



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI URBINO

“CARLO BO”

Dipartimento di Scienze Biomolecolari

Corso di Dottorato di ricerca in Scienze della Vita, Salute e Biotecnologie

Sezione Scienze Motorie e della Salute XXIX ciclo

**Un'evoluzione europea sullo studio scientifico del lavoro erogato sopra soglia in
accelerazione, decelerazione, velocità e potenza metabolica nel calcio d'élite**

Settore disciplinare: MEDF 02

Relatore: Chiar.mo Prof .:

RICCARDO IZZO

Correlatore: Chiar.mo Prof.

MIRKO MARCOLINI

Dottoranda:

SEILA SOPRANZETTI

ANNO ACCADEMICO 2015- 2016

Indice	
Abbreviazioni	1
Introduzione	2
Prefazione	4
Astratto	7
Capitolo 1: Rassegna Storica	11
▪ 1.1 Visione e previsione del movimento	11
▪ 1.1.2 Le tecnologie impiegate	19
▪ 1.2 Metodologie applicate alla visione dell'evento	27
▪ 1.2.1 La video analisi e la sua evoluzione	27
▪ 1.2.2 Lo scouting uno studio matematico-statistico e analitico dell'evento	34
▪ 1.3 Match-Analysis: Strategia e/o Verità assoluta	36
▪ 1.4 Statistica e Prestazione	39
Capitolo 2: Rassegna Bibliografica	42
▪ Stato dell'arte della ricerca	42
Capitolo 3: Il progetto di Ricerca	
▪ 3.1 Considerazioni introduttive	45
▪ 3.2 Ipotesi di ricerca	46
Capitolo 4: Fase sperimentale	49
▪ 4.1 Mezzi e metodi	50
▪ 4.2 Analisi Statistiche	61
▪ 4.3 Risultati	68
Capitolo 5: Riscontri finali	102
▪ 5.1 Discussione	102
▪ 5.2 Considerazioni conclusive	111
▪ 5.3 Prospettive future	115
Bibliografia	117

ABBREVIAZIONI

ACC = Accelerazione

AMP = Potenza Metabolica Media

CME = Costo Metabolico Effettivo

D = Distanza

D-ACC HI = Distanza coperta sopra soglia di alta intensità dell'accelerazione

D-DEC HI = Distanza ricoperta sopra soglia di alta intensità della decelerazione

DEC = Decelerazione

D-MP HI = Distanza ricoperta sopra soglia di alta intensità della Potenza metabolica

Drel = Distanza al minuto

DS = Deviazione Standard

D-SHI = Distanza ricoperta sopra soglia alta intensità della velocità

E = Energia

EMG = Elettromiografia

FC = Frequenza Cardiaca

HI = High Intensity (alta intensità)

MP = Potenza Metabolica

M = Media

SSG = Small Side Games

T = Tempo

V = Velocità

V02MAX = Massimo consumo di Ossigeno

VA = video analisi

PREMESSA

“La misura della Performance è un processo ampio, complesso ed articolato avente come in-put i dati ottenuti dallo svolgimento delle attività, come strumenti operativi gli indicatori di processo, e come out-put il risultato della prestazione” (A. Amadio 2005).

Partendo da questo presupposto si può asserire che la Performance Analysis negli sport di situazione si afferma come un nuovo campo della scienza applicata nel quale afferiscono molteplici competenze scientifiche, che superano, di certo, l'ampio spettro della professionalità tecnica scientifica presente nel mondo sportivo seppur di alto livello. L'arco delle competenze utili a descrivere i mezzi e le tecnologie usate per raccogliere, trattare e analizzare i dati che poi serviranno a classificare ed eventualmente spiegare alcune delle situazioni più significative che possono essere colte in occasione d'incontri o partite nei così detti Team Sport, spaziano dall'ingegneria informatica per il rilevamento e rielaborazione dati, agli specialisti di hardware e software avanzati per analisi di prestazioni atletiche, tecniche, tattiche, biomeccaniche ed anche psicologiche.

Ci pare utile rilevare che comunque in ambito sportivo generale e anche quindi nella letteratura dedicata, non si disegna un metodo universale scientificamente riconosciuto nell'ambito dell'analisi della performance, quindi della valutazione, misurazione, controllo e creazione di parametri correttivi in funzione di una migliore prestazione della squadra. Fermo restando la grande difficoltà, complessità e diversità della casistica di gioco, delle problematiche psico-attitudinali sport specifiche e generali degli

individui come tali e come parte integrante di un gruppo o di una squadra, si evince che ipotizzare un metodo vincente unico e valido per tutti non sia cosa semplice.

Comunque sebbene non è presente a tutt'oggi nel mondo sportivo un metodo performativo universalmente riconosciuto, senza dubbio si può affermare che l'obiettivo principale della Performance Analysis è stabilire degli elementi di spicco della prestazione (Key Performance Indicator, KPI) che saranno utili come parametri volti ad ottimizzare la prestazione laddove carente in ottica performativa.

La sfida che l'analista si troverà a dover affrontare, quindi, sarà quella di determinare con scientifica chiarezza specifici fattori critici o migliorabili in assoluto, definiti *variabili strategiche*, che sono identificabili come portatori di successo o insuccesso, oltre a riconoscere specifici indicatori utili relativamente alla costituzione specifica dei vari Team selezionati nel database costituito dalle rilevazioni match analitiche.

INTRODUZIONE

L'allenamento sportivo è un processo pedagogico formativo tecnico-specifico con struttura educativa complessa che si basa inizialmente dalla conoscenza del modello prestativo di gara per ottimizzare la forma dell'atleta.¹

Per organizzare e programmare in maniera adeguata un piano di lavoro è necessario conoscere le reali sollecitazioni imposte dalle competizioni dello sport in esame e le reali capacità e qualità dell'atleta² (D'Ottavio, Tranquilli 1992, mod. R. Izzo 2010). Per tanto la conoscenza delle sollecitazioni imposte dalla competizione e della qualità potenziale dell'atleta, sono in questo contesto di grande importanza per la definizione di un progetto utile alla corretta somministrazione dei carichi di lavoro specifici per ciascun atleta in un dato sport.

L'evoluzione dello sport a livelli sempre più elevati, l'utilizzo di un sistema analitico di studio degli avversari e della propria squadra e quindi la continua ricerca della massima prestazione ha fatto sì che nell'attività sportiva moderna si sia diffusa in maniera esponenziale l'utilizzo della scienza statistica applicata all'evento.

Fondamentale pertanto è la Match Analysis, soprattutto nelle discipline *open skill*³, come il calcio, la pallavolo, il basket e in genere tutti gli sport di squadra, dove il susseguirsi degli eventi porta a circostanze sempre diverse e vede l'utilizzo della statistica del rilevamento dei dati (scouting), una maniera per scomporre la gara nelle sue componenti più frequenti ed un approccio a uno studio più specifico, da affiancare alla sola osservazione esperienziale sul campo.

Nella fattispecie il calcio definito “ sport aerobico-anaerobico alternato” (Dal Monte, Faina, 1999) ha raggiunto livelli altissimi, impensabili rispetto agli

¹ Vittori C., “ La pratica dell'allenamento. Atletica Studi, supplemento trimestrale”, mod. R. Izzo 1988, 2003.

² D'Ottavio S., Tranquilli C., “ La prestazione del giocatore di calcio”, sds- Scuola dello Sport 1992 Gennaio- Marzo, n.24, mod. R. Izzo, 2010.

³ Cibba M. “ Scouting e Match Analysis”, [http://: www. Sportriders.it/ Match Analysis/2008](http://www.Sportriders.it/Match%20Analysis/2008).

anni precedenti, con l'incremento delle richieste prestantive. Per tali motivazioni il carico interno ed esterno richiesto ai calciatori durante competizioni ed allenamenti è divenuto principale oggetto di ricerca. L'assunto che ha rivoluzionato la metodologia e didattica dell'allenamento è che la semplice rilevazione statistica non è da sola in grado di fotografare le necessità dell'atleta in campo a livello performativo.

Che la competizione impegni la capacità di resistere è dimostrato da tempo da numerose ricerche, effettuate tramite l'ausilio di sistemi innovativi (hardware e software dedicati), nelle quali si evince ad esempio che la media di percorrenza di un calciatore in 90 minuti può variare dai 9 ai 12 km, arrivando anche ai 13km (Bangsbo et al., 1991, D'ottavio 2001, Mhor et al., 2003, Krustup et al., 2009) svolti alternando differenti andature (passo, corsa lenta, corsa veloce, sprint, corsa indietro, corsa laterale, etc.) calcolati tramite l'ausilio dei GPS che hanno permesso di rilevare in maniera specifica le accelerazioni e decelerazioni.⁴

Gli elementi che a nostro parere, vanno a caratterizzare indistintamente il profilo del calciatore performante sono le fasi di gara passate ad alte velocità, la loro richiesta metabolica e nella fattispecie il valore di accelerazione anche quando la velocità è bassa.⁵

In buona sostanza le caratteristiche che sono risultate dagli studi match analitici delle gare, sono quelle legate ad una maggiore capacità nel ripetere gli Sprint (RSA) di quanto lo fosse in passato. Per tal evoluzione del modello prestativo calcistico, l'obiettivo della preparazione si è spostato dal miglioramento di capacità aerobiche lattacide verso l'aumento della capacità di compiere sprint ad alta intensità (anaerobiche alattacide), il più al lungo possibile durante la competizione. Nel calcio attuale all'atleta viene richiesto un profilo di corsa intermittente e spese metaboliche elevate (energia erogata). A nostro modo di vedere indubbiamente il "serbatoio" base da costruire per

⁴ Bernardini R., Osgnach C., Poser S., Rinaldo R., Di Prampero P.E., "Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach"; Med. Sci.Sports.Exerc., Vol. 42, No. 1, pp. 170-178, 2010.

⁵ Osgnach C., "La video analisi nel calcio, un approccio originale", Scienza & Sport, 2010.

poter essere in grado di sostenere questa impegnativa richiesta metabolica legata alla performance dovuta ad accelerazioni, decelerazioni ed alta velocità.

Il lavoro da noi portato avanti in questo dottorato è stato dedicato ad interpretare ed eventualmente diversificare le applicazioni metodologico-didattiche nelle competizioni di alcune tra le nazioni più importanti a livello calcistico europeo: Italia, Spagna, Francia, Inghilterra, Germania, stabilendo con lo studio di Items specifici di alta intensità le diversità e le similitudini tra i campionati presi in considerazione.

ASTRATTO

Quantificare il carico fisiologico imposto ai calciatori di alto livello durante le competizioni è necessario per progettare protocolli di lavoro specifici per lo sport praticato. L'esigenza dell'allenatore del mondo sportivo d'élite è oggi, certamente qualificare, rendere più accurata se non scientifica, la progettazione del lavoro in campo. Nello specifico con l'ausilio delle nuove tecnologie applicate al gioco del calcio, sport più conosciuto e ricco a livello mondiale, si evidenzia come un'analisi della prestazione effettuata con criteri statistici-matematici sia di fondamentale aiuto nella lettura, in indici fisici, delle performance effettuate dalla squadra e dai giocatori (analisi individuale).

Studi recenti sostengono che non sarebbero soltanto le fasi di gara passate ad alte velocità ad essere determinanti, ma ciascun istante nel quale i valori di accelerazione e decelerazione oltrepassano le soglie di alta intensità. Tali situazioni atletiche richiedono un impegno metabolico elevato ed anche differente, a seconda dell'attività svolta. Sebbene sono presenti numerosi lavori che hanno analizzato aspetti atletici, tecnici-tattici della competizione calcistica, anche a livelli d'élite, attualmente non esistono studi che analizzano la qualità e la quantità di lavoro espressa in alta intensità e che dichiarano l'importanza di tale capacità atletica nel raggiungimento degli obiettivi prefissati. Il nostro progetto di ricerca cerca sostanzialmente di aggiungere, nella letteratura sportiva, uno studio specifico, seppur preliminare, indirizzato alla valutazione di tali determinanti competitivi. Grazie alla collaborazione del Prof. Riccardo Izzo (Scuola di Scienze Motorie, Urbino Carlo Bò) con l'azienda internazionale K-sport, (eccellenza italiana ideatrice del primo sistema per l'analisi della prestazione calcistica realmente basato su criteri matematici, certificato e brevettato a livello mondiale; dal 2012 K-Sport diventa partner scientifico e tecnologico del gruppo Amisco&Prozone; dal 2015 partner ufficiale scientifico della STATS, azienda americana match analitica leader mondiale nello sport) rappresentata dal Ign. Mirko Marcolini,

è stato possibile poter effettuare un lavoro di analisi della prestazione nel calcio di massima serie a livello europeo, focalizzando l'attenzione sui cinque campionati principali: campionati spagnolo, inglese, tedesco, italiano, francese.

La ricerca prende in esame 26 giocatori per ogni match analizzato (comprese anche le riserve), 260 atleti per ogni campionato, per una totalità di 1300 giocatori (di età media 28.4 e altezza media di 1.79 metri) e 9100 parametri analizzati.

I parametri di alta intensità valutati sono:

- Distanza ricoperta con una $V > 16 \text{ Km/h}$
- Distanza ricoperta con una $\text{Acc} > 2 \text{ m/s}^2$
- Distanza ricoperta con una $\text{Dec} > -2 \text{ m/s}^2$
- Distanza ricoperta con una $\text{MP} > 20 \text{ Watt/Kg}$
- MP media
- D = Distanza Totale
- Drel = Distanza al minuto

Gli obiettivi sostanzialmente possono essere sintetizzati in due direzioni; da un lato si è voluto valutare l'effettivo lavoro svolto sopra le soglie di alta intensità e il suo valore performativo, da l'altro proporre una ricalibrazione della MP (potenza metabolica) per avere una stima effettiva dell'impegno metabolico necessario a compiere attività in alta intensità.

Certamente i risultati non ci indicano una differenza prestativa significativa tra i campionati presi in considerazione ma ci descrivono la non completa capacità di esprimere lavoro determinante di alta intensità.

ABSTRACT

What is necessary in order to create a specific work plan for a sport, is to quantify the physiological charge required to soccer players during high-level competitions. Nowadays, the trainer's requirement in elite-sports is to qualify, certainly, but also to make the planning of work on the field more accurate or even more scientific. If we want to be more specific, thanks to the new technologies applied to soccer (the most famous and the richest sport all over the world), it is now clear that, in order to interpret the performances of the team and of the single athlete using physical indexes, an analysis of the performance using statistics-mathematical criteria is needed. Recent studies say that not only the stages of the game at high speed are decisive, but also every moment in which acceleration and deceleration rates overstep the high-intensity threshold is critical. Those athletic situations require a high metabolic charge, which can be different depending on what kind of activity the player fulfills. Even though there are a lot of researches analysing athletic, technical and strategic aspects of soccer (even elite soccer), no studies analysing the quality and the quantity of work fulfilled at high intensity can be found today. Moreover, none of the studies mentions the importance that this athletic ability has, in order to reach the set goals. The project of our research basically tries to add a specific study (even though it is a preliminary study) to the athletic interpretation. The aim of this study would be to evaluate the sport determinants mentioned above. Thanks to the cooperation of professor Riccardo Izzo (School of Physical Education, Urbino Carlo Bo) with the International Company K-sport (Italian Excellency which created the first system based on mathematical criteria analysing soccer performances. This system was certified and patented worldwide; In 2012 K-sport became scientific and technologic partner of the Amisco&Prozone group; In 2015 it became official scientific partner of STATS, American Company match analytical, leader of sport all over the World), represented by Mirko Marcolini,

we have been able to analyse the performance in high-level european soccer. This analysis focused on 5 main Championships (Spanish, English, German, Italian and French Championships). The research analyses 26 players per game (reserves included) and 260 athletes per Championship; this means a total of 1300 players (average age: 28.4/ average height: 179 cm) and 9100 parameters analysed.

The high-intensity parameters are:

Covered distance at a speed >16 km/h

Covered distance with an acceleration >2 m/s²

Covered distance with a decelation > -2 m/s²

Covered distance with a MP >20 Watt/kg

Average MP

D = total distance

Drel = Distance per minute

The aims can be summarized in two points: on one hand the research wanted to evaluate the actual work above threshold of high intensity and its performance value; on the other hand it wanted to re-adjust the MP (metabolic power) in order to have an actual evaluation of the metabolic charge needed in high-intensity activities. The results do not show an important difference in performance among the Championships taken into account, but they reveal that the ability of fulfilling important activities at high intensity is not complete.

CAPITOLO 1

CENNI STORICI

1.1 VISIONE E PREVISIONE DEL MOVIMENTO

Prima dell'Analisi della Performance, l'Analisi del Movimento da secoli ha suscitato grande interesse nel mondo scientifico e medico. Tra i primi scritti documentati troviamo quello di Aristotele (384-322 A.c), filosofo greco che ha descritto qualitativamente il movimento degli animali, tentando di analizzare il fenomeno geometricamente e utilizzando come "strumento di misura" l'osservazione.

Un'impronta più marcata fu fornita in seguito da Leonardo da Vinci (1452-1519) pittore, scultore e scienziato che grazie allo studio dell'anatomia umana ha cercato di capire e spiegare il fenomeno del movimento. Ma a fornire le basi fisiche, teoriche e sperimentali per l'analisi del movimento furono Galileo Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1642-1727). L'allievo di Galileo Galilei, lo scienziato Alfonso Borelli (1608-1679) fondatore della biomeccanica fu il primo ad analizzare in maniera più oggettiva e quantitativa la locomozione.

La scoperta della bioelettricità di Luigi Galvani (1737-1798) fu un input determinante per l'inizio della storia dell'elettrofisiologia e del monitoraggio delle funzioni dei muscoli scheletrici.

Da qui in poi si assiste a un'evoluzione dell'analisi del movimento, dove la ricerca diviene sempre più dettagliata e circoscritta, grazie all'ausilio di strumentazioni più ricercate come cronografo, strumento ottico, le diottrie fino ad arrivare allo sviluppo della cronofotografia e del fucile fotografico (Marey 1882), della fotografia dei fratelli Lumière, della cinematografia (1885) e della stereofotografia che permise di fornire osservazioni tridimensionali (in realtà fornì un'illusione di tridimensionalità, simile a quella generata dalla visione binoculare) di movimento combinando la cinematica alla cinetica.

In ultimo lo sviluppo dei sistemi di misura della locomozione umana è stato caratterizzato da un'influenza sempre maggiore della tecnologia e dell'ingegneria che nel 1970 con l'introduzione dei computer digitali e con la produzione nei campi dei semiconduttori, dell'elettricità e dell'informatica di tecniche di misurazione e di sistemi video, hanno posto le basi per la vera e propria Analisi della Performance.

Lo studio del movimento del corpo definito come: “*espressione compiuta di proprietà che non possono essere considerate indipendenti dai meccanismi decisionali inerenti all'azione, intenzionalmente diretta, animata da scopi e decisioni e fortemente influenzata dagli schemi concettuali propri di ogni essere vivente⁶*”, si conferma negli ultimi decenni, nella fattispecie nello sport di squadra d'élite, come cardine dell'analisi sport specifica legata soprattutto all'ottenimento di migliori risultati.

Il suo studio sviluppatosi in maniera esponenziale negli ultimi decenni grazie all'evoluzione tecnologica, permette di ricavare in modo non invasivo informazioni dettagliate e quantificate sulla funzionalità dell'apparato locomotore applicata anche ad elementi di specificità tecnico-tattici. I nuovi sistemi utilizzati come telecamere video (sistema tracking), telecamere a raggi infrarossi, GPS, piattaforme stabilometriche /dinamometriche, sistemi elettromiografici permettono di effettuare analisi multifattoriali, finalizzate a evidenziare parametri performativi volti al miglioramento della prestazione motoria, all'approfondimento delle conoscenze fisiologiche, biomeccaniche (descrizione cinematica e dinamica, modelli muscolo scheletrici, simulazione del movimento) e neurali (controllo motorio, coordinazione del movimento).

La continua ricerca dei metodi di miglioramento della forma fisica e miglioramento tecnico-tattico in ambito sportivo, ha incrementato, un processo di analisi delle performance di atleti agonisti (e non solo) che consente di acquisire adattamenti migliorativi sulla pianificazione della preparazione alle gare; tale metodica è appunto detta Match Analysis.

⁶ Baldassare G., "Ricerca e didattica: analisi del movimento e nuove tecnologie", Guida Editore s.r.l., 2012.

Può essere definita appunto “*come una metodologia di rilevamento dati che, attraverso l’indagine scientifica e statistica consente di valutare in modo oggettivo il rendimento fisico e tecnico-tattico del singolo atleta e dell’intera squadra, quindi come il mezzo che trasforma il modello di prestazione in un dato matematico per poter meglio analizzare il modello stesso e migliorarlo attraverso l’allenamento*” (Stefano D’Ottavio 2010). La diagnosi della prestazione è fondamentale per scegliere, classificare e stabilire i contenuti concreti di gioco permettendo allo staff tecnico di sviluppare forme e metodi di allenamento più economici e soprattutto efficaci.

Secondo le parole di Richard Pollard, Charles Reep⁷, fù uno dei primi ad attuare tale analisi, nel gioco del calcio, (utilizzando solo un taccuino e una matita) con l’intuizione che le informazioni potevano essere utilizzate e analizzate per pianificare migliori e più corrette strategie di gioco. L’analisi durante una *performance* sportiva, si basava sulla semplice annotazione delle capacità e qualità atletiche e sulle risultanze tecniche dei giocatori. Con il passare degli anni, s’iniziò a utilizzare schede pre-stampate di valutazione, dove erano trascritti alcuni dati da analizzare interessanti per lo staff tecnico. L’operatore (scoreman), procedeva annotando gli *item* d’interesse del tecnico, compilando il modulo valutativo con simboli e segni. Altri sport scientist, come Jeans Bangsbo⁸, noto preparatore atletico e successivamente autore di testi di pregio nel campo sportivo, durante gli allenamenti valutava le distanze percorse dei suoi giocatori usando solamente un giudizio soggettivo, fondato su una misurazione personale e non tramite un oggettivo strumento di misura.

Tali metodiche di valutazione, ovviamente, presentavano margini di errori assai notevole. Le problematiche della raccolta dati, riguardavano la contemporanea attività di visione e annotazione in tempo reale delle situazioni di gioco, inoltre, la valutazione dell’operatore era del tutto soggettiva, non

⁷ Pollard R., “Charles Reep Pioneer of National and Performance Analysis in Football”, *Journal of Sports Sciences*, 20 (10):853-855, 2002.

⁸ Bangsbo J., “Fitness Training in Football: a Scientific Approach”, *Bagsvaerd: Ho + Storm*, 15 (4): 420-425, 1994.

presentando rigore scientifico. L'avvento dei *personal computer*, ha segnato il passaggio verso un "data collecting" sempre più efficiente, un'elaborazione sempre più ricercata e rapida dei dati con valutazioni automatiche e statistiche sempre più dettagliate.

In ultimo, ai nostri giorni, sempre tramite utilizzo di *hardware* e *software* dedicati, si è giunti ai moderni metodi di analisi e di rilevamento automatico su ampie superfici, rilevando numerosi dati sul profilo tecnico-tattico e atletico, con un inizio anche della valutazione psicologica e sulle selezioni delle azioni da parte dell'atleta.

Secondo Castagna⁹, approfondendo il rapporto fra analisi della prestazione e processo pedagogico di allenamento, la Match Analysis sarebbe un'analisi comportamentale che descrive la prestazione sportiva, codificando le azioni d'individui o gruppi in termini specifici utili per la pratica.

La maggiore area di studio e applicazione in campo sportivo sono le discipline sportive di situazione¹⁰, di squadra in sostanza, sebbene anche gli sport individuali attualmente iniziano a porre attenzione a questa metodica.

Le funzioni possono essere suddivise in tre principali direzioni generali (Luca Russo 2013):

- a) Funzioni principali per la prestazione:
 - Descrizione qualitative e quantitative di eventi, corsi tipici o probabili di azione invarianti: **determinanti di gara** (R. Izzo 2011);
 - Identificazione delle fasi e delle azioni critiche della competizione;
 - Conoscenza scientifica ed evoluzione del sistema gara-competizione;

⁹ Castagna. C., "Activity Profile of Young Soccer Players During Actual Match", Journal of Strength and Conditioning Research, 17 (4): 629-831, 2003.

¹⁰ Si definiscono sport di situazione ossia quelle attività sportive in cui l'espletamento della performance sportiva non può individuarsi in una periodizzazione esemplificativa dei movimenti effettuati, a causa della presenza di uno o più avversari nel campo. Essi possono essere raggruppati in categorie principali: sport di situazione senza contatto, duali o di squadra; Sport di situazione puri, duali o di squadra.

- Definizione di profili vincenti (individuali e/o di squadra) e previsione dell'esito ottimale: modellizzazione;
 - Definizione dei profili avversari.
- b) Funzioni principali riferite all'allenatore:
- Verifica o meno delle percezioni soggettive degli allenatori;
 - Calcolo di indici di efficienza individuali e di squadra;
 - Creazione di data base ed archivi;
 - Identificazione di obiettivi di sviluppo per ottimizzazione allenamento.
- c) Funzioni principali riferite al modello di allenamento:
- Sviluppo di strategie tecniche e tattiche di allenamento;
 - Storico individuale e di squadra;
 - Preparazione fisica (stima del carico esterno ed interno) e ricostruzione di situazioni di competizione in allenamento;
 - Preparazione psicologica (es. controllo di consapevolezza, capacità di reagire a situazioni critiche, autovalutazione).¹¹
 - Confronto tra le proprie aspettative e la realtà della gara (stretta correlazione tra il voluto e il realizzato)

L'applicabilità delle funzioni di tale metodica di analisi si evidenzia fondamentalmente in tre Principi fondamentali:

1. Allenamento di primo livello: individuare per via automatica informazioni dirette o indirette sull'impegno fisico degli atleti in competizione, in modo da utilizzare tali dati per la fase di condizionamento fisiologico.

E' definito come l'organizzazione dell'esercizio fisico ripetuto in quantità e intensità tali da produrre sforzi progressivamente crescenti che stimolano i processi fisiologici d'adattamento dell'organismo e favoriscono l'incremento delle capacità fisiche e tecniche dell'atleta,

¹¹ Madella A., "Thematic Project Aehesis Report of the Third Year", Published by the Institute of European Sport Development and Leisure Studies/ German Sport University Cologne, 2006.

al fine di consolidare ed esaltare il rendimento di gara (principio della supercompesazione).

L'utilizzo di tecnologie avanzate permette precisamente, infatti, il riscontro diretto dell'impegno fisiologico degli atleti in competizione. Ad esempio di ispirazione furono i lavori sviluppati da Madella in collaborazione con i proff. Dal Monte e Faina nel 1990 presso la Scuola dello Sport del Coni nei quali con l'utilizzo di una termocamera analizzavano direttamente i muscoli interessati ad un dato gesto tecnico e grazie al loro calore dopo una performance, permettevano di individuare il loro grado di impegno, oggi sostituito in maniera egregia dall'uso degli elettromiografi (EMG).

Normalmente per gli sport di squadra i dati sono ricavati da atleti dotati di GPS personali e monitorati nel corso dell'allenamento. Altra possibilità è fornita dai dati fisiologici ricavati ad esempio da cardiofrequenzimetri portatili (oggi esistono GPS con cardiofrequenzimetri incorporati che facilitano ancor più il rilevamento di tali dati con un solo hardware, come il K-GPS della K-Sport, Italia). Infine altra soluzione è quella di analizzare in termini statistici alcuni video e ricavarne dati connessi essenzialmente alle durate temporali, Range di lavoro, lavoro medio, lavoro medio totale. A questi dati poi saranno aggiunti il periodo di riposo e rapporto lavoro-riposo. Il passo successivo sarà quello di trasformare i dati ricavati con il complemento di valori fisiologici derivati dalla letteratura scientifica più aggiornata. Senza entrare nello specifico, è norma comune da parte dei preparatori atletici utilizzare per la raccolta dati negli sport di squadra, la variazione standardizzata nota anche come Media di Cohen (ossia variazione della media rispetto alla deviazione standard fra gli atleti valutati). Questa metodologia fornirà al preparatore atletico indicazioni più efficaci e personalizzate per l'allenamento di primo livello della squadra.

Tutto ciò per comprendere che un corretto Allenamento di primo livello deve mirare al meglio alle condizioni fisiologiche imposte dalla competizione.

2. Allenamento di secondo livello: ottenere informazioni automatiche sulla biomeccanica della tecnica specifica del singolo atleta, permettendo di individuare nell'ambito di ogni sport una serie di momenti detti "determinanti di situazione" (R. Izzo 2011) che devono essere ripetuti durante l'allenamento per far acquisire agli atleti la capacità di governarli facilmente.

La ricerca Match-analitica permette di individuare le così dette invarianti di competizione (R. Izzo 2013), cioè elementi che caratterizzano tecnicamente e tatticamente la positività delle prestazioni in gara, che sarà utile ripetere negli allenamenti con scelte quantitative e qualitative delle esercitazioni specifiche. Con lo studio della tecnica al rallentatore, ad esempio, si può facilmente ottenere una conoscenza sullo stato di preparazione tecnica degli atleti e pertanto provvedere al suo miglioramento (questo per gli sport duali è pratica comune). Differenti invece sono le problematiche per gli sport di squadra. In tal caso, infatti, lo studio della tecnica è eseguito dal software e mostrato a rallentatore dopo di che, l'allenatore visiona il gesto tecnico per trarre le sue conclusioni dando indicazioni in merito; inoltre con l'utilizzo di telecamere 3D, si può facilmente ottenere anche una conoscenza sulle qualità di preparazione tecnica degli atleti che pertanto permette di eseguire adeguati correttivi per il miglioramento performativo.

La Match-Analysis perciò permette in primo livello di valutare le capacità dinamiche dei singoli e di specializzarle maggiormente a secondo i ruoli ricoperti nella squadra e in secondo livello di individuare i così detti invarianti di gara ossia quegli elementi tecnico-tattici, quelle situazioni particolari che si ripetono con frequenza elevata e fissa nelle varie competizioni dei vari sport e ripeterle in fase

di allenamento per acquisire la capacità di governarle con destrezza e fluidità.

3. Allenamento di terzo livello: Ricavare dal tracciamento delle traiettorie, informazioni, “strategie di situazione locale” e dati complessi sul moto d'insieme della squadra anche in rapporto alla squadra avversaria detti “strategie globali” derivanti dai moduli di gioco adottati.

L'allenamento di terzo livello è mirato all'insegnamento delle strategie che possono associarsi a tutti gli sport di situazione, sia duali sia di squadra. La Match - Analysis fornisce importanti supporti offline, che permettono di studiare e preparare le strategie a due livelli di difficoltà: le strategie locali, in altre parole lo studio di situazioni che accadono in una parte delimitata del campo, e strategie globali basate sullo studio dei moduli di gioco a tutto campo.

Le strategie locali possono essere studiate utilizzando i data base che questi sistemi permettono di costruire individuando così i punti salienti della situazione e facendoli ripetere in fasi di allenamento strategico mirato.

Per le strategie globali la complessità del discorso si va ampliando, in quanto prevedono l'analisi dell'intero campo. Con l'esame degli incontri effettuati l'allenatore potrà individuare le particolarità delle strategie globali, ricordando che, ad esempio, nei giochi di squadra, come la pallavolo, il modulo è periodico nel tempo quindi la situazione in campo ritorna allo schieramento iniziale dopo ogni punteggio segnato.

Per tanto i sistemi di software sono capaci di fornire dati riguardanti le strategie globali fornendo un prezioso aiuto agli allenatori, permettendogli, di fatto, di gestire informazioni che normalmente andrebbero perdute o sottovalutate.

L'effetto domino tecnologico innescato dall'introduzione della match analysis nel mondo sportivo dunque si concretizza nello sviluppo di

dispositivi innovativi sempre più rapidi e specifici in quanto l'efficacia di un'analisi dettagliata dell'evento è sicuramente più determinante di una visione generale e soggettiva.

1.1.2 LE TECNOLOGIE IMPIEGATE

Lo studio del movimento umano si può articolare in diversi modi in relazione ai molteplici aspetti della prestazione motoria. Se l'interesse viene focalizzato sul risultato della prestazione e sull'andamento della prestazione stessa, l'analisi del movimento permette di valutare ed analizzare parametri differenti come la distanza percorsa, durata della competizione, errori effettuati, analisi del gesto sportivo ed anche monitoraggio del processo di apprendimento durante allenamento e miglioramento delle capacità prestantive, tecniche e tattiche di ogni atleta.

Se, invece, si vogliono studiare i processi fisiologici che producono i risultati della prestazione motoria, l'approccio può essere molto complesso considerando i diversi livelli in cui si articola l'azione motoria: spostamenti di segmenti, rotazioni articolari, contrazioni muscolari e controllo nervoso. La conoscenza dei meccanismi che generano le azioni motorie è necessaria per comprendere le cause di un determinato risultato motorio e per organizzare le modalità d'intervento finalizzate a migliorare o recuperare la prestazione motoria.

I principi generali ed i metodi di studio dei vari aspetti del movimento variano in base al livello di osservazione. Primariamente si osserva come i segmenti del corpo e articolazioni si muovono nello spazio. Lo studio di questo livello è basato sui principi della cinematica così come sono descritti nella fisica classica: si tratta di individuare la posizione e la velocità dei segmenti o delle articolazioni da analizzare. Ci si potrebbe basare sulla semplice osservazione visiva anche se si riuscirà ad ottenere soltanto una generica valutazione

qualitativa della traiettoria o della direzione del movimento ed una stima molto grossolana della sua velocità. Per una vera e propria analisi della cinematica saranno necessarie specifiche metodologie ed apparecchiature. Il suo studio quindi, fornisce una descrizione visiva del movimento nello spazio e nel tempo di azione dello stesso.

Le prime tipologie di valutazione, citate nel paragrafo precedente, erano quindi caratterizzate da una metodica molto rudimentale, dove i tempi di osservazione e lo sviluppo dei risultati avvenivano lentamente senza beneficiare di uno screening ottimale e concreto.

La soluzione a tutte le problematiche funzionali, è stata fornita grazie all'avvento dei Personal Computer e dei primi sistemi operativi: grazie ad essi, si possono inserire i dati in uno specifico software ottenendo attualmente risultati in tempo reale.

L'evoluzione tecnologica in ambito performativo ha prodotto quindi differenti sistemi adoperati per la valutazione del gesto sportivo:

- **LE FOTOCELLULE:** funzionano sul principio dell'interruzione di un fascio luminoso riflesso da un riscontro riflettente e una volta che sia nota la loro disposizione spaziale, consentono di risalire a misure come, tempo e velocità media di percorrenza di un determinato tratto. I loro pregi sono di essere strumenti da campo, facili da gestire e dotati di elevata precisione. Ma essendo basati sull'interruzione di un fascio luminoso, la geometria dell'oggetto che le attraversa può influenzare la misura.

- **L'ENCODER A FILO O RUOTA METRICA:**

Rotella con opportuni contatti magnetici o sensori luminosi che misurano angoli e velocità. I pregi di questo strumento sono sicuramente la precisione, i limiti sono il montaggio, perché nel caso dell'encoder a filo bisogna prevedere un cavo che sia collegato in

qualche modo all'atleta e che si sganci al momento di massima estensione. Questo strumento prevede la presenza di una memoria esterna che registri i dati.

- **IL FOTODIODO:** Strumento messo a punto, nella configurazione proposta dall'IMSS proprio per ovviare i citati problemi della rotella metrica, circa la misurazione della velocità su superfici quali, ad esempio, il ghiaccio. Funziona con lo stesso principio della penna ottica ormai comunemente utilizzata in diversi campi, che è quello di leggere le variazioni di luce causate da un'alternanza di strisce bianche e nere. Lo strumento è montato a bordo del mezzo con una piccola centralina di memorizzazione dati ed ha il pregio di avere un'elevata precisione di misura, di non richiedere alcun contatto a terra e funzionare quindi su tutte le superfici in un ampio *range* di velocità. I limiti sono rappresentati dalla dimensione, importante la necessità di ricerca di opportuni riferimenti al suolo che, nel caso del ghiaccio, sono stati appositamente creati colorando alcune aree. Altri limiti sono la sensibilità alla distanza a terra, che non può variare di più che di qualche millimetro rispetto a un valore prefissato, e la sensibilità alle variazioni di luce ambientale.

- **GLI ACCELEROMETRI**

L'accelerometro è uno strumento che, mediante un trasduttore piezoelettrico – capace, cioè, di piegarsi sotto l'effetto di una forza applicata in una certa direzione – misura l'accelerazione di un determinato segmento corporeo.

Durante un movimento, infatti, il segmento corporeo è sottoposto ad accelerazioni e decelerazioni che determinano un piegamento del trasduttore; quest'ultimo genera una differenza di potenziale teoricamente proporzionale alla forza esercitata su di esso e, quindi, all'energia spesa (Montoye et al. 1996, Melanson Freedson 1996, Westerterp 1999, Oppert 2006).

Attraverso sistemi computerizzati, con inserimento di dati riguardanti l'età, il sesso, la statura e il peso del soggetto, è possibile, risalire, dall'intensità e dalla frequenza della corrente prodotta, al consumo energetico delle attività effettuate. In alternativa, lo strumento può essere utilizzato come semplice contatore dei movimenti del distretto corporeo cui è applicato (solitamente il fianco, il polso o la caviglia), (Mezzani, Giannuzzi 2000).

Esso permette anche di definire i profili comportamentali individuali relativi all'attività fisica, dal momento che misura la quantità totale e l'intensità (Freedson, Miller 2000, Eslinger et al. 2005, Oppert 2006).

- **IL GPS:** *il global position system* sfrutta una tecnologia militare statunitense che si basa sulla triangolazione di segnali provenienti da una costellazione di satelliti. In conformità a questa procedura e con una serie di calcoli molto precisi e sincronizzati da un orologio atomico, lo strumento calcola la propria posizione nelle tre coordinate x, y, z. Lo strumento a come vantaggio di essere di ridotte dimensioni, di basso peso, unito alla possibilità di effettuazione di un'analisi tridimensionale, i limiti sono dovuti alla necessità di avere il cielo sempre libero per scrutare letteralmente i satelliti, e la frequenza di campionamento, cioè il numero di misure che il sistema è in grado di fornire in un secondo.

Il recente sviluppo di unità GPS portatili ha permesso una più ampia applicazione di questa tecnologia in molteplici campi, incluso lo sport. Tale progresso ci ha consentito di usufruire di un ulteriore strumento per descrivere e comprendere il concetto spazio/tempo dell'attività fisica. Per la prima volta la tecnologia GPS fu utilizzata per il monitoraggio di un atleta nel 1997 (Schultz e Chambaz, 1997); da allora, è sempre più impiegata nello sport di squadra. Lo scopo è quello di fornire ad allenatori, preparatori e alla scienza dello sport un'analisi della performance dei giocatori. Tale metodologia è stata utilizzata inizialmente nel rugby, nell'Australian football League, nel

criket, nell'hockey e nel calcio. L'attuale letteratura fornisce una serie di informazioni sul profilo prestativo degli atleti negli sport di squadra: attraverso la misurazione dei movimenti del giocatore, il GPS può essere usato per quantificare il livello di sforzo fisico dei singoli atleti mantenuti in allenamento e durante competizione. Inoltre, è possibile studiare i carichi di lavoro in base al ruolo occupato in campo, svolgendo così anche un'analisi di natura tattica. Nel mondo dello sport la Match-Analysis nasce con lo scopo di valutare gli schemi di movimento di ciascun giocatore attraverso l'interpretazione computerizzata delle immagini video, riprese nelle gare ufficiali. Il GPS affiancandosi alla video match analysis, permettono non solo una analisi tecnico-tattica ma anche e soprattutto valutazioni di parametri specifici come accelerazione, decelerazione, sprint cambi di direzione, potenza metabolica espressa oltre alla velocità e distanza totale ricoperta.

Tali dispositivi hanno una frequenza di campionamento che parte da 1Hz e arriva, negli strumenti di ultima generazione a 20 Hz e 50Hz ancora in fase di standardizzazione (la letteratura afferma: GPS con frequenza di campionamento maggiore, maggiore validità nella misurazione delle distanze). Le unità più recenti sono in grado di misurare con buona precisione una variazione di velocità utile per il calcolo dell'accelerazione e decelerazione, anche se, alcuni studi effettuati sulla valutazione dell'affidabilità dei dati riportati dagli strumenti GPS (Schultz, Chambaz, 1997, Johnston et al., 2012, Porta set al., 2009), affermano che a velocità superiori di 20Km/h, la precisione di rilevazione non è attendibile.

L'affidabilità può essere anche influenzata negativamente dai bruschi cambi di direzione durante competizione, ossia veloci variazioni di velocità (Jeggins, et al., 2010) ed anche dalla presenza di mura alte,

con copertura totale delle gradinate che riducono notevolmente la rilevazione satellitare GPS.

E' possibile aumentare l'affidabilità dei GPS soltanto con l'aumento della frequenza di campionamento, mantenendo (ancora per poco) una certa attenzione nell'interpretazione nei dati che negli sport di squadra prevedono ripetuti Sprint, rapidi cambi di direzione e quindi di velocità.

- **TECNOLOGIA LIDAR**

IL RADAR: acronimo dell'espressione inglese Radio Detection and Ranging, noto anche agli automobilisti nella sua funzione di autovelox, funziona misurando il tempo impiegato da un'onda emessa da una sorgente a tornare indietro dopo essere stata riflessa da un ostacolo. Utilizzato per rilevare la velocità. I pregi maggiori sono il semplice utilizzo e la possibilità di ottenere i dati in tempo reale, la cattura del movimento di avversari o oggetti come ad esempio, una pallina di tennis. I limiti sono nella precisione, talvolta variabile in funzione della superficie esposta dell'oggetto che si muove verso la sorgente e le possibili interferenze dovuti a riflessi di altri oggetti fissi o in moto presenti nel campo di misura. Le traiettorie oblique non sono correttamente percepite.

IL LASER: La creazione del Laser "light amplification by stimulated emission of radiation", ossia amplificatore di luce tramite emissione stimolata di radiazione, deriva da un processo evolutivo nel quale vengono ideate e realizzate svariate applicazioni pratiche, rappresentando l'esempio perfetto di come scienza e tecnologia siano riusciti a scambiarsi conoscenze. Tramite l'ausilio e l'applicazione di una serie di leggi fisiche si è riusciti a concentrare l'energia in una sottilissima banda di lunghezze d'onda, ottenendo radiazione dalle proprietà più auspicabili: intensa, monocromatica, coerente e polarizzata. Tale esempio mostra chiaramente come ricerca scientifica

e tecnologia siano indissolubilmente legate, e nessuna possa avanzare senza il contributo dell'altra.

L'odierna diffusione della banda larga su fibra ottica non sarebbe possibile senza i diodi laser, oggi estremamente piccoli e abbastanza veloci da consentire lo scambio di grandi quantità di dati in breve tempo. Lo stesso tipo di sorgente è usata in qualsiasi drive CD e DVD, che richiede luce coerente e grande precisione spaziale per accedere alle tracce contenenti i dati. La tecnologia dei laser è ormai ben consolidata e la ricerca in questo settore è orientata principalmente verso lo sviluppo di sorgenti finalizzate ad applicazioni sempre più sofisticate, in ambito scientifico, industriale, medico e sportivo.

- **MAGLIETTE SENSORIZZATE**

L'utilizzo di tali tecnologie nello sport, porta notevoli miglioramenti nella valutazione della prestazione e nel monitoraggio degli allenamenti. Le magliette sensorizzate sono una naturale evoluzione dei precedenti sistemi di rilevazione GPS.

Quindi oltre alla raccolta dati riguardanti la posizione del giocatore, accelerazione, decelerazione, velocità, potenza metabolica, distanze percorse a soglie di velocità varie, grazie alle magliette sensorizzate si aggiungono valori quali frequenza cardiaca, ventilazione polmonare (in fase di studio), temperatura corporea (dispersione del calore, sudorazione e disidratazione). Tramite tali dati è possibile controllare il feedback soggettivo del carico interno e metterlo in relazione con i dati oggettivi del carico esterno. Il monitoraggio dell'unità di allenamento, risulta essere determinante per comprendere l'impegno di ogni singolo atleta, controllando che ognuno lavori nel modo più performativo possibile e che non vi siano soggetti in condizioni di affaticamento (controllo della variabilità cardiaca), che possono portare a sindromi gravi come l'overreaching e l'overtraining.

Tali strumentazioni hanno la possibilità di analizzare i loro dati live, in modo da rendere ancora più specifica la valutazione dell'allenamento

e della singola esercitazione, ovviamente con operatori specializzati, preposti alla calibrazione dei sistemi di rilevazione. Solo negli staff di grandi società sportive è possibile applicare ed utilizzare questa nuova tecnologia in quanto nello sport dilettantistico per mere problematiche economiche oltre che di Know-how, si rende impossibile.

1.2 METODOLOGIE APPLICATE ALLA VISIONE DELL'EVENTO.

1.2.1 LA VIDEO ANALISI E LA SUA EVOLUZIONE

I software per analisi della prestazione sportiva, sia di tipo video, di tipo fisico-matematico, di simulazione, di statistica o di valutazione del gesto tecnico, rappresentano oggi nel mondo dello sport gli occhi più attenti adoperabili per tecnici e atleti.

Il notevole progresso scientifico nell'utilizzo di strumenti di ripresa, di elaborazione e di calcolo dei filmati acquisiti, ha reso la video analisi (VA) indispensabile ed essenziale nella scienza dello sport in distinti e variegati filoni di ricerca.

Attraverso la VA si può analizzare il gesto tecnico per ottimizzarlo dal punto di vista prestativo, valutando ad esempio l'eventuale simmetria o asimmetria e postura dell'atleta per ottimizzare e personalizzare il programma di allenamento. La VA rappresenta uno studio approfondito dei movimenti dell'individuo, delle esecuzioni tattiche della squadra, analizzate con specifici programmi.

La sua elaborazione nasce dall'esigenza, nel mondo dello sport, di raggiungere un numero sempre maggiore di prestazioni ottimizzate, partendo quindi dallo studio dell'ambiente che circonda l'atleta o la squadra, dalle capacità di apprendimento, dagli aspetti che riguardano gli schemi motori e corporei e di tutte le componenti condizionali e coordinative che il sistema è in grado di raccogliere relativamente al gesto o alla performance.

L'utilizzo della tecnologia analitica dedicata alla VA offre reali vantaggi consentendo:

- Feedback dettagliato immediato o a breve termine delle azioni di gara;

- Possibilità di sviluppare specifici database di azioni e/o dei fatti salienti d'interesse;
- Indicazioni in area, sia tecnica che strategica, che necessitano correttivi o miglioramenti;
- Valutazioni di vario genere circa le potenzialità atletiche, tecniche tattiche e psicologiche degli atleti.
- Analisi dell'atleta/squadra in un momento di vera espressione del gesto (durante competizione) e non ad esempio durante esecuzione di test atletici e allenamenti, che comporterebbero un alterazione della valutazione.

Gli avanzamenti apprezzati dal sistema informatico, permettono quindi di fornire ai tecnici, preziosi suggerimenti riguardanti la prestazione fisica, tecnica, tattica e psicologica. Tali sistemi di valutazione si basano in linea generale sul riconoscimento della posizione, del movimento in campo del soggetto e al rilevamento dell'utilizzo dei vari elementi tecnico-tattici in rapporto con compagni, gli avversari ed eventualmente con la palla.

In sostanza, tale metodica è caratterizzata da una rete di telecamere (3/4 nel calcio con il sistema prozone) poste intorno al campo, che permettono una ripresa ampia e precisa su tutto lo spazio di gioco. Successivamente i filmati sono scaricati in un computer che grazie ad un software è in grado di individuare, tracciare e non solo, i giocatori ed i loro movimenti per tutta la durata dell'incontro. Essa, tuttavia, è attualmente ancora utilizzata principalmente da società sportive d'élite, dato che i costi del sistema video e del software per l'elaborazione dei dati, sono ancora piuttosto elevati¹².

Nel corso degli anni si sono sviluppate differenti tipologie di valutazioni possibili tramite tale metodica di analisi, ovviamente testate per essere validate attraverso un accertamento che le rendesse scientifiche, garantendo la validità, l'affidabilità oltre che la precisione dei dati raccolti.

¹² Marcolini M., "La match analysis: un nuovo approccio scientifico", Urbino, 5° Convegno sul calcio giovanile: "Prima del risultato", 2010.

Per oltre trenta anni al calcio professionistico è stato applicato uno studio di analisi del movimento associato allo studio dei ritmi di lavoro, un processo che si fonda sulla base dell'operato degli studiosi Reilly , Thomas et al.¹³

La metodologia di rilevazione individuale¹⁴, prima metodica di rilevazione sviluppata nella video analisi, è stata possibile tramite l'installazione di telecamere sistemate in prossimità di un lato del campo, a livello della linea di centrocampo, a un'altezza di circa 15 metri circa e a una distanza di 30 - 40 metri dalla linea laterale. I risultati prodotti dalla rilevazione video, sono stati poi confrontati con quelli di riferimento, forniti grazie a prove pre e post gara, le quali consistevano nella ripetizione di movimenti usuali eseguiti durante competizione.

La crescita della qualità tecnologica ha fornito con il passare del tempo telecamere sempre più precise, permettendo una qualità di rilevazione elevata oltre a nuovi software dedicati. In quest'ottica, Bloomfield e collaboratori, ad esempio, hanno utilizzato il dispositivo *PlayerCam* (Sky Sport Interactive Service, British Sky Broadcasting Group, Uk) per fornire sequenze video dei movimenti di un singolo giocatore e delle sue azioni. Alla digitalizzazione e sincronizzazione delle immagini (*Noldus Observer 5.0 Video-Pro*), è seguita la codifica manuale; il sistema di analisi utilizzato è di tipo comportamentale, ossia basato sul tempo di scelta impiegato per eseguire il singolo movimento.

Il codificare manualmente il gesto atletico è stata senz'altro un'attività molto utile nelle attività di analisi, tuttavia, può portare a diversi errori attribuibili all'essere umano, dovuti all'errato inserimento dei dati, alla reazione variabile dell'osservatore ad azioni del giocatore sotto studio e alla personale interpretazione delle azioni di movimento da parte di differenti operatori.

Un passo rilevante nelle attività di registrazione dei movimenti è dato dall'entrata in scena della "*time-motion analysis* ", che si affida a modelli

¹³ Reilly T., Thomas V., "*A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play*", J Hum. Mov. Stud., 2 : 87 – 97, 1976.

¹⁴ Carling O. et. al., "*The role of motion analysis in elite soccer*", Sport Med., 38(10): pag. 841, "*Individual player analysis*", 2008.

matematici per il tracking automatico e satellitare. Per il salto di qualità si è dovuto chiedere aiuto alla matematica e alla geometria, permettendoci di calcolare le funzioni di velocità associabili all'angolatura del gesto motorio.

Per altro, lo studioso Ohashi ha ideato un metodo che prevede il calcolo della posizione e della velocità dei giocatori utilizzando funzioni trigonometriche. La metodologia di analisi consisteva nell'utilizzo di due goniometri durante competizione, collegati a telecamere montate al di fuori e oltre il campo di gioco. Il calcolo della distanza totale ad esempio, si otteneva misurando senza interruzioni lo spazio tra due coordinate consecutive. Le limitazioni però si presentavano nel momento in cui non era possibile effettuare un confronto tra due o più giocatori diversi, giacché il sistema era esclusivamente adibito all'analisi del singolo atleta.

Uno step apprezzabile verso il perfezionamento dell'elaborazione dati si è avuto conseguentemente allo sviluppo del sistema *Trakperformance* (metodo Australiano); la rilevazione dei movimenti del singolo giocatore avveniva tramite l'ausilio di una penna ottica, dispositivo che appoggiato sul monitor interagisce con quanto appare su di esso. Nel monitor, era raffigurato il campo di gioco in miniatura, elaborato in modo da rendere possibile la visualizzazione delle valutazioni effettuate, come la distanza lineare percorsa dal giocatore ecc.

Parallelamente allo sviluppo dell'analisi individuale ha avuto origine l'analisi di squadra. Il monitoraggio simultaneo e lo studio di più giocatori è stato possibile grazie al software *Amisco Pro*¹⁵, creato alla fine degli anni '90 da Sport Universal Process in collaborazione con la Federcalcio Francese. La misurazione video tramite Amisco Pro era focalizzata su tutti i soggetti in movimento all'interno del campo di gioco, compresa la palla.¹⁶

¹⁵ Software sviluppato dalla Sport Universal Process, una software house Francese adibita all'analisi tattica degli sport di squadra.

¹⁶ Op. Carling et. al., "The role of motion analysis in elite soccer", Sport Med., 38(10): pag. 843, "Multiple player analysis", 2008.

Un altro software di livello che si è affermato negli ultimi anni nel calcio professionistico Italiano ed Europeo, è *ProZone*¹⁷ (dal 2012 insieme ad Amisco creando il gruppo Amisco&Prozone; dal 2015 partner ufficiale scientifico della STATS, azienda americana match analitica leader mondiale nello sport) dal nome dell'azienda che lo produce. Tramite ProZone è stato ed è possibile elaborare i dati raccolti sotto forma di rappresentazioni grafiche interattive a due dimensioni come passaggi, contrasti effettuati dai giocatori durante competizione. Entrambi i sistemi, Amisco Pro e ProZone, richiedevano una particolareggiata installazione video all'interno dello stadio, poiché per ottenere un preciso e dettagliato risultato, era richiesto la messa in atto di numerose telecamere, queste ultime collocate in posizioni ottimali per coprire l'intero campo di gioco con il loro obiettivo focale. All'origine del lavoro d'installazione del sistema video, era necessario analizzare le specifiche del campo e stadio di disputa (altezza, lunghezza e larghezza), per calibrare al meglio ogni singola videocamera da installare. Come per l'analisi del singolo giocatore, anche quella di rilevazione multipla è strutturata su una base di trigonometria complessa ed algoritmi matematici. La trasformazione di un oggetto in un'immagine è data ottenendo coordinate spaziali a due o tre dimensioni; per esempio la Direct Linear Transformation (DLT) da ripresa video di una partita di calcio, ma anche tecniche varie di elaborazione e filtraggio delle immagini. Alla stessa maniera, anche Amisco Pro e ProZone si avvalgono di tracciamenti sia manuali sia automatici, anch'essi caratterizzati da disturbi dovuti dalla sovrapposizione dei soggetti in gioco, situazioni che possono accadere durante una mischia su calcio d'angolo o su punizione. La fase di gioco "compressa", ove si concentra una quantità di giocatori che non permettono un riconoscimento ottimale del singolo atleta, mette in condizioni di confusione sia il sistema automatico sia la persona che esegue un tracciamento di tipo manuale. In tal caso la tecnologia è facilitata da informazioni di appoggio, come il colore della maglia, il riconoscimento ottico del numero sulla maglia e la previsione sul movimento di corsa, per cercare di

¹⁷ Società Inglese adibita in servizi riguardanti l'analisi delle prestazioni nel calcio.

identificare e tracciare accuratamente il giocatore. In ogni caso l'operatore dovrà intervenire manualmente per correggere ogni tipologia di errore, attualmente solo un software brasiliano, Dvideo, è in grado di svolgere una rilevazione video automatizzata per il 95%, tuttavia si basa su una frequenza di campionamento di immagini minore, fornendo un prodotto finale poco dettagliato a riguardo, in particolar modo, dei cambi di velocità e direzione. Il numero d'informazioni che sono acquisite durante una registrazione, saranno importanti per la qualità dell'elaborato finale dei dati rilevati, quindi una bassa frequenza d'immagini il secondo (esempio 2 Hz) può fare aumentare la percentuale di errore nel calcolare le distanze percorse e soprattutto le traiettorie ed i cambi repentini di velocità, rispetto alle frequenze di rilevazione attualmente disponibili 25-50 Hz. L'attuale processo di elaborazione dei dati registrati, fornirà un prodotto finito con una tempistica equivalente a circa uno o due giorni dopo la gara. In realtà i più recenti sistemi di tracciamento automatico riescono a fornire analisi in tempo real; Il *DatatraX* e il *Tracab* ad esempio sono stati i primi software in grado di fornire immediati elaborati durante una partita, dando un vantaggio fondamentale ai fini di una decisione che può anche far cambiare il risultato.

Il *DatatraX* usa il riconoscimento dei pixel per tracciare automaticamente i giocatori e il riconoscimento della voce per registrare gli eventi della partita. Il processo è gestito con la collaborazione di tre operatori ognuno con un incarico personalizzato; Uno riguardante il riconoscimento e decifrazione della voce e due per correggere manualmente gli errori di tracciamento in tempo reale per ciascuna squadra.

Il *Tracab* sfrutta a sua volta tecniche avanzate di elaborazione delle immagini video e utilizza algoritmi matematici studiati inizialmente per tracciare un oggetto e per guidare i missili dell'industria militare.

L'utilizzo dell'analisi video, fornisce un alto potenziale per rilevare feedback affidabili, con la possibilità attualmente di produrre informazioni in tempo reale. Può rivelarsi un ottimo riscontro estrinseco per l'atleta che può

confrontare esattamente cosa è stato fatto, rispetto a cosa si intendeva fare e cosa fare.

1.2.2. LO SCOUTING, UNO STUDIO MATEMATICO-STATISTICO E ANALITICO DELL'EVENTO

Lo scouting è una raccolta di dati in funzione tecnico-tattica che può essere eseguita in tempo reale o in un secondo momento (post-produzione) grazie alla registrazione video. Tale strumento è semplice si basa su una registrazione matematico-statistica delle varie situazioni di gioco (eventi) indagate, come, ad esempio il numero di tiri effettuati nello specchio della porta e fuori dallo specchio della porta, falli subiti e commessi ecc. sia della propria squadra che di quella avversaria. Attualmente è possibile rilevare il nome del giocatore, la posizione all'interno del campo di gioco, l'istante di tempo, tipologia di evento (cross, tiro ecc.) e la valutazione dell'evento (cross sbagliato, tiro fuori ecc.).

Il ruolo dello Scout/scoutman (termine di derivazione anglosassone con significato letterale di esploratore) nel mondo sportivo d'élite, nella fattispecie nel calcio e calcio-mercato, sta assumendo una valenza professionale sempre più elevata, arrivando ad occupare un posto importante nell'area tecnica ed anche manageriale di una società sportiva.

Può essere definito come “una risorsa strategica” per la società, attualmente necessaria per effettuare un lavoro di analisi specifico di ogni singolo atleta e dell'intera squadra, indispensabile per apportare modificazioni o miglioramenti tecnici e strategici atti alla vittoria delle competizioni o per lo meno al raggiungimento degli obiettivi prefissati dall'allenatore.

La figura dello scoutman si presenta come una professione parallela a quella dell'allenatore e preparatore atletico, alla quale serve una formazione specifica adeguata.

Scopo dello scouting, in particolar modo dello scoutman, è creare uno scouting-report, strumento notazionale più avanzato ed utilizzato nell'analisi della performance sportiva, nella valutazione di quegli elementi più

performanti, inseriti in un rapporto conclusivo (report), utile per elaborare nel modo più indicato, su di esso e sui suoi suggerimenti, il piano partita per l'evento successivo permettendo di organizzare al meglio la struttura dell'allenamento.

Ciò che conta non è scrivere una quantità più o meno grande di pagine per descrivere un' atleta, una squadra, una performance, l'importante è sapere cosa scrivere e riuscire a creare una sorta di CI (carta d'identità) che identifichi nel modo più completo e corretto possibile quelle caratteristiche determinanti ed essenziali nella pianificazione di allenamenti ottimizzati.

Ovviamente, al fine di eseguire una più precisa raccolta degli indici utili, l'operatore dovrà ricercare innanzi tutto una postazione (all'interno dello stadio) che permetta una visione ottimale del campo di gioco, prediligendo una posizione simile a quella della tribuna stampa, essendo quest'ultima solitamente centrata e a un'altezza che permette il riconoscimento di ogni singolo giocatore.

1.3 MATCH ANALYSIS: STRATEGIA E/O VERITA' ASSOLUTA

Nel mondo sportivo d'élite o meglio nella letteratura scientifica dedicata la match-analysis risulta essere il connubio perfetto di due realtà per definizione molto distanti:

Strategia: *“progettazione, preparazione e coordinamento dei diversi mezzi necessari per raggiungere un obiettivo importante a lungo termine”*(nello sport, anche con lo scopo di vanificare quello degli avversari;

Verità assoluta: *“verità scientifica, rigidamente inopinabile”*.

L'assoluta cooperazione tra valutazione scientifica (verità oggettiva) e valutazione soggettiva (esperenziale) disegna la soluzione ideale che può garantire il successo sportivo.

La necessità dell'oggettivazione dell'evento deriva in particolar modo dalla mancata possibilità di un'analisi obiettiva da parte dell'allenatore e dello staff tecnico. Franks e Miller già nel 1986 sfruttando le tecniche interrogatorie adottate solitamente dalla polizia sui testimoni oculari, riuscirono a dimostrare la difficoltà oggettiva degli allenatori professionisti presi in esame nel trattenere le informazioni, perdendo circa il 60% di queste relative a situazioni di gioco a cui avevano assistito direttamente. Inoltre i risultati di molti studi (Reilly et al., 197, Frank et al., 1986, Oashi et al., 2002, Huges et al., 2004) fanno presagire come gli allenatori tendono a sviluppare strategie di osservazione che li portano a trovare errori durante la competizione anche laddove realmente non esistono o viceversa, rischiando un effetto pigmalione: “qualunque cosa fatta da quel giocatore è corretta”, o effetto di stigmatizzazione. “qualunque cosa fatta da quel giocatore è sbagliata”. In entrambe le situazioni si rischia di creare degli alibi negativi nelle scelte tecnico-tattiche da attuare.

Negli ultimi dieci anni allenatori e match-analyst scoreman si sono evoluti insieme a quello che ha permesso l'ingegno umano e la tecnologia dedicata, con l'obbligo professionale di distaccarsi, nei limiti del dovuto, da un'osservazione esperenziale, per affidarsi ad una lettura più strutturata e scientifica dell'evento, ovviamente da leggere in stretta relazione alla propria filosofia di lavoro.

Appare chiaro come tale processo debba avere delle procedure con basi scientifiche standardizzate e non lasciate al caso, o meglio esclusivamente all'esperienza.

I sistemi informatici e di data collecting attualmente a disposizione riducono notevolmente se non totalmente l'errore esperenziale garantendo un'analisi di elementi atletici ed anche in buona parte tecnico-tattici molto attendibili che poi deve essere valutata da parte dell'allenatore.

L'ormai certa affidabilità delle nuove metodologie di analisi non necessariamente va a risolvere il problema della loro applicabilità, che come descrive A. Madella¹⁸ (*modificato R. Izzo 2016*) è ancora presente:

- Non sapere molto sul grado di conoscenza e applicazione da parte di tecnici sulla Match-Analysis;
- Ritardo Culturale: la velocità di crescita delle tecnologie non equivale a quella di acquisizione degli operatori sportivi ;
- La raccolta di informazioni e così cospicua che i dati stessi e la loro utilizzazione non è spesso correlata;
- La estrapolazione di fattori e parametri non è sempre correlata alle squadre in questione e quindi non si rivelano predittori di successo;

Quindi la match analysis non risolve obbligatoriamente tutte le distorsioni dei processi osservativi notazionali semplici, ma potrebbe accrescerle grazie o a causa dell'enorme quantità di dati riguardanti gli eventi motori rilevati, dei loro esiti e a causa della mancata possibilità spesso di utilizzare questa

¹⁸ Madella A., "Thematic Project Aehesis Report of the Third Year", Published by the Institute of European Sport Development and Leisure Studies/ German Sport University Cologne, 2006.

metodica in maniera idonea. Inoltre occorre sottolineare che l'avvalersi di tale tecnologia, potrebbe anche intaccare ruoli all'interno della squadra e generare questioni di potere, come la non conferma dell'allenatore, leadership di giocatori, reazioni ostili degli stessi.

Concludendo, per poter ottimizzare e quindi diminuire gli errori di percorso che si possono commettere durante il lavoro di match analysis, (come ad esempio analisi dei movimenti degli arti e dei loro segmenti, la compressione delle immagini, la marginalizzazione dei pixel, la calibrazione degli strumenti, errori algebrici, etc)¹⁹, occorre un sistematico utilizzo integrato di tecnologia ed esperienza umana.

La presenza dell'operatore rimane pertanto fondamentale nel processo di osservazione, di studio di acquisizione dati e di selezione degli stessi, come quella dell'allenatore nel saper bene leggere i dati risultanti dalle analisi statistiche per poter effettuare al meglio delle scelte proficue per il raggiungimento del successo e quella dello staff tecnico nel colmare, tramite un miglioramento dell'allenamento, quelle lacune evidenti risultanti dal processo di analisi e valutazione.

In sostanza promuovere “il sapere per saper fare” per:

- Miglioramento modello prestativo sport specifico;
- Realizzazione di parametri scientifici per un allenamento ottimizzato;
- Adeguamento dei parametri soggettivi esperienziali a favore di elementi scientifici comprovati.

¹⁹ Gao W., Huang T., Jiang S., Ye Q., “A new method to segment playfield and its applications in match analysis in sports video”, New York, Usa, ACM, pag. 294, 2004.

1.4. STATISTICA E PRESTAZIONE

La statistica è una scienza che studia con metodi matematici fenomeni collettivi e gli effetti derivati dal manifestarsi di un evento conseguente e valutabile.

Le parole chiave si ritrovano alla fine della frase: “conseguente” in quanto la conseguenza presuppone un rapporto di causa effetto e “valutabile” poiché è proprio alla base della valutazione che verranno effettuate le scelte e le decisioni future. La statistica si presenta in tutte le scienze come uno strumento essenziale per la creazione ed elaborazione di leggi e relazioni tra fenomeni.

La prima opera che si considera ispirata alla Statistica fu *Del governo et amministrazione dei diversi regni*, di Francesco Sansovino, pubblicata a Venezia nel 1562. Nel XIX secolo, tale disciplina si avvale delle applicazioni del calcolo della probabilità per costituirsi nel secolo attuale in vera e propria teoria delle decisioni fondate sul calcolo, cioè sulla scienza che ha per oggetto lo studio dei fenomeni collettivi attraverso la raccolta e analisi dei dati di osservazione o sperimentali di natura essenzialmente quantitativa, la cui rilevazione, classificazione e presentazione (in genere con tabelle e grafici) è utile per trarre da essi inferenze attendibili sulle quali basare decisioni di ordine teorico-pratico e in particolare per formulare leggi di media che governano tali fenomeni (leggi statistiche).

Si distingue in una fase descrittiva di elaborazione e sintesi dei dati (statistica descrittiva), in una fase conduttiva di derivazione di inferenze attendibili (statistica inferenziale), e in una fase volta allo studio di una determinata area di applicazione (statistica applicata) quindi in senso concreto, ciascuna

raccolta sistematica di dati concernenti determinanti fatti o fenomeni, eseguita secondo metodi statistici.²⁰

Nello sport la descrizione degli eventi sportivi con un linguaggio statistico-matematico, raffigura una carta di rilievo da poter giocare per il raggiungimento del successo, in quanto esprime una descrizione universalmente oggettiva, scientifica e leggibile da tutti.

Non solo utilizzata come metodica di analisi della performance e/o nello specifico di un determinato evento e giocatore, ma anche come tecnica e guida di mercato nel poter effettuare scelte consapevoli nell' acquisto/vendita di atleti, secondo distinti profili di squadra (data mining ad esempio).

L'uomo ha una grande capacità di adattamento, volendo è possibile affermare che la selezione naturale può essere oggetto dello studio della statistica: sopravvive chi ha una qualità piuttosto che un'altra; sapendo quale, è possibile fare una previsione tra chi in futuro avrà più possibilità di sopravvivere.

Il ruolo della statistica risulta quindi di fondamentale importanza soprattutto se in collaborazione con la tecnologia attualmente utilizzabile dal momento che permette la creazione di un sistema scientifico di analisi che garantisce l'affidabilità dei parametri della performance.

L'oggettività: capacità di giudicare le azioni di gioco senza influenza emotiva umana, la specificità: conoscenza del fenomeno che si va ad analizzare e l'attendibilità: la veridicità dell'osservazione, quando lo strumento riesce a valutare sempre la stessa variabile ripetuta sugli stessi atleti, sono prerogative sostanziali nella valutazione sportiva.

Conoscere quindi le reali capacità dell'atleta permette di compiere:

- una scelta tecnico-tattica efficace per una specifica competizione;
- variazioni di piani di allenamento per raggiungere determinati obiettivi;

²⁰ Federazione Italiana Pallavolo., "Regole di gioco e casistica Indoor", Edizione 2009-2012, Cap.4.

- pianificazione, se necessario di allenamenti individuali e/o indirizzati ad un specifico scopo;
- previsione dell'evento grazie ad una base reale di studio dei dati e di valutazione.

“E’ ciò che un azienda chiamerebbe gestione delle risorse umane. Sarebbe la cosa più intelligente da fare per qualsiasi sport”.²¹

²¹T.H. Davenport., J.G. Harris., “ *Competing of analytics: the new science of winning*”, Harvard business school process, 2007.

CAPITOLO 2

RASSEGNA BIBLIOGRAFICA

STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA

la prestazione sportiva dei calciatori nel corso delle partite e degli allenamenti, è stata oggetto di ricerca per anni²². Attualmente possiamo affermare che un sempre più crescente numero di esperti del calcio d'élite analizzano differenti variabili prestative rilevate con varie metodiche che l'evoluzione tecnologica ha perfezionato.

Dallo studio pioneristico di Reilly e Thomas (1976)²³ i quali hanno descritto una competizione calcistica contando il numero dei passi effettuati per ogni movimento compiuto dai giocatori (ad es. mantenere la posizione, camminare, correre e scattare), la match analysis tramite la notational analysis (analisi notazionale, che può essere manuale o computerizzata), la motion analysis (che analizza l'attività e il movimento degli atleti)²⁴ e la video analisi (si concretizza praticamente con l'installazione di sistemi automatizzati all'interno degli stadi o con sistemi di acquisizione mobili che permettono la ripresa della partita e successivamente l'analisi di parametri specifici preselezionati tramite software appositi) si è fermata nel quantificare il lavoro complessivo effettuato sul campo di gioco come distanza percorsa nell'arco della gara in differenti sfaccettature: distanza totale (9-12 km)²⁵, distanza al minuto, distanza eseguita da un solo giocatore e dalla squadra, distanza compiuta a differenti livelli e tipologie di corsa, distanza effettuata dai ruoli

²² Osgnach C., Di Prampero P.E., et al., "Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer: A New Match Analysis Approach", *Med. Sci. Sports Exerc.* 42(1). 170-178, 2010, 2010.

²³ Reilly T., and Thomas V., "A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match play", *Journal of Human Movement Studies*, 2, 87-97, 1976.

²⁴ Tibaurdi A., "La Match Analysis applicata al calcio, *Scienza & Sport*", num. 24, 2014.

²⁵ Di Salvo V., et al., "Analysis of High Intensity Activity", *Int. J. Sports Med.*, 30: 205 - 212., 2009.

ricoperti in campo (Withers et al., 1982, Bangsbo et al., 199, Rienzi et al., 2000, Needham e Boyle 2001, Misuta et al., 2005, Shiokawa et al., 2003, Mohr et al., 2003, Figueroa et al., 2004, Iwase, Saito, Toki e Sakurai 2005, Toki and Sa-kurai, 2005, Figueroa et al., 2006, Di Salvo e all., 2006 – 2007., Di Salvo V., Baron R., Tschan H., Calderon M, F.J., Bachl N., and Pigozzi F., 2007, Ricardo M., Barros. L., et al. 2007, Rampinini et al., 2007).

Soltanto gli studi effettuati da Di Prampero e collaboratori²⁶ hanno segnato una svolta nell'analisi della valutazione della prestazione calcistica mostrando l'importanza della fase accelerativa durante competizione e calcolando da essa il dispendio energetico, ossia la potenza metabolica MP (7 - 12 volte superiore a quello della corsa lineare).

Da qui si assiste ad una vera e propria reazione a catena di studi realizzati in particolar modo tramite tecnologia GPS e sistema tracking semiatomatici sulle accelerazioni, decelerazioni, cambi di velocità e relativo dispendio energetico (Bishop 2007, Bloomfield J. et. Al., 2007, Colli R., Lucarini L., 2010, Ricardo M., Barros L., et al., 2007, Rampinini E., Coutts A.J., Castagna C., Sassi R., Impellizzeri F.M., 2007, Nelsen L., Reilly T., 2008, Iaia M.F., Di Salvo V., et al., 2009, Rampinini E., Bangsbo J., 2009, Azzone V., Buglione A., Osgnach C., Di Prampero P.E., et al., 2010, Carling C., Bloomfield J., Bernardini R., Osgnach C., Poser S., Rinaldo R., Di Prampero P.E. 2010, D'Urbano G., 2010, Akenhead R., Hayes P.R., Thompson K.G., French D., 2012, Guadino P., Alberti G., Iaia F.M., Gregson W., Strudwick A.J., 2013, Gaudino P., Iaia F.M., Alberti G., Gregson W., Strudwick A.J., 2013, Keiner M., Sander A., Wirth K., Schmidtbleicher D., 2014, Black G.M., Gabbet T.J., Maughton G.A., Mclean B.D., 2015, Dalen T., Ingebrigtsen J., Hjelde G.H., Wisloff U., 2016).

Ad oggi tali valutazioni sono state eseguite anche per caratterizzare differenti campionati tra i quali quelli maggiori a livello europeo (Rampinini E.,

²⁶ Di Prampero P.E., Botter A., Osgnach C., "The energy cost of sprint running and metabolic power in setting performance", *European Journal of Applied Physiology*, vol.115, issue 3, pp 451-469, March 2015.

Impellizzeri F., Castagna C., Coutts A.J., Wisløff U., 2009., Dellal A., Chamari K., Wong D.P., Ahmaidi S., Keller D., Barros R., et al. 2011, Lago-Peñas C., Lago-Ballesteros J., Rey E., 2011, Barnes et al., 2014, Mitrotasios M., Armatas V., 2014, Castagna C., Locastro L., D'Ottavio S. 2015, Gonzalez-Rodenas J., Lopez-Bondia I., Calabuig F., James N., Aranda R., 2015), anche se possiamo denotare una situazione di stallo sulla specificità degli studi che non vanno ad analizzare la quantità e la qualità di lavoro effettuata sopra le soglie di alta intensità indicate in letteratura.

Il nostro progetto di ricerca quindi si presenta come un lavoro, ci si consenta, pionieristico sulla descrizione dell'attività svolta in particolar modo sopra le soglie di alta intensità di ACC, DEC, VEL e MP (distanza ricoperta con una $V > 16$ Km/h, Distanza ricoperta con una $Acc > 2$ m/s², distanza ricoperta con una $Dec > -2$ m/s², distanza ricoperta con una $MP > 20$ Watt/Kg) nei cinque campionati europei d'élite (campionati francese, inglese, spagnolo, tedesco, italiano) e sulla qualità prestativa espressa dalla MP.

CAPITOLO 3

PRESENTAZIONE DEL PROGETTO DI RICERCA:

“Studio del lavoro erogato sopra soglia in accelerazione, decelerazione, velocità e potenza metabolica, nel calcio d’élite: una panoramica europea”.

3.1 CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE

Durante la stesura del progetto viene ampiamente descritta l’attività svolta dai calciatori durante competizione, evidenziandone le caratteristiche fisiologiche e sottolineando l’importanza dell’alta intensità come qualità determinante per la performance di tale pratica sportiva.

È stato riportato infatti come più autori, con differenti protocolli d’indagine, hanno cercato di quantificare le attività di alta intensità con particolare attenzione alle accelerazioni e decelerazioni che caratterizzano l’attività atletica e tecnica calcistica²⁷. Le motivazioni che hanno portato ad analizzare tali determinanti di competizione (R. Izzo 2011) secondo Di Prampero e collaboratori rientrano nel fatto che a differenza di quanto accade nella corsa a velocità costante, nel calcio d’élite come negli altri sport di squadra, il costo energetico della corsa in accelerazione e decelerazione, seppur molto breve, è maggiore di quello a velocità costante, in quanto il soggetto deve spendere energia anche per aumentare la propria energia cinetica.

Da qui nasce il concetto/parametro di **MP (potenza metabolica) = Costo Energetico* Velocità**, ossia energia spesa per unità di tempo dal giocatore.²⁸

²⁷ Akenhead R., Hayes P., Thompson K.G., French D., “ *Diminutions of acceleration and deceleration output during football match play*”, Journal of Science and Medicine, 2012.

²⁸ Di Prampero P.E., Fusi S., Sepulcri L., Morin J.B., Belli A., Antonutto G., “*Sprint running: a new energetic approach*”. J.Exp.Biol., 208 (Pt 14):2809–16, 2005.

Noti velocità e costo energetico istantanei, risulta semplice calcolare la potenza espressa dal soggetto e di conseguenza una serie di parametri che sintetizzano il reale impegno fisico sostenuto.

Negli ultimi anni, la valutazione della MP derivante dal carico esterno misurabile durante competizione, ha permesso di sviluppare un approccio diverso nella programmazione degli allenamenti; il preparatore atletico attualmente si ritrova impegnato a creare “allenamenti funzionali” al calcio e “allenamenti situazionali”, cioè simili alle reali richieste del gioco durante competizione.

3.2 IPOTESI DI RICERCA

La ricerca scientifica dettagliata effettuata sulle caratteristiche prestative degli sport di squadra come il calcio e non solo, ha fatto sì che si sviluppino differenti teorie sull'importanza o meno, in questo caso, del reale impatto positivo, inteso come caratterizzante l'andamento positivo della competizione, del lavoro svolto in alta intensità.

Nello specifico quindi, lavorare al di sopra delle soglie di alta intensità garantisce la vittoria delle competizioni?

Oppure la MP rappresenta realmente un indice rilevante nella valutazione della performance e nella pianificazione di allenamenti ottimizzati?

È chiaro che un atleta nelle condizioni fisiche ottimali istantanee durante tutto il corso del match (o quasi) sia certamente in grado di effettuare scelte ed esecuzioni tecniche più performanti.

Indubbiamente il calcio oggi si presenta come uno sport situazionale con richieste atletiche principalmente di alta intensità che si esprimono con un numero di variazioni aciclici nelle attività, ognuno dei quali caratterizzati da

accelerazioni e decelerazioni a velocità differenti che esasperano lo sforzo fisico dell'atleta. Risulta chiaro come tali attività caratterizzano la prestazione. Non sono ancora presenti nella letteratura scientifica dedicata, studi che vanno a dimostrare quanto realmente i giocatori esprimono attività di alta intensità e quanto tali capacità siano determinanti nella competizione.

Ugualmente anche se molti autori come Osgnach et al. Guadino E., et al. (2015) hanno affermato che il costo energetico associato all'attività di alta intensità è 2-3 volte maggiore alle stime basate solamente sulla velocità in corsa durante competizione e durante allenamento²⁹, non è chiaro come tale parametro possa essere "discriminante" nella valutazione della performance e nella programmazione di allenamenti specifici, in quanto stimato algebricamente dal carico esterno.

Lo scopo di tale studio consiste da un lato nel confermare o meno se le attività di alta intensità vengono effettuate al di sopra delle soglie prestabilite in letteratura, che vanno a delineare quando un lavoro espresso può essere definito efficace; dall'altro, valutare se obiettivamente tali profili atletici siano determinanti nel raggiungimento degli obiettivi.

Nonostante le stime della produzione di MP forniscono informazioni aggiuntive utili per ciò che concerne la richiesta fisica durante competizione, è oltre sì importante essere consapevoli che il calcolo di tale indice potrebbe essere oggetto di discussione/revisione.

Il progetto di ricerca si presenta come uno studio, a nostro modo di vedere, originale sia per gli obiettivi prefissati, sia per la possibilità di verificare tali prerogative in cinque campionati europei di massima serie della stagione 2014-2015, ancora mai analizzati sotto aspetti performativi o meno di alta intensità, anche per chiarire eventuali elementi chiave utili a stabilire quelle situazioni più performative di altre.

²⁹ Di Prampero P.E., Botter A., Osgnach C., "The energy cost of sprint running and the role of the metabolic power in setting performance", *European Journal of Applied Physiology*, vol. 115, issue 3, pp.451-469, March 2015.

CAPITOLO 4

FASE SPERIMENTALE

Grazie alla collaborazione della Scuola di Scienze motorie di Urbino (Disb) con il gruppo K-Sport Universal, eccellenza italiana ideatrice del primo sistema per l'analisi della prestazione calcistica realmente basato su criteri matematici, certificato e brevettato a livello mondiale (dal 2012 K-Sport diventa partner scientifico e tecnologico del gruppo Amisco&Prozone; dal 2015 partner ufficiale scientifico della STATS, azienda americana di statistica-match analitica leader mondiale nello sport), è stato possibile, come accennato poco prima, ideare ed effettuare il progetto di dottorato, che si presenta come primo studio a livello bibliografico incentrato sulla valutazione delle attività svolte ad alta intensità in atleti facenti parte di 5 campionati europei d'élite (italiano, francese, inglese, tedesco, spagnolo).

Nello specifico le analisi svolte vanno a valutare la presenza o meno di differenze prestantive significative in alta intensità tra i campionati presi in considerazione e l'affidabilità della MP come parametro determinate per la valutazione della performance sportiva.

Sono stati presi in esame 26 giocatori per ogni competizione analizzata (comprese anche le riserve), 260 atleti per ogni campionato per una totalità di 1300 giocatori (di età media 28.4 e altezza media di 1.79 metri) e 9100 parametri analizzati.

I parametri visionati si suddividono in:

- Hi (m): il quale indica la distanza percorsa dai giocatori sopra le soglie di alta intensità in Accelerazioni, Decelerazioni, Velocità e Potenza Metabolica spesa in tale situazione di lavoro;

- Distanza ricoperta con una $V > 16 \text{ Km/h}$

- Distanza ricoperta con una $Acc > 2 \text{ m/s}^2$
- Distanza ricoperta con una $Dec > -2 \text{ m/s}^2$
- Distanza ricoperta con una $MP > 20 \text{ Watt/Kg}$

Inoltre:

- MP media
- D = Distanza Totale
- Drel = Distanza al minuto

4.1 MEZZI E METODI

La raccolta dati è stata eseguita tramite sistema video che prevede l'installazione di 3 telecamere con frequenza di campionamento 25 Hz, accuratamente sistemate negli stadi di disputa delle competizioni. Le informazioni raccolte sono immagazzinate ed analizzate da un programma denominato ***K-Sport-tracking***, il quale compie il tracciamento dei giocatori in modo automatico.

Una volta terminata la registrazione del tracciamento, i dati raccolti vengono scaricati e convertiti in un formato compatibile con il software ***K-Fitness*** che elaborando i dati crea dei report necessari per svolgere le diverse analisi.

Ogni Report creato raffigura la registrazione della partita disputata, il quale contiene dei parametri sia medi sia individuali per ogni singolo giocatore. I report concernono i due tempi del match (che talvolta possono essere molto diversi dal punto di vista atletico) delle squadre in disputa.

Le immagini sottostanti (fig.1,2) rappresentano la schermata iniziale di ogni report.

Data allenamento	Descrizione	Giocatore	Durata (m:ss)	Distanza (m)	MP med	VO2 med	FC	D/min	ED/min	EDI	%ED	AI
07/06/2012 17:52:01	Prova	1	0:39	66,6								
03/09/2011 14:25:07	Amichevole	1	90:05	9.804,2								
03/09/2011 14:23:43	1° tempo	10	47:06	4.823,3	9,4	26,8	0,0	102,4	118,7	1,2	15,8	0,5
03/09/2011 14:23:43		Amantini	47:06	5.090,1	9,8	28,1	0,0	108,1	124,4	1,2	15,1	0,5
03/09/2011 14:23:43		Beggio	47:07	3.851,2	7,1	20,3	0,0	81,7	89,7	1,1	9,8	0,4
03/09/2011 14:23:43		Carcola	47:07	4.459,1	8,5	24,2	0,0	94,6	107,3	1,1	13,3	0,4
03/09/2011 14:23:43		De Angelis	47:07	4.389,1	8,6	24,6	0,0	93,2	108,8	1,2	16,8	0,5
03/09/2011 14:23:43		Dotto	47:06	5.308,5	10,4	29,8	0,0	112,7	132,0	1,2	17,1	0,5
03/09/2011 14:23:43		Manenti	47:06	5.659,9	11,0	31,4	0,0	120,2	138,9	1,2	15,6	0,5
03/09/2011 14:23:43		Nanni	47:07	4.891,6	9,5	27,3	0,0	103,8	120,9	1,2	16,4	0,5
03/09/2011 14:23:43		Politi	47:07	4.679,7	8,9	25,4	0,0	99,3	112,6	1,1	13,4	0,5
03/09/2011 14:23:43		Tecca	47:06	4.590,5	9,1	25,9	0,0	97,5	114,6	1,2	17,6	0,5
03/09/2011 14:23:43		Zauli	47:06	5.313,4	10,9	31,1	0,0	112,8	138,0	1,2	22,3	0,5

Fig.1. (fonte K-sport, software K-Fitness)

The screenshot shows the K-Fitness software interface with a search bar on the left and a main data table. The table has columns for various metrics: Hi (m), V, Acc, Dec, MP, Sprints (#), V, Acc, Dec, MP, Recoveries (#), V, Acc&Dec, and MP. The first row of data is highlighted in yellow.

Hi (m)	V	Acc	Dec	MP	Sprints (#)	V	Acc	Dec	MP	Recoveries (#)	V	Acc&Dec	MP
758,8	211,7	222,6	1.588,2		15,3	16,6	19,3	13,9		55,8	140,6	120,9	
Amantini	1.052,5	197,1	206,5	1.867,9	Amantini	25	20	18	17	Amantini	57	139	117
Beggio	341,6	118,1	106,2	955,0	Beggio	8	7	9	3	Beggio	33	112	107
Carcola	360,0	155,8	155,9	1.063,1	Carcola	4	12	13	5	Carcola	43	141	109
De Angelis	708,1	203,9	216,2	1.420,1	De Angelis	15	21	23	19	De Angelis	49	148	125
Dotto	776,1	251,8	249,9	1.805,9	Dotto	17	16	22	16	Dotto	65	152	136
Manenti	1.168,0	225,3	266,4	2.183,2	Manenti	24	18	21	16	Manenti	79	144	126
Nanni	606,8	217,6	239,1	1.529,8	Nanni	9	16	19	12	Nanni	55	154	127
Politi	663,0	179,8	188,8	1.511,6	Politi	11	11	12	7	Politi	58	145	126
Tecca	855,3	239,2	259,9	1.503,4	Tecca	18	21	19	22	Tecca	46	134	115
Zauli	1.056,5	328,0	337,0	2.042,3	Zauli	22	24	37	22	Zauli	73	137	121

Fig.2. (fonte K-sport, software K-Fitness)

Entrambe le immagini sono suddivise in colonne verticali, ognuna delle quali catalogata dai diversi parametri analizzati e lette da sinistra verso destra. Nella prima immagine si può notare ad esempio, che nella prima colonna è presente la data in cui è disputato il match, la seconda contiene la descrizione dell'attività svolta (partite amichevoli e/o allenamenti con GPS e/o partita disputata), nella terza in fine è riportato il numero dei giocatori.

Le altre colonne contengono rispettivamente: **la durata** espressa in min: sec.; **la distanza** percorsa totale (espressa in metri); **la MP med:** che equivale alla potenza metabolica media (espressa in W/Kg); **VO2 med:** che equivale al consumo di ossigeno (millimetri/kg/minuto); **D/min:** distanza il minuto (m/min), **ED/min:** distanza equivalente al minuto (m/min), ossia la distanza che si sarebbe percorsa se fosse stata usata l'energia totale spesa correndo però a velocità costante; **EDI:** è il rapporto tra **ED/D;** **%ED:** equivale alla

percentuale di ED rispetto a D; $\%D = (ED-D)/D$; **AI**: anaerobic index, il rapporto tra l'energia spesa sopra la soglia ad alta intensità della potenza metabolica e l'energia totale spesa nell'intervallo di tempo considerato.

Nella fig.2. sono presenti altri parametri:

- **Hi (m)**: distanza (espressa in metri) percorsa sopra le soglie di alta intensità. Per agevolare la lettura, nella colonna Hi (m) sono riportati i nomi dei giocatori. **V, Acc, Dec, MP** indicano rispettivamente le soglie di alta intensità di velocità, accelerazione, decelerazione e potenza metabolica.
- **Sprint (#)**: numero di sprint eseguiti.
- **V, Acc, Dec, MP** : inseriti successivamente alla colonna dedicata agli sprint, indicano rispettivamente il numero di sprint in base alle soglie di velocità, accelerazione, decelerazione e potenza metabolica.
- **Recoveries (#)**: numero di recuperi effettuati. **V, Acc.&.Dec, MP** : indicano il numero di recuperi in base alle soglie di velocità, accelerazione e decelerazione e potenza metabolica.

Per aprire l'analisi di ogni singolo giocatore invece, è necessario andare a cliccare sopra il simbolo +, visibile accanto ad ogni data di allenamento (fig.3).

Nelle figure sottostanti (fig.3,4) viene rappresentato il passaggio appena citato.

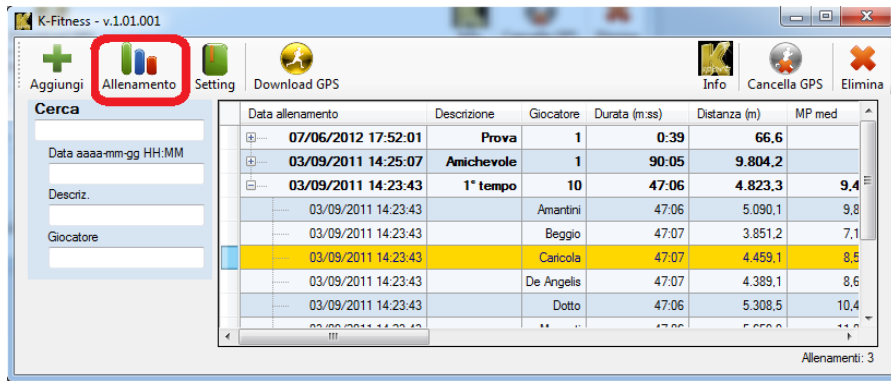


Fig.3. (fonte K-sport, software K-Fitness)

Cliccando per due volte in un singolo giocatore, compare la seguente videata con i grafici dei parametri degli atleti individuali.

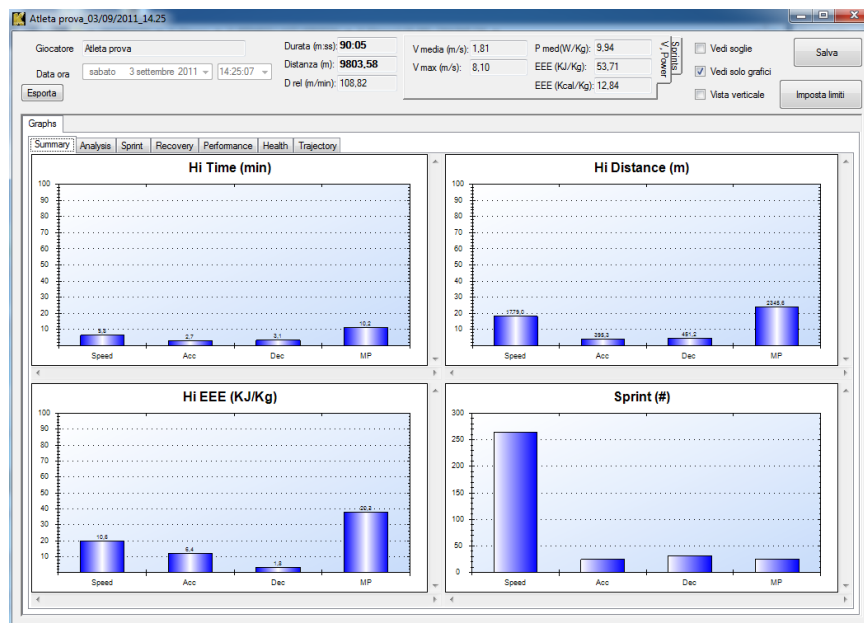


Fig.4. (fonte K-sport, software K-Fitness)

Nella parte alta della videata sono riportati:

- **Nome** del giocatore;
- **Data e orario** della registrazione;
- **Durata**: durata della registrazione (di default espressa in minuti e secondi);

- **Distanza**: distanza totale percorsa (di default espressa in metri);
- **D rel**: distanza relativa, cioè la distanza mediamente percorsa in un minuto (di default espressa in metri il minuto);
- **V media**: velocità media (di default espressa in metri il secondo);
- **V max**: velocità massima (di default espressa in metri il secondo);
- **P med**: potenza metabolica media (di default espressa in W/kg);
- **EEE**: spesa energetica totale o Estimated Energy Expenditure. Rappresenta il carico totale dell'allenamento (espresso sia in Kj/kg sia in Kcal/kg);

Cliccando sulla linguetta “Sprint” per esempio, è possibile visualizzare il numero di sprint effettuati in base alle soglie osservate.

Importante rilevare che in questo grafico sono riportati i principali valori che riassumono il peso della competizione che ha gravato sull'atleta.

HI Time: riporta il tempo trascorso ad alta intensità (fig.5). Nell'asse verticale è presente la percentuale del tempo trascorso in ciascuna soglia, mentre il numero riportato sopra la colonna rappresenta il tempo (di default espresso in minuti) effettivamente trascorso nella soglia corrispondente. Passando con il mouse sopra la colonna compare una casella (vedi grafico seguente: il mouse è sopra la colonna “Speed”) che contiene 2 numeri: il primo (in specifica la soglia (in questo caso 1,0=Speed, 2,0=Acc, 3,0=Dec, 4,0=MP) mentre il secondo riporta il valore dell'asse verticale.

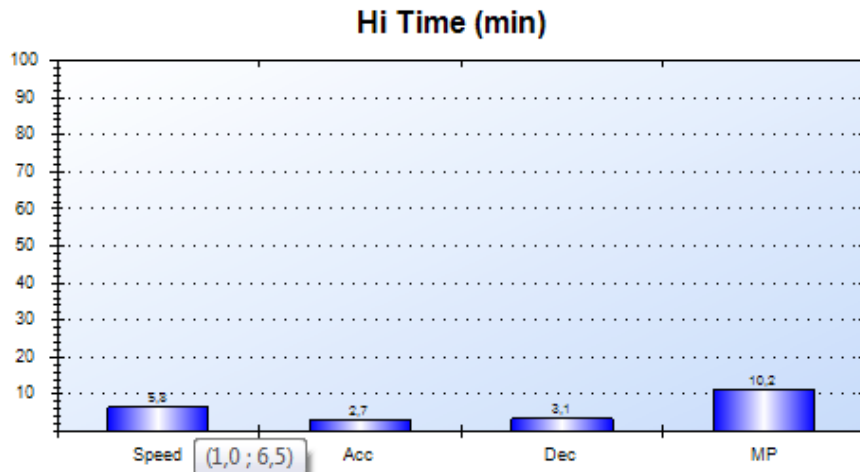


Fig.5. (fonte K-sport, software K-Fitness)

Nel sottomenù (della fig.6) cliccando sulla voce Analysis viene primariamente riportato il **Tempo** trascorso in ciascuna soglia; la **Distance**, ossia la distanza percorsa in ciascuna soglia ed **EEE**, la quale riporta la spesa energetica sviluppata in ciascuna soglia.

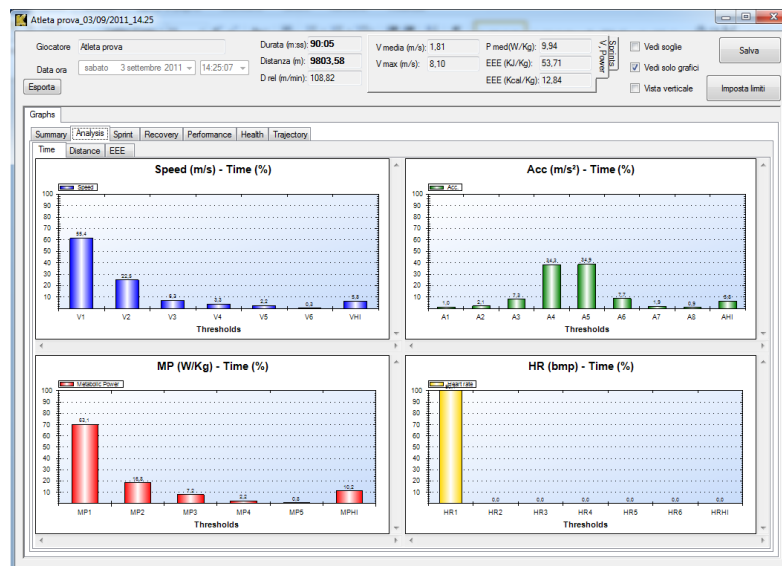


Fig.6. (fonte K-sport, software K-Fitness)

Grazie alle applicazioni del software K-Fitness è stato possibile basare il lavoro sull'analisi di un parametro specifico : **HI (m)** dei singoli soggetti; L'alta intensità può essere definita come l'intensità limite (ossia il livello

massimo di sforzo fisico che l'organismo può sostenere) in un determinato range più o meno definito, oltre la quale avviene un accumulo di lattato ematico, non strettamente a causa di una carenza di ossigeno, segnando il passaggio dal sistema aerobico ad anaerobico³⁰.

Da ciò risulta necessario visionare le diverse soglie di alta intensità dei parametri e analizzati dal Software.

Le due immagini sottostanti (fig.7,8) rappresentano i due passaggi principali da compiere all'interno del K-Fitness per poter poi arrivare alla schermata delle soglie di alta intensità dei parametri precedentemente citati.

Il primo passaggio consiste nel cliccare sopra la voce **Setting** (cerchiata nell'immagine).

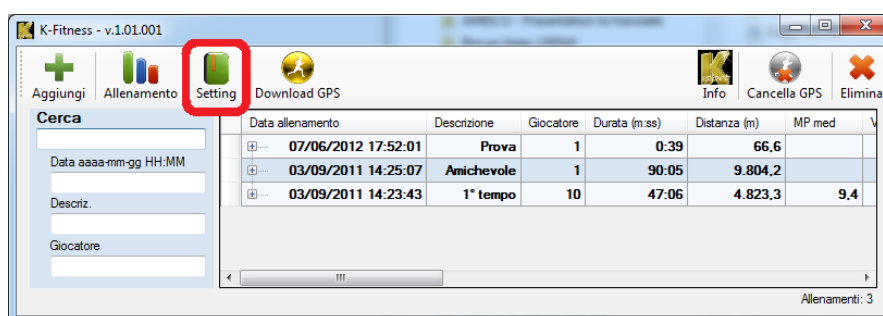


Fig.7. (fonte K-sport, software K-Fitness)

Il secondo passaggio (come rappresentato nella fig.) permette di entrare nella schermata cardinale delle diverse soglie di alta intensità.

³⁰ Andrea Lenzi et al; " Fisiologia e attività Motoria", Elseiver Srl, pag 216; [http : // it. Wikipedia.org/ Wiki/ Soglia-anaerobica/](http://it.wikipedia.org/wiki/Soglia-anaerobica/),2008.

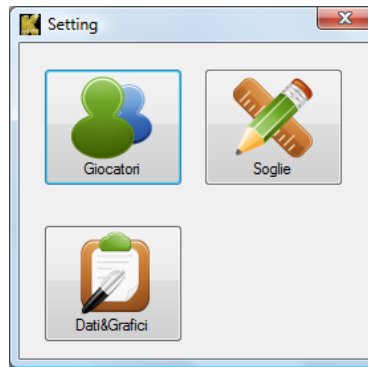


Fig.8. (fonte K-sport, software K-Fitness)

La videata sotto riportata (fig.9) quindi consente di visionare le soglie di default che si riferiscono alla Velocità; Accelerazione, Decelerazione, Frequenza Cardiaca e Potenza Metabolica.

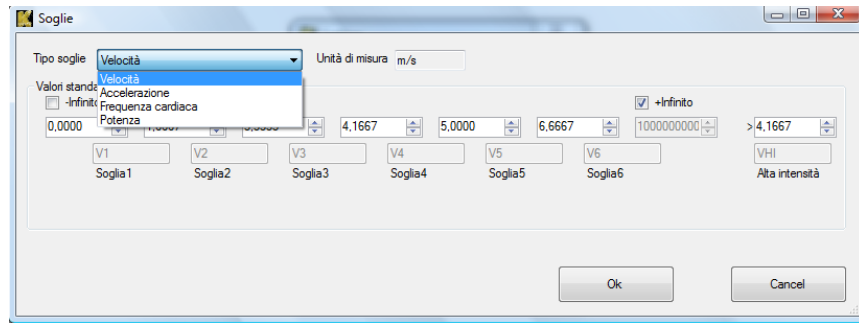


Fig.9. (fonte K-sport, software K-Fitness)

Vengono prese in attenzione 6 soglie di velocità (da V1 a V6), più la Soglia che indica l'alta intensità HI diversa per ogni parametro:

- *VHI > 4,4 m/s, soglia di alta intensità per la Velocità (Fig.10);*

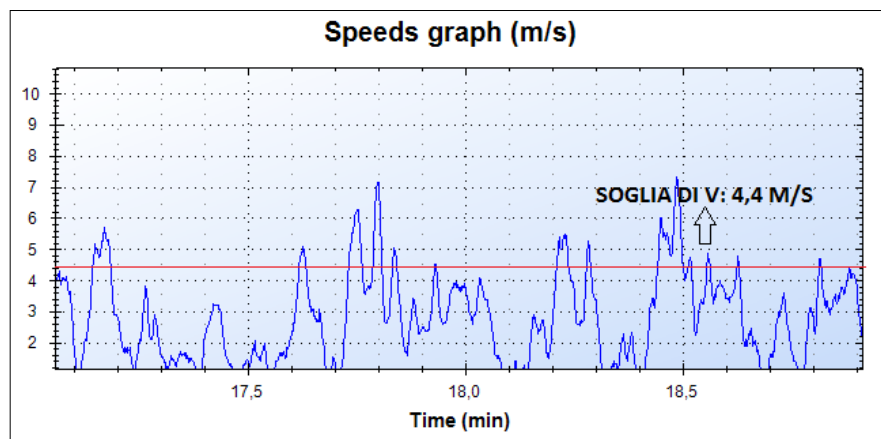


Fig.10. (fonte K-sport, software K-Fitness)

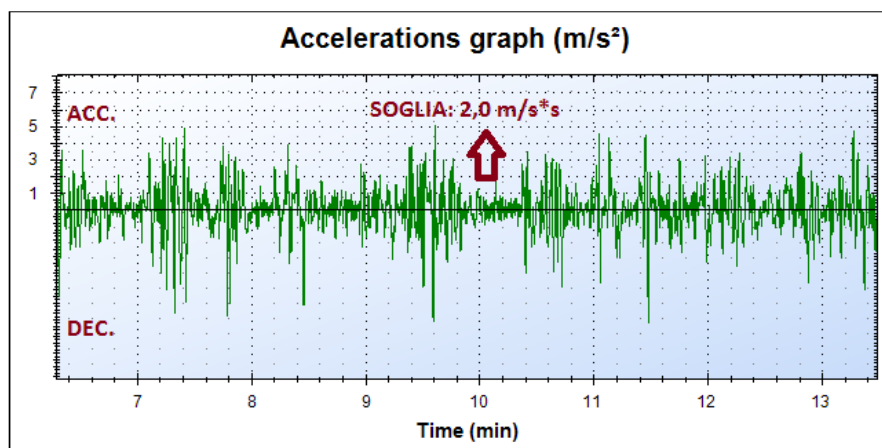


Fig.11. (fonte K-sport, software K-Fitness)

- **MPHI > 20,000 Watt/Kg, soglia di alta intensità della Potenza Metabolica (fig.12)**

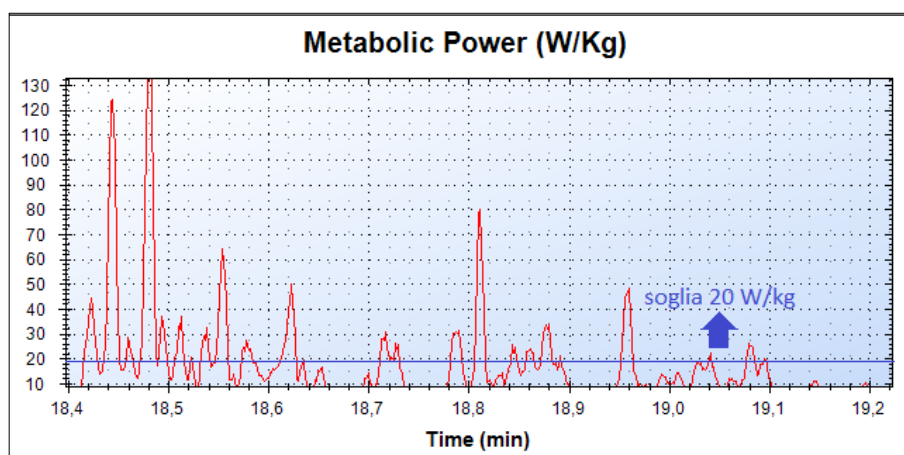


Fig.12. (fonte K-sport, software K-Fitness)

Inoltre può essere calcolata in caso di allenamenti tramite utilizzo di GPS anche le soglie di alta intensità della frequenza cardiaca:

- ***HRHI > 180,0 Batt/min (soglia di alta intensità della Frequenza Cardiaca).***

I parametri (HI m in accelerazione, decelerazione, velocità e potenza metabolica) dei report atletici dei giocatori suddivisi in base al ruolo ricoperto in campo quindi: **attaccanti, difensori, centrocampisti centrali, esterni e**

registri, sono analizzati tramite il programma Excel con il quale è possibile svolgere il lavoro di analisi statistica.

Per stabilire la validità della MP calcolata da Di Prampero e collaboratori (2005) è stato proposto di effettuare un test atletico massimale monitorato tramite il K4 b2 cosmed (COSMED azienda italiana fondata nel 1980 produttrice di sistemi per la diagnostica cardiopolmonare e metabolica).

L'importanza dell'azienda è accertata dai test effettuati seguendo le linee guida dei più autorevoli comitati scientifici, tra i quali ATS (American Thoracic Society), ERS (European Respiratory Society), ACSM (American College of Sport Science), ECSS (European College of Sport Science), AHA (American Heart Association), che la rendono la più validata nel settore sportivo.

Nello specifico il K4 b2, sistema fornito per le analisi da svolgere in questo progetto, dalla Scuola di Scienze Motorie di Urbino (Disb), è da anni lo strumento più utilizzato nello sport e nella ricerca applicata, in particolar modo per i test sul campo. Il K4 b2 si identifica come un sistema ergospirometrico portatile (sistema di valutazione di test da sforzo nel quale vengono rilevati e monitorati in maniera continuativa gas inspirati ed espirati, ossigeno ed anidride carbonica, durante l'esecuzione dello stesso) della funzionalità cardiorespiratoria durante sforzo. Può essere dotato di tecnologia GPS per la rilevazione di parametri atletici come velocità, altitudine, distanza percorsa, che vengono sincronizzati con i relativi dati dell'analisi dei gas.



Immagine 1: metabolimetro K4 b2.

In sostanza permette la valutazione di:

- Scambi gassosi polmonari (VO_2 , VCO_2): metodo respiro per respiro
- Calorimetria indiretta a riposo
- Prova da sforzo (con Integrazione con ECG, in laboratorio)
- Ossimetria (SpO_2)
- Trasmissione telemetrica dei dati ad un software di rielaborazione dati.

4.2 ANALISI STATISTICHE

Il lavoro statistico ha avuto inizio riportando i dati dei 5 campionati in fogli di lavoro Excel.

Nelle tabelle sottostanti (1,2,3,4,5) riguardanti i 5 campionati esaminati, sono stati evidenziati sia le colonne con i parametri da prendere in considerazione, sia le competizioni analizzate: in verde le squadre vincenti ed in rosso le squadre perdenti.

CAMPIONATO FRANCESE

Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
1	Team Average	11059,08	117,46	62,64	1923,04	726,11	701	2863,36	17,32	6,52	6,3	25,77	11,09
1	Opp. Team Average	11296,65	120,01	63,62	2066,95	713,08	691,69	3069,67	18,05	6,31	6,12	26,98	11,26
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
2	Team Average	11016,99	117,98	61,86	1897,5	653,59	638,64	2980,14	17	5,88	5,75	26,77	11,04
2	Opp. Team Average	10567,7	113,14	59,64	1690,53	649,51	630,07	2703,57	15,79	6,15	5,96	25,35	10,64
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
3	Team Average	10864,61	116,43	60,33	1633,02	617,63	593,39	2712,03	14,87	5,65	5,44	24,79	10,78
3	Opp. Team Average	10393,69	111,39	57,86	1573,47	595,78	568,83	2498,22	15,02	5,7	5,44	23,86	10,33
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
4	Team Average	10760,33	112,49	59,79	1809,72	611,79	586,81	2738,46	16,79	5,69	5,45	25,38	10,42
4	Opp. Team Average	10583,25	110,69	59,1	1820,63	620,2	601,33	2763,05	16,82	5,84	5,67	25,74	10,3
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
5	Team Average	11150,1	119,18	62,35	1948,05	662,93	633,04	2951,41	17,35	5,97	5,7	26,32	11,11
5	Opp. Team Average	10833,71	115,82	60,68	1905,93	648,58	629,68	2877,35	17,43	6,01	5,83	26,43	10,81
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
6	Team Average	11256,04	116,16	63,27	1896,75	688,57	677,47	2943,39	16,71	6,09	5,98	25,97	10,88
6	Opp. Team Average	11174,01	115,34	63,48	1985,41	721,04	716,48	2980,23	17,54	6,44	6,4	26,47	10,92
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
7	Team Average	11285,69	121,1	67,5	2335,13	964,05	943,4	3551,35	20,46	8,51	8,33	31,26	12,07
7	Opp. Team Average	10957,12	117,53	65,44	2167,71	935,72	906,12	3272,42	19,53	8,5	8,24	29,6	11,71
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
8	Team Average	10653,75	114,61	58,08	1940,46	505,43	508,01	2721,1	18,08	4,72	4,75	25,39	10,42
8	Opp. Team Average	10938,43	117,59	60,3	1773,17	572,55	559,79	2768,07	15,94	5,22	5,1	25,06	10,8
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
9	Team Average	10441,83	112,13	58,83	1620,78	636,56	640,18	2673,92	15,22	6,07	6,08	25,28	10,53
9	Opp. Team Average	10600,18	113,84	60,55	1754,73	704,66	701,71	2844,4	16,27	6,61	6,57	26,55	10,84
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
10	Team Average	10732,17	111,29	61,8	2030,32	750,37	748,02	3020,44	18,73	6,96	6,93	27,95	10,68
10	Opp. Team Average	10915,08	113,19	63,44	2254,22	805,54	794,31	3196,07	20,39	7,34	7,23	29,06	10,96

Tabella 1: valori dei parametri analizzati del campionato francese

CAMPIONATO TEDESCO

Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
1	Team Average	11080,03	121,44	60,13	1930,34	478,98	506,56	2929,72	17,31	4,33	4,57	26,3	10,98
1	Opp. Team Average	11031,61	120,96	60,7	1852,04	548,9	558,22	2871,11	16,68	4,97	5,05	25,84	11,09
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
2	Team Average	10804,59	119,34	60,81	1862,72	667,26	655,79	2862	17,2	6,17	6,06	26,41	11,19
2	Opp. Team Average	11242,86	124,18	60,62	2022,07	446,94	507,6	2976,44	17,67	3,94	4,48	26,07	11,16
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
3	Team Average	10453,74	115,7	58,66	1665,06	654,69	618,62	2622,63	15,8	6,21	5,85	24,84	10,82
3	Opp. Team Average	10534,24	116,59	56,74	1469,68	450,12	463,9	2461,08	13,7	4,24	4,37	23,08	10,47
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
4	Team Average	10671,44	116,53	58,95	1826,07	602,1	561,55	2714,06	16,98	5,63	5,24	25,24	10,73
4	Opp. Team Average	10781,83	117,72	59,79	2013,7	609,59	591,8	2881,87	18,5	5,62	5,47	26,56	10,88
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
5	Team Average	10645,77	113,37	60,11	2007,06	687,23	653,7	2954,42	18,66	6,44	6,13	27,53	10,67
5	Opp. Team Average	11076,84	118,02	61,7	2227,41	618,93	630,03	3215,52	19,86	5,6	5,68	28,72	10,96
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
6	Team Average	9959,9	110,43	56,43	1490,14	658,89	633,52	2453,29	14,91	6,57	6,32	24,49	10,43
6	Opp. Team Average	9912,28	109,9	53,52	1328,82	408,62	454,29	2245,95	13,27	4,13	4,59	22,42	9,89
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
7	Team Average	10216,47	113,3	56,88	1557,09	594,56	567,68	2501,15	15,2	5,82	5,55	24,4	10,51
7	Opp. Team Average	10624,26	117,82	58	1604,24	493,71	527,96	2645,55	14,83	4,63	4,94	24,59	10,72
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
8	Team Average	10704,46	118,62	60,25	1855,13	665,81	659,65	2789,39	17,26	6,2	6,14	25,95	11,13
8	Opp. Team Average	10540,45	116,81	57,39	1589,85	482,42	517,23	2532,93	14,73	4,51	4,83	23,64	10,6
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
9	Team Average	11513,05	123,6	66,6	2100,52	801,89	802,28	3323,85	18,1	6,95	6,95	28,71	11,92
9	Opp. Team Average	11248,88	120,75	65,05	1949,72	797,16	786,49	3192,14	17,25	7,08	6,99	28,28	11,64
Number	Player	D	Drel	EEE	D SHI	D AccHI	D DecHI	D MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
10	Team Average	11043,98	122,64	61,45	2073,4	610,77	615,8	3102,17	18,48	5,5	5,55	27,81	11,37
10	Opp. Team Average	10871,09	120,72	58,77	1997,66	478,93	470,87	2897,16	18,28	4,39	4,31	26,54	10,88

Tabella 2: valori dei parametri analizzati del campionato tedesco.

CAMPIONATO INGLESE

Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
1	Team Average	10989,18	115,10	61,92	1940,69	730,55	647,87	2899,86	17,47	6,61	5,87	26,19	10,81
1	Opp. Team Average	10537,34	110,44	58,64	1765,08	636,32	577,90	2641,58	16,52	6,00	5,45	24,83	10,25
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
2	Team Average	10059,57	106,00	57,99	1727,93	772,18	688,46	2627,79	16,96	7,65	6,81	25,93	10,18
2	Opp. Team Average	10325,80	108,79	58,24	1644,86	687,59	621,33	2594,46	15,73	6,63	5,98	24,92	10,23
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
3	Team Average	10529,92	110,96	59,71	1962,24	707,94	656,32	2833,73	18,33	6,68	6,19	26,61	10,49
3	Opp. Team Average	10657,59	112,32	60,41	1849,31	730,61	671,58	2788,72	16,92	6,78	6,24	25,75	10,62
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
4	Team Average	10842,08	114,85	62,27	2114,24	815,77	726,67	3065,15	19,23	7,49	6,65	28,02	10,99
4	Opp. Team Average	10421,86	110,36	59,09	1707,55	716,88	651,11	2719,52	16,13	6,83	6,19	25,87	10,43
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
5	Team Average	11267,81	119,37	62,66	2072,62	666,32	605,94	3049,34	18,15	5,86	5,33	26,86	11,06
5	Opp. Team Average	10956,55	116,06	62,55	1786,52	783,19	711,17	2879,90	15,96	7,09	6,43	26,00	11,04
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
6	Team Average	11006,56	113,36	62,33	2114,89	767,18	675,64	3059,08	18,91	6,95	6,11	27,54	10,70
6	Opp. Team Average	10498,60	108,13	57,46	1764,86	562,49	491,35	2620,52	16,67	5,35	4,67	24,82	9,86
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
7	Team Average	10577,81	111,70	59,01	1896,99	652,88	577,43	2737,86	17,84	6,17	5,46	25,74	10,39
7	Opp. Team Average	10664,98	112,62	59,97	1864,30	698,30	617,88	2753,19	17,35	6,53	5,79	25,66	10,55
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
8	Team Average	10311,95	108,52	58,77	1624,92	722,80	669,72	2597,07	15,64	6,98	6,46	25,03	10,31
8	Opp. Team Average	10445,52	109,98	59,21	1598,36	745,59	633,91	2628,10	15,10	7,13	6,06	25,00	10,39
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
9	Team Average	10432,00	110,62	58,29	1902,23	656,87	575,33	2767,63	18,12	6,28	5,50	26,36	10,30
9	Opp. Team Average	10262,10	108,80	57,79	1880,48	690,11	599,52	2728,76	18,07	6,69	5,79	26,32	10,21
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
10	Team Average	10578,78	109,47	60,06	2037,56	726,51	660,23	2917,05	19,04	6,84	6,22	27,39	10,36
10	Opp. Team Average	10323,36	106,80	58,14	1920,37	683,35	601,22	2740,81	18,49	6,61	5,82	26,45	10,03

Tabella 3: valori dei parametri analizzati del campionato inglese.

CAMPIONATO ITALIANO

Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
1	Team Average	10833,9	111,34	61,39	1820,98	676,09	689,86	2870,24	16,59	6,2	6,32	26,26	10,52
1	Opp. Team Average	11506,12	118,26	64,6	2120,51	690,93	673,85	3251,15	18,19	5,99	5,85	28,04	11,06
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
2	Team Average	10070,71	108,33	56,62	1692,32	613,5	612,19	2595,64	16,53	6,02	6	25,41	10,15
2	Opp. Team Average	10550,05	113,54	59,14	1872,23	615	616,97	2849,52	17,53	5,82	5,83	26,78	10,6
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
3	Team Average	10216,07	107,25	57,98	1682,74	663,85	651,94	2600,27	16,33	6,46	6,34	25,27	10,14
3	Opp. Team Average	10930,84	114,85	61,91	1917,28	687,98	681,51	2951,9	17,23	6,23	6,17	26,69	10,84
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
4	Team Average	9969,19	104,71	56,02	1507,94	620,53	608,04	2362,31	15,03	6,2	6,08	23,55	9,81
4	Opp. Team Average	10770,27	113,05	60,25	1686,92	619,17	617,48	2691,85	15,24	5,68	5,66	24,56	10,54
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
5	Team Average	10587,62	112,74	60,3	1724,15	686,57	691,64	2737,02	16,11	6,47	6,53	25,62	10,7
5	Opp. Team Average	10858,53	115,62	61,44	1852,96	684,36	669,64	2884,56	16,96	6,26	6,13	26,38	10,91
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
6	Team Average	10337,47	110,43	58,2	1537,95	653,62	624,39	2482,76	14,68	6,29	6,01	23,79	10,37
6	Opp. Team Average	11109,16	118,73	63,25	1587,81	729,43	723,54	2866,58	13,99	6,52	6,47	25,47	11,27
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
7	Team Average	10671,83	111,71	60,69	1799,81	703,9	690,14	2797,85	16,55	6,51	6,39	25,81	10,59
7	Opp. Team Average	10941,26	114,73	62,5	1912,1	744,81	725,56	2927,59	17,2	6,75	6,58	26,43	10,93
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
8	Team Average	10694,33	116,22	61,63	1680,86	766,45	750,7	2773,13	15,32	7,04	6,89	25,42	11,17
8	Opp. Team Average	10819,14	117,45	61,49	1586,76	729,18	703,33	2662,04	14,49	6,7	6,45	24,41	11,13
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
9	Team Average	10997,43	117,1	60,12	1598,5	519,58	533,38	2641,66	14,4	4,73	4,85	23,87	10,67
9	Opp. Team Average	11222,07	119,47	61,33	1835,16	507,16	544,34	2862,86	16,12	4,49	4,82	25,3	10,88
Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
10	Team Average	11510,04	123,76	63,98	2037,57	628,49	630,8	3100,59	17,52	5,46	5,47	26,72	11,47
10	Opp. Team Average	10756,77	115,65	57,91	1691,86	439,34	458,99	2587,74	15,5	4,08	4,26	23,74	10,38

Tabella 4: valori dei parametri analizzati del campionato italiano.

CAMPIONATO SPAGNOLO

Number	Player	D	Drel	EEE	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	%D_SHI	%D_AccHI	%D_DecHI	%D_MPHI	AMP
1	Team Average	10611,48	114,15	58,98	1588,9	598,16	598,31	2613,64	14,83	5,63	5,63	24,41	10,58
1	Opp. Team Average	10375,8	111,64	57,55	1450,9	575,66	560,63	2451,38	13,77	5,51	5,36	23,36	10,32
2	Team Average	10548,96	113,22	59,15	1552,05	634,57	619,41	2608,63	14,49	5,96	5,82	24,41	10,58
2	Opp. Team Average	10584,31	113,64	58,9	1612,91	587,24	586,16	2582,2	14,95	5,5	5,48	23,98	10,54
3	Team Average	10517,21	111,81	58,83	1780,67	610,89	621,6	2750,69	16,71	5,76	5,86	25,88	10,42
3	Opp. Team Average	10123,7	107,6	56,11	1620,49	545,37	570,22	2478,64	15,84	5,37	5,6	24,25	9,94
4	Team Average	10576,32	111,93	58,83	1619,16	590,17	581,94	2628,06	15,16	5,55	5,48	24,65	10,38
4	Opp. Team Average	10466,2	110,78	57,92	1406,3	562,96	558,38	2461,7	13,3	5,36	5,32	23,34	10,22
5	Team Average	10196	108,29	56,24	1442,12	533,54	534,62	2413,27	13,91	5,2	5,21	23,45	9,96
5	Opp. Team Average	9417,76	99,98	51,63	1156,22	476,94	468,88	2028,14	12,26	5,06	4,98	21,5	9,14
6	Team Average	10673,4	114,72	58,49	1729,57	522,91	541,76	2689,25	16,1	4,86	5,03	25,01	10,48
6	Opp. Team Average	10255,14	110,24	56,27	1500,1	514,95	513,08	2458,37	14,37	4,99	4,97	23,71	10,08
7	Team Average	10660,07	114,24	59,94	1684,87	631,52	650,93	2719,45	15,59	5,88	6,06	25,23	10,71
7	Opp. Team Average	10958,52	117,43	61,65	1721,21	668,33	660,78	2810,38	15,52	6,06	5,99	25,46	11,01
8	Team Average	10677,92	114,42	59,54	1801,6	606,31	601,96	2775,35	16,7	5,64	5,6	25,75	10,63
8	Opp. Team Average	10531,96	112,84	58,64	1724,05	591,67	590,09	2683,38	16,28	5,59	5,58	25,34	10,47
9	Team Average	10702,37	114,85	59,69	1669,76	600,25	598,72	2717,18	15,5	5,6	5,58	25,27	10,67
9	Opp. Team Average	10826,68	116,24	60,13	1689,56	586,85	586,64	2778,26	15,48	5,37	5,36	25,47	10,76
10	Team Average	10423,52	110,85	57,42	1696,58	543,15	549,56	2588,7	16,12	5,2	5,27	24,66	10,18
10	Opp. Team Average	10406,65	110,68	57,49	1717,11	564,8	560,63	2553,51	16,35	5,39	5,35	24,36	10,19

Tabella 5: valori dei parametri analizzati del campionato spagnolo.

Una volta eseguita la raccolta dati sono state compiute le prime considerazioni ricavando per ogni campionato la media e la deviazione standard.

In sostanza in primo luogo si è voluto valutare quanto mediamente ogni campionato lavora effettivamente sopra le soglie di alta intensità e quanto ogni parametro si distacca dalla media risultante.

Dopo aver effettuato una valutazione generale e preliminare, sono state eseguite delle analisi più specifiche riguardanti correlazioni fra i campionati per parametri analizzati e correlazioni delle medie risultanti tra campionati, in modo da poter affermare o meno se realmente i parametri, considerati in letteratura determinanti della competizione (R. Izzo 2011) sono realmente e maggiormente sollecitati e in quale campionato l'attività di alta intensità viene espressa con migliore valenza performativa.

Per rendere chiaro il concetto di "efficienza performativa", si è ritenuto necessario attuare una caratterizzazione dei campionati, calcolando la media delle medie europee. In tal senso è possibile stimare quanto i campionati obiettivamente sviluppino un'attività superiore, inferiore o paritetica alla media europea.

Il secondo step è consistito nell'effettuare un confronto tra le squadre vincenti e perdenti in ogni campionato, in modo da stabilire se sussiste una differenza significativa tra i parametri considerati. Successivamente è stato utile oltremodo, valutare anche l'andamento delle squadre vincenti e di quelle perdenti (tenendo in considerazione anche i pareggi in ogni campionato) per avere un'ulteriore conferma o disconferma dell'affidabilità del lavoro svolto ad alta intensità sopra soglia come indice performante, ovviamente con particolare attenzione ai parametri di accelerazione, decelerazione e potenza metabolica determinanti della competizione.

La rilevazione e la quantificazione della MP, parametro essenziale per quantificare il consumo energetico erogato in attività di alta intensità, si basa sul calcolo teorico effettuato da Di Prampero e collaboratori (2005)³¹.

Il modello sviluppato tiene conto della corsa in accelerazione su un terreno piatto la quale si suppone sia metabolicamente equivalente alla corsa in salita a velocità costante, dove l'angolo d'inclinazione è pari all'estensione dell'accelerazione in avanti (Img.2).

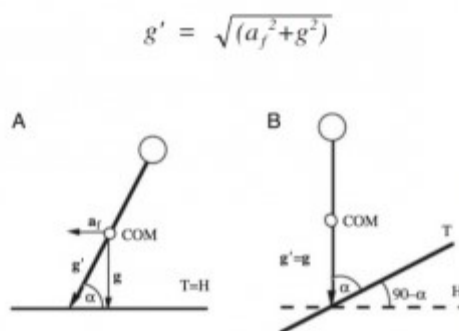


Immagine 2: spiegazione modello teorico Di Prampero.

Tale valutazione fornisce la misura istantanea del costo energetico, quindi della MP. Siccome nel calcio, come in altri sport di situazione, il consumo energetico della corsa ad alta velocità, quindi in accelerazione è maggiore rispetto a quello a velocità costante, in quanto il soggetto deve spendere

³¹ Di Prampero P.E., Fusi S., Sepulcri L., Morin J.B., Belli A., Antonutto G., " Sprint running: a new energetic approach", J.Exp.Biol., 208 (Pt 14):2809-16, 2005.

energia anche per aumentare la propria energia cinetica, Di Prampero ha ritenuto rilevante calcolare il reale quantitativo di E (energia) consumata o spesa dall'atleta durante l'attività di alta intensità.

Nonostante la stima della MP fornisca informazioni aggiuntive utili sulla richiesta fisica necessaria a sostenere tali attività, come correttamente evidenziato dallo stesso Di Prampero questo approccio ha delle limitazioni che, ad esempio, derivano da aspetti non trascurabili dovuti:

- Al centro di massa;
- All'influenza del movimento della gamba sull'energia della corsa;
- Alla non completa specificità dei dispositivi GPS 10 Hz utilizzati, i quali possono non rilevare efficacemente le attività di accelerazione e decelerazione durante competizione;
- Al piccolo gruppo di atleti esaminato (39 giocatori).

Ciò che vogliamo sottolineare come gruppo di ricerca è che se la MP esprime la capacità del soggetto di produrre E nell'unità di T (tempo), allora un jogger qualunque e un campione olimpico, con lo stesso peso, che percorrono ad esempio 10 km impiegando lo stesso tempo, dovrebbero produrre la stessa MP, ma in realtà a parità di sforzo esterno siamo indotti a pensare che il consumo del campione olimpico è minore.

La validazione della MP come indice efficace nel quantificare l'energia spesa durante competizione/esercitazione, come accennato precedentemente, è stata effettuata tramite test atletico massimale monitorato tramite il K4 b2 cosmed.

Per la rilevazione dell'energia erogata gli atleti hanno indossato la mascherina del K4 durante il test, in modo tale che ogni atto respiratorio venisse registrato nel software.

Il test eseguito da 50 giocatori (età media 22 anni) di Serie A e di prima categoria direttamente in campi da calcio adeguati per una corretta ricezione del segnale GPS (cielo aperto, condizioni meteo ottimali, pre-verifica di

corretta ricezione del segnale satellitare mediante rilevazioni standard effettuate prima dell'arrivo dei giocatori), autorizzati mediante accordi tra i giocatori e le società aderenti, ha consistito nel compiere dei giri di campo a velocità crescente fino ad esaurimento. Nello specifico il test inizia con l'atleta che parte ad una velocità di 9 Km/h ed incrementa di 0.5 Km/h ogni mezzo giro di campo. L'avviso di cambio velocità viene dato da un input sonoro emesso da un apposito strumento indossato da un atleta di supporto (2 supporti per ogni atleta, che effettuano un giro a testa per ottimizzare la prestazione) che funge da lepre.

Il test si conclude quando il giocatore non è più in grado di sostenere l'aumento di velocità richiesta dal sistema.

Sono stati eseguiti totalmente 150 test in tre sedute di analisi:

- 50 test ad Agosto 2015 (inizio preparazione)
- 50 test ad Ottobre 2015;
- 50 test Gennaio 2016.

4.3 RISULTATI

Dalle prime considerazione effettuate (riportate nella tab.6 sottostante) delle medie e deviazioni standard è possibile affermare:

MEDIE PER CAMPIONATO

	C.FRA.	C.TED.	C.ING.	C.ITA	C.SPA	SOMMA/TOT
D	10874	10748	10584	10768	10477	53451
D%	20%	20%	20%	20%	20%	
Drel	115	118	111	114	112	571
Drel%	20%	21%	19%	20%	20%	
D-SHI	1901	1821	1859	1757	1608	8947
D-SHI%	21%	20%	21%	20%	18%	
D-ACC HI	689	588	708	649	577	3211
D-ACC%	21%	18%	22%	20%	18%	
D-DEC HI	673	589	633	645	578	3118
D-DEC HI%	22%	19%	20%	21%	19%	
D-MP HI	2906	2809	2783	2775	2590	13862
D-MP HI%	21%	20%	20%	20%	19%	
AMP	11	11	10	11	10	53
AMP%	20%	20%	20%	20%	19%	

Tab.6: medie risultanti per ogni campionato preso in considerazione.

DEVIAZIONE STANDARD

	D	Drel	D-SHI	D-ACC HI	D-DEC HI	D-MP HI	AMP
C.FRA.	279	3	204	112	110	240	0,5
C.TED.	417	4	246	112	96	286	0,5
C.ING.		3	156	58	55	153	0,3
C.ITA	414	5	164	84	72	208	0,4
C.SPA	321	4	155	46	45	179	0,4

Tab.7:deviazione standard risultante dei parametri di ogni campionato analizzato.

- il campionato francese ricopre una D sopra la soglia di alta intensità 10874m, Drel 115m, D-SHI 1901m, D-ACC HI 689m, D-DEC HI 673m, D MP HI 2906m, AMP 11 W/Kg;
- il campionato tedesco ricopre una D sopra la soglia di alta intensità di 10748m, Drel 111m, D-SHI 1881m, D ACC HI 588m, D DEC HI 589m, D MP HI 2809m, AMP 11 W/Kg;
- il campionato inglese ricopre una D sopra soglia di alta intensità di 10584m, Drel 114m, D SHI 1859m, D ACC HI 708m, D DEC HI 633m, D MP HI 2783m, AMP 10W/Kg;
- il campionato italiano ricopre una D sopra soglia di alta intensità di 10768m, Drel 114m, D SHI 1757m, D ACC HI 649, D DEC HI 645, D MP HI 2775, AMP 11 W/Kg;
- il campionato spagnolo ricopre una distanza sopra soglia di alta intensità di 10477m, Drel 112m, D SHI 1608m, D ACC HI 577m, D DEC HI 508m, D MP HI 2590m, AMP 10 W/Kg.

le relative deviazioni standard sono state:

- Campionato francese: D ± 279 m, Drel ± 3 m, D SHI ± 204 m, D ACC HI ± 112 m, D DEC HI ± 110 m, D AMP HI ± 240 , AMP ± 0.5 ;
- Campionato tedesco: D ± 417 m, Drel ± 4 m, D SHI ± 246 m, D ACC HI ± 112 m, D DEC HI ± 96 m, D MP HI ± 286 m, AMP ± 0.5 ;
- Campionato inglese: D \pm , Drel ± 3 m, D SHI ± 156 m, D ACC HI ± 58 m, D DEC HI ± 56 m, D MP HI ± 153 m, AMP ± 0.3 ;

- Campionato italiano: D ± 414 m, Drel ± 5 m, D SHI ± 154 m, D ACC HI ± 84 m, D DEC HI ± 72 m, D MP HI ± 208 m, AMP ± 0.4 ;
- Campionato spagnolo: D ± 321 m, Drel ± 3 m, D SHI ± 164 m, D ACC HI ± 46 m, D DEC HI ± 45 m, D MP HI ± 179 m, AMP ± 0.4 .

Successivamente ad un'analisi generale è stato possibile catalogare i campionati per parametri analizzati. Nei grafici di seguito (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) è rappresentato l'andamento dell'attività ad alta intensità sopra soglia di ogni parametro atletico preso in esame.

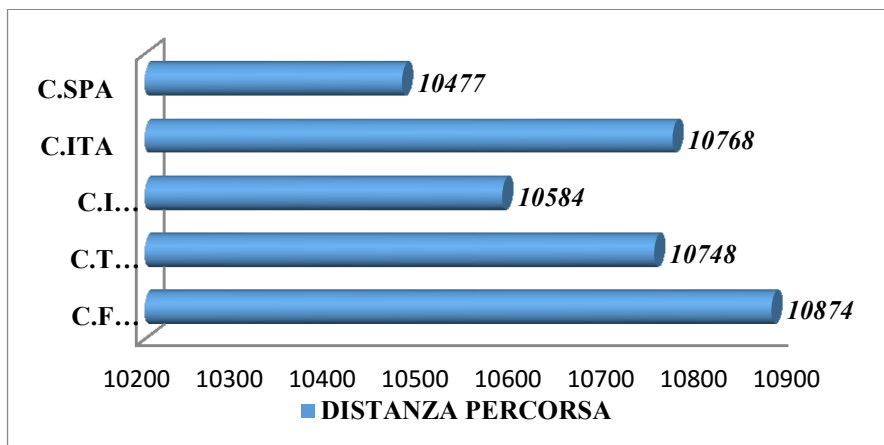


Grafico1: andamento distanza percorsa nei 5 campionati europei.

Dal grafico risulta evidente come il campionato francese abbia ricoperto una distanza sopra soglia di alta intensità di 10874m, il campionato italiano 10768m, il campionato tedesco 10748m, il campionato inglese 10584, ed il campionato spagnolo 10477m.

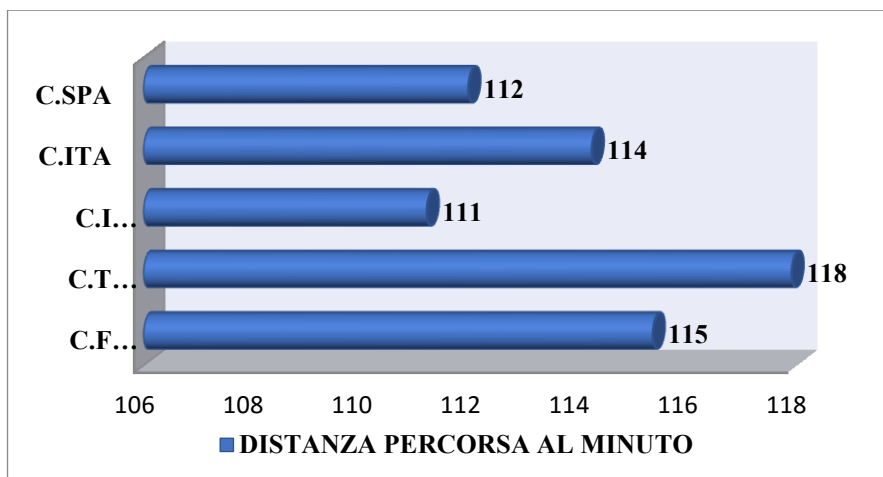


Grafico 2: andamento distanza al minuto percorsa sopra sogli di alta intensità nei 5 campionati europei.

Il campionato tedesco percorre una distanza al minuto sopra soglia di alta intensità 118m, il campionato francese 115m, il campionato italiano 114m, il campionato spagnolo 112m, il campionato inglese 111m.

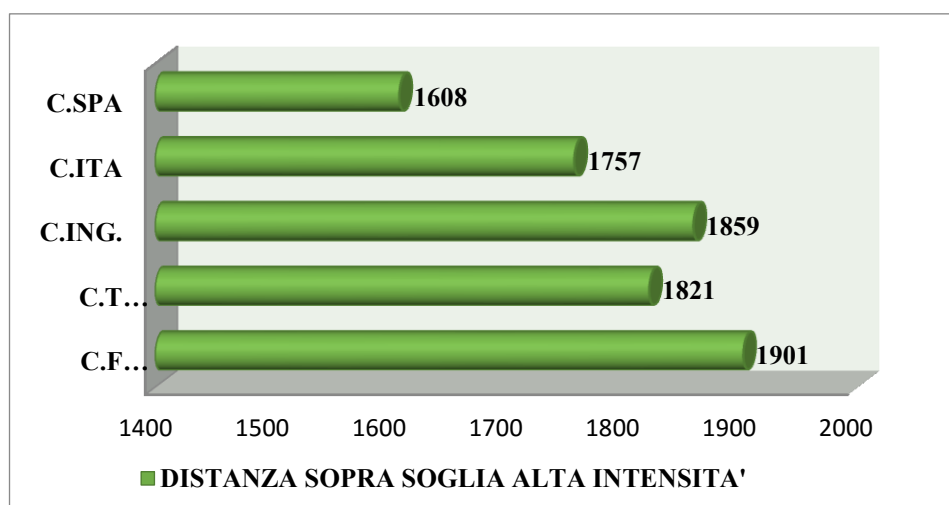


Grafico3: andamento della distanza percorsa sopra soglia di alta intensità nei 5 campionati europei.

Il grafico sovrastante dichiara che il campionato francese ha percorso una distanza ad alta intensità sopra soglia di 1901m, il campionato inglese 1859m, il campionato tedesco 1821m, il campionati italiano 1757m, il campionato spagnolo 1608m.

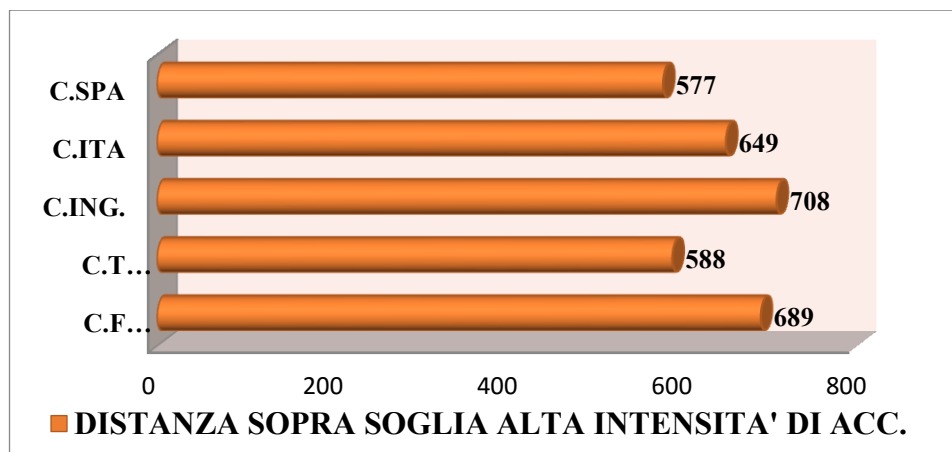


Grafico 4: andamento della distanza percorsa sopra soglia di alta intensità in accelerazione nei 5 campionati europei.

Il grafico evidenzia la distanza percorsa sopra soglia di alta intensità dell'accelerazione; il campionato inglese ricopre una distanza di 708m, il campionato francese 689m, il campionato italiano 649m, il campionato spagnolo 577m, il campionato tedesco 588m.

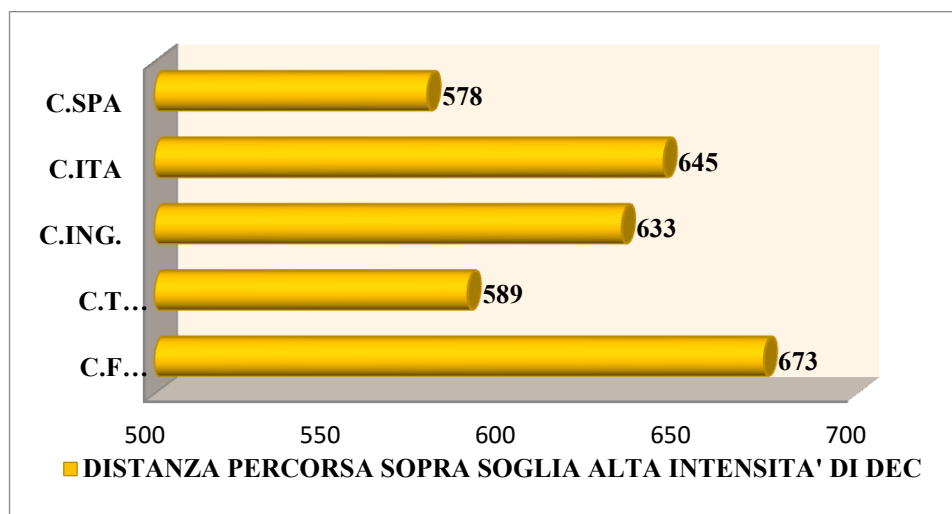


Grafico 5: andamento della distanza percorsa sopra soglia di alta intensità di decelerazione nei 5 campionati europei.

L'istogramma mostra come il campionato francese abbia ricoperto una distanza sopra sogli di alta intensità di decelerazione di 673m, il campionato italiano 645m, il campionato inglese 633m, il campionato tedesco 589m, il campionato spagnolo di 575m.

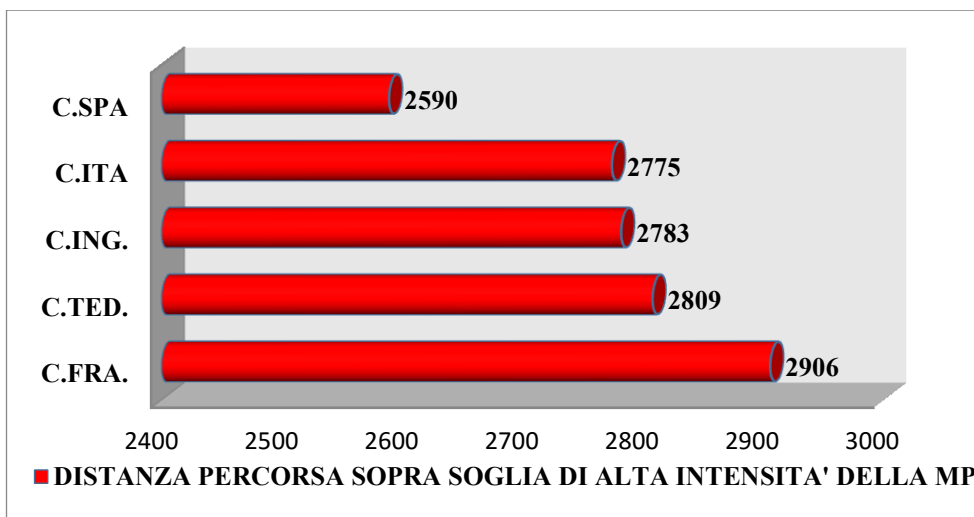


Grafico 6: andamento della distanza effettuata sopra soglia di alta intensità della potenza metabolica nei 5 campionati europei.

Il campionato francese esegue una distanza sopra soglia di alta intensità della potenza metabolica di 2906m, il campionato tedesco 2809m, il campionato inglese 2783m, il campionato italiano 2775m, il campionato spagnolo 2590m.

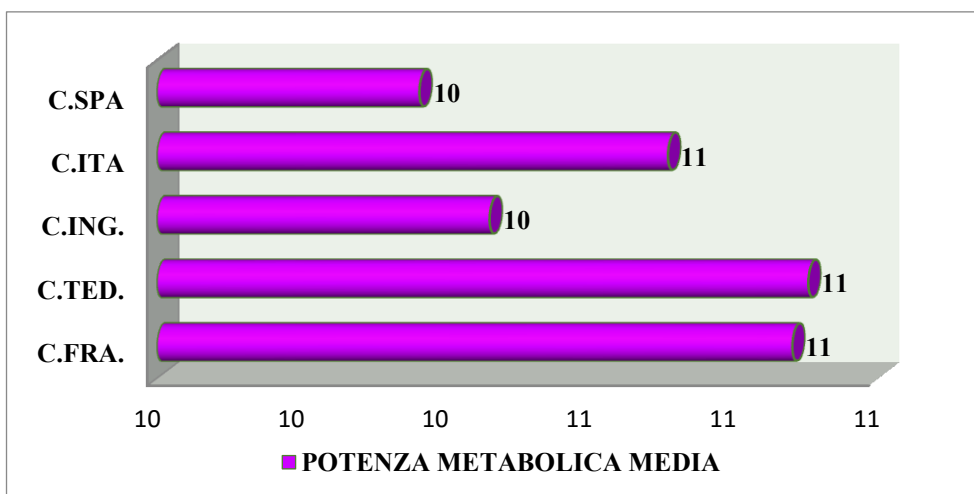


Grafico 7: andamento della potenza metabolica media

Mediamente i campionati tedesco, francese e spagnolo erogano una potenza metabolica media di 11 W/Kg, i campionati spagnolo ed inglese invece 10 W/Kg.

Oltre ad una valutazione dell'andamento dei parametri atletici è stato possibile anche evidenziare l'andamento di tali caratteristiche performative per ogni singolo campionato (grafici 8,9,10,11,12,13,14).

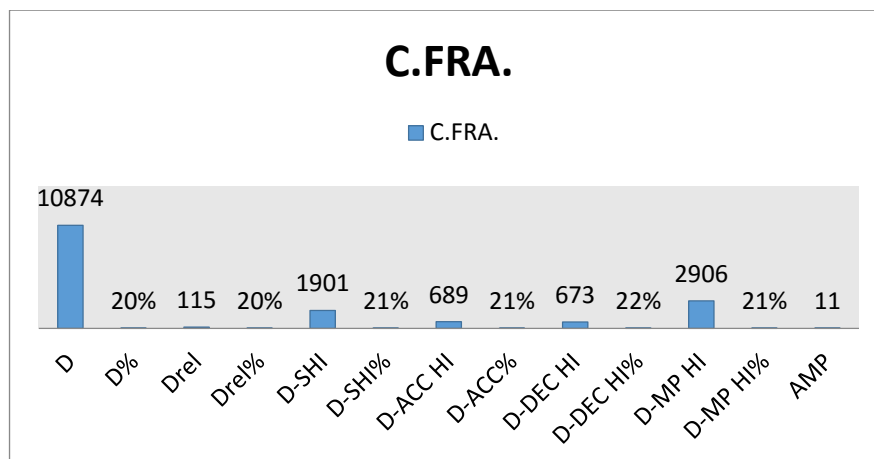


Grafico 8: andamento parametri atletici nel campionato francese.

Nel campionato francese gli atleti hanno percorso una D di 10874m, Drel 115m, D SHI 1901m, D ACC HI 698m, D DEC HI 673m, D MP HI 2906m, AMP 11 W/Kg;

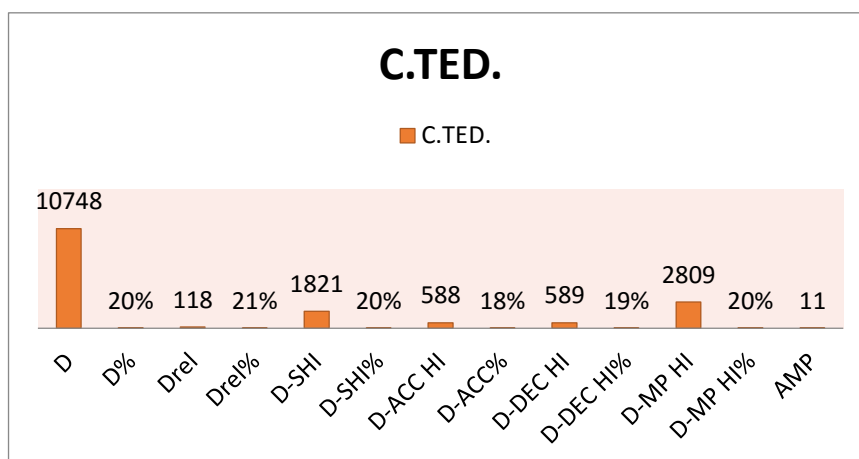


Grafico 9: andamento dei parametri nel campionato tedesco.

I giocatori del campionato tedesco hanno ricoperto una D di 10748m, Drel 118m, D SHI 1821m, D ACC HI 588m, D DEC HI 589m, D MP HI 2809m, AMP 11 W/Kg;

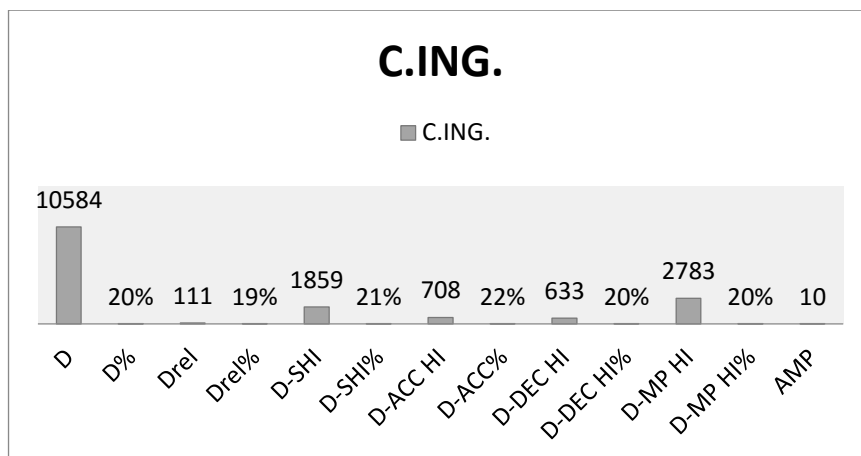


Grafico 10: andamento parametri campionato inglese.

Il campionato inglese ha percorso una D di 10584m, Drel 111m, D SHI 1859m, D ACC HI 708m, D DEC HI 633m, D MP HI 2783m, AMP 10 W/Kg;

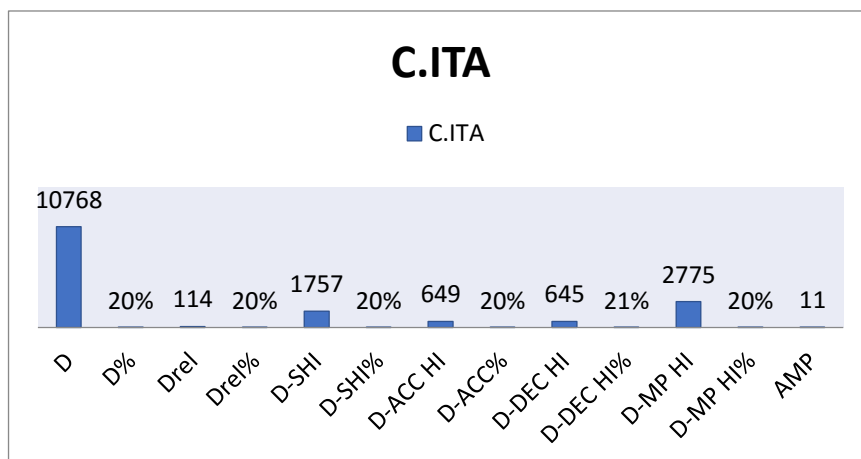


Grafico 11: andamento parametri del campionato italiano.

Dalla rilevazione delle competizioni del campionato italiano risulta che gli atleti hanno percorso una D di 10768m, Drel 114m, D SHI 1757m, D ACC HI 649m, D DEC HI 645m, D MP HI 2775m, AMP 11 W/Kg;

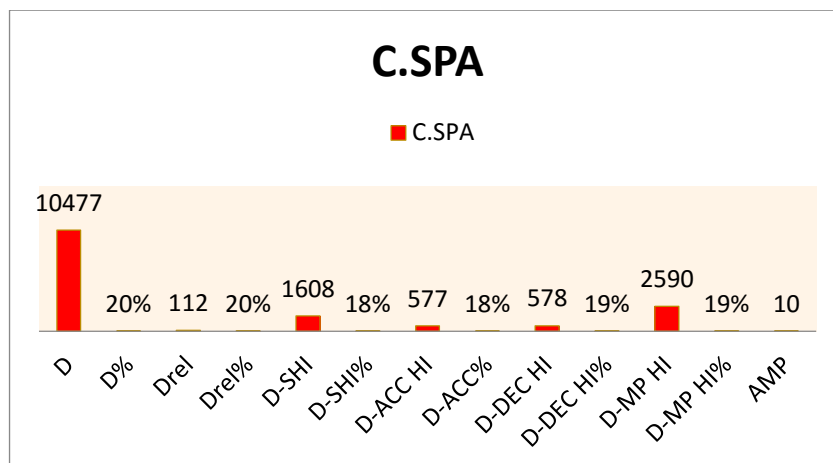


Grafico 12: andamento parametri campionato spagnolo.

In fine il campionato spagnolo ha ricoperto una D di 10477m, Drel 112m, D SHI 1608m, D ACC HI 577m, D DEC HI 578m, D MP HI 2590m, AMP 10 W/Kg.

Il secondo step di analisi ha consistito nel confrontare le attività svolte sopra le soglie di alta intensità delle squadre vincenti e perdenti in ogni campionato. In primo luogo è stato ritenuto opportuno valutare se l'andamento della competizione fosse positivo (sopra soglia) o negativo (sotto soglia), sottraendo ai valori dei parametri delle squadre vincenti quelli delle squadre perdenti, ovviamente in questa valutazione sono stati presi in considerazione i pareggi.

Nei grafici sottostanti (13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20) è stato evidenziato quanto obiettivamente le squadre vincenti lavorino in maggior o minor misura in attività di alta intensità rispetto alle perdenti.

Campionato francese:

- Confronto 1° match negativo (graf.13): le SV non ha lavorato sopra le soglie di alta intensità rispetto alle SP, tranne in D DEC HI.
- Confronto 3° match positivo (graf.14): la SV ha lavorato sopra soglia di alta intensità rispetto alla SP.
- Confronto 5° match positivo (graf.15): la SV ha lavorato sopra le soglie di alta intensità rispetto alla SP.

- Confronto 6° match relativamente positivo (graf.16): la SV ha lavorato sopra le soglie di alta intensità rispetto alla SP tranne per D e Drel percorsi.
- Confronto 7° match positivo (graf.17): la SV ha lavorato sopra le soglie di alta intensità rispetto la SP.
- Confronto 8° match negativo (graf.18): la SV non ha lavorato sopra le soglie di alta intensità rispetto alla SP tranne in D SHI.
- Confronto 9° e 10° match negativo (graf.19, 20): la SV non ha mai lavorato sopra le soglie di alta intensità rispetto alla SP.

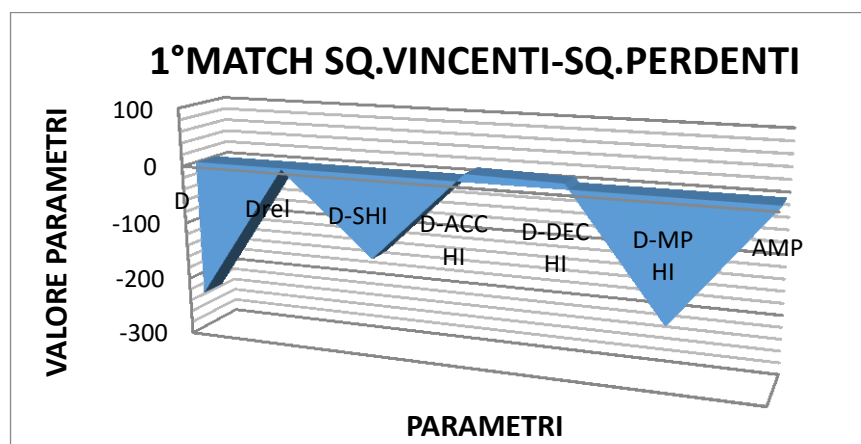


Grafico 13: confronto della squadra vincente e perdente del 1° match campionato francese.

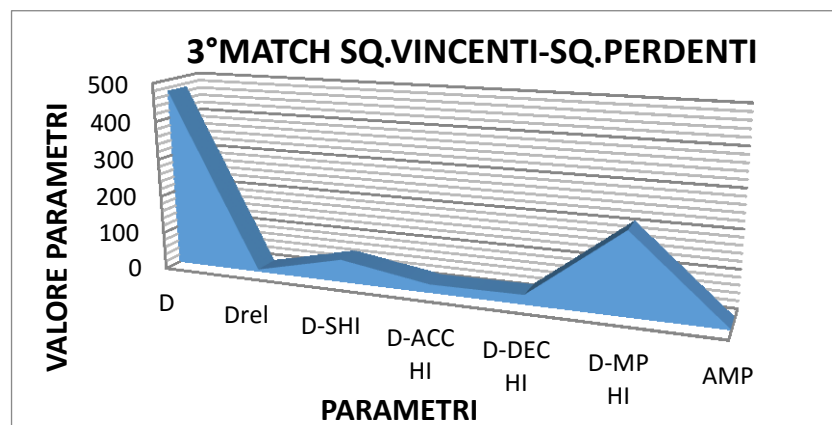


Grafico 14: confronto della squadra vincente e perdente del 3° match del campionato francese.

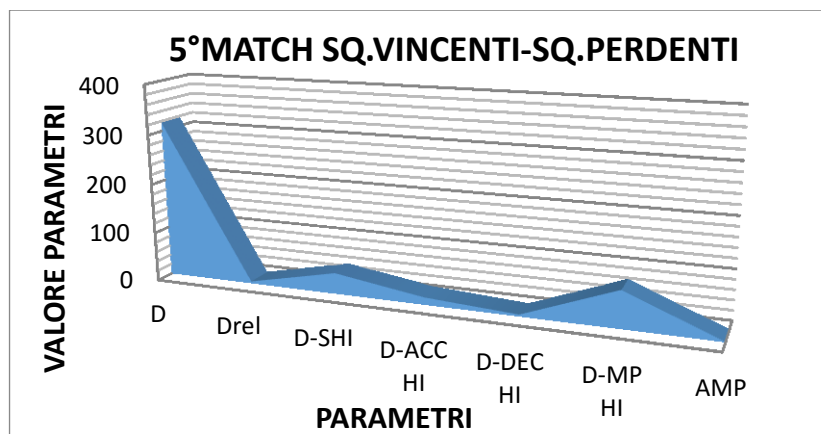


Grafico 15: confronto della squadra vincente e perdente del 5° match del campionato francese.

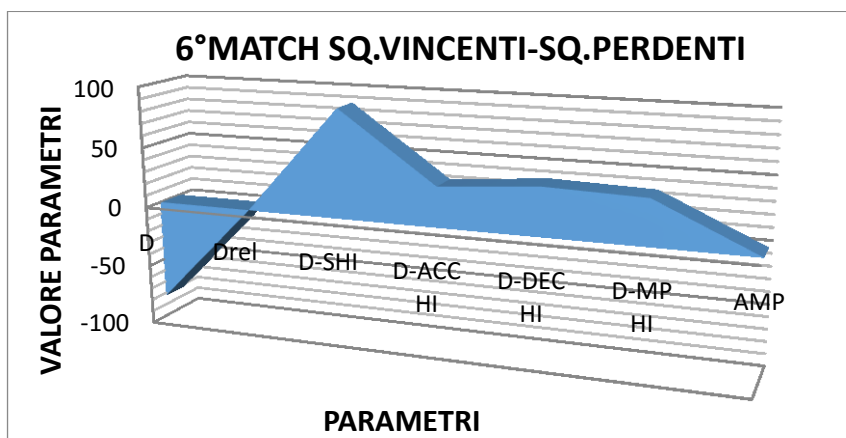


Grafico 16: confronto squadra vincente e perdente del 6° match del campionato francese.

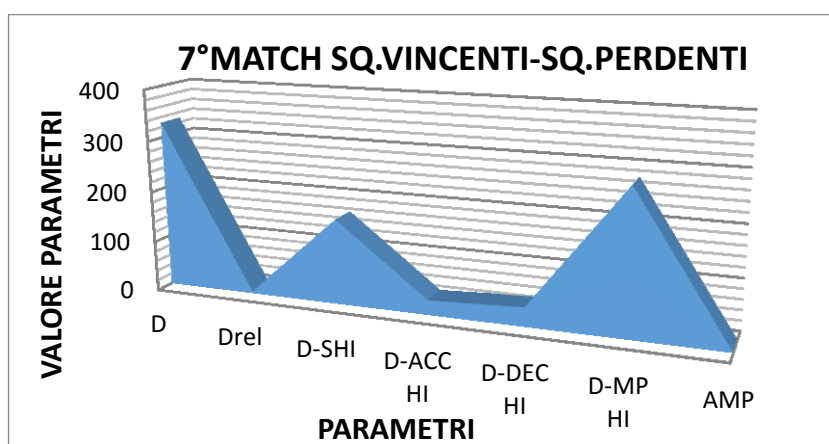


Grafico 17: confronto della squadra vincente e perdente del 7° match del campionato francese.

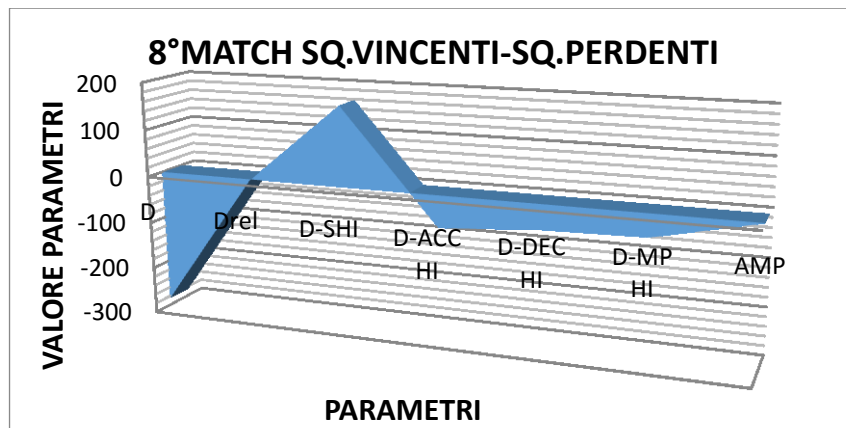


Grafico 18: confronto della squadra vincente e perdente dell' 8° match del campionato francese.

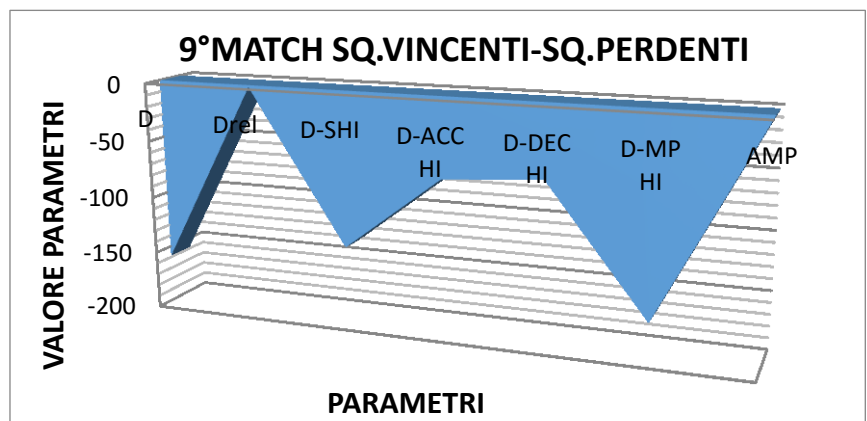


Grafico 19: confronto squadra vincente e perdente del 9° match del campionato francese.

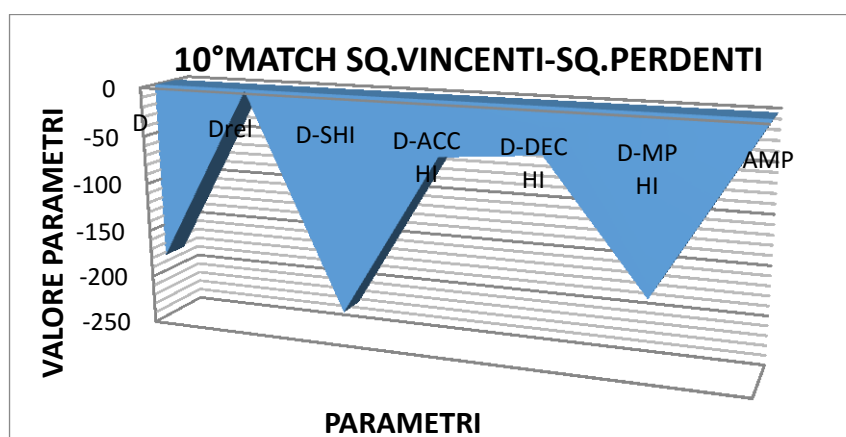


Grafico 20: confronto della squadra vincente e perdente del 10° match del campionato francese.

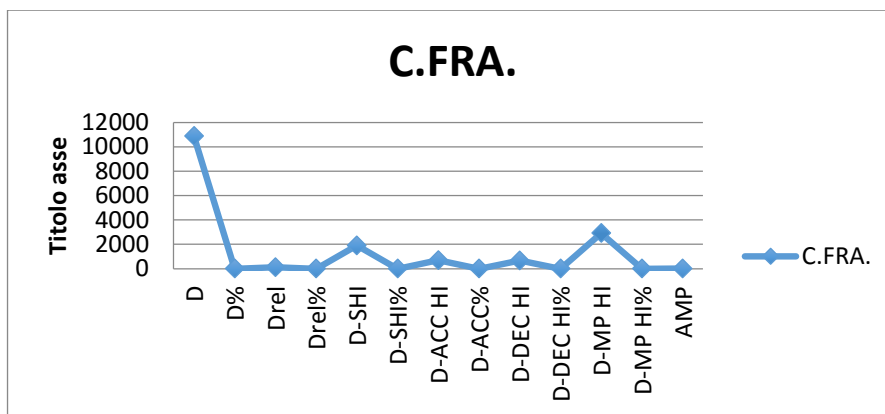


Grafico 21: grafico riassuntivo del campionato francese.

Campionato tedesco:

- confronto 1° e 2° match negativi (graf.22, 23): le SV non hanno mai lavorato sopra le soglie di alta intensità rispetto alle SP, tranne in D DEC HI, D ACC HI.
- Confronto 3° match relativamente positivo (graf.24): la SV ha lavorato sopra sogli rispetto alla perdente, tranne per la D e Drel percorsa.
- Confronto 4° match negativo (graf.25): la SV lavora sotto le soglie di alta intensità rispetto alla perdente.
- Confronto 5° match relativamente negativo (graf.26): la SV lavora sotto l soglie di alta intensità rispetto alla SP, tranne in D ACC HI e D DEC HI.
- Confronto 6° match positivo (graf.27): la SV lavora sopra tutte le sogli di alta intensità rispetto alla SP.
- Confronto 7° match relativamente negativa (graf.28): la SV lavora sotto le soglie di alta intensità rispetto la SP, tranne in D ACC HI e D DEC HI.
- Confronto 8° match totalmente positiva (graf. 29)
- Confronto 9° e 10° match totalmente negativi (graf. 30 e 31).

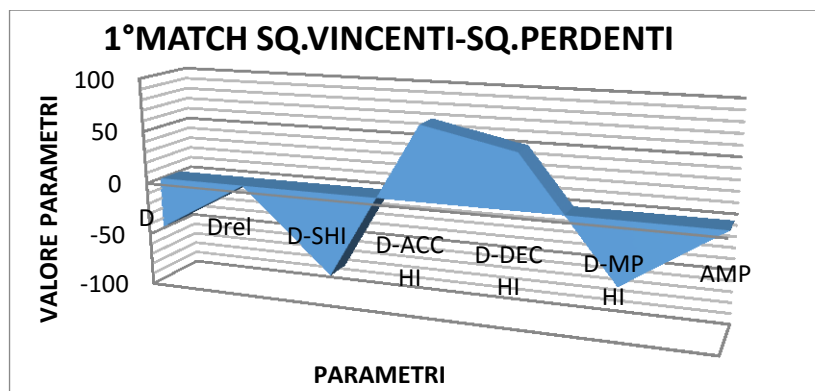


Grafico 22: confronto della squadra vincente e perdente del 1° match del campionato tedesco.

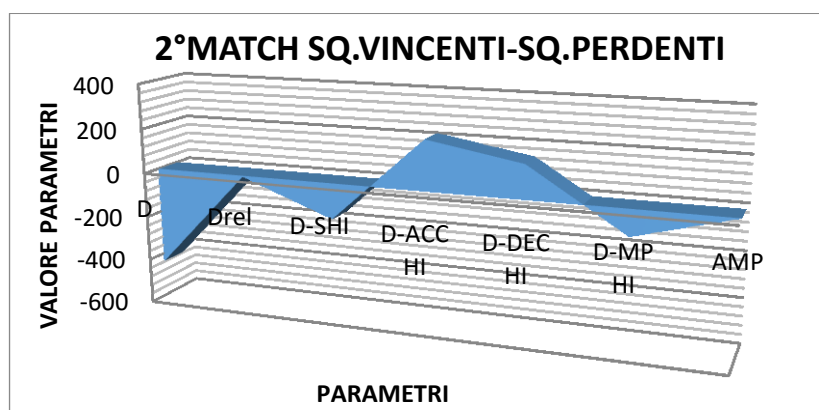


Grafico 23: confronto squadra vincente e perdente 2° match del campionato tedesco.

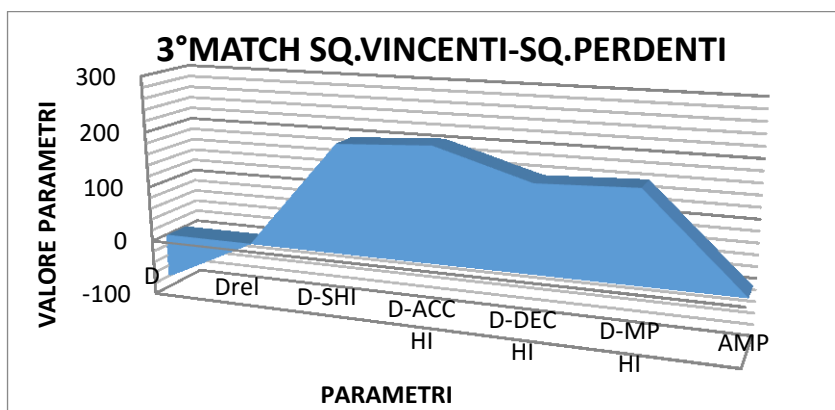


Grafico 24: confronto squadra vincente e perdente del 3° match del campionato tedesco.

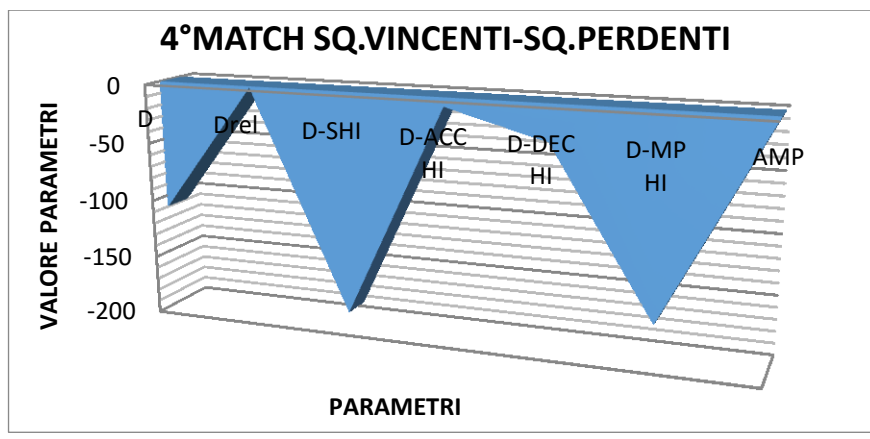


Grafico 25: confronto squadra vincente e perdente 4° match del campionato tedesco.

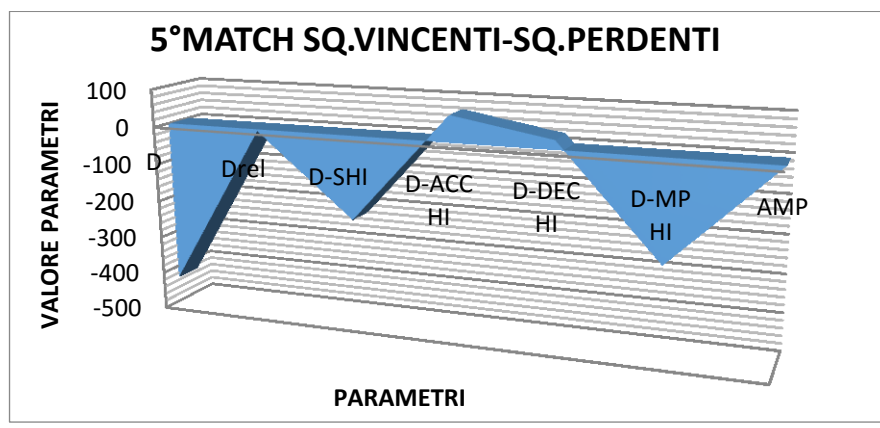


Grafico 26: confronto squadra vincente e perdente del 5° match del campionato tedesco.

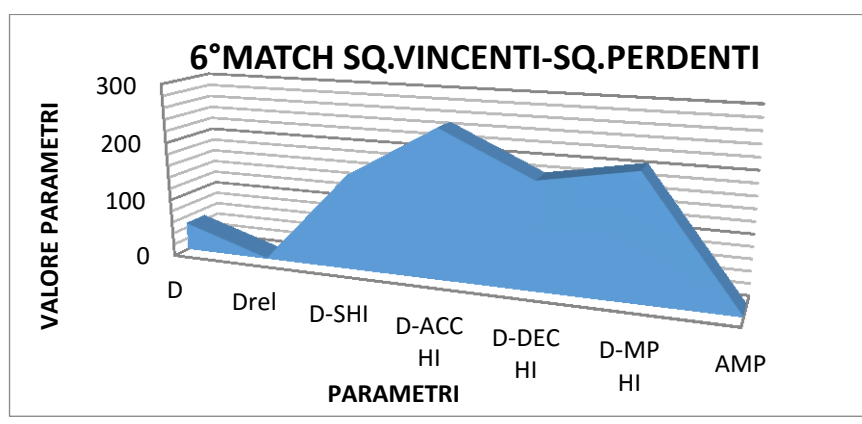


Grafico 27: confronto squadra vincente e perdente del 6° match del campionato tedesco.

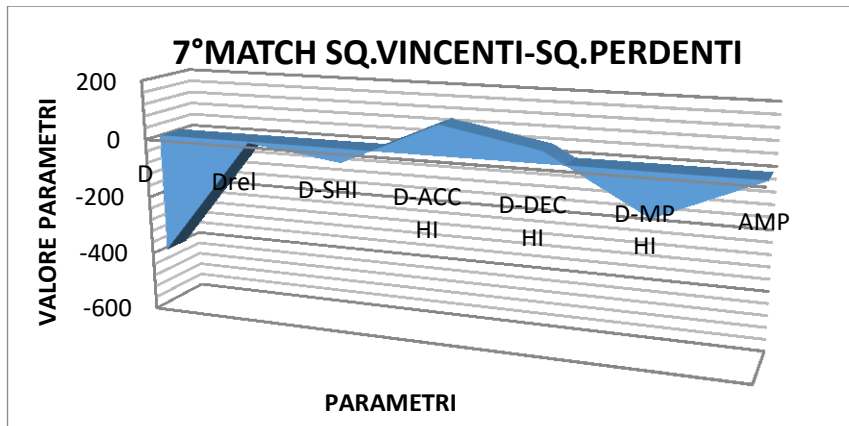


Grafico 28: confronto squadra vincente e perdente del 7° match del campionato tedesco.

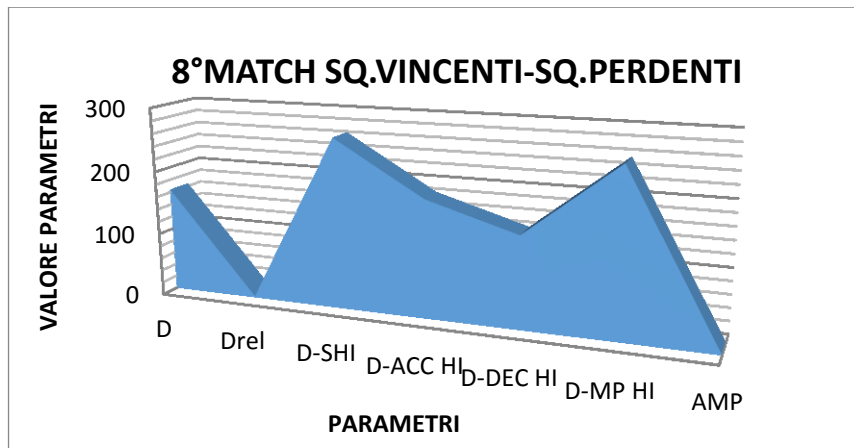


Grafico 29: confronto della squadra vincente e perdente del 8°match del campionato tedesco.

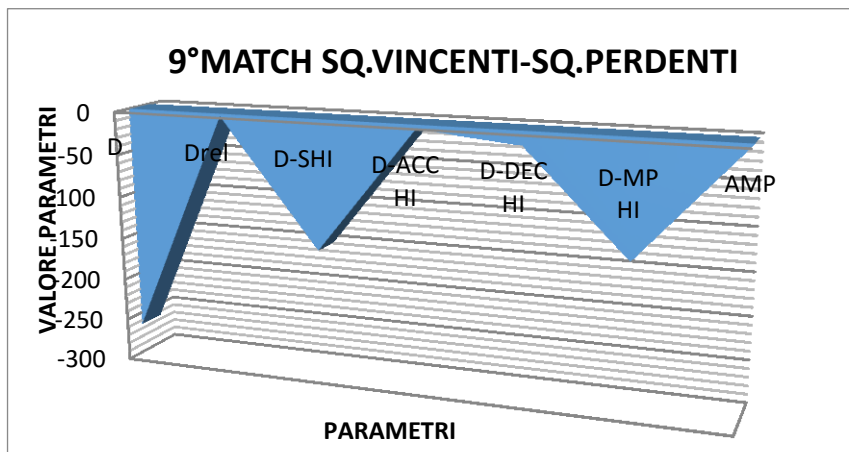


Grafico 30: confronto squadra vincente e perdente del 9° match del campionato tedesco.

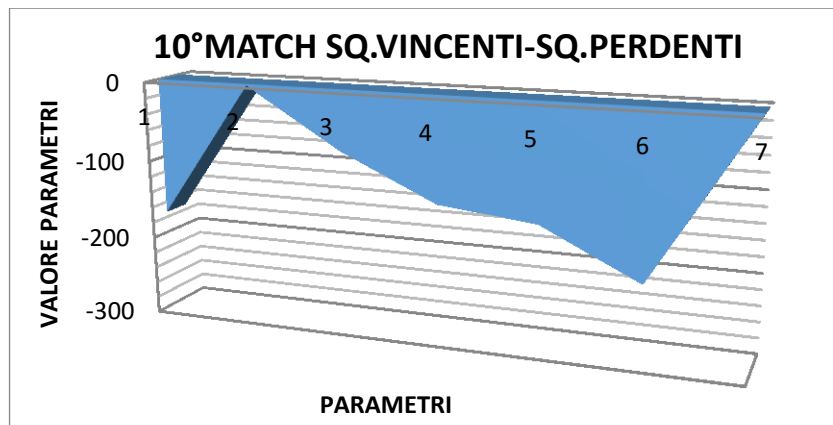


Grafico 31: confronto squadre vincenti e perdenti del 10° match del campionato tedesco.

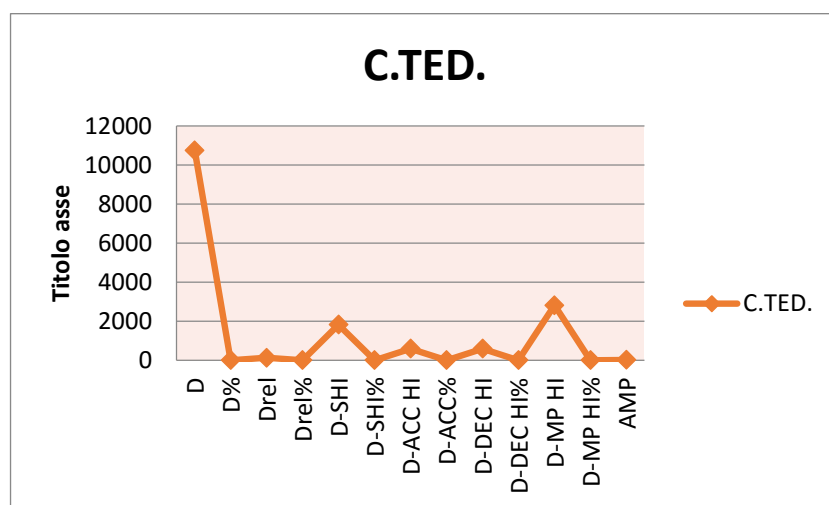


Grafico 32: grafico riassuntivo campionato tedesco.

Campionato inglese:

- Confronto 1° match totalmente positivo (graf.33)
- Confronto 3° e 4° match totalmente negativi (graf.34 e 35).
- Confronto 5° match relativamente negativo (graf. 36):la SV lavora sotto le sogli di alta intensità rispetto alla SP, tranne in D ACC HI e D DEC HI.
- Confronto 6° match totalmente positivo (graf.37).
- Confronto 7°match relativamente negativo (graf.38): la SV lavora al di sotto delle sogli di alta intensità tranne in D DEC HI.
- Confronto 8° match relativamente negativo (graf.39) la SV lavora al di sotto delle sogli di alta intensità tranne in D percorsa.
- Confronto 10° match totalmente positivo (graf.40).

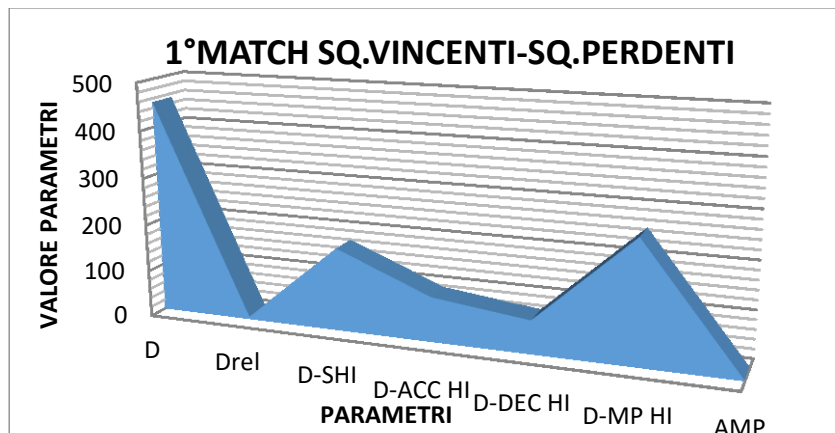


Grafico 33: confronto squadra vincente e perdente del 1° match del campionato inglese.

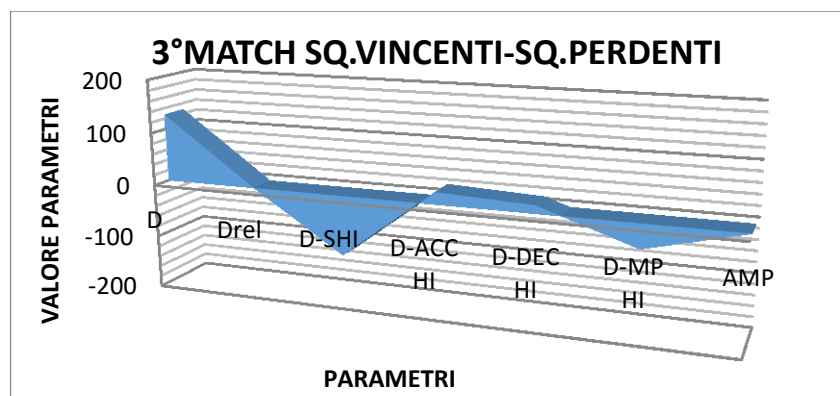


Grafico 34: confronto squadra vincente e perdente del 3° match del campionato inglese.

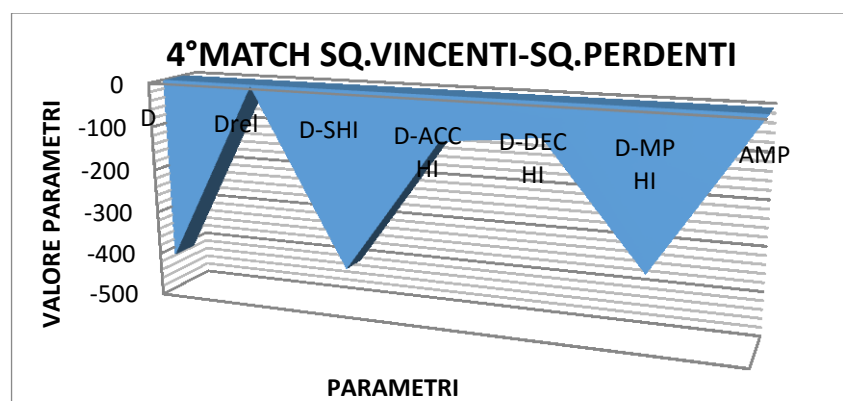


Grafico 35: confronto squadre vincente e perdente del 4° match del campionato inglese.

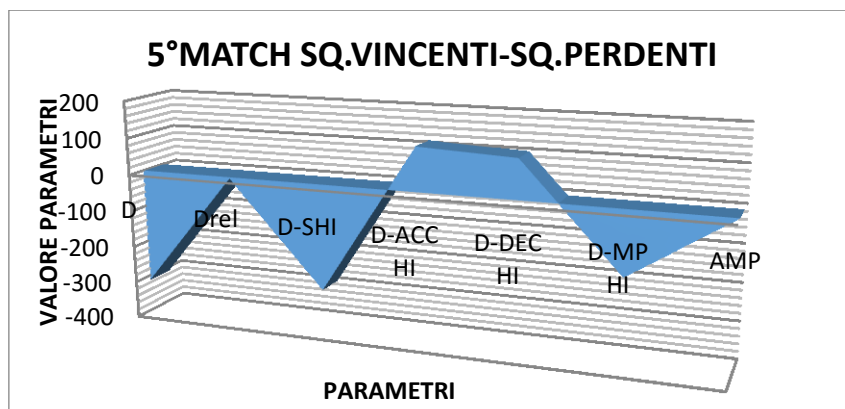


Grafico 36: confronto squadra vincente e perdente del 5° match del campionato inglese.

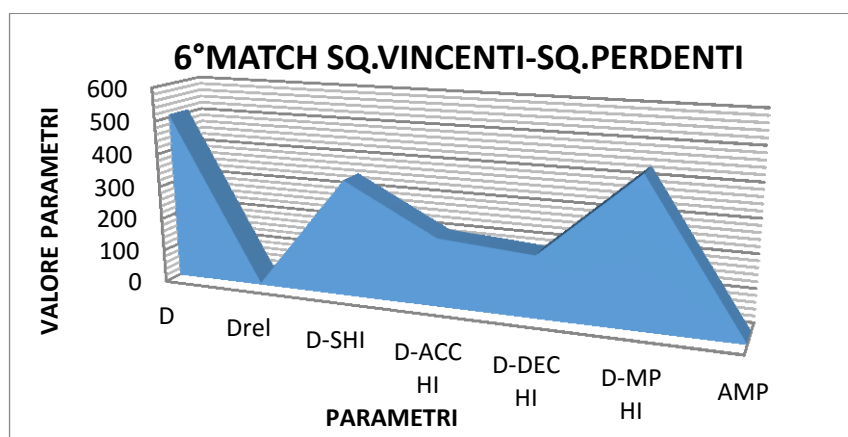


Grafico 37: confronto della squadra vincente e perdente del 6° match del campionato inglese.

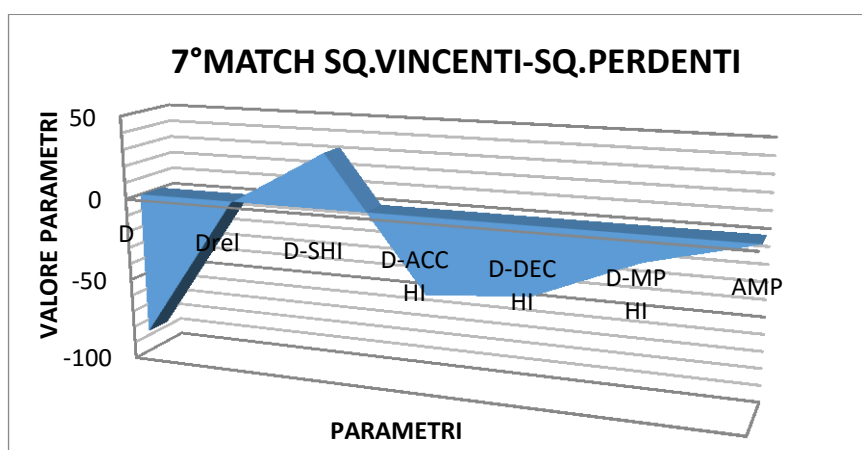


Grafico 38: confronto squadra vincente e perdente del 7° match del campionato inglese.

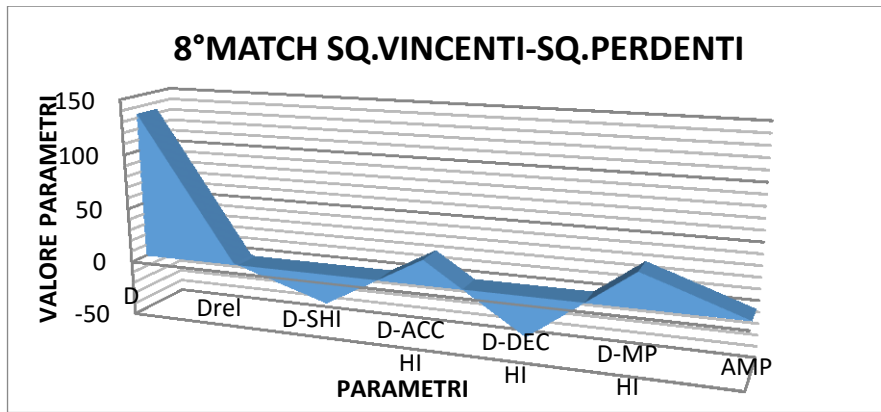


Grafico 39: confronto squadra vincente e perdente del 8° match del campionato tedesco.

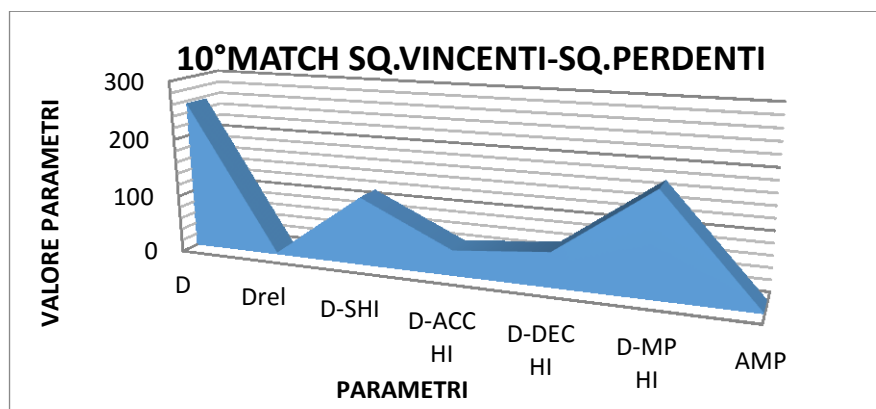


Grafico 40: confronto squadra vincente e perdente del 10° match del campionato inglese.

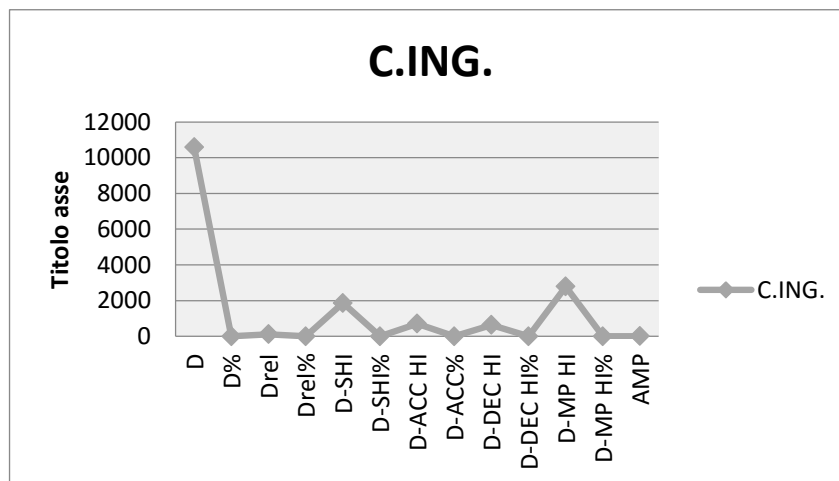


Grafico 41: grafico riassuntivo campionato inglese.

Campionato italiano:

- Confronto 5° match relativamente negativa (graf.42): la SV lavora al di sotto delle soglie di alta intensità rispetto alla SP, tranne in D ACC HI d DEC HI.
- Confronto 8° match relativamente negativo (graf.43): la SV lavora al di sotto delle soglie di alta intensità rispetto alla perdente, tranne per la D e Drell percorsa.
- Confronto 9° match relativamente negativo (graf.44): la SV lavora al di sotto delle soglie di alta intensità rispetto alla perdente, tranne in D ACC HI.
- Confronto 10° match totalmente positivo (graf.45).

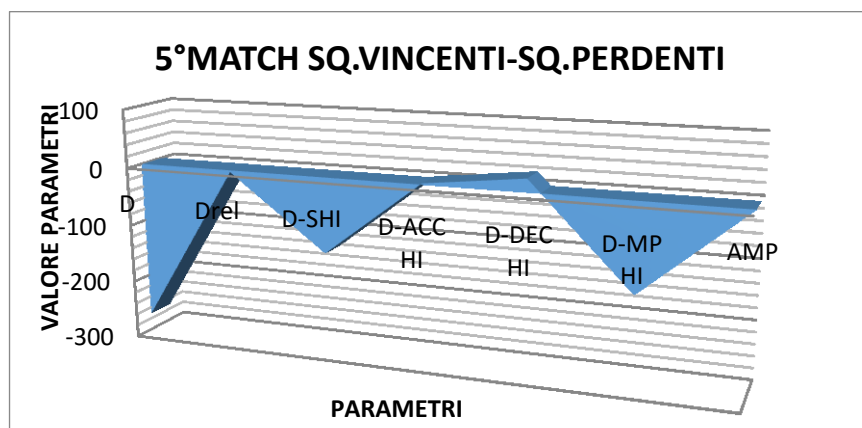


Grafico 42: confronto squadra vincente e perdente del 5°match del campionato italiano.

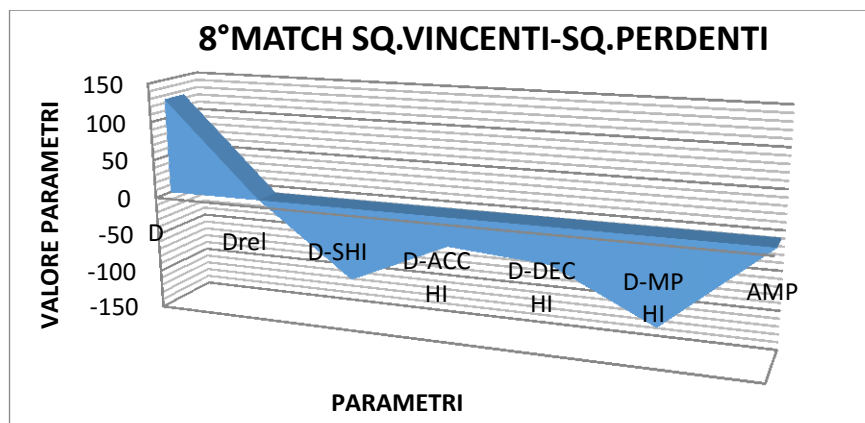


Grafico 43: confronto squadra vincente e perdente del 8° match del campionato italiano.

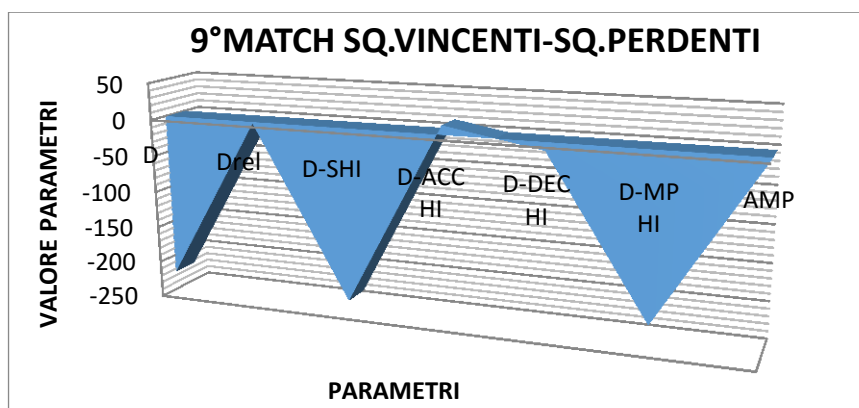


Grafico 44: confronto squadra vincente e perdente del 9° match del campionato italiano.

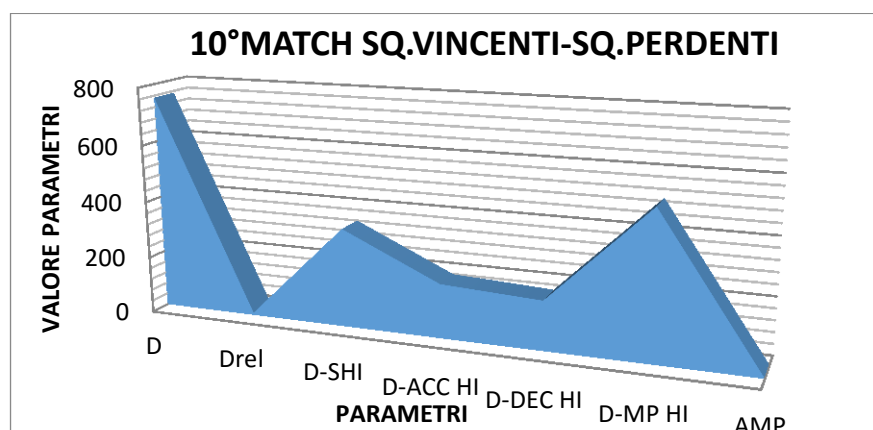


Grafico 45: confronto squadra vincente e perdente del 10° match del campionato italiano.

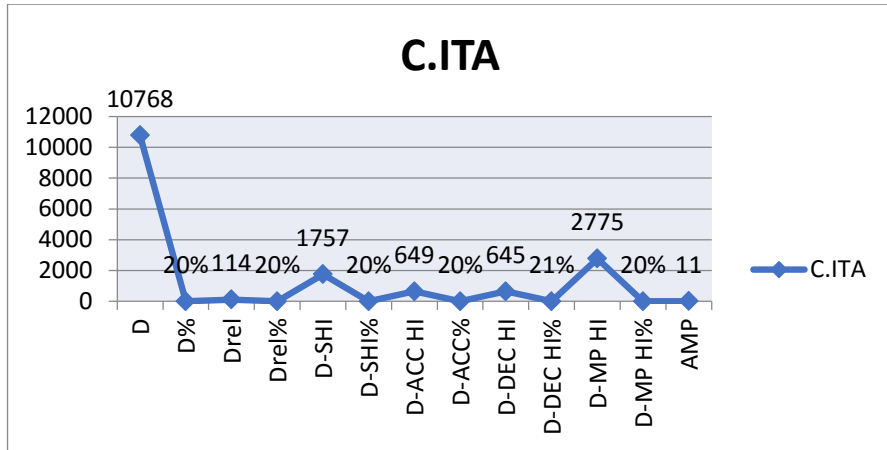


Grafico 46: grafico riassuntivo del campionato italiano.

Campionati spagnolo:

- Confronto 1° match totalmente positivo (graf.47).
- Confronto 2° match positivo (graf.48) per D, Drel, D SHI, negativo per D ACC HI, D DEC HI, D MP HI.
- Confronti 3°, 4°, 5°, 6° match totalmente positivi (graf.49, 50, 51,52).
- Confronto 7° match totalmente negativo (graf.53).
- Confronto 9° match relativamente negativo (graf.54): la SV lavora sotto le soglie di alta intensità rispetto alla SP, tranne in D ACC HI e D DEC HI.
- Confronto 10° match (graf.55) positivo per D SHI, D ACC HI, D DEC HI, AMP; negativo per D, Drel, D MP HI.

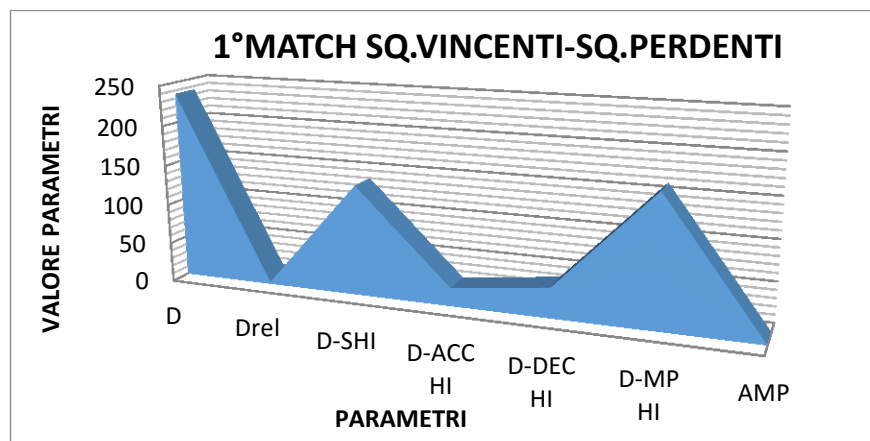


Grafico 47: confronto squadra vincente e perdente del 1° match del campionato spagnolo.

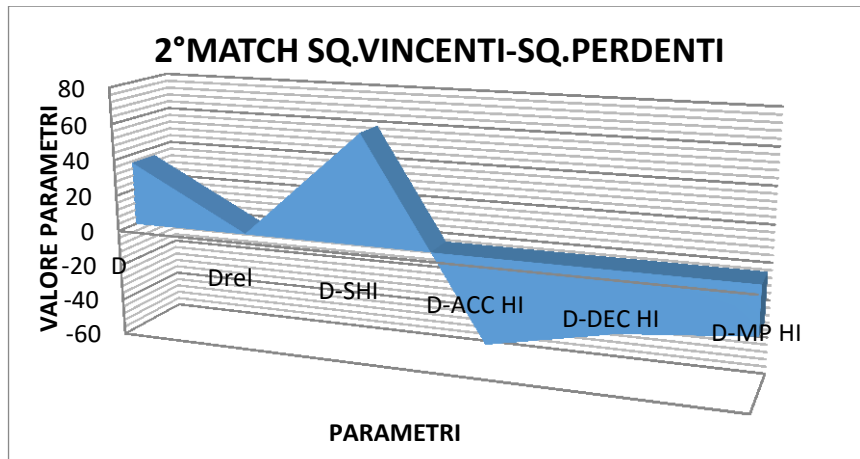


Grafico 48: confronto squadra vincente e perdente del 2° match del campionato spagnolo.

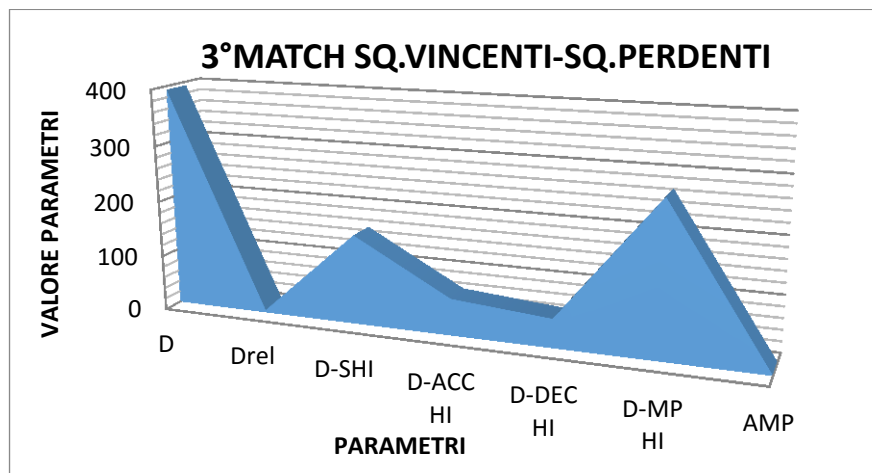


Grafico 49: confronto squadra vincente e perdente del 3° match del campionato italiano.

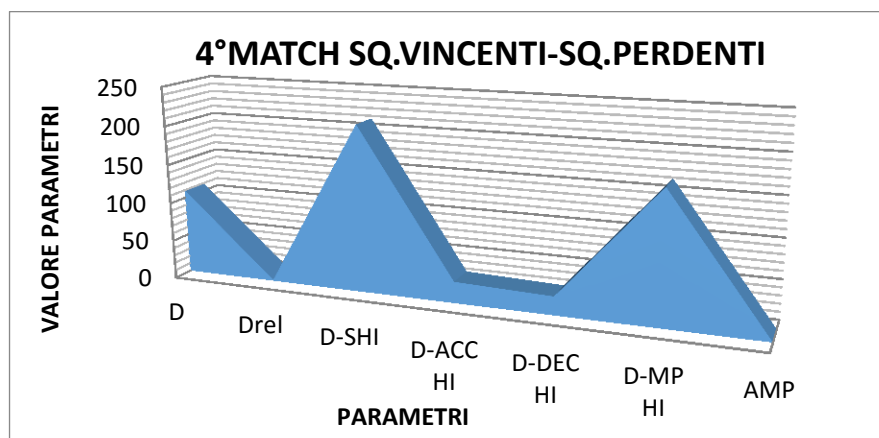


Grafico 50: confronto squadra vincente e perdente del 4° match del campionato italiano.

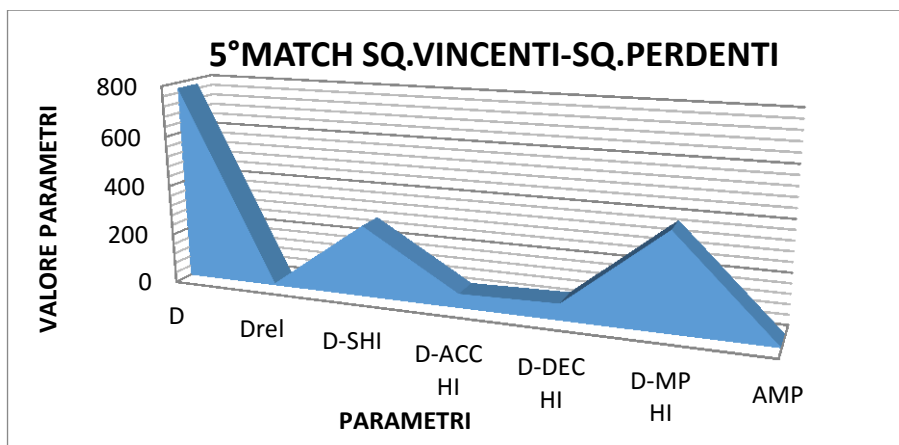


Grafico 51: confronto squadra vincente e perdente del 5° match del campionato italiano.

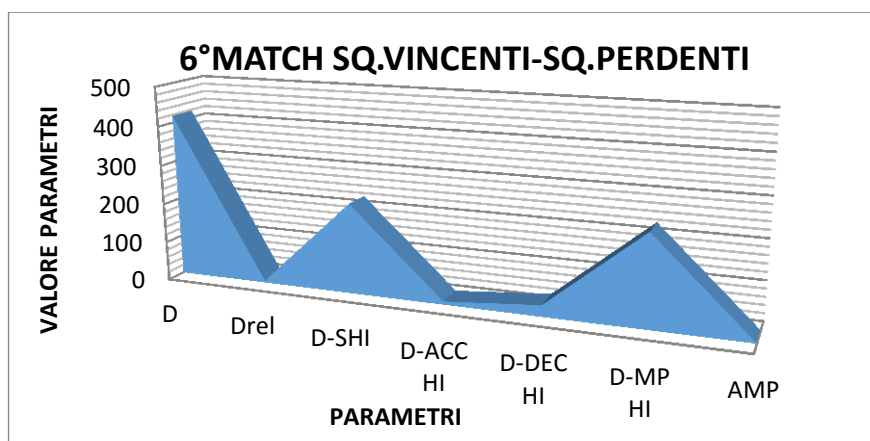


Grafico 52: confronto squadra vincente e perdente del 6° match del campionato italiano.

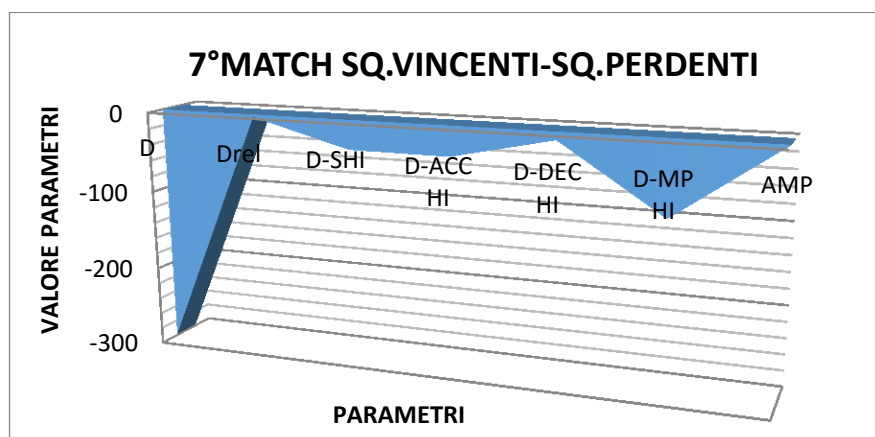


Grafico 53: confronto squadra vincente e perdente del 7° match del campionato italiano.

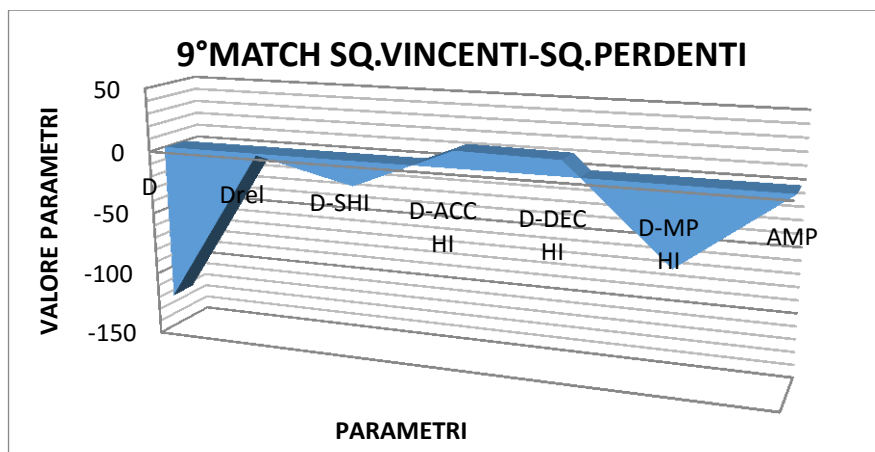


Grafico 54: confronto squadra vincente e perdente del 8° match del campionato italiano.

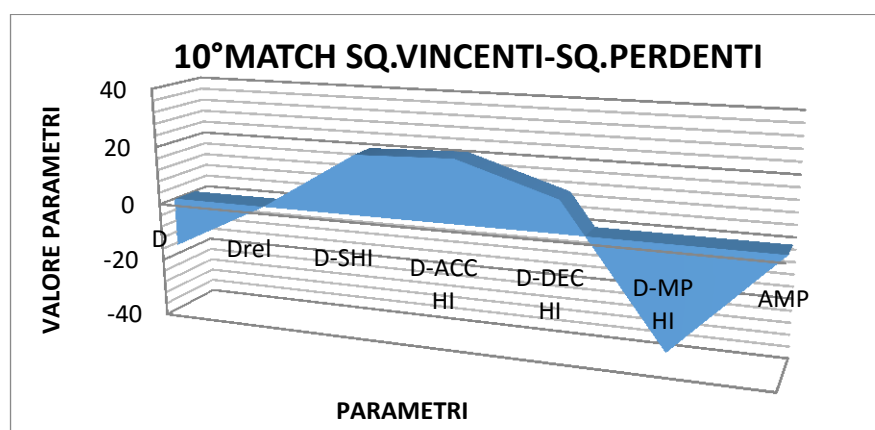


grafico 55: confronto della squadra vincente e perdente del 10° match del campionato italiano.

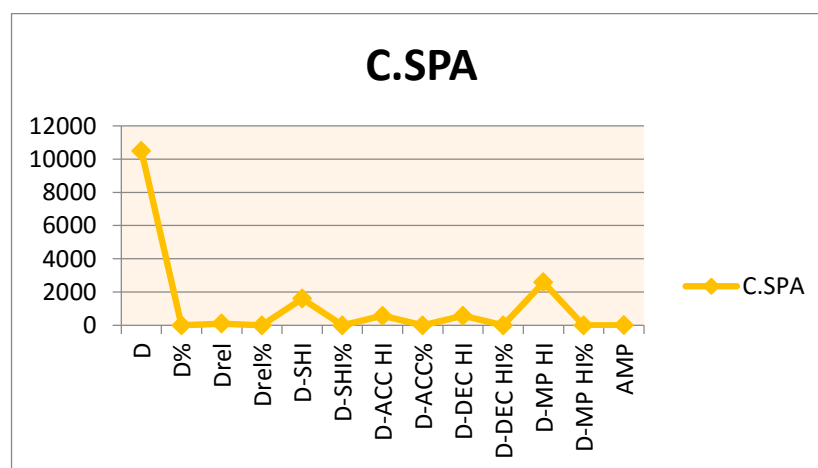


Grafico 56: grafico riassuntivo campionato spagnolo.

In un secondo momento è stato ritenuto opportuno valutare allo stesso modo l'andamento delle squadre vincenti e di quelle perdenti di tutti i campionati, per avere ulteriori indicazioni che vadano a valutare, tramite il calcolo della media e deviazione standard, l'efficienza del lavoro di alta intensità.

In questo caso sono state presi in considerazione anche i pareggi delle competizioni esaminate, così da considerare come viene effettuato il lavoro di alta intensità anche nei casi in cui non si verificano vittorie e sconfitte.

Nelle successive tabelle (6, 7, 8, 9 e 10) è possibile visionare la quantità del lavoro di alta intensità.

SQUADRE VINCENTI							
FRANCIA		GERMANIA		INGHILTERRA			
MEDIA	DV	MEDIA	DV	MEDIA	DV	MEDIA	DV
D	10920	295	D	10661	377	D	10704
Drel	116	3	Drel	117	4	Drel	112
D-SHI	1927	227	D-SHI	1806	179	D-SHI	1866
D-ACC	698	133	D-ACC HI	636	86	D-ACC HI	732
HI							
D-DEC	685	129	D-DEC HI	617	84	D-DEC HI	654
HI							
D-MP	2934	282	D-MP HI	2786	222	D-MP HI	2829
HI							
AMP	11	1	AMP	11	0	AMP	11

Tabella 6: andamento medio e deviazione standard delle squadre vincenti.

SQUADRE VINCENTI

ITALIA			SPAGNA		
	MEDIA	DV		MEDIA	DV
D	10979	392	D	10548	159
Drel	118	5	Drel	113	2
D-SHI	1737	210	D-SHI	1649	99
D-ACC	641	91	D-ACC	582	36
HI			HI		
D-DEC	640	78	D-DEC	586	37
HI			HI		
D-MP	2785	214	D-MP HI	2630	106
HI					
AMP	11	0	AMP	10	0

Tabella 7: andamento medio e deviazione standard delle squadre vincenti.

SQUADRE PERDENTI

FRANCIA			GERMANIA			INGHILTERRA		
	MEDIA	DS		MEDIA	DS		MEDIA	DS
D	10899	302	D	10835	455	D	10622	312
Drel	116	3	Drel	119	4	Drel	111	4
D-SHI	1924	228	D-SHI	1836	309	D-SHI	1886	166
D-ACC	708	117	D-ACC HI	540	119	D-ACC	687	73
HI						HI		
D-DEC	691	115	D-DEC HI	562	104	D-DEC	618	70
HI						HI		
D-MP HI	2934	248	D-MP HI	2832	350	D-MP	2788	184
						HI		
AMP	11	0	AMP	11	1	AMP	10	0

Tabella 8: andamento medio e deviazione standard squadre perdenti.

SQUADRE PERDENTI

	ITALIA		SPAGNA	
	MEDIA	DS	MEDIA	DS
D	10883	236	D	10377 444
Drel	117	2	Drel	111 5
D-SHI	1765	91	D-SHI	1533 180
D-ACC HI	599	152	D-ACC HI	568 58
D-DEC HI	606	130	D-DEC HI	565 56
D-MP HI	2777	135	D-MP HI	2518 229
AMP	11	0	AMP	10 1

Tabella 9: andamento medio e deviazione standard squadre perdenti.

PAREGGI

FRAN	GERMA	INGHILT	ITA	SPAG				
CIA	NIA	ERRA	LIA	NA				
D	107	D	D	102	D	106	D	106
	32			70		59		05
Drel	114	Drel	Drel	109	Drel	112	Drel	114
D-SHI	180	D-SHI	D-SHI	178	D-SHI	176	D-SHI	176
	5			9		2		3
D-ACC	634	D-ACC HI	D-ACC HI	702	D-	668	D-ACC	
HI					ACC		HI	599
					HI			
D-DEC	614	D-DEC HI	D-DEC HI	621	D-	660	D-DEC	
HI					DEC		HI	
					HI			596
D-MP	279	D-MP HI	D-MP HI	268	D-MP	277	D-MP	272

HI	6			0	HI	1	HI	9
AMP	11	AMP	AMP	10	AMP	11	AMP	11

Tabella 10: andamento medio pareggi.

Nella lettura delle tabelle (6 e 7) delle squadre vincenti, si può affermare che:

- La maggiore D è stata effettuata dal campionato italiano con 10979m, seguita dal campionato francese 10920m, campionato inglese 10704m, campionato tedesco 10661m e campionato spagnolo 10548.
- La Drel è stata ricoperta in maggiore quantità dal campionato italiano 118m, seguito dal campionato tedesco 117m, campionato francese 116m, campionato spagnolo 113m e campionato inglese 112m.
- Per la D SHI al primo posto è presente il campionato francese con 1927m, successivamente il campionato inglese 1866m, campionato tedesco 1806m, campionato italiano 1737m, campionato spagnolo 1649m.
- In D ACC HI la distanza maggiore è stata ricoperta dal campionato inglese 732m, seguito dal campionato francese 698m, campionato italiano 641m, campionato tedesco 636m, spagnolo 586m.
- In D DEC HI la distanza maggiore è stata ricoperta dal campionato francese 685m, seguito dal campionato inglese 654m, campionato italiano 640m, campionato tedesco 617m, campionato spagnolo 586m.
- Sopra la soglia di alta intensità della MP, la distanza maggiore è stata effettuata dal campionato francese 2934m, seguito dal campionato inglese 2829m, campionato tedesco 2786m, campionato italiano 2785m, campionato spagnolo 2630m.
- La AMP è stata di 11W/Kg per i campionati francese, inglese, italiano e di 10 W/Kg per il campionato spagnolo.

Nelle tabelle 8 e 9 è possibile visionare che:

- La D è stata maggiore per il campionato francese con 10899m, seguito dal campionato tedesco 10835m, campionato italiano 10833m, campionato inglese 10622m, campionato spagnolo 10377m.
- La Drel effettuata è stata maggiore nel campionato tedesco 119m, seguito dal campionato italiano 117m, campionato francese 116m, campionati inglese e spagnolo 111m.
- Nella distanza percorsa sopra la soglia di alta intensità della velocità, in primo luogo è presente il campionato francese con 1924m, seguito dal campionato inglese 1886m, campionato tedesco 1836m, campionato italiano 1756m, campionato spagnolo 1533m.
- La distanza percorsa sopra la soglia di alta intensità di ACC è maggiore nel campionato francese 708m, seguito dal campionato inglese 687m, campionato italiano 599m, campionato spagnolo 586m, campionato tedesco 540m.
- Sopra la soglia di alta intensità in DEC al primo posto è presente il campionato francese con una distanza di 691m, seguito dal campionato inglese 618m, campionato italiano 606m, campionato spagnolo 565m, campionato tedesco 562m.
- La distanza percorsa in MP HI è maggiore nel campionato francese con 2934m, campionato tedesco 2832m, campionato inglese 2788m, campionato italiano 2777m, campionato spagnolo 2518m.
- La AMP è stata di 11W/kg per i campionati francese, tedesco, italiano e di 10 W/Kg per i campionati inglese e spagnolo.

Nella valutazione dei pareggi (tranne del campionato tedesco in quanto non ci sono state competizioni che hanno terminato con un risultato di pareggio) è possibile riscontrare che (tab.9 e 10):

- La D effettuata è maggiore nel campionato francese con 10732m, seguito dal campionato italiano 10659m, campionato spagnolo 10605m, campionato inglese 10270m.

- Nella Drel il campionato che ha percorso maggiore distanza è stato il campionato francese con 114m, seguito dal campionato spagnolo 114m, campionato italiano 112m, campionato inglese 109m.
- La distanza ricoperta sopra la soglia di alta intensità della velocità è stata maggiore nel campionato francese con 1805m, seguito dal campionato inglese 1789m, campionato spagnolo 1763m, campionato italiano 1762m.
- Nella D ACC HI il campionato inglese ha effettuato la maggiore distanza di 702m, seguito dal campionato italiano 688m, campionato francese 634m e campionato spagnolo 599m.
- Nella D DEC HI il campionato italiano ha percorso la maggiore distanza 660m, seguito dal campionato inglese con 621m, campionato francese 614m e campionato spagnolo 596m.
- La distanza percorsa sopra la soglia di alta intensità della MP è stata maggiore nel campionato francese con 2796m, seguito dal campionato italiano 2771m, campionato spagnolo 2729m e campionato inglese 2680m.
- La AMP è stata di 10 W/Kg per il campionato inglese e di 11 W/Kg per i campionati italiano, francese e spagnolo.

Come ultimo step, ma non per questo di minor importanza, si è cercato di validare l'efficienza del parametro della potenza metabolica, calcolata da Di Prampero e derivata in sostanza dalla capacità di accelerazione durante prestazione³² (una variante della velocità), cercando di rivalutare questo indice in maniera più specifica e individuale.

Dai test (grafici 57 e 58) di prova da sforzo cardiopolmonare sub massimale effettuati tramite K4 b2 per la rilevazione e valutazione della MP si constata che in realtà sussistono delle differenze prestantive importanti a livello metabolico in relazione sia alle categorie diverse analizzate sia al costo energetico effettivamente speso o richiesto dallo sforzo fisico.

³² Di Prampero P.E., Fusi S., Sepulcri L., Morin J.B., Belli A., Antonutto G., "Sprint running: a new energetic approach", J.Exp.Biol., 208(Pt 14):2809-16,2005.

Nel grafico 57 dove viene illustrato l'andamento medio della rilevazione dei test sub massimali, si nota come l'attività registrata tramite GPS (linea blu, carico esterno, Di Prampero) e l'attività registrata tramite K4 (linea rossa, carico interno) non siano coincidenti. Inoltre si può affermare che gli atleti mediamente compiono un grande sforzo fisico (linea blu) consumando meno (linea rossa).

Mentre nel grafico 58, dove viene illustrata l'attività sub massimale degli atleti di prima categoria, si nota ugualmente una mancata coincidenza tra le rilevazioni effettuate con i due sistemi adoperati e come lo sforzo espresso sia minore rispetto alla categoria precedente (linea blu, carico esterno, GPS) e il consumo metabolico invece superiore (linea rossa, carico interno, K4) dello sforzo sostenuto, indice di incapacità a sostenere attività di alta intensità.



Grafico 57: andamento medio della potenza metabolica erogata in atleti di serie A.

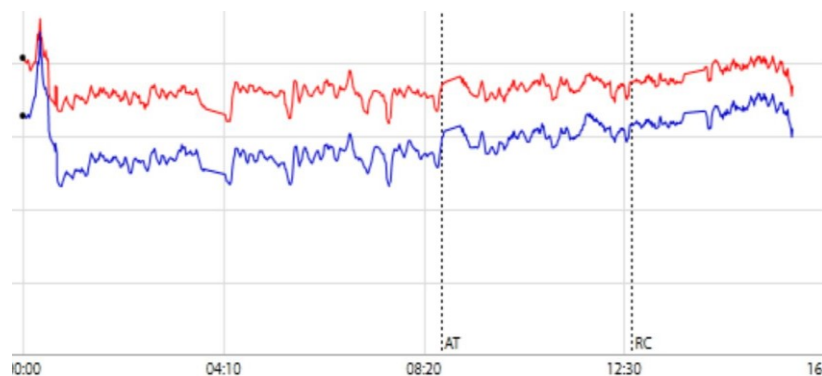


Grafico 58: andamento medio della potenza metabolica erogata in atleti di prima categoria.

Se la formula di Di Prampero fosse stata completa le due curve, blu carico esterno e rossa carico interno, dovrebbero essere sovrapposte. In realtà dalle

analisi effettuate risulta che le attività espresse per lo sforzo sostenuto sono differenti.

CAPITOLO 5

RISCONTRI FINALI

5.1 DISCUSSIONE

Lo scopo principale di questo lavoro di ricerca è stato quello di analizzare sette variabili performative (carico esterno) nel calcio d'élite europeo; nello specifico della ricerca, si è voluto indagare il lavoro svolto sopra le soglie di alta intensità di quattro delle sette variabili prese in considerazione: V, ACC, DEC MP e valutare se quest'ultima possa essere considerata realmente un indice prestativo determinante della competizione.

Il nostro progetto di ricerca può essere considerato come uno studio innovativo, in base alla letteratura dedicata e sviluppato per la prima volta a livello europeo in 5 campionati d'élite, seppur se in veste di lavoro pilota (o preliminare).

Il lavoro di analisi dei risultati ottenuti sono stati suddivisi in differenti:

nella prima fase dove si è voluto valutare l'efficienza performativa al di sopra delle soglie di alta intensità, si può affermare che relazionando le Medie di ogni campionato ottenute con la Media europea, ne risulta chiara la caratterizzazione dei campionati stessi.

Per una comprensibilità oggettiva evidenzia il rendimento in alta intensità in una valutazione percentuale.

CARATTERIZZAZIONE CAMPIONATI %							
	D	Drel	D_SHI	D_AccHI	D_DecHI	D_MPHI	AMP
FRA	2%	1%	6%	7%	8%	5%	2%
GER	1%	3%	2%	-8%	-6%	1%	2%
ING	-1%	-3%	4%	10%	2%	0%	-2%
ITA	1%	0%	-2%	1%	3%	0%	0%
SPA	-2%	-2%	-10%	-10%	-7%	-7%	-3%

Legenda:

D = Distanza

Drel = Distanza al minuto

D SHI = metri percorsi sopra la soglia di alta intensità della velocità

D ACC HI = metri percorsi sopra la soglia di alta intensità dell'accelerazione

D DEC HI = metri percorsi sopra la soglia di alta intensità della decelerazione

D MPHI = metri percorsi sopra la soglia di alta intensità della potenza metabolica

AMP = Potenza metabolica media (W/Kg)

Tabella 11: caratterizzazione dei campionati in base alle soglie di alta intensità.

Dalla tabella (tab.11) è possibile visionare come non tutti i determinanti di competizione (R. Izzo 2010) siano sollecitati in maniera equilibrata e performativa.

Per poter definire un lavoro positivo, quindi che superi le soglie di alta intensità, un lavoro negativo, al di sotto delle soglie prese in considerazione e neutro, non performativo lavoro eseguito in soglia, sono state considerate positive le percentuali maggiori al 2% (evidenziato in verde nella tabella), negative le percentuali inferiori al -2% (evidenziate in rosso nella tabella) e neutre le percentuali comprese tra il -2% e il 2% (evidenziate in giallo nella tabella).

È possibile affermare per ciò che concerne le percentuali delle variabili di D (Distanza totale) e Drel (distanza al minuto) ricoperta durante competizione che si confermano i risultati presenti in letteratura³³ in quanto le percentuali evidenziano un valore neutro, tranne per il campionato tedesco il quale compie una Drel maggiore del 3% rispetto alla media europea e il campionato inglese che ricopre una Drel del -3% rispetto alla media.

³³ Di Salvo V., et al., "Analysis of High Intensity Activity", Int. J. Sports Med., 30: 205 – 212, 2009;

E' stato accertato come la prestazione calcistica sia caratterizzata da ripetute fasi di accelerazioni e periodi di corsa ad alta intensità, alternati a periodi di intensità più bassa. E' chiaro quindi come queste abilità atletiche siano determinanti durante la competizione³⁴. Dal nostro studio risulta tuttavia che la capacità di compiere attività al di sopra delle soglie di alta intensità di V, ACC e DEC non venga espressa come determinante della competizione, almeno in maniera non significativa. In effetti solo il campionato francese esprime in maniera positiva l'attività sopra soglia di alta intensità nei parametri prima citati per il 6% D SHI (soglia velocità), 7% D ACC HI (soglia di accelerazione), 8% D DEC HI (soglia di decelerazione), mentre gli altri campionati tranne quello inglese che lavora sopra soglia di V per il 4% e in ACC per il 10% e quello italiano che compie un attività sopra soglia in DEC pari al 3%, non manifestano un lavoro sopra soglia se non in maniera negativa.

Per ciò che concerne la MP indice determinante in quanto permette di comprendere le richieste energetiche della competizione, la distribuzione del lavoro durante il gioco e le richieste energetiche da riprodurre in allenamento³⁵, risulta essere performativo, quindi al di sopra della soglia presente in letteratura³⁶, soltanto nel campionato francese per il 5% mentre negli altri campionati non è espressa attività di potenza metabolica considerabile positiva in relazione al livello delle prestazioni d'élite analizzate.

Nella seconda fase che ha avuto come oggetto in un primo momento la correlazione tra le squadre vincenti e perdenti in ogni campionato si evince come le squadre vincenti non sempre lavorano sopra le soglie di alta intensità prese in considerazione, affermando il contrario di quello che la letteratura

³⁴ Black G.M., Gabbet T.J., Maughton G.A., Mclean B.D., "The effect of intensive exercise periods on physical and technical performance during elite Australian football match-play: a comparison of experienced and less experienced players", Journal of Science and Medicine in Sport, XXX, 2015.

³⁵ Guadino P., Alberti G., Iaia F.M., Gregson W., Strudwick A.J., "Systematic Bias between running speed and metabolic power data elite soccer players: influence of Drill Type", International Journal of Sports Medicine, October, 2013.

³⁶ Bernardini R., Osgnach C., Poser S., Rinaldo R., Di Prampero P.E., "Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach", Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 42, No. 1, pag. 173, 2010.

sostiene³⁷ ossia che le sole attività di alta intensità non sono determinanti essenziali nel raggiungimento dell'obiettivo finale.

Correlazione SQ.Vicenti e Perdenti Stesso Campionato	
FRA	Correlazione Equilibrata ; lavorano in soglia.
TED	Correlazione Negativa ; non lavorano sopra soglia.
ING	Correlazione Positiva ; lavorano sopra soglia
ITA	Correlazione Negativa ; non lavorano sopra soglia.
SPA	Correlazione Positiva ; lavorano sopra soglia

Tabella 12: correlazione squadre vincenti e perdenti in ogni campionato.

La tabella sovrastante (tab.12) descrive di fatto come le squadre vincenti prese in esame non compiono sempre attività di alta intensità maggiore rispetto alle squadre perdenti; il confronto effettuato è stato definito nel campionato francese equilibrato (ossia l'attività di alta intensità è paritetica sia nelle squadre vincenti sia in quelle perdenti), nei campionati tedesco e italiano negativo (la squadre vincenti lavorano sotto soglia rispetto alle perdenti), nei campionati inglese e spagnolo positivo (le squadre vincenti lavorano sopra soglia rispetto alle perdenti). Ciò conferma che il raggiungimento dell'obiettivo sportivo, in questo caso la vittoria della competizione, non sia direttamente dipendente soltanto dalla capacità di compiere attività di alta intensità e sostiene anche la mancanza di allenamenti specifici mirati a promuovere lo sviluppo di tali capacità.

Un indagine più specifica diretta all'analisi delle sole squadre vincenti e delle sole squadre perdenti in tutti campionati ha mostrato una differenza non determinante in alta intensità.

Nella tabella e grafico sottostanti (tab.13 e graf.52) viene evidenziato come l'attività di alta intensità sia maggiore nei parametri di D ACC HI e D DEC HI

³⁷ Dalen T., Ingebrigtsen J., Hjelde G.H., Wisloff U., "Player load., acceleration and deceleration during 45 competitive matches of elite soccer", Journal of Strength and Conditioning Research, 30(2): 351-9, 2016.

nelle squadre vincenti rispetto alle perdenti in maniera non significativa (5-6%).

MEDIA	SQ.VICENTI		SQ.PERDENTI	
D	10762	101%	10723	100%
Drel	115	101%	115	101%
D-SHI	1797	100%	1789	100%
D-ACC HI	658	102%	620	97%
D-DEC HI	636	102%	609	98%
D-MP HI	2793	101%	2770	100%
AMP	11	101%	11	100%

tabella 13: valutazione delle sole squadre vincenti e delle sole squadre perdenti in tutti i campionati.

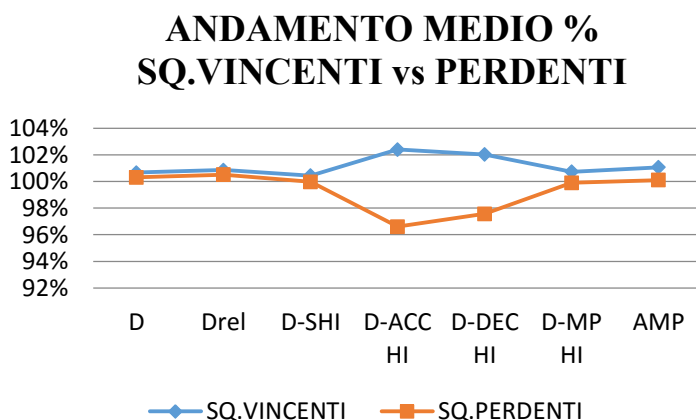


Grafico 54: andamento dell'attività di alta intensità nelle squadre vincenti e perdenti.

La differenza non sostanziale non esprime un indice realmente negativo, in quanto negli sport di situazione come il calcio, le azioni decisive si svolgono maggiormente in alta intensità ed essere performativi anche solo per 5-6% in più, può essere decisivo durante la competizione.

Nella terza ed ultima fase che si è incentrata sull'importanza della potenza metabolica come parametro caratterizzante la prestazione sportiva calcistica,³⁸ si evince che solo il campionato francese è in grado di esprimere una capacità

³⁸ Osgnach C., Di Prampero P.E., et al., "Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer: A New Match Analysis Approach", Med. Sci. Sports Exerc., 42(1). 170-178, 2010.

prestativa positiva per il 5%, mentre gli altri campionati non svolgono attività di alta intensità sopra la soglia della MP in modo importante, sostenendo anche in questo caso che tale determinante di competizione non viene sollecitata in modo performativo, soprattutto dal campionato spagnolo -7%.

Risulta necessario quindi riconsiderare una programmazione di allenamento incentrata sul miglioramento di tale aspetto, in relazione al raggiungimento del successo sportivo, ovviamente non tralasciando l'importanza di una efficace preparazione tecnico-tattico, sia individuale che di squadra, di fondamentale importanza nella pianificazione della competizione.

	FRA	GER	ING	ITA	SPA	MEDIA EU
D-MP HI	2906m	2809m	2783m	2775m	2590m	2772m
D-MP HI %	5%	1%	1%	0%	-7%	

Tabella 14: andamento della MP sopra soglia di alta intensità nei campionati presi in considerazione.

Secondo aspetto che ha caratterizzato la valutazione della MP è stato quello della sua reale validità performativa.

E' acclarato come il calcolo di tale caratteristica atletica sia stato determinante e innovativo nella valutazione della prestazione calcistica rispetto agli studi precedenti che hanno impiegato analisi tradizionali incentrate particolarmente sulla sola distanza totale percorsa³⁹, è indubbia anche la sua importanza nello stimare per la prima volta un carico interno derivante da un analisi di parametri prettamente del carico esterno come velocità e fasi accelerative di corsa⁴⁰, ma non è altrettanto chiaro come atleti con differenti caratteristiche fisiche ed atletiche possano sviluppare il medesimo dispendio energetico.

Tale supposizione è stato il fattore stimolante che ci ha portato a cercare di valutare in maniera più critica la potenza metabolica.

³⁹ Guadino P., Alberti G., Iaia F.M., "Estimated metabolic and mechanical demand during different small side games in elite soccer players", Human Movement Science 36, pp 123-133, 2014.

⁴⁰ Di Prampero P.E., Botter A., Osgnach C., "The energy cost of sprint running and metabolic power in setting performance", European Journal of Applied Physiology, vol.115, issue 3, pp 451-469, March 2015.

Dai risultati delle valutazioni preliminari effettuate tramite metabolimetro K4 b2 (carico interno) su giocatori di serie A e di 1° categoria relazionati alle rilevazioni effettuate tramite GPS (carico esterno) riguardanti la potenza metabolica, risulta come le curve relative all'andamento di tale indice atletico (linea blu GPS, linea rossa K4), palesino una netta incongruenza (grafici 55 e 56).

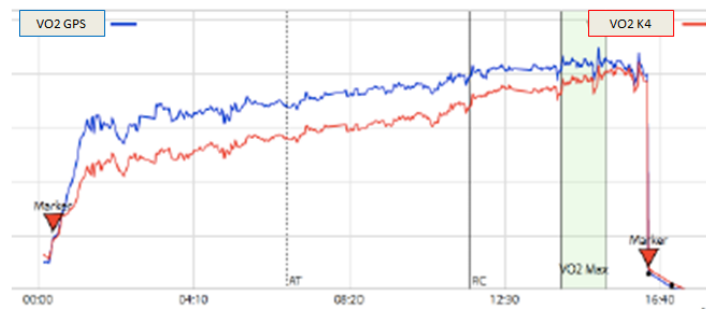
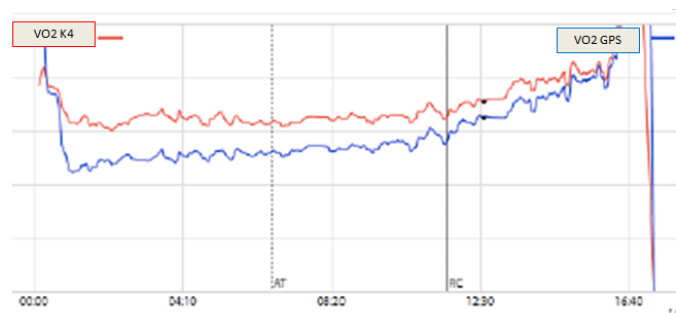


Grafico 55: esempio di rilevazione effettuata tramite GPS linea blu e tramite K4 linea rossa di un atleta di serie A.



Grafici 56: esempio della rilevazione della potenza metabolica effettuata tramite GPS linea blu e K4 linea rossa di un atleta 1° categoria.

Grazie a tali valutazioni è possibile visionare realmente la quantità di energia spesa da ogni giocatore in relazione allo sforzo fisico effettuato, riuscendo a calibrare l'efficacia della qualità performativa dell'atleta. Ad esempio nel grafico 55 (giocatore di serie A) la curva blu data dal GPS è più in alto rispetto a quella rossa data dal K4; ciò significa che il giocatore preso in esame effettua uno sforzo fisico elevato con un basso dispendio energetico, mentre nel grafico 56 (giocatore 1° categoria) la curva rossa è più in alto di quella blu, affermando che il giocatore consuma un quantitativo di ossigeno maggiore rispetto a quello che dovrebbe consumare.

Per poter stimare realmente la potenza metabolica quindi si potrebbe ipotizzare di calcolare l'effettivo costo della corsa di ogni singolo giocatore in modo che al valore della curva blu rilevata tramite GPS (Di Prampero) si possa moltiplicare una costante, derivata dalle analisi effettuate tramite K4 di riferimento, e riuscire a fare in modo che le due curve combacino.

5.2 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Partendo dalle considerazioni emerse a seguito dei risultati del nostro progetto di ricerca, incentrato in particolar modo sulla valutazione della distanza percorsa sopra specifiche soglie di alta intensità⁴¹ di V, ACC, DEC, dedicando particolare attenzione al volume di attività espresso a livello metabolico (MP), ci sembra opportuno sottolineare come tali variabili prestative nel calcio, siano di fondamentale importanza, in quanto come attestato dalla letteratura dedicata caratterizzano la prestazione⁴² e come non vengono espresse in maniera efficiente, ossia in una misura che possa realmente fare la differenza a livello prestativo.

È pur vero che sono stati considerati i cinque campionati più prestigiosi a livello europeo (campionato francese, tedesco, inglese, italiano, spagnolo) quindi ovviamente era prevedibile non trovare un dislivello prestativo elevato fra di essi, ma non era altrettanto scontato come i risultati ottenuti ci indichino che solo il campionato francese, tra i cinque indagati, presenti un'attività di alta intensità sufficientemente positiva (D SHI 6%, D ACC HI 7%, D DEC HI 8%, D MP HI 5%), il che sta a significare che se non allenata e sostenuta da una buona preparazione tecnico-tattica, non potrà essere predittiva di successo.

Un efficace comportamento competitivo presuppone un'ottima disposizione tattica da parte del giocatore; ma un costrutto tattico si realizza solo se sussistono basi tecniche adeguate che dipendono necessariamente da una specifica preparazione fisica indirizzata allo sport dedicato.

Siccome il calcio risulta essere caratterizzato da attività aerobica che potremo definire “di base” per il 70%, ritmata da fasi di attività anaerobiche intense per

⁴¹ Di Prampero P.E., Better A., Osgnach C., “The energy cost of sprint running and the role of metabolic power in setting top performances”, *European Journal of Applied Physiology*, vol. 115, issue 3, pp. 451-469, March 2015.

⁴² Dalen T., Ingebrigtsen J., Hjelde G.H., Wisloff U., “Player load., acceleration and deceleration during 45 competitive matches of elite soccer”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2): 351-9, 2016.

il 30%⁴³, che potremo definire “determinanti”, risulta necessario un allenamento indirizzato verso tale caratteristica.

È chiaro che l’obiettivo non è quello di sviluppare una capacità di resistenza (qualità che permette di minimizzare gli effetti dell’affaticamento) fino al massimo livello, ma una resistenza diretta alle esigenze specifiche del calcio (mantenimento di una velocità costante per tutta la durata della competizione) inscindibilmente legata ad una grande potenzialità anaerobica come base di una buona capacità di “scatto”.

Riteniamo quindi opportuno affermare l’importanza durante allenamento di esercitazioni che riproducano situazioni di gioco con palla e che aumentano la capacità di lavorare sopra le soglie di alta intensità, come ad esempio gli small side games (SSG) nei quali principalmente si riducono le dimensioni del campo, il numero dei giocatori, introducendo regole specifiche per il raggiungimento degli obiettivi. Gli SSG più inerenti al miglioramento della qualità in alta intensità sono:

- 3v3
- 4v4
- 5v5
- 6v6

in quanto si svolgono su delle ridotte misure del campo, che comportano un aumento d’intensità, miglioramento capacità tecnico-tattiche, promuovendo un lavoro di 1v1. Sono stati eseguiti numerosi studi che vanno a verificare se il lavoro con palla può raggiungere le stesse intensità ed avere gli stessi effetti del lavoro a secco su distanze medio-corte e lunghe; Reilly & White (2004) hanno dimostrato che 6 settimane di allenamento in cui si proponeva due volte a settimana un 5vs5 di 4 minuti ripetuto per 6 volte, ha lo stesso effetto allenante nell’eseguire in sei settimane, per due volte a settimana, 4 minuti di corsa ad una frequenza cardiaca del 85%-90% della massimale.

⁴³ Osgnach C., Poser S., Bernardini R., Rinaldo R., Di Prampero P.E., “Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer: A New Match Analysis Approach”, Med. Sci. Sports Exercise., 42(1), 170-8, 2010.

Importante che ad ogni lavoro di alta intensità, venga associato un periodo idoneo di recupero, in modo da non andare in contro ad affaticamento (overtraining), mantenendo produttiva l'esercitazione.

Oltre ad allenamenti che riproducono situazioni di gioco (SSG), è altrettanto fondamentale proporre esercitazioni mirate esclusivamente al miglioramento delle performance in alta intensità e al mantenimento di un'attività di media intensità (aerobica) che ha lo scopo di:

- Migliorare le capacità di mantenere un ritmo di lavoro elevato e buone prestazioni tecniche per tutti i 90 minuti;
- Migliorare le capacità di recuperare rapidamente dopo un periodo svolto ad alta intensità.

Quindi si può proporre di allenare media ed alta intensità con:

- ripetute lunghe: sviluppo della potenza anaerobica e resistenza alla velocità;
- ripetute brevi: sviluppo della potenza anaerobica e resistenza alla velocità; incremento della capacità di recupero;
- prove intervallate: sviluppo della resistenza muscolare locale, esecuzione di stimoli speciali di potenza aerobica ed anaerobica;

L'allenamento ad intervalli prevede attività di tipo intermittenti, caratterizzate da periodi d'intenso lavoro fisico e fasi di recupero attivo. La corsa intervallata con la palla dovrà essere svolta simulando i gesti tecnici che si svolgono durante la partita, mantenendo un ritmo di corsa che permetta un controllo ottimale del pallone.

La durata delle esercitazioni di corsa intervallata può variare da 4 a 5 minuti cadauna. L'intensità varia da lento a veloce e viceversa e le pause tra una ripetizione e l'altra durano circa 4 minuti.

- corsa in salita: sviluppo della forza resistente, incremento della forza esplosiva e della potenza meccanica, allenamento delle componenti aerobiche centrali.

La corsa in salita evita i microtraumi dovuti al contatto con il terreno, essa rappresenta una metodica che permette di sviluppare la forza in accelerazione se attuata in salite brevi, massimo 20m. diversamente la corsa attuata a lunghe distanze risulta utile per incrementare la resistenza organica generale.

- balzi e multi balzi;

Le esercitazioni dei balzi dovranno essere utilizzate quando s'intende migliorare la tecnica di corsa in fase di accelerazione e decelerazione, quando l'atleta non è in grado di compiere spinte efficaci con gli arti inferiori, o se si vuole intervenire sull'ampiezza, cambi di direzione e frequenza del passo durante la corsa.

E' utile evidenziare quindi l'importanza di un allenamento adeguato che oltre a rappresentare il punto focale dell'apprendimento, come affermato da Northpoth, deve tener conto primariamente dei bisogni prestativi dell'atleta in condizioni di gara mirando al miglioramento delle capacità che consentano al calciatore di affrontare con il massimo rendimento possibile il momento agonistico.

Si può affermare che i mezzi allenanti che ricalcano in misura maggiore le caratteristiche dello sport considerato (cioè presentano una maggiore aderenza al modello funzionale sport specifico) si possono classificare come mezzi specifici. Quelli che invece hanno un indirizzo allenante prevalente su una o poche qualità del calciatore (come può essere la potenza muscolare) possono essere considerati mezzi generali.

Il solo allenamento generale, come ad esempio allenare la potenza muscolare a livello massimale, senza lavorare su cambi di direzione con caratteristiche

simili a quelle che si presentano durante le competizioni, non permetterà il raggiungimento del massimo rendimento dell'atleta. Allo stesso modo lavorare solo ed esclusivamente tramite allenamento specifico si limita in parte lo sviluppo delle potenzialità del calciatore, ad esempio se si usassero solamente minipartite per allenare la performance atletica, si andrebbe a limitare sia il potenziale neuromuscolare (come la qualità e capacità di cambiare direzione) sia la massima potenza aerobica esprimibile.

Quindi è fondamentale che si instauri un equilibrio tra un allenamento specifico e generale, tenendo conto delle fasi di allenamento, con gli obiettivi di:

- migliorare le prestazioni calcistiche in attività di gioco intense, come accelerazioni, scatti, contrasti e tiri;
- migliorare le capacità di svolgere attività prolungate ad alta intensità durante il gioco;
- aumentare la possibilità di svolgere frequentemente azioni ad alta intensità nel corso della partita.

Per tali motivazioni il concetto tradizionale di allenamento calcistico deve essere esteso anche a tutti quei fattori che influenzano la prestazione del giocatore e che contemporaneamente incrementano lo sviluppo della prestazione.

5.3 PROSPETTIVE FUTURE

In previsione di studi futuri inerenti a quanto trattato, potrebbe essere determinante riuscire a definire un modello prestativo calcistico europeo, relazionato ad esempio anche al ruolo ricoperto in campo e ad uno specifico schema di gioco.

Inoltre dallo studio preliminare effettuato tramite sistema K4b2, ci sembra opportuna, se non necessaria, una revisione o meglio ricalibrazione della MP.

Ciò che ci proponiamo tramite una valutazione ed analisi in corso, è il calcolo di una nuova costante (CME= costo metabolico effettivo) derivante dai risultati delle varie esercitazioni analizzate e da analizzare, che in relazione alla MP di Di Prampero (rilevata tramite GPS), ci indichi il reale dispendio energetico (CME) delle attività svolte durante campionato. In tal modo sarà possibile, per la prima volta, creare un nuovo indice standard rappresentativo della correlazione tra carico interno ed esterno; formula che poi potrà essere applicata ad una molteplicità di discipline sportive (dal calcio, al basket, rugby, ciclismo, atletica, ecc).

La creazione di un novo modello prestativo calcistico, basato anche sulla correlazione tra carico interno ed esterno, poiché il calcio è indiscutibilmente inscindibile dal contesto culturale, politico e socio-economico, è certamente importante durante i periodi dedicati al “buying and selling” dei giocatori.

In ambito manageriale ogni club deve ragionare in funzione non solo degli obiettivi da raggiungere, ma anche in che modo raggiungerli, dovendo riflettere sia in funzione di investimenti futuribili che garantiscono il successo, sia in funzione dei profitti che ne possono trarre.

Avere la possibilità quindi di conoscere un calciatore a 360° (livello atletico, tecnico e tattico) sicuramente sarà di fondamentale importanza nel momento di scelta ed acquisto di un giocatore piuttosto che di un altro e nel momento di creazione di una squadra performativa.

BIBLIOGRAFIA

1. Akenhead R., Hayes P.R., Thompson K.G., French D., “Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play”, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2012.
2. Alberti G., Fiorenza M., Borges T.O., Coutts A.J., “ Accuracy of GPS Devices for measuring high-intensity running in field-based team sports”, *International Journal of Sport Medicine*, 2014.
3. Almeida C. H., Ferreira A. P., Volossovitch A., “Effects of Match Location, Match Status and Quality of Opposition on Regaining Possession in UEFA Champions League”, *Journal of Human Kinetics* vol. 41, 203-214, 2014.
4. Appleby B., Dowson B., “Video Analysis of Selected Game Activities in Australian Rules of Football”. *J. Sci. Med. Sport*, 42(1): 123-136, 2002.
5. Arcelli E., Borino U., “Calcio l’allenamento Atletico giocando con il Pallone”, *Editoriale Sport Italia*, 2010.
6. Bangsbo J., “La preparazione fisico-atletica del calciatore: allenamento aerobico e anaerobico nel calcio”, *Calzetti Mriucci Editore*, 2006.
7. Bangsbo J., “The Physiology of soccer- With Special Reference Exercise”. *Acta Phisicologica Scandinavica*, 1994.
8. Bangsbo J.,”Fitness Training in Football a Scientific Approach”, *Bagsvaerd: HO+ Storm*, 15(4):420-425,1994.
9. Barnes C., Archer D. T., Hogg B., Bush M., Bradley P. S., “The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League”, *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100,2014.
10. Barreira D., Garganta J., Anguera T., “In search of nexus between attacking game-patterns, match status and type of ball recovery in European Soccer Championship 2008”, *Research Methods and*

- Performance Analysis, Publisher: University of West Hungary, 226-237, 2011.
11. Bernardini R., Osgnach C., Poser S., Rinaldo R., Di Prampero P.E., “Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach”; *Med. Sci. Sports Exerc*, Vol. 42, No. 1, pp. 170-178, 2010.
 12. Bloomfield J. et. al., “Turning movements performed during FA premier league soccer matches”; *Sports Sci. Med*, 6 (S10), 9-10, 2007.
 13. Caley M., “The Bundesliga is the most exciting league in the world” *SBnation.com*, 2014.
 14. Capanna R., *Teoria e Metodologia dell’azione motoria. L’allenatore Bimestrale A.I.A.C*, n. 6, 2002.
 15. Carling C., Nelson L.J., Bradley P.S., “Comment on performance analysis in football: A critical review and implications for future research”, *Journal of Sport Science*, 32:1, 2-7, 2014.
 16. Carling et. al., “The role of motion analysis in elite soccer”; *Sport Med*, 38(10):841, 2008.
 17. Castagna C., Locastro L., D’Ottavio., “Intensità di gioco nelle leghe europee”, *Articolo, Settore Tecnico FIGC, Notiziario 4/2015*, 45-48, 2015.
 18. Castagna C., “Activity Profile of Young Soccer Players During Actual Match”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (4):629-831, 2003.
 19. Castellano J., Pastor D.A., Bradley D.S., “ Evaluation of research using computerized tracking system (Amisco and Prozone) to analyse Physical Performance in elite soccer: A systematic review”, *Sport Medicine*, 44:701, 2014.
 20. Ciuffarella A., Russo L., Masedu F., Valenti M, Izzo R., De Angelis M., “Notational Analysis of the Volleyball Serve”, *Timișoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, no.16, vol.6, Timisoara, Romania, 2013.

21. Clemente F. M., “Study of successful soccer teams on FIFA World Cup 2010”, *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 3(3), 90-103, 2012.
22. Collet C., “The possession game? A comparative analysis of ball retention and team success in European and International football 2007-2010”, *Journal of Sports Sciences*, 31(2),123-36, 2013.
23. D’Ottavio S., Tranquilli C., “ La prestazione del giocatore di calcio”, *sds- Scuola dello Sport*, Gennaio- Marzo n.24, 1992.
24. D’Urbano G., “Ma guarda il Siena”; Milano, Editoriale Tiziana Zordan, 2010;
25. Dalen T., Ingebrigtsen J., Hjelde G.H., Wisloff U., “Player load., acceleration and deceleration during 45 competitive matches of elite soccer”., *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2): 351-9, 2016.
26. De Mauro A., Grimaldi M., Grimaldi M.G., “What is big data? A consensual definition and a review of key research topics”, *AIP Conference Proceedings*, 97-104,2015.
27. Dellal A., Chamari K., Wong D.P., Ahmaidi S., Keller D., Barros R., et al., “Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga”, *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59, 2011.
28. Di Prampero P.E, Fusi S., Sepulcri L., Morin J.B, Belli A., Antonutto G., “Sprint running: a new energetic approach”, *J Exp Biol*, 208 (Pt 14):2809–16, 2005.
29. Di Salvo V. et al., “Analysis of High Intensity Activity”. *Int J Sports Med*, 30: 205 – 212, 2009.
30. Drust B., Atkinson G., Reilly T., “Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer”, *Sports Med*, 37 : 783 – 805, 2007.
31. Figueroa, P.J., Leite, N.J. and Barros, R.M.L., “Background recovering in outdoor image sequences: An example of soccer players segmentation”, *Image and Vision Computing* 24(4), 363-374, 2006.

32. Gao W., Huang T., Jiang S., Ye Q., “A new method to segment playfield and its applications in match analysis in sports video”; New York, Usa, ACM pag. 294.,2004.
33. Gaudino P., Iaia F.M., Alberti G., Gregson W., Strudwick A.J., “ Systematic bias between running speed and metabolic power data in elite soccer players: influence of drill type”, International Journal of Sports Medicine, 2013.
34. Gonzalez-Rodenas J., Lopez-Bondia I., Calabuig F., James N., Aranda R., “Association between playing tactics and creating scoring opportunities in elite football. A case study in Spanish Football National Team”, Journal of Human Sport and Exercise, ISSN 1988-5202, 2015.
35. Grant A., Reilly T., Williams M., Borrie A., “Analysis of the goals scored in the 1998 World Cup”, Insight FA Coaches vol. 2, 17-20, 1998.
36. Guadino P., Alberti G.,” estimated metabolic and mechanical demands during different small side games in elite soccer players”, human movement science, 2014.
37. Hennig, E. and Briehle, R., “Game analysis by GPS satellite tracking of soccer players”, XI Congress of the Canadian Society for Biomechanics, Montreal-Canada, Book of Abstract, 2000.
38. Holzer, C., Hartmann, U., Beetz, M. and von der Grun, T., “ Match Analysis by Transmitter Position Measurement”, V World Congress of Science and Football, Lisbon-Portugal, Book of Abstract, 2003.
39. Horn R., Williams M., Ensum J., “Attacking in central areas: A preliminary analysis of attacking play in the 2001/2002 FA Premiership season”, Journal of Sports Science and Medicine vol. 9, Insight 3, 31-34, 2002.
40. Housler J., Halaki M., Orr R., “ Application of Global Position System and microsensor technology in competitive rugby league match-play: A systematic review and meta-analysis”, Sport Medicine, 2015.

41. Iaia M. F., Rampinini E., Bangsbo J., “High-Intensity Training in Football”, *International Journal of Sports Physiology and Performance, Human Kinetics*, 4, 291-306, 2009.
42. Iwase, S. and Saito, H., “Parallel tracking of all soccer players by integrating detected positions in multiple view”, *images Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition (ICPR) 23-26, Cambridge-UK, IV. 751 – 754, 2004.*
43. Izzo R., “Performance Analysis negli sport di squadra”, dispensa a cura di centro copie Urbino, 2010.
44. Izzo R., Morello Zenatello V., “The study of acceleration capacity decrease in repeated 30 mt sprints”, *International Journal of Physical Education, Sport and Health*, Vol.3, Issue 1, IF 4.69, Tirupati J. Serv. Rohini, New Delhi, India; Jan. 2016. ISSN (online) 2394-1693, ISSN (Print) 2394-1685.
45. Izzo R., Carrozzo M., “Analysis of significance of physical parameters in football through GPS detection in a comparison with amateur athlete”, *International Journal of Physical Education, Sport and Health*, Vol.2, Issue 2, IF 4.69, Tirupati J. Serv. Rohini, New Delhi, India; Nov./Dec. 2015. ISSN (online) 2394-1693, ISSN (Print) 2394-1685.
46. Izzo R., Lo Castro L., “The study of acceleration and deceleration capacity decrease in repeated sprints in soccer”, *International Journal of Physical Education, Sport and Health*, Vol.2, Issue 2, IF 4.69, Tirupati J. Serv. Rohini, New Delhi, India; Nov./Dec. 2015. ISSN (online) 2394-1693, ISSN (Print) 2394-1685.
47. Izzo R., Sopranzetti S., “Speed, acceleration, deceleration and metabolic power in the work to roles for a workout more targeted in elite football”, *International Journal of Physical Education, Sport and Health*, Vol.2, Issue 2, Tirupati J. Serv. Rohini, New Delhi, India, ISSN (online) 2394-1693, ISSN (Print) 2394-1685, 2016.

48. Jones, Rhys M., et al., "Relationship between Repeated sprint ability and aerobic capacity in professional soccer players", *The Scientific World Journal*, 2013: 1-5
49. Keiner M., Sander A., Wirth K., Schmidtbleicher D., "Long-term strength training effects on change-of-direction sprint performance", *J. Strength Cond. Res.*, 28(1):223-31, 2014.
50. Kempe M., Vogelbein M., Memmert D., Nopp S., "Possession vs Direct Play: Evaluating Tactical Behavior in Elite Soccer", *International Journal of Sports Science* 4(6A), 35-41, 2014.
51. Lago-Peñas C., "The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football", *Journal of Sports Science* 27(13), 1463-9, 2009.
52. Lago-Peñas C., "The Role of Situational Variables in Analysing Physical Performance in Soccer", *Journal of Human Kinetics* vol. 35.
53. Lago-Peñas C., Lago-Ballesteros J., Rey E., "Differences in performance indicators between winning and losing teams in the UEFA Champions League", *Journal of Human Kinetics* vol. 27, 2011.
54. Liebermann D., Katz G., Hughes L., Bartlett M.D., et al. "Advances in the application of information technology to sport performance", *Journal of Sports Sciences*, 755-769, 2010.
55. Liebermann D., Katz G., Hughes L., Bartlett M.D., et al. "Advances in the application of information technology to sport performance", *Journal of Sports Sciences*, 755-769., 2010.
56. Liu H., Gómez M., "Relationships between Match Performance Indicators and Match Outcome in 2014 Brazil FIFA World Cup", Conference Paper; Sport Department, Shenzhen University, China, 2014.
57. Ricardo M., Barros L., et al., "Analysis of the Distances Covered by First Division Brazilian Soccer Players Obtained with an Automatic Tracking Method", *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 233-242, 2007.

58. Madella A.. “Thaematic Progect Aehesis Report of the Third year”,
Published by the Institute of European Sport Development and Lisure
Studies/German Sport University Cologne, 2006.
59. Marcolini M., “Assist di Euclide, Goal di Voronoi”, K-Sport, Rivista-
Calcio 2000, n.3, Aprile 2011.
60. Marcolini M., “Le Bugie della verità: introduzione all’ingegneria del
calcio”, K-Sport, 1° Convegno Internazionale presso il Multieventi
sport Domus di Serravalle (RSM), 8 ottobre 2007.
61. Marcolini M., Il bologna del futuro, “K-Sport, Rivista-Calcio
2000”, n.5 Giugno 2011.
62. Marcolini M., “La Match Analysis: un nuovo approccio scientifico”;
Urbino, 5° Convegno sul calcio giovanile: “Prima del risultato”, 2010.
63. Marcolini M., “Il Calcio visto con gli occhi della Matematica”, K-Sport,
Rivista-Calcio 2000. n.1 Febbraio 2011.
64. Mitrotasios M., Armatas V., “Analysis of Goal Scoring Patterns in the
2012 European Football Championship”, The Sport Journal, Published
by the United States Sports Academy, 2014.
65. Mohr et al., “Match Performance of High-Standard Soccer Players with
Special Reference to Development of Fatigue”, Journal of Sports
Sciences 21(7), 519-28, 2003
66. Muzio M., Sport: Flow e prestazione eccellente. Dai modelli teorici
all’applicazione sul campo. Ed. Franco Angeli, 2004.
67. Ohashi, J., Miyagi, O., Nagahama, H., Ogushi, T. and Ohashi, K.
“Application of an Analysis System Evaluating Intermittent Activity
During a Soccer Match”. Proc. Science and Football IV, London and
New York, Routledge, 32-136, 2002.
68. Osgnach C., Di Prampero E.P., et al., “Energy Cost and Metabolic
Power in Elite Soccer: A New Match Analysis Approach”, Med. Sci.
Sports Exerc, 42 (1) 170–178, 2010.
69. Parisi F., Izzo R., Raiola G., “Video analysis and visual feedback to
learn volleyball”, International Scientific Conference, “Perspectives in

Physical Education and Sport, 13 Ed. Constanta, Romania, 24-25 May 2013.

70. Pollard R., "Charles Reep: Pioneer of National and Performance Analysis in Football", *Journal of Sports Sciences*, 20 (10): 853-855, 2002.
71. Rampinini E , Coutts AJ , Castagna C , Sassi R , Impellizzeri FM . "Variation in top level soccer match performance" . *Int J Sports Med* 2007 ; 28 : 1018 – 1024.
72. Rampinini E., Impellizzeri F., Castagna C., Couttsd A.J., Wisløff U., "Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level", *Journal of Science and Medicine in Sport* 12, 227-233, 2009.
73. Rawstorn J.C., Maddison R., Ali A., Foskett A., Gant N., " Rapid directional change degrades GPS distance measurement validity during intermittent intensity running", *Journal Plos*, 2014.
74. Rees G., James N., Hughes M., Taylor J., Vučković G., "The use of zone 14 as a strategic attacking area in the English Championship 2010/2011", *Research Methods and Performance Analysis*, Publisher: University of West Hungary, 2011.
75. Reilly T., Thomas V., "A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play", *J Hum Mov Stud*, 2 : 87 – 97, 1976.
76. Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E. and Martin A., "Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players", *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 40(2), 162-169, 2000.
77. Ruosi S., "La match analysis, un nuovo supporto per la metodologia dell'allenamento nel calcio"; *Tesi di abilitazione a preparatore atletico di calcio*, Coverciano (FI), Settore Tecnico FIGC, 2007.
78. Sacripanti A., "La Match Analysis, fondamenti scientifici e metodologici", *Scuola dello Sport*, parte 1-2; 72, 13-21 e 23-30, 2007.

79. Sacripanti A., “La match analysis, Generalità sulle tecnologie dei sistemi di rilevamento” SdS, No 72; pag. 15, 2000.
80. Sarmiento H., Rui M., Aguera M.T., Companico J., Matos N., Leitas J.C., “ Match-Analysis in football: A systematic Approach”, Journal of Sport Sciences, 32:20, 1831-1843, 2014.
81. Spencer M. , Bishop D. , Dawson Goodman C ., “Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities”, Sports Med, 35:1025 – 1044, 2005.
82. Stolen T., Chamari K., Castagna C., Wisloff U ., ”Physiology of soccer. An update”, Sports MeD, 35 : 501 – 536, 2005.
83. Strudwick T., Reilly T., “Work-rate profiles of elite Premier League Football players”, Insight: The F.A. Coaches Assoc J.,4 :28 – 29, 2001.
84. Tenga A., Holme I., Ronglan L.T., Bahr R., “Effect of playing tactics on goal scoring in Norwegian professional soccer”, Journal of Sports Sciences, 28(3), 237-244, 2010.
85. Toki S. and Sakurai S., “Quantitative match analysis of soccer games with two dimensional DLT procedures. XXth Congress of International Society of Biomechanics”, Cleveland-USA, 2005.
86. Varley M.C., Fairweather I.H., Aughey R.J., “ Validity and reability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration and costant motion”, Journal of Sport Science, 30:2, 121-127, 2012.
87. Vittori,C., “La pratica dell’allenamneto”, Atletica Studi, supplemento trimestrale, 2003.
88. Weineck J., “ la preparazione fisica ottimale del calciatore”, Calzetti Mariucci Editore, 1998.
89. Weston M., Castagna C., Impellizzeri F.M., Rampinini E., Abt G., “Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates”, J Sci Med Sport, 10:390 – 397, 2007.

90. Withers R.T., Maricic Z., Wasilewski S., “Match analyses of Australian professional soccer players”, *J Hum Mov Stud*, 8 : 159 – 176, 1982.
91. Woldron M., Twist C., Highton J., Worsfold P., Daniels M., “Movement and Physiological match demand of elite rugby league using portable global position system”, *Journal of Sport Science*, 2011.