



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**FACOLTÀ DI MEDICINA VETERINARIA**

Dipartimento di Scienze Animali

**TESI DI LAUREA**

**VALUTAZIONE DELLE RELAZIONI FABBISOGNI/APPORTI  
NUTRIZIONALI SU CAVALLI IN ATTIVITA' SPORTIVA**

**Relatore: Ch.ma prof. ssa LUCIA BAILONI**

**Correlatori: Ch.mo prof. ROBERTO MANTOVANI**

**Laureanda: CHIARA BOTTARO**

**ANNO ACCADEMICO 2008-2009**



# Indice

<b>1. Introduzione</b>	<b>pag 4</b>
1.1. Il cavallo trottatore	pag 5
1.1.1. Cenni storici	pag 5
1.1.2. Il trottatore americano o standardbred	pag 5
1.1.3. Il trottatore normanno o francese	pag 7
1.1.4. Il trottatore Orlov	pag 8
1.1.5. Il trottatore italiano	pag 10
1.2. Il libro genealogico	pag 11
1.3. Gare e competizioni	pag 13
1.4. Fabbisogni nutrizionali	pag 18
1.4.1. L'alimentazione base del cavallo	pag 18
1.4.2. Valutazione del contenuto energetico degli alimenti	pag 19
1.4.3. Fabbisogni per l'attività fisica	pag 24
1.4.4. Frequenza cardiaca e consumo di ossigeno	pag 26
1.4.5. Frequenza respiratoria	pag 34
1.4.6. Nuovo sistema per la valutazione dei livelli di lavoro secondo Ellis	p. 38
1.5. Particolarità digestive del cavallo	pag 42
1.5.1. Principali patologie di ordine alimentare	pag 44
1.5.1.1. La raddomiolisi	pag 45
1.5.1.2. Le coliche	pag 47
1.5.1.3. La laminite	pag 49
<b>2. Obiettivi</b>	<b>pag 55</b>
<b>3. Materiale e Metodi</b>	<b>pag 57</b>
3.1. La scuderia	pag 57
3.2. Cavalli	pag 60
3.2.1. attività di allenamento	pag 62
3.3. Rilievi sugli animali	pag 63
3.3.1. Rilievo sul peso	pag 63
3.3.2. Rilievo del BCS	pag 66

3.3.3. Prelievi di sangue	pag 69
3.4. Alimentazione	pag 70
3.4.1. Prelievo degli alimenti e analisi	pag 75
3.5. Valutazione dell'attività fisica mediante l'uso del GPS	pag 77
3.5.1. Modalità di utilizzo del GPS per la prova sperimentale	pag 78
3.5.2 Modalità di scaricamento dei dati dal GPS	pag 82
3.5.3. Calcolo degli apporti e dei fabbisogni nutrizionali	pag 84
3.5.3.1. Apporti	pag 84
3.5.3.2. Fabbisogni	pag 84
3.6. Elaborazione statistica dei dati	pag 84
<b>4. Risultati e Discussione</b>	<b>pag 87</b>
4.1. Caratteristiche qualitative degli alimenti utilizzati nella prova	pag 87
4.2. Ingestione di SS e rapporto foraggi/concentrati delle diete ingerite	pag 90
4.3. Peso e BCS	pag 92
4.4. Attività fisica dei cavalli	pag 96
4.5. Confronto tra fabbisogni e apporti di ED	pag 100
4.6. Confronto tra fabbisogni e apporti di PG	pag 105
4.7. Sangue	pag 107
<b>5. Conclusioni</b>	<b>pag 119</b>
<b>6. Bibliografia</b>	<b>pag 123</b>
<b>7. Ringraziamenti</b>	<b>pag 129</b>

# **1. Introduzione**

## **1.1. Il cavallo trottatore**

### **1.1.1. Cenni storici**

Le origini del cavallo trottatore risalgono agli inizi del 1800. In questa epoca, infatti, cominciarono ad essere organizzate le prime corse ufficiali di trotto nel mondo.

Già dal Medioevo si correvano a Padova le corse dei berberi nell'anello di Prato della Valle (660 metri), ma l'inizio ufficiale delle corse al trotto nella città, così come attestato dai documenti, è il 13 Agosto 1808 (Qui Veneto Sport, Anno II, n. 10, ottobre 2008).

Di particolare importanza per il futuro sviluppo delle razze trottatrici, sono state comunque le prime competizioni ufficiali disputate negli Stati Uniti d'America e nel New Haven (Connecticut) nel 1806 e quelle disputate in Francia, sulla pista dell'ippodromo di Cherbourg nel 1836.

Sono quindi le razze trottatrici capostipiti: la razza Normanna e quella Americana, fra le quali esiste storicamente un'accesa rivalità.

Il Trottatore Americano ha come doti principali precocità e scatto, entrambe particolarità dovute ad una selezione operata dagli americani che prediligono le corse sulla breve distanza e impiegano sin dalla giovane età i prodotti del proprio allevamento in competizioni sul miglio.

### **1.1.2. Il Trottatore Americano o Standardbred**

Il trottatore americano (Fig. 1.1) è un cavallo originario degli Stati Uniti. Capostipite della razza è il Purosangue Inglese "Messenger", grigio, nato nel 1780 a Newmarket in Inghilterra (Fig. 1.2). Messenger fu importato negli Stati Uniti nel 1788 dopo aver svolto in patria la sua carriera di corse al galoppo; in un'età compresa tra i tre e i cinque anni ha vinto otto gare su quattordici ed è risultato non piazzato una sola volta. In America fu impiegato come stallone a Philadelphia, coprendo fattrici di razze e tipologie diverse, che andavano dal purosangue, al mezzosangue fino a semplici cavalle da tiro.

I prodotti della sua discendenza si sono dimostrati tutti soggetti forti, coraggiosi e dotati di attitudini multiple. Da questo soggetto in terza linea maschile discende Hambletonian 10

(baio, nato nel 1849), al quale si rifanno tutte le linee maschili di trottatori oggi esistenti (figura 1.3).

Il mantello più diffuso del trottatore americano è il baio, meno frequenti sono il morello e il sauro ed estremamente rari il mantello grigio e il roano. L'altezza al garrese ha un range che varia dai 145 ai 165 cm mentre il peso si aggira sui 400-530 kg.

Il nome americano "Standardbred" deriva dalla prova di velocità richiesta per la qualificazione alle gare: tale gara si svolge su un percorso standard di un miglio, che corrisponde a 1609 metri, alla quale questi cavalli partecipano sia come trottatori che come ambiatori.



*Figura 1.1: Trottatore americano ( [www.agraria.org](http://www.agraria.org), atlante delle razze di cavalli)*



*Figura 1.2: Messenger, soggetto ritenuto essere il capostipite della razza trottatore americano ([www.walkerswest.com/History/Standardbreds.htm](http://www.walkerswest.com/History/Standardbreds.htm))*



*Figura 1.3: Hambletonian 10, figlio di Messenger, il suo sangue lo si ritrova in tutte le linee maschili di trottatori oggi esistenti (www.hambletonian10.com)*

### **1.1.3. Il trottatore normanno o francese**

La razza del trottatore Normanno (Fig. 1.4) fu sviluppata in Francia a partire dal XIX secolo anche se fu riconosciuta ufficialmente solo nel 1922. La spinta per lo sviluppo della razza venne dall'aumento delle corse al trotto. La prima pista da trotto francese fu inaugurata nel 1836 presso Cherbourg, ma lo sport divenne così popolare che nel giro di pochi anni furono aperte ben 5 piste in tutta la Normandia, pertanto occorrevano cavalli adatti a questo nuovo sport in ascesa e furono così importati degli stalloni dall'Inghilterra con lo scopo di velocizzare e ingentilire i tratti delle fattrici normanne. Nacque l'Anglo-Normanno che per tutto il XIX secolo ebbe uno sviluppo parallelo a quello del Trottatore Francese, diventando due razze distinte solo nel XX secolo.

I colori dei mantelli attualmente più diffusi sono il baio, il baio oscuro e il sauro, il grigio è raro ma vi sono alcuni roani (www.ilportaledelcavallo.it, enciclopedia dei cavalli da sport).

La Francia è l'unica nazione che continua la vecchia usanza delle corse al trotto sia attaccato, che quindi prevede l'utilizzo del sulky, che montato e per questo motivo il Trottatore francese è più alto (circa 162 cm) e più possente rispetto agli altri tipi di cavalli che partecipano alle gare internazionali di trotto. Questo cavallo deve infatti essere in grado di trasportare fino a 72,5 kg di peso su lunghe distanze ( www.cheval-francais.com).



*Figura 1.4: Prince Gédé, splendido esemplare della razza trottatore francese, vincitore del Prix de Paris nel 2009 (www.cavalli.it)*

#### **1.1.4. Il trottatore Orlov**

Il trottatore Orlov (Fig. 1.5) prende il nome dal conte Aleksej Orlov, che ne fu l'artefice effettuando, nel 1777, l'incrocio fra Smetanka, uno stallone orientale che morì lo stesso anno dopo una sola stagione di monta, e alcune fattrici Harldraver di origine danese e olandese. Da una di queste cavalle, una danese dal mantello isabella, nacque Polkan il quale, accoppiato con una fattrice olandese, generò Bars (1784), un trottatore eccezionale che va considerato il capostipite della razza. Piuttosto romanzesco fu il modo in cui il conte Orlov entrò in possesso del fondatore della razza: Smetanka. Gli fu donato per il suo comportamento cavalleresco nei confronti del nemico dall'ammiraglio della flotta turca, sconfitta dalla marina russa comandata dallo stesso Orlov. I caratteri distintivi del trottatore Orlov originano sicuramente dal sangue del capostipite Bars e dei suoi discendenti selezionati, ma anche da quello proveniente da fattrici olandesi, danesi, arabe ed inglesi. In seguito fu anche apportato nuovo sangue da famosi stalloni purosangue inglesi e da cavalle di origine russa e polacca. Lo Stud Book fu istituito nel 1865 e, dopo essere rimasto aperto anche a soggetti non puri che avessero però raggiunto una velocità di almeno due minuti al km, è oggi rigidamente chiuso essendo consentita l'iscrizione dei soli cavalli di razza pura. Il Trottatore Orlov ha contribuito al miglioramento del Trottatore Francese, attraverso un certo numero di fattrici importate in Francia verso la fine del 1800. Molti soggetti furono anche introdotti nell'allevamento italiano.



L'Orlov è un cavallo di struttura solida, di buona conformazione e particolarmente robusto, per cui trova impiego anche fuori degli ippodromi come animale adatto al lavoro agricolo e al tiro leggero rapido. Sul piano agonistico, dopo un periodo favorevole agli albori del trotto francese e americano, non è più stato in grado di competere in velocità con soggetti di questa origine. Si è ricorsi allora all'incrocio con Trottatori Americani, dal quale ha avuto vita una nuova razza, il Trottatore Russo o Trottatore Métis, più veloce ma rigorosamente distinto dall'Orlov. Dobbiamo infine ricordare il contributo che questo cavallo ha dato alla creazione di altre razze fra cui quella del Don.

I mantelli maggiormente rappresentati sono il grigio, spesso pomellato, il baio, il morello e molto raramente il sauro (Dmitriez, N.G. and Ernst, L.K., 1989).



*Figura 1.5: Tipico esemplare di razza trottatore Orlov, con il caratteristico mantello grigio pomellato ([www.ansi.okstate.edu/breeds/horses/orlovtrotter/index.htm](http://www.ansi.okstate.edu/breeds/horses/orlovtrotter/index.htm)).*

Negli altri paesi europei ippicamente evoluti, cioè Svezia, Finlandia, Norvegia, Danimarca, Unione Sovietica, Germania e Italia, le due grandi correnti di sangue, quella americana e quella francese, sono andate via via mescolandosi fra loro, dando vita così ad una nuova “razza”, definita “Trottatore Noram” dalla fusione dei nomi delle due storiche razze detto anche “Trotter”.

Questa distinzione di razze oggi non ha più senso di esistere in quanto la selezione avviene sulle prestazioni.

### **1.1.5. Il Trottatore Italiano**

Il trottatore italiano è il frutto di un lungo processo di incroci e allevamento, iniziato durante l'Ottocento, quando iniziarono ad essere organizzate in tutto il mondo le prime gare ufficiali di trotto (in Italia le prime competizioni risalgono al 1808, come già citato precedentemente, a Padova).

Le razze utilizzate erano principalmente stalloni di razza Purosangue Inglese e fattrici di razze da trotto, in particolare trottatori americani, russi e normanni. Grazie a questi incroci si è costituita una razza di trottatore italiano forte ed equilibrata, capace di unire le doti di velocità del trottatore americano e la resistenza del trottatore normanno.

In tempi recenti il trottatore italiano è salito alla ribalta grazie ai successi (62 vittorie) e ai record di Varenne (Fig. 1.6), cavallo nato in Italia nel 1995 (Padre Waikiki Beach; madre Ialmaz) detentore di diversi record sulla breve e media distanza, per citarne solo alcuni:

E' il cavallo nato e allevato in Italia che ha vinto il Gran Prix d'Amerique a distanza di 54 anni dall'ultimo successo indigeno (Mistero).

E' il primo cavallo europeo ad aver vinto il Breeders Crown Trot, la corsa da un milione di dollari.

E' il primo cavallo nella storia ad aver vinto nello stesso anno, il 2001, il Prix d'Amerique, il Gran Premio Lotteria di Agnano, l'Elitlopp e il Breeders Crown Trot.

Ha vinto per due anni consecutivi il Prix d'Amerique (<http://www.varenne.com/scheda.htm>).

Da diversi anni le genealogie dei trottatori italiani sono considerate tra le migliori del mondo. Al Libro Genealogico del trottatore italiano possono essere iscritti solo pochi stalloni e fattrici provenienti da altri paesi; i criteri per l'iscrizione di fattrici e stalloni esteri prevedono che l'esemplare abbia conseguito precisi record sul chilometro, sul miglio e sulle corse di gruppo, nonché le somme vinte nelle diverse competizioni annuali.



*Figura 1.6: Varenne vincitore del Gran Prix d’Amerique nel 2002 (www2.raisport.rai.it)*

## **1.2. Libro genealogico**

Il libro genealogico del cavallo Trottatore Italiano, già tenuto in passato dall’Ente Nazionale Corse Al Trotto (E.N.C.A.T.), è attualmente tenuto dall’Unione Nazionale Incremento Razze Equine (U.N.I.R.E.), ai sensi dell’articolo 3 della legge del 15 gennaio 1991 numero 30. Il libro genealogico è lo strumento per il miglioramento genetico del cavallo Trottatore e pertanto la sua finalità è quella di favorire la selezione per migliorare le prestazioni sportive e la valutazione economica di questa razza. Allo svolgimento delle attività del libro genealogico l’ U.N.I.R.E. provvede mediante la Commissione Tecnica Centrale (CTC) e l’Ufficio Centrale del Libro genealogico (UC). La CTC del libro genealogico studia e determina i criteri e gli indirizzi per il miglioramento del cavallo Trottatore italiano e propone eventuali modifiche al disciplinare. L’U.C. del libro genealogico provvede invece all’espletamento dei compiti relativi alla realizzazione della selezione ed al funzionamento del libro genealogico, al rilascio dei documenti ufficiali del libro genealogico secondo le modalità stabilite dal disciplinare, alla pubblicazione periodica dell’elenco dei soggetti iscritti al libro genealogico, a rendere pubblicamente consultabili, anche per via telematica, le informazioni relative all’identificazione degli allevamenti iscritti all’albo ed alle caratteristiche anagrafiche, genealogiche, morfo-funzionali e genetiche dei soggetti iscritti alle diverse sezioni del libro genealogico. Per l’ammissione dei soggetti al libro genealogico, l’allevatore, iscritto all’albo deve fare esplicita richiesta a mezzo di apposita cartolina da inviare entro sette giorni dalla nascita del soggetto all’UC, esclusivamente mediante posta. I soggetti da ammettere al libro

genealogico devono essere in possesso dei requisiti previsti dal disciplinare e di quelli stabiliti dalle norme tecniche.

Il Libro genealogico si articola in:

- a) Registro supplementare puledri
- b) Registro ordinario fattrici e stalloni
- c) Registro supplementare fattrici e stalloni

Al registro supplementare puledri possono essere iscritti solo i soggetti i cui 14 ascendenti fino alla terza generazione risultino iscritti al libro genealogico italiano o ad un libro genealogico estero riconosciuto e che siano in possesso dei requisiti di iscrivibilità. Non è ammessa l'iscrizione al registro supplementare puledri di soggetti iscritti in libri genealogici esteri. Il registro supplementare puledri si divide in due sezioni:

- ▶ *Sezione A:* vengono registrati i prodotti di genitori entrambi iscritti al registro ordinario fattrici e stalloni e i prodotti di un genitore iscritto a detto registro e l'altro iscritto al registro supplementare fattrici e stalloni o ad un libro genealogico estero riconosciuto.
- ▶ *Sezione B:* vengono registrati i prodotti di genitori entrambi iscritti al registro supplementare fattrici e stalloni o di entrambi i genitori iscritti a libri genealogici esteri riconosciuti e i puledri di un genitore iscritto al registro supplementare fattrici e stalloni e l'altro iscritto ad un libro genealogico estero riconosciuto.

Al registro ordinario fattrici e stalloni vengono iscritti i soggetti che abbiano raggiunto i 24 mesi di età, provenienti dal registro supplementare puledri - sezione A. Possono inoltre essere iscritti al registro ordinario fattrici e stalloni i soggetti iscritti ai registri supplementari che abbiano superato nei modi previsti le valutazioni genetiche definite dalle norme tecniche di selezione.

Al registro supplementare fattrici e stalloni vengono iscritti i soggetti che abbiano raggiunto i 24 mesi di età provenienti dal registro supplementare puledri - sezione B. Sono inoltre iscritti al registro supplementare fattrici e stalloni i soggetti provenienti da libri genealogici esteri riconosciuti in possesso dei requisiti minimi previsti dalle norme tecniche di selezione e i cui 14 ascendenti fino alla terza generazione siano stati ugualmente iscritti.

Le norme tecniche di selezione del disciplinare, approvate dal Ministero delle politiche agricole e forestali su proposta della CTC, stabiliscono:

- a) i criteri di identificazione degli animali;
- b) le performances minime necessarie per l'iscrizione delle fattrici e degli stalloni nei relativi registri;
- c) il controllo della paternità e della maternità;
- d) le valutazioni genetiche.

(Disciplinare del libro genealogico del cavallo trottatore italiano).

### **1.3. Gare e competizioni**

Le corse al trotto devono essere ovviamente effettuate da cavalli che percorrono la pista trottando. Ogni soggetto, per poter partecipare a gare ufficiali, deve superare una prova di qualifica, essere nato da trottatori registrati in appositi libri (Stud Book), microchippato ed iscritto a sua volta negli elenchi in possesso dell'UNIRE. Inoltre, l'iniziale del nome di ogni puledro, deve avere ogni anno una identica lettera dell'alfabeto, secondo una norma introdotta in Italia nel 1978, in modo da contraddistinguere ogni annata.

L'UNIRE, Unione Nazionale Incremento Razze Equine, è un ente con sede a Roma, istituito con regio decreto del 24 maggio 1932, numero 642, dotato di autonomia finanziaria, contabile ed amministrativa, posto sotto la vigilanza del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali. In Italia l'UNIRE è l'organismo che presiede tutte le competizioni di corse di cavalli e fino a qualche anno fa demandava l'attività dei due settori trotto e galoppo rispettivamente all'ENCAT, Ente Nazionale Corse Al Trotto, ed al Jockey Club. Il decreto di riordino (D.L. 449/99) ha stabilito l'incorporazione degli Enti Tecnici ENCAT, Jockey Club, Steeple Chases ed ENCI nell'UNIRE, posto sotto la vigilanza del MIPA (ministero delle politiche agricole).

Ogni ippodromo deve rispondere a determinati requisiti specificati nell'articolo 9 del regolamento ENCAT (regolamento corse al trotto, 2007). La pista di gara non deve essere di lunghezza inferiore ad 1km, misurato ad una distanza di un metro dal ciglio interno e la larghezza di almeno 25 metri nei due tratti rettilinei. Per gli ippodromi già in attività la lunghezza minima tollerata per la pista è di 800 metri e la larghezza minima sulle rette è fissata a 15 metri.

L'ippodromo deve inoltre includere nella sua struttura le seguenti caratteristiche:

- Una idonea pista per l'allenamento

- Tutti i macchinari necessari per il rilevamento elettronico degli ordini di arrivo delle gare ed i tempi (foto sprint)
- Un impianto televisivo a circuito chiuso per la visione delle corse in diretta
- Due autostart per le partenze alla pari
- Un sistema idoneo per la partenza con la resa di metri
- Un'adeguata struttura per il ricovero dei cavalli con relativi servizi

La specialità trotto viene corsa sulla sinistra, ciò significa in senso anti-orario. Il driver o guidatore è seduto su un sellino con le ruote, detto sulky (Fig 7), trainato dal cavallo. Le ruote devono essere dotate di protezioni di plastica di colore bianco o neutro.

Attualmente sono in uso due tipologie diverse di mezzi:

Le ghigette o jog carts (Fig. 1.7) che sono usate solo per gli allenamenti e sono più grandi e grosse dei mezzi usati nelle competizioni. La struttura solitamente è fatta di legno, ma può essere anche di alluminio, ferro o acciaio inossidabile. Hanno un sellino più grande di quello del sulky da gara, il quale richiede meno doti atletiche per restarvi seduto e nel quale il guidatore è seduto più distante dal cavallo.

I sulky (Fig. 1.8), detti anche race bikes che sono gli unici consentiti nelle corse e nelle prove di qualifica. Sono più compatti e aerodinamici delle prime, hanno il sellino molto più piccolo che ne riduce il peso. Il telaio può essere in fibra di carbonio, alluminio, acciaio inossidabile o titanio. Quando piove o la pista è eccessivamente umida ai drivers e agli allenatori è richiesto di porre dei parafanghi di plastica sul retro delle ruote del sulky. Tutti i sulky devono essere conformi agli standard per poter essere approvati ed utilizzati in gara. Un sulky non può mai avere alcuna componente che possa interferire direttamente con un cavallo o un driver.



*Figura 1.7: Ghighetta in acciaio, utilizzata per gli allenamenti dei cavalli in preparazione alle corse che si svolgono invece con il sulky ([www.sulkyshop.co.nz/sulky.shtml](http://www.sulkyshop.co.nz/sulky.shtml)).*



*Figura 1.8: Sulky modello CUSTOM F.C.S. (Full Carbon Sulky), interamente in carbonio, utilizzato per le gare e per le prove di qualifica ([www.customsulky.xetnet.com](http://www.customsulky.xetnet.com)).*

Le corse si effettuano in genere con un numero minimo di 5 partenti, con alcune eccezioni (corse di “categoria”) previste da un allegato apposito.

I drivers devono far mantenere l’andatura del cavallo al trotto ed eventualmente rimmetterlo al trotto immediatamente nel momento in cui stia avanzando o guadagnando posizioni galoppando, in questo caso si dice che il cavallo rompe al galoppo. Il medesimo discorso vale anche per l’ambio (fig. 1.9). L’ambio è un’andatura del cavallo, è simile al trotto, in due tempi non basculata. Si contraddistingue per il movimento simultaneo in avanti o indietro degli arti di un lato dell’animale (sinistro o destro). Il cavallo, anziché muoversi per bipedi diagonali, si muove per bipedi laterali, quindi muove contemporaneamente, l’anteriore ed il posteriore destro, e successivamente l’anteriore e posteriore sinistro.



*Figura 1.9: cavallo che si muove ambiando, andatura in due tempi non basculata (immagine tratta da [www.ustrotting.com](http://www.ustrotting.com)).*

Rompere in modo prolungato l'andatura, cioè passare dal trotto al galoppo, comporta l'immediata estromissione dalla corsa. Il driver, durante la corsa ha circa 30 metri per poter rimettere il cavallo al trotto prima di incorrere nella squalifica. Secondo un insindacabile responso dei giudici di gara un soggetto ha ancora la possibilità di continuare il percorso dopo un primo errore, a patto che la rottura sia di breve durata o che, comunque, non consenta un vistoso miglioramento della propria posizione in corsa. Un secondo errore, o un errore commesso negli ultimi 100 metri di gara (contrassegnati da un paletto con luce rossa), o commesso al traguardo viene invece punito inderogabilmente con la squalifica. L'andatura ad ambio è considerata a tutti gli effetti come rottura. Se un cavallo durante la corsa rompe o si mette d'ambio e non ha concorrenti alla destra, il guidatore deve portarlo all'esterno finché non avrà ripreso la normale andatura.

Nel caso si trovi in gruppo dovrà mantenere rigorosamente la propria linea rallentando senza trattenere all'improvviso, in modo da non mettere in difficoltà i concorrenti che lo seguono e creare stati di pericolo. In caso di squalifica il guidatore deve abbandonare la corsa senza disturbare gli altri concorrenti, non appena la Giuria ne avrà dato comunicazione.

La distanza di una corsa, ovviamente, non è sempre la stessa. Le gare in Italia variano dai 1100 (corse di moda fino a qualche anno fa ed ora però abbandonate) ai 3000 metri. La stragrande maggioranza delle competizioni, però, si effettua su una distanza che va dai 1600 ai 1660 metri (breve distanza) e dai 2060 ai 2100 metri (media distanza). Le corse oltre i 2100 metri (lunga distanza), un tempo molto frequenti nel nostro Paese, sono state quasi totalmente cancellate dalla programmazione. Gli ippodromi italiani di trotto sono caratterizzati da due



tipi di tracciati. Quelli a raggio ridotto che misurano 800 metri, definiti “piste piccole” e quelli lunghi 1000 metri, definiti “piste grandi”.

Le partenze delle corse di trotto possono avvenire in due modi: con i cavalli allineati dietro alle ali dell'autostart o fra i nastri. Le prime, decisamente più diffuse avvengono in questo modo: i cavalli si dispongono nella scia della macchina che viaggia ad una velocità impostata elettronicamente, con un'accelerazione progressiva tarata su quella ideale per i cavalli. Il cronometro scatta quando il primo cavallo passa sulla fotocellula del palo di partenza. Al contatto con la macchina dell'autostart partono sei cavalli nelle piste da 800 metri e otto nelle piste da 1000 metri. Se il numero di cavalli nella corsa è superiore, quelli con i numeri di partenza più alti si schierano in seconda linea.

Le cosiddette partenze fra i nastri avvengono invece nelle corse ad handicap, quando i cavalli appartenenti alle categorie superiori danno un vantaggio in metri agli altri per riequilibrare le forze in campo. In questo caso partono dalla stessa linea quattro o cinque cavalli a seconda dell'ampiezza della pista con un massimo di 8 o 10 per ogni nastro di partenza.

Nella partenza fra i nastri i concorrenti assumono lo schieramento secondo i numeri (i cavalli con i numeri più alti partono più indietro), procedendo in senso contrario a quello della corsa. Poi, al segnale, fanno una giravolta di 180 gradi e si avviano nel senso normale di corsa.

Fa eccezione la Francia, dove i numeri non vengono assegnati in base alla forza dei concorrenti, ma alle somme vinte, e i cavalli entrano in pista lateralmente, effettuando non un'inversione di marcia, bensì un angolo di 90 gradi. Fino a poco tempo fa, per segnalare le diverse distanze venivano tesi, attraverso la pista, elastici o nastri da rilasciare al momento della partenza, oggi sostituiti da fotocellule.

Non sono ammessi alle corse i castroni esteri, mentre i castroni indigeni e i trottatori italiani sono esclusi dal Gran premio Nazionale, dal Derby, dal Gran Premio Paolo e Orsino Orsi Mangelli, dal Gran Premio d'Europa, dal Gran Premio Triossi e dal Gran Premio Continentale.

Esistono anche dei limiti di età per la partecipazione alle corse: le femmine indigene e trottatrici italiane di età superiore ai 7 anni non possono più competere e lo stesso vale per i maschi ed i castroni indigeni di età superiore ai 10 anni, mentre per i maschi esteri il limite d'età è fissato a 9 anni.



*Figura 1.10: Esempio della struttura di un ippodromo: piantina del nuovo impianto di Follonica. L'impianto si trova nel cuore della cittadina e si estende per una superficie di 90.000 mq di cui 19.000 sono dedicati al pubblico, 14.000 alla pista di gara, 8.000 a quella di allenamento e 15.000 mq occupati dalle scuderie, la rimanenza e' utilizzata per diversi servizi e modalit . L'ippodromo e' attrezzato per lo svolgimento delle corse in notturna. 8.000 spettatori e' la capienza per il pubblico con 2.200 posti a sedere (immagine tratta da [www.ippodromodeipini.it](http://www.ippodromodeipini.it))*

## 1.4. Fabbisogni nutrizionali

### 1.4.1. L'alimentazione base del cavallo

Il comportamento alimentare di un cavallo in natura si differenzia in maniera sostanziale da quello che gli viene proposto se stabulato. Il primo   in grado di percorrere anche 80 km al giorno, vagando ed esplorando tutto il territorio a disposizione, il secondo solitamente   confinato in box o in paddock con poche possibilit  di percorrere lunghe distanze. Solitamente durante la foraggiata l'animale afferra con le labbra estremamente mobili di cui   dotato, piccole quantit  d'erba per volta e successivamente le mastica per poi deglutirle. Mentre il soggetto   ancora impegnato nella masticazione, si sposta di qualche passo e

ricomincia il procedimento appena concluso (Waran, 2002). In genere un cavallo al pascolo indisturbato passerà il 59-68% della sua giornata a mangiare il che equivale a 14-16,5 ore al giorno dedicate a nutrirsi (Duncan, 1992). L'erba ingerita fornisce tutti i nutrimenti, la fibra grezza, l'acqua, gli elettroliti e le vitamine che gli consentono, visto che non lavora, di vivere bene.

Un cavallo stabulato e sottoposto ad un lavoro più o meno intenso, ha bisogno di una dieta che gli fornisca, oltre all'energia per il suo mantenimento, anche l'energia supplementare richiesta dal lavoro svolto. È importante conoscere il valore nutrizionale degli alimenti, cioè la quantità di energia e proteina contenuti in un certo alimento, in modo da poter preparare diete equilibrate per il cavallo, anche tenendo conto del tipo di animale, delle sue dimensioni, della quantità e del tipo di attività fisica svolta e della sua capacità di ingestione.

Una dieta equilibrata per un cavallo adulto dovrà apportare mediamente all'organismo: il 30-35% di carboidrati, dal 2 al 5% di lipidi, il 12-14% di proteine e circa il 50% di fibra. I carboidrati e le proteine sono le fonti energetiche, mentre la fibra è la fonte indispensabile per i processi digestivi e favorisce anche l'assorbimento delle sostanze nutritive. Ciò sembra essere dovuto al fatto che i concentrati influenzano positivamente la capacità dei microrganismi intestinali di digerire la fibra (Kienzle *et al.*, 2002).

#### **1.4.2. Valutazione del contenuto energetico degli alimenti**

Per calcolare il contenuto energetico degli alimenti vengono attualmente utilizzati due metodi di valutazione:

- ▶ NRC, sistema americano, messo appunto dal National Research Council;
- ▶ INRA, sistema francese, messo appunto dall'Institut National Recherche Agronomique.

Il sistema NRC esprime l'energia come Energia Digeribile (ED), ovvero la quota di energia lorda dell'alimento al cui sono sottratte le perdite fecali, espressa in Mcal/kg di sostanza secca (SS). Le richieste energetiche dei cavalli sono spesso espresse in kilocalorie (kcal) o megacalorie (Mcal) oppure possono anche essere espresse in joules. Una megacaloria risulta l'equivalente di 4.184 megajoules (MJ) (NRC, 2007). In realtà sarebbe più corretto parlare di Energia Digeribile apparente in quanto alcuni materiali escreti con le feci non originano dagli alimenti assunti con la dieta ma dalle cellule di sfaldamento del tratto gastroenterico e dalle secrezioni digestive. La vera ED di un alimento può essere calcolata solo se sono conosciute

le perdite fecali endogene. Poiché le perdite di energia fecale endogena non sono determinate di routine negli studi con i cavalli, spesso il valore di Energia Digeribile rappresenta l'Energia Digeribile apparente e non la vera (NRC, 2007).

Le richieste energetiche giornaliere per mantenimento ed esercizio sono calcolate a partire dalla seguente formula:

$$DEt = \text{Mantenimento (DEm)} + \text{Esercizio (DEw)}$$

In cui: DEt: total Digestible Energy (Energia Digeribile totale)

DEm: Digestible Energy at maintenance (Energia Digeribile per il mantenimento)

DEw: Digestible Energy for work (Energia Digeribile per il lavoro).

La DE<sub>m</sub>, espressa in kcal/kg BW/d, è fissata dall'NRC a 33,3 (ad esempio 16,7 Mcal/d per un soggetto di 500 kg) e a 36,3 per stalloni e puledri (ad esempio 18,2 Mcal/d per un soggetto di 500 kg).

L'NRC si propone di stimare i fabbisogni per l'esercizio fisico a partire da quelli di mantenimento moltiplicandoli per un fattore di correzione che varia a seconda dell'intensità dell'esercizio (tabella 1.1):

- Esercizio leggero: DE (Mcal/d) = 1,20 x DE<sub>m</sub> (= 0.0333 BW)
- Lavoro moderato: DE (Mcal/d) = 1,40 x DE<sub>m</sub> (= 0.0333 BW)
- Lavoro intenso: DE (Mcal/d) = 1,60 x DE<sub>m</sub> (= 0.0333 BW)
- Lavoro molto intenso: DE (Mcal/d) = 1,90 x DE<sub>m</sub> (= 0.0333 BW)

Tabella 1.1: *Differenti livelli di lavoro per cavalli sportivi (NRC, 2007)*

	<b>sport</b>	<b>ore/settimana</b>	<b>HR</b>
<b>Leggero</b>	Equitazione amatoriale, inizio dei programmi di allenamento, cavalli da mostra.	1-3	80 b/min
<b>Medio</b>	Cavalli da scuola, inizio degli allenamenti o subito dopo la doma, polo, lavoro in ranch.	3-5	90 b/min
<b>Intenso</b>	Lavoro in ranch, polo, cavalli da mostra (esibizioni frequenti e stancanti), eventi di livello medio-basso, allenamento alle corse.	4-5	110 b/min
<b>Molto intenso</b>	Corsa: quarter horse, galoppatori, trottatori, cavalli da endurance.	6-12 ore la settimana o 1 ora veloce la settimana.	110-150 b/min

I fabbisogni totali sono espressi in tabelle e divisi per categorie di peso, compreso tra i 200 e i 900 kg ( tabella 1.2) (Martin-Rosset, 2008a).

Tabella 1.2: *Esempio di fabbisogni energetici totali giornalieri di cavalli in attività sportiva, per un soggetto di 500 kg. ( NRC, 2007)*

<b>Intensità</b>	<b>Mantenimento</b>	<b>Leggero</b>	<b>Moderato</b>	<b>Intenso</b>	<b>Molto intenso</b>
	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>	<b>160</b>	<b>190</b>
<b>DE (Mcal/d)</b>	16.7-18.2	20.0	23.3	26.6	34.5

La valutazione in ED, però, fornisce una sovrastima del valore dei fieni in quanto non considera le perdite dovute ai processi fermentativi.

Il sistema INRA, studiato dai ricercatori francesi Martin-Rosset e Vermorel, esprime l'energia degli alimenti come Energia Netta (EN). Il contenuto di Energia Netta degli alimenti è riferito a quello di un alimento standard, l'orzo, ed espresso in Unità Foraggiere Cavallo (UFC). Questa unità, proposta dall'INRA nel 1984, corrisponde al valore di EN di un Kg di orzo standard, all'86% di sostanza secca, calcolato per un cavallo in mantenimento, dato che la quota di mantenimento rappresenta la maggior parte del fabbisogno energetico globale, dal 50 al 90% a seconda della categoria animale di cui si tratta.

Il valore UFC degli alimenti corrisponde al loro valore in energia netta rapportato a quello medio di un Kg di orzo (2250 cal).

Espresso per Kg di alimento tal quale esso varia da 0,29 a 0,35 UFC per le paglie di cereali, da 0,38 a 0,57 UFC per i fieni di prato naturale e da 0,43 a 0,54 UFC per i fieni di erba medica, secondo lo stadio e le condizioni di raccolta dei foraggi, raggiunge 0,88 UFC per l'avena e 1,14 UFC per il mais (Martin-Rosset, 1994).

Per le razze leggere (400-600 kg BW) il sistema INRA utilizza il modello di Meixner *et al.*(1981) per calcolare la spesa energetica unitaria della locomozione in metri/min, ad una velocità standard per le diverse andature, includendo anche la fase di anticipazione e quella di recupero (se presenti). Successivamente i fabbisogni energetici sono calcolati su un'ora di esercizio standardizzata ed effettuata a differenti intensità di lavoro, nella situazione più pratica possibile, dividendo l'ora di esercizio in diversi periodi di lavoro effettuati alle diverse andature e velocità. Una volta calcolati i fabbisogni, questi si moltiplicano per la spesa energetica unitaria precedentemente calcolata (Tabella 1.3). L'affidabilità dei valori stimati viene testata mediante due test di alimentazione (feeding trials) a lungo termine condotti su due gruppi di cavalli da sella. L'energia delle razioni è messa a confronto con i fabbisogni energetici misurando l'apporto alimentare giornaliero, il valore nutritivo degli alimenti (digeribilità e energia), il peso corporeo e il Body Condition Score (BCS) (Martin-Rosset *et al.*, 2008b).

La durata e l'intensità dell'esercizio sono determinati settimanalmente e giornalmente in accordo con quanto detto da Martin-Rosset *et al.* (2008c). Dalla prova è emerso che le variazioni delle razioni sono conformi ai fabbisogni stimati ma le razioni di cibo sono più alte rispetto a quello che ci si aspettava a causa dell'effetto di fattori ambientali e della variabilità individuale. Le razioni sono poi state calcolate per il mantenimento e per il mantenimento associato al lavoro di diversa intensità. Le scale di intensità sono state messe a punto nel corso

dei test di alimentazione. Le razioni sono state calcolate per diversi pesi corporei: da 450 a 600 kg (Martin-Rosset, 2008a).

Tabella 1.3: Esempio di fabbisogni energetici totali e razioni per un soggetto di 500 kg (INRA, 1990)

<b>Intensità</b>	<b>Mantenimento</b>	<b>Molto leggero<sup>1</sup></b>	<b>Leggero<sup>1</sup></b>	<b>Moderato<sup>1</sup></b>	<b>Intenso<sup>1</sup></b>
	<b>100</b>	<b>115</b>	<b>130</b>	<b>145</b>	<b>170</b>
<b>NE (Mcal)<sup>2</sup></b>	9.5	10.8	12.4	13.7	16.2
<b>NE (UFC)</b>	4.2	4.8	5.5	6.1	7.2

<sup>1</sup>Un'ora di lavoro standard

<sup>2</sup>Energia Netta (2.250/UFC)

Tabella 1.4: Variazione della spesa energetica in rapporto alla velocità del cavallo<sup>1</sup>: spesa energetica unitaria ( Martin-Rosset, 2008a)

	<b>Velocità (m/min)</b>	<b>Spesa energetica (Kcal/min)</b>	<b>Volte il mantenimento<sup>2</sup></b>
<b>Attesa senza il cavaliere</b>	0	11.5	1.1
<b>Attesa con il cavaliere</b>	0	12	1.2
<b>Passo</b>	110	50	2.5
<b>Piccolo trotto</b>	200	110	10
<b>Trotto normale</b>	300	160	15
<b>Trotto veloce</b>	500	350	35
<b>Galoppo normale</b>	350	210	20
<b>Galoppo veloce</b>	600	420	40
<b>Velocità massima</b>		600	60

<sup>1</sup>La spesa energetica è calcolata a partire dal consumo di ossigeno (e debito di ossigeno) misurato da Meixner et al. (1981), in cavalli di 560 kg BW che portano un carico di 100 kg (cavaliere più finimenti), usando il seguente modello:

$$VO_2 \text{ l/min} = 3.78 + 0.0097 \text{velocità (m/min)}.$$

<sup>2</sup>Mantenimento = 1

### 1.4.3. Fabbisogni per l'attività fisica

È possibile dividere l'attività fisica o le performance atletiche dei cavalli fondamentalmente in 3 grosse categorie:

1. **Resistenza:** attività che si svolge generalmente per 2 ore o più, con uno sforzo di bassa intensità e che richiede la produzione di energia mediante il metabolismo aerobico. Questa categoria include attività come l'endurance, l'equitazione di campagna, il lavoro dei cavalli da tiro e di quelli da ranch.
2. **Media distanza** (da 0,5 a 2 miglia o da 800 a 3200 metri): attività condotta per parecchi minuti al 75-95% di sforzo massimo. Richiede la produzione di energia sia mediante metabolismo anaerobico che aerobico. Questa categoria include attività come le gare di trotto e galoppo.
3. **Sprint** (un quarto di miglio, 400 metri o tragitti più brevi): attività che impegna i soggetti per circa un minuto o ancora meno tempo, con uno sforzo che si avvicina a quello massimo. Richiede l'energia fornita dal metabolismo anaerobico. Questa categoria include attività quali le corse dei quarter horse, il barrel racing e i rodei.

Attività come il polo e il cutting richiedono uno sforzo fisico sovrapponibile a tutte e tre le categorie sopracitate. Il salto ostacoli comprende sia un'attività sovrapponibile a quella sulla media distanza che lo sprint (Lewis, 2005).

Una delle operazioni più complicate da effettuare nell'ambito dell'equitazione e dell'ippica è quella di stabilire dei livelli per l'attività fisica. Il sistema NRC a seconda dei diversi livelli di lavoro del cavallo raccomanda un aumento da 1 a 1.9 volte il livello dei fabbisogni di mantenimento (NRC, 2007). Il sistema francese INRA invece offre a chi lo consulta delle tabelle con i fabbisogni per 4 livelli di attività fisica oltre al mantenimento ed offre anche la possibilità di scelta tra tabelle di intensità e durata per un calcolo della spesa energetica più accurato (INRA, 1990). La tabella 1.5 fornisce una visione d'insieme dei vari livelli in cui i due sistemi possono essere applicati. Questi due sistemi non tengono conto della variabilità o delle ripetizioni degli esercizi anche se bisogna riconoscere che alcuni sforzi in più sono stati fatti al livello 1 del sistema NRC, il quale per la prima volta accorpa la frequenza cardiaca e il carico di lavoro settimanale. In ogni caso chi consulta questi sistemi spesso può usare solo i livelli 3 o 4. Nella versione 2007 del sistema NRC le tabelle dei fabbisogni sono molto simili a quelle presenti nella versione precedente (NRC, 1989). Anche il sistema francese, come



quello americano, basa la stima dei fabbisogni energetici durante l'esercizio sul consumo di ossigeno ma non fa riferimento alla formula di Coenen (Coenen, 2005).

I fabbisogni energetici sono valutati usando i feeding trials effettuati in situazioni pratiche per poter includere gli effetti secondari del lavoro (anticipazione, debito di ossigeno, aumento generale del metabolismo) e l'influenza dei fattori ambientali (Ellis, 2008).

*Tabella 1.5: Riepilogo dei diversi livelli di calcolo e delle tabelle usate per stimare i fabbisogni energetici nel sistema americano ed in quello francese (Ellis, 2001)*

	<b>NRC</b>	<b>INRA</b>
<b>LIVELLO1</b> <b>Formule e calcoli</b>	<p>A questo livello l'NRC fa riferimento alla formula di Coenen (2005) basata sul consumo di O<sub>2</sub> in relazione al HR al minuto:</p> $O_2(\text{ml/kg BW/min}) = 0.0019 \times (\text{HR})^{2.0653}$ <p>L'HR media per la velocità dev'essere stimata da queste tabelle fornite ed è fornito un fattore di utilizzazione dell'energia per l'HR (battiti/min):</p> <p>60 b/min = 24 kcal            90 b/min = 56 kcal            120 b/min = 99 kcal            150 b/min = 158 kcal            180 b/min = 230 kcal</p>	<p>La stima della spesa energetica è basata sul consumo di O<sub>2</sub> usando la formula di Meixner <i>et al.</i>:</p> $O_2 (\text{l/min}) = 3.78 + 0.097 \text{ velocità (m/min)}.$ <p>Gli utenti hanno la possibilità di calcolare le spese energetiche extra tenendo conto delle andature e della velocità al minuto per:</p> <p>attesa senza cavaliere            passo            piccolo trotto            trotto normale            trotto veloce            piccolo galoppo            galoppo            massima velocità</p>

<p><b>LIVELLO 2</b></p> <p><b>Tabelle di calcolo semplici</b></p>	<p>Malgrado la dettagliata descrizione dei valori di energia per il lavoro sono poi qui forniti come multipli dei fabbisogni di mantenimento (M):</p> <p>Leggero = 1.2 x M</p> <p>Medio = 1.4 x M</p> <p>Intenso = 1.6 x M</p> <p>Molto intenso = 1.9 x M</p>	<p>I fabbisogni sono calcolati usando i dati forniti dai test di alimentazione al fine di includere gli effetti secondari del lavoro e sono forniti per ora di lavoro. Sono fornite una descrizione dettagliata dell'intensità di lavoro, il tempo trascorso al passo, al trotto o al galoppo nel corso di un'ora distinte tra attività di maneggio e all'aperto.</p>
<p><b>LIVELLO3</b></p> <p><b>Tabelle di riferimento veloci</b></p>	<p>Gli utenti possono scegliere di avere i fabbisogni energetici suddivisi per:</p> <p>Giorno</p> <p>Tipo di cavallo</p> <p>Range di BW</p> <p>per i 4 livelli di lavoro (leggero-medio-intenso-molto intenso).</p>	<p>Gli utenti possono ottenere i fabbisogni energetici suddivisi per:</p> <p>Giorno</p> <p>Range di BW</p> <p>Per i 4 livelli di lavoro (molto leggero-leggero-moderato-intenso)</p>
<p><b>LIVELLO 4</b></p>	<p>Calcolatore del bilanciamento della razione on line.</p>	<p>Software per il calcolo del bilanciamento della razione.</p>

#### 1.4.4. Frequenza cardiaca e consumo di ossigeno

L'esercizio fisico impone al cuore notevoli aggiustamenti funzionali transitori che non differiscono nel soggetto non allenato e nell'atleta nel quale però l'allenamento svolto induce specifici adattamenti alla condizione di superlavoro attraverso lo sviluppo di modificazioni morfologiche e funzionali stabili nel tempo e ne migliora le prestazioni cardiocircolatorie. Il cuore nel cavallo a riposo distribuisce un volume di 40 l/min di sangue, in corso di attività fisica può arrivare fino ad un volume di 300 l/min. Questo innalzamento è dovuto in modo principale all'aumento della frequenza cardiaca (FC o, dall'inglese Heart Rate, HR ) di ben 6-

7 volte il valore a riposo ed in parte all'aumento della gittata sistolica (GS) che può passare da valori di 600 ml a riposo a valori pari a 988-1270 ml/battito sotto sforzo. In contemporanea nel letto vasale si registrano un aumento della pressione sanguigna e una diminuzione delle resistenze vascolari periferiche: queste modificazioni portano ad una intensa redistribuzione della perfusione ematica del muscolo (o muscoli) attivo per poter soddisfare le nuove esigenze metaboliche.

A riposo infatti solo il 15% del flusso ematico interessa i muscoli, mentre nel corso dell'attività fisica possono arrivare a ricevere fino all'85-90% della perfusione totale (Fig. 1.11) (Caola, 2001).

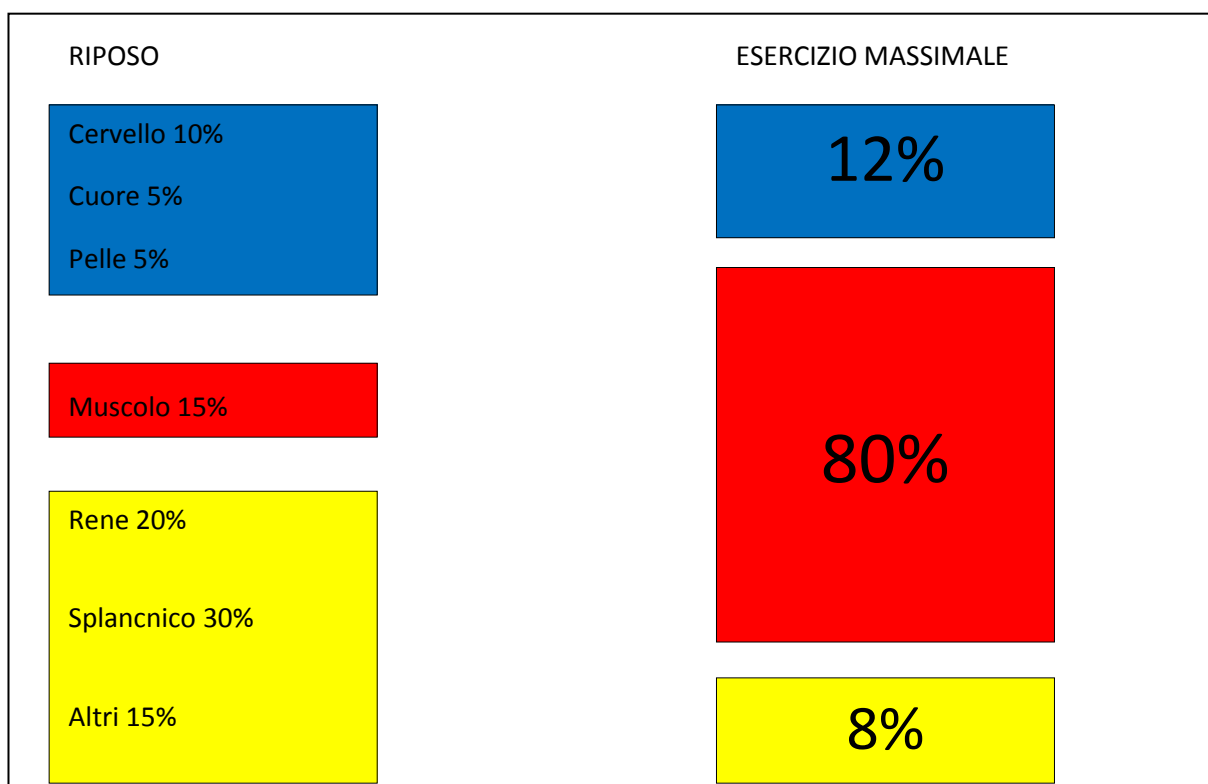
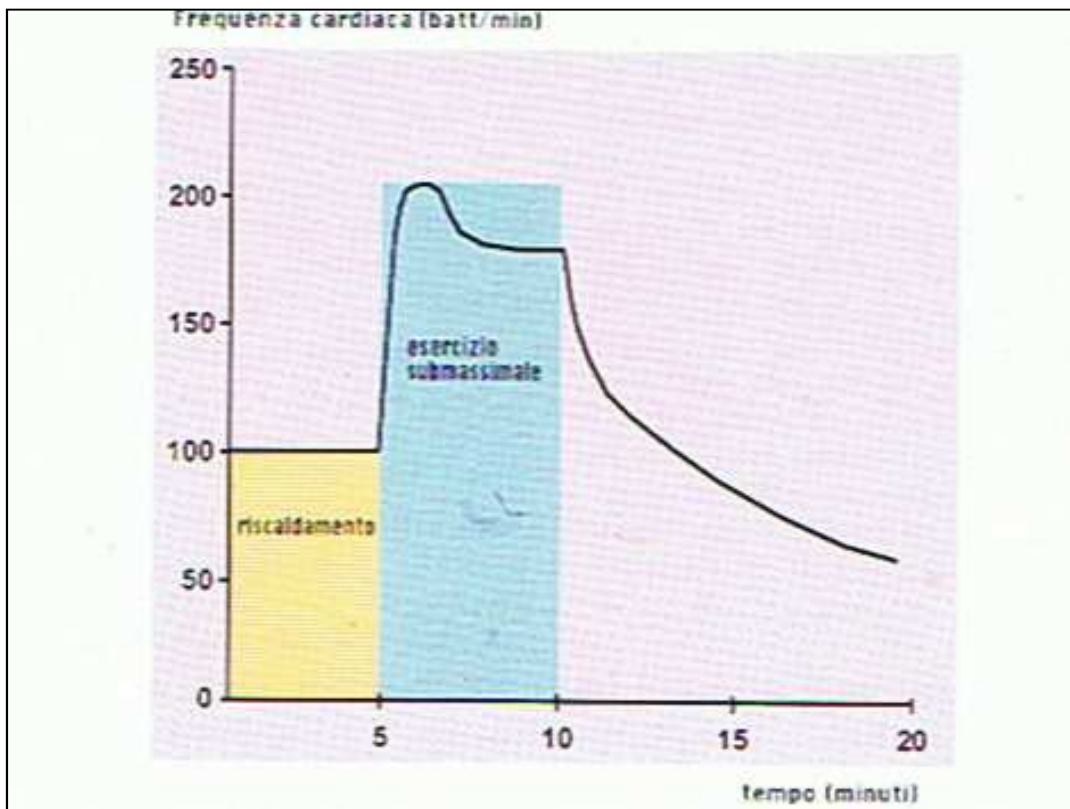


Figura 1.11: Distribuzione del volume di sangue a riposo e durante l'attività fisica massimale ( Caola, 2001)

Il valore della frequenza cardiaca a riposo è uguale a 28-40 battiti al minuto e vari con l'età, la razza, il peso corporeo, l'attitudine atletica ed altri fattori. La FC prima dell'inizio di un esercizio fisico può aumentare nei soggetti particolarmente emotivi: questo fenomeno è detto fase di anticipazione ed è legato all'attivazione dei centri bulbari da parte di impulsi provenienti dai centri corticali superiori. All'inizio di un esercizio fisico di intensità più o

meno costante la FC cresce rapidamente e raggiunge il valore massimo (detto overshoot) che risulta mediamente pari a 223 battiti al minuto entro 45 secondi (figura 1.12) (Caola, 2001) .



*Figura 1.12: Frequenza cardiaca all'inizio, durante e dopo l'esercizio fisico di intensità più o meno costante (Caola, 2001)*

L'incremento della FC è indotto dalla stimolazione adrenergica del nodo seno-atriale attraverso i nervi cranici del sistema nervoso simpatico e da parte delle catecolamine immesse in circolo dalla midollare del surrene. Se intensità dell'esercizio fisico si mantiene costante la FC raggiunge l'equilibrio (steady-state) nel giro di 2-3 minuti e non si osservano ulteriori variazioni fino al termine dell'attività fisica, a patto però che questa sia di breve durata. L'intensità dell'overshoot e il tempo di raggiungimento dello steady-state dipendono da diversi fattori quali il tempo di riscaldamento prima dell'esercizio, l'intensità dell'esercizio, il temperamento del soggetto impegnato nell'esercizio ed altri.

Se l'esercizio si protrae invece nel tempo si nota un lieve ulteriore aumento della FC rispetto allo steady-state legato molto probabilmente all'aumento della temperatura corporea. Durante esercizi di intensità crescente ad ogni variazione di intensità la FC aumenta

proporzionalmente con una cinetica simile a quella descritta precedentemente. Caratteristico appare l'andamento per gradini per carichi di lavoro sub massimali. Alla fine dell'attività fisica la cinetica di recupero della FC, ovvero l'andamento del tempo necessario perché la FC rientri nel range dei suoi valori basali, è simile a quella del suo incremento se l'esercizio è stato ad impegno esclusivamente aerobico (lavoro submassimale).

Se il soggetto invece ha effettuato un lavoro di tipo anaerobico (lavoro sovramassimale) la cinetica di recupero è nettamente prolungata a causa del debito di ossigeno lattacido contratto. Si calcola che dopo una esercizio della durata di 3-5 min alla velocità di 300-500 m/min, il tempo di recupero è di 20-30 minuti ed è stato calcolato inoltre che dopo 2-3 min di recupero la FC è vicina a valori prossimi agli 80 b/min.

La cinetica della FC è influenzata però, oltre che dall'intensità e dalla durata dell'esercizio fisico, anche dall'allenamento, da fattori ambientali e fattori climatici (Caola, 2001).

Nel cavallo la FC è funzione lineare della velocità (carichi di lavoro) per valori che vanno dai 200 agli 800 m/min, con un range di valori compresi tra 120 e 210 battiti (figura 1.13).

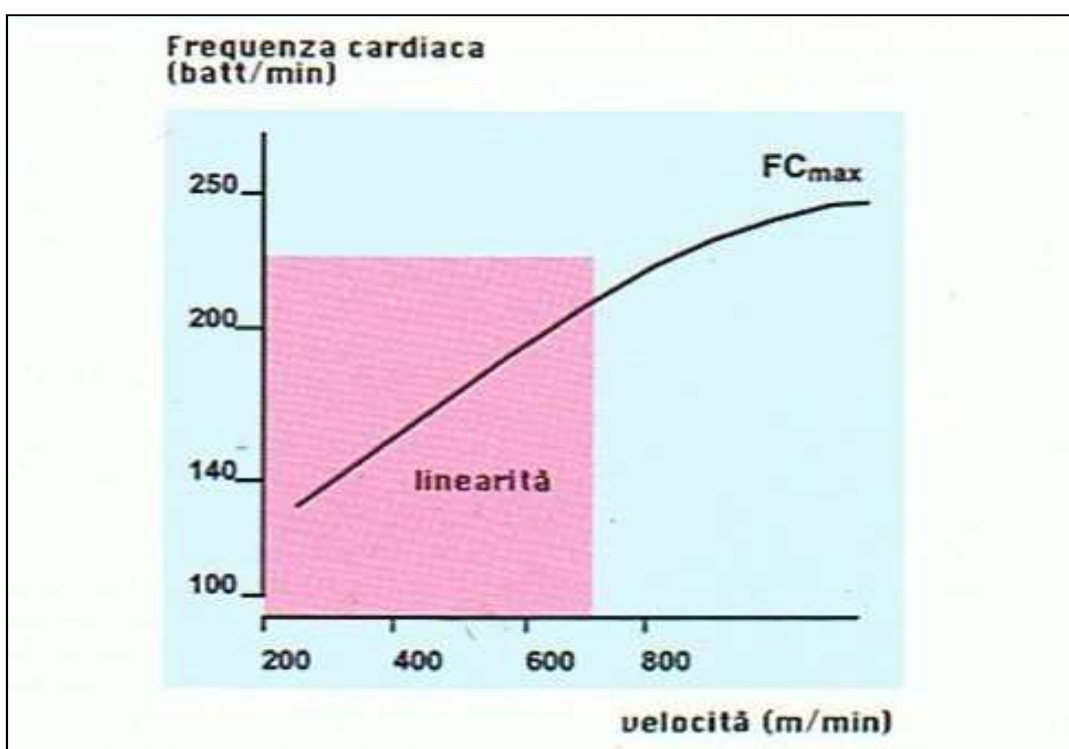


Figura 1.13: Correlazione tra frequenza cardiaca e velocità nel cavallo. La linearità si mantiene per velocità comprese fra 200 e 800 m/min (Caola, 2001).

La pendenza della linea illustrata nel grafico 1.13 è influenzata da diversi fattori quali la tipologia del cavallo preso in esame, la temperatura ambientale, l'umidità relativa, la velocità del vento, l'allenamento, il terreno di lavoro e la sua pendenza, l'andatura presa in esame.

Per valori di FC al di sotto dei 120 b/min tra FC e velocità la linearità è poco riproducibile a causa delle influenze legate al carattere del soggetto, mentre per valori superiori ai 210 b/min l'andamento lineare diventa iperbolico a causa dell'accumulo di acido lattico nel sangue che indica l'utilizzo del metabolismo anaerobico da parte del muscolo in attività (Caola, 2001).

Coenen (Coenen, 2008) ha utilizzato i dati provenienti da 87 pubblicazioni per studiare le risposte metaboliche all'esercizio fisico in rapporto all'energia spesa.

I 759 cavalli (di peso compreso tra i 400 e i 600 kg) presenti in letteratura e studiati da Coenen sono stati sottoposti ad esercizi in condizioni standard, spesso su tapis roulant, a velocità spinte fino a 16.7 m/sec. Questi soggetti hanno presentato, come livello massimo di FC, 238 battiti al minuto e, come livello massimo di consumo di ossigeno, 176 ml/kg/sec.

La figura 1.14 mostra i cambiamenti del consumo di ossigeno ( $VO_2$ ) e della FC in risposta all'incremento della velocità, ma appare evidente dai dati, che risultano sparsi lungo la curva e che rappresentano le due funzioni polinomiali, che vi è un limite nel predire le variabili suddette mediante il solo ausilio della velocità.

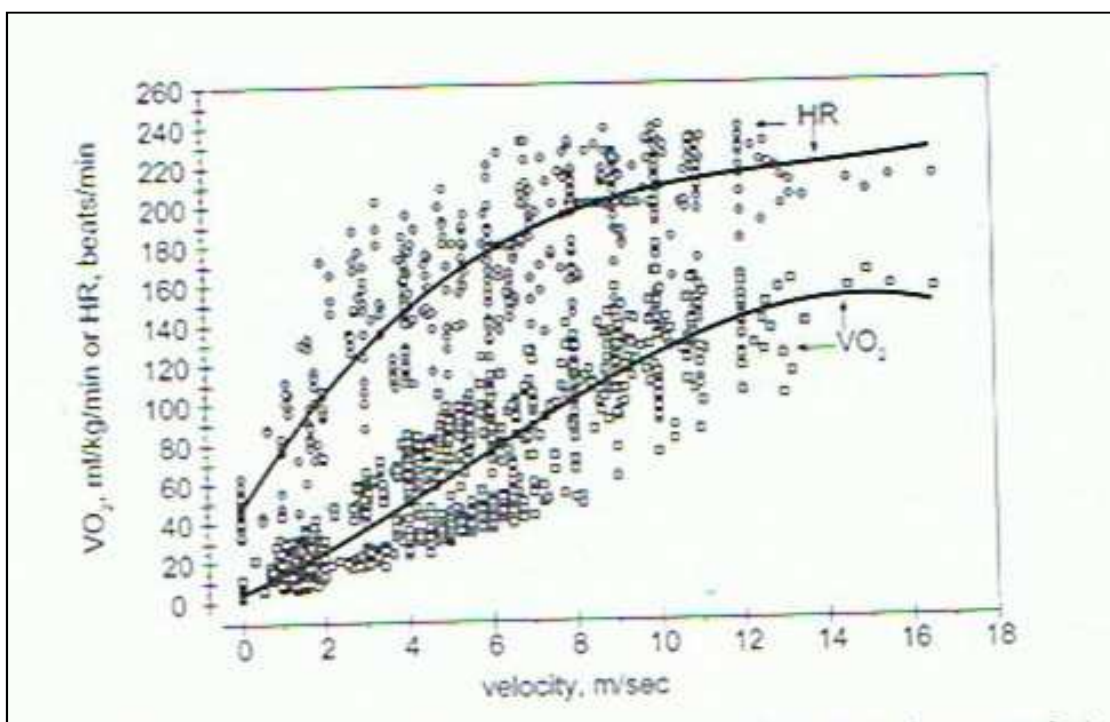


Figura 1.14: Consumo di ossigeno e frequenza cardiaca in relazione con la velocità (Coenen, 2008).

Chiaramente un fattore che può influenzare queste variabili è la pendenza del percorso o quella impostata sul tapis roulant. Includendo la pendenza si ottiene una descrizione più precisa della  $VO_2$  in risposta alla velocità. La figura 1.15 mostra i modelli polinomiali e i valori previsti per Y quando la pendenza è fissata a zero.

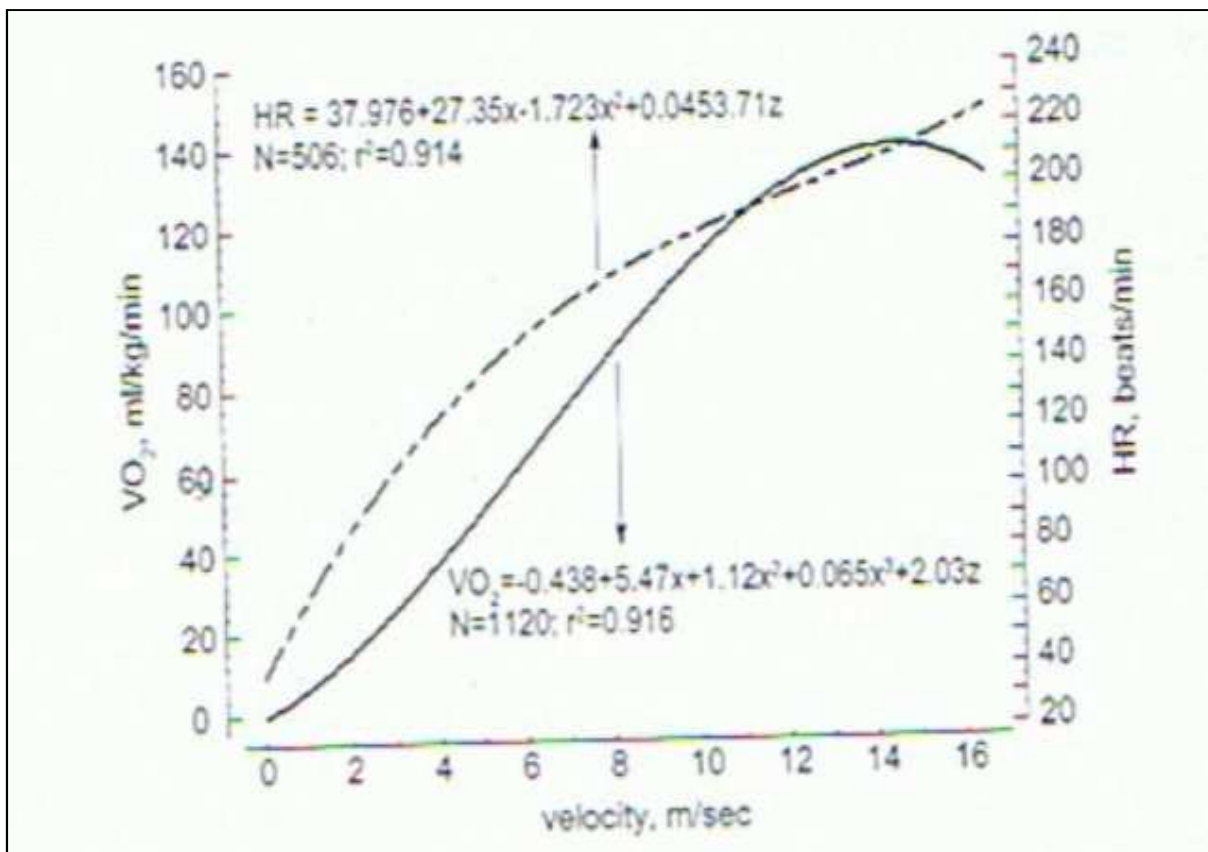


Figura 1.15: Grafico del consumo di ossigeno, linea continua, e della frequenza cardiaca, linea tratteggiata, in relazione con la velocità (Coenen, 2008).

La curva della frequenza cardiaca mostra un incremento quasi lineare fino a valori di 6 m/sec; le due rette mostrano come punto di rottura i 160 battiti al minuto. La minor pendenza per valori di FC superiori ai 160 b/min può, a prima vista, sembrar indicare un possibile sviluppo del deficit di ossigeno, ma la curva del consumo di ossigeno come il polso d'ossigeno (OP) non mostrano una forma caratteristica che induca a pensare ad un aumento del deficit di ossigeno (Coenen, 2008).

Il polso d'ossigeno (OP) è definito dal rapporto tra il consumo di ossigeno e la frequenza cardiaca ( $OP = VO_2/FC$ ). Proprio perché connesso con l'efficienza cardiocircolatoria questo parametro è ovviamente correlato anche con il metabolismo aerobico. L'OP indica infatti

quanto ossigeno viene assorbito ad ogni battito cardiaco ed è influenzato da diversi fattori quali temperatura ed umidità ambientali, tipo di esercizio, emotività, fatica, distanza dai pasti. Nel cavallo il polso di ossigeno varia da 0.4 a 0.8 ml/kg/min (Caola, 2001).

Sopra gli 11 m/sec la curva del consumo di ossigeno rispetto alla velocità mostra una diminuzione della pendenza e l'area tra una linea che prolunga la parte retta di questa curva tra i 6 e i 9 m/sec e la curva del consumo di ossigeno che tende verso il basso, si può ritenere appartenga al metabolismo anaerobico. Lo stesso Coenen afferma però che non è detto che non si possano verificare debiti di ossigeno al di sotto dei 11 m/sec.

Il consumo di ossigeno per battito cardiaco è in media 0.05 ml/battito cardiaco nelle diverse specie. Nei cavalli in attività sportiva questo valore aumenta con l'aumento della intensità dell'esercizio come descritto dalla relazione di tipo lineare tra OP e FC ( $OP = -0.0346 + 0.0029 FC$ ). A questo punto diventa discutibile se una specifica finestra nel consumo di ossigeno o nella frequenza cardiaca possa essere attribuita al metabolismo anaerobico.

È dato per assodato che 1 ml di O<sub>2</sub> sia equivalente a 20.1 J. Questo equivalente calorico basato sui lavori di Rubner (Rubner, 1910) è usato indipendentemente dal motivo per cui avviene l'ossidazione dei substrati, e cioè per il mantenimento o l'esercizio. Di conseguenza la VO<sub>2</sub> può semplicemente essere espressa come calore o spesa energetica (EE, dal termine anglosassone Energy Expenditure). La VO<sub>2</sub> o la EE non sono semplicemente l'energia dei prodotti come può esserlo ad esempio l'attività muscolare e la continua produzione di ATP è sicuramente inclusa nell'EE ma l'efficacia dell'ATP ad esempio per il lavoro muscolare non lo è.

La parte aerobica di un esercizio in relazione alla EE è ben definita dalla equazione che si vede nella figura 1.16 (Coenen, 2008), in cui però è presente un errore di stampa (NRC, 2007) e pertanto una volta corretta appare come:  $VO_2 \text{ (ml O}_2\text{/kg BW/min)} = 0.001946 \times HR^{2.0653}$ .



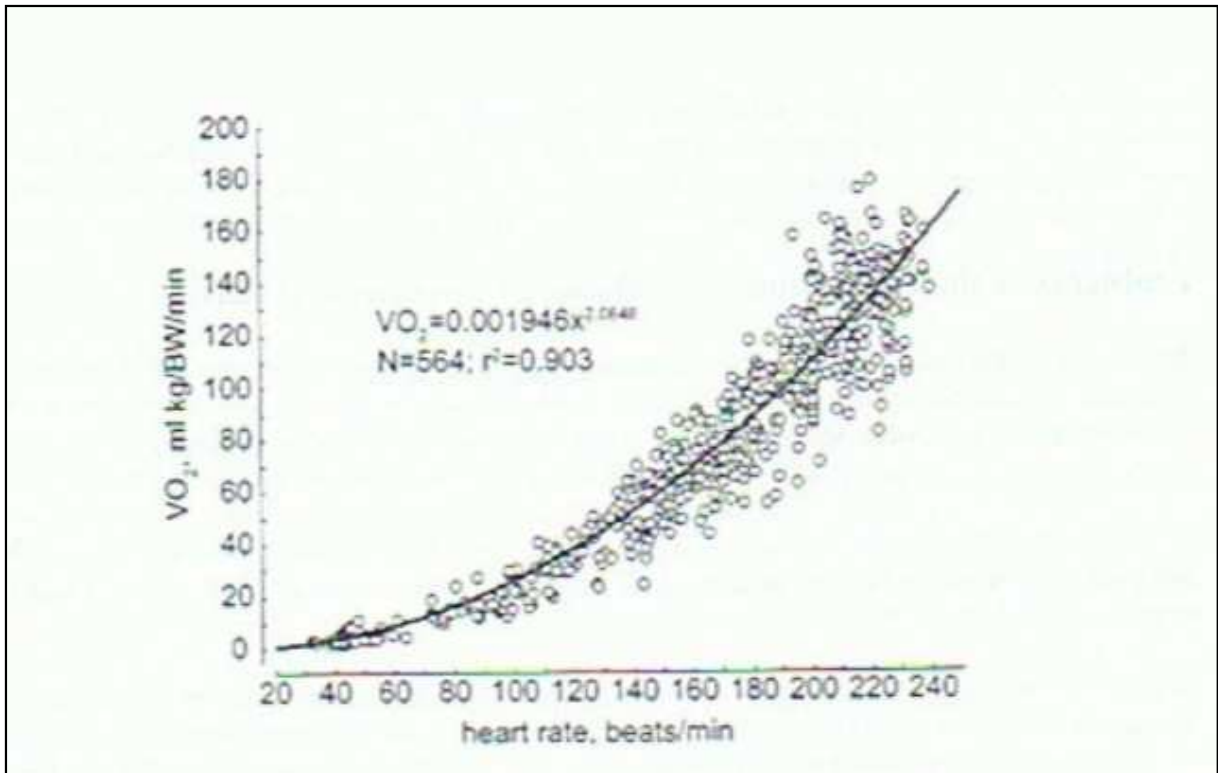


Figura 1.16: Consumo di ossigeno in relazione con la frequenza cardiaca (Coenen, 2008).

A questo punto dovrebbe essere chiaro che la FC offre un sistema diretto ed efficace per ottenere informazioni riguardo al carico di lavoro.

Durante l'esercizio fisico la distanza dell'attuale FC dalla FC a riposo riflette la distanza dell'EE dalla condizione di mantenimento. Qualora i fabbisogni di mantenimento fossero conosciuti, possono essere stimati i fabbisogni energetici associati all'esercizio.

Per la completa trasformazione del consumo di ossigeno derivato dalla frequenza cardiaca o dalla velocità resta un'importante questione irrisolta: come stimare l'energia anaerobica fornita dalla spesa energetica totale? Il cambiamento del livello del lattato nel sangue ( $\Delta\text{Lac}$ ) generalmente è ben accettato come specchio per l'esercizio anaerobico ma l'ossigeno equivalente, e conseguentemente anche il valore in calorie equivalente del  $\Delta\text{Lac}$ , non è sufficientemente ben definito (Coenen, 2008).

La spesa energetica riflette un profilo specifico nelle reazioni senza consumo di ATP così come le reazioni che consumano ATP lo fanno nei tessuti che consumano ossigeno. Un passo successivo potrebbe essere quello di esprimere il consumo di ATP degli animali in attività sportiva. Dato che l'ATP è la valuta di scambio nei sistemi biologici, la spesa energetica

potrebbe essere espressa in ATP sia per quel che riguarda il mantenimento e l'esercizio sia per quel che riguarda la lattazione (Coenen, 2008).

#### **1.4.5. Frequenza respiratoria**

La frequenza respiratoria nel cavallo a riposo è compresa tra 8 e 16 atti respiratori al minuto. Al passo essa può raggiungere i 71 atti/min, mentre al galoppo, ad una velocità maggiore di 500 m/min, può raggiungere un massimo di 300 atti/min. Questi dati consentono di evidenziare come il cavallo a riposo sia caratterizzato da un volume minuto medio pari a circa 65 l/min e che in condizioni estreme, come ad esempio il galoppo ad una velocità di 700 m/min, esso può raggiungere i 300 l/min (Caola, 2001).

Il volume minuto (V) esprime la ventilazione polmonare, ovvero il volume d'aria che lascia il polmone in un minuto; esso è uguale al prodotto del volume tidalico ( $V_T$ ) per la frequenza respiratoria (f):  $V = V_T \times f$ .

Poiché la ventilazione polmonare in condizioni di riposo risulta costante, sia la frequenza respiratoria che il volume tidalico variano reciprocamente in maniera inversamente proporzionale, ovvero all'aumentare dell'uno si assiste alla diminuzione dell'altro in modo tale che se la frequenza respiratoria è elevata  $V_T$  tende a ridursi e quando lo stesso  $V_T$  aumenta la frequenza respiratoria diminuisce. Nel cavallo, in condizioni di eupnea, il volume minuto è pari a circa 65 l/min, assumendo che  $V_T$  è mediamente pari a 5400 ml, ovvero 12 ml/kg, ed f è pari a 12 (Caola, 2001).

L'aumento del metabolismo muscolare legato all'attività fisica si manifesta in termini di maggiore consumo di ossigeno e aumentata produzione di anidride carbonica a cui consegue un aumento della ventilazione alveolare ( $V_a$ ), detta iperventilazione, per mantenere costante la pressione alveolare di  $CO_2$  (che dovrebbe essere 40 mmHg) e la pressione alveolare di  $O_2$  (che dovrebbe essere 100 mmHg) al fine di garantire l'efficienza degli scambi gassosi tra l'aria presente nell'alveolo ed i gas respiratori veicolati dal sangue (Caola, 2001).

L'equazione che definisce la ventilazione alveolare è la seguente:

$$V_a = V_{CO_2} / P_{a_{CO_2}}$$

in cui  $V_{CO_2}$  e  $P_{a_{CO_2}}$  rappresentano rispettivamente il volume e la pressione alveolare della  $CO_2$ . Affinché il valore di  $P_{a_{CO_2}}$  rimanga costante, all'aumentare di  $V_{CO_2}$  (maggior volume indotto dall'esercizio fisico), è evidente che  $V_a$  deve aumentare in modo proporzionale in modo tale

da mantenere costante il rapporto  $V_{CO_2}/V_a$ . L'aumento della ventilazione si realizza mediante l'aumento sia della frequenza respiratoria che della profondità del respiro.

Nel cavallo l'aumento della ventilazione polmonare è correlato in modo lineare con la velocità ed è dovuto all'aumento consensuale sia della frequenza respiratoria che del volume tidalico (figure 1.17 e 1.18 e tabella 1.6).

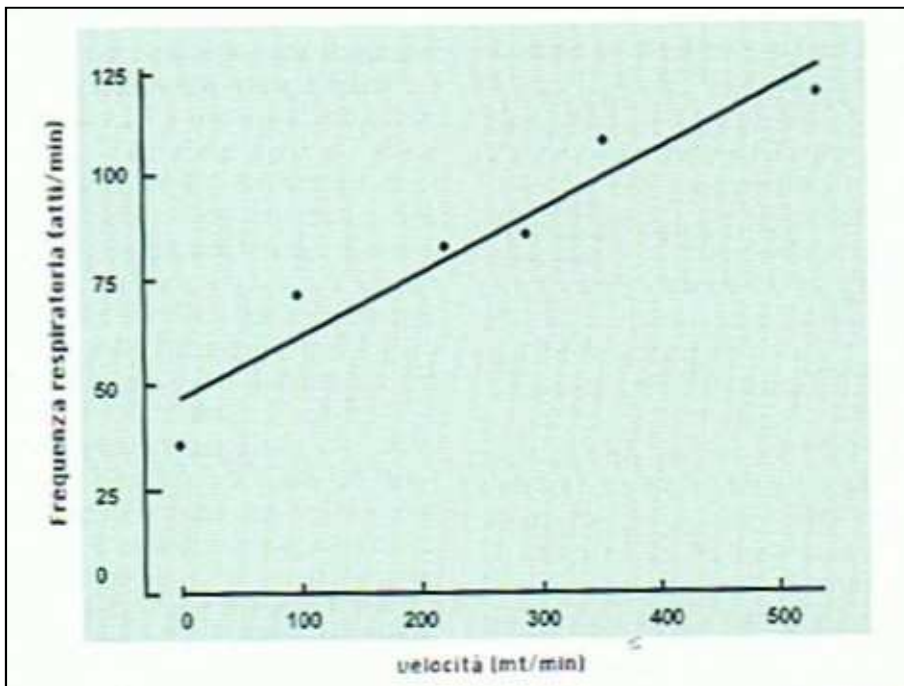


Figura 1.17: Correlazione tra frequenza respiratoria e velocità (Caola, 2001)

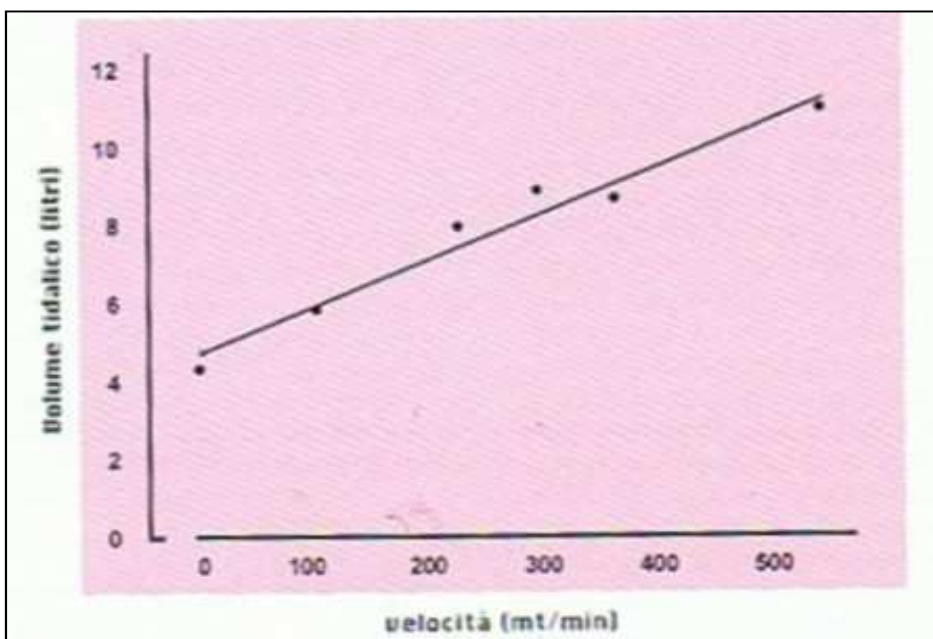


Figura 1.18: Correlazione tra volume tidalico e velocità (Caola, 2001).

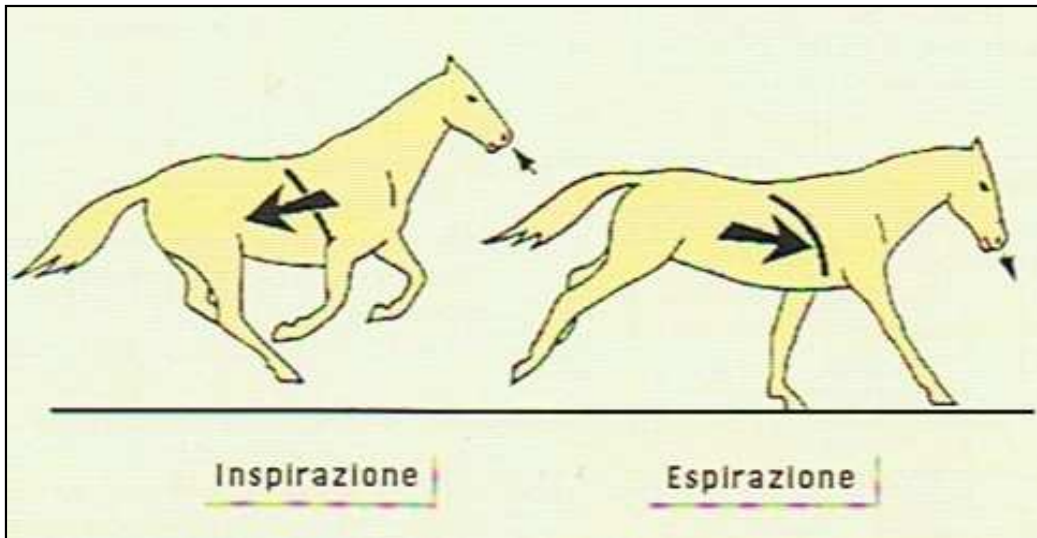
Tabella 1.6: Valori medi della frequenza respiratoria ( $f$ ), del volume tidalico ( $V_T$ ), e del volume minuto ( $V$ ) in un cavallo di 450 kg in condizioni di riposo e sottoposto ad esercizio di diversa intensità (Caola, 2001).

	<b>f</b> (atti/min)	<b><math>V_T</math></b> (litri)	<b>Volume minuto (V)</b> (litri/min)
<b>Riposo</b>	12	5	60
<b>Passo</b> (120 m/min)	50	6	300
<b>Trotto</b> (240 m/min)	80	7	560
<b>Piccolo galoppo</b> (360 m/min)	100	8	800
<b>Galoppo</b> (720 m/min)	130	10	1300

Se si analizza attentamente la tabella sopracitata si può chiaramente notare che mentre il volume minuto ( $V$ ) aumenta di circa 22 volte, la frequenza respiratoria ( $f$ ) aumenta di circa 10 volte ed il volume tidalico raddoppia solamente passando dal riposo al galoppo. Consensualmente all'aumento della ventilazione minuto aumenta anche il flusso sanguigno e la gittata cardiaca al fine di garantire la perfusione e diffusione a livello polmonare e muscolare.

Al galoppo (a velocità superiori ai 500 m/min) la maggior parte dell'aumento del volume minuto è dovuto all'aumento della frequenza respiratoria che può arrivare anche a raggiungere valori di 180 atti/min (Caola, 2001).

Il volume tidalico sembra essere funzione lineare della lunghezza dell'atto locomotorio in quanto, durante la locomozione, avviene il cosiddetto accoppiamento respirazione-locomozione (ARL) (figura 1.19). Nel cavallo quando la frequenza respiratoria e l'andatura sono in rapporto 1:1 (cosa che avviene ad esempio al piccolo galoppo o al galoppo) lo spostamento degli organi addominali detti pistone viscerale (fegato, stomaco, pacchetto intestinale,) è in sinergia con le escursioni inspiratorie ed espiratorie del diaframma e coadiuva la ventilazione rendendo minore il costo energetico della respirazione.



*Figura 1.19: Rapporto tra movimento oscillante del tronco del cavallo in movimento (galoppo) e respirazione. Durante l'inspirazione il pistone viscerale viene spinto indietro, trascina con se il diaframma ed amplia la cavità toracica, facilitando l'inspirazione; durante l'espiazione lo stesso pistone viscerale viene spinto in avanti, preme in senso postero-anteriore sul diaframma, mentre contemporaneamente, all'appoggio degli arti anteriori, il torace viene compresso tra le due scapole: l'atto espiratorio viene così facilitato (Caola, 2001).*

Al trotto il rapporto tra la frequenza respiratoria e l'andatura varia tra 1:2, 1:3, 2:3 per cui ad elevate velocità gli atti respiratori non possono superare il numero di passi effettuati dal soggetto in movimento. Al galoppo o al piccolo galoppo il rapporto atti respiratori/passi è rigidamente fissato a 1:1 (figura 1.20) limitando la possibilità di aumentare la ventilazione. Durante il galoppo la frequenza respiratoria e quella del passo sono di solito comprese tra i 130 ed i 140 atti respiratori o passi al minuto; se si moltiplica questo valore per il volume tidale medio, in genere fissato a 10 litri, se ne ricava che il cavallo ha un valore massimo di ventilazione minuto di circa 1300 litri (Caola, 2001).

Nel galoppo sostenuto (720 m/min), in cui le frequenze del passo sono altissime, la durata media degli atti inspiratori ed espiratori è di solo 200 ms, per cui essendo i volumi inspiratori cadenzati dal tempo di sollevamento del treno anteriore la ventilazione alveolare non può aumentare consensualmente alla produzione di CO<sub>2</sub> ed il cavallo va incontro ad ipoventilazione con alcalosi respiratoria e acidosi metabolica.

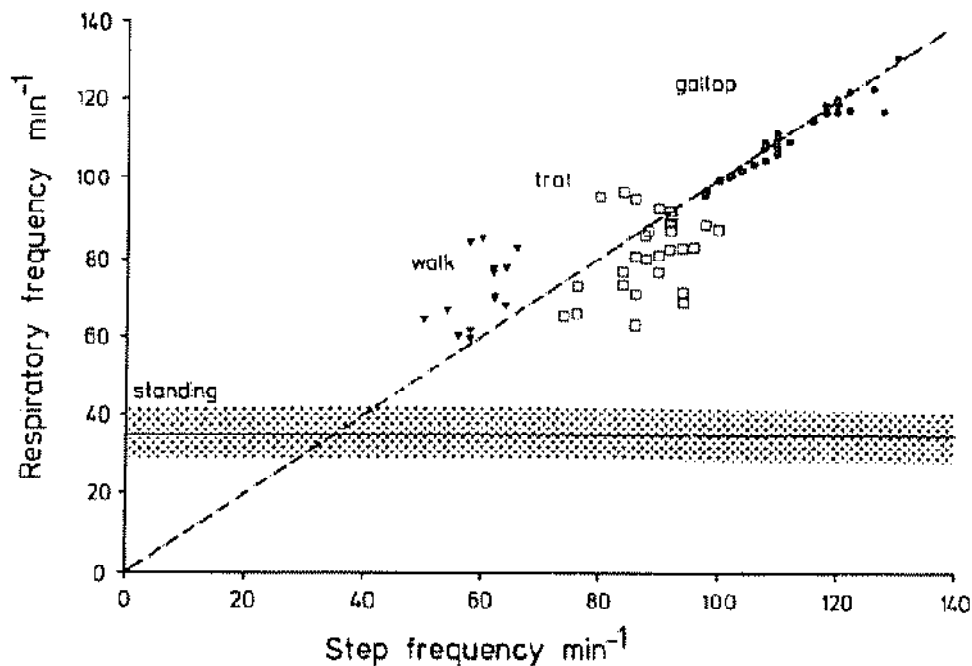


Figura 1.20: Frequenza respiratoria ( $f$ ) di 5 cavalli (4 castroni e una femmina) durante il passo, il trotto ed il galoppo in relazione con la frequenza del passo. Il range della frequenza respiratoria durante l'attesa con il cavaliere in sella è indicato dall'area punteggiata. La linea diagonale è quella che rappresenta la corrispondenza tra la frequenza respiratoria e quella del passo. Da notare è che  $f$  non ha relazioni con la frequenza del passo al trotto ed al passo mentre durante il galoppo è molto più sincronizzata con esso (Hörnigke et al., 1983).

#### 1.4.6. Nuovo sistema per la valutazione dei livelli di lavoro secondo Ellis

Ellis ha sviluppato un nuovo sistema per valutare i livelli di lavoro per i cavalli in quanto, sebbene molti allenatori di cavalli e cavalieri usino regolarmente registrare la frequenza cardiaca, la maggior parte dei cavalieri ha bisogno di assegnare un livello di lavoro a partire da altre variabili. La spesa energetica per l'esercizio può essere calcolata a partire dalle seguenti variabili: ripetizioni, durata, intensità e sforzo (Martin-Rosset, 2000).

Il nuovo sistema messo appunto da Ellis è stato sviluppato per incorporare i metodi usati da tutti gli altri sistemi ma anche per permettere una valutazione più approfondita e chiara per i profani della materia. Questo sistema tenta di mettere assieme il meglio dei sistemi attuali (usando però livelli di intensità più dettagliati) con un nuovo approccio per un'applicazione più pratica. I livelli degli esercizi sono valutati per i tipi di esercizio individuale: una volta che questi sono stati determinati, l'allenatore deve assegnare 4 punti per ogni tipo di esercizio intrapreso nella settimana. Sono stati sviluppati inoltre anche un punteggio per l'intensità ed

uno per la durata dell'esercizio in modo tale da fornire un livello di esercizio per tipo di allenamento. Il sistema fornisce anche dei punteggi extra per le situazioni in cui il cavallo deve spendere dell'energia in più. Questa area del sistema potrà anche essere utilizzata per correggere il punteggio in base al BCS, al livello di allenamento e ad altri fattori.

Secondo alcuni studi infatti, un soggetto con condizione corporea troppo elevata (sopra il peso medio standard) ha un aumento del 50% dei fabbisogni di energia digeribile per mantenere il peso corporeo, anche se sottoposto a identiche condizioni di alimentazione e di allenamento (Webb *et al.*, 1991).

Attualmente due punti extra sono assegnati per ogni tipo di esercizio che implica: salti più alti di 1.5 metri, livelli avanzati di movimenti di dressage raccolti, lavoro in pendenza (su tapis roulant o su terreno in salita), tirare una carrozza. Da due a quattro punti sono conferiti per: il lavoro ad elevate temperature ambientali (maggiori di 28°C ) e/o con elevata umidità, temperature molto rigide (minori di -1°C) per più di 2 giorni consecutivi (in queste condizioni aumentano i costi di mantenimento). Cinque punti supplementari sono conferiti quando il lavoro viene condotto a temperature molto basse, ovvero al di sotto dei -10°C per più di due giorni consecutivi. Una volta che il punteggio è stato assegnato, il livello di lavoro può essere trovato in una scala a nove livelli, dal mantenimento al livello estremo (tabella 1.7) (Ellis, 2008).

*Tabella 1.7: Livelli di lavoro, abbreviazione dei livelli, punteggio assegnato (Ellis, 2008).*

Mantenimento	Molto leggero	Leggero	Leggero-medio	Medio	Medio-intenso	Intenso	Molto intenso	Estremo
MT	VL	L	LM	M	MH	H	VH	X
-10	10-14	15-20	21-26	27-34	35-45	46-54	44-60	+61

Schema riassuntivo del nuovo sistema messo appunto da Ellis:

► Tipo di lavoro: in questa sezione si devono fornire dei dettagli su tutti i tipo di lavoro che vengono svolti nel corso di una settimana. La tabella 1.8 dà l'opportunità di inserire 4 tipi di lavoro.

► Fase 1: per ogni tipo di lavoro si devono fornire le seguenti informazioni:

A. Giornaliero: quante volte al giorno si svolge il lavoro (di solito una al giorno e quindi si scrive 1)

B. Settimanale: quanti giorni la settimana si svolge il lavoro (esempio: due volte la settimana = 2)

C. Durata: quanto al lungo si lavora. Il punteggio viene fornito dalla figura 1.21.

D. Intensità: quanto pesante è il lavoro in questione. Il punteggio viene fornito dalla figura 1.22.

► Fase 2: si sommano i punteggi assegnati nella fase 1 (A+B+C+D)

► Fase 3: punti aggiuntivi

► 2 punti in più per

- salti più alti di 1.5 m
- livelli avanzati di movimenti di dressage raccolti,
- lavoro in pendenza (su tapis roulant o su terreno in salita),
- tirare una carrozza

► da 2 a 4 punti in più nel caso il lavoro fosse condotto

- ad alte temperature ( $> 28^{\circ}\text{C}$ ) e/o con elevata umidità
- temperature molto rigide ( $< -1^{\circ}\text{C}$ ) per più di 2 giorni consecutivi

► 5 punti

- per temperature molto basse ( $< -10^{\circ}\text{C}$ ) per più di due giorni consecutivi

► Fase 4: si sommano i punti totali per i diversi livelli di lavoro. Il punteggio ottenuto dimostra il livello di lavoro del cavallo in esame se confrontato con i valori espressi nella tabella 1.7.

Il lavoro di Ellis contiene anche un appendice finale in cui sono riportati i fabbisogni energetici divisi in base ai livelli di lavoro precedentemente calcolati e la distribuzione di foraggi e concentrati nella dieta.



Tabella 1.8: Foglio per il calcolo del livello di lavoro per un cavallo ed alcuni esempi di calcolo per diverse tipologie di soggetti (Ellis, 2008).

Exercise A-D		YOUR HORSE	Leisure combined schooling	SJ	
Type of exercise				medium jump training/show	prof top jump training/show
a	Daily on any one day		1	1	1
b	Weekly days per week		3	3	3
c	Duration score		2	2	2
d	Intensity score		3	7	11
Subtotal $a \times b \times c + d = A$			9		
			hacking	lunging	lunging
a	Daily		1	1	1
b	Weekly		2	2	2
c	Duration		2	1	1
d	Intensity		5	3	4
Subtotal $a \times b \times c + d = B$			9		
				hacking	hacking
a	Daily			1	1
b	Weekly			1	1
c	Duration			2	2
d	Intensity			3	3
Subtotal $a \times b \times c + d = C$					
a	Daily				
b	Weekly				
c	Duration				
d	Intensity				
Subtotal $a \times b \times c + d = D$					
Additional points E					
2 points each	jump > 1.5m, steep inclination, carriage pull, advanced dressage				6
2-5 points each	Temperature: high (>28 °C); humidity; low < -1 °C for >2 days; low < -10 °C for >2 days				
Total A+B+C+D+E			18	23	34
Work level			L	LM	M



Figura 1.21: Punteggio per la durata dell'esercizio (asse x), assegnato per tipo di esercizio in relazione al tempo (Ellis, 2008).

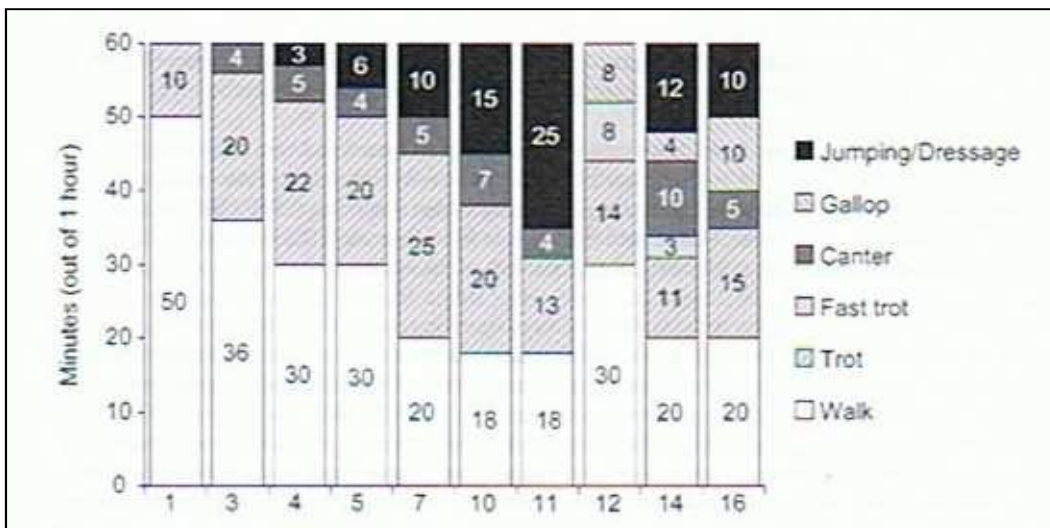


Figura 1.22: Punteggio per l'intensità (asse x), assegnato per tipo di esercizio in relazione con l'allenamento (Ellis, 2008).

### 1.5. Particolarità digestive del cavallo

L'apparato digerente degli equidi presenta delle particolarità che predispongono maggiormente questi animali alle disfunzioni digestive.

Una delle prime particolarità della specie equina si trova nella bocca del cavallo ed è rappresentata dai denti. Un cavallo maschio adulto presenta 40 denti in totale mentre un

soggetto di sesso femminile ne presenta solitamente 36, perché spesso le femmine non possiedono i canini o, se presenti, sono piccoli e quasi invisibili.

I denti sono così distribuiti: 12 molari, 12 premolari, 4 canini e 12 incisivi che sono chiamati, in base al loro ordine procedendo dal centro della bocca in direzione laterale, piccozzi, mediani e cantoni. L'accrescimento dei denti del cavallo è definito di tipo protratto poiché con la masticazione le superfici dei denti a contatto si consumano ma la loro lunghezza non varia in quanto il dente, per tutta la vita dell'animale, continua ad uscire sempre più dall'alveolo per compensare l'usura. Un'altra caratteristica peculiare della dentatura del cavallo è rappresentata dal fatto che grazie a questa si possa determinare l'età del soggetto con una buona approssimazione. Lo stomaco del cavallo è molto piccolo e, in condizioni fisiologiche, ha una capacità di soli 8-15 litri (Nikel *et al.*, 1979). Una grossa quantità di cibo quindi, una volta raggiunto lo stomaco, tende a lasciarlo in tempi brevi e quindi a passare mal digerito all'intestino tenue. Un'altra caratteristica importante dello stomaco del cavallo è il grande sviluppo del muscolo sfintere del cardia. Questo potente dispositivo di chiusura del cardia e lo sbocco ad angolo acuto dell'esofago nello stomaco rendono impossibile al cavallo, se non in qualche caso molto raro, il rigurgito del contenuto gastrico e di gas proveniente da quest'organo. Inoltre, essendo lo stomaco situato completamente nella porzione intratoracica della cavità addominale sfugge all'azione diretta del torchio addominale per cui, anche a stomaco considerevolmente disteso, raramente l'animale è in grado di svuotarlo vomitando e, in caso di distensione acuta del viscere, può andare in contro a rotture dello stomaco che nel cavallo non sono un'evenienza così rara (Nikel *et al.*, 1979).

In contrasto con uno stomaco straordinariamente piccolo, anche in rapporto alle dimensioni medie dell'animale, il cavallo possiede un intestino molto voluminoso che occupa la maggior parte della cavità addominale. Per quanto riguarda il volume e la capacità, il primo posto spetta di diritto a cieco e colon ascendente. Come per i ruminanti i prestomaci, così nel cavallo queste parti di intestino rappresentano le grandi camere di fermentazione, indispensabili per la digestione della cellulosa.

Per le dimensioni considerevoli il colon ascendente del cavallo è anche detto grosso colon (Nikel *et al.*, 1979). L'intestino tenue è lungo circa 27 metri nelle sue 3 porzioni; in particolare il duodeno è lungo circa un metro, il digiuno 25 metri e l'ileo circa 70 cm. L'ampiezza del lume in condizioni fisiologiche ha il diametro di 5-7 cm. Il digiuno presenta un mesentere particolarmente sviluppato e a causa di questo, e della conseguente mobilità

delle anse digiunali, possono insorgere coliche dovute ad anomale posizioni di questo tratto di intestino, come ad esempio per l'incarcerazione di anse digiunali attraverso il forame epiploico nel vestibolo della borsa omentale o per invaginazione di un segmento di intestino nel tratto che immediatamente lo segue (Nikel *et al.*, 1979). La notevole lunghezza e il complesso sistema di ripiegamento del tratto intestinale si oppongono ad un passaggio troppo rapido degli alimenti: se da una parte il transito lento favorisce una digestione più accurata, dall'altra aumenta i rischi di intasamento con conseguente ristagno e fermentazione del materiale presente. Tutto questo pone le basi di vari disturbi della digestione che si manifestano spesso con le coliche. E' quindi opportuno che le razioni giornaliere del cavallo siano tre o quattro, per evitare l'ingestione di grosse quantità di alimento, ed è bene inoltre programmare l'orario dei pasti in maniera che trascorra almeno un'ora dalla foraggiata all'inizio del lavoro.

### **1.5.1. Principali patologie di ordine alimentare**

Le malattie nutrizionali sono numerose ma possono essere suddivise in due grandi categorie:

- ▶ Le malattie causate da carenze nella dieta
- ▶ Le malattie causate da una dieta non bilanciata.

Nel primo gruppo il principale motivo per cui esiste una carenza nella dieta dell'animale è dato dalla mancata conoscenza da parte dell'allevatore di quale sia l'effettiva carenza dietetica stessa, piuttosto che l'incapacità o la mancata voglia di procurare gli elementi o i principi nutritivi mancanti.

Il secondo gruppo di disordini alimentari, ovvero quelli causati da una dieta non bilanciata, possono essere il risultato dell'ignoranza dell'allevatore ma, più spesso, sono il risultato del desiderio dello stesso di ottenere una crescita più rapida, maggiori produzioni o migliori prestazioni (Swan, 1943).

I disturbi dovuti all'alimentazione sono numerosi e, talvolta difficili da diagnosticare. I più ricorrenti nel cavallo sono la rabdomiolisi, le coliche e la laminite, molto spesso dovuti ad errori grossolani di razionamento.

### **1.5.1.1. La rabdomiolisi**

Il termine rabdomiolisi, che letteralmente significa distruzione del tessuto muscolare striato, sta ad indicare una sindrome che si manifesta durante o subito dopo l'esercizio fisico ed è caratterizzata da stanchezza, affaticabilità, dolore o crampi muscolari, riluttanza al movimento che può arrivare fino a casi estremi di decubito prolungato del soggetto, senza la capacità di mantenere la stazione quadrupedale. Questa patologia può inoltre portare ad un'alterazione dei parametri ematochimici, con aumento degli enzimi muscolari aspartato transferasi (AST) e creatinin kinasi (CK) e mioglobinuria. Nel cavallo sono stati identificati, essenzialmente, due tipi di rabdomiolisi:

La prima forma è detta rabdomiolisi sporadica ed è caratterizzata da episodi isolati di rabdomiolisi che possono anche manifestarsi una sola volta nell'arco della vita del soggetto e sono legati principalmente ad esercizio sovra massimale, che spinge il cavallo oltre le sue capacità o la sua forma atletica.

La seconda forma, detta rabdomiolisi ricorrente o cronica, è invece caratterizzata da episodi ricorrenti che si ripetono con frequenza ed incidenza variabile e non sono legati a sforzi intensi, ma si possono manifestare anche durante le prime fasi dell'allenamento normale (Greco, 2008).

La rabdomiolisi ricorrente o cronica è essenzialmente legata a patologie muscolari che alterano la normale funzionalità dei muscoli scheletrici rendendoli più facilmente soggetti a rabdomiolisi. Nel cavallo esistono diversi tipi di patologie muscolari che si manifestano spesso con un corredo di sintomi comune e che sono responsabili di rabdomiolisi. Gli autori per il momento però si concentrano fondamentalmente su tre tipi di patologie.

La prima forma è una miopatia metabolica associata ad episodi ricorrenti di rabdomiolisi denominata miopatia da accumulo di glicogeno (polysaccharide storage myopathy o PSSM), riconosciuta soprattutto nei cavalli di razza quarter horse e relativi incroci. Tale patologia è caratterizzata, istologicamente, da un accumulo aberrante di glicogeno e polisaccaridi anomali nelle fibre muscolari (Greco, 2008).

La seconda forma, denominata EPSM (Equine Polysaccharide Storage Myopathy) è una patologia simile alla PSSM, ma riportata in soggetti di razza Draft.

La terza forma, invece, denominata rabdomiolisi ricorrente da sforzo (recurrent exertional rhabdomyolysis o RER), è stata studiata soprattutto nei cavalli di razza purosangue inglese. L'analisi istochimica e biochimica delle fibre muscolari striate dei soggetti malati non ha

evidenziato accumuli anomali di polisaccaridi o alterazioni riconducibili alla forma da accumulo di glicogeno e, sebbene le fibre muscolari presentino un numero anomalo di nuclei centrali, non sono state evidenziate alterazioni istologiche riconducibili a difetti metabolici conosciuti (Greco, 2008). Per quanto riguarda quest'ultima patologia è ne stata dimostrata l'ereditarietà, basata su un gene autosomico dominante, nel purosangue inglese.

Non si deve però confondere ogni forma di rabdomiolisi che si verifica nel purosangue, nel Quarter Horse o nei Draft rispettivamente con la RER, la PSSM o l'EPSM. Non tutti i cavalli di queste razze che presentano episodi ripetuti di rabdomiolisi sono effettivamente affetti da tali patologie.

Purtroppo non tutti i meccanismi eziopatogenetici alla base della rabdomiolisi sono stati compresi e, non essendo disponibile un test di semplice utilizzo, la corretta diagnosi risulta complessa (Greco, 2008). Da quando si conosce e si studia questa patologia sono state proposte diverse teorie per spiegare l'eziologia di questo disturbo ma solo per poche di queste esistono prove sperimentali che ne confermano la validità, fra queste si possono citare: programmi d'allenamento irregolari, diete ricche in carboidrati, squilibri ormonali come l'ipotiroidismo, infezioni virali e deficit di vitamina E e selenio.

Visto l'argomento di questo elaborato mi dilungherò a trattare solo le cause di tipo alimentare della patologia presa in esame.

Le diete ricche in carboidrati sono state spesso indicate come fattori predisponenti l'insorgenza della rabdomiolisi solitamente in concomitanza d'interruzioni del programma d'allenamento. Tuttavia non è stato possibile evidenziare correlazioni tra fattori dietetici specifici ed episodi di rabdomiolisi; è stato però possibile evidenziare una riduzione degli episodi e della gravità dei sintomi in cavalli alimentati con diete povere di carboidrati e ricche in grassi (Greco, 2008). Fino ad oggi la ricerca di una correlazione tra alimentazione e sviluppo della patologia è molto attiva. È stata riconosciuta infatti la possibilità che la dieta influenzi il modo di presentarsi della patologia in cavalli affetti dalle diverse tipologie di miopatie, ma non è ancora stato chiarito come l'alimentazione possa influire in cavalli perfettamente sani.

La vitamina E ed il selenio agiscono a livello muscolare proteggendo quest'ultimo dai prodotti tossici, chiamati radicali liberi dell'ossigeno, che possono generarsi con l'esercizio a cui è sottoposto l'animale (Valberg *et al.*, 2005). Radicali liberi e perossidi possono danneggiare la membrana plasmatica e determinare la liberazione di ioni  $Ca^{2+}$  nel citosol con

relativo danno muscolare. Le manifestazioni cliniche riportate in corso di deficienza dietetica di tali elementi sono quanto mai varie: coliche, malattie miocardiche, dolori muscolari, rabdomiolisi, decubito, mioglobinuria e, talvolta, edemi. Nel momento in cui è stato studiato il livello di questi elementi in cavalli con rabdomiolisi, molti soggetti adulti mostravano livelli di vitamina E e selenio normali o alti probabilmente perchè avevano un supplemento di questi nella dieta. Sebbene la deficienza di selenio e vitamina E non sia la causa primaria della rabdomiolisi, molti autori riportano una diminuzione della gravità della patologia nel momento in cui i cavalli ricevono un supplemento degli elementi in questione. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che i cavalli con la rabdomiolisi producono molti più radicali liberi dell'ossigeno e quindi hanno bisogno di una maggior integrazione di questi elementi nella dieta (Valberg *et al.*, 2005).

#### **1.5.1.2. Le coliche**

Con il termine colica si intende la manifestazione clinica di dolore viscerale ed addominale che può presentarsi in forma acuta, cronica o ricorrente. Le coliche degli equini possono essere divise in due grandi categorie:

- Coliche non gastrointestinali: le cause di questo tipo di colica includono i sintomi di un discomfort addominale come ad esempio l'urolitiasi, e le patologie che coinvolgono l'apparato riproduttivo, nervoso, respiratorio o muscoloscheletrico.
- Coliche gastrointestinali: le cause che determinano l'insorgenza di questa tipologia di coliche sono la distensione dell'intestino, la trazione della radice del mesentere, l'ischemia, le ulcere gastriche o intestinali ed il dolore peritoneale (Abutarbush *et al.*, 2005).

La decisione se un caso di colica debba essere trattato dal punto di vista medico o chirurgico dipende da 5 punti principali: la gravità del dolore, ovvero se il soggetto risponde o meno al trattamento con antidolorifici; le condizioni dell'apparato cardiovascolare e sistemiche; il risultato dell'esplorazione rettale; la presenza di reflusso naso gastrico e il risultato dell'addominocentesi. Molte cause di coliche gastrointestinali (tabella 1.9) possono essere trattate dal punto di vista medico; solo una minima percentuale, nell'ordine del 4-10% dei casi, richiedono invece l'intervento chirurgico (Abutarbush *et al.*, 2005).

Tabella 1.9: Le 9 cause più comuni di colica presentate al Western College di medicina veterinaria, durante il periodo dal 1992 al 2002.

DIAGNOSI	PERCENTUALE
Occlusione del grosso colon	20.8
Dislocazione del grosso colon	16.5
Colica spasmodica	11.7
Volvolo del grosso colon	7.3
lipoma	6,9
Altre lesioni che strangolano il PI*	4.2
Enterite	3.4
Peritonite	2.7
Arterite da parassiti	2.1

\*PI = piccolo intestino.

La sintomatologia della sindrome colica nel cavallo può essere da molto eclatante a molto subdola, per questo il proprietario del cavallo ed il veterinario devono prestare molta attenzione anche a sintomi che presi singolarmente possono apparire trascurabili, ma che se associati ad altri possono portare a diagnosi di colica precocemente.

Di seguito viene riportato un elenco dei principali sintomi associati a colica nel cavallo:

- Guardarsi il fianco
- Atteggiamenti di irrequietezza quali ad esempio la tendenza a sbattere lo zoccolo a terra continuamente o in modo intermittente, lo sbuffare, il vagare senza scopo.
- Rotolamento, del quale si possono in alcuni casi vedere solo i risultati quali ematomi e auto traumatismi spesso a tuberosità dell'anca, punta della spalla, sopracciglia, gomito, garretto, faccia e nuca.
- Tendenza a coricarsi e rialzarsi più volte
- Sudorazione copiosa
- Tendenza a calciarsi l'addome
- Meteorismo

I fattori di rischio che possono portare allo sviluppo della colica sono dovuti sostanzialmente al cambio di abitudini dell'animale, ovvero a recenti modificazioni della dieta, della



stabulazione, del livello di attività, o a precedenti coliche o interventi chirurgici addominali (Blikslager, 2008).

Alimenti e alimentazione sono stati a lungo sotto accusa nell'insorgenza delle coliche, ma gran parte di quanto si conosce a proposito di dieta e coliche si basa su ipotesi o estrapolazioni di dati sperimentali che non sono stati confermati da osservazioni epidemiologiche, anzi le ricerche epidemiologiche hanno offerto risultati molto spesso contraddittori.

La quantità di cereali, piuttosto che il loro tipo, rappresenta probabilmente il fattore di maggior importanza, ma l'aumentato rischio di colica osservato in soggetti alimentati con varie miscele di cereali impone ulteriori indagini. Anche la cattiva conservazione del fieno, che può presentare muffe e fermentazioni non completate, può portare a questo tipo di problema; come pure la mancanza, la scarsità o la non idoneità dell'acqua di bevanda. Quest'ultima è spesso poco considerata quando si tratta l'alimentazione del cavallo ma basti pensare che un soggetto adulto ne può consumare da 15 ai 20 litri al giorno, fino anche a 30-40 in caso di esercizio fisico, e appare quindi chiara la sua importanza.

A differenza di altri animali come ad esempio il cane ed il gatto, il cavallo suda e quindi perde acqua ed elettroliti attraverso il sudore. A titolo d'esempio in un cavallo da endurance che corre ad una velocità compresa tra i 4.2 ed i 5.8 m/sec il tasso di sudorazione si aggira sui 6.5/9 l/ora (in un cavallo il tasso massimo di sudorazione è dai 10 ai 15 l/ora (Lewis, 2005).

Un'alimentazione con scarse ma frequenti quantità di cereali sembra ridurre il rischio di sviluppo di coliche. Poiché la dieta è largamente considerata un fattore di rischio importante i programmi dietetici andranno modificati allo scopo di ridurre il rischio. Le pratiche gestionali sono state anch'esse associate ad aumento del rischio di colica. Si è segnalato che un improvviso calo dell'attività, quali l'interruzione del regolare allenamento o il passaggio da una vita al paddock a una stabulazione permanente, in seguito ad incidenti o a interventi chirurgici, aumenta il rischio di costipazione del colon o del cieco ([www.ilprogressoveterinario.it](http://www.ilprogressoveterinario.it)).

### **1.5.1.3. La laminite**

La patologia chiamata con il nome di laminite o podoflemmatite è una malattia conosciuta da secoli, basti pensare che era conosciuta ai tempi dei romani con il nome di "ordeatio" che significa malattia da orzo. Ancora oggi è causa frequente di perdita del potenziale atletico o riproduttivo dei cavalli che ne vengono colpiti. Nei campi della ricerca scientifica e della

gestione della malattia sono stati fatti molti progressi nel corso degli anni, ciò nonostante restano aree non completamente chiarite per quanto riguarda la patogenesi e l'evoluzione della patologia.

Da un punto di vista strettamente etimologico la parola laminite definisce uno stato di flogosi delle lamine del piede. Data la complessità dell'anatomia, della vascolarizzazione, della meccanica funzionale del piede equino, la definizione sopracitata risulta essere troppo semplicistica. Le cause di laminite sono tante e diverse tra loro, vascolari, tossico-metaboliche, traumatiche, e in base alla loro gravità, alla tempestività dell'intervento terapeutico, alla risposta del paziente possono essere definiti tre stadi della malattia: laminite subacuta, acuta e cronica.

Recenti ricerche suggeriscono che la laminite è in realtà una malattia vascolare periferica che si manifesta con diminuita perfusione capillare all'interno del piede, shunt artero-venosi, necrosi ischemica delle lamine e dolore (Miloti, 2006). L'affezione del piede è solo una manifestazione locale di un disordine metabolico sistemico che interessa l'apparato cardiovascolare, endocrino e urinario, la coagulazione del sangue e l'equilibrio acido-base (Miloti, 2006).

La laminite, come già precedentemente detto, può essere distinta in tre fasi: una fase prodromica (detta anche subacuta), una acuta ed una cronica.

- ▶ Fase prodromica o subacuta: questa fase ha inizio quando l'animale entra in contatto con i fattori che scatenano i meccanismi fisiopatologici che causano la laminite.

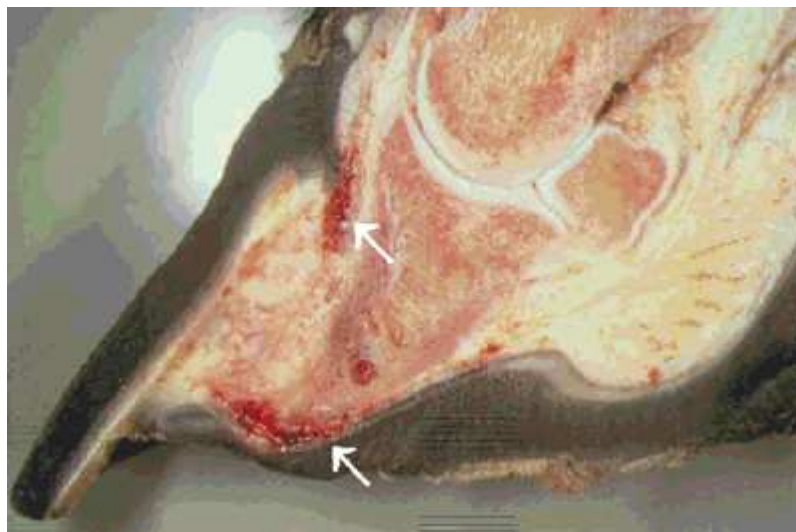
Questa fase precede la manifestazione clinica dei sintomi di laminite. Può durare dalle 8 alle 12 ore nel caso in cui sia stata causata dall'esposizione del soggetto alle tossine di un estratto di noce nera (*Juglans Nigra*) oppure dalle 30 alle 40 ore nel caso di eccessiva ingestione di cereali ad alto contenuto di amido (Pollitt, 1999).

Durante questa fase, e prima della manifestazione clinica del dolore ai piedi, il soggetto spesso manifesta un problema ad uno o più dei seguenti apparati: gastrointestinale, respiratorio, riproduttivo, renale, endocrino, muscoloscheletrico, tegumentario o immunitario. Alterazioni multisistemiche in organi anatomicamente molto distanti dai piedi hanno come risultato che il tessuto lamellare dei questi ultimi viene esposto a fattori che portano alla separazione e alla disorganizzazione dell'anatomia delle lamelle (Pollitt, 1999). In alcuni casi non è possibile riconoscere

una fase prodromica: l'animale infatti viene trovato direttamente in fase acuta. Questo sembra essere il caso dell'ingestione di foraggi verdi lussureggianti.

- ▶ Fase acuta: La fase acuta inizia con la comparsa della zoppia e si protrae per un periodo di tempo variabile a seconda dell'evoluzione e dell'eventuale rotazione della terza falange, diagnosticabile con un esame radiografico. Possono essere colpiti tutti e quattro i piedi ma più spesso sono colpiti solo gli arti anteriori. I sintomi più comuni sono il dolore intenso, l'aumento del polso digitale, che diventa duro, e l'iperemia dei piedi. Se il cavallo sopravvive si può avere un recupero apparentemente completo oppure la dislocazione della terza falange. Quest'ultima alterazione è caratteristica della laminite cronica (Miloti, 2006).
- ▶ Fase cronica (figura 1.23): E' attualmente dimostrato e riconosciuto che il termine di laminite cronica (ed il suo sinonimo "rinfondimento") debba essere riferito alla condizione in cui si osserva il collasso digitale qualunque sia la durata dei sintomi (Miloti, 2006).

È importante rendersi conto che il processo di distruzione delle lamelle inizia già durante la fase prodromica, prima che sia evidente qualsiasi sintomo di laminite. Durante questa fase infatti i problemi che presenta il soggetto, come ad esempio casi di addome acuto, o di rabdomiolisi, o ancora di ritenzione di placenta, devono essere risolti urgentemente e sfortunatamente spesso non si pensa ai piedi fino a che non compare il dolore (Pollitt, 1999).



*Figura 1.23: sezione sagittale di un piede equino con una grave laminite cronica. La falange distale è separata dalle sue connessioni con la parte interna della parete dello zoccolo ed è discesa causando un rigonfiamento nella suola. Da notare le emorragie nel corium della corona e della suola, indicate dalle frecce (Pollitt, 1999).*

I fattori che conducono allo sviluppo della laminite sono molteplici e vari e comprendono:

- Ingestione di una quantità tossica di cereali
- Ingestione di elevata quantità di acqua fredda
- Concussione
- Endometriti o gravi infezioni sistemiche
- Ingestione di foraggi verdi lussureggianti
- Disordini metabolici ed endocrini
- Sovraccarico di un arto
- Somministrazione cronica o massiva di corticosteroidi

Come già detto riguardo alla rhabdomiolisi, anche nel caso della laminite, verranno trattate le cause di tipo alimentare, maggiormente inerenti al tema della tesi.

Ingestione di una quantità tossica di cereali: è noto che se i cavalli assumono una gran quantità di carboidrati rapidamente fermentescibili sotto forma di amido e zuccheri, questi possono sviluppare la laminite. Il meccanismo che collega però l'apporto di carboidrati e il danno alle lamelle non è ancora perfettamente conosciuto. Quello che però è certo è che alti livelli di amido e zuccheri nell'intestino, causano primariamente l'insorgenza di rapide fermentazioni e la diminuzione del pH, in particolare nel cieco e colon. Gravi condizioni di acidosi nell'intestino, caratterizzate dall'accumulo di acido lattico e dalla diminuzione delle concentrazioni di acidi grassi volatili, non avvengono uniformemente in tutti gli animali somministrando la stessa quantità di cereali (Rowe, 1994).

I cereali più coinvolti nel problema sono il grano, il mais e l'orzo.

E' stato dimostrato che l'eccessiva quantità di carboidrati altera l'equilibrio batterico del cieco causando un aumento dei batteri produttori di acido lattico, principalmente *Lactobacillus* e *Streptococcus* (Miloti, 2006). L'incremento dell'acido lattico e la diminuzione del pH provocano la lisi della parete cellulare dei batteri gram negativi provocando la liberazione di grandi quantità di endotossine (Miloti, 2006).

Ingestione di foraggi verdi lussureggianti: questa causa di insorgenza è osservata in cavalli che pascolano su pascoli estivi; in particolari condizioni climatiche (notti calde e giornate soleggiate) l'erba può sviluppare alte concentrazioni di fructano, un polimero solubile del fruttosio, sufficienti a provocare fermentazioni intestinali e acidosi lattica (Pollitt, 1999).

Il fructano è stato usato in alcuni studi sulla laminite, in quanto il metodo standard di induzione della laminite per i protocolli sperimentali, effettuato con somministrazione di enormi quantità di amido di cereali, ha dimostrato un alto tasso di morbilità e mortalità ed un basso tasso di successo. Tutto ciò ha indotto i ricercatori a sviluppare un metodo alternativo più efficace ed etico per indurre questa patologia (Pollitt *et al.*, 2003).

E più probabile che si sviluppi la laminite in pascoli ricchi di trifoglio ed erba medica, ma non è escluso il rischio anche su pascoli di graminacee. Solitamente gli animali colpiti sono quelli sovrappeso. I pony Shetland e Welsh e le razze pesanti sono i più colpiti. La causa di questo tipo di laminite non è molto chiara. Non è raro che cavalli colpiti precedentemente da laminite da erba possano mostrare nuovi attacchi durante l'inverno, quando vengono alimentati con fieno di leguminose.



## 2. Obiettivi

Lo scopo di questo lavoro di tesi è quello di approfondire gli aspetti legati all'alimentazione dei cavalli da trotto con particolare riguardo alla definizione dei fabbisogni nutrizionali (energetici e proteici) di soggetti in attività sportiva. La formulazione delle diete per i cavalli sportivi è basata sulle esigenze di energia e di nutrienti necessarie per soddisfare il mantenimento e l'attività fisica, riportate in bibliografia e ottenute prevalentemente in centri di ricerca americani (NRC) e francesi (INRA). Molto spesso però sorgono difficoltà di interpretazione dei dati reperibili in letteratura soprattutto per quanto riguarda la valutazione della attività fisica che può essere diversa da soggetto a soggetto sia come durata che come intensità.

In questo lavoro di tesi si è cercato di contribuire al miglioramento delle conoscenze sui fabbisogni dei cavalli per l'attività fisica mettendo a punto una procedura in grado di stimare per ciascun soggetto il reale fabbisogno di energia dovuto all'allenamento giornaliero utilizzando tecniche di rilevazione attraverso il GPS (Global Positioning System). Il sistema GPS, applicato al cavallo o all'artiere, permette di rilevare in maniera analitica la velocità istantanea del soggetto in movimento, la sua posizione su base satellitare e di registrare quindi la durata e l'intensità dello sforzo fisico.

A tale scopo è stata impostata una prova sperimentale presso la scuderia Gina Biasuzzi, molto conosciuta nell'ambiente del trotto, presso la quale vengono allenati molti cavalli destinati a gare di rilevanza nazionale. Obiettivo del lavoro è stato quello di confrontare gli apporti nutrizionali (energia e proteina), stimati sulla base della razione realmente ingerita dagli animali, e i fabbisogni nutrizionali, calcolati sulla base del lavoro effettivamente svolto dai diversi soggetti e rilevato con sistema GPS.





## 3. Materiale e Metodi

### 3.1. La scuderia

La prova sperimentale è stata svolta presso la scuderia Gina Biasuzzi, sita a Mirano, in provincia di Venezia, in via Cavin di sala, numero 237. La scuderia (figura 3.1) nasce nel 1962 grazie alla passione del Commendatore Giuseppe (Bepi) Biasuzzi, detto Paròn, e da allora compete a livelli nazionali ed internazionali rappresentata dai colori rosso e verde che la contraddistinguono.



*Figura 3.1: Viale d'accesso della scuderia Gina Biasuzzi.*



*Figura 3.2: Scuderia grande.*



*Figura 3.3: Interno della scuderia grande.*



*Figura 3.4: Scuderia piccola.*

Nei mesi di gennaio e febbraio 2009 sono state effettuate un paio di visite preliminari alla struttura allo scopo conoscere il personale e valutare la fattibilità del protocollo sperimentale sottoposto all'attuale proprietario, l'Ing. Mauro Biasuzzi, figlio del celebre Bepi.

La struttura si sviluppa su un'ampia superficie la maggior parte della quale è occupata dai paddok e dalle due piste di allenamento: una circolare della lunghezza di 1000 m (figura 3.5) ed una dritta della lunghezza di 800 m.



*Figura 3.5: Pista tonda con i cavalli in allenamento.*

Le scuderie presenti sono tre; quella denominata "grande" che è provvista di 45 box (figure 3.2 e 3.3), la scuderia "piccola", provvista di 24 box che si affacciano tutti all'esterno (figura 3.4) ed infine la scuderia "dei puledri" in cui è ospitata solo questa tipologia dei soggetti e una porzione della quale è stata data in affitto ad un'altra scuderia di trotto.

La struttura ospita solo soggetti in allenamento la maggior parte dei quali arriva direttamente dall'azienda agricola Biasuzzi sita a Quarto D'Altino, in Via Crete, in provincia di Venezia o dall'allevamento G. Biasuzzi, sito a Mogliano Veneto, in provincia di Treviso, in via Angeli. Queste strutture ospitano le fattrici e gli stalloni di alta genealogia della scuderia e, nel caso dell'azienda agricola, una stazione di monta.

I paddock presenti sono molto ampi e solitamente occupati da un soggetto per volta che vi trascorre, durante la stagione mite e calda, la giornata successiva ad un allenamento intensivo o ad una corsa, dalla mattina fino a circa le 4:30 del pomeriggio, quando l'artiere addetto lo recupera dal paddock per ricoverarlo in box per la notte.

La struttura possiede anche una giostra coperta che ha lo scopo di movimentare i cavalli quando non possono essere mossi dagli artieri, ovvero in periodi di convalescenza o quando hanno bisogno di un'attività di defaticamento dopo un periodo stressate dal punto di vista degli impegni sportivi.

Gli artieri della struttura sono 12 ed hanno il compito di gestire i cavalli assegnati loro dall'allenatore Edwin Lagas. La giornata tipo di un'artiere della scuderia Biasuzzi comincia molto presto al mattino, in genere verso le 5 per somministrare ai cavalli la razione di alimentazione del mattino. Una volta svolto questo compito si comincia a cambiare la lettiera sporca dei box di un cavallo per volta per poi muoverlo a seconda dei programmi prefissati dall'allenatore e così via fino a che tutti i box non sono stati puliti ed i cavalli che li occupano, mossi. Successivamente gli artieri preparano le due razioni di fieno e di concentrati della giornata, una delle quali viene somministrata subito mentre la seconda viene data a pomeriggio inoltrato. A questo punto non resta loro che pulire l'attrezzatura usata e il lavoro è concluso, eccezion fatta per i due artieri che, a turno, devono tornare nel pomeriggio per ritirare i cavalli eventualmente presenti in paddock e somministrare il terzo ed ultimo pasto della giornata.

### **3.2. Cavalli**

I 31 cavalli utilizzati in questa prova (tabella 3.1) sono tutti di razza trotter, divisi in tre categorie in base all'età: soggetti di 2 anni, di 3 anni ed infine i di quattro anni o più. Si è scelto di suddividere i soggetti in queste tre categorie d'età dal momento che i cavalli svolgono un allenamento diverso e specifico per ogni fascia di età.

Alla categoria dei due anni appartengono 12 soggetti, a quella dei tre anni 11 soggetti, a quella di quattro anni e più, 8 soggetti. I cavalli presi in esame sono 20 maschi e 11 femmine, stabulati in box delle dimensioni di 3x3 m, con la lettiera in paglia, con la possibilità di uscire in paddock, a partire dalla stagione mite, compatibilmente con gli spazi a disposizione e l'attività fisica sostenuta durante il giorno o nei giorni precedenti.

Tutti i soggetti presi in considerazione sono in allenamento presso la scuderia e quindi svolgono un'attività fisica precisa e costante, stabilita dall'allenatore.

La provenienza di tali soggetti nella maggioranza dei casi è l'azienda agricola Biasuzzi, già citata precedentemente, e in questo caso, associato al nome del cavallo vi è la dicitura BI che diventa parte integrante del nome del soggetto e che ne identifica l'allevamento di provenienza. Gli esemplari il cui nome non reca la dicitura BI sono soggetti che possono provenire da altri allevamenti, da aste di puledri o da altri stati, quest'ultimo è ad esempio il caso di Armbr Elgin, soggetto di 5 anni di origini americane.

Nel corso della prova, dei 31 soggetti inizialmente considerati, 9 non hanno potuto rientrare nello studio; le cause sono fondamentalmente tre, ovvero la vendita, l'invio di alcuni presso altre scuderie per allenamento oppure l'invio presso cliniche per cavalli, in quanto non perfettamente in forma e necessitanti di cure.

Tabella 3.1: Elenco dei cavalli inseriti nella prova, divisi per età, con indicazione del sesso.

Soggetto	età	sesso
na sopa d'argento	2	M
never e nuff BI	2	M
Nebraska BI	2	F
Normandy BI	2	F
no secret BI	2	F
no contest BI	2	M
no reason BI	2	F
novel notte	2	F
no limits BI	2	M
nicole dante	2	F
Norton BI	2	M
no doubt BI	2	M
Mohito BI	3	M
Mambo BI	3	M
money money BI	3	F
Maverik BI	3	M
Mateus BI	3	M
Mendez BI	3	M
magic moment BI	3	M
Mulligan BI	3	M
Matisse BI	3	M
Moma	3	F
moulin rouge	3	M
Laerte BI	4	M
Lear BI	4	M
Liberty BI	4	F
Lupin BI	4	M
lucky strike BI	4	M
Iberia BI	5	F
armbro elgin	5	M
Genesis BI	6	F

### **3.2.1. Attività di allenamento**

L'attività di allenamento dei soggetti presenti in scuderia può essere sostanzialmente divisa in due tipi: il treno e le prove.

Il “treno” è un'attività che viene svolta generalmente il giorno prima di un allenamento veloce (detto prova) o il giorno stesso in cui il cavallo deve correre all'ippodromo. Nel primo caso si effettuano dai 7 ai 10 giri di pista circolare, ovvero dai 7 ai 10 km, ad una velocità non particolarmente sostenuta, circa 20 km/h, in modo tale che il cavallo faccia attività fisica ma non sviluppi acido lattico. Il tutto solitamente viene eseguito in un range di tempo che varia dai 20 ai 30 minuti in media. L'artiere, infatti, è provvisto di un orologio al polso con il quale controlla il tempo impiegato dal cavallo per compiere un giro di pista, in modo tale da non spingerlo troppo ma cercare di tenerlo ad una velocità adeguata per questo tipo di attività.

Nel secondo caso, il cavallo viene mosso dall'artiere anche prima di partire per l'ippodromo. Questa attività consta in genere di 4 giri di pista circolare al piccolo trotto, i quali in genere sono percorsi in circa 10-15 minuti. La stessa cosa viene eseguita una volta arrivati a destinazione e viene definita sgambatura.

Si definisce “prova” il tipo di attività condotta ad alte velocità ovvero a 30 km/h o a velocità superiori. Le prove vengono fatte due volte a settimana, a distanza di 3 giorni l'una dall'altra. I cavalli della scuderia oggetto d'esame possono essere sottoposti a due tipi di prova: su pista tonda e su pista dritta.

#### Prova in pista tonda.

Questo tipo di prova si svolge sulla pista circolare ed è composta da due uscite in pista dell'animale: la prima è sostanzialmente una sgambatura, in cui l'artiere fa compiere al cavallo 3 giri di pista in senso orario che è il senso opposto rispetto a quello che si tiene solitamente quando si disputano le gare. Questa prima fase serve a far scaldare l'animale ad una velocità non troppo sostenuta in modo tale da mantenere un esercizio fisico di tipo aerobico. La seconda uscita in pista viene effettuata in genere dall'allenatore e si corre invece in senso anti orario, ad una velocità sostenuta, anche di molto superiore ai 30 km/h. Nel corso della prova sono state registrate velocità massime che arrivavano anche ai 52-55 km/h.

Le prove in pista tonda hanno lo scopo principale di allenare i cavalli per le corse ma possono anche servire per testare il grado di performance atletica dei soggetti che le corrono; queste infatti servono all'allenatore per valutare le condizioni fisiche dei cavalli e stabilire se sono

pronti per sostenere una gara. Altro scopo di questo tipo di attività è quello di insegnare ai puledri alle prime armi come si svolge una corsa e cos'è richiesto loro dal driver.

#### Prova in pista dritta.

Anche questo tipo di prova comincia con 3 giri di sgambatura svolti in pista tonda. Una volta scaldato il cavallo si procede verso la pista dritta, dove gli si fa percorrere per sei volte la pista ad una velocità non esagerata ma sostenuta, intorno ai 40 km/h. Tra una ripetizione e l'altra il cavallo ha a disposizione circa un minuto e mezzo per il recupero. La pista dritta è usata soprattutto per il mantenimento della condizione fisica del cavallo e per il lavoro di fondo.

Il giorno successivo a quello in cui il ha fatto prova, o ha corso all'ippodromo, il cavallo lo trascorre in paddock per recuperare in modo naturale le energie spese. Il giorno successivo al paddock è invece dedicato al treno: con questo schema di lavoro appare chiaro che in una settimana lavorativa di sei giorni, la domenica è di riposo, il cavallo ha due giorni in cui effettua le prove, due giorni in cui fa treno e i restanti due giorni li trascorre libero in paddock.

### **3.3. Rilievi sugli animali**

#### **3.3.1. Rilievo del peso**

Nel corso della prova gli animali sono stati pesati due volte: ad inizio prova, in data 25/02/2009, e a fine prova, in data 06/04/2009, al fine di valutare se nel corso dello studio si fosse verificata una variazione del peso dei soggetti. Prima di effettuare la pesata sono state preparate delle schede in cui era riportato il nome del soggetto, l'età, il sesso, il peso ed il BCS iniziali ed il peso ed il BCS finali (tabella 2).

Le pesate sono state effettuate nel modo seguente, con l'ausilio di almeno 3 operatori: gli animali, uno per volta, dopo aver messo loro la capezza che si trovava appesa fuori dalla porta del box, sono stati prelevati e, una volta messa la longhina, condotti a mano fino ad un box al centro della scuderia grande precedentemente preparato per l'attività. In questo box infatti, era stata appoggiata a terra la bilancia, fornita gentilmente per l'occasione dal dott. Davide Manzoni, ricoperta con paglia pulita in modo tale che il cavallo non si spaventasse alla vista dell'oggetto e non vi scivolasse sopra facendosi del male. La pesa in oggetto era già stata usata in passato per pesare i soggetti della scuderia e quindi non risultava essere per i cavalli un oggetto che potesse incutere troppo timore.

La bilancia utilizzata per effettuare quest'operazione (figura 3.6) è un modello artigianale formato da un pianale ricoperto di gomma antiscivolo con due celle di carico e quattro pedini. Collegato al pianale vi è il lettore per il peso (figura 3.7) che veniva appeso al muro per consentirne una facile lettura, il cui modello è EC2000, prodotto dall'azienda Baron. Questa bilancia pesa dagli 0 kg fino ad un massimo di 1000 kg, con uno scarto di 0,5 kg.



*Figura 3.6: Pianale della pesa.*



*Figura 3.7: Lettore della pesa.*

Il singolo soggetto quindi veniva condotto fino al box con la pesa, fatto entrare e salire sulla bilancia nel modo più fluido possibile in modo tale da minimizzare lo stress di questa



operazione. Bisogna infatti ricordare che i soggetti dello studio sono puledri ed inoltre la maggior parte di quelli di sesso maschile è intero e quindi facilmente può succedere che si facciano prendere dal panico di fronte a delle situazioni che, per quanto già effettuate in passato, risultano comunque estranee alle abituali occupazioni giornaliere. Nonostante tutti gli accorgimenti presi, capitava spesso di dover ripetere più volte l'operazione di ingresso nel box con la pesa in quanto, una volta che il cavallo entrava e si accorgeva della situazione anomala, spesso si bloccava e risultava impossibile farlo salire sulla bascula. A questo punto si ripeteva l'operazione fino a quando non andava a buon fine. Una volta terminata l'operazione si conduceva il soggetto fuori dal box, davanti al quale un esperto effettuava la valutazione del BCS, e poi il cavallo in questione veniva riportato in box dall'operatore che lo aveva precedentemente condotto a pesare. Il peso veniva poi riportato da un altro addetto, in genere l'allenatore che era presente durante queste operazioni, in una scheda precedentemente stilata al fine di riportare peso e BCS dei soggetti in esame (tabella 3.2). Mediamente per effettuare la pesata di tutti gli animali (31 soggetti), che si è svolta durante la pausa pranzo, ovvero quando tutti i cavalli avevano finito gli allenamenti della giornata, in modo tale che li si avesse tutti a disposizione e l'operazione fosse il meno stressante possibile per loro, si impiegavano circa 3 ore. Alcuni soggetti al momento della pesata potevano essere, invece che in box, in paddock. Si è reso necessario quindi in questo caso procurarsi la sola longhina in quanto a tutti i cavalli messi in paddock viene lasciata la capezza, ed andarli a recuperare per effettuare l'operazione sopra descritta.

Tabella 3.2: Scheda peso e BCS

SOGGETTO	CATEGORIA/ ETA'	SESSO (M/F/C)	Data:		Data:	
			P.V. inizio	BCS inizio	P.V. fine	BCS fine

### 3.3.2 Rilievo del BCS

La valutazione del BCS è stata effettuata due volte nel corso della prova, in corrispondenza delle pesate a inizio e fine prova. I soggetti, una volta usciti dal box che conteneva la pesa, venivano fatti fermare davanti ad esso ed esaminati da un esperto per valutarne la conformazione. Una volta determinato il BCS, questo veniva riportato nell'apposita scheda preparata per l'occasione (tabella 3.2).

Il BCS o Body Condition Score è un sistema che valuta la condizione corporea di ogni singolo individuo ed è un parametro di riferimento nella valutazione dell'entità dei depositi adiposi, con lo scopo di formulare razioni individuali (Miraglia *et al.*, 2000). Lo stato di ingrassamento è un buon indicatore della qualità del razionamento e dello stato delle riserve corporee dell'animale che permette di avere un buon quadro sulle condizioni di salute del soggetto in esame prevenendo così il concludersi di determinate patologie.

Qualsiasi sia la tecnica utilizzata per il calcolo del BCS si presuppone una valutazione dell'aspetto generale del soggetto mediante il "colpo d'occhio".

Per determinare il Body Condition Score possono essere utilizzate due scale di punteggio:

- quella messa a punto dai ricercatori francesi, che attribuisce un punteggio da 0 a 5 e prevede l'utilizzo del quarto di punto e del mezzo punto.
- quella messa a punto dai ricercatori americani, che attribuisce un punteggio da 0 a 9 ma non prevede l'attribuzione del mezzo punto (Miraglia, 2000).

Per la valutazione dei 31 soggetti di questo studio è stato scelto di utilizzare il sistema francese e per ogni valutazione è stato seguito uno schema (tabella 3) in cui per ogni punteggio da 0 a 5, viene descritto l'aspetto di alcune regioni del corpo dell'animale che vengono dapprima solo osservate e successivamente sottoposte a palpazione.

Le regioni del corpo dell'animale significative per lo stato di ingrassamento del cavallo vengono distinte dal metodo francese in primarie e secondarie (figura 3.8).

Le regioni primarie soggette a valutazione sono:

- quartieri della sella
- tra la decima e la quattordicesima costola
- attacco della coda

Le regioni secondarie sono costituite dal garrese e dalla base del collo per soggetti tendenti al magro, ovvero per i soggetti che così risultano dalla palpazione delle regioni primarie, e la regione ascellare per soggetti tendenti al grasso. L'area presa in esame dev'essere palpata sia per pizzicamento e riempimento della mano, sia a mano piatta per poter così apprezzare:

- l'elasticità della cute;
- la capacità di scorrimento della cute su ossa e legamenti;
- lo spessore del tessuto adiposo.

Per quel che riguarda il tessuto adiposo, in questo caso la valutazione è data dalle dimensioni della presa all'attacco della coda e dalla reazione della spinta effettuata sulle costole.

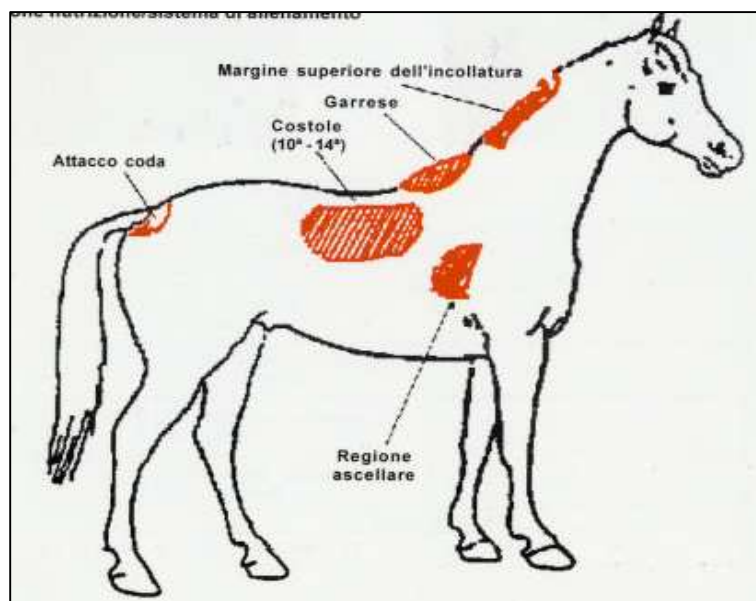


Figura 3.8: Regioni corporee significative per lo stato di ingrassamento del cavallo secondo il sistema francese.

Tabella 3.3: Valutazione del Body Condition Score (BCS) secondo il sistema francese

BCS <sup>1</sup>	Costato	Attaccatura coda
0	pelle tesa e incollata alle costole costole "secche"	pelle aderente pizzicamento difficile
1	pelle tesa e incollata alle costole costole sporgenti	pelle tesa pizzicamento possibile
2	pelle morbida costole ancora ben distinte	la pelle si scolla modesti depositi identificabili
3	la pelle ruota fra mano ed ossa depressione intercostale	pelle morbida presa di grasso
4	assenza di depressione intercostale	pelle morbida buona presa di grasso
5	uno spesso "materasso" ricopre le costole	la pelle rimbalza rilevante presa di grasso

<sup>1</sup> tra un punto e l'altro esistono frazioni di 1/2 e 1/4 di punto.

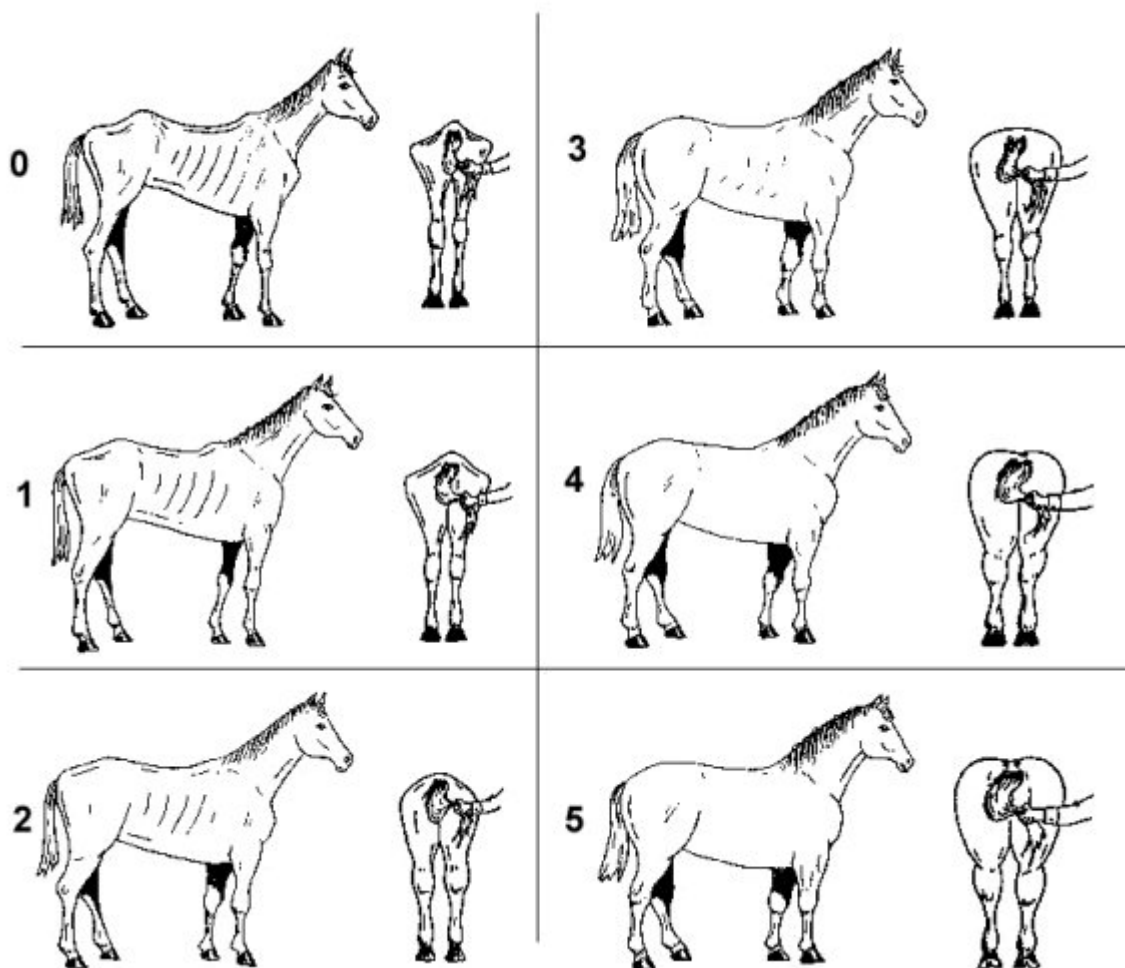
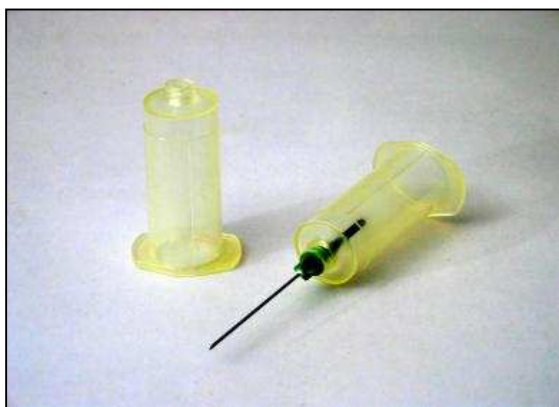


Figura 3.9: *Body Condition Scoring* (adattato da Carroll e Huntington, *Body Condition Scoring and Weight Estimation of Horses*).

### 3.3.3. Prelievi di sangue

Nel corso della prova sono stati effettuati quattro prelievi di sangue a tutti i soggetti in esame, al fine di valutare in modo più accurato le condizioni fisiche e lo stato di salute degli animali. I prelievi sono stati effettuati nelle seguenti date: 25/02/09, 11/03/09, 27/03/09, 09/04/09. La modalità di svolgimento di prelievi era la seguente. Il primo operatore si occupava di tirare fuori i soggetti dai box, avendo cura di mettere loro capezza e longhina precedentemente. Un secondo operatore si occupava di effettuare il prelievo all'animale ed il terzo ed ultimo operatore aveva il compito di compilare la scheda per l'invio di campioni precedentemente fornita dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie e stoccare le provette di sangue appena prelevato.

Il prelievo veniva effettuato ponendosi alla sinistra del soggetto all'altezza del collo per poter così raggiungere la vena giugulare sinistra da cui veniva preso il sangue utilizzando il sistema Vacutainer® (figura 3.10): sulla camicia veniva montato un ago da 18 G (ago rosa) e il sangue veniva raccolto in provette da 10 ml di vetro provviste dell'anticoagulante litio eparina (provette con tappo verde) come indicato dal laboratorio di analisi (figura 3.11).



*Figura 3.10: sistema Vacutainer® formato da camicia ed ago innestato.*



*Figura 3.11: provette per sistema Vacutainer® con litio eparina.*

Una volta raccolto il sangue di tutti i soggetti, le provette venivano stoccate all'interno di una borsa frigo dotata di mattonelle del ghiaccio in modo tale da conservare i campioni ad una temperatura adeguata, soprattutto negli ultimi due prelievi effettuati verso la fine di marzo e gli inizi di aprile dato il clima più mite rispetto a fine febbraio.

I campioni venivano quindi trasportati subito all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie con sede in Via Romea, 14, a Legnaro in provincia di Padova, dove sui campioni veniva eseguito un profilo biochimico del cavallo definito "standard" che comprendeva l'analisi dei seguenti parametri: proteine totali, urea, glucosio, bilirubina totale, creatinina, AST, GGT, LDH, CK, ALP, calcio, fosforo, ferro, sodio, potassio e cloro.

Per eseguire queste analisi è stato utilizzato uno strumento analitico automatico, modello 911, marca Hitachi.

### **3.4. Alimentazione**

La razione giornaliera presso la scuderia Gina Biasuzzi viene suddivisa in tre somministrazioni: quella del mattino che è composta di soli concentrati e quelle di metà giornata e pomeriggio inoltrato che constano in fieno e concentrati.

Il fieno che viene utilizzato arriva in scuderia in rotoballe che vengono poi movimentate con i trattori a seconda delle necessità nei pressi delle tre scuderie; si tratta di un fieno polifita composto di erba medica e fieno di prato stabile. Appare a prima vista molto foglioso.

I concentrati sono di due tipi:

- ▶ una miscela di cereali che viene stoccata in enormi silos che si trovano nei pressi della scuderia “dei puledri”. Questo mix, una volta al giorno, viene trasportato in scuderia “grande” da un artiere a turno, mediante un carrello con le ruote, da cui successivamente vengono prelevate le razioni per i singoli animali. Le altre scuderie vengono rifornite del mix di cereali in secchi trasportati con il trattore.

La miscela è composta dal 60% di avena nera, dal 30% di orzo schiacciato e dal 10% di mais fioccato.

- ▶ Aminospport, un mangime di tipo commerciale prodotto dall’industria mangimistica ACME. Questo prodotto arriva in allevamento in sacchi da 25 kg che vengono depositati nei pressi del carrello dei concentrati e svuotati di volta in volta in grossi contenitori da cui poi viene prelevato il mangime per le singole razioni. Le altre scuderie sono dotate di contenitori con chiusura ermetica, per rendere impossibile l’accesso ai roditori o altro.

Sotto consiglio del veterinario aziendale, per un periodo di tempo, è stato somministrato dell’insilato di mais, prodotto anch’esso dall’industria mangimistica ACME e commercializzato in sacchi di materiale plastico, al fine di garantirne la conservazione.

Questo prodotto veniva stoccato in un box vuoto della scuderia “grande”.

In ogni box è inoltre sempre a disposizione del cavallo una mattonella di sali minerali, posta nella mangiatoia, o un rullo appeso alla parete, al fine di integrare la perdita di sali minerali con la sudorazione.

Nella struttura oggetto d’esame le razioni sono calcolate sul singolo soggetto; infatti nella fase preliminare dello studio sono state fornite delle tabelle di alimentazione formulate dall’allenatore con l’ausilio di un esperto nutrizionista. Un esempio di tali tabelle, denominate dall’allenatore “feed list”, è riportato in tabella 3.4.

Insieme all’allenatore si è valutato in fase preliminare come somministrare gli alimenti e in che quantità; per sicurezza si sono ricontrollate le “feed list” e si è provveduto a stilare delle schede alimentari per ogni cavallo soggetto a prova (tabella 3.5).

Tabella 3.4: Parte di una feed list inserita a scopo dimostrativo.

<b>NOME</b>	<b>CEREAL</b>	<b>AMINO</b>
<b>CAVALLO</b>	<b>MIX</b>	<b>SPORT</b>
ARMBRO ELGIN	5	1
GENESIS BI	4	1
GODIVA BI	5	1
IBERIA BI	4	1
ICE TEA	5	1
LA STAR BI	5	1
LAERTE BI	5	1

Tabella 3.5: Esempio di scheda alimentare.

nome soggetto:				
Data	Mix di cereali (kg)	Amino sport (kg)	Insilato (kg)	Residui (kg)

Per una questione di tipo organizzativo si è scelto di considerare come primo pasto della giornata quello che i cavalli assumono dopo l'attività fisica del mattino, ovvero verso l'ora di pranzo. Ogni mattina, una volta arrivati in scuderia, si provvedeva a somministrare ai 31 cavalli della prova i concentrati, come riportato nelle feed list.



Utilizzando una bilancia meccanica ad orologio, e un secchio si è provveduto a pesare i diversi costituenti delle razioni giornaliere di ogni cavallo. Una volta pronta la quantità esatta della razione per soggetto, la si metteva in un secchio più grande dove le diverse componenti venivano mescolate per garantire una miscela il più omogenea possibile. Questi secchi più grandi venivano poi trasportati a mano fino ai box dei cavalli davanti ai quali erano presenti due secchi in plastica e un coperchio sempre in materiale plastico. La miscela del secchio grande veniva quindi suddivisa in 3 porzioni in questo modo: un quinto del mangime veniva posto nel primo secchio piccolo e rappresentava il pasto della mattina, due quinti venivano posti nel secondo secchio e rappresentavano il pasto somministrato nel pomeriggio e ciò che rimaneva nel secchio grande, veniva messo direttamente nella mangiatoia presente all'interno del box del cavallo in questione e rappresentava il pasto di mezzogiorno. Prima di mettere il mangime in mangiatoia si controllava che all'interno della stessa non vi fossero residui di mangime, in caso contrario si provvedeva a recuperarli e a pesarli. Una volta fatto tutto questo, si provvedeva a registrare sulle schede nutrizionali le quantità di alimenti somministrati e, se presente, la quantità di residui (tabella 3.5).



*Figura 3.12: Box della scuderia “piccola” con le razioni per gli animali pronte per essere somministrate.*

La quantità di alimenti da somministrare faceva sempre riferimento alle feed list ma era possibile per l'allenatore modificare la dieta in situazioni particolari: ne è un esempio Mateus BI al quale durante le giornate del 28-30-31 marzo non è stato somministrato alcun tipo di concentrato poiché presentava febbre elevata. La modifica alla dieta veniva indicata al mattino all'arrivo in scuderia e si provvedeva alla modifica e alla registrazione nelle schede. Per quel che riguarda il fieno, agli animali viene fornito in due momenti della giornata: dopo l'attività fisica e a pomeriggio inoltrato. Poiché era impossibile effettuare una pesata di tutto il fieno somministrato, si è concordato con gli artieri, di fornire loro delle tabelle apposite in cui registrare la quantità di fieno somministrata agli animali in prova (tabella 3.6).

*Tabella 3.6: Tabella utilizzata dagli artieri per la registrazione delle quantità di fieno somministrate ai cavalli.*

NOME DEL CAVALLO	DATA	FIENO DEL MATTINO (kg)	FIENO DEL POMERIGGIO (kg)	RESIDUO

Per stimare se quanto dichiarato dagli artieri fosse corretto si è provveduto ad un controllo a spot 3 volte nel corso della prova. Questa pesata è stata eseguita ponendo il fieno, precedentemente preparato dall'artiere, in una grossa borsa di plastica dotata di lunghi manici, i quali venivano poi inseriti nel gancio di una bilancia digitale da pesca. Uno dei due operatori sollevava poi il sacco appeso alla bilancia e il secondo operatore provvedeva a visualizzare il peso e registrarlo in una scheda appositamente preparata per l'occasione.

### 3.4.1. Prelievo degli alimenti e analisi

Sugli alimenti utilizzati presso la scuderia sono stati effettuati tre prelievi, ad inizio, a metà circa e alla fine del periodo della prova:

- ▶ In data 25/02/09 è stato raccolto un campione di fieno, avendo buona cura di prendere una porzione centrale della rotoballa e di non perdere le foglie, un campione di miscela di cereali, cercando di prendere una porzione ben miscelata dal carro, un campione di Aminosport ed uno di silomais dai rispettivi sacchi.
- ▶ In data 19/03/09 è stato effettuato un ulteriore prelievo di fieno poiché è iniziato l'utilizzo di una nuova partita di foraggi.
- ▶ In data 09/04/09 sono stati ripetuti i prelievi come all'inizio della prova.

I campioni raccolti in sacchetti di materiale plastico trasparente, recanti la data del prelievo ed il tipo di alimento contenuto, sono stati portati in giornata presso il laboratorio del Dipartimento di Scienze Animali dell'Università degli studi di Padova e sono state effettuate le analisi della composizione chimica. È inoltre stato stimato anche il contenuto energetico.

I parametri richiesti per il calcolo dei fabbisogni e per le conseguenti elaborazioni statistiche sono i seguenti:

- Sostanza secca (SS)
- Ceneri
- Sostanza Organica (SO)
- Proteina grezza (PG)
- Estratto etereo (EE)
- Fibra grezza (FG)
- NDF (Neutral Detergent Fiber)
- ADF ( Acid Detergent Fiber)
- ADL (Acid Detergent Lignin)
- AIA (Acid Insoluble Ash)
- Amido (solo per i concentrati)

Nel presente elaborato sono poi state utilizzate diverse formule per ottenere dati precisi da inserire nell'elaborazione statistica.

Per quel che riguarda l'analisi degli alimenti sono state utilizzate le seguenti formule:

- $SO = 100 - \text{Ceneri}$
- $EI = 100 - (\text{Ceneri} + PG + EE + FG)$
- $NSC = 100 - (\text{Ceneri} + PG + EE + NDF)$
- $CC = 100 - NDF$
- $\text{Emicellulose} = NDF - ADF$
- $\text{Cellulosa} = ADF - ADL$
- $\text{Lignina} = ADL - AIA$

in cui:

- $SO = \text{Sostanza Organica}$
- $EI = \text{Estrattivi Inazotati}$
- $NSC = \text{Carboidrati Non Strutturali}$

L'energia digeribile (ED) di foraggi e concentrati è stata calcolata mediante l'utilizzo di due formule tratte dall'NRC, 2007:

$$\text{ED concentrati (Mcal/kg SS)} = 4.07 - 0.055 \times (\text{ADF\% SS})$$

$$\begin{aligned} \text{ED foraggi (Mcal/Kg SS)} &= 2118 + 12,18 \times (\text{PG \% SS}) - 9,37 \times (\text{ADF \% SS}) - 383 \times \\ &(\text{Emicell \% SS}) + 47,18 \times (\text{EE \% SS}) + 20,35 \times (\text{NSC \% SS}) - 26,3 \times (\text{Cen \% SS}). \end{aligned}$$

Il calcolo della quantità di alimento concentrato ingerito è stato fatto attribuendo alla quantità dei residuo eventualmente presente, pesato nel corso della prova, una quota proporzionale rispetto ai concentrati e al silomais assunti dagli animali, in quanto non era possibile distinguere le singole componenti dei concentrati.

Per quel che riguarda l'insilato, sono state richieste al laboratorio le seguenti analisi:

- Ph
- $N-NH_3$  mg/100g di fresco
- $N-NH_3$  (% SS)
- Glucosio (% tq)
- Fruttosio (% tq)
- Acido lattico (% tq)
- Acido acetico (% tq)

- Acido propionico (% tq)
- Acido iso-butyrico (% tq)
- Etanolo (% tq)

Questi parametri sono stati ottenuti con le seguenti metodiche:

- ▶ per la SS: metodica CNR-IPRA, tratta dai quaderni metodologici, metodo 2.3;
- ▶ per le ceneri: metodica CNR-IPRA, metodo 11.2
- ▶ per la PG: metodica AOAC, METODO 2001.11
- ▶ per l'EE: metodo A riportato in Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (GUCE), n. L257/98.
- ▶ per la FG: metodica CNR-IPRA, metodo 7.2
- ▶ per NDF, ADF, ADL, AIA: metodica CNR-IPRA, metodi 12.3, 13.2, 14.2
- ▶ per l'amido: metodica AOAC, metodo 979.10
- ▶ per il pH degli insilati: metodica CNR-IPRA, metodo 8.2
- ▶ per l'N-NH<sub>3</sub>: metodica CNR-IPRA, metodo 4.4
- ▶ per gli AGV degli insilati: metodica CNR-IPRA, metodo 15.3

### 3.5. Valutazione dell'attività fisica mediante l'uso del GPS

La valutazione dell'attività fisica sostenuta dai 31 soggetti di questo studio è stata misurata mediante l'utilizzo del sistema GPS.



Figura 3.13 (in alto) e 3.14 (a sinistra):  
Apparecchio Garmin® Forerunner 205 (da  
[www.garmin.it](http://www.garmin.it)).

Il modello acquistato per la prova dal Dipartimento di Scienze Animali è della Garmin®: Gps Forerunner 205 (figure 3.13 e 3.14). Di questo modello ne sono stati comprati 7 pezzi, 6 da affidare agli artieri ed uno per l'allenatore.

Il Forerunner 205 è un GPS da polso, non cartografico, con computer di allenamento. Si è dimostrato molto resistente e molto intuitivo nell'utilizzo.

Per prima cosa si è provveduto a settare tutti i GPS con le medesime impostazioni iniziali in modo tale da avere dei dati uniformi e che ogni GPS fosse uguale a tutti gli altri.

Il GPS da la possibilità di selezionare un tipo di attività predefinita tra corsa, bici ed altro; per il nostro tipo di lavoro è stato scelto di utilizzare come funzione predefinita "altro". Sono stati poi impostati come unità di misura predefinita per la velocità i m/sec.

### 3.5.1. Modalità di utilizzo del GPS per la prova sperimentale

Prima dell'inizio della prova si è provveduto a fissare un colloquio con gli artieri e l'allenatore che avrebbero preso parte all'esperimento al fine di spiegare in modo esaustivo come utilizzare il GPS in maniera appropriata.

Precedentemente al colloquio sono state stilate delle schede (figure 3.15 e 3.16), una per ogni fruitore del GPS, che illustravano come utilizzarlo e le funzioni di base dello strumento. Queste schede sono state consegnate agli addetti durante il colloquio preliminare, durante il quale sono stati forniti tutti i chiarimenti inerenti all'utilizzo del GPS e alla prova in generale.

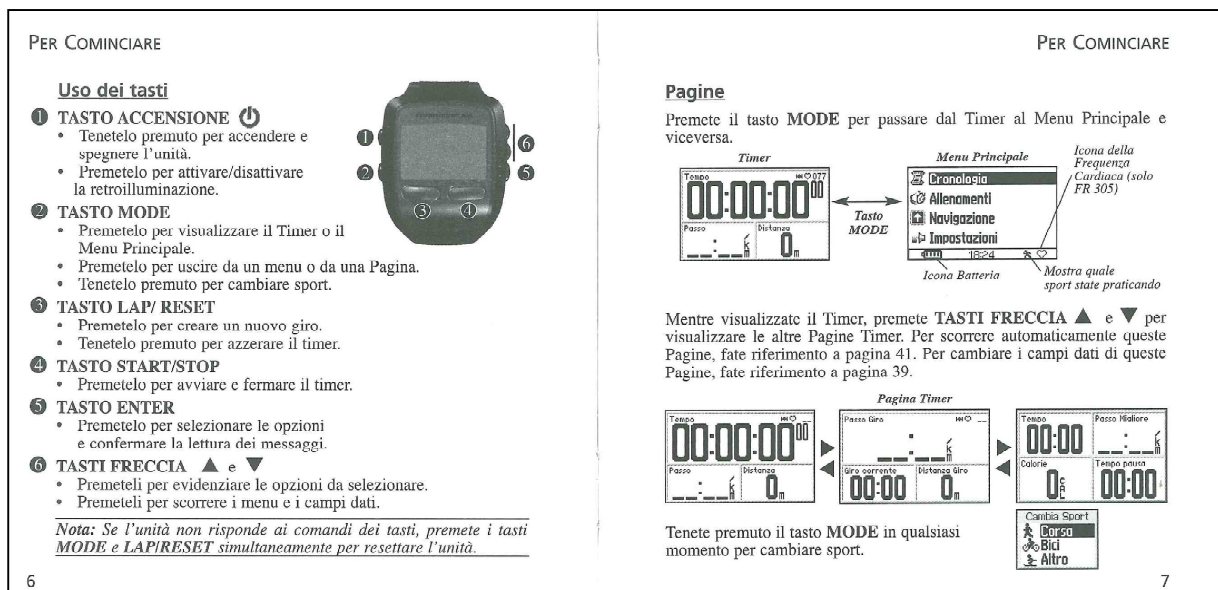


Figura 3.15: Immagine che raffigura una delle schede fornite agli artier

## Utilizzo GPS

Accensione **solo all'esterno** per permettere la ricezione dei satelliti, almeno 2 minuti prima di entrare in pista premendo il **tasto laterale** in alto a sinistra

Al momento di ingresso in pista premere il tasto sotto il quadrante a destra  
**START/STOP**

- Al termine del lavoro di ogni singolo cavallo (treno o prova) premere il tasto **START/STOP** per fermare il tempo

Prima di partire con un nuovo cavallo tenere premuto per 3 secondi il tasto  
**LAP** per azzerare il tempo

Al momento dell'ingresso in pista con un nuovo cavallo premere il tasto sotto il quadrante a destra **START/STOP**

Al termine del lavoro con tutti i cavalli spegnere il GPS con il **tasto laterale** in alto a sinistra

- Non apportare nessuna modifica al GPS perché già impostato

*Figura 3.16: Scheda fornita agli artieri con le indicazioni base per utilizzare il GPS per la registrazione delle corse effettuate dai cavalli.*

Il metodo di utilizzo del GPS da parte degli artieri era il seguente. Al mattino gli strumenti erano a disposizione degli artieri che li trovavano in selleria, dove si era provveduto a creare un punto di stoccaggio e caricamento dei GPS. Qui infatti erano state disposte tre ciabatte

preposte al caricamento degli strumenti e dotate di un timer per evitare che rimanessero sotto carica troppo a lungo. Gli artieri quindi, una volta giunti in scuderia al mattino, si munivano del GPS mettendolo al polso e lo accendevano, avendo l'accortezza di trovarsi all'esterno, come ci siamo più volte raccomandati, in quanto lo strumento non riesce a ricevere i satelliti se si trova all'interno di un edificio mentre la mantiene una volta acceso all'esterno anche se si passa al coperto. Gli artieri poi continuavano liberamente i loro compiti della giornata. Quando erano pronti per muovere un cavallo, nel momento in cui entravano in pista dovevano premere il pulsante START/STOP dello strumento: da quel momento in poi il GPS cominciava il lavoro di registrazione dell'attività fisica svolta dal cavallo. Finito l'allenamento, prima di lasciare la pista, era necessario solo che si ricordassero di ripremere il tasto START/STOP dello strumento. Facendo ciò, infatti, si arrestava la fase di registrazione dei dati e l'artiere poteva continuare tranquillamente le proprie mansioni. Nel momento in cui era da muovere un ulteriore cavallo, l'artiere non doveva fare altro che premere il tasto LAP per 3 secondi, segnalati dal GPS con tre segnali acustici, per azzerare così il tempo successivamente rieseguire le stesse operazioni fatte per il primo cavallo ovvero premere START/STOP all'ingresso in pista e ripremere lo stesso tasto all'uscita. Una volta ultimati i cavalli da muovere l'artiere poteva spegnere il GPS e lasciarlo in selleria.

Agli artieri è stato poi chiesto di compilare delle schede (tabella 3.7), che erano state precedentemente fornite loro, in cui dovevano riportare il nome dei soggetti mossi, accanto alla data, in ordine di ingresso in pista.

Una volta che gli artieri avevano finito di muovere i cavalli, si poteva effettuare lo scaricamento dei dati della giornata dai GPS stessi al computer portatile mediante il cavo usb fornito dal produttore. Le corse dei cavalli venivano quindi scaricate in un software chiamato "Training Center" fornito con i GPS della Garmin® e in un file Excel venivano copiati i nomi dei cavalli mossi in quella giornata da tutti gli artieri e dall'allenatore il quale, invece di compilare una scheda come quella riportata in tabella 3.7, ci forniva le schede che riportavano i nomi dei cavalli da prova su cui poi scriveva l'ordine di ingresso in pista (figura 3.17).



*Tabella 3.7: Scheda in cui ogni artiere riportava l'ordine in cui i cavalli erano stati mossi nelle singole giornate*

<b>ORDINE CAVALLI</b>								
<b>Artiere: ALEX</b>								
lunedì	23/02/2009							
martedì	24/02/2009							
mercoledì	25/02/2009							
giovedì	26/02/2009							
venerdì	27/02/2009							
sabato	28/02/2009							
domenica	01/03/2009							
lunedì	02/03/2009							
martedì	03/03/2009							

## CAVALLI DA PROVE

8.00	9.00		MAMBO – MATEUS
8.15	9.15		MAGIC MOMENT – LORD OF THE WINGS
8.30			LIBERTY – LORRAINE
8.45			NO LIMITS – NA' SOPA DARGENTO
9.45			NOLAR HOLZ – NO SECRET

Figura 3.17: Scheda riportante i nomi dei cavalli da prova, che indicava l'ordine di ingresso in pista.

### 3.5.2 Modalità di scaricamento dei dati dal GPS

I dati dei GPS sono stati esportati dal programma "Garmin Training Center®" mediante un programma reperito on line chiamato "TCX Converter": questo programma convertiva i files originali del GPS (che erano in formato TCX) in files CSV. Con il TCX Converter si sono quindi esportati i files divisi per artiery in formato CSV. Ogni cartella esportata conteneva tutte le corse del periodo di prova e dei rispettivi cavalli mossi giornalmente dall'artiere a cui

apparteneva la cartella in questione. A questo punto sono state create tante cartelle quanti erano i cavalli della prova. Attraverso i dati scaricati con il programma “Garmin Training Center®” si è potuto risalire ad ogni corsa ed attribuirlo al rispettivo cavallo mosso. Si sono così ottenute 30 cartelle, ciascuna identificata con il nome di un cavallo, contenenti le corse giornaliere, spesso più di una al giorno, per ogni soggetto. Da queste cartelle, per ogni singola corsa, si è provveduto ad elaborare un file Excel (tabella 3.8) contenente le informazioni necessarie per calcolare il consumo di ossigeno e l’energia spesa per l’attività fisica svolta durante quella determinata corsa, di quel determinato giorno. In tabella 8 il tempo totale rappresenta la durata della corsa ed è fornito dal GPS stesso il quale fornisce anche la velocità media in m/sec che moltiplicata per il coefficiente 3.6 da la velocità del soggetto in km/h. La sigla EE sta per il termine anglosassone Energy Expenditure, che significa spesa energetica: questo valore si ottiene a partire dal consumo di ossigeno del soggetto calcolato in ml/kg/min mediante la formula di Coenen (Coenen, 2008):

$$VO_2 = -0.438 + 5.47x + 1.12x^2 + 0.065x^3 + 2.03z$$

in cui x corrisponde alla velocità e z alla pendenza del tracciato, che nel nostro caso è fissata a zero. Il dato ottenuto con questa formula viene moltiplicato per il coefficiente 20.1 in quanto un ml di ossigeno equivale a 20.1 J. Successivamente dividendo l’ultimo valore per 4.1855, coefficiente per la trasformazione dei J in calorie, si ottiene l’EE espressa in calorie.

*Tabella 3.8: Parte finale del file Excel elaborato per il calcolo dei fabbisogni relativi all’esercizio fisico (EE Mcal)*

Cavallo	Data	Tempo totale (sec)	Vel.Media (m/sec)	Vel.Media (km/h)	vel max (km/h)	EE J	EE Mcal
<b>MATISSE</b>	07/03/09	445	7.49	26.98	43.2	13.33	0.760

Di ogni file Excel precedentemente elaborato, si è provveduto a mantenere solo le informazioni riassuntive: nome del cavallo, data dell’attività fisica, durata totale dell’attività fisica, velocità (media e massima) e spesa energetica (in MJ ed in Mcal). Questi dati sono poi stati uniti tutti in un unico foglio Excel riportante il nome di tutti i cavalli, la data, la spesa energetica per ogni giornata, il peso dei soggetti e i fabbisogni di mantenimento.

### **3.5.3. Calcolo degli apporti e dei fabbisogni nutrizionali**

#### **3.5.3.1. Apporti**

Gli apporti sono calcolati a partire dalla razione giornaliera dei cavalli. Da questa si sono calcolate le ingesta, che altro non sono che l'alimento ingerito a cui vengono sottratti i residui, e la quantità di SS ingerita.

Sulla base del contenuto di ED e di PG si è quindi calcolato l'apporto giornaliero dei nutrienti.

#### **3.5.3.2. Fabbisogni**

Sono stati calcolati due tipo di fabbisogni: quelli reali, calcolati con l'utilizzo del GPS, e quelli NRC.

I fabbisogni NRC sono stati calcolati a partire dalle formule presenti nell'NRC 2007.

Per il calcolo dei fabbisogni di mantenimento si è usata la seguente formula:

$$DE = 0.0363 \times BW$$

I fabbisogni dovuti all'attività sportiva sono stati calcolati con la seguente formula:

$$DE = (0.0363 \times BW) \times 1.9$$

In entrambi i casi, si è scelto di utilizzare i coefficienti per il calcolo riferiti a soggetti con fabbisogni energetici molto elevati in quanto tutti i cavalli della prova sono soggetti giovani, molto nevrili e molto attivi dal punto di vista dell'attività fisica.

Tra i fabbisogni calcolati mediante il sistema NRC bisogna anche aggiungere quelli della PG per l'attività sportiva, stimati con l'utilizzo della seguente formula:

$$PG = (1.26 \times BW) + (0.354 \times BW) + (\text{perdite di calore} \times 7.8 \times 2.0/0.79)$$

In cui perdite di calore =  $0.01 \times BW$ .

## **3.6. Elaborazione statistica dei dati**

I dati relativi alla sostanza secca ingerita, rapporto foraggi: concentrati, apporti di ED e di PG, fabbisogni di ED (con GPS e con NRC) e di PG, variazioni fra apporti e fabbisogni di ED e di PG e i dati ottenuti dal GPS (tempo, s; spazio, m; velocità media, km/h; velocità massima,

km/h) sono stati elaborati utilizzando il seguente modello lineare mediante la procedura PROC MIXED per dati ripetuti nel tempo del SAS (SAS Institute, 2000):

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + S_j + ES_{ij} + C_{k:ij} + G_{ijkl} + e_{ijkl}$$

dove:

$Y_{ijkl}$  = variabile considerata;

$\mu$  = media generale;

$E_i$  = effetto fisso della classe di età ( $i=2$ , 2 anni;  $i=3$ , 3 anni;  $i=4$ , 4 anni o più);

$S_j$  = effetto fisso del sesso degli animali ( $j=1$ , maschi;  $j=2$ , femmine);

$ES_{ij}$  = effetto fisso della interazione fra classe di età  $i$  e sesso  $j$ ;

$C_{k:ij}$  = effetto casuale del cavallo entro ES;

$G_{ijkl}$  = effetto del giorno di prova;

$e_{ijkl}$  = errore casuale  $\sim N(0, \sigma^2_e)$ .

La varianza stimata dell'effetto  $C_{k:ij}$  (cavallo entro ES) è stata usata come linea di errore per gli effetti della classe di età  $E_i$ , del sesso  $S_j$  e dell'interazione  $ES_{ij}$ .

I dati relativi al peso vivo e al BCS sono stati elaborati utilizzando un modello lineare simile al precedente nel quale però i giorni di prova sono stati sostituiti con l'effetto del periodo (P) con due livelli (inizio e fine prova). Nel modello inoltre sono state considerate le interazioni EP e SP.

I dati relativi ai parametri ematici sono stati elaborati utilizzando il modello precedentemente descritto per il peso e il BCS nel quale però l'effetto del periodo (P) ha 4 livelli (prelievo 1, 2, 3 e 4). In questo modello non sono state considerate le interazioni EP.



## **4. Risultati e Discussione**

### **4.1. Caratteristiche qualitative degli alimenti utilizzati nella prova**

Nelle tabelle 4.1 e 4.2 sono riportate le medie e le deviazioni standard di tutti i campioni di alimenti prelevati nel corso della prova.

Per quel che concerne il mix di cereali, il contenuto in amido appare in linea con quello delle componenti dei singoli cereali che compongono la miscela, ovvero avena 60% della miscela (amido = 43.9 % SS), orzo 30% ( amido = 58.7 % SS) e mais 10% (amido = 72.6 % SS) (Martilotti, 1996).

Il mangime utilizzato nella prova, prodotto dalla ditta ACME di Cavriago (RE), è un mangime complementare per cavalli sportivi che contiene cereali. Il suo contenuto di proteine è pari a 23.2% ss, legato alla presenza di soia e derivati fra gli ingredienti mentre l'amido (14% ss) deriva dalla presenza dei cereali. Apporta molte vitamine e minerali come si può notare dall'integrazione per kg (tabella 4.2)

Tabella 4.1: Composizione chimica degli alimenti utilizzati nella prova.

Parametro	Mix di cereali	Mangime commerciale <sup>(1)</sup>	Fieno	Insilato
Campioni (n.)	2	2	3	2
SS (%)	89.67 ± 0.08	88.38 ± 0.33	90.95 ± 0.32	33.35 ± 0.51
Ceneri (% SS)	2.53 ± 0.20	22.03 ± 0.06	6.84 ± 0.71	4.22 ± 0.06
SO (% SS)	97.47 ± 0.20	77.97 ± 0.06	93.16 ± 0.71	95.78 ± 0.06
PG (% SS)	9.95 ± 0.23	23.18 ± 0.05	13.31 ± 1.46	6.91 ± 0.15
EE (% SS)	3.57 ± 0.35	4.09 ± 0.13	0.94 ± 0.14	3.02 ± 0.04
FG (% SS)	8.54 ± 0.63	9.30 ± 2.17	42.48 ± 1.38	21.67 ± 0.89
EI (% SS)	75.41 ± 1.01	41.40 ± 2.05	36.42 ± 2.22	64.18 ± 0.64
NSC (% SS)	56.87 ± 3.57	33.43 ± 1.58	23.84 ± 1.39	44.91 ± 1.03
NDF (% SS)	27.08 ± 3.19	17.27 ± 1.69	55.06 ± 3.55	40.94 ± 1.28
CC (% SS)	72.92 ± 3.19	82.73 ± 1.69	44.94 ± 3.55	59.06 ± 1.28
ADF (% SS)	8.66 ± 0.01	9.19 ± 2.06	43.99 ± 3.21	21.78 ± 1.16
EMI (% SS)	18.42 ± 3.18	8.08 ± 0.37	11.07 ± 0.53	19.16 ± 0.11
ADL (% SS)	0	1.38 ± 0.12	9.30 ± 0.79	0.76 ± 0.02
Lignina (% SS)	0	0.60 ± 0.22	8.82 ± 0.92	21.02 ± 1.15
Cellulosa (% SS)	8.66 ± 0.01	7.81 ± 1.94	34.69 ± 2.43	0.64 ± 0.03
AIA (% SS)	0	0.78 ± 0.10	0.48 ± 0.13	0.64 ± 0.03
AMIDO (% SS)	54.62 ± 0.97	14.22 ± 0,60	Non calcolato	28.57 ± 0.75
ED (Mcal/kg SS)	3.59 ± 0.00	3.56 ± 0.11	2.17 ± 0.07	2.87 ± 0.03

<sup>(1)</sup> Integrazione per kg del mangime commerciale: Vit. A UI 99.900; Vit D3 UI 3.600; Vit E acetato (alfa tocoferoli 91%) mg 1.064; Vit B1 mg 68; Vit B2 mg 30; Vit B6 mg 50; Vit B12 mg 0,20; Acido d-pantotenico mg 30; Vit PP mg 70; Acido folico mg 13; Vit H biotina mg 0,40; Vit K3 protetta (menad. Sodio bisolfito) mg 120; Manganese solfato (manganoso monidrato) mg 160; Manganese (chelato di manganese) mg 13; Ferro (chelato di ferro) mg 6; ferro carbonat. Ferroso mg 70; Rame (chelato rameico) mg 9; Rame (solfato rameico) mg 80; Cobalto (solfato cobalto monidrato) mg 0,60; Zinco (zinco chelato) mg 24; Zinco (solfato di zinco monidrato) mg 220; Selenio (selenito sodio) mg 1,60; Vit C mg 350.



Come parametro di riferimento per la valutazione del fieno utilizzato in scuderia si è preso in considerazione un buon fieno di prato stabile le cui caratteristiche chimiche sono riportate in *Fondamenti di zootecnica* di Bittante (Bittante *et al.*, 1990). Essendo il fieno di prova costituito in parte da erba medica, il suo contenuto in proteina appare più elevato rispetto a quello di un buon fieno di prato stabile che solitamente si aggira su valori di 11.5 % SS. Al contrario, il contenuto in ceneri risulta più scarso, indice di uno scarso inquinamento con il terreno. Il contenuto in lipidi di questo alimento appare piuttosto basso rispetto ai valori medi di 2.6 % SS del fieno preso in considerazione come riferimento. I valori di NDF, che caratterizzano le componenti strutturali della pianta, sono più bassi indicando un basso apporto di carboidrati strutturali.

Per quel che riguarda l'insilato (tabella 4.2), prodotto anche in questo caso dalla ACME e commercializzato in sacchi di plastica, uno dei parametri qualitativi più importanti è il pH: nel campione prelevato in azienda il pH è risultato un po' più alto (4.11) rispetto al valore ideale che è fissato attorno ai 3.5-3.8 e anche rispetto a quello dichiarato in cartellino (3.7). Questa soglia di pH, infatti, inibisce lo sviluppo dei clostridi e garantisce una buona conservazione dell'insilato stesso (Bittante, 1990). Il tenore in ss è pari al 33% (in linea con quanto dichiarato in cartellino: 68 % di umidità). Il contenuto di acidi grassi volatili nell'insilato in questione appare abbastanza buono: in bibliografia infatti i valori riportati di ac. lattico si aggirano attorno al 3 % t.q., quelli dell'ac. acetico attorno allo 0.6 % t.q. e quelli dell'ac. butirrico devono risultare molto bassi (tracce). Se l'acidificazione dell'insilato è avvenuta correttamente, i contenuti di acido butirrico e di azoto ammoniacale (N-NH<sub>3</sub>), indice dell'attività clostridica e della degradazione delle proteine, devono risultare molto bassi (Bittante, 1990). Questo tipo di insilato ha un valore di azoto ammoniacale pari allo 0.09 % SS e quindi si può considerare discreto da questo punto di vista.

Tabella 4.2: Caratteristiche di fermentazione dell'insilato.

Parametro insilato	
Campioni (n.)	2
pH	4.11 ± 0.014
N-NH3 mg/100g fresco	29.945 ± 0.233
N-NH3 %ss	0.09 ± 0.002
glucosio %tq	0.048 ± 0.001
fruttosio %tq	0
Acido Lattico %tq	2.037 ± 0.008
Acido Acetico %tq	0.723 ± 0.012
Acido Propionico %tq	0.122 ± 0.003
Acido iso-butirrico %tq	0.007 ± 0.001
Etanolo %tq	0.177 ± 0.005

#### 4.2. Ingestione di SS e rapporto foraggi/concentrati delle diete ingerite

Come si può notare dalla tabella 4.3, l'ingestione di SS varia in modo statisticamente significativo ( $P < 0.05$ ) solo in riferimento alle classi di età dei soggetti.

Tabella 4.3: ANOVA relativa all'ingestione della sostanza secca ed al rapporto foraggi:concentrati (F:C) ingeriti.

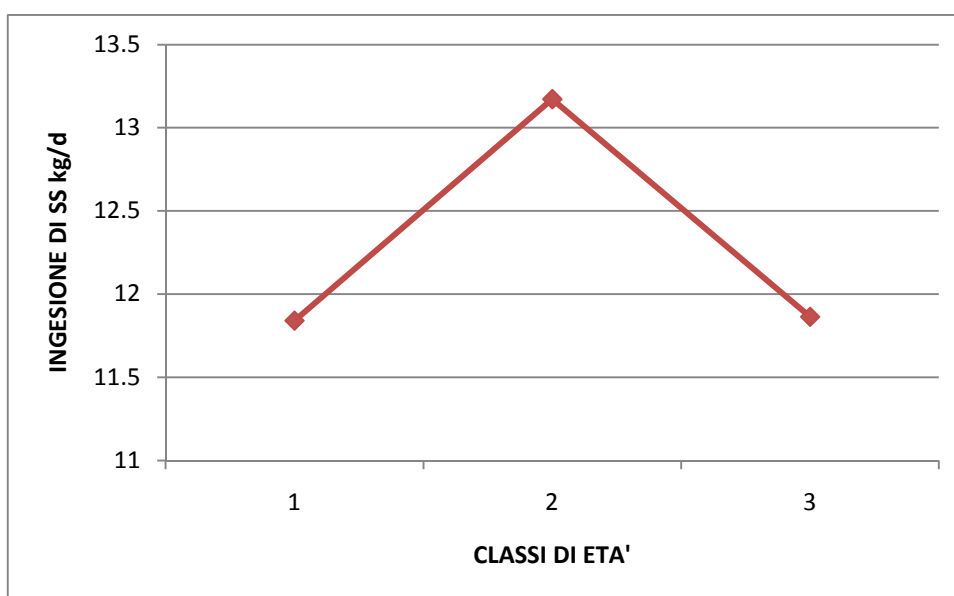
ANOVA	Ingestione SS			F:C	
	DF	F	P	F	P
CLETA	2	4.16 *	0.0282	25.14 ***	<.0001
SESSO	1	3.65 °	0.068	23.5 ***	<.0001
CLETA*SESSO	2	2.53	0.1006	6.49 **	0.0056
DAY	36	0.94	0.5719	0.98	0.5112

Nel grafico 4.1 è possibile evidenziare la variazione di ingestione, che aumenta molto nei soggetti della seconda classe per poi calare in quelli della terza più o meno ai livelli di quelli della prima classe. Considerando che passando dalla seconda alla terza classe di età il peso degli animali non cambia sostanzialmente (vedi capitolo successivo), si può ipotizzare che i soggetti di 3 anni facciano un'attività fisica più intensa oppure assumano una dieta più concentrata rispetto a quelli di età più avanzata.

Da notare è anche la tendenziale significatività ( $P=0.10$ ) dell'ingestione in riferimento al sesso degli animali. In media le femmine assumono leggermente meno SS (11.866 kg/d) rispetto ai colleghi maschi (12.718 kg/d).

In generale si può osservare come per questi cavalli l'ingestione di sostanza secca risulti molto elevata rispetto al peso corporeo (NRC, 2007). Se consideriamo un peso medio di 470 kg l'ingestione di ss in questo soggetti risulta pari al 2.6% del peso.

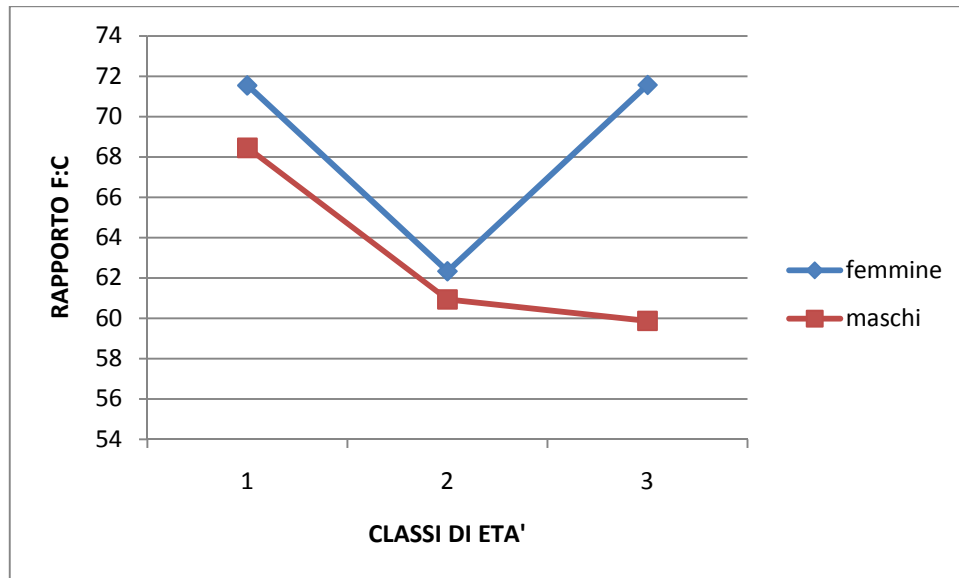
*Grafico 4.1: Ingestione di sostanza secca per classe di età*



Per quanto concerne il rapporto foraggi/concentrati, esso varia in modo statisticamente significativo in relazione sia in base alle classi di età ( $P<0.001$ ), sia al sesso ( $P<0.001$ ). Poiché l'interazione fra i due fattori del modello risulta statisticamente significativa ( $P<0.01$ ) nel grafico 4.2 si riporta il rapporto foraggi/concentrati in relazione ad entrambi questi fattori. E' possibile notare che le femmine tendono ad assumere mediamente una proporzione di foraggi

nella dieta leggermente maggiore rispetto ai soggetti maschi (68.45 vs 63.09% rispettivamente); questa differenza aumenta nella classe di età più alta. Il rapporto F:C tende invece a diminuire quasi linearmente nei maschi passando da 68.44 a 60.93 a 59.97 con l'aumentare dell'età.

Grafico 4.2: Rapporto foraggi:concentrati in relazione al sesso ed alle classi di età.



### 4.3. Peso e BCS

Il peso dei soggetti in esame varia in modo significativo in relazione con le classi di età, con il periodo ed infine in funzione anche dell'interazione sesso per periodo (tabella 4.4).

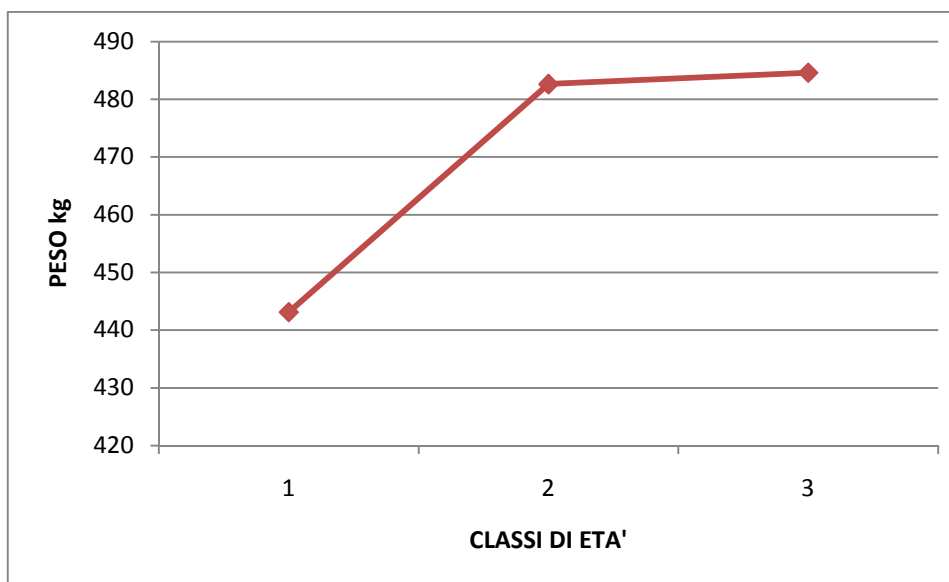
In generale i risultati relativi al peso degli animali sembrano in linea con le caratteristiche standard di soggetti appartenenti a questa categoria.

Tabella 4.4: ANOVA relativa alle variabili peso e BCS.

ANOVA		PESO		BCS	
Effetto	DF	F	P	F	P
Cl. Età	2	4.68***	0.0188	3.17°	0.0594
Sesso	1	0.7	0.4108	1.85	0.1859
Cl. età*Sesso	2	0.68	0.517	0.42	0.6645
Periodo	1	4.71*	0.0445	4.44°	0.0511
Sesso*Periodo	1	4.61*	0.0466	0	0.9658
Cl. età*Periodo	2	0.57	0.5766	9.06**	0.0023

Il peso dei soggetti in prova varia, come atteso, in base alla classe di età di appartenenza (grafico 4.3) con variazioni più marcate tra i soggetti appartenenti alla prima ed alla seconda classe di età (da 443 a 483 kg), e meno rilevanti passando invece a 4 anni e oltre (485 kg). I cavalli da trotto di 2 anni infatti si trovano ancora in una fase di accrescimento mentre a 3 anni l'incremento di peso giornaliero risulta più limitato.

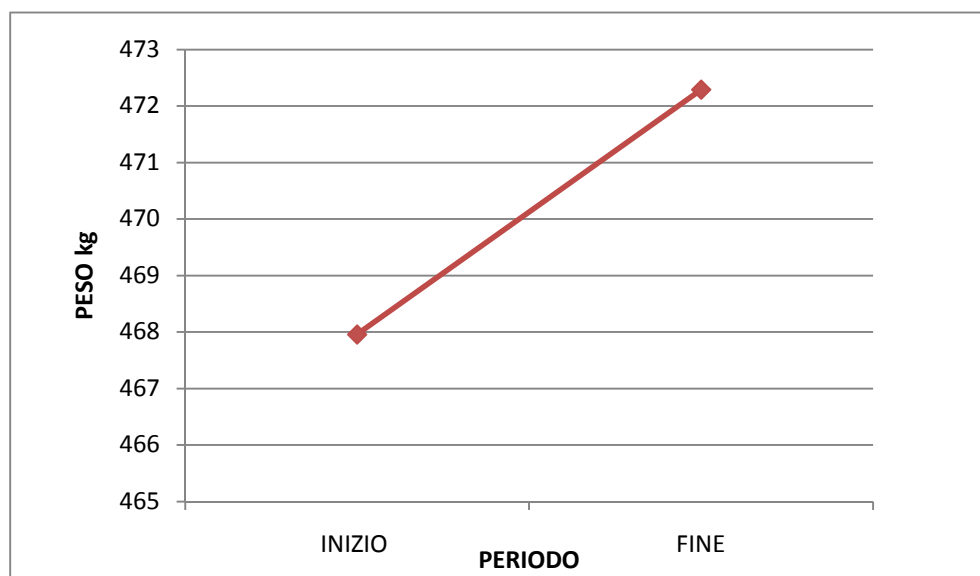
Grafico 4.3: Relazione tra peso e classi di età.



Nel corso della prova (grafico 4.4) i soggetti hanno subito un piccolo aumento di peso passando da valori 468 a 472 kg. La differenza di 4 kg è risultata significativa all'analisi statistica ma dal punto di vista quantitativo rappresenta un valore piuttosto basso anche

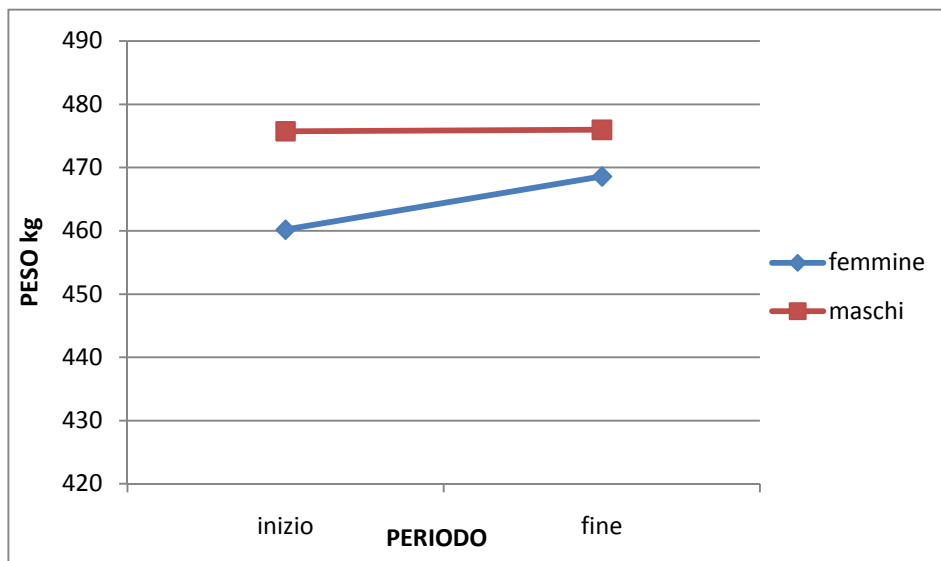
considerando che alcuni errori nella stima del peso degli animali possono essere possibili sia per le diverse condizioni in cui si trovano gli animali nelle due pesate successive (allenamento di quel giorno, abbeverata, defecazione ecc.) sia per l'imprecisione della bilancia o la presenza di paglia o feci sul piano di pesata, ecc.

*Grafico 4.4: Relazione tra peso e periodo di prova.*



Nel grafico 4.5 si nota come le variazioni di peso dei soggetti nell'arco della prova siano risultate diverse fra i due sessi. Il peso dei soggetti maschi è rimasto pressoché costante nel corso della prova (476 kg) mentre i soggetti di sesso femminile (più leggeri a parità di età) hanno presentato un incremento di peso più marcato passando da 460 ai 469 kg.

Grafico 4.5: Effetto del sesso e del periodo sul peso dei soggetti in prova.

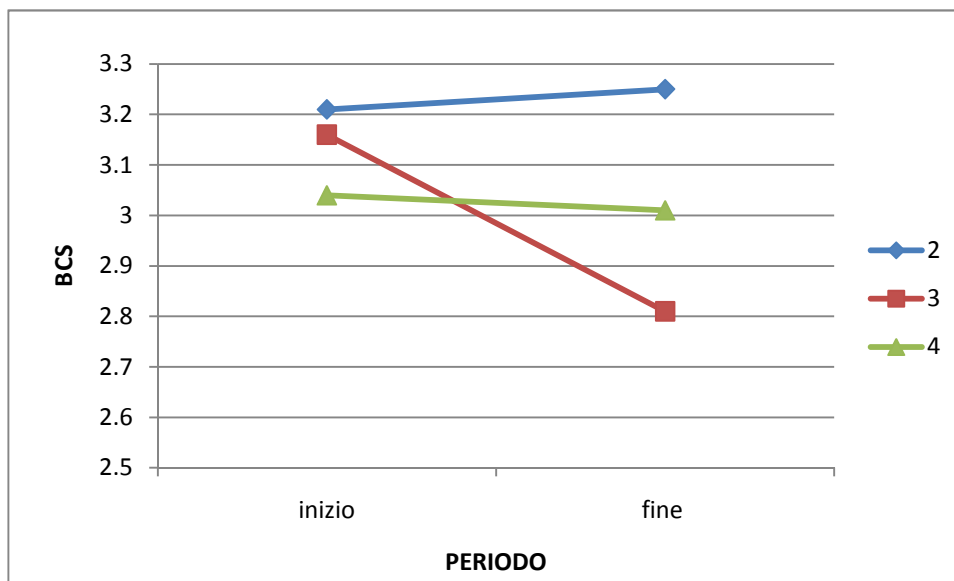


Per quel che riguarda il BCS è possibile notare in tabella 4.4 che le uniche differenze significative (ad un livello però ai limiti della significatività statistica:  $P < 0.10$ ) sono quelle relative alla classe di età degli animali e al periodo di rilevazione (inizio e fine prova). L'interazione fra questi due fattori è invece risultata altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

Come mostrato nel grafico 4.6, il BCS è diminuito in modo marcato nei soggetti di 3 anni di età passando da 3.16 a 2.81 punti da inizio a fine prova mentre è leggermente diminuito o aumentato rispettivamente per i soggetti di 4 anni e oltre e per i soggetti più giovani.

Questo risultato potrebbe essere supportato da più ipotesi. La prima (più probabile) è che i soggetti di 3 anni siano stati sottoposti ad un lavoro di allenamento più intenso rispetto ai soggetti più giovani o di età più avanzata mentre la seconda (meno probabile) è relativa ad un apporto di energia meno rispondente ai fabbisogni nel caso dei soggetti di questa classe di età.

Grafico 4.6: Effetto dell'interazione fra periodo e classi di età sul BCS.



#### 4.4. Attività fisica dei cavalli

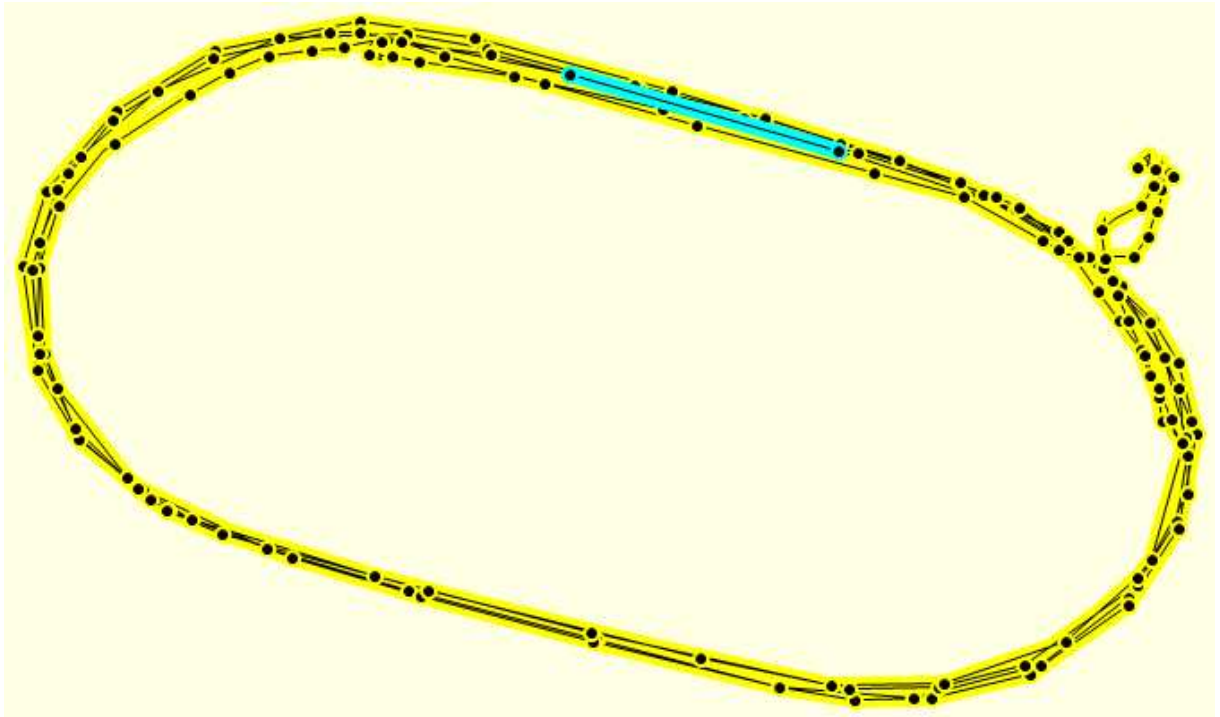
L'attività fisica degli animali oggetto della prova è stata valutata non mediante equazioni di stima presenti in letteratura o categorie di lavoro (leggero, medio, intenso, molto intenso) ma mediante l'utilizzo del sistema GPS, come descritto in materiale e metodi. Questa procedura è da considerare innovativa nel settore del cavallo sportivo e un lavoro recente proprio sulle potenzialità di questa metodologia è stato pubblicato da Amato e coll. (2008). In questo lavoro però i GPS, applicati alla capezza di cavalli di razza Bardigiana ed Avelignese liberi in paddok, erano utilizzati al fine di valutare il movimento spontaneo degli animali al pascolo per ottenere informazioni anche sul loro comportamento alimentare.

Obiettivo di questa prova è stato invece verificare la possibilità di usare il sistema GPS per verificare la durata e l'intensità dell'attività fisica di cavalli da trotto nel corso degli allenamenti e sulla base di questi dati valutare il dispendio energetico effettivo attraverso la stima del consumo di ossigeno.

Lo scaricamento dei dati ottenuti dal GPS Garmin per ottenere poi i parametri utilizzati in questa prova per il calcolo dei fabbisogni energetici è stato un lavoro lungo e laborioso. Si è partiti dal file relativo a ciascuna corsa. Le informazioni riportate nel GPS riguardano in



primis il percorso effettuato dall'animale (o meglio dall'artiere). In figura 4.1 è riportato un esempio del percorso del soggetto Never e nuff BI del giorno 09/04/09.



*Figura 4.1: Percorso effettuato in pista tonda dal soggetto Never e nuff BI del giorno 09/04/09.*

Dal GPS Garmin è possibile ricavare i dati di velocità istantanea (rilevati ogni secondo). Lo stesso software propone anche un grafico nel quale per ciascuna corsa è riportata la velocità del cavallo durante il percorso. In figura 4.2 è riportato un esempio per il soggetto Never e nuff BI del giorno 09/04/09.

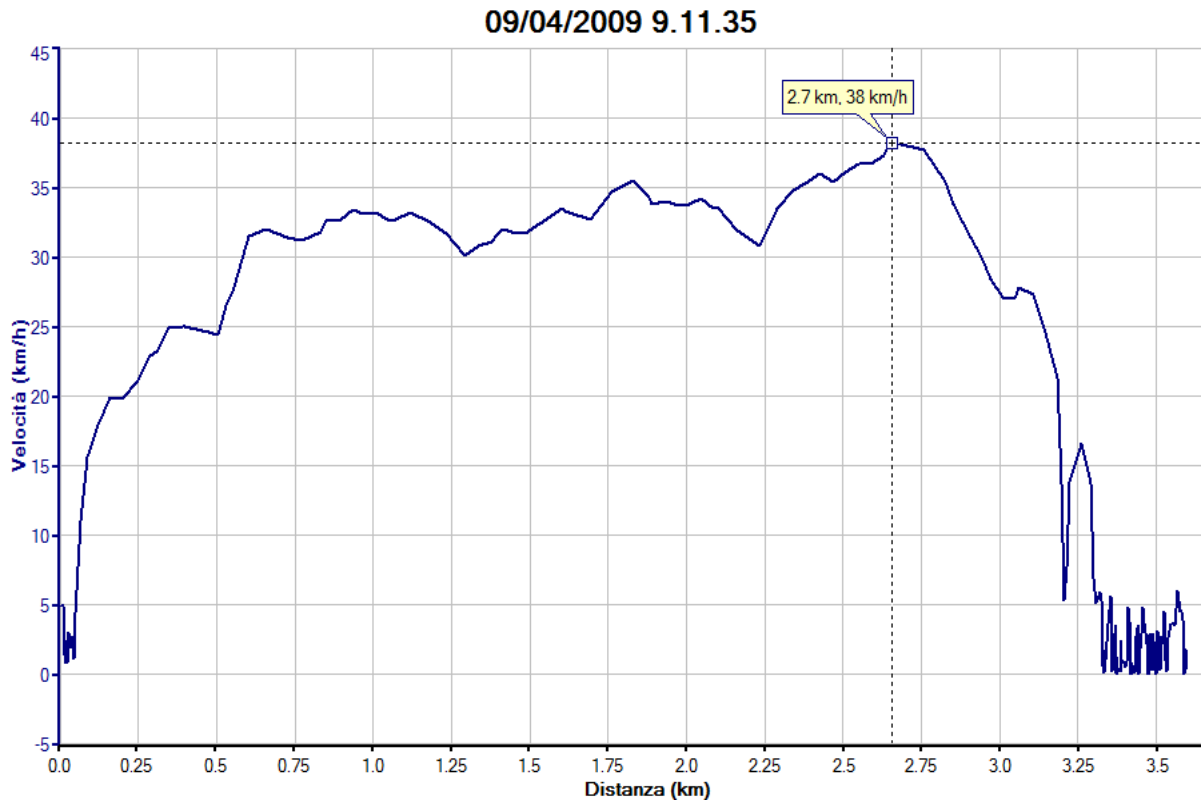


Figura 4.2: Velocità media della corsa effettuata dal soggetto Never e nuff BI del giorno 09/04/09.

Tutti i dati delle singole corse sono stati trasferiti su foglio Excel (per un totale di 30 files: “nome\_cavallo.xls”), contenenti in media 35 corse l’uno e come descritto in materiale e metodi sono stati determinati i seguenti parametri per ciascuna corsa:

- tempo di percorrenza in sec
- velocità media durante la corsa in km/h
- velocità massima durante la corsa in km/h
- spesa energetica della corsa in Mcal

I parametri medi di ciascuna corsa sono stati riportati poi su un altro foglio Excel dove erano presenti tutti i cavalli e tutti i giorni di corsa (totale 687 record: file “totale\_corse.xls”) a cui poi sono stati aggiunti i giorni in cui i soggetti non hanno svolto attività fisica (totale 906 record: file “Merge Dati Finali.xls”).

I parametri sottoposti ad elaborazione statistica non hanno evidenziato differenze significative legate alla classe di età, al sesso, all’interazione fra questi due fattori e al giorno in cui si è svolta la corsa (tabella 4.5).

Questo risultato dimostra come gli allenamenti sono molto standardizzati sia come durata che come intensità dell'esercizio fisico nei soggetti presenti all'interno della scuderia.

Esistono invece delle differenze fra le tipologie di allenamento ("treno" e "prova") che però non sono state differenziate in questo lavoro sperimentale.

Le differenze nella tipologia di allenamento fra classi di età non sono emerse nell'analisi statistica probabilmente a causa della grande variabilità all'interno di questo fattore: sulla base delle osservazioni di campo si attendevano variazioni significative sulla base dell'età (in genere i cavalli più giovani presentano velocità medie e massime più basse rispetto a cavalli di età più avanzata e quindi più allenati).

*Tabella 4.5: ANOVA dell'attività fisica valutata con il GPS*

ANOVA		tempo sec		Spazio m		vel media km/h		vel max km/h	
Effetto	DF	F	P	F	P	F	P	F	P
<b>Cl. età</b>	2	0	0.9969	0.41	0.6652	1.07	0.3582	2.49	0.1041
<b>Sesso</b>	1	0.38	0.5439	1.49	0.2337	0.46	0.5037	0.92	0.347
<b>Cl. età*sesso</b>	2	0.53	0.5979	0.88	0.4293	0.05	0.9499	1.53	0.2371
<b>Giorno</b>	33	0.81	0.7724	0.93	0.5899	0.74	0.8564	1.25	0.163

E' interessante valutare comunque quale è stata l'attività fisica svolta in media dagli animali nel periodo di prova. I soggetti di tutte e tre le classi di età hanno svolto nel corso di ogni giornata un'attività fisica molto simile dal punto di vista del tempo impiegato (28 minuti al giorno in media), percorrendo in questo arco di tempo mediamente 7,8 km, ad una velocità media di 18 km/h ed una massima di 31 km/h.

La velocità media di 18 km/h corrisponde a 5 m/s mentre la velocità massima di 31 km/h corrisponde a 8.6 m/s. Entrambe le velocità rientrano nella soglia pari a 11 m/s al di sotto della quale, secondo Coenen (2008), la relazione fra velocità (x) e consumo di ossigeno (VO<sub>2</sub>) ha un andamento di tipo lineare ( $VO_2 = -0.438 + 5.47 x + 1.12 x^2 + 0.065 x^3 + 2.03 z$ ; dove z = pendenza del tracciato, che è stata posta uguale a 0 in questa prova). Al di sopra di questa velocità l'andamento del consumo di ossigeno diventa di tipo curvilineo (assumendo un valore massimo e poi decrescendo). Va però sottolineato che lo stesso Coenen (2008) afferma come possa esistere un deficit di ossigeno anche a velocità inferiori a 11 m/s in funzione di

molti fattori, non ultimo le caratteristiche dell'allenamento al quale sono sottoposti gli animali.

#### 4.5. Confronto tra fabbisogni e apporti di ED

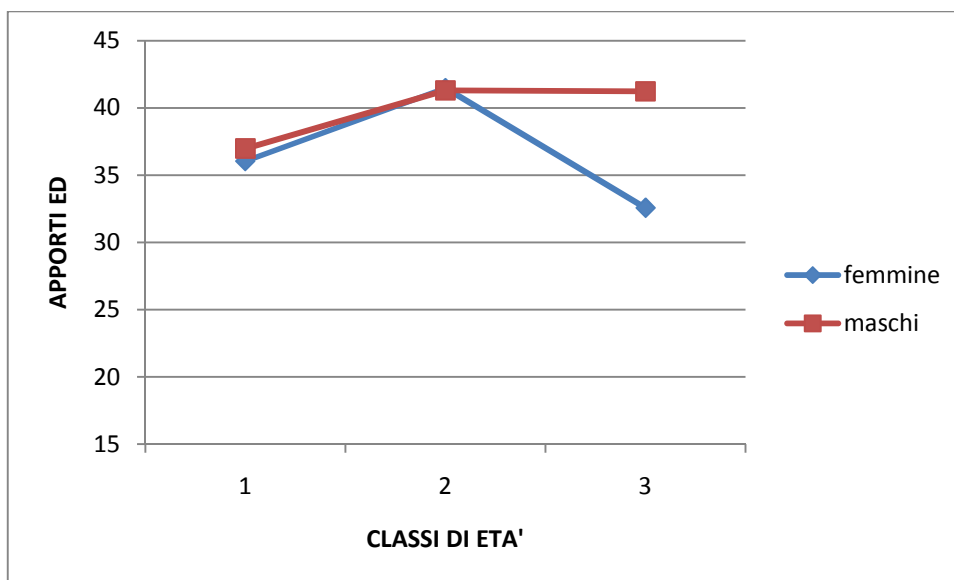
Dalla tabella 4.6 appaiono chiaramente le relazioni che intercorrono tra le tre variabili sottoposte ad analisi statistica. In particolare gli apporti di ED variano in modo significativo in relazione alle classi di età, al sesso dei soggetti e all'interazione di questi due fattori.

Tabella 4.6: ANOVA relativa alle variabili di apporti di ED, ai fabbisogni calcolati con il GPS e alla variazione di apporti e fabbisogni calcolati con GPS ed NRC.

ANOVA	apporti ED		fabbisogni ED GPS		delta A/F ED GPS		Delta A/F ED NRC	
	F	P	F	P	F	P	F	P
<b>Cl. età</b>	6.5**	0.0056	25.66***	<.0001	8.18**	0.002	2.59°	0.0957
<b>Sesso</b>	5.95**	0.0225	7.15**	0.0133	8.19**	0.0086	1.51	0.2307
<b>Cl. età*sesso</b>	3.74**	0.0385	7.33**	0.0033	8.66**	0.0015	3.01°	0.0681
<b>Giorno</b>	0.92	0.6114	1.07	0.3642	0.9	0.6366	0.93	0.5964

Nel grafico 4.7 si può evidenziare come gli apporti di ED sono sovrapponibili per i soggetti appartenenti alle classi di età 2 e 3, con valori di 36-37 Mcal/d nella prima classe di età e di 41 Mcal/d nella seconda. Le differenze si manifestano invece per i soggetti di età pari e superiore ai 4 anni con valori di ED ingerita pari a 41.2 nei maschi e 32.6 Mcal/d nelle femmine. Questo andamento risulta di difficile interpretazione considerando sia i dati dei pesi degli animali (che non cambia passando dalla seconda alla terza classe di età) che in relazione all'attività fisica (che risulta piuttosto simile nei due sessi nella classe di età più avanzata).

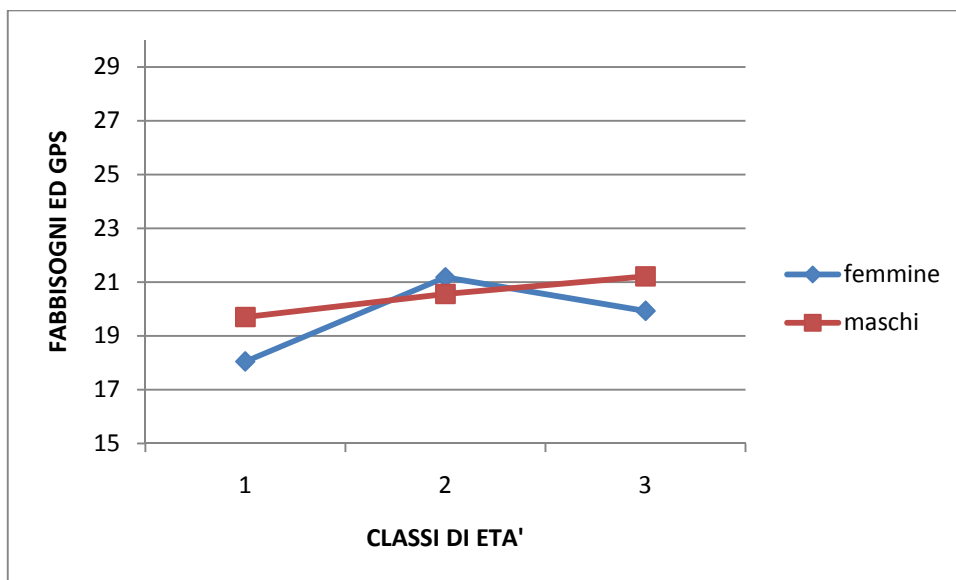
Grafico 4.7: Relazione tra gli apporti di ED, classi di età e sesso dei soggetti.



Anche i fabbisogni di ED calcolati con il GPS (cioè sommando i fabbisogni del mantenimento calcolati con formula NRC, 2007 ai fabbisogni di attività fisica calcolati sulla base del reale consumo di ossigeno) variano in modo significativo in relazione alle classi di età, al sesso dei soggetti e all'interazione di questi due fattori (tabella 4.6).

Il grafico 4.8 evidenzia la netta differenza nella stima dei fabbisogni di ED fra i due sessi. I soggetti maschi presentano esigenze di energia digeribile linearmente ( $P > 0.001$ ) crescenti all'aumentare della classe di età passando da valori di 19.7 a 21.2 Mcal/d. L'andamento dei fabbisogni per le femmine è totalmente diverso presentando una accentuata componente quadratica ( $P < 0.01$ ): per classi di età via via superiori si passa da 18.1 a 21.2 e a 20.0 Mcal/d. I dati ottenuti indicano che, poiché il peso degli animali non subisce sostanziali variazioni dalla seconda alla terza classe, i soggetti di sesso maschile con più di 4 anni svolgono una attività fisica più intensa rispetto a quelli di 3 anni mentre per le femmine la situazione è opposta con un lavoro meno intenso per quelle oltre i 4 anni rispetto ai soggetti di 3.

Grafico 4.8: Relazioni tra i fabbisogni calcolati mediante l'utilizzo Del GPS e classi di età e sesso.



In tabella 4.7 sono riportate le medie grezze dei fabbisogni di ED ottenuti esclusivamente applicando l'equazione NRC (2007) relativa a soggetti sottoposti ad attività molto intensa ("very heavy exercise"). In questo caso non è stato possibile effettuare l'analisi statistica in quanto non esisteva variabilità entro cavallo e giorno di prova.

Dalla tabella 4.7 appare chiaro come gli apporti calcolati con la formula NRC siano molto poco variabili sia tra classi di età passando da 30.6 Mcal/d per la classe di età 2 e 33.2 Mcal/d mediamente per le due classi di età superiori (dipendendo dal peso dell'animale) che tra sessi passando da 30.8 a 32.7 Mcal/d rispettivamente per femmine e maschi.

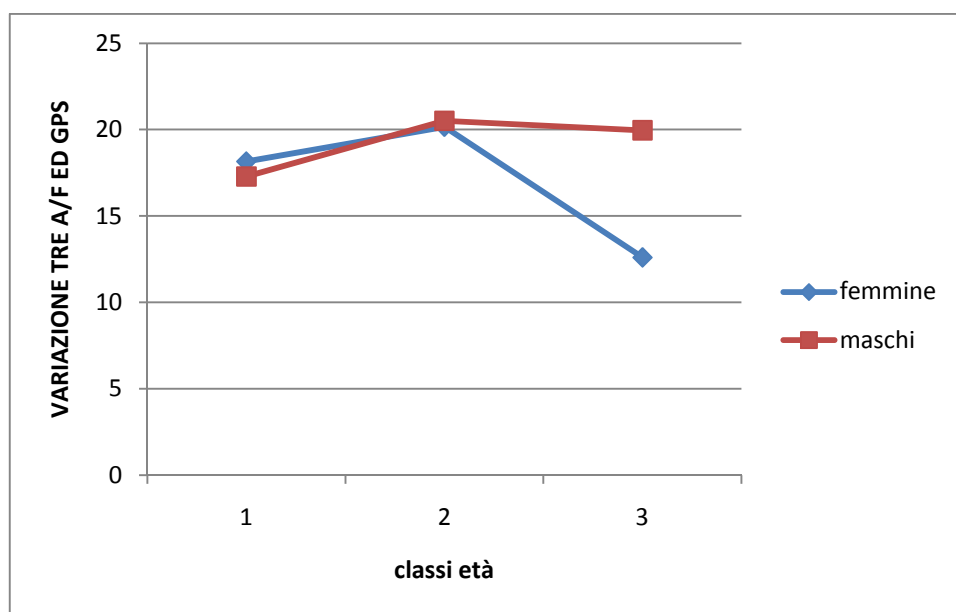
Tabella 4.7: Medie dei fabbisogni NRC (Mcal/d) suddivisi per sesso e classe di età

classe d'età	sesso		totali
	F	M	
2	29.45	31.46	30.59
3	32.72	33.20	33.09
4	32.36	33.65	33.38
<b>totali</b>	30.75	32.72	32.12

Il grafico 4.9 mostra le differenze fra apporti e fabbisogni di energia digeribile calcolati utilizzando il GPS. La prima cosa che si può notare è che gli apporti di energia nel corso della prova sono sempre stati superiori (di circa 18 Mcal/d) rispetto ai fabbisogni, indicando due possibili ipotesi: o gli animali sono sovra-alimentati (ma in questo caso dovrebbe corrispondere un aumento di peso e/o di BCS) oppure il calcolo di energia con il GPS che deriva dal consumo di ossigeno è sottostimato (ipotesi più probabile).

Verificando il comportamento fra i due sessi si possono però evidenziare differenze significative soprattutto nelle classe di età più alta. Infatti in questo caso i maschi presentano un surplus di energia pari a 20 Mcal/d mentre per le femmine questo divario è pari a 12.6 Mcal/d.

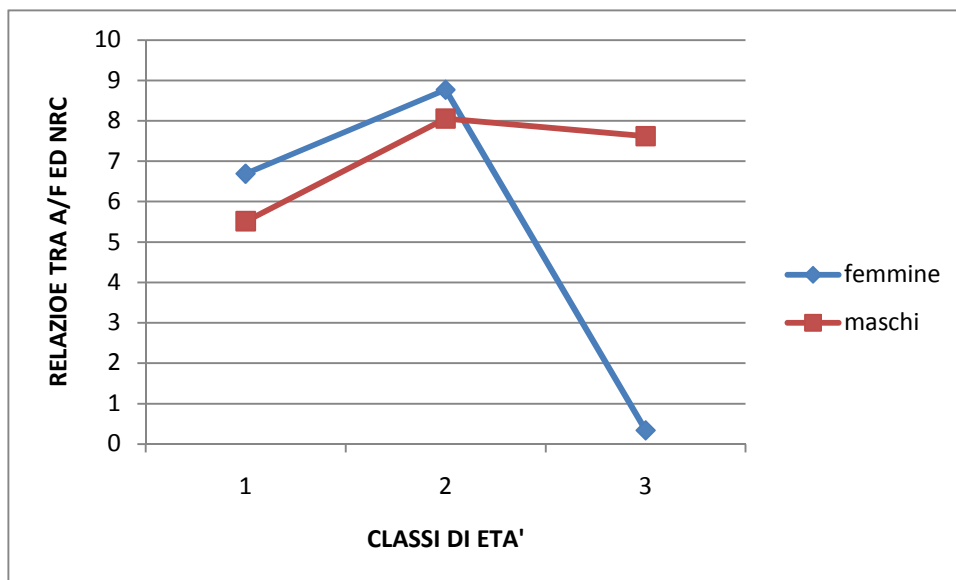
*Grafico 4.9: Variazione fra apporti e fabbisogni di ED calcolati con il GPS: interazione fra sesso e classi di età*



Se si considerano gli apporti e i fabbisogni di ED ottenuti con l’NRC (2007) (grafico 4.10) le differenze si riducono sostanzialmente e la variazione è pari a sole 6 Mcal/d (circa un terzo rispetto alle stesse variazioni considerando però il GPS). Anche gli effetti dovuti alla classe di età e al sesso sulle variazioni di ED sono più contenuti rispetto a quanto osservato per il GPS. Anche in questo caso le variazioni sono molto simili nei due sessi per le prime due classi di età, ma si distinguono nettamente per gli animali di oltre 4 anni. Infatti in questo caso mentre

per i maschi la sovrastima degli apporti rispetto ai fabbisogni è pari a 8 Mcal/d, per le femmine questo dato si avvicina a 0 indicando una corrispondenza fra questi due parametri. Questi risultati concordano con una precedente prova condotta presso il Dipartimento di Scienze Animali considerando però soggetti Quarter Horse. Anche in questo caso gli apporti di ED, specialmente in una delle due scuderie considerate, superavano i fabbisogni stimati con l’NRC (2007) del 25% mediamente, nelle tre diverse situazioni di lavoro (leggero, medio ed intenso) (Mantovani *et al.*, 2008)

Grafico 4.10: Relazione tra delta apporti/fabbisogni di ED calcolata con NRC, sesso e classi di età dei soggetti



In conclusione sembra che dal confronto fra i due sistemi di stima dei fabbisogni, quello che più si avvicina agli apporti di energia effettivamente ingerita dagli animali sia quello ottenuto mediante il semplice utilizzo dell’equazione dell’NRC. Va comunque sottolineato che il metodo “GPS” va sicuramente perfezionato in quanto basandosi su dati reali, si avvicina di più alle esigenze effettive dell’animale. Dovranno essere sviluppate equazioni di stima del dispendio energetico più accurate e che tengano conto anche dell’energia spesa nel metabolismo anaerobico.



## 4.6. Confronto tra fabbisogni e apporti di PG

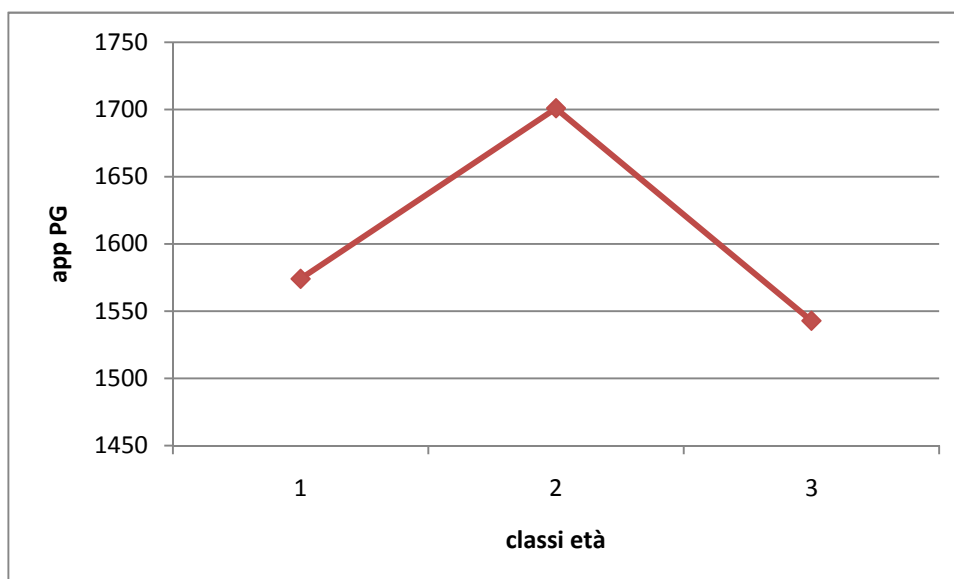
Per quel che riguarda gli apporti proteici, fra gli effetti inseriti nel modello di analisi solo la classe di età mostra una tendenziale ( $P=0.09$ ) significatività (tabella 4.8).

Tabella 4.8: ANOVA relativa alle variabili degli apporti e dei fabbisogni di PG.

ANOVA	Apporti PG		Fabbisogni PG	
	F	P	F	P
Cl. età	2.7 °	0.0876	13.62***	0.0001
Sesso	2.67	0.1151	5.01*	0.0347
Cl. età*sesso	2.1	0.144	4.01*	0.0315
Giorno	0.92	0.6085	1.11	0.2976

Infatti dal grafico 4.11 appare come gli apporti di PG aumentino, indipendentemente dal sesso considerato) dalla prima alla seconda classe di età ( da 1574 a 1700 g/d) per poi diminuire a 1542 g/d per i soggetti con più di 4 anni.

Grafico 4.11: Apporti di PG. in funzione delle classi di età.



I fabbisogni di PG (tabella 4.9), calcolati mediante equazione NRC (2007) basata esclusivamente sul peso degli animali, variano in relazione alla classe di età passando da 891 a 964 e 972 g/d. Come atteso, relativamente al sesso si osserva una differenza fra maschi e femmine con valori più elevati per i primi (953 vs 896 g/d).

Tabella 4.9: Medie dei fabbisogni proteici NRC (g/d) suddivisi per sesso e classe di età

Classe d'età	Sesso		Totali
	Femmine	Maschi	
2	858	916	891
3	953	967	964
4	943	980	972
<b>Totali</b>	896	953	936

Il confronto fra apporti e fabbisogni di proteina (tabella 4.10) ha evidenziato che gli animali assumono una quantità di proteina superiore ai loro fabbisogni, più alta nei soggetti della seconda classe di età (723 g/d) rispetto ai valori delle altre due classi (687 e 651 g/d per la prima e la terza classe rispettivamente). Dalla tabella si può notare anche che non esiste una differenza marcata in relazione al sesso: maschi e femmine assumono in media la stessa quantità in eccesso di proteina (687 e 695 g/g in femmine e maschi rispettivamente).

Questi dati sono comparabili con i dati riportati in letteratura da Mantovani *et al.* (2008) che nello studio condotto su soggetti Quarter Horse riportano valori di proteina nella dieta decisamente più alti rispetto ai fabbisogni. In questo studio gli allevamenti considerati erano due: nel primo si sono riscontrati eccessi di proteina pari al 67.1, al 57.3 e al 61.4% rispettivamente per un lavoro leggero, medio ed intenso. Parimenti nel secondo allevamento si sono registrati eccessi pari al 37.1, 33.3 e 30.1%, riferiti alle medesime classi di attività fisica della prima struttura.

Tabella 4.10: Medie della variazione tra apporti e fabbisogni proteici suddivisi per classe di età e sesso.

Classe d'età	Sesso		Totali
	Femmine	Maschi	
2	718	664	687
3	745	717	723
4	464	699	651
<b>Totale complessivo</b>	687	695	692

In conclusione sembra i cavalli da trotto sottoposti ad indagine ricevano una alimentazione iperproteica (in media l'apporto è 1627 g/d) rispetto ai fabbisogni (in media pari a 935 g/d) che sono riportati in letteratura. L'eccesso proteico è stimabile intorno al 72%.

#### 4.7. Sangue

L'analisi statistica dei parametri ematici è riportata in tabella 4.11. Come si può osservare molti parametri sono influenzati dalla classe di età ed in numero minore dal sesso dell'animale. L'effetto del momento del prelievo è significativo per quasi tutte le variabili.

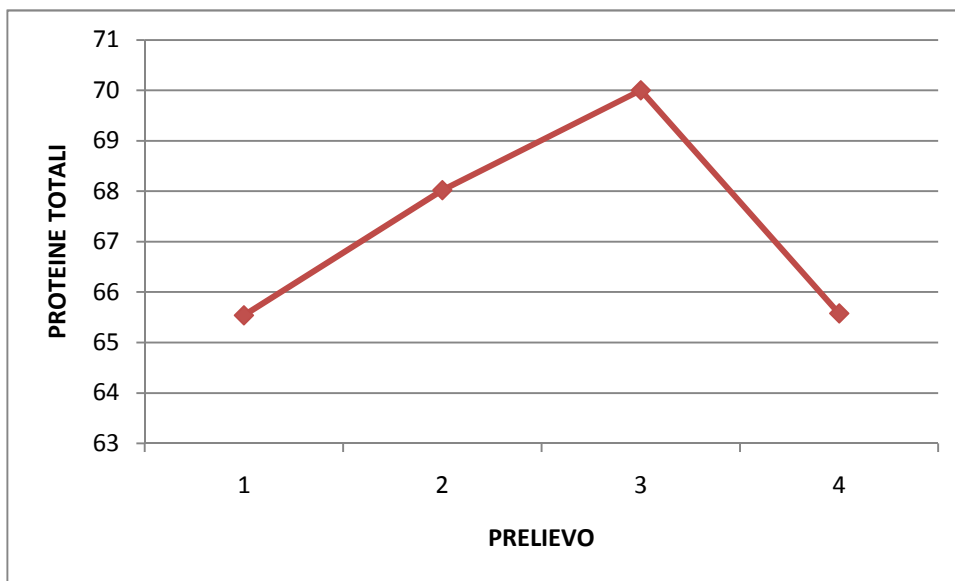
Considerando i valori medi dei diversi parametri analitici, quelli che risultano al di fuori della norma ([www.merckvetmanual.com](http://www.merckvetmanual.com)) sono: l'AST, l'LDH e la CK. Tutti e tre gli enzimi mostrano un valore medio molto più alto rispetto al parametro massimo di riferimento e appartengono tutti alla classe degli enzimi muscolari. Per questo motivo nel caso in cui si riscontrino alterati nelle analisi del sangue di un cavallo, portano a sospettare che il paziente sia soggetto, o lo sia stato in passato, a danni muscolari (rabbdomiolisi). Questi tre enzimi hanno tempi di insorgenza del picco massimo diversi: la CK aumenta molto rapidamente e può tornare a valori normali in meno di 48 ore, l'AST invece raggiunge livelli molto alti in 12-24 ore, per poi tornare alla normalità in meno di una settimana, mentre l'LDH mostra un'attività massima dopo 48-72 ore ed un ritorno ai valori normali più lento della CK, poiché è una molecola di grandi dimensioni e presenta un'emivita maggiore. Grazie a queste caratteristiche dei tre enzimi è possibile datare lo sviluppo del danno muscolare.

Tabella 4.11: ANOVA dei parametri ematici.

Effetto	Cl. età	Sesso	Cl. età*Sesso	Prelievo
<b>Num DF</b>	2	1	2	3
<b>Prot. Totali</b>	0.89	1.21	1.43	16.04***
<b>Urea</b>	1.91	0.29	1.56	0.55
<b>Glucosio</b>	5.34*	0	1.05	8.87***
<b>Bilirubina Tot</b>	18.38***	0.17	0.41	2.98*
<b>Creatinina</b>	1.2	0.3	0.28	18.36 ***
<b>AST</b>	5.68**	12.43**	6.27**	3.61*
<b>GGT</b>	0.96	1.71	2.38	3.8*
<b>LDH</b>	0.28	0.05	0.93	1.05
<b>CK</b>	4.15*	2.98°	5.04*	0.99
<b>ALP</b>	27.13***	0.38	0.7	12.57***
<b>Ca</b>	3.86 *	0.01	0.53	6.74***
<b>P</b>	23.66***	9.54**	0.58	0.23
<b>Na</b>	2.55°	1.26	1.37	51.14***
<b>K</b>	1.42	0.44	0.35	1.34
<b>Cl</b>	5.49*	2.23	0.19	28.23***
<b>Fe</b>	1.1	0.04	1.11	0.43

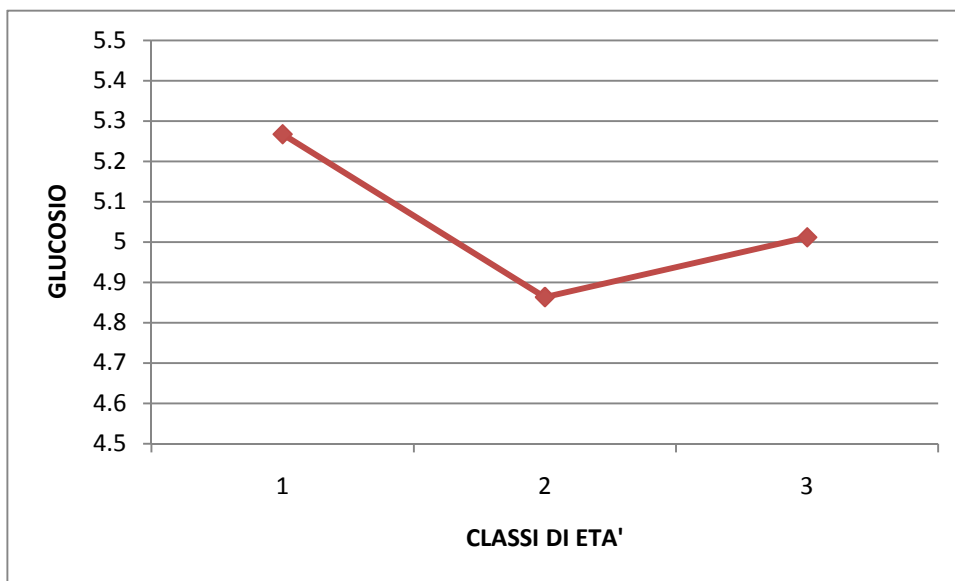
Le proteine totali rientrano nel range fisiologico (57-79 g/l) ed il loro andamento nel corso della prova è illustrato nel grafico 4.12, nel quale appare evidente che questo parametro aumenta in modo quasi lineare nei primi tre prelievi, per poi diminuire nel quarto fino a raggiungere i livelli del primo prelievo.

Grafico 4.12: Relazione tra Proteine totali e prelievo.



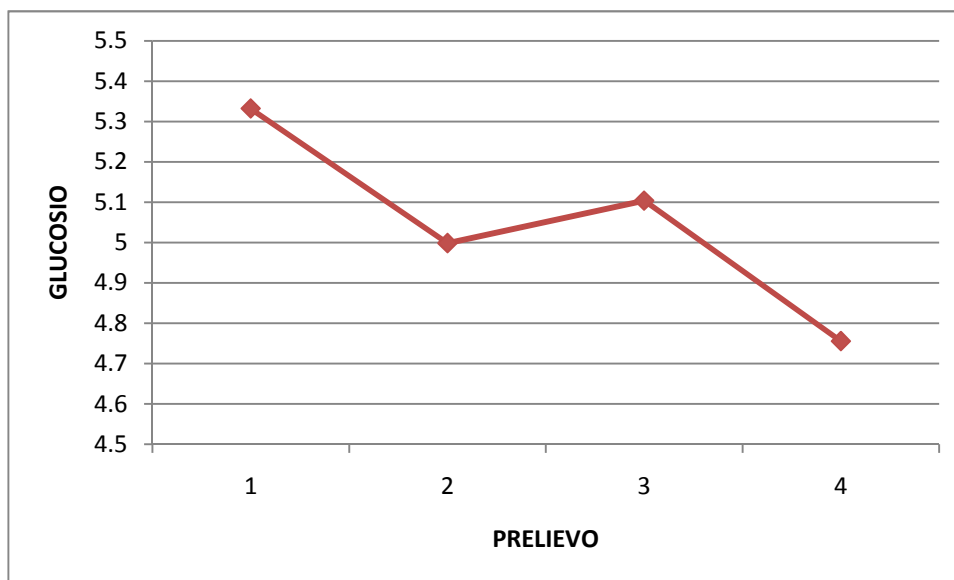
Anche i livelli di glucosio ematico rientra nei range fisiologici (3.5-6.3 mmol/l) aggirandosi su valori medi di 5 mmol/l. Il grafico 4.13 illustra le relazioni che intercorrono tra la variabile glucosio e le classi di età dei soggetti. Il glucosio mostra una diminuzione molto marcata nei soggetti della seconda classe, rispetto a quelli della prima, per poi risalire a livelli intermedi per i soggetti della terza classe.

Grafico 4.13: Relazione tra glucosio e classi di età.



Il grafico 4.14 illustra l'andamento del glucosio nei quattro prelievi effettuati nel corso della prova. E' possibile notare l'andamento decrescente dal primo al quarto prelievo (da 5.3 a 4.7 mmol/l), con una punta attorno a valori di 5.1 mmol/l nel corso del secondo prelievo.

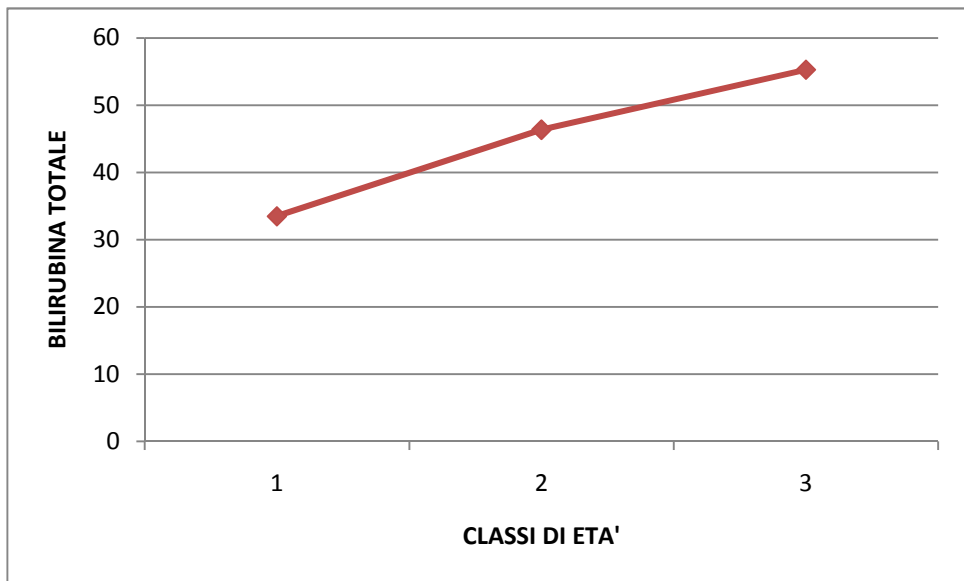
*Grafico 4.14: Relazione tra glucosio e prelievo.*



I valori medi di bilirubina si attestano al di sotto del range fisiologico (54-61  $\mu\text{mol/l}$ ) assumendo valori medi pari a 44  $\mu\text{mol/l}$ .

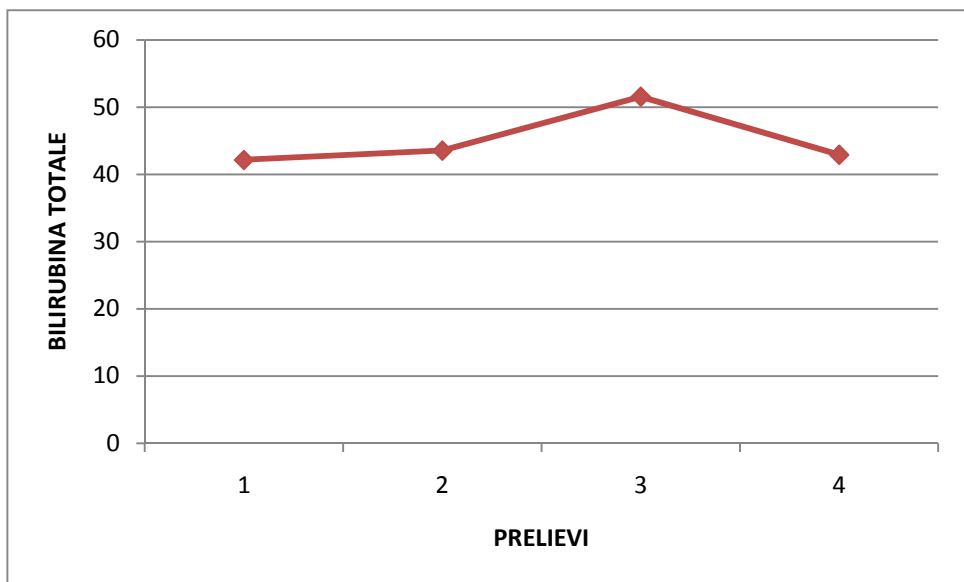
Nel grafico 4.15 è possibile notare come i livelli di bilirubina aumentino nelle tre classi di età in modo quasi lineare, ma rientrano nel range solo i cavalli della terza classe di età con un valore medio di bilirubina totale di 55  $\mu\text{mol/l}$ .

Grafico 4.15: Valori di bilirubina totale in relazione alle classi di età.



Nel grafico 4.16 si nota come vi sia un innalzamento nei livelli della bilirubina nel corso del terzo prelievo, mentre negli altri tre prelievi i valori sono abbastanza costanti, seppur sotto il range di riferimento per il cavallo.

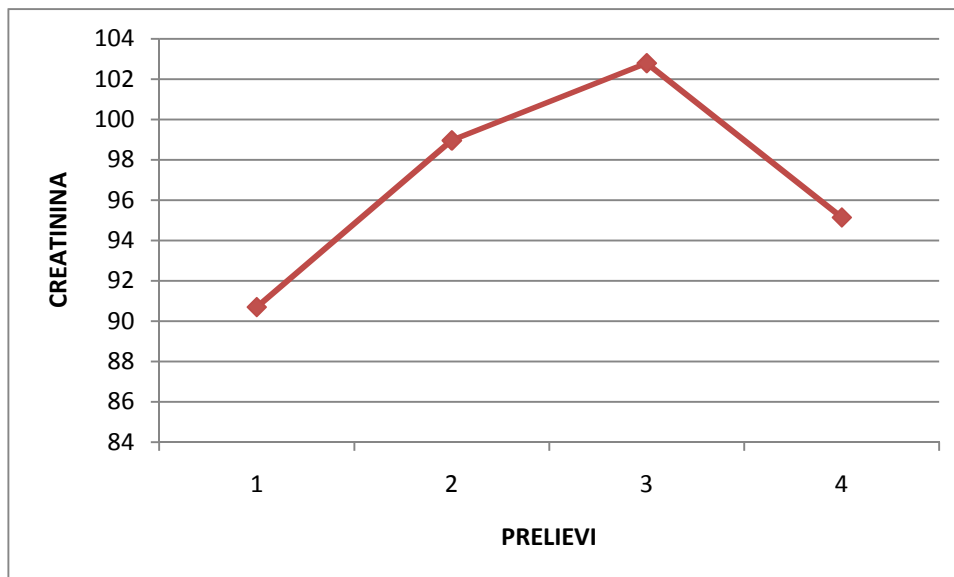
Grafico 4.16: Relazioni tra i valori di bilirubina totale e i diversi prelievi.



La creatinina ha un valore medio in questi soggetti di 96  $\mu\text{mol/l}$ , che rientra perfettamente nel range di riferimento (77-175  $\mu\text{mol/l}$ ). Nel grafico 4.17 sono riportate gli andamenti di questo

parametro in funzione dei diversi prelievi. Appare chiaro che la quantità di creatinina aumenta nel corso dei primi tre prelievi per poi diminuire bruscamente nel quarto ed ultimo prelievo.

*Grafico 4.17: Relazione tra creatinina e prelievi.*



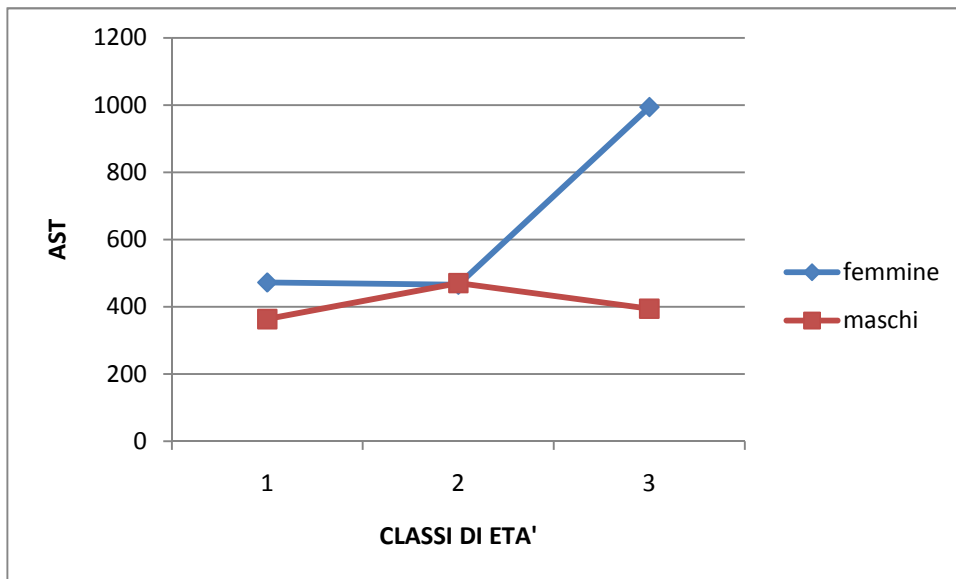
I valori di riferimento per l'AST sono 116-287 U/l; i valori medi di questo parametro negli animali soggetti a prova è 526 U/l, quindi ben al di fuori del parametro massimo.

L'AST (Aspartato Aminotransferasi) è un enzima ubiquitario ma che si riscontra soprattutto nel muscolo scheletrico, nel miocardio, nel fegato e nei globuli rossi. Questo enzima raggiunge livelli molto elevati in 12-24 ore dopo il danno e torna alla normalità in meno di una settimana. Nel cavallo è considerato il marker comune di danno epatocellulare, ma quando si osserva un aumento di tale enzima è bene controllare se vi è un aumento concomitante dell'enzima muscolare CK (Creatin Kinasi). L'aumento di questo secondo enzima è molto rapido e può tornare a valori normali in meno di 48 ore. Il suo incremento è indice di un danno muscolo scheletrico. Se il soggetto considerato presenta aumentata unicamente l'AST e i livelli di CK sono nella norma, allora molto probabilmente il problema è una sofferenza epatica mentre se il soggetto presenta un aumento anche dell'enzima CK, questo sta ad indicare che il problema è di tipo muscolare o muscolare ed epatico. Questa ultima condizione si osserva di frequente nei cavalli soggetti a rhabdomiolisi, in cui il danno muscolare è talmente elevato da innalzare i livelli di CK fino a sopra le 2700 U/l.



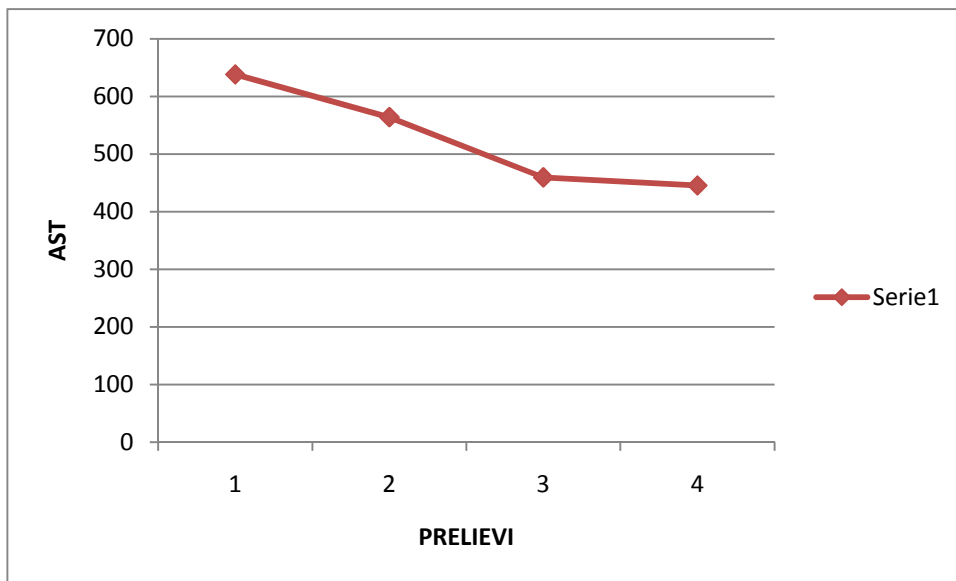
Nel grafico 4.18 risulta evidente che i valori di AST restano abbastanza costanti nei soggetti di sesso maschile mentre invece aumentano a dismisura (da 465 a 994 U/l) nelle femmine appartenenti alla terza classe.

Grafico 4.18: Relazione tra AST, classi d'età e sesso.



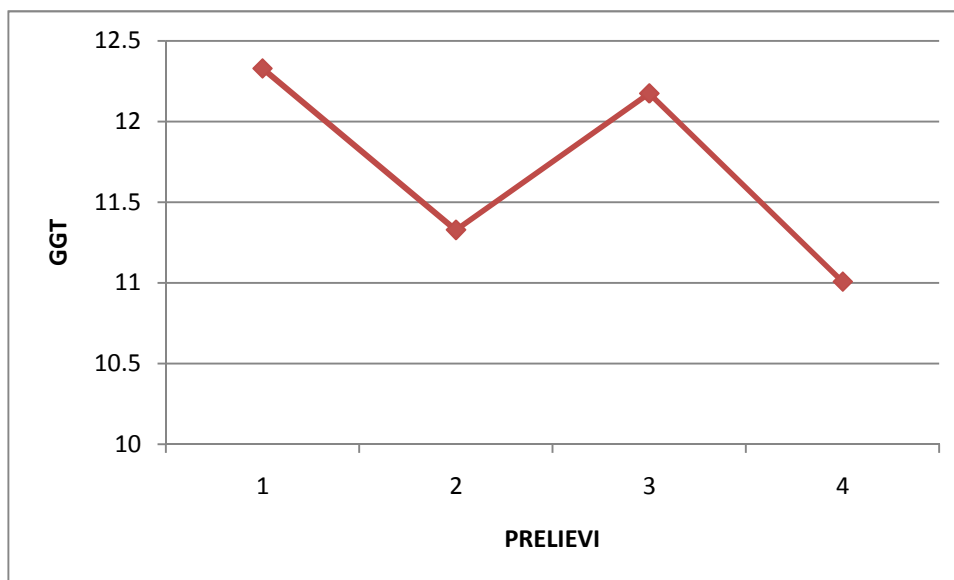
Il parametro AST varia in modo significativo anche in relazione al prelievo e questa variazione è rappresentata nel grafico 4.19, nel quale si nota che i livelli di questo enzima calano in modo quasi lineare dal primo al terzo prelievo, dopo il quale la discesa termina e si fermano a valori di 445 U/l.

Grafico 4.19: Relazione tra AST e prelievo.



L'enzima GGT rientra perfettamente all'interno dei valori di riferimento (2.7-22 U/l) essendo 11 U/l. questo valore varia in modo significativo solo in base al prelievo e questo è quanto è illustrato nel grafico 4.20.

*Grafico 4.20: Variazione della GGT in relazione al prelievo.*



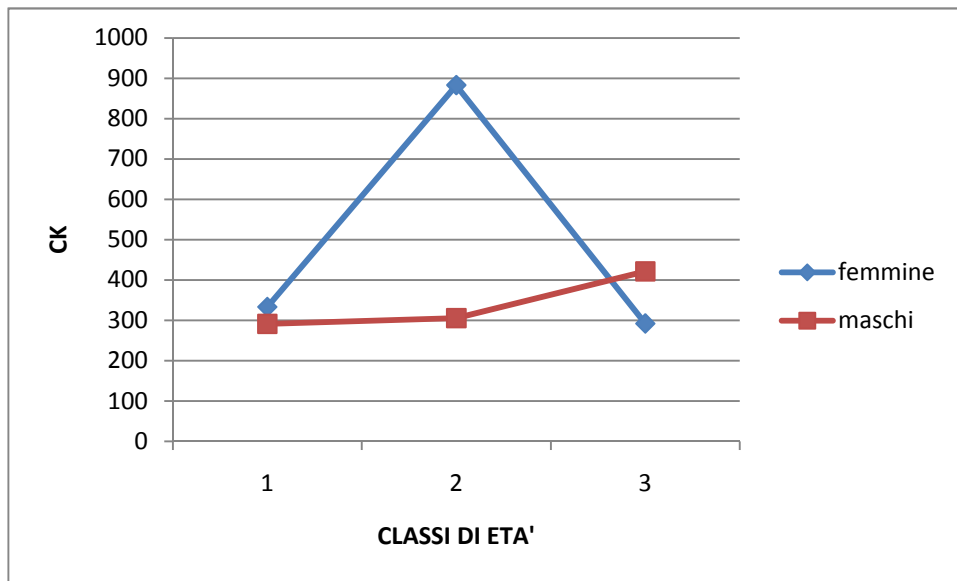
L'andamento della GGT nel corso dei 4 prelievi appare altalenante: passa infatti da valori di 12.3 U/l del primo prelievo, a 11.3 U/l nel secondo, per poi salire a 12 U/l e tornare a 11 U/l nell'ultimo prelievo.

L'enzima CK (creatinin kinasi) ha valori medi di 420 U/l nei cavalli soggetti a prova e, considerando che i valori di riferimento per la specie equina vanno da 34 a 166 U/l, risulta chiaro che sia davvero troppo elevato.

Questo enzima varia in modo significativo in relazione al sesso ed all'età dei soggetti in prova (grafico 4.21). I valori di CK nei maschi si mantengono più o meno costanti (circa 300 U/l) nelle tre classi di età, con un lieve aumento nell'ultima (421 U/l).

Per quanto riguarda le femmine invece si assiste ad un aumento imponente dei valori nelle cavalle appartenenti alla seconda classe di età (da 333 a 882 U/l) e ad un calo in quelle della quarta classe, fino a circa i livelli della prima classe.

Grafico 4.21: Relazione tra CK, sesso e classi di età dei soggetti.



La variabile ALP (fosfatasi alcalina) è pari mediamente a 139 U/l negli animali soggetti a prova e rientra perfettamente nei range forniti dalla letteratura (70-227 U/l).

Questo enzima varia in modo significativo in relazione alle classi di età ed al prelievo.

Il grafico 4.22 illustra la prima relazione e appare chiaro che la quantità dell'enzima in questione decresca nelle tre diverse classi di età. Il grafico 4.23 illustra invece il comportamento dell'enzima nei 4 prelievi: si nota subito che, come nei casi della GGT, anche questo enzima ha un andamento altalenante.

Grafico 4.22: Relazione tra ALP e classi di età.

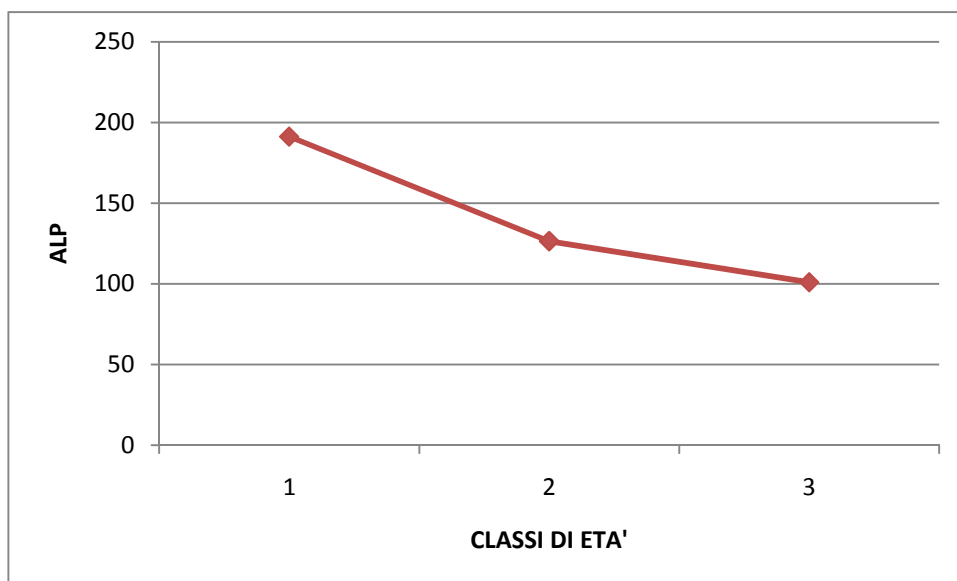
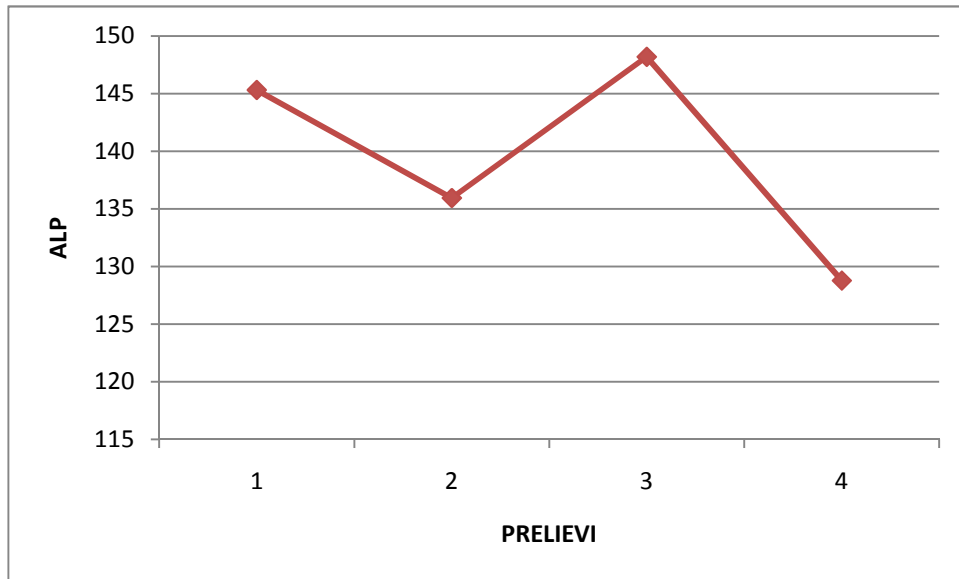
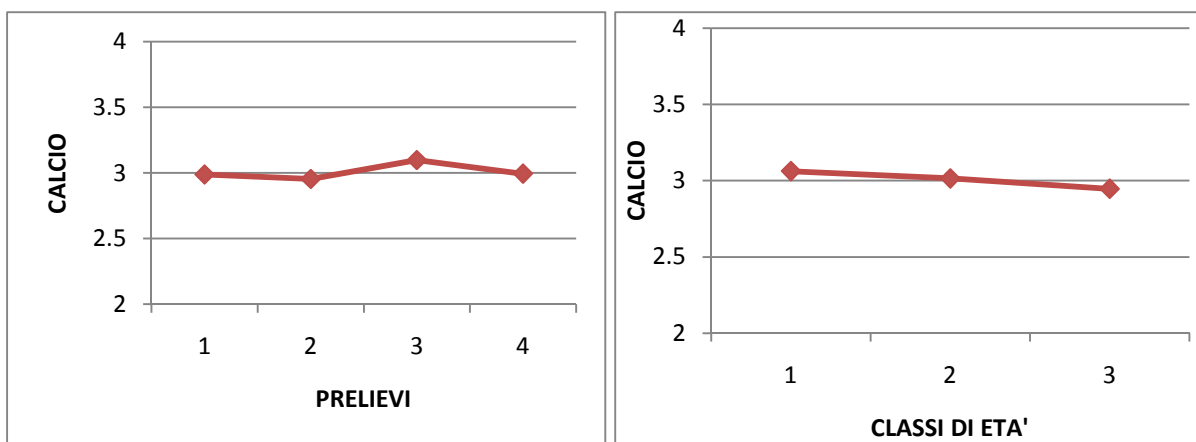


Grafico 4.23: Relazione tra ALP e prelievi.



Il calcio ha un valore medio nei cavalli presi in esame di 3 mmol/l, perfettamente all'interno del range di riferimento che comprende i valori da 2.6 a 3.3 mmol/l. Questo parametro varia in modo significativo in base alla classe di età dei soggetti ed al prelievo (grafico 4.24). Nel grafico si può facilmente notare che i livelli di Ca diminuiscono in modo lineare nelle tre classi di età, da un valore di partenza di 3 mmol/l, ad uno finale di 2.94 mmol/l. Sempre nel grafico si nota ancora come nel corso del terzo prelievo i valori di calcio si innalzano (3 mmol/l) rispetto a quelli degli altri prelievi (2.9 mmol/l), ma la variazione è veramente poca cosa.

Grafico 24: Effetto della classe di età e del momento di prelievo sul concentrazione di Ca.

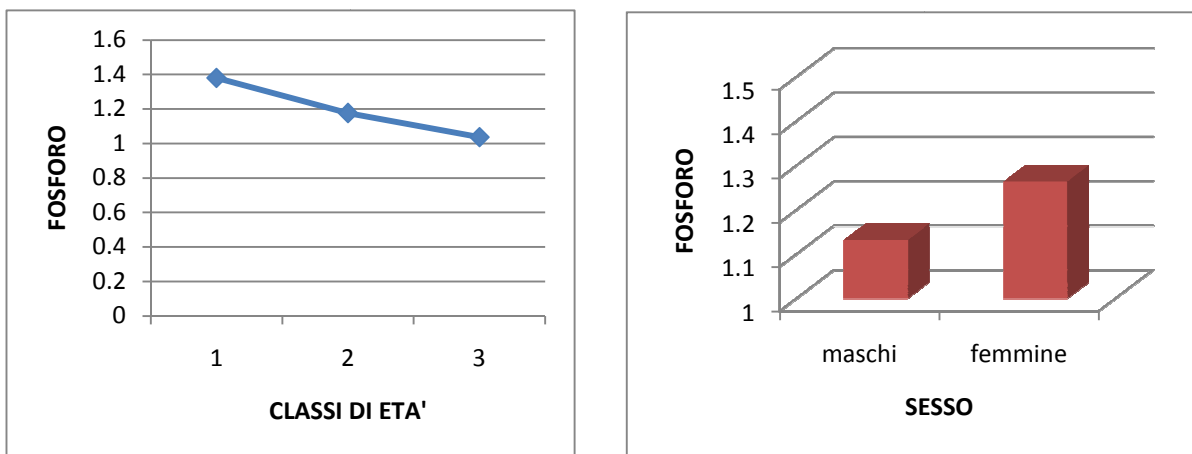


Il fosforo presenta un valore medio di 1 mmol/l, perfettamente inserito nel range di questo elemento che va da 0.7 a 1.7 mmol/l.

Le sue variazioni significative riguardano l'interazione con le classi di età e il sesso degli animali.

Dal grafico 4.25 si può evincere che i livelli fosforo diminuiscono quasi seguendo una retta a partire dalla prima classe di età, fino all'ultima, mentre nella seconda parte del grafico è possibile notare che i livelli di fosforo non sono molto diversi nei soggetti di sesso femminile (1.2 mmol/l) rispetto a quelli di sesso maschile (1.2 mmol/l).

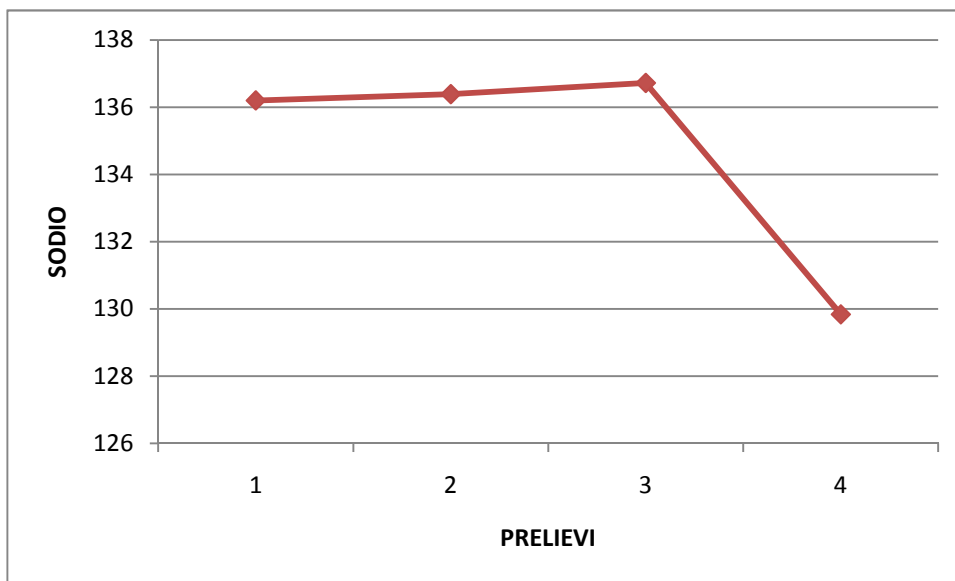
*Grafico 4.25: Effetti delle classi di età e del sesso sulla concentrazione del fosforo.*



Il sodio presenta un valore medio di 134 mmol/l, che è al limite per rientrare nel range di riferimento per questo elemento (133-147 mmol/l).

Le variazioni significative per questo elemento si hanno in relazione ai prelievi e da quello che si può vedere nel grafico 4.26, appare chiaro che dal primo al terzo prelievo i livelli di sodio sono rimasti molto stabili, mentre nel corso del quarto si è assistito ad una diminuzione sostanziale di questo elemento (da 136 a 129 mmol/l).

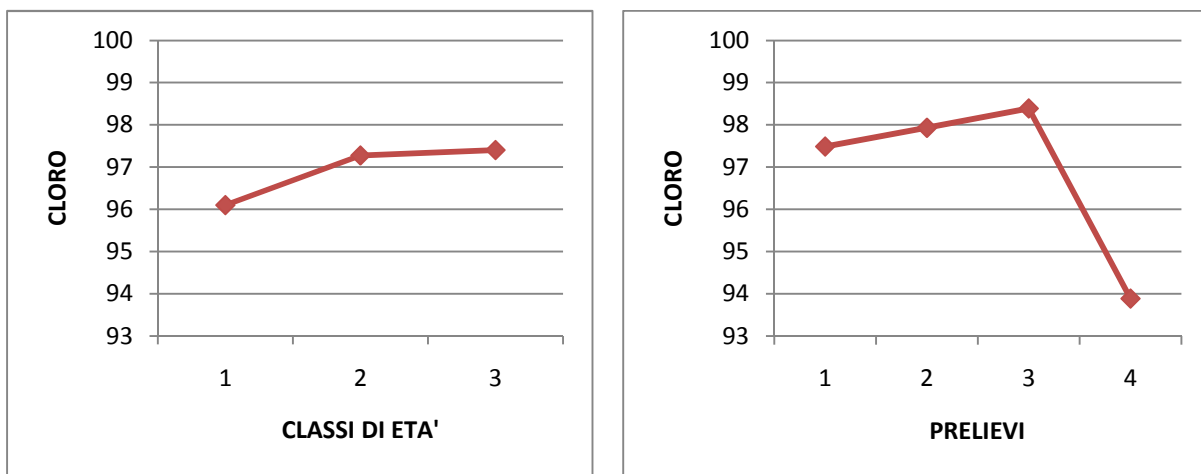
Grafico 4.26: Relazione tra sodio e prelievi.



Il cloro presenta un valore medio di 96.5 mmol/l, che lo pone leggermente al di sotto dell'intervallo di riferimento per questo elemento che va da 97 a 110 mmol/l.

Si hanno variazioni significative per questo elemento solo in riferimento alle classi di età ed ai prelievi, come illustrato nel grafico 4.27 in cui si nota come i livelli di cloro aumentino di poco nelle tre classi di età, da 96.1 a 97.4 mmol/l, e appare chiaro anche che nell'ultimo prelievo vi è un calo di 5 unità di cloro rispetto ai livelli medi dei primi tre prelievi, il che significa che passa da livelli di 97 mmol/l a livelli di 93 mmol/l.

Grafico 4.27: Effetti delle classi di età e dei prelievi sulla concentrazione del cloro.



## 5. Conclusioni

Il lavoro di questa tesi ha permesso di effettuare interessanti considerazioni sull'alimentazione e sulla gestione dei cavalli da trotto. La possibilità di effettuare la fase sperimentale presso una scuderia di grandi dimensioni e la disponibilità sia del proprietario che del personale tecnico che lavora all'interno dell'azienda sono risultati due elementi essenziali per ottenere risultati di grande rilievo e del tutto originali in questo settore.

In primo luogo si possono effettuare alcune considerazioni sugli aspetti alimentari. Le diete somministrate ai cavalli da trotto di questa scuderia sono caratterizzate da un apporto molto elevato di sostanza secca (in media 12.2 kg/d) e da un rapporto foraggi:concentrati molto spostato verso la componente dei concentrati (in media 4 kg/d). Le esigenze nutrizionali e in particolare quelle energetiche, di questi animali sono molto elevate, soprattutto in relazione alla attività fisica alla quale sono sottoposti, e devono essere soddisfatte con l'apporto giornaliero di quantità molto elevate di mangimi (miscele di cereali e mangimi complementari). Per evitare la comparsa di patologie di origine alimentare è quindi necessario fare molta attenzione alle caratteristiche qualitative degli alimenti impiegati e alle modalità di somministrazione della razione, cercando il più possibile di suddividere i pasti nel corso di una giornata. In questa prova è emerso che alcuni soggetti si trovano in situazioni non ottimali dal punto di vista metabolico con alcuni parametri ematici, indicatori della presenza di un affaticamento soprattutto muscolare ma anche epatico, al di fuori del range di normalità.

Relativamente invece agli aspetti legati alla attività fisica di questi soggetti, va sottolineato che i cavalli sono sottoposti ad allenamenti molto intensi sia dal punto di vista della durata che dell'intensità dell'esercizio fisico per poi essere in grado di sostenere le gare. In questa prova, e forse per la prima volta per questa tipologia di cavalli, è stato possibile quantificare in modo preciso l'attività fisica con una metodologia innovativa con la possibilità di ottenere dati molto interessanti sia per una ottimizzazione degli allenamenti sia per valutare in modo preciso il dispendio energetico dei singoli animali (obiettivo principale di questo lavoro).

La messa a punto e l'utilizzo del sistema GPS hanno consentito di poter disporre di informazioni riguardo alla lunghezza del percorso effettuato dall'animale (in media 7.8 km/d), alla velocità media (in media 18 km/h) e alla velocità massima (in media 31 km/h). Tutti questi dati sono stati forniti all'allenatore della scuderia che ha potuto per la prima volta

effettuare una valutazione precisa delle prestazioni dei singoli cavalli utile ai fini di una programmazione ottimale del lavoro in allenamento. I risultati della prova hanno messo in evidenza che gli allenamenti sono molto standardizzati sia come durata che come intensità non essendo state rilevate differenze statisticamente significative sia fra animali di classe di età diversa che fra soggetti maschi e femmine.

L'obiettivo della tesi, che era quello di poter valutare il dispendio di energia a partire dai dati dell'attività fisica di ogni singolo soggetto, è stato raggiunto. Il sistema GPS risulta di facile uso da parte degli artieri. Più difficile è risultata la fase di scaricamento dei dati relativi ad ogni corsa e il trattamento degli stessi dati per ottenere i risultati finali. Va sottolineata tuttavia la grande potenzialità di questo strumento che permette di ottenere una grande quantità di informazioni con la disponibilità di dati molto puntuali (per secondo). Un aspetto che presenta elementi di criticità in questo lavoro non è rappresentato dalla rilevazione dei dati in campo ma dalla stima del consumo di ossigeno e quindi del dispendio energetico degli animali. Da questo punto di vista permangono ancora alcune perplessità sull'equazione di Coenen (2008) impiegata, secondo la quale all'interno del range di velocità compreso tra i 6 ed i 9 m/sec la relazione fra velocità e consumo di ossigeno è lineare. Inoltre andrà ulteriormente approfondito l'aspetto legato al metabolismo anaerobico, non considerato in questa prova, che può però contribuire ad aumentare il consumo energetico da parte degli animali.

Proprio questi ultimi aspetti possono essere alcune delle cause per le quali i fabbisogni energetici (ED) degli animali ottenuti a partire dalla somma fra fabbisogno di mantenimento, stimato con l'equazione dell'NRC, e quelli per l'esercizio fisico, stimati sulla base dei dati ottenuti con il GPS, risultano inferiori rispetto agli apporti di energia effettivamente forniti ai cavalli. Se gli apporti energetici fossero effettivamente (e di molto) superiori ai fabbisogni i cavalli dovrebbero aver manifestato delle variazioni di peso e BCS positive nel corso della prova; al contrario il peso corporeo rimane sostanzialmente costante (aumenta di soli 4 kg) ed il BCS subisce un calo pari in media a 0.12 punti.

Riguardo invece al confronto fra gli apporti di energia e i fabbisogni, stimati però sia per il mantenimento che per l'attività fisica (considerando un lavoro "very heavy") sulla base delle equazioni NRC, si rileva sempre un valore più elevato degli apporti rispetto ai fabbisogni ma le differenze sono quantitativamente meno elevate rispetto al confronto sopra riportato



utilizzando il GPS. In una situazione (femmine di quattro o più anni di età ) si verifica anche una sostanziale corrispondenza fra apporti e fabbisogni.

Le considerazioni che si possono fare riguardo invece all'apporto di proteina sono del tutto diverse. In questo caso il confronto è stato effettuato sulla base degli apporti proteici della razione e dei fabbisogni riportati dall'NRC. E' stata evidenziata in tutti i casi una alimentazione con un eccesso ( + 72%) di proteina rispetto alle esigenze degli animali (in media l'apporto di proteina grezza della dieta è risultato pari a 1627 g/d mentre i fabbisogni medi per questi animali sono pari a 935 g/d). Questa considerazione in realtà appare in linea con quanto era stato osservato già in una fase preliminare della prova effettuando un controllo molto sommario della razione somministrata. In questa prova è stato possibile effettuare una stima precisa degli apporti (considerando sia la quantità di alimenti somministrata che i residui alimentari) e questo dato è risultato molto utile anche dal punto di vista pratico per l'alimentarista della scuderia. È possibile che i fabbisogni riportati dall'NRC risultino anche un po' sottostimanti ma l'apporto proteico per questi soggetti da trotto è veramente molto elevato. Alcuni riflessi di questo eccesso di proteina sul metabolismo degli animali sono riscontrabili anche dall'esame dei profili ematici.

In conclusione si può ritenere che questa prova rappresenti un primo tentativo per un approccio completamente nuovo verso lo studio dei fabbisogni nutrizionali degli animali basato su dati quantitativi precisi del consumo di energia durante lo sforzo fisico del cavallo. Anche se saranno necessari ulteriori approfondimenti, non tanto sulla metodologia di rilievo dell'attività fisica con il sistema GPS quanto piuttosto sulle equazioni di stima del consumo di ossigeno e del dispendio energetico corrispondente, si può concludere che, attraverso queste procedure, sarà possibile orientarsi sempre più verso un razionamento "personalizzato" in grado di fornire i nutrienti in quantità ottimale rispetto ai fabbisogni specifici dell'animale con conseguenze positive non solo sulle prestazioni dei cavalli ma anche sul loro benessere.



## 6. Bibliografia

- Abutarbush S.M., Carmalt J. L., Shoemaker R. W., *Causes of gastrointestinal colic in horses in western Canada: 604 cases (1992 to 2002)*, Can Vet J, 2005; 46:800–805.
- Amato C., Valle E., Bergero D., *Utilizzo del GPS per la valutazione del movimento spontaneo dei cavalli mantenuti al paddock: uno studio preliminare*, atti del 10° convegno *Nuove Acquisizioni in Materia di Ippologia*, Centro Internazionale del Cavallo La Venaria Reale, 31 ottobre-1 novembre 2008 Torino.
- AOAC, *Protein (crude) in animal feed, forage (plant tissue), grain and oilseeds in Official Method of Analysis of AOAC International*, ed. William Horwitz, 17esima edizione, revisione 2, 2003.
- AOAC, *Starch in cereals in Official Method of Analysis of AOAC International*, ed. William Horwitz, 17esima edizione, revisione 2, 2003.
- Bittante G., Andrighetto I., Ramanzin M., *Fondamenti di zootecnica*, Liviana editrice, 1990.
- Blikslager A. T., *La colica degli equini*, *Ippologia*, Anno 19, n. 3, Settembre 2008.
- Caola G., *Fisiologia dell'esercizio fisico del cavallo*, Calderini edagricole, 2001.
- CNR-IPRA 98, *Determinazione di acidi organici negli insilati mediante cromatografia liquida HPLC*, in Marillotti F., Antongiovanni M., Rizzi L., Santi E., Bittante G., *Metodi di analisi per la valutazione degli alimenti d'impiego zootecnico*, 1987.
- Coenen M., *About the predictability of oxygen consumption and energy expenditure in the exercising horse*. Proc. 19esimo meeting, Equine Science Society, 2005.
- Coenen M., *The suitability of heart rate in the prediction of oxygen consumption, energy expenditure and energy requirement for the exercising horse* in Saastamoinen M.T. e Martin-Rosset W., *Nutrition of exercising horse*, EAAP publication no. 125, Wageningen Academic Publishers, 2008, pag. 139-146.

- Decreto Legislativo 29 ottobre 1999, n. 449 *Riordino dell'Unione nazionale per l'incremento delle razze equine (UNIRE), a norma dell'articolo 11 della legge 15 marzo 1997, n. 59*, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 283 del 2 dicembre 1999.
- Dmitriez, N.G. and Ernst, L.K., *Animal Genetic Resources of the USSR*, Animal Production and Health, Paper Publ. by FAO, Rome, 1989, pag. 517.
- Duncan P., *Horses and grasses: the nutritional ecology of equids and their impact on the Camargue*, Springer-Verlag, New York, 1992, pag. 287.
- Ellis A.D., *Practical assessment of work-level in equines* in: Saastamoinen M.T. e Martin-Rosset W., *Nutrition of exercising horse*, EAAP publication no. 125 , Wageningen Academic Publishers, 2008, pag.147-162.
- Greco M., *Incidenza e fattori di rischio della rbdomiolisi in cavalli trottatori italiani in attività agonistica*, Tesi di Dottorato, 2008, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Hörnike H., Meixner R., Pollmann U., *Respiration in exercising horses*, Equine exercise physiology, 1983.
- INRA, *L'alimentation des chevaux*, Martin-Rosset, INRA Edition, 1990.
- Kienzle E., S. Fehrle and B. Optiz , 2002, *Interactions between the apparent energy and nutrient digestibilities of a concentrate mixture and roughages and horses*. J.Nutr.132:1778S-1780S.
- Lewis Lon D., *Feeding and care of the horse*, second edition, Blackwell Publishing, 2005, pag 193-223.
- Magistrale in Medicina Veterinaria, 2006, Università di Pisa.
- Mantovani R., Brigando A., Bailoni L., *Apporto di energia e di proteine in diete destinate al cavallo sportivo da monta western*, atti del 10° convegno *Nuove Acquisizioni in Materia di Ippologia*, Centro Internazionale del Cavallo La Venaria Reale, 31 ottobre-1 novembre 2008 Torino.

- Marillotti F., Antongiovanni M., Rizzi L., Santi E., Bittante G., *Metodi di analisi per la valutazione degli alimenti d'impiego zootecnico*, 1987.
- Martilotti F., Bartocci S., Terramocchia S., *Guida all'alimentazione dei ruminanti da latte – tavole dei valori nutritivi degli alimenti di interesse zootecnico*, 1996.
- Martin-Rosset W., *Feeding standards for energy and protein for horses in France*, in J. D. Pagan e R. J. Geor, *Advances in Equine Nutrition II*, Nottingham University Press, 2000 pag 245-304.
- Martin-Rosset W., *Energy requirements and allowances of exercising horses* in: Saastamoinen M.T. e Martin-Rosset W., *Nutrition of exercising horse*, EAAP publication no. 125 , Wageningen Academic Publishers, 2008a, pag. 103-138.
- Martin-Rosset W., *L'alimentazione dei cavalli*, Edagricole, 1994, pag. 111-131.
- Martin-Rosset W., Vernet J., Dubroeuq L. H. e Vermorel M., *Variation of fatness and energy content of the body with body condition score in sport horses and its prediction* in: Saastamoinen M.T. e Martin-Rosset W., *Nutrition of exercising horse*, EAAP publication no. 125 , Wageningen Academic Publishers, 2008b, pag. 167-176
- Martin-Rosset W., Vernet J., Tavernier L. e Vermorel M., *Energy balance of sport horses working in riding school at two level of intensity* in: Saastamoinen M.T. e Martin-Rosset W., *Nutrition of exercising horse*, EAAP publication no. 125 , Wageningen Academic Publishers, 2008c, pag.341-344.
- Meixner R., Hörnike H. e Herlein H. J., *Oxygen consumption pulmonary ventilation and heart rate of riding horse during walk, trot and gallop*, *Biotelemetry*, 6, 1981, pag. 125-128.
- Miloti Z., *Laminite equina: Conoscenze attuali e ferrature terapeutiche*, Tesi di Laurea m
- Miraglia N., Bergero D., Gagliardi D. *Nutrizione e alimentazione*, in *Il cavallo atleta - gestione e miglioramento delle prestazioni*, Edagricole, Bologna, 2000, pag 167-269.

- Nikel R., Schummer A., Seiferle E., *Trattato di anatomia degli animali domestici II*, Casa editrice Ambrosiana, 1979, Milano, pag. 188-207.
- NRC, *Nutrient requirements of horses*, fifth revised edition, National Academy Press, 1989, Washington, D.C.
- NRC, *Nutrient requirements of the horses*, National Academy Press, 2007, Washington D.C.
- Pollitt C.C., *Equine Laminitis: a revised pathophysiology*, Proceedings of the Annual Convention of the AAEP, 1999, vol. 45.
- Pollitt C.C., Kyaw-Tanner M., French K.R., van Eps A.R., Hendrikz J.R., Daradka M., *Equine Laminitis*, American Association of Equine Practitioners, 49th Annual Convention Proceedings, Nov 21-25, 2003 , New Orleans, Louisiana U.S.A. , pp 103-115
- Rubner M., *Über Kompensation und summation von funktionellen Leistungen des Körpers*, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften 16, pag 316- 324
- SAS Institute, *SAS User's Guide: Statistics*, Version 8 ed. SAS Insitute, 2000, Cary, NC.
- Swan L. C., *Veterinary problems arising out of present feeding conditions*, Canadian Journal of Comparative Medicine, Aprile 1943, vol VII, numero 4, pag 108-111.
- UNIRE, Unione Nazionale Incremento Razze Equine, Disciplinary del libro genealogico del cavallo trottatore italiano.
- UNIRE, Unione Nazionale Incremento Razze Equine, Regolamento delle corse al trotto, Aggiornato alla deliberazione del Commissario Straordinario n.38 del 20.7.2007.
- Valberg S. J., Geor R., Pagan J. D., *Muscle disorders: untying the knots through nutrition*, Advances in equine nutrition III, 2005.
- Waran Natalie, *The welfare of horses*, Kluwer Academic Publishers, 2002, pag 45-76
- Waring George H., *Horse behavior*, Noyes Publications/William Andrew Publishing, 2002, pag. 124-136.

Webb S. P., Potter G. D., Evans J. W., Webb G. W., *Influence of body fat content on digestible energy requirements of exercising horses in temperate and hot environments*, Equine Veterinary Science 10, 1991, pag 116-120.

### **Siti web consultati**

Giornale on line di cultura sportiva dell'Assessorato Regionale allo Sport: *Qui Veneto Sport*, anno II, n. 10, ottobre 2008.

[http:// www.agraria.org](http://www.agraria.org)

<http://www.hambletonian.org>

<http://www.macks.it>

<http://www.parlamento.it/leggi/deleghe/99449dl.htm>

<http://www.unire.it>

[http://www.unire.it/documenti/trotto/corse/regolamenti/Regolamento\\_corse\\_al\\_trotto\\_2007\\_a\\_gg\\_20\\_07\\_2007.pdf](http://www.unire.it/documenti/trotto/corse/regolamenti/Regolamento_corse_al_trotto_2007_a_gg_20_07_2007.pdf)

<http://www.varenne.com/scheda.htm>

[www.cavalli.it](http://www.cavalli.it)

[www.cheval-francais.com](http://www.cheval-francais.com)

[www.ilportaledelcavallo.it](http://www.ilportaledelcavallo.it)

[www.ilprogressoveterinario.it](http://www.ilprogressoveterinario.it)

[www.merckvetmanual.com](http://www.merckvetmanual.com)

[www.walkerswest.com/History/Standardbreds.htm](http://www.walkerswest.com/History/Standardbreds.htm)





## 7. Ringraziamenti

Di ringraziamenti ne ho molti e davvero non so da dove cominciare, cercherò di farlo con ordine, ma seguendo ciò che mi nasce dal cuore. Il primo ringraziamento va sicuramente alla mia grande famiglia che, in tutti questi anni, mi ha sempre sostenuta ed aiutata con ogni mezzo nella realizzazione del mio obiettivo: la laurea in medicina veterinaria. Un ringraziamento sentito va poi ai docenti, la prof.ssa Lucia Bailoni ed il prof. Roberto Mantovani, che mi hanno seguita nella realizzazione di questo elaborato anche a sera inoltrata e nel week-end. Un grande ringraziamento va anche ad Edwin Lagas, Federica e a Barbara, per la loro disponibilità ed il calore dimostratomi in ogni occasione. Un ringraziamento va anche all'ing. Biasuzzi, per avermi dato la possibilità di condurre questa prova in una struttura meravigliosa. Un ringraziamento speciale va poi ad Alex, Antonio, Coppo, Elio, Lino, Marino, Roberto e Roby, gli artieri della scuderia Gina Biasuzzi, per la loro disponibilità, collaborazione e l'affetto dimostratomi in più di un'occasione. Un altro ringraziamento va agli amici tutti, in particolare Claudia, Luchino, Marta, Roberta, Valentina e Valentino per avermi sopportato nell'ultimo periodo. Tra gli amici, due meritano un ringraziamento speciale: Alvisè, per aver aumentato la mia cultura nel campo del trotto, e Michele, per essere sempre stato presente anche quando non era suo dovere farlo. Un ringraziamento che viene dal cuore va a Linda, senza la quale questa tesi non sarebbe mai stata stampata in tempo e senza la quale la mia vita sarebbe sicuramente più grigia. Mi resta un ultimo ringraziamento e questo è tutto per Elio, per la sua pazienza, la sua comprensione ed il suo starmi accanto anche quando divento impossibile.