Appl Physiol.*; 105(4): 653–61.
7. Celentano F., Cortili G., di Prampero P.E., Cerretelli P. (1974) Mechanical aspects of rowing. *J Appl Physiol.*; 36(6): 642–7.
8. Colli R., Introini E. (2006) Dall'allenamento fisiologico all'allenamento tecnico: il ruolo fondamentale del costo energetico. *Nuova Canoa Ricerca, FICK*; 61/62: 3-16.
9. Colli R., Introini E., Buglione A., Azzone V., Paternoster M. (2008) Valutazione del costo energetico e del V'O<sub>2</sub> max nel kayak al pagaiergometro e in barca. *Nuova Canoa Ricerca, FICK*; 66: 3-20.
10. Colli R., Introini E., Buglione A., Azzone V., Paternoster M. (2009) Il costo energetico nella canoa-kayak. *SdS, Scuola dello Sport*, 80: 55-66.
11. di Prampero P.E., Cortili G., Celentano F., Cerretelli P. (1971) Physiological aspects of rowing. *J Appl Physiol.*; 31(6): 853–7.
12. di Prampero P.E., Peeters L., Margaria R. (1973) Alactic O<sub>2</sub> debt and lactic acid production after exhausting exercise in man. *J Appl Physiol.*; 34(5): 628–32.
13. di Prampero P.E. (1981) Energetics of muscular exercise. *Rev Physiol Biochem Pharmacol.*; 89: 143–222.
14. di Prampero P.E. (1985) *La locomozione umana su terra, in acqua, in aria*. Edi-Ermes, Milano.
15. di Prampero P.E. (1986) The energy cost of human locomotion on land and in water. *Int J Sports Med.*; 7(2): 55–72.



16. di Prampero P.E., Capelli C., Pagliaro P., et al. (1993) Energetics of best performances in middle-distance running. *J Appl Physiol.*; 74(5): 2318–24.
17. di Prampero P.E. (2003) Factors limiting maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol.*; 90(3–4): 420–9.
18. Pendergast D.R., Bushnell D., Wilson D.W., Cerretelli P. (1989) Energetics of kayaking. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 59(5): 342–50.
19. Pendergast D., Zamparo P., di Prampero P.E., et al. (2003) Energy balance of human locomotion in water. *Eur J Appl Physiol.*; 90(3–4): 377–86.
20. Peronnet F., Thibault G. (1989) Mathematical analysis of running performance and world running records. *J Appl Physiol.*; 67(1): 453–65.
21. Scherrer J., Monod H. (1960) Local muscle work and fatigue in humans. *J Physiol (Paris).*; 52: 419–501.
22. Secher N.H. (1993) Physiological and biomechanical aspects of rowing. Implications for training. *Sports Med.*; 15(1): 24–42.
23. Tesch P., Piehl K., Wilson G., Karlsson J. (1976) Physiological investigations of Swedish elite canoe competitors. *Med Sci Sports Exerc.*; 8(4): 214–8.
24. Wilkie D.R. (1980) Equations describing power input by humans as a function of duration of exercise. In: Cerretelli P., Whipp B.J., editors *Exercise Bioenergetics and Gas Exchange*. Amsterdam: Elsevier; p:75–80.
25. Zamparo P., Capelli C., Guerrini G. (1999) Energetics of kayaking at submaximal and maximal speeds *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 80(6): 542–8.
26. Zamparo P., Carignani G., Plaino L., Sgalmuzzo B., Capelli C. (2008) Energy balance of locomotion with pedal-driven watercraft. *J Sports Sci.*; 26(1): 75–81.

### **Antonio Buglione Ph.D.**

Docente a contratto di: Aspetti Metabolici dell'Esercizio Fisico presso il corso di laurea in Scienze Motorie della Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" e di Fisiologia dello Sport e dell'Esercizio Fisico presso la Facoltà di Scienze Motorie dell'Università Telematica San Raffaele, Roma.

### Ringraziamenti

Si ringraziano il Prof. Roberto Colli ed Elisabetta Introini, per aver ideato e coordinato tutte le ricerche svolte in quel periodo; il Prof. Pietro Enrico di Prampero per il tempo dedicato a discutere e interpretare i risultati; il Prof. Stefano Lazzer Ph.D. per aver contribuito alla stesura dell'articolo; gli atleti per la cortese collaborazione; la Federazione Italiana Canoa Kayak e lo Human Performance and Training Lab "Carmelo Bosco", del corso di Laurea in Scienze Motorie, dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata per aver sostenuto questo lavoro.

