

METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI (INDICE DI SOLLEVAMENTO)

Rita Tazzioli

Sindar s.r.l. Lodi, Corso Archinti 35, 26900 Lodi

+39-0371-549200 fax +39 0371-549201

E-mail sindar@sindar.it Sito www.sindar.it

1. IL CONCETTO DELLE MASSE DI RIFERIMENTO

I valori delle costanti di peso (masse di riferimento) si deducono direttamente dallo standard ISO 11228-1 e dalla norma UNI EN 1005-2.

Le masse di riferimento, fornite per diversi gruppi di popolazione, sono da utilizzare come masse ideali per il calcolo del peso raccomandato e quindi dell'indice (LI).

Vale la pena premettere che il fine delle norme relative all'ergonomia è quello di ottenere una protezione (in termini di benessere psicofisico e salute) per almeno il 90% della popolazione di riferimento, è su questo criterio che occorre basarsi anche per la scelta delle masse di riferimento.

In particolare dallo standard ISO 11228-1 si evince che utilizzando come massa di riferimento 25 Kg per la popolazione lavorativa adulta maschile vi è protezione per il 95% di essa.

Si riportano in seguito l'elenco delle masse di riferimento utilizzate per ciascun gruppo di popolazione:

LAVORATORI	LIMITI DI PESO
Maschi adulti (18-45)	25 kg
Maschi < 18 anni	20 kg
Maschi > 45 anni	20 kg
Femmine adulte (18-45)	20 kg
Femmine < 18 anni	15 kg
Femmine > 45 anni	15 kg

Tabella 1 : Masse di riferimento per generi e classi di età.

2. FATTORI MOLTIPLICATIVI DA CONSIDERARE NEL CALCOLO DELL'INDICE

Le condizioni del sollevamento (ideali o meno) sono determinate dalle geometrie e dall'organizzazione del lavoro.

Il metodo proposto dal NIOSH definisce i seguenti fattori da considerare per il calcolo dell'indice di sollevamento:

VM	Fattore altezza	altezza da terra delle mani all'inizio ed alla fine del sollevamento
DM	Fattore verticale	distanza verticale del peso tra inizio e la fine del sollevamento
HM	Fattore orizzontale	distanza massima del peso dal corpo durante il sollevamento
AM	Fattore asimmetria	dislocazione angolare del peso rispetto al piano sagittale del soggetto
CM	Fattore presa	giudizio sulla presa del carico
FM	Fattore frequenza	frequenza dei sollevamenti, in atti/minuto, relativamente alla durata del compito.

Tabella 2 : Fattori moltiplicativi (modello NIOSH).

Indicando con *CP* il valore assunto dal peso raccomandato, il calcolo dell'indice di sollevamento viene riformulato nel modo seguente:

$$LI = \frac{\text{Peso Sollevato}}{CP \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM}$$

Fattore Altezza del Sollevamento (VM)

È definito come l'altezza (all'inizio o alla fine del sollevamento) del punto medio fra le due mani dal pavimento.

L'altezza da terra delle mani (V) è misurata verticalmente dal piano di appoggio dei piedi al punto di mezzo tra la presa delle mani. Gli estremi di tale altezza sono dati dal livello del piano calpestio e dall'altezza massima di sollevamento (pari a 175 cm).

Il livello ottimale di questo fattore (VM=1,00) è per un'altezza verticale di 75 cm (altezza nocche in posizione "anatomica"). Il valore di VM diminuisce allontanandosi (in alto o in basso) da tale livello ottimale. Se l'altezza supera 175 cm o è inferiore al piano di calpestio (cioè <0 cm) VM diventa critico.

Fattore Dislocazione Verticale (DM)

La dislocazione verticale è definita come la distanza verticale tra l'altezza delle mani all'origine e l'altezza delle mani alla destinazione del sollevamento.

La dislocazione verticale di spostamento (D) è data dallo spostamento verticale delle mani durante il sollevamento. Tale dislocazione può essere misurata come valore assoluto della differenza dell'altezza delle mani fra l'origine del sollevamento e la destinazione.

Il livello ottimale di questo fattore (DM=1,00) si ottiene per una dislocazione verticale uguale o inferiore a 25 cm. Il valore di DM diminuisce all'aumentare del valore (in cm) della dislocazione verticale e si annulla per dislocazioni superiori a 175 cm in virtù delle limitazioni imposte al fattore altezza.

Fattore Orizzontale (HM)

Tale parametro è definito come la distanza orizzontale fra la proiezione del punto medio di presa delle mani (baricentro del carico) e il baricentro corporeo.

La distanza orizzontale (H) è misurata dal punto centrale della linea congiungente i malleoli interni (baricentro corporeo) al punto di mezzo tra la presa delle mani (baricentro del peso) proiettata verticalmente a terra.

Il livello ottimale (HM = 1,00) si ottiene per una distanza orizzontale uguale o inferiore a 25 cm. Il valore di HM diminuisce all'aumentare della distanza orizzontale. Se la distanza orizzontale risulta superiore a 63 cm, il fattore HM assume un valore critico pari a 0.

Fattore Asimmetria (AM)

L'angolo di asimmetria non è definito dalla posizione dei piedi o dalla torsione del tronco del soggetto, ma dalla posizione del carico relativamente al piano sagittale mediano del soggetto.

La linea sagittale è la linea passante per il piano sagittale mediano, dividente il corpo in due emisomi eguali quando considerato in posizione neutra, cioè in posizione eretta senza torsioni.

L'angolo di asimmetria varia tra $\alpha = 0^\circ$ (AM=1) ed $\alpha = 135^\circ$ (AM=0,57). Per valori dell'angolo superiori a 135° il fattore AM assume il valore critico 0.

Fattore di Presa (CM)

È definito come la stima della modalità di prensione del carico e si basa sulla valutazione delle caratteristiche qualitative della presa. La presa dell'oggetto può essere classificata sulla scorta delle caratteristiche qualitative come buona, sufficiente o scarsa (dimensioni del carico, stabilità, presenza scanalature o altri tipi di presa, uso di guanti, etc.).

Dalle definizioni date, il livello ottimale (CM=1) si ottiene per una buona presa che rispetti totalmente i canoni descritti. Il valore di CM si riduce in funzione della tipologia di presa e di ingombro del carico movimentato fino al valore minimo CM=0,9 (presa scarsa).

Fattore Frequenza (FM)

Per determinare il fattore frequenza FM è necessario anzitutto descrivere l'organizzazione della giornata lavorativa.

Questo primo fondamentale studio dovrà interessare principalmente l'analisi dell'alternanza delle fasi lavorative che prevedano da un lato la presenza di movimentazione manuale di carichi, incluso il trasporto, il traino o la spinta (tempi di movimentazione manuale) e, dall'altro lato, altre attività "leggere" senza sollevamento manuale o costituite da pause: i tempi di recupero.

Per quanto riguarda i criteri di definizione degli scenari di durata dei sollevamenti, se ne individuano 2 per la breve durata, 3 per la media durata, 3 per la lunga durata. Per le definizioni e i criteri di suddivisione, si rimanda alla norma tecnica.

Si specifica infine che quando siano presenti nel turno operazioni di traino/spinta, esse non possono essere considerate come momenti di recupero al sollevamento di carichi, ma anzi, nel determinare la durata, i loro tempi vanno sommati a quelli del sollevamento.

Per il calcolo della frequenza si procede sommando i momenti nel turno dedicati ai sollevamenti manuali comprensivi dei momenti di trasporto. Conosciuti quanti pezzi devono essere sollevati nel turno (informazione proveniente da dati di produzione) e la durata totale del sollevamento nel turno di lavoro, se ne ricava la frequenza.

Il fattore frequenza, così come gli altri fattori, avrà valore massimo pari a FM=1 che degraderà fino a FM=0 in funzione dell'importanza dei valori di frequenza e durata individuati. Il metodo tiene conto, inoltre, delle frequenze inferiori a quella minima di 0,2 atti/min.

3. ULTERIORI FATTORI DA CONSIDERARE

La formula proposta dal modello NIOSH non prevede fattori moltiplicatori aggiuntivi nei seguenti casi:

- il sollevamento venga effettuato da 2 operatori
- il sollevamento avvenga con un solo arto

mentre sia la norma EN 1005-2 che lo standard ISO 11228-1 prevedono fattori correttivi dell'indice di sollevamento per entrambi i casi.

A questo punto, il calcolo dell'indice di sollevamento si riformula in modo da considerare gli ulteriori fattori moltiplicativi riferiti al sollevamento da parte di due operatori e/o svolti con un solo arto.

4. INDICATORI DI RISCHIO ED AZIONI CONSEGUENTI

E' ora possibile arrivare a esprimere indicatori sintetici di rischio derivati dal rapporto tra il peso effettivamente movimentato e il peso raccomandato per quel dato compito nello specifico contesto lavorativo.

Sulla scorta del risultato ottenuto, è possibile delineare conseguenti comportamenti in funzione preventiva.

Nel dettaglio valgono gli orientamenti espressi in tabella:

VALORE DI LIFTING INDEX (LI)	LIVELLO ESPOSIZIONE	DI	INTERPRETAZIONE	CONSEGUENZE
$LI \leq 0,85$	Accettabile Nessun rischio		Esposizione accettabile per la maggior parte della popolazione lavorativa di riferimento (considerata per genere e fascia di età).	Accettabile: nessuna conseguenza
$0,85 < LI < 1,0$	Borderline o esposizione molto bassa		Esposizione accettabile per la maggior parte della popolazione lavorativa di riferimento. Tuttavia una parte non trascurabile della stessa potrebbe essere esposta a livelli di rischio molto bassi.	Se possibile migliorare fattori strutturati o adottare altre misure organizzative; formare gli addetti.
$1,0 \leq LI < 3,0$	Rischio presente		Una parte più ampia della popolazione lavorativa potrebbe essere esposta ad un livello di rischio significativo.	Riprogettare (con priorità in funzione dell'indice di rischio) i compiti e i posti di lavoro se-concio priorità. Formare gli addetti ed attivare la Sorveglianza Sanitaria.
$LI \geq 3,0$	Rischio presente: livello inaccettabile		Absolutamente non adeguato per la maggior parte della popolazione lavorativa.	Riprogettare (con assoluta priorità) i compiti e i posti di lavoro. Formare gli addetti ed attivare la Sorveglianza Sanitaria.

Tabella 3 : Il significato dei Lifting Index e gli orientamenti operativi.

L'intervento è comunque necessario anche con indici compresi tra 1 e 3, mentre evidentemente al di sopra risulta inaccettabile. E' utile programmare gli interventi identificando le priorità di rischio e successivamente riverificare l'indice di rischio dopo ogni intervento. Va comunque attivata la sorveglianza sanitaria periodica del personale esposto con periodicità bilanciata in funzione del livello di rischio.

5. DEFINIZIONE COMPITO SINGOLO, COMPOSITO E VARIABILE

Durante lo studio di attività con sollevamento manuale di carichi, dal punto di vista operativo, è possibile individuare tre tipologie di compiti e loro turn-over, con le definizioni e caratteristiche così definite:

- **Mono Task (Compito Singolo o Compito Semplice):** è il compito che comporta il sollevamento di una sola tipologia di oggetti (con lo stesso peso) utilizzando la stessa pastura del corpo (geometria del corpo) durante il sollevamento tra l'origine e la destinazione. In questo caso si potrà utilizzare il metodo di calcolo classico denominato "Lifting Index (LI)" (Waters et al., 1993) definito nei paragrafi precedenti.
- **Composite Task (Compito Composito):** quando si sollevano oggetti generalmente di una tipologia, ma su differenti geometrie prelevando o posizionando da/su mensole poste a differenti altezze verticali e/o distanze orizzontali (Vedere esempio mostrato in Figura 2). In pratica ogni singola geometria è denominata sub-compito o "sub-task". In questo caso l'Indice di Sollevamento Composto "Composite Lifting Index (CLI)" può essere calcolato seguendo la specifica procedura che prevede il calcolo dell'indice di sollevamento del compito maggiormente sovraccaricante, incrementato di una quota determinata dagli indici di sollevamento degli altri sub-compiti (Waters et al., 1994). Per ognuno dei sub-compiti vanno ovviamente rilevati tutti i parametri numerici e di lay-out già descritti per i compiti semplici. Il presupposto per il calcolo del CLI è fornito dal metodo NIOSH.
- **Variable Task (Compito Variabile):** quando si sollevano/depositano oggetti con pesi diversi ad altezze e/o distanze orizzontali diverse. In questo caso potrebbero essere identificate differenti categorie di peso. Ogni distinta categoria di peso, movimentata su ogni diversa geometria, prende il nome di sub-compito. In questo caso la metodologia di calcolo da adottare è quella del Variable Lifting Index (VLI).