

# Proposta di una Matrice Osservativa a supporto dell'identificazione e gestione di anomalie nella valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico

**Nicola Piumatti<sup>1</sup>, Margherita Micheletti Cremasco<sup>2</sup>, Marco Bechis<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Tecnico della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università degli Studi di Torino

<sup>3</sup>Auditor & Project Manager presso Intertek

*Mail:* nicola.piumatti@icloud.com

## RIASSUNTO

L'approccio allo studio parte dall'utilizzo di metodi noti e utilizzati nel mondo del lavoro per la valutazione e la quantificazione del rischio da sovraccarico biomeccanico, differenziati per tipologia di rischio e movimento, ma integra il processo di analisi delle criticità con altri strumenti impiegati in Ergonomia che tengono in considerazione ad esempio, aspetti di comportamento degli operatori, valutazioni ambientali e altri fattori che vengono esplorati e valutati mediante rilievi qualitativi.

Utilizzando più tecniche di rilevamento e analisi si intende affinare un approccio funzionale all'analisi di problematiche riguardanti il sovraccarico biomeccanico una situazione di lavoro complessa e diversificata come quella che caratterizza la realtà oggetto di studio, per proporre, testare e valutare l'uso di strumenti di valutazione integrati. Nelle situazioni di lavoro complesso i metodi quantitativi classici applicati per la valutazione di uno specifico rischio non riesco-

no spesso a tener conto della visione di insieme, più ampia e sistematica che caratterizza le relazioni fra i diversi elementi del sistema e i problemi che ne derivano. Si ritiene che la combinazione di metodi e strumenti sia qualitativi sia quantitativi per la valutazione di criticità (ognuna specifica per un certo problema di carattere biomeccanico, organizzativo, di relazione con l'ambiente, tecnico-strumentale e comportamentale) possa far emergere quadri più esaustivi delle problematiche e della loro origine portando a visioni e soluzioni innovative per il miglioramento delle condizioni di lavoro per aumentare salute, sicurezza e benessere nei luoghi di lavoro.

Si mira, dunque, a proporre, attraverso l'utilizzo della matrice osservativa qui proposta e testata, un processo valutativo con l'assunzione di una maggiore visione d'insieme, per produrre un modello replicabile anche in altri contesti, per verificarne l'efficacia e l'effettiva capacità di porre in evidenza quelle particolari criticità e relative soluzioni, che singoli metodi classici non riescono ad evidenziare.

The study approach starts from the use of known and used methods for the assessment and quantification of biomechanical overload risk, differentiated by type of risk and movement. This research integrates the criticality analysis process with other tools used in ergonomics which consider, for example, operator behaviour aspects, environmental assessments and other factors explored and evaluated through qualitative surveys.

Using several detection and analysis techniques, the aim is to refine a functional approach to the analysis of problems concerning biomechanical overload, a complex and diversified working situation, to propose, test and evaluate the use of integrated assessment tools.

In complex working situations the traditional quantitative methods used to assess a specific risk often fail to take account of the overall view, which is the most extensive and systematic feature of the relationship between the different elements of the sys-

tem and the problems arising therefrom. It is believed that the combination of both qualitative and quantitative methods and tools for the evaluation of criticality (each one specific to a certain biomechanical, organizational, environmental, technical-instrumental and behavioural problem) more comprehensive frameworks of the issues and their origin can emerge, leading to visions and innovative solutions for the improvement of working conditions to increase health, safety and well-being in the workplace.

The aim is, therefore, to propose, through the use of the observational matrix proposed and tested here, an evaluation process with the assumption of a greater overview, to produce a model that can also be replicated in other contexts, to verify the effectiveness and the effective ability to highlight those particular problems and related solutions, which individual classical methods fail to highlight.

### TAKE HOME MESSAGE

- Adottare uno strumento di valutazione comparativo, quale la matrice osservativa proposta, coniugando applicazione dei metodi e analisi qualitativa all'interno di una task analysis di scomposizione in compiti semplici evidenziando la presenza di errori e anomalie.
- Porre l'attenzione su elementi particolari che, il più delle volte, passano in secondo piano, o che talvolta vengono addirittura sottostimati, portando alla luce errori e anomalie, aspetti difficilmente discriminabili con altri metodi, studiando in maniera approfondita l'interazione uomo-sistema.
- Gestire la sicurezza nell'evenienza di errori comportamentali, tecnico-strutturali e organizzativi significa considerare tali mancanze non isolate dal sistema, ma ricercare, analizzare e rimuovere le condizioni e le cause, interne al sistema, in grado di ostacolare la corretta interazione tra tutte le componenti dell'ambiente di lavoro.

### INTRODUZIONE

#### Il problema

La valutazione dei rischi in un contesto di lavoro è un processo articolato che presupporrebbe la possibilità o la capacità di escludere la presenza di rischi a monte attraverso una buona progettazione, per poi procedere con verifiche nel tempo attraverso azioni di monitoraggio. Di fatto in molte realtà produttive il baricentro di questa operazione è ancora molto sbilanciato sulla fase di monitoraggio.

Riconoscere, all'interno di una azienda, a quali rischi sono esposti i lavoratori è uno degli obiettivi principali per cui sono stati proposti

già diversi strumenti finalizzati allo screening quali liste di controllo e linee guida per la pianificazione dell'intervento e la scelta delle misure più adatte<sup>1,2</sup>, ma tutti questi strumenti proposti sono finalizzati alla sola individuazione dei pericoli e alla scelta delle misure di valutazione e di sicurezza da adottare.

Un approccio più ampio è documentato dalla realizzazione dello strumento ERA (Ergonomic Risk Assessment) che nell'interpretazione di Duca e collaboratori<sup>3</sup> prevede una estesa osservazione del contesto di lavoro e analisi delle attività con un approccio ergonomico nelle fasi iniziali dell'intervento in azienda prima dell'individuazione dei rischi presenti e delle valutazioni opportune.

Il metodo osservativo può essere però applicato nelle fasi precoci di valutazioni anche per comprendere a fondo le dinamiche delle attività e l'interazione uomo-sistema compresi aspetti particolari di comportamenti individuali o dettagli ambientali che normalmente sfuggono agli strumenti più comunemente applicati restituendo uno scenario incompleto e non sempre rappresentativo. L'osservazione dello "stato di fatto" e la relativa applicazione di metodi quantitativi può comportare infatti l'inclusione o l'esclusione di errori determinanti nella definizione del livello di rischio. Lo studio dell'errore umano a livello cognitivo e le tecniche di rilevamento dei difetti tecnici di impianti e macchinari hanno conosciuto un ampio sviluppo nel corso degli ultimi anni, fornendo strumenti di diagnosi sofisticati il cui utilizzo è però quasi sempre limitato ai casi in cui siano state già identificate potenziali conseguenze disastrose da scongiurare. Anche in contesti più comuni e ordinari, come nell'esposizione a sovraccarico biomeccanico, la presenza di piccoli errori quotidiani, siano essi organizzativi, tecnici o umani, può comportare effetti anche gravi nel medio-lungo periodo. L'applicazione dei metodi di valutazione quantitativi, indispensabile e normata, necessita dunque di strumenti accessori, semplici ma puntuali per l'identificazione e l'approfondimento di tali errori, che non possono né essere trascurati ed esclusi dalla valutazione (in quanto eccezioni) né essere inclusi a pieno titolo nella definizione del rischio derivante dalle attività necessarie al processo produttivo.

#### Il contributo dell'Ergonomia

Negli ultimi anni è stata sempre più riconosciuta l'efficacia e l'importanza dell'applicazione dei principi ergonomici nei contesti di lavoro, anche a livello organizzativo. Il termine "Ergonomia" (dal greco "*Ergon*" = lavoro e "*Nomos*" = legge) identifica una disciplina applicata per l'adattamento e l'integrazione dell'ambiente di lavoro e dei metodi produttivi alle esigenze psico-fisiche dell'uomo<sup>4</sup>. L'intervento ergonomico si sviluppa in una prospettiva sistemica in quanto l'analisi di un sistema di lavoro avviene attraverso lo studio delle interazioni tra le parti che lo costituiscono, col fine di ottimizzare

tali interazioni migliorando le condizioni di lavoro e adattandole alle specifiche esigenze degli operatori, riconoscendone i limiti e potenziandone le capacità operative. Rispetto ad altri approcci, volti al mantenimento di salute e sicurezza, l'Ergonomia porta l'attenzione sull'uomo posto al centro del sistema e applicando metodi e strumenti di analisi anche di tipo osservazionale e qualitativo, volti a cogliere anche aspetti soggettivi e di percezione da parte del lavoratore stesso.

L'Ergonomia non si applica solo in fase di progettazione o di valutazione dell'esistente, ma si caratterizza soprattutto attraverso il monitoraggio continuo e l'adattamento, non casuale, a condizioni variabili, e al variare di situazioni, persone e attività.

Nelle realtà lavorative ci si trova, nella maggior parte dei casi, ad operare in scenari già esistenti, ciò implica che la valutazione del rischio non possa limitarsi all'applicazione di questo o quel metodo al fine di fornire un indice, un colore, una diagnosi insomma dello stato delle cose, ma deve saper osservare e dunque interpretare quali variabili (talvolta occulte) sono intervenute nel processo evolutivo dello scenario in oggetto, determinandone l'esito evidenziato. Non si tratta dunque soltanto di misurare e correggere, ma anche di individuare e comprendere cosa sfugga o possa sfuggire al controllo ed influire conseguentemente in modo più o meno rilevante sull'esito della valutazione<sup>4</sup>.

In questo senso, il metodo osservativo non si propone di intervenire direttamente sulle variabili coinvolte, dal momento che ha come obiettivo quello di indagare le relazioni realmente esistenti tra una o più variabili. Questo metodo riveste un ruolo importante nell'approccio ergonomico di valutazione dei rischi, anche perché non sempre in ambito lavorativo si verificano le condizioni per rispettare i vincoli posti in fase di progettazione.

Tenendo come riferimento la valutazione in fase operativa, essa non può che prendere atto dello stato delle cose, infatti le azioni correttive necessarie che ne derivano non potranno prescindere da una quantità di vincoli decisamente

maggior rispetto a quanti possano condizionare invece la fase progettuale.

Trovandosi di fronte a questa tipologia di scenario, appare necessario strutturare una iniziale fase di osservazione che, ponendo semplici interrogativi, permetta di individuare ed indagare correttamente ogni variabile che interviene nella situazione oggetto di valutazione.

Occorre, per esempio, domandarsi: chi fa cosa, dove svolge l'attività, in che modo e con quali sistemi, con che cosa la svolge, per quanto e in quanto tempo, quali elementi possono effettivamente essere trascurati e quali fattori rilevanti devono essere analizzati<sup>4</sup>.

Proprio al momento dell'osservazione diretta, prima di qualunque rilevazione, raccolta di dati, successiva elaborazione e applicazione di metodi di analisi, occorre chiedersi e verificare se effettivamente ciò che si sta osservando corrisponda realmente al compito affidato e previsto.

Una volta soddisfatta questa serie di interrogativi, si potrà proseguire con la valutazione, mentre, in caso contrario, occorre indagare ulteriormente le ipotetiche anomalie emerse. L'eventuale presenza di "errori o anomalie" può essere dovuta a diversi fattori, dal momento che la progettazione (ergonomica) di tempi e metodi per lo svolgimento di un'attività può anche risultare corretta e formalizzata in maniera ineccepibile sulla carta, ma ciò non assicura che nella realtà il compito venga eseguito allo stesso modo.

Esso potrà infatti subire alcune "variazioni", volontarie o meno, impercettibili o sostanziali, dovute alle modifiche delle postazioni, all'alternanza di lavoratori con caratteristiche differenti (altezza, destri/mani o mancini, età, ecc.), all'utilizzo di attrezzature e strumentazioni, tutti fattori che nella loro globalità talvolta inducono gli stessi operatori ad adottare soluzioni alternative di propria iniziativa, snaturando in questo modo il ciclo di lavoro inizialmente progettato<sup>4</sup>.

L'insieme di questi fenomeni non è imputabile a processi entropici e di incuria, riferibili a una cattiva gestione della linea o dell'azienda, ma si

tratta di eventi all'ordine del giorno che si verificano in qualunque realtà produttiva e sono spesso l'esito di iniziative prese da parte di attori interni al processo produttivo (errori di tipo comportamentale)<sup>4</sup>.

Nell'analisi delle componenti che possono determinare criticità in un contesto di lavoro, esistono poi fattori oggettivi, definiti anche (errori) tecnico-strumentali, quali insufficienze, inadeguatezze, difetti strutturali o progettuali, anomalie di funzionamento, guasti, usura, ecc. di macchine, impianti e strumenti di lavoro, di materiali, di parti di impianti, di protezioni relative a macchine e impianti, di mezzi di protezione individuali e collettivi.

A questi si aggiungono altri fattori oggettivi legati all'ambiente e/o alle condizioni in cui viene svolto il lavoro, per esempio in luoghi angusti o inadeguati, confinati o in cui gli operatori sono esposti alla eventuale presenza di altri fattori di rischio.

In altri casi, si verificano situazioni in cui gli operatori possono trovarsi in condizioni ambigue o impropriamente progettate che interferiscono nello svolgimento dell'attività, inducendoli ad eseguire l'azione diversamente rispetto a quanto era inizialmente pianificato (errori organizzativi)<sup>4</sup>.

L'utilizzo di un approccio ergonomico implica quindi la necessità di considerare, valutare e tenere conto dei limiti fisici, psicologici, tecnologici ed ambientali/organizzativi che hanno influenza diretta sul processo valutativo del sistema di lavoro, condizionandolo profondamente; risulta quindi di fondamentale importanza riuscire a distinguere l'origine del rischio, indagare attentamente la discrepanza tra ciò che è e ciò che dovrebbe essere, dal momento che in esso si trovano le informazioni necessarie a chi progetta al fine di garantire il più possibile la corretta esecuzione del compito, nonché gli elementi utili a costruire una maggiore consapevolezza nel lavoratore e negli attori coinvolti nella filiera.

La fase osservativa può richiedere pochi minuti o diverse giornate, a seconda della complessità del sistema o del livello di varietà di criticità

presenti, ma renderà al suo termine immediatamente evidenti quanto possa essere evitato, ripristinato nel breve termine, o oggetto di interventi più radicali.

L'applicazione dei metodi previsti per la valutazione del rischio potrà quindi riferirsi ad attività e modalità effettivamente necessarie e previste dal processo produttivo, al netto delle anomalie evidenziate, spesso risolvibili durante la valutazione dei rischi.

### **OBIETTIVO DELLO STUDIO**

L'obiettivo dello studio risiede nella definizione e proposta di adozione di uno strumento osservativo funzionale a supporto della raccolta di dati ed informazioni in una fase iniziale di valutazione di criticità in un contesto di lavoro complesso, che rappresenti un metodo da applicare a monte dei metodi classici di valutazione e quantificazione dei rischi, in particolare di tipo biomeccanico.

Il fine è quello di testare e promuovere uno strumento attraverso cui discriminare le anomalie in un contesto di attività aziendale complessa, al fine di gestirle in maniera puntuale, misurandone l'impatto sul rischio reale, correggerle e massimizzare la funzione, propria della valutazione dei rischi, di ridurre l'esposizione del lavoratore.

Troppo spesso il processo di analisi risente di dinamiche distorte che conducono a risultati altrettanto fuorvianti; la scelta di escludere dalla valutazione elementi ritenuti anomali conduce ovviamente a una sottostima del rischio reale, parimenti l'applicazione tout-court dei metodi includendo tali errori come quota intrinseca del processo osservato può restituire sovrastime del rischio non del tutto aderenti allo scenario operativo.

L'orientamento sull'oggetto di valutazione o sulla tipologia di rischio non dovrebbe essere a discrezione del valutatore, ma derivare da un opportuno approfondimento sulle determinanti di rischio che spesso sfuggono ai metodi quantitativi, e offrire concrete occasioni di implementazione e mitigazione.

Il processo di valutazione del rischio non può quindi prescindere, ad esempio, dalla gestione dell'errore e l'impiego di uno strumento razionale, come quello proposto, può preservare da pericolosi "errori di valutazione".

### **MATERIALI E METODI**

#### **Organizzazione della ricerca**

Lo studio ha preso come modello di riferimento una realtà aziendale contraddistinta da processi produttivi articolati, che danno origine a loro volta a scenari lavorativi complessi, da cui deriva la complessità di analisi e l'opportunità di un intervento ergonomico migliorativo delle condizioni di lavoro e attività.

È stato adottato, dunque, un approccio di tipo ergonomico strutturato in più fasi, con lo scopo di considerare sia gli aspetti quantitativi sia gli aspetti qualitativi nell'individuazione e nell'analisi delle problematiche che determinano il sovraccarico biomeccanico per lo svolgimento di alcune mansioni.

L'approccio di rilevamento e analisi è stato organizzato nelle seguenti fasi:

- Osservazione diretta del contesto ambientale e delle attività lavorative in corso di svolgimento, finalizzata alla raccolta di dati e informazioni dettagliate riguardanti non solo fattori comportamentali dei singoli operatori, ma anche tecnici, ambientali ed organizzativi ad impatto rilevante sulle condizioni e sullo svolgimento dell'attività lavorativa (Fase Osservativa)<sup>5</sup>;
- Individuazione di una mansione e reparto come rappresentativi delle complessità e delle problematiche di interesse sul quale intervenire con le valutazioni del rischio da sovraccarico biomeccanico; la scelta è stata fatta anche nell'ottica di portare lo studio di tale reparto come modello di riferimento e occasione di applicazione dell'approccio proposto di analisi integrata (Reparto Scelto);
- Scelta dei metodi per la valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico applicabili nel contesto oggetto di studio, diversificando in base alle problematiche individua-

te, tra quelli noti nella letteratura del settore applicati al lavoro (Scelta dei metodi di Valutazione);

- Analisi dei risultati ottenuti con i metodi di valutazione del rischio, stima dell'impatto e messa a confronto dei risultati con i fattori di criticità individuati attraverso la fase osservativa (Analisi dei risultati);
- Individuazione delle criticità attraverso l'approccio integrato e conseguentemente definizione di proposte di miglioramento da programmare insieme all'azienda.

Come riportato in letteratura scientifica, l'analisi ergonomica del lavoro deve essere messa in atto attraverso l'utilizzo di metodologie sistematiche e ripetibili, poste sempre in relazione ai singoli fattori ergonomici per le quali sono state previste.

È di fondamentale importanza quindi, riuscire a conoscere in maniera quanto più dettagliata possibile, sia in termini fisici sia cognitivi, ciò che il lavoratore deve percepire, pensare, decidere ed effettuare per svolgere il compito o la mansione affidata; per fare ciò è necessario che l'analisi ergonomica preveda un'accurata raccolta di informazioni relative alle diverse componenti del sistema, degli elementi e delle modalità di interazione.

In relazione alla realtà in cui si è collocati, attraverso l'osservazione diretta delle attività nel corso del loro svolgimento da parte degli operatori usuali, e la raccolta di informazioni, sarà successivamente possibile orientare le scelte di metodo e relativo oggetto di valutazione, nonché indirizzare l'attenzione all'analisi delle criticità verso gli aspetti fisici o cognitivi della performance lavorativa, alla strumentazione o all'organizzazione dell'attività stessa.

#### **Contesto ambientale e reparto analizzato**

lo studio è stato effettuato in occasione di un più ampio intervento richiesto dall'azienda a seguito di criticità legate alla salute dei lavoratori. La realtà aziendale oggetto di analisi opera

nel settore di costruzione di mezzi ed infrastrutture ferroviarie, ed è particolarmente contraddistinta da processi produttivi articolati, che danno origine a loro volta a scenari lavorativi complessi, da cui deriva la complessità di analisi e intervento ergonomico migliorativo delle condizioni di lavoro e attività.

È stato scelto come modello di riferimento dello studio il reparto Logistica dal momento che, oltre alla sua complessità, proprio in questo reparto sono stati rilevati gli errori più ricorrenti alla luce delle osservazioni messe in atto e delle informazioni raccolte durante la fase di osservazione. La logistica opera nell'intero stabilimento rifornendo tutti i workshop, reparti e linee dei diversi materiali e componenti necessari alla produzione. Gli addetti alla logistica hanno sia compiti di preparazione/allestimento di kit che implicano manipolazioni e movimentazioni manuali, sia allestimento e uso di carrelli elevatori e di traino, che implicano quindi anche operazioni di traino e spinta.

#### **Metodi applicati**

In relazione alla realtà in cui si è collocati, attraverso l'osservazione diretta delle attività nel corso del loro svolgimento da parte degli operatori usuali, e la raccolta di informazioni, sarà successivamente possibile orientare le scelte di metodo e relativo oggetto di valutazione, nonché indirizzare l'attenzione all'analisi delle criticità verso gli aspetti fisici o cognitivi della performance lavorativa, alla strumentazione o all'organizzazione dell'attività stessa.

#### **Analisi dei compiti**

Durante una prima fase, è stato utilizzato un metodo osservativo: è stata effettuata un'articolata Task Analysis (citazione...) attraverso cui si studiato il contesto aziendale e gli scenari operativi da cui è composto. Innanzitutto, è stata effettuata un'indagine volta ad analizzare le azioni e i processi cognitivi eseguiti dal lavoratore per raggiungere gli obiettivi prefissati per la sua specifica mansione o per il raggiungimento degli specifici obiettivi del sistema;

La descrizione dei compiti è finalizzata a:

- Individuare le singole azioni e ciò che comportano dal punto di vista del carico biomeccanico, differenziandole poi per le successive valutazioni e applicazioni dei metodi specifici più opportuni;
- Evidenziare i cosiddetti “errori-anomalie”: elementi che sfuggono al processo valutativo, ma che incidono in maniera rilevante sui risultati e sulle stesse condizioni di lavoro.
- Sono state inoltre ricavate informazioni caratterizzanti le modalità di esecuzione dei compiti nell’interazione con l’ambiente di lavoro, valutando le posture, i movimenti e altre componenti delle postazioni e dell’organizzazione. I dati relativi alle modalità di interazione ed esecuzione del compito, sono stati raccolti attraverso una osservazione condotta sul luogo di lavoro sia in maniera diretta sia remota.

#### La matrice osservativa

I lavoratori sono stati osservati sia per gran parte del turno lavorativo, sia tramite riprese video effettuate durante “i cicli lavorativi” nell’arco di più giornate.

Per la raccolta di dati e informazioni che caratterizza questa fase dell’analisi, è stata costruita una matrice osservativa, nella quale sono stati inseriti gli “errori-anomalie” riscontrati nel corso dell’osservazione, durante lo svolgimento delle operazioni. La matrice è stata costruita osservando il compito svolto dagli operatori e confrontandolo con l’esecuzione prevista, cioè stabilita secondo gli standard organizzativi; questo ha permesso di indagare le differenze che intercorrono tra ciò che viene messo in atto e ciò che in realtà dovrebbe essere.

Nel corso delle osservazioni sono stati registrati nella matrice gli errori e le anomalie riferendole alle specifiche azioni, operazioni e fasi della lavorazione, indicando nella apposita cella della griglia sintesi degli elementi emersi dai sopralluoghi, dai filmati, dalle interviste ai lavoratori.

Attraverso questa metodologia è stato possibile individuare gli errori e le anomalie presenti e

poterle distinguere quindi, a seconda della loro natura, codificandoli come:

**Errore Comportamentale:** inteso come “fallimento” imputabile esclusivamente all’operatore, derivante da un’azione svolta o non svolta dallo stesso.

L’Errore comportamentale è inteso anche, in senso più ampio, come:

- mancata percezione e/o riconoscimento della situazione di pericolo;
- riconoscimento del pericolo, ma fallimento nelle scelte decisionali da parte dell’operatore;
- scelte decisionali corrette, ma fallimento nell’operatività conseguente.

Si tratta di un errore associato alle prestazioni degli operatori in prima linea e i cui effetti e manifestazioni sono subito evidenti<sup>6</sup>.

**Errore Tecnico-strumentale:** inteso come anomalia imputabile alle caratteristiche costruttive e di funzionamento dell’attrezzatura utilizzata dall’operatore durante l’attività, difetti causati da malfunzionamenti della strumentazione adottata, guasti, mancate manutenzioni o semplice usura degli stessi, utilizzo di uno utensile non adatto alla tipologia di compito da svolgersi.

**Errore Organizzativo:** inteso come errore che si presenta in attività non prossime, in termini di tempo e di spazio, al luogo in cui si svolge l’operazione. Ne sono un esempio le attività progettuali e organizzative, i cui effetti e manifestazioni diventano evidenti solo quando si combinano con altri fattori. Si tratta dunque di una situazione che talvolta predispone all’errore indipendentemente dalla persona che realizza uno specifico compito, che commette una violazione, un errore, o prende una decisione sbagliata<sup>7</sup>.

#### Metodi per la valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico

Per l’analisi delle varie tipologie di problematiche da sovraccarico biomeccanico si sono scelti i metodi più frequentemente utilizzati nel nostro

territorio e riconosciuti a livello nazionale e internazionale per la valutazione del rischio differenziati per tipologia di rischio.

Seguendo le indicazioni delle norme ISO 11228/1,2,3, abbiamo quindi utilizzato per la movimentazione manuale dei carichi Revised NIOSH Lifting Equation nella versione Variable Lifting Index<sup>8</sup>, per le operazioni di traino e spinta SNOOK E CIRIELLO<sup>9</sup> e per i compiti ripetitivi OCRA (CheckList nella variante a cicli lunghi)<sup>10</sup>.

Questi metodi consentono di introdurre in modo il più possibile sistematico, un approccio quantitativo nella valutazione del livello di esposizione al rischio da sovraccarico biomeccanico per il rachide e gli arti superiori. Sono valutazioni che a seguito dell'attribuzione di punteggi a specifiche variabili geometriche, di forza o massa e di frequenza restituiscono un valore di rischio numerico interpretato in scala colorimetrica di livelli di rischio cui corrispondono diversi livelli di urgenza o meno di intervento per il cambiamento delle condizioni di lavoro, riduzione del rischio e miglioramento per il mantenimento di salute e benessere del lavoratore.

Quanto emerso dalla valutazione degli indici di rischio dei metodi menzionati è stato utilizzato come valore di riferimento per i confronti rispetto alle criticità emerse dai dati osservativi raccolti nella Matrice Osservativa.

### Analisi dei dati

Si è effettuata una analisi dei dati raccolti in seguito alle valutazioni effettuate con i diversi metodi nel reparto preso come riferimento. Sono stati confrontati quelli ottenuti e inseriti nella matrice di osservazione con quanto emerso dalle analisi di quantificazione del rischio.

Questo ha permesso di effettuare un confronto puntuale relativo alle tipologie di compiti, alle criticità osservate, ai metodi applicati e ai risultati emersi al lordo e al netto della considerazione delle informazioni derivate dalle osservazioni.

Tale confronto ha lo scopo di evidenziare quanto la rilevazione di errori ed anomalie riesca ad incidere sull'esito del processo valutativo classico del rischio.

### RISULTATI E DISCUSSIONE

La Matrice Osservativa ha permesso di ottenere una descrizione dettagliata delle attività svolte e delle modalità di interazione dell'operatore con i diversi elementi del sistema portando a individuare elementi che potenzialmente potevano sfuggire o essere trascurati, ma che, invece, risultano avere un'influenza importante sui risultati della valutazione.

La metodologia osservativa adottata ha permesso di registrare dettagliatamente non solo alcuni comportamenti che gli operatori stessi non riuscirebbero a segnalare, ma anche aspetti difficilmente rilevabili con altri metodi, consentendo così di studiare in maniera approfondita l'interazione uomo-sistema.

L'analisi effettuata nel reparto di Logistica aziendale con l'approccio integrato qualitativo e quantitativo nell'analisi dei diversi compiti lavorativi ha messo in evidenza (Tabella 1) come le valutazioni registrate nella matrice osservativa relative ad errori, anomalie, criticità e i relativi interventi migliorativi a valle delle analisi quantitative, abbiano determinato una evidente differenza sul livello di rischio residuo quantificato dagli indici classi OCRA, NIOSH e Snook e Ciriello.

Reparto	Logistica								
	Compito	Errore	Rilievo	Categoria Errore	Metodo Di Valutazione	Fattore Alterato	Rischio al "lordo" degli errori	Rischio al "netto" degli errori	Delta Impatto Errore
	Kitting - L'operatore smista i prodotti nelle apposite cassette posizionate su carrello, alternando la presa (ottimale) fra mano dx e sx, senz tenerli in mano a lungo	L'operatore smista oggetti nelle apposite cassette, tenendoli in mano (staticamente) per gran parte del tempo		Errore Comportamentale	ISO 11228-3 Metodo OCRA	L'errore impatta sul fattore PRESA			
	Kitting - L'operatore smista i prodotti nelle apposite cassette posizionate su carrello, alternando la presa (ottimale) fra mano dx e sx, senz tenerli in mano a lungo	L'operatore talvolta smista gli oggetti con frequenza maggiore di quanto progettato, per risparmiare tempo		Errore Comportamentale	ISO 11228-3 Metodo OCRA	L'errore impatta sul fattore FREQUENZA e PRESA			
	Supply-Chain Manovre Carrelli: Gli operatori movimentano, trainano e spingono i carrelli carichi posizionate nei buffer linea dedicati	L'operatore manovra, traina e spinge carrelli carichi con ruote "a camera" sgonfie e non performanti		Errore Tecnico	ISO 11228-2 Metodo Snook&Griello	L'errore impatta sul fattore FORZA INIZIALE			
	Picking - L'operatore preleva i componenti e prepara le cassette in cui vengono inseriti (kitting) i materiali destinati al montaggio. Successivamente le cassette vengono posizionate sui carrelli in base al loro peso (es: le più pesanti in centro)	L'operatore posiziona le cassette sul carrello senza tenere conto della loro corretta disposizione per peso e altezza		Errore Organizzativo	ISO 11228-1 Metodo NIOSH	L'errore impatta sul fattore ALTEZZA DELLA DESTINAZIONE			
	Supply-Chain Preparazione Pedane: Gli operatori controllano e preparano le pedane caricandole dei materiali necessari prima del successivo smistamento, utilizzando appositi strumenti (carroponte, transpallet)	L'operatore prepara le pedane caricandole dei prodotti necessari per poi movimentarle, talvolta tale operazione viene svolta senza utilizzare l'attrezzatura		Errore Organizzativo --> Tecnico --> Comportamentale	ISO 11228-1 Metodo NIOSH	L'errore impatta sul fattore ALTEZZA, PESO, FORZA			

Tabella 1: Matrice Osservativa adottata durante la raccolta di dati ed informazioni durante la fase di Osservazione

Nella matrice è stata infatti inserita un'apposita sezione di confronto in cui sono presenti gli indici di rischio ottenuti con le valutazioni, rispettivamente riferiti alla situazione iniziale in cui gli errori non sono stati ponderati e corretti e la situazione ottimale in cui lo scenario è stato valutato in seguito al miglioramento delle anomalie riscontrate.

È stata compresa questa tipologia di informazione dal momento che permette di evidenziare quanto effettivamente sia rilevante il peso che gli errori assumono nell'economia dell'intero processo valutativo; infatti, dopo aver confrontato gli indici di rischio, è stato calcolato il "delta" che intercorre tra la situazione reale e quella ottimale, e che evidenzia, in termini percentuali, quanto la presenza dell'errore influenzi negativamente l'esito della valutazione.

Gli indici di rischio riportati, ottenuti con l'applicazione dei metodi OCRA, NIOSH e Snook e Ciriello, si differenziano dunque tra quelli caratterizzanti lo scenario ottimale, quindi privo di anomalie e tra quelli caratterizzanti gli scenari in cui gli errori sono effettivamente presenti, non essendo quest'ultimi ancora sottoposti ad interventi di miglioramento.

In particolare, vengono messi in luce i contributi in termini di valutazione del rischio di esposizione a sovraccarico biomeccanico derivanti dall'applicazione di ciascun metodo, sottolineando soprattutto l'importanza rivestita dalla matrice di osservazione. In questo modo è possibile evidenziarne l'efficienza analitica in un caso studio complesso come quello in oggetto.

Risulta così chiaro il ruolo esercitato dagli elementi rilevati attraverso la prima fase, ovvero quegli errori e/o anomalie che sfuggono

all'applicazione dei metodi di valutazione e che risultano avere un peso specifico importante sugli indici di rischio ottenuti.

Di seguito si riportano le sintesi delle schede analitiche di alcuni casi (Caso 1, 2 e 3), scelti a scopo esemplificativo, suddivisi per compito, relativi agli operatori addetti al reparto preso come riferimento con la descrizione dei loro specifici compiti, le criticità osservate e le conseguenti valutazioni di punteggio nelle due condizioni di valutazione. Si riportano anche per ogni caso presentato i valori degli indici valutati, riferibili allo scenario ottimale rispetto allo scenario d'errore.

sono svolte con l'ausilio di apposite attrezzature di sollevamento, quali carro ponte, carrelli elevatori e di trasporto (transpallet), dato l'elevato peso specifico dei materiali oggetto di controllo e movimentazione. In questi frangenti la valutazione non rileva alcun rischio relativo alla movimentazione manuale dei carichi. Talvolta però i lavoratori movimentano alcuni carichi senza l'ausilio della strumentazione in dotazione, sono conseguentemente esposti al rischio. Questa situazione causa un peggioramento del punteggio che passa dall'ottimale 0,75 al più critico 1,07. Complessivamente si genera un aumento del relativo indice di circa il 70% rispetto alla situazione ottimale, in cui il rischio non è presente o tollerabile.

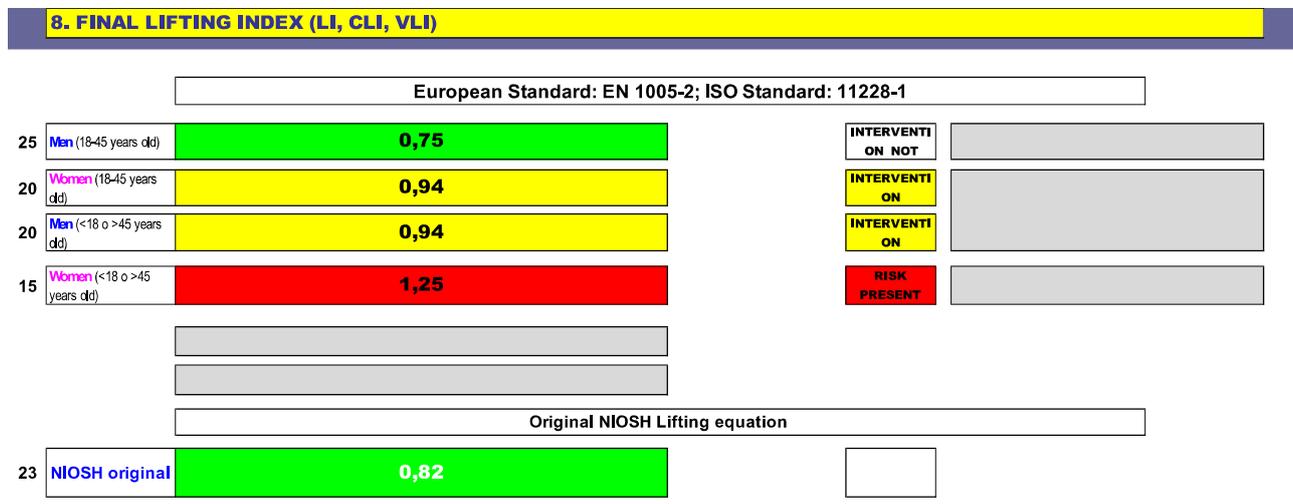
**Caso 1. Operatore addetto a Supply-Chain preparazione pedane (Tabella 2)**

Gli operatori controllano e preparano le pedane con i materiali richiesti dagli altri reparti prima del successivo spostamento. Tali attività

Reparto	Logistica							
Compito	Errore	Rilevo	Categoria Errore	Metodo Di Valutazione	Fattore Alterato	Rischio al "lordo" degli errori	Rischio al "netto" degli errori	Delta Impatto Errore
Supply-Chain Preparazione Pedane: Gli operatori controllano e preparano le pedane caricandole dei materiali necessari prima del successivo smistamento, utilizzando appositi strumenti (carro ponte, transpallet)	L'operatore prepara le pedane caricandole dei prodotti necessari per poi movimentarle, talvolta tale operazione viene svolta senza utilizzare l'attrezzatura		Errore Organizzativo --> Tecnico --> Comportamentale	ISO 11228-1 Metodo NIOSH	L'errore impatta sul fattore ALTEZZA, PESO, FORZA	Rischio Alto	Tollerabile	70%

Tabella 2. Valutazioni dell'attività dell'operatore addetto a Supply-Chain preparazione pedane: confronto errori valutati dall'osservazione e livelli di rischio col metodo NIOSH<sup>8</sup> - ISO 11228-1<sup>11</sup>

**Scenario ottimale**



Scenario errore

8. FINAL LIFTING INDEX (LI, CLI, VLI)

European Standard: EN 1005-2; ISO Standard: 11228-1				
25	Men (18-45 years old)	1,07	RISK PRESENT	
20	Women (18-45 years old)	1,34	RISK PRESENT	
20	Men (<18 o >45 years old)	1,34	RISK PRESENT	
15	Women (<18 o >45 years old)	1,79	RISK PRESENT	
Original NIOSH Lifting equation				
23	NIOSH original	1,17	RISK PRESENT	

Caso 2. Operatore addetto a Supply-Chain Manovre carrelli (Tabella 3)

Il lavoratore ha il compito di movimentare i carrelli carichi dei materiali più pesanti, nello specifico li movimentano, trainano e spingono per posizionarli in corrispondenza dei buffer di linea dedicati. Tali carrelli sono caratterizzati da un errore tecnico-strumentale, in particolare sono dotati di ruote con camera d'aria, le quali spesso sono sgonfie e non performanti, richiedendo con-

seguentemente una maggior forza iniziale per movimentarli. Proprio questo incide sul fattore forza iniziale per lo spostamento, il quale passa da un punteggio rilevato di 18 (nello scenario ottimale), ad un punteggio di 30. Come possiamo osservare questo comporta un peggioramento anche nei confronti dell'indice di rischio ottenuto con la valutazione, il quale passa dal valore 0,70 a 1,30, ovvero il 40% in più.

Reparto	Logistica							
Compito	Errore	Rilevo	Categoria Errore	Metodo Di Valutazione	Fattore Alterato	Rischio al "lordo" degli errori	Rischio al "netto" degli errori	Delta Impatto Errore
Supply-Chain Manovre Carrelli: Gli operatori movimentano, trainano e spingono i carrelli carichi posizionandoli nei buffer linea dedicati	L'operatore manovra, traina e spinge carrelli carichi con ruote "a camera" sgonfie e non performanti		Errore Tecnico	ISO 11228-2 Metodo Snook&Ciriello	L'errore impatta sul fattore FORZA INIZIALE	Rischio Presente	Tollerabile	40%

Tabella 3 Valutazioni dell'attività dell'operatore addetto a Supply-Chain manovre carrelli: confronto errori valutati dall'osservazione e livelli di rischio col metodo Snook&Ciriello<sup>9</sup> ISO 11228-2<sup>12</sup>

Scenario ottimale:

AREA/LINEA/POSTAZIONE: Logistica

BREVE DESCRIZIONE DEL LAVORO: Operatore Logistica Supply-Chain

SPINTA				TRAINO			
MASCHI altezza delle mani				MASCHI altezza delle mani			
MALE 95 cm		MALE 95 cm		MALE 95 cm		MALE 95 cm	
FREQUENZA E DISTANZA				FREQUENZA E DISTANZA			
EVERY 5 min. (15 m)				EVERY 5 min. (15 m)			
FORZA INIZIALE misurata: 18		FORZA DI MANTENIMENTO misurata: 6		FORZA INIZIALE misurata: 18		FORZA DI MANTENIMENTO misurata: 6	
FORZA INIZIALE raccomandata: 23		FORZA DI MANTENIMENTO raccomandata: 13		FORZA INIZIALE raccomandata: 23		FORZA DI MANTENIMENTO raccomandata: 14	
I.S.R. F.I. spinta: 0,78		I.S.R. F.M. spinta: 0,46		I.S.R. F.I. Traino: 0,78		I.S.R. F.M. Traino: 0,45	

**Scenario errore:**

SPINTA		TRAINO	
MASCHI altezza delle mani MALE 95 cm		MASCHI altezza delle mani MALE 95 cm	
Frequenza e distanza EVERY 5 min. (15 m)		Frequenza e distanza EVERY 5 min. (15 m)	
FORZA INIZIALE misurata: 30 FORZA INIZIALE raccomandata: 23	FORZA DI MANTENIMENTO misurata: 10 FORZA DI MANTENIMENTO raccomandata: 13	FORZA INIZIALE misurata: 30 FORZA INIZIALE raccomandata: 23	FORZA DI MANTENIMENTO misurata: 10 FORZA DI MANTENIMENTO raccomandata: 14
I.S.R. F.I. spinta: 11,29	I.S.R. F.M. spinta: 7,53	I.S.R. F.I. Traino: 11,29	I.S.R. F.M. Traino: 7,53

**Caso 3. Operatore addetto al “Kitting” materiali (Tabella 4)**

Il lavoratore svolge il compito con tempistiche più rapide rispetto a quelle progettate e che dovrebbero essere impiegate durante il normale svolgimento dell’attività. Questo errore comportamentale incide principalmente sul fattore frequenza, infatti il lavoratore per impiegare minor tempo aumenta la frequenza e il numero di azioni tecniche compiute. Si riporta inoltre che, effettuando in questo modo le operazioni di kitting, si genera una situazione negativa per quanto concerne la presa degli oggetti, la quale, il più delle volte, risulta essere incongrua (presa pinch o palmare). Infine, l’attività risulta essere caratterizzata, seppur non nella sua totalità, da stereotipia: *“il lavoratore ripete sempre le stesse*

*azioni tecniche per buona parte del tempo (più della metà)”*.

Dai risultati ottenuti si nota chiaramente l’aumento del punteggio caratterizzante il fattore frequenza per entrambi gli arti, che varia dagli ottimali 1 e 0,5 a 4 e 2. Si registra un peggioramento dei punteggi riguardanti entrambe le mani, i quali passano da 2 a 4 (arto dx) e 3,5 (arto sx), oltre all’aumento del punteggio inerente alla stereotipia, ora pari a 1,5 e del tutto assente nello scenario ottimale.

Questi fattori nel loro insieme portano ad un peggioramento significativo degli indici di rischio conclusivi, i quali arrivano sino a punteggi di 11,29 per l’arto destro e 7,53 per quello sinistro, rispettivamente il 59% e il 61% in più rispetto alla situazione ottimale.

Reparto	Logistica							
Compito	Errore	Rilievo	Categoria Errore	Metodo Di Valutazione	Fattore Alterato	Rischio al “lordo” degli errori	Rischio al “netto” degli errori	Delta Impatto Errore
Kitting - L'operatore smista i prodotti nelle apposite cassette posizionate su carrello, alternando la presa (ottimale) fra mano dx e sx, senz tenerli in mano a lungo	L'operatore talvolta smista gli oggetti con frequenza maggiore di quanto progettato, per risparmiare tempo		Errore Comportamentale	ISO 11228-3 Metodo OCRA	L'errore impatta sul fattore FREQUENZA e PRESA	Rischio Lieve	Rischio Accettabile	59%

Tabella 4 Valutazioni dell’attività dell’operatore addetto al “kitting” materiali: confronto errori valutati dall’osservazione e livelli di rischio col metodo Metodo OCRA<sup>10</sup> ISO 11228-3<sup>13</sup>

**Scenario ottimale**

RIASSUNTO DELLA CHECKLIST														
denominazione	moltiplicatore recupero	recup.	freq.	forza	lato	spalla	gomito	polso	mano	stereotipia	totale postura	complem.	checklist OCRA	
Operatore Kitting	1,265	3,5	1	1	DX	2	1	1	2	0	2	0	4,68	
Operatore Kitting	1,265	3,5	0,5	0	SX	2	1	1	2	0	2	0	2,93	

**Scenario errore**

RIASSUNTO DELLA CHECKLIST														
denominazione	moltiplicatore recupero	recup.	freq.	forza	lato	spalla	gomito	polso	mano	stereotipia	totale postura	complem.	checklist OCRA	
Operatore Kitting	1,265	3,5	4	1	DX	2	1	1	4	1,5	5,5	0	11,29	
Operatore Kitting	1,265	3,5	2	0	SX	2	1	1	3,5	1,5	5	0	7,53	

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dalle osservazioni riportate nel confronto tra i risultati prodotti dalle valutazioni del rischio da sovraccarico biomeccanico, si comprendono i diversi e consistenti limiti che caratterizzano una valutazione strutturata attraverso la sola rigida applicazione dei metodi quantitativi, e si evince quanto questi costituiscano uno strumento di indagine solamente parziale, se non supportati precedentemente da un'accurata osservazione e raccolta di dati qualitativi delle criticità ed errori nell'interazione tra l'operatore e i vari elementi del sistema di lavoro.

Esistono considerevoli difficoltà nelle valutazioni di criticità in ambienti di lavoro complessi, in primo luogo nell'identificazione del metodo da privilegiare per le valutazioni perché considerato più adatto ed efficace per la valutazione del rischio di esposizione a sovraccarico biomeccanico, ancor più in una realtà industriale caratterizzata da scenari operativi complessi e strutturati come quello oggetto di studio. Infatti, limitando l'analisi all'approccio classico è evidente come nessuno dei metodi applicati, singolarmente considerato, risulta essere esaustivo rispetto alle problematiche presenti nel contesto aziendale. Questo è dovuto sia ai limiti strutturali di ogni metodo, ciascuno finalizzato alla valutazione di una sola tipologia di rischio, sia alla differenza di tipologia dei fattori considerati da ognuno, come evidenziato dal confronto ottenuto dall'approccio integrato coi metodi qualitativi.

Come si evince dal confronto riportato, anche applicando tutti i metodi classici per ogni tipologia di rischio ed integrando i risultati ottenuti, sfuggono alla valutazione particolari fondamentali, che, non essendo contemplati nelle valutazioni classiche risulterebbero nascosti all'analisi, mentre in realtà incidono negativamente in maniera rilevante sull'esito dell'intera valutazione, talvolta compromettendola.

Sotto questo punto di vista la metodologia osservativa applicata, attraverso la *Task Analysis* e la costruzione della Matrice Osservativa, ha permesso di ottenere una descrizione dettagliata dei compiti e delle attività che ha reso possibile:

- Individuare le singole azioni e ciò che ognuna di esse comporta dal punto di vista dell'impiego biomeccanico da parte del lavoratore;
- Distinguere le azioni stesse in base alla tipologia dei movimenti, al carico posturale e alle condizioni specifiche di svolgimento dell'azione;
- Indagare le azioni in termini di ambiente di lavoro, della peculiarità della postazione e delle attrezzature nonché delle differenti modalità di utilizzo delle stesse.
- Con l'approccio metodologico applicato a seguito dell'integrazione di metodi qualitativi tipici dell'Ergonomia si è potuto quindi:
  - studiare il contesto aziendale e gli scenari operativi da cui è composto con dettaglio e maggiore completezza;
  - indagare le azioni e i processi cognitivi eseguiti dal lavoratore per raggiungere gli obiettivi del sistema;
  - raccogliere dati relativi all'esecuzione del compito, osservando sia in maniera diretta sia remota il lavoro;
  - ricavare informazioni caratterizzanti l'ambiente di lavoro, le posture, i movimenti, le componenti delle postazioni e l'organizzazione stessa.

Grazie alla Matrice Osservativa è stato possibile, in primo luogo, analizzare con precisione l'attività, suddividendola a mano a mano nei compiti più semplici da cui è composta, e, in secondo luogo, discernere il metodo di valutazione opportuno da applicare in base alle caratteristiche dei compiti svolti dagli operatori. Applicare gli opportuni metodi di quantificazione del rischio da sovraccarico biomeccanico solo a valle delle valutazioni qualitative di erro-

ri e anomalie, ha permesso di dimostrare l'efficacia nella riduzione del livello di rischio già al netto degli interventi migliorativi suggeribili a seguito dell'osservazione e delle registrazioni e relative codifiche sulla matrice osservativa.

Il vero punto di forza di questa metodologia, caratteristica dell'approccio ergonomico, risiede nel fatto che questa permette di porre l'attenzione su elementi particolari che, il più delle volte, sfuggono ai metodi quantitativi classici o passano in secondo piano venendo talvolta addirittura sottostimati.

Portando alla luce gli "errori-anomalie", aspetti difficilmente rilevabili con altri metodi, elementi che potenzialmente possono sfuggire o essere trascurati nelle fasi successive di valutazione, è stato possibile studiare in maniera più approfondita l'interazione uomo-sistema e derivare prime essenziali indicazioni correttive.

Proprio grazie ad un'accurata osservazione è possibile notare dettagli dell'interazione operatore/sistema che se critici e corretti in una fase iniziale dell'intervento possono agevolare il percorso di ottimizzazione delle risorse e dell'attività, e avere un ruolo chiave all'interno del sistema-azienda nelle azioni preventive per il mantenimento di salute e benessere sia del singolo che del sistema. Questo è ancor più evidente nei contesti di lavoro con attività lavorative complesse, particolarmente strutturate e soggette a numerose variazioni nelle modalità di esecuzione: in queste situazioni è assai frequente avere una maggior difficoltà nella scelta dei metodi da utilizzare per la valutazione del rischio, e una maggiore necessità di impiegarne diversi per poter adempiere alle richieste delle normative vigenti. L'approccio proposto permette invece una più chiara definizione della natura e origine di criticità, errori e anomalie che si verificano nel procedere di un'attività e nell'adempimento di un compito lavorativo, soprattutto nei casi, abbastanza frequenti, in cui non si tratta di un elemento oggettivamente considerati nel computo del livello di rischio dei metodi classici. Tale ap-

proccio integrato rende possibile e più semplice anche la ricerca delle azioni di miglioramento da attuare per ovviare a tale problematica.

Le osservazioni fornite dal confronto dei risultati dimostrano come l'attuazione di piani mirati, che prevedono piccoli interventi di correzione, riprogettazione e miglioramento, possano ridurre gli indici di rischio, aumentare le capacità operative del lavoratore e, conseguentemente, ridurre le criticità da analizzare nelle fasi successive attraverso i metodi valutativi.

La metodologia osservativa proposta, in tutte le articolazioni di cui si compone, può ritenersi una scelta operativa da sostenere nel supportare una migliore e più adeguata valutazione del rischio di sovraccarico biomeccanico anche in realtà aziendali caratterizzate da scenari operativi molto complessi. Si propone dunque di estenderne l'uso, o utilizzarne variazioni con adattamenti a specifiche situazioni, nelle fasi iniziali di approccio allo studio di problematiche in contesti di lavoro complessi, da un lato per guidare le scelte di metodi di valutazione da applicare, e dall'altro per essere elemento di guida nell'interpretazione dei risultati ottenuti con altri metodi, arricchendo dunque con valutazioni estese a comportamenti, ambiente e organizzazione, il terreno su cui calibrare interventi migliorativi per salute e accrescere il benessere degli operatori e del sistema.

Lo scenario e il contesto oggetto di analisi del presente lavoro non rappresenta dunque una semplice fotografia di una specifica situazione ma può consentire:

- confronti con situazioni, simili o diverse, che potrebbero verificarsi nello stesso reparto nel futuro;
- confronti con situazioni, simili o diverse, in scenari di altre realtà che presentino le stesse tipologie di rischio biomeccanico;
- valutazioni preliminari di contesti di lavoro di altre realtà, indipendentemente dal fatto che vengano applicati o meno specifici metodi di valutazione del rischio da sovraccari-

co biomeccanico, che potrebbero evidenziare sufficienti elementi per indirizzare interventi migliorativi. Per alcune realtà lavorative, anche particolarmente semplici, l'applicazione della sola matrice osservativa potrebbe indurre a modifiche risolutive e alla riduzione di alcuni rischi indipendentemente dal processo di valutazione del relativo indice.

## BIBLIOGRAFIA

1. Baracco A., Bechis M., Spada S., Nuovo Manuale di Ergonomia Industriale 2019, CSAO Torino;
2. SUVA, 2019: Individuazione dei pericoli e pianificazione delle misure con le liste di controllo per la sicurezza e la salute sul lavoro. ([www.suva.ch/67000.i](http://www.suva.ch/67000.i));
3. NIOSH, 2017: Elements of ergonomics programs ([www.cdc.org/niosh/topics/ergonomics/ergoprimer/default.html](http://www.cdc.org/niosh/topics/ergonomics/ergoprimer/default.html));
4. Duca G., D'Angelo R. e Attaianese E. (2013): Designing support systems for a ergonomic risk assessment in workplace. *Archive of Issues* 4,3: 97-148;
5. Cardano M., 2003. Tecniche di ricerca qualitativa. Percorsi di ricerca nelle scienze sociali. Crocci editore. S.p.a. Roma;
6. Reason J., *L'Errore Umano*, EPC, 2014;
7. INAIL, *Conoscere il rischio, Ergonomia e Fattore Umano; Errore Umano e Affidabilità*, 2017;
8. Colombini D., Occhipinti E., Waters T.: Revised niosh lifting equation. Nuova procedura semplificata nell'uso della RNLE (Revised Niosh Lifting Equation), per l'analisi delle attività complesse di sollevamento manuale e per il calcolo dei corrispettivi indici di sollevamento CLI (Composite Lifting Index) e VLI (Variable Lifting Index). *Ambiente e lavoro* 2009, dicembre 2009: 22-26;
9. Snook, S.H. and Ciriello, V.M. (1991). The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics* 34(9), pp. 1197-1213;
10. Occhipinti E., Colombini D., Occhipinti M., Metodo OCRA messa a punto di una nuova procedura per l'analisi di compiti multipli con rotazioni infrequenti *Med Lav* 2008, 99, 234-241.
11. ISO (2003). ISO 11228-1, Ergonomics – Manual Handling – Lifting and carrying;
12. ISO (2007). ISO 11228-2, Ergonomics - Manual Handling – Pushing and pulling;
13. ISO (2006). ISO 11228-3, Ergonomics – Manual Handling - Handling of low loads at high frequency;