



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale

**Analisi della movimentazione manuale dei carichi
nella raccolta differenziata porta a porta**

*Analysis of manual material handling
in door-to-door waste collection*

Relatore:

Prof.ssa Alessandra Papetti

Tesi di Laurea di:

Francesco Saverio Beccacece

Correlatore:

Dott.ssa Marianna Ciccarelli

A.A. 2022 / 2023

Sommario

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1 - RISCHI E NORMATIVE NELLA RACCOLTA DEI RIFIUTI URBANI	7
1.1 RISCHI DA LAVORO CORRELATO NELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA PORTA A PORTA.....	7
1.2 - STATISTICHE E PATOLOGIE	7
1.3 - I COSTI	10
1.4 - NORMATIVA ASSOCIATA ALLA MMC.....	11
1.5 - METODO NIOSH	12
1.6 - METODO SNOOK & CIRIELLO.....	17
1.7 - ISO/TR 12295.....	18
CAPITOLO 2 - RACCOLTA ED ELABORAZIONE DATI.....	23
2.1 - ANALISI.....	24
2.2 - DATI.....	39
CAPITOLO 3 - ANALISI RISULTATI.....	43
3.1 - RISULTATI LIFTING INDEX	43
3.2 - RISCHI COMUNI E RISCHI DIFFERENTI.....	50
3.3 - CONSIDERAZIONI E SPUNTI DI MIGLIORAMENTO	51
3.4 - DPI	53
CAPITOLO 4 - CONCLUSIONI	54
4.1 - MODELLI ALTERNATIVI	55
BIBLIOGRAFIA.....	58
SITOGRAFIA	59

INTRODUZIONE

La transizione ecologica in atto da diversi anni ha portato ad un notevole aumento della differenziazione dei rifiuti ai fini del loro recupero e riutilizzo. Tra i diversi modelli di raccolta adottati in molti Paesi, come Germania, Austria, Francia, Regno Unito e Norvegia, quello che si è dimostrato più efficace, in termini economici ed ecologici, è quello che predilige la separazione alla fonte (utenza) e l'incremento del grado di differenziazione della frazione secca (plastica, metallo, carta e vetro) per ridurre la contaminazione di quella umida.

Per queste ragioni, di fatto anche nel nostro Paese, tra i modelli di raccolta preferiti da parte delle amministrazioni comunali, si sta imponendo ormai in larga misura il sistema c.d. "porta a porta" che, a differenza della raccolta differenziata tradizionale, si basa sulla sostituzione dei cassonetti pubblici presenti in strada con la raccolta domiciliare, secondo un calendario stabilito dall'amministrazione comunale. I rifiuti devono essere separati, come previsto dalle tabelle comunali, dai cittadini stessi prima di consegnarli agli operatori addetti alla raccolta porta a porta, i quali potranno rifiutare di prelevare il sacchetto se questo non risponde agli standard richiesti.

L'introduzione del modello porta a porta ha comportato un aumento di manodopera, in un settore tra quelli con più alto tasso di infortuni e malattie. Gli operatori addetti allo svolgimento di questa attività, infatti, sono esposti ad una pluralità di rischi, potenzialmente sinergici. Tra questi il fatto che l'attività è effettuata in strada, ambiente che non risponde al significato di luogo di lavoro così come definito dalla legislazione o nell'accezione comune, e che è notevolmente diversificato e può cambiare nelle sue caratteristiche principali, sebbene gli operatori svolgano le medesime mansioni. La complessità dell'ambiente di lavoro è notevolmente amplificata dal fatto che la raccolta dei rifiuti è svolta manualmente o meccanizzata con l'ausilio di operatori (mezzi di raccolta con compattatore a caricamento posteriore).

Il presente elaborato si concentra proprio sui pericoli associati al modello porta a porta, in particolare per quanto riguarda la Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC).

Il primo capitolo, intitolato "RISCHI E NORMATIVE NELLA RACCOLTA DEI RIFIUTI URBANI", contiene le normative associate alla MMC come le normative ISO 11228 e il Technical Report ISO/TR 12295 e una disamina delle patologie, dei rischi, delle statistiche e dei costi associati alla MMC.

Il secondo capitolo tratta nello specifico dello studio che ha portato alla compilazione di questo lavoro, commissionato da COSMARI (acronimo di Consorzio Smaltimento Rifiuti, formato dai 55

comuni maceratesi) all'Università Politecnica delle Marche, per studiare l'impatto della raccolta differenziata porta a porta sulla salute degli operatori addetti. Nel capitolo vengono trattate, quindi, le diverse fasi dell'analisi, quali pesatura, ripresa video, analisi video ed elaborazione dati, infine calcolo del NIOSH VLI, ovvero il Lifting Index nel caso di compito Variabile (nostro caso). Alla fine del capitolo sono inoltre presenti alcuni dati riguardanti le analisi effettuate.

Il terzo capitolo contiene una discussione riguardante i risultati di tali analisi e spunti di miglioramento ricavati da diversi articoli che trattano, appunto, l'impatto della raccolta differenziata porta a porta sul fisico dei lavoratori.

Il quarto capitolo, infine, intende presentare alcune conclusioni su tale studio, con considerazioni e suggerimenti tratti dagli articoli del capitolo precedente e illustra brevemente alcuni modelli alternativi al porta a porta analizzato finora.

CAPITOLO 1 - RISCHI E NORMATIVE NELLA RACCOLTA DEI RIFIUTI URBANI

1.1 RISCHI DA LAVORO CORRELATO NELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA PORTA A PORTA

I rischi da lavoro correlato nella raccolta differenziata porta a porta possono essere suddivisi in rischi derivanti da esposizione ad agenti biologici, chimici e fisici (MMC), ma anche psicologici potenzialmente in grado di causare stress da lavoro. In particolare, la maggior parte delle patologie riscontrate nella raccolta dei rifiuti sono riconducibili alla Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC), che ai sensi dell'art. 167, D. Lgs. n.81/2008 comprende «le operazioni di trasporto e di sostegno di un carico ad opera di uno o più lavoratori, comprese le azioni di sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico, che, per le loro caratteristiche o in conseguenza delle condizioni ergonomiche sfavorevoli, comportano rischi di patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare dorso lombari». Varie rilevazioni nel campo, infatti, hanno evidenziato diversi fattori di rischio che vanno dalla movimentazione di carichi eccessivamente pesanti, disomogenei e difficili da afferrare, a operazioni di raccolta che richiedono movimenti bruschi o torsioni eccessive del busto (come nel caso del lancio del sacchetto nel veicolo di raccolta o il sollevamento dei contenitori in ambienti scomodi o ristretti). Altri fattori di rischio potrebbero derivare dal fatto che gli operatori, per evitare lesioni a causa di oggetti taglienti presenti nei sacchetti, mantengano il carico lontano dal corpo o lo afferrino in maniera non ottimale, assumendo posizioni scorrette e/o sconsigliate. I danni più comunemente riscontrati sono a carico del tratto dorso-lombare della colonna vertebrale e dei muscoli annessi (mal di schiena, ernia del disco, artrosi), ma sono rilevate anche patologie a carico delle articolazioni delle braccia o delle gambe.

1.2 - STATISTICHE E PATOLOGIE

Dalle statistiche INAIL emerge che l'industria dei rifiuti solidi urbani ha prodotto nel quinquennio 2004 ÷ 2008 circa 55mila infortuni sul lavoro. Questi eventi infortunistici riguardano le aziende di gestione di rifiuti, quindi, comprendono anche quelli che avvengono presso impianti di trattamento e smaltimento. Le cause più frequenti di infortunio riguardano la raccolta manuale, la movimentazione dei cassonetti e la salita/discesa dai veicoli compattatori. Altri casi a cui sono associati rischi per gli operatori sono scivolamenti o inciampi, movimenti scoordinati, passi falsi e perdite di controllo di mezzi di trasporto o attrezzature di movimentazione. La gravità di questi eventi non è elevata, si tratta nella maggior parte dei casi di infortuni che comportano inabilità

temporanee; infatti, nel complesso dell'Industria e Servizi, l'incidenza dei casi gravi, quali menomazioni permanenti o morti sul totale dei casi indennizzati, è pari a circa il 5%; nel caso del settore della raccolta dei rifiuti, tale incidenza scende al di sotto del 2,5%. Tuttavia, però, il rischio, in termini di frequenza infortunistica è quasi quadruplo (110,17 casi di indennizzo ogni 1000 addetti per le aziende oggetto di analisi INAIL, contro i 29,08 del complesso Industria e Servizi). Ciò dimostra che il rischio non è trascurabile a causa dell'elevata probabilità di accadimento: gli operatori della raccolta, infatti, camminano per circa 10 km al giorno.

Un'altra indagine riguardante le patologie connesse alla raccolta porta a porta è stata condotta dalla Federazione Italiana Autonoma Enti Locali (F.I.A.D.E.L.), la quale ha utilizzato un campione di operatori ecologici con età prevalentemente compresa tra i 40 e i 55 anni, in piena età lavorativa e con prospettive di quiescenza molto distanti. L'analisi delle patologie riscontrate mostra che oltre il 70% del campione esaminato lamenta affezioni a carico dell'apparato osteomuscolare, con netta prevalenza per le patologie a carico del rachide e della spalla, mentre solo il 27% non presenta patologie riconducibili all'attività che svolgono.

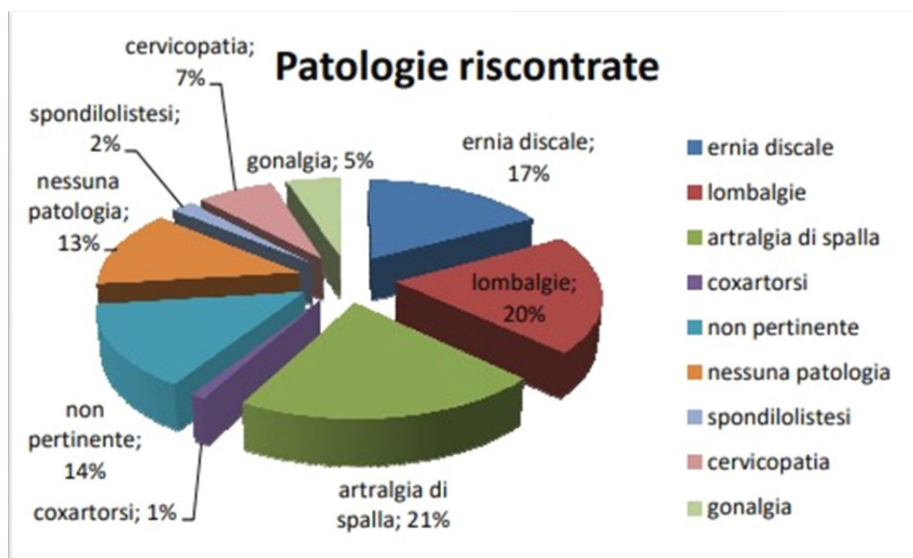


Figura 1 - Patologie riscontrate F.I.A.D.E.L.

Lo studio, inoltre, ha esaminato l'impatto delle patologie sulle singole mansioni, potendo così evidenziare come l'incidenza dell'artralgia della spalla aumenti nel caso in cui l'operatore compia il ruolo di autista e raccogliitore e soprattutto come sia la patologia prevalente nei lavoratori che svolgono la raccolta porta a porta.

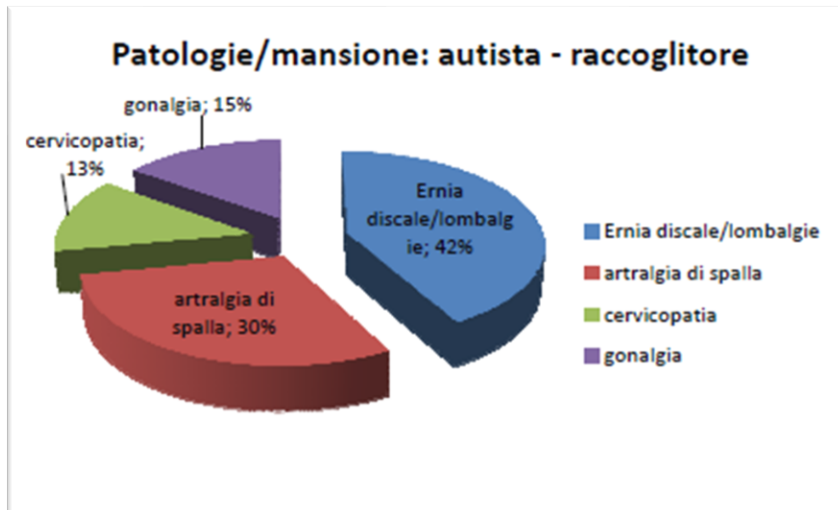


Figura 2 - mansione di autista e raccoglitore

L'attività di autista si caratterizza per la prevalenza della patologia a carico del tratto lombare della colonna vertebrale e della spalla, tale tendenza si accentua ulteriormente nei soggetti che svolgono anche la mansione di raccoglitore.

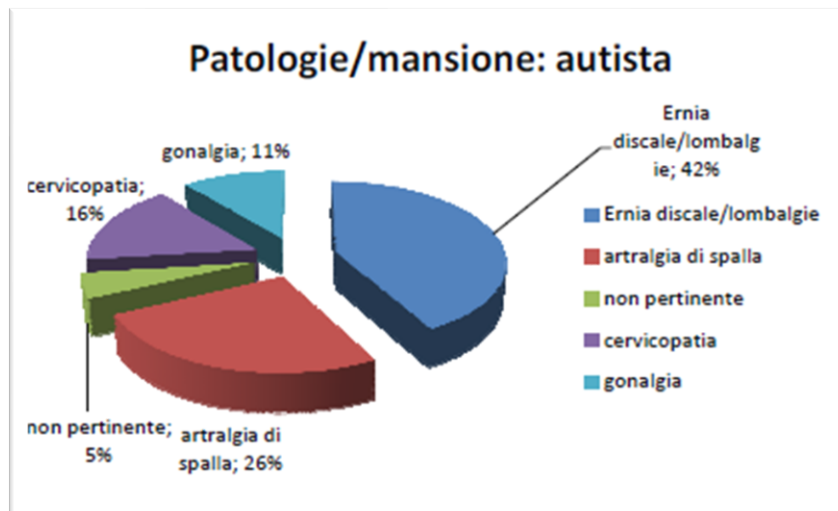


Figura 3 - mansione di autista

Soffermandoci sulla mansione del raccoglitore porta a porta possiamo notare una netta prevalenza di patologie a carico del rachide e delle spalle.

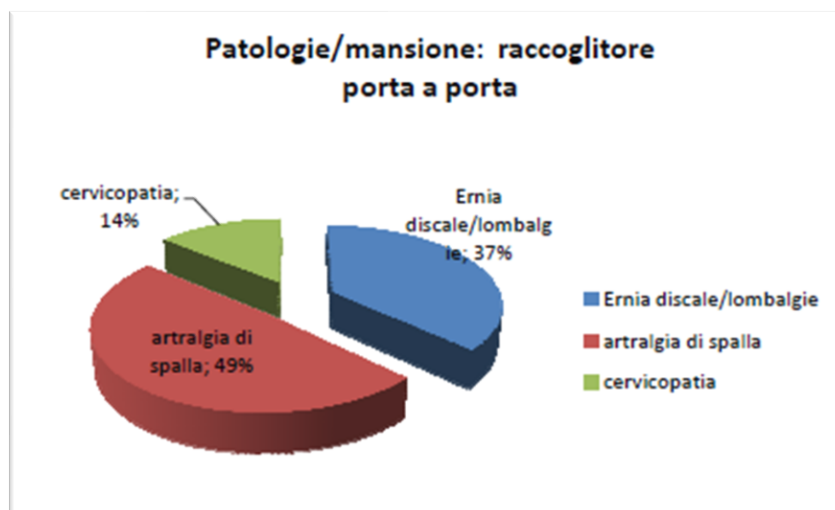


Figura 4 - mansione di raccoglitore porta a porta

1.3 - I COSTI

L'avvento della raccolta differenziata, in particolare nel caso del porta a porta, ha comportato un aumento di manodopera, in un settore con alti tassi di infortuni e malattie, come detto sopra. Questi rischi ed eventi comportano una serie di costi per il lavoratore, per il datore di lavoro e per tutta la collettività. Tra i costi a carico del lavoratore ci sono il peggioramento dello stato di salute, la sofferenza, l'inabilità e il rendimento più basso e la scarsa qualità del lavoro. Per quanto riguarda il datore di lavoro, i costi che potrebbe dover affrontare sono il fatto che i lavoratori malati potrebbero essere meno efficienti o meno accurati, un maggiore assenteismo degli impiegati, eventuali costi di congedo per malattia, problemi organizzativi dovuti alla mancanza di personale, i costi per gli infortuni sul lavoro e la conseguente perdita di profitto.

Costi per l'economia nazionale (costi sociali):

- Costi di sanità supplementare per la sofferenza dei lavoratori,
- Costi di indennità per gli infortuni sul lavoro,
- Costi di pensione o altre prestazioni sociali a causa dell'inabilità e delle malattie professionali,
- Perdita di lavoratori capaci e qualificati - perdendo il loro potenziale, la loro conoscenza, le loro abilità professionali - cosiddetta interruzione di coesione sociale,
- Costi di rieducazione professionale per le persone disabili.

È stato stimato, che i costi complessivi per l'economia nazionale ammontano tra 0,5% - 2% di P.I.L.

1.4 - NORMATIVA ASSOCIATA ALLA MMC

Per quanto riguarda la movimentazione manuale dei carichi, la normativa di riferimento è il Decreto Legislativo n.81 del 2008, secondo il quale la MMC comprende «le operazioni di trasporto e di sostegno di un carico ad opera di uno o più lavoratori, comprese le azioni di sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico, che, per le loro caratteristiche o in conseguenza delle condizioni ergonomiche sfavorevoli, comportano rischi di patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare dorso lombari». La MMC può determinare, quindi, patologie da sovraccarico biomeccanico e in particolare patologie delle strutture osteoarticolari, muscolotendinee e nervovascolari. L'Allegato XXXIII fornisce gli elementi di riferimento per l'analisi del rischio (caratteristiche del carico, sforzo richiesto, caratteristiche dell'ambiente di lavoro, esigenze connesse all'attività), i fattori individuali di rischio (idoneità fisica, indumenti utilizzati, addestramento) e i riferimenti alla normativa tecnica (norma ISO 11228 parti 1-2-3).

NORMATIVA ISO 11228

I criteri di riferimento per la valutazione del rischio da Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC) sono definiti dalle Norme Tecniche della serie ISO 11228 (parti 1-2-3). Nello specifico:

- la Norma ISO 11228-1 è il riferimento per l'analisi del rischio da sollevamento e trasporto;
- la Norma ISO 11228-2 è il riferimento per la valutazione di azioni di spinta e traino;
- la Norma ISO 11228-3 è il riferimento per l'analisi di movimentazioni di bassi carichi ad alta frequenza.

La parte 1 specifica i limiti raccomandati per il sollevamento e il trasporto manuale di oggetti con peso uguale o superiore a 3kg, tenendo in considerazione fattori quali l'intensità, la frequenza e la durata del compito. La norma prevede l'applicazione dell'equazione RNLE (Revised NIOSH Lifting Equation). La norma ISO 11228-2 si occupa, invece, della valutazione del rischio connesso alle operazioni di traino e spinta, ed in particolare definisce la massa raccomandata per tali azioni. Prevede due metodi di analisi, uno di tipo generale, l'altro più specialistico. Il metodo generale, di più semplice attuazione, viene definito come metodo di Snook e Ciriello, e si basa sull'utilizzo di tavole e tabelle sperimentali, da cui ricavare i valori limite raccomandati da confrontare con i valori

reali misurati per le azioni di traino/spinta. Il metodo specialistico invece, è un metodo molto complesso che consente di effettuare la valutazione sulla base dei dati demografici ed antropometrici della popolazione in esame. A causa della sua complessità, risulta essere un metodo di scarsa utilità pratica. Infine, la norma ISO 11228-3 concerne il rischio relativo alla movimentazione di carichi leggeri ad alta frequenza. Essa prevede un approccio secondo passi successivi: a un'iniziale ricognizione dei pericoli, fa seguito un primo screening (consistente in una check list specifica) volto alla descrizione dell'attività e alla stima del rischio. Se viene rilevata la presenza di rischio, segue una valutazione più approfondita con l'applicazione di diversi metodi di analisi (metodo RULA, REBA, OCRA, STRAI INDEX HAL, OREGÉ), tra questi viene data la priorità al metodo OCRA.

1.5 - METODO NIOSH

Il metodo più utilizzato per il calcolo del rischio da sollevamento e spostamento è il metodo NIOSH, il cui nome deriva dal **National Institute of Occupational Safety and Health**, l'agenzia federale statunitense che l'ha sviluppato e che è responsabile della conduzione di ricerca e formulazione di raccomandazioni per la prevenzione di infortuni e malattie sul lavoro. La prima "Guida alle modalità di sollevamento manuale nel lavoro", sviluppata congiuntamente dal Dipartimento dei Servizi Sanitari alla Persona degli Stati Uniti e dal NIOSH, è stata pubblicata nel 1981.

Nel 1993 il NIOSH ha pubblicato una nuova procedura aggiornata denominata Revised Niosh Lifting Equation (**RNLE**) che prevede un'equazione che integra diversi fattori (organizzativi e geometrici) ed ha come obiettivo la determinazione del peso limite raccomandato (RWL: Recommended Weight Limit) per le azioni di sollevamento. Tale peso raccomandato viene poi confrontato con il peso realmente sollevato per dare luogo all'Indice di Sollevamento (LI: Lifting Index). La formula dell'RWL è la seguente:

$$RWL = m_{ref} \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM$$

Di cui m_{ref} rappresenta le masse di riferimento per le condizioni ideali di sollevamento, e per la popolazione lavorativa “sana”.

uomini (18-45 anni)	25 Kg
donne (18-45 anni)	20 Kg
uomini (<18 o >45 anni)	20 Kg
donne (<18 o >45 anni)	15 Kg

Figura 5 - masse di riferimento definite nella norma ISO 11228-1

Gli altri parametri da prendere in considerazione sono i seguenti:

- VM Fattore Altezza: altezza da terra delle mani all’inizio ed alla fine del sollevamento
- DM Fattore dislocazione: distanza verticale del peso tra l’inizio e le 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

Tali valori possono essere ricavati direttamente dalle rispettive tabelle, calcolati utilizzando le formule o possono essere trovati tramite interpolazione per valori intermedi a quelli presenti nelle tabelle.

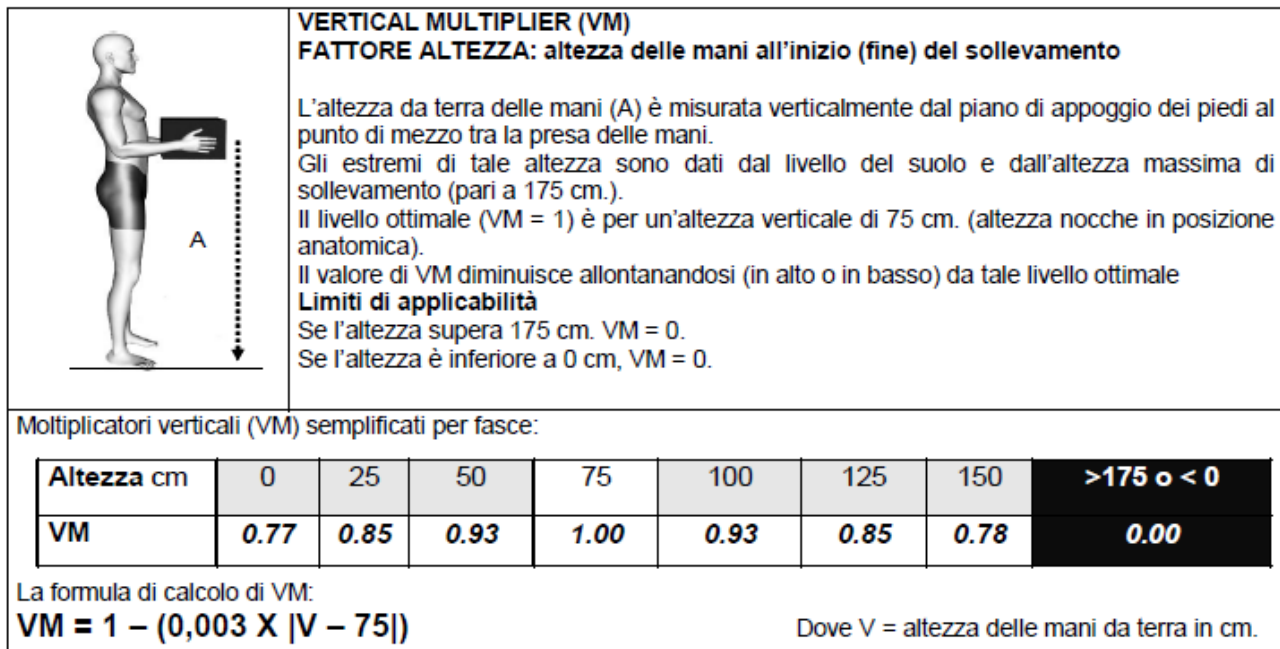


Figura 6 - parametro VM

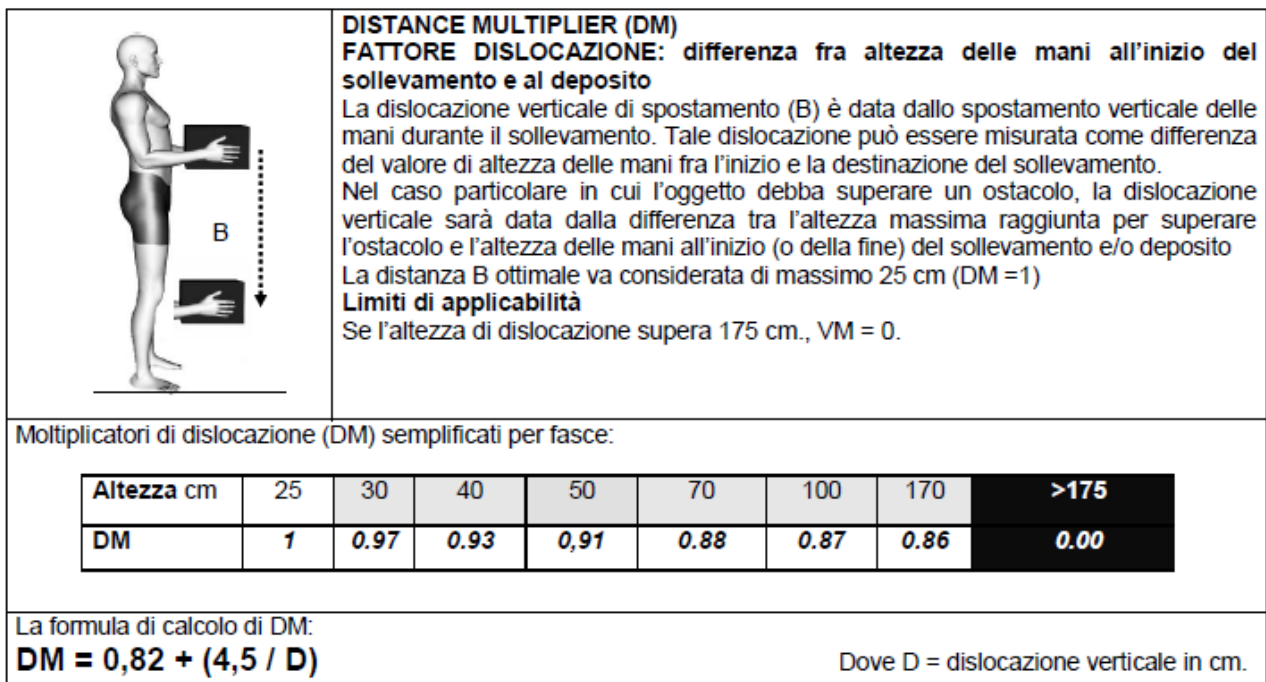


Figura 7 - parametro DM

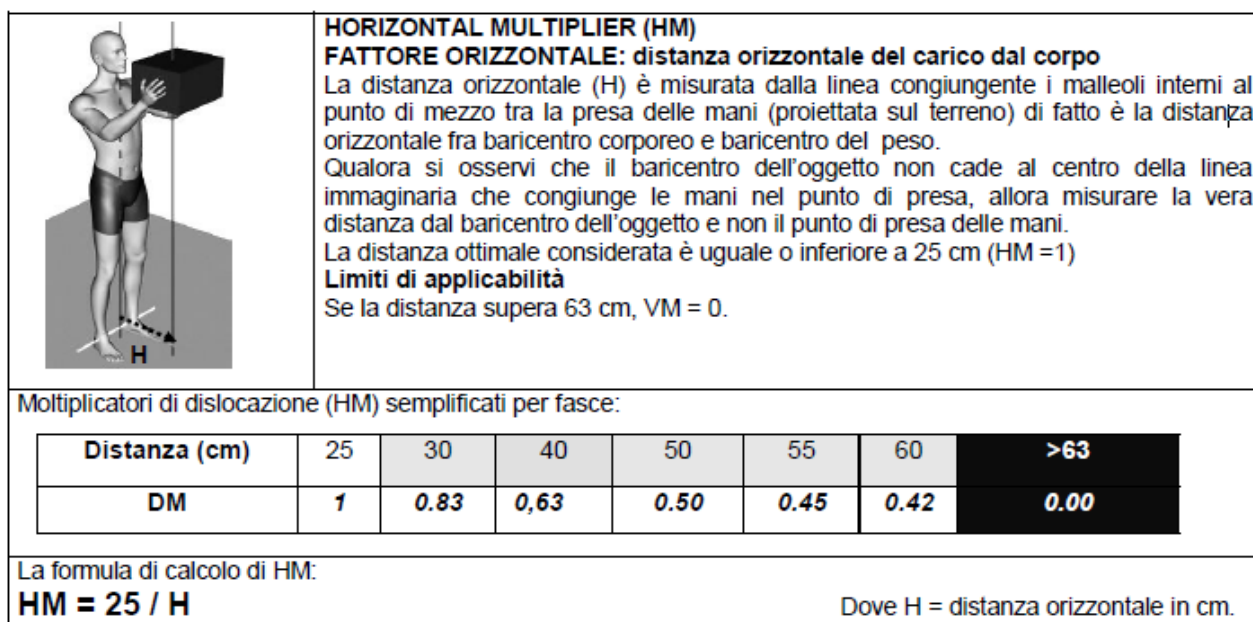


Figura 9 - parametro HM

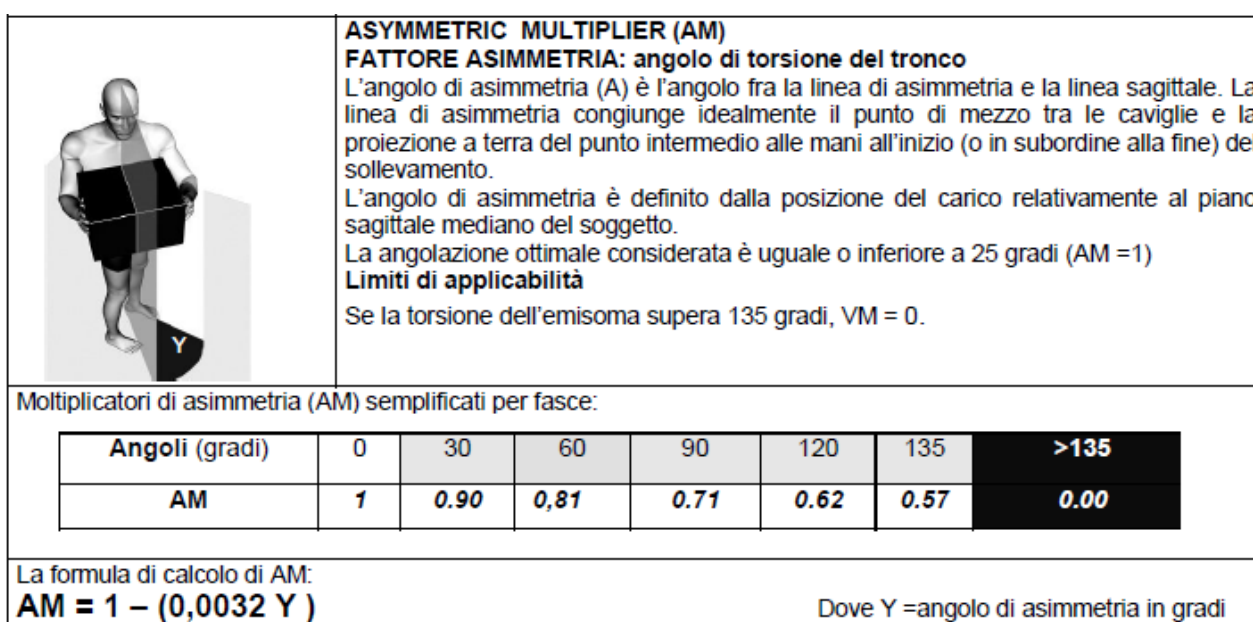


Figura 8 - parametro AM

Qualità della presa	BUONA	SUFFICIENTE	SCARSA
Descrizione	Lunghezza carico ≤40 cm; altezza carico ≤30 cm; buoni manici o scanalatura per le mani. Parti semplici da movimentare e oggetti con presa avvolgente e senza eccessiva deviazione del polso.	Lunghezza carico ≤40 cm; altezza carico ≤30 cm; manici o scanalature per le mani carenti o flessione delle dita di 90°. Parti semplici da movimentare e oggetti con flessione delle dita di 90° e senza eccessiva deviazione del polso.	Lunghezza carico >40 cm oppure altezza carico >30 cm, oppure parti difficili da movimentare od oggetti cedevoli oppure baricentro asimmetrico oppure contenuto instabile oppure oggetto difficile da afferrare o utilizzo di guanti.
CM	1,00	0,95	0,90

Figura 10 - parametro CM

FREQUENZA AZIONI/MIN.	DURATA DEL LAVORO (CONTINUO)		
	≤ 8 ORE (LUNGA)	≤ 2 ORE (MEDIA)	≤ 1 ORA (BREVE)
>=0.2	0,85	0,95	1,00
1	0,81	0,92	0,97
1	0,75	0,88	0,94
2	0,65	0,84	0,91
3	0,55	0,79	0,88
4	0,45	0,72	0,84
5	0,35	0,60	0,80
6	0,27	0,50	0,75
7	0,22	0,42	0,70
8	0,18	0,35	0,60
9	0,00	0,30	0,52
10	0,00	0,26	0,45
11	0,00	0,00	0,41
12	0,00	0,00	0,37
13	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00
>15		0,00	0,00

MOLTIPLICATORI PER V < 75 CM

FREQUENZA AZIONI/MIN.	DURATA DEL LAVORO (CONTINUO)		
	≤ 8 ORE (LUNGA)	≤ 2 ORE (MEDIA)	≤ 1 ORA (BREVE)
>=0.2	0,85	0,95	1,00
1	0,81	0,92	0,97
1	0,75	0,88	0,94
2	0,65	0,84	0,91
3	0,55	0,79	0,88
4	0,45	0,72	0,84
5	0,35	0,60	0,80
6	0,27	0,50	0,75
7	0,22	0,42	0,70
8	0,15	0,35	0,60
9	0,13	0,30	0,52
10	0,00	0,26	0,45
11	0,00	0,23	0,41
12	0,00	0,21	0,37
13	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,28
>15		0,00	0,00

MOLTIPLICATORI PER V >=75 CM

Figura 11 - parametro FM

Se sollevamento e trasporto vengono compiuti con un solo arto, la norma EN 1005-2 prevede che venga utilizzato un fattore moltiplicativo aggiuntivo: **OM=0,6**. La formula dell'RWL in questo caso è la seguente:

$$RWL = m_{ref} \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM \times OM$$

1.6 - METODO SNOOK & CIRIELLO

Per le azioni di traino e spinta, invece, non esiste un metodo universalmente riconosciuto, come quello proposto dal NIOSH; tuttavia, gli studi condotti da Snook e Ciriello forniscono un valido supporto per valutare l'indice ergonomico in tali contesti operativi. La valutazione del rischio per ciascun tipo di azione coinvolge l'analisi di vari percentili di protezione, utilizzando un campione di soggetti sani. Questa valutazione tiene conto delle differenze sia di genere sia delle variazioni nelle caratteristiche dell'azione stessa, quali frequenza, altezza delle mani da terra e distanza di trasporto. Nel caso delle attività di traino e spinta che coinvolgono l'intero corpo, la procedura di calcolo dell'Indice del Rischio (indicato come I.M) determina il valore limite della forza consigliata sia nella fase iniziale (FI) sia durante la fase di mantenimento dell'azione (FM). I valori raccomandati presi in considerazione nello studio condotto, fanno riferimento ad una popolazione lavorativa adulta sana (90° percentile). Identificata la situazione che riflette al meglio il contesto lavorativo effettivo preso in considerazione, si estrae il valore raccomandato di forza e lo si confronta con la forza effettivamente impiegata nell'attività di movimentazione. Questo processo fornisce un indicatore di rischio simile a quello proposto dal metodo NIOSH per le azioni di sollevamento. Per la quantificazione delle forze, tale metodo richiede il ricorso a strumenti specifici come dinamometri, da dover applicare alle reali condizioni operative per eseguire le misurazioni. Seguendo la procedura analitica delineata, è possibile ottenere un indice sintetico di rischio (I.M) per ogni operazione di movimentazione descritta. Questi indici rappresentano il rapporto tra la forza effettivamente misurata durante la movimentazione in una situazione lavorativa specifica e la forza raccomandata per quella particolare azione.

$$I.M (Forza Iniziale) = \frac{FORZA INIZIALE MISURATA}{FORZA INIZIALE RACCOMANDATA}$$

$$I.M (Forza di Mantenimento) = \frac{FORZA DI MANTENIMENTO MISURATA}{FORZA DI MANTENIMENTO RACCOMANDATA}$$

In base ai risultati acquisiti, è fattibile identificare le attività che richiedono interventi di revisione per prevenire l'insorgenza di potenziali malattie professionali o infortuni. La priorità nell'implementare azioni correttive è determinata dal valore dell'indice I.M. Il metodo permette l'individuazione di due aree di rischio distinte:

- AREA VERDE (I.M \leq 1): Nessun Rischio
- AREA ROSSA (I.M $>$ 1): Rischio Presente

1.7 - ISO/TR 12295

Il Technical Report ISO/TR 12295 specifica nel dettaglio campo e modalità di applicazione delle norme ISO 11228 parti 1, 2 e 3. In particolare, guida gli utenti potenziali e fornisce informazioni aggiuntive sulla scelta e l'utilizzo delle norme appropriate, a seconda dei rischi specifici presenti.

Il documento, però, viene soprattutto utilizzato in quanto concepisce un approccio di "valutazione rapida" per distinguere con facilità le attività "certamente accettabili" da quelle "certamente critiche". Nel caso in cui la valutazione rapida indichi che l'attività di rischio si colloca tra queste due condizioni d'esposizione, è essenziale fare riferimento ai metodi dettagliati per la valutazione del rischio indicati nelle norme ISO pertinenti.

La valutazione avviene su due livelli di cui il primo consiste nel rispondere a "Domande Chiave" pensate per identificare la presenza di pericoli e stabilire il bisogno di un'ulteriore analisi. Si passa in seguito alla "Valutazione Rapida" e, se si ha situazione incerta, alle norme specifiche.



Figura 12 - metodi di approccio alle norme ISO 11228

La valutazione rapida o quick assessment, come già specificato sopra, consiste in una verifica rapida della presenza di potenziali condizioni di rischio (da MMC), attraverso semplici domande di tipo qualitativo e quantitativo. Tale operazione può portare a 3 possibili esiti:

- Accettabile -> non sono richieste ulteriori azioni
- Critico -> è urgente procedere ad una riprogettazione del posto o del processo
- Incerto -> necessita di un'analisi più dettagliata: è necessario procedere a stime più precise attraverso strumenti di analisi più specifici (suggeriti dagli standard ISO 11228 parti 1 e 2) che a loro volta possono avere come esito una classificazione del rischio come accettabile (verde), borderline (giallo) o presente (rosso).

Qualora si verificano condizioni di accettabilità o di criticità, in genere non è necessario procedere ad una stima più circostanziata del livello di esposizione, in particolare nel caso della criticità in cui la priorità è data alla riduzione del rischio emerso. Se invece nessuna delle due condizioni estreme emerge chiaramente si procede alla valutazione del rischio con i metodi analitici classici. Le tabelle di valutazione rapida riguardano aspetti preliminari quali le caratteristiche dell'ambiente di lavoro, il sollevamento e il trasporto, il traino e la spinta.

Il report, inoltre, è dotato di ALLEGATI separati (A, B, C), relativi rispettivamente a ISO 11228 Parte 1, 2 e 3.

L'Allegato A riguarda la valutazione delle attività di sollevamento e trasporto ed è un approfondimento della norma ISO 11228-1. Al suo interno sono presenti le cinque fasi proposte dal TR per la valutazione della Movimentazione Manuale dei Carichi:

- *Fase 1 - Attività non continuativa (occasionale) in condizioni ideali*
- *Fase 2 - Attività continuativa in condizioni ideali*
- *Fase 3 - Limiti raccomandati per massa, frequenza e posizione dell'oggetto*
- *Fase 4 - Massa cumulativa di sollevamento e trasporto manuale*
- *Fase 5 - Limite raccomandato di massa cumulativa in funzione della distanza percorsa*

Nell'Annesso viene inoltre definito l'Indice di Sollevamento o Lifting Index (LI), frutto del confronto tra Peso Sollevato e Peso Raccomandato (RWL):

$$LI = \frac{PESO\ SOLLEVATO}{PESO\ RACCOMANDATO\ (RWL)}$$

Insieme alla formula dell'LI è presente la tabella riguardo l'interpretazione dell'Indice di Sollevamento.

Tabella 1 - interpretazione dell'Indice di sollevamento

Valore Indice di sollevamento	Livello d'esposizione	Interpretazione	Conseguenze
$LI \leq 1,0$	Accettabile	L'esposizione è accettabile per la maggior parte dei soggetti di riferimento della popolazione lavorativa.	Accettabile: nessuna conseguenza
$1,0 < LI \leq 2,0$	Presenza di rischio	Una parte della popolazione lavorativa adulta potrebbe essere esposta ad un rischio di livello moderato	Riprogettare i compiti e i luoghi di lavoro in base alle priorità
$2,0 < LI \leq 3,0$	Presenza di rischio; Livello alto	Una maggiore parte della popolazione lavorativa adulta potrebbe essere esposta ad un rischio di livello significativo.	Riprogettare i compiti e i luoghi di lavoro appena possibile
$LI > 3,0$	Presenza di rischio; Livello molto alto	Assolutamente inadatta per la maggior parte della manodopera. Considerare solo in circostanze eccezionali in cui gli sviluppi tecnologici o gli interventi non sono sufficientemente avanzati. In tali circostanze eccezionali, bisogna dare maggiore attenzione e considerazione alla formazione e all'addestramento degli individui (e.g. conoscenza specifica riguardo l'identificazione del rischio e la sua riduzione).	Riprogettare i compiti e i luoghi di lavoro immediatamente

Nell'allegato sono presenti cenni relativi allo studio dei compiti di sollevamento complessi (compositi, variabili e sequenziali)

Durante lo studio di attività con sollevamento manuale di carichi, dal punto di vista operativo, possiamo individuare diverse tipologie di compiti di sollevamento, con le seguenti definizioni e caratteristiche:

- 1 COMPITO SEMPLICE (definito dal NIOSH come single-task) include quei compiti che riguardano il sollevamento di un solo tipo di oggetto (con lo stesso peso) usando sempre la medesima postura (geometria del corpo) nello stesso schema all'origine e alla destinazione. In questo caso si procede al calcolo dell'Indice di Sollevamento "tradizionale" (LI);

- 2 COMPITO COMPOSITO (definito dal NIOSH come multi-task) include compiti con sollevamento di oggetti (generalmente dello stesso tipo e massa) usando geometrie differenti (raccolgere e posizionare da/su mensole ad altezze diverse e/o diversi livelli di profondità). La geometria di ogni individuo è una “variante” del compito e prende il nome di “sub-compito”. In questo caso si procede all’utilizzo della formula dell’Indice di Sollevamento Composito (CLI). Con questa procedura non possono essere considerate più di 10/12 varianti o sub-compiti;
- 3 COMPITO VARIABILE viene definito come un compito in cui sia la geometria del corpo sia il peso della massa variano durante i diversi sollevamenti eseguiti dai lavoratori nello stesso turno. Ogni distinta categoria di peso, movimentata su ogni diversa geometria, prende il nome di sub-compito. In questo caso si utilizza la formula dell’Indice di Sollevamento Variabile (VLI);
- 4 COMPITO SEQUENZIALE include compiti in cui il lavoratore ruota tra uno o più compiti semplici e/o compositi e/o variabili durante un turno di lavoro (ogni compito dura non meno di 30 minuti consecutivi). Per questi scenari può essere utilizzata la procedura di calcolo dell’Indice di Sollevamento Sequenziale (SLI).

Lo scopo dell’Allegato B è di fornire un aiuto all’applicazione per gli utenti della norma ISO 11228-2, che riguarda il traino e la spinta. Si apre con una chiarificazione del modello generale di valutazione del rischio (sezione B.1), seguono poi le illustrazioni dei metodi per valutare e stimare il rischio, sia a livello generale che specifico (sezioni B.2 e B.3), per concludersi con ulteriori dettagli sul metodo, accompagnati da diagrammi a flusso (sezione B.4). Per stimare e valutare analiticamente il rischio derivante dalle azioni di traino/spinta coinvolte dagli operatori responsabili della raccolta dei rifiuti, è stata scelta l’adozione del metodo di analisi più generale. Questa decisione è stata presa considerando la sua maggiore facilità di applicazione e comprensione, anche per coloro che non sono esperti nell’ambito ergonomico. Il metodo specifico è dettagliato nel TR, nella sezione B.2, e si basa sugli studi condotti da Snook e Ciriello, già esaminati in precedenza.

CAPITOLO 2 - RACCOLTA ED ELABORAZIONE DATI

Lo studio, commissionato da COSMARI (Consorzio Smaltimento di Rifiuti) all'Università Politecnica delle Marche, ha coinvolto tre diversi comuni della provincia di Macerata: Civitanova Marche, Macerata e Montecassiano. Lo studio ha lo scopo di individuare le patologie e i rischi legati alla movimentazione manuale dei carichi durante i turni di raccolta e proporre degli spunti di miglioramento per garantire un maggiore benessere degli operatori impiegati nella raccolta differenziata porta a porta. COSMARI è un consorzio formato da 55 comuni maceratesi che si occupa di raccolta e smaltimento di rifiuti.

ZONE DI RACCOLTA

I tre comuni presi in considerazione nello studio hanno caratteristiche diverse tra loro:

- Comune di Montecassiano, formato da centro storico, caratterizzato da vicoli piuttosto stretti in cui è impossibile il passaggio del mezzo di raccolta, e zone di campagna
- Comune di Civitanova Marche, la zona affidata agli operatori è un'area residenziale situata nei pressi dello stadio, quindi a Sud della città. Civitanova, essendo situata sulla costa marchigiana, è contraddistinta da una forte stagionalità: durante la stagione estiva, infatti, il numero di abitanti aumenta considerevolmente e con esso il volume di rifiuti da raccogliere
- Comune di Macerata, anche in questo caso zona residenziale. Il comune risente in maniera minore del fattore di stagionalità, può essere notata solo una leggera flessione nel numero di abitanti durante la stagione estiva, con conseguente diminuzione del volume da gestire.

Le tre zone, avendo caratteristiche diverse, sono servite anche in maniera diversa per quanto riguarda il numero di operatori: i turni di raccolta di Macerata e Montecassiano sono mono operatore: il lavoratore, quindi, compie il ruolo di autista e raccoglitore; i turni di Civitanova, invece, comprendono due operatori che si scambiano di ruolo a metà turno.

TIPOLOGIE DI RIFIUTI

Le diverse tipologie di rifiuti sono trattate in maniera differente da COSMARI: per **plastica** (si intende multimateriale, che oltre alla plastica include lattine e barattolame metallico), **RSU** (rifiuti solidi

urbani, cioè tutto ciò che non è differenziabile) e **carta** (carta e cartone) viene adottato il modello porta a porta, mentre per **vetro** e **umido** vengono utilizzati cassonetti della capienza di circa 240 litri situati in punti strategici dei comuni.

Le frazioni di rifiuti considerate nello studio sono plastica, RSU e carta. I sacchetti distribuiti dai comuni per la raccolta differenziata hanno caratteristiche diverse: quelli di plastica e RSU sono entrambi fatti in plastica (colore giallo per l'RSU e blu per la plastica), con laccetti per facilitare la presa e la chiusura dei sacchi. I sacchetti per la raccolta della carta hanno dimensioni maggiori, sono sprovvisti di maniglie (il che li rende meno maneggevoli) e sono fatti di carta.

2.1 - ANALISI

La rilevazione e l'analisi dei dati raccolti ha avuto luogo in un arco di tempo di diversi mesi tra la fine del 2022 e la prima metà del 2023. Sono stati analizzati i turni di raccolta di quattro operatori (*tabella 4*): un operatore a Macerata, due operatori a Civitanova Marche (operatore 1 e operatore 2) e un operatore a Montecassiano. La valutazione è divisa nelle seguenti fasi:

- Pesatura
- Ripresa video
- Analisi video ed elaborazione dati
- Calcolo NIOSH VLI

Pesatura: in questa fase sono stati registrati i pesi e le altezze di prelievo dei sacchetti. La pesatura è effettuata a campione ed è seguita dal calcolo del valore medio del peso. La media non viene calcolata sul totale dei dati raccolti ma solo sul 95% di essi, per evitare di includere nella misurazione eventi straordinari o isolati, rappresentati dal 2,5% agli estremi del campione. L'altezza di prelievo è definita come la distanza verticale tra la posizione delle mani all'origine e il terreno; per tale parametro vengono calcolati valori massimo e minimo e la media. Sia per il peso che per l'altezza di prelievo, inoltre, viene individuato lo scarto quadratico medio, che serve ad esprimere la dispersione dei dati intorno al valore della media.

Tabella 2 - pesi misurati

		PESO			ALTEZZA PRELIEVO			
		media	SD	media 95%	media	SD	max	min
Civitanova	RSU	2,46	1,78	2,31	70,09	34,32	160	38
	Carta	1,25	0,82	1,18	48,72	13,76	86	10
	Plastica	0,69	0,34	0,68	54,50	19,20	146	30
Macerata	RSU	1,55	1,12	1,47	57,04	23,33	170	30
	Carta	1,28	0,95	1,20	51,41	10,66	110	20
	Plastica	0,89	0,63	0,90	53,35	20,55	130	20
Montecassiano	RSU	1,55	1,05	1,48	55,97	19,57	180	30
	Carta	1,45	0,81	1,41	53,78	10,44	80	20
	Plastica	0,84	0,47	0,79	56,96	21,89	160	30

Alla pesatura segue poi la **ripresa video dei turni di raccolta** degli operatori. Le riprese sono avvenute tramite l'utilizzo di GoPro, seguendo e catturando i movimenti degli operatori durante i turni. Il metodo di raccolta Porta a Porta, come già detto, è un sistema di gestione dei rifiuti che prevede il ritiro dei contenitori presso il domicilio delle singole utenze; pertanto, il veicolo attraversa ciascuna via del quartiere di riferimento. La fase di raccolta può essere suddivisa in diverse task:

- **Guida:** ovvero condurre il camion durante i turni di raccolta. Tale mansione viene in genere svolta congiuntamente al ruolo di raccoglitore.
- **Prelievo:** consiste nel ritirare i sacchetti appoggiati a terra davanti alle abitazioni, posizionati sopra a dei rialzi o appesi a cancellate. I carichi da prelevare possono inoltre trovarsi all'interno di recipienti o, più in generale, in posizioni tali da costringere l'operatore ad assumere posture non appropriate, dovendo ad esempio sporgersi per recuperarli.
- **Permanenza in pedana:** un operatore sale sulla pedana dietro il camion e vi rimane mentre il mezzo è in movimento, aggrappandosi alla maniglia per maggiore sicurezza.
- **Trasporto (cammino con carico):** ovvero il tragitto che va dalla posizione di prelievo dei sacchetti al camion o a un punto di raccolta in cui vengono lasciati momentaneamente, in attesa dell'arrivo del mezzo di movimentazione.
- **Cammino senza carico:** il tratto di strada che l'operatore deve percorrere per raggiungere il/i sacchetto/i da prelevare.

- **Lancio:** l'operatore, una volta giunto in corrispondenza del camion, conferisce i sacchetti nella parte posteriore. Essendo il mezzo alto all'incirca 2 metri, il lavoratore, per risparmiare tempo, è costretto a lanciare verso l'alto i sacchetti.
- **Gestione cassonetti:** azione di traino/spinta effettuata dal lavoratore per avvicinare i cassonetti al camion, che li solleva e li capovolge in modo meccanico al fine di rovesciarne il contenuto nel cassone posteriore. I cassonetti maneggiati dai lavoratori hanno in genere capienza di 240 litri, ma nel caso di attività commerciali o scuole la capienza può raggiungere gli 800/1000 litri.

Nell'ambito della Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC) vengono tenuti in considerazione solo task di **prelievo, trasporto e lancio**.

ANALISI VIDEO

Analisi video ed elaborazione dati: consiste nel visualizzare i video girati durante i turni di raccolta porta a porta e nel compiere l'analisi qualitativa compilando un file Excel con le informazioni raccolte. Questa fase rappresenta una prima categorizzazione di quanto visto nei video; in seguito, si procederà ad applicare delle approssimazioni a questi dati per poter utilizzare il template NIOSH, sempre garantendo la maggiore aderenza possibile ai dati reali.

Nel file Excel sono state tracciate delle categorie per facilitare l'utilizzo del template NIOSH, quindi il calcolo del VLI. Il file Excel è diviso in tre aree in base agli arti utilizzati per compiere il lavoro (destra, sinistra o entrambi); in ogni area le colonne servono a specificare le caratteristiche delle azioni svolte dagli operatori. La prima cosa da fare nella compilazione del documento è precisare se si tratta di un'azione di sollevamento o di lancio; successivamente, bisogna tenere in considerazione il numero di sacchetti sollevati, l'altezza di partenza del prelievo (metà sacchetto, sacchetto, rialzato e alto), la destinazione di prelievo e partenza del lancio (braccio a riposo, braccio piegato e braccio alto-sopra gomito), la presa (comoda o scomoda) e la distanza dal corpo, ovvero la distanza orizzontale al momento del prelievo (vicina o distante). L'ultima colonna viene utilizzata per eventuali annotazioni, come ad esempio pesi particolarmente pesanti o manovre straordinarie dell'operatore.



Figura 13 - Esempio prelievo da "metà sacchetto"

Esempio partenza prelievo da metà sacchetto.



Figura 14 - Esempio prelievo da "sacchetto"

Esempio partenza prelievo da sacchetto.



Figura 15 - Esempio prelievo da "rialzato"

Esempio partenza prelievo da rialzato; il sacchetto, infatti, si trova sopra un gradino.



Figura 16 - Esempio prelievo da "alto"

Esempio partenza prelievo da alto:
il sacchetto è appeso ad una
palizzata.



Figura 17 - Esempio "braccio a riposo"

Esempio destinazione prelievo e
partenza lancio, braccio a riposo.



Figura 18 - Esempio "braccio piegato"

Esempio destinazione prelievo e partenza lancio, braccio piegato.



Figura 19 - Esempio "braccio alto (sopra gomito)"

Esempio destinazione prelievo e partenza lancio, braccio alto (sopra gomito).



Figura 20 - Esempio presa comoda

Esempio presa comoda.



Figura 21 - Esempio presa scomoda (braccio destro).

Esempio presa scomoda (braccio destro).



Figura 22 - Esempio distanza dal corpo "vicino"

Esempio distanza dal corpo, vicino.



Figura 23 - Esempio distanza dal corpo "distante"

Esempio distanza dal corpo, distante.

SX												
SOLL/LAN	NUMERO/PESO		PARTENZA PRELIEVO			AZIONE PRELIEVO E PARTENZA			PRESA		DISTANZA DAL CORPO	
	Leggero	Pesante	età sacche	Sacchetto	Rialzato	Alto	scaccio a ripiegamento	piegato (sopra)	Comoda	Scomoda	Vicina	Distante
GOPR												
R - vedi nota		2				2			2			2
L	1							1	1			1
L												
L												
R	3			3					3	3		3
L	3								3	3		3
R	1		1					1		1		1
R												
L	2							2		2		2
R	1			1					1	1		1
L	1								1	1		1
R												
L	2								2	2		2
R	2		2						2	2		2
L	2								2	2		2
R												
L												
R		1		1				1			1	1
L		1						1		1		1
R	1		1					1		1		1
L	5							5		5		5
R	1		1					1		1		1
L	1							1		1		1

Figura 24 – Esempio di Excel compilato estratto da un file

In seguito, si passa alla **compilazione file Excel qualitativo con facilitazione secondo input idonei al NIOSH**, costruito a partire dal precedente Excel, con delle semplificazioni che, appunto, facilitano il successivo utilizzo del template NIOSH. Nell’Excel NIOSH vengono esaminate solo le operazioni di raccolta; i lanci vengono considerati automaticamente rischiosi, perché l’altezza del camion è >175 cm, superando pertanto la condizione considerata critica nel quick assessment dell’ISO/TR 12295.

Per quanto riguarda i pesi, vengono tenuti in considerazione i pesi medi calcolati in precedenza e vengono moltiplicati per il numero dei sacchetti sollevati. Un’altra approssimazione applicata consiste nel considerare le operazioni di sollevamento compiute con un solo arto come eseguite con entrambi gli arti per semplificare l’applicazione del metodo NIOSH.

Il file Excel NIOSH contiene 2 fogli: il primo rispecchia la struttura del file Excel precedente con l’aggiunta di una formattazione condizionale in grado di evidenziare in rosso i sollevamenti di pesi maggiori di 3kg (uno dei requisiti di applicazione del metodo NIOSH), che verranno selezionati e portati nel secondo foglio dove è presente una formula che prende in considerazione la condizione peggiore di alcuni dei dati del sollevamento (partenza e destinazione della raccolta e distanza orizzontale). Nel foglio è presente anche una tabella suddivisa in intervalli incrementali di 1 Kg (figura 17) e il numero di sacchetti contenuti in ogni intervallo; tale tabella deve essere inserita nel foglio “Production data” del template NIOSH, il quale restituisce in output 5 categorie di peso che

andremo a riportare nelle tabelle presenti nel secondo foglio, ognuna riguardante un diverso parametro della raccolta (partenza e destinazione raccolta, partenza e destinazione lancio, distanza orizzontale alla partenza della raccolta e distanza orizzontale alla destinazione della raccolta). In entrambi i fogli del file Excel NIOSH è presente una tabella, che serve a controllare che il numero di sollevamenti totali corrisponda effettivamente alla somma dei sollevamenti rischiosi e non rischiosi.

N sacch tot DX +	0,6803 Peso total	N sacch tot	0,6803 Peso totale
4	2,72	0	0,00
4	2,72	0	0,00
8	5,44	0	0,00
2	1,36	6	4,08
2	1,36	0	0,00
2	1,36	0	0,00
1	0,68	0	0,00
1	0,68	0	0,00
1	0,68	0	0,00
1	0,68	0	0,00
6	4,08	0	0,00
6	4,08	0	0,00
5	3,40	0	0,00
0	0,00	5	3,40

Figura 26 - Excel NIOSH foglio 1, formattazione condizionale

partenza raccolta	destinazi one raccolta	distanza orizzonta le	PESI		
			kg	kg	n
Metà sacc	Braccio alt	Vicina	3	4	20
Metà sacc	Braccio pi	Vicina	4	5	31
Metà sacc	Braccio pi	Vicina	5	6	6
Metà sacc	Braccio pi	Vicina	6	7	6
Metà sacc	Braccio pi	Vicina	7	8	0
Sacchetto	Braccio pi	Vicina	8	9	3
Metà sacc	Braccio pi	Vicina	9	10	0
Metà sacc	Braccio pi	Vicina	10	11	0
Metà sacc	Braccio alt	Vicina	11	12	0
Metà sacc	Braccio pi	Vicina	12	13	0
Metà sacc	Braccio pi	Vicina	13	14	0
Metà sacc	Braccio alt	Vicina	14	15	0

Figura 25 - Excel NIOSH foglio 2, condizioni peggiori per ogni riga e fasce di peso

CALCOLO NIOSH VLI

L'ultima fase della valutazione consiste nel **calcolo del VLI** tramite il template NIOSH, un supporto molto utile per il calcolo del rischio, che ci consente di convertire le etichette qualitative date dall'analisi video in intervalli numerici piuttosto ampi presenti nel template, evitando così di attribuire dati numerici precisi alle caratteristiche di lavoro dei sollevamenti. Il template NIOSH serve quindi a passare da una prima indagine qualitativa, data dall'analisi video, a una vera e propria analisi quantitativa.

Il template è diviso in 7 parti:

1. Keys enter
2. Production data
3. Organisation
4. Workplace description
5. LI (Lifting Index)

6. Push pull carry

7. Synthesis

Il **Keys enter** è caratterizzato dalla presenza di campi da riempire riguardanti il nome dell'azienda, i reparti coinvolti, la descrizione del compito da svolgere, il numero di operatori impiegati per il sollevamento. Nel foglio, inoltre, è presente un quick assessment, già incontrato nel TR ISO 12295, che serve a compiere una rapida valutazione iniziale per verificare se è presente rischio e se vale la pena indagare ulteriormente circa la sua entità.

Il **Production data** corrisponde alla descrizione degli oggetti sollevati manualmente. Nel foglio è necessario inserire la tabella suddivisa in intervalli incrementali da 1kg l'uno (figura 17), ricavata dal file Excel NIOSH; per ogni intervallo il sistema calcola in automatico la massa cumulativa secondo la norma ISO 11228-1. Il template produce - in risposta - 5 categorie di peso costruite in modo tale da contenere tutte le categorie di peso dei sacchetti sollevati (figura 19); anche in questo caso c'è il calcolo della massa cumulativa trasportata nel turno. Nel foglio vanno specificati anche il numero di operatori che compiono i sollevamenti e il tipo di compito svolto, che nel nostro caso sarà variabile.

	Categorie		N. oggetti	pesi medi per categoria (Kg)	% oggetti sollevati per categoria	% PESI TRASPORTATI per calcolo peso cumulato	MASSA CUMULATA TRASPORTATA NEL TURNO	classe di peso prevalentemente sollevata da più operatori: SCRIVERE IL N. DI OPERATORI	categoria di peso sollevata da un solo arto
	Da	a							
c1	3,0	4,0	20,0	3,5	30,3%	100,0%	70,0	1	
c2	4,0	5,0	31,0	4,5	47,0%	100,0%	139,5	1	
c3	5,0	6,0	6,0	5,5	9,1%	100,0%	33,0	1	
c4	6,0	7,0	6,0	6,5	9,1%	100,0%	39,0	1	
c5	8,0	9,0	3,0	8,5	4,5%	100,0%	25,5	1	

Figura 27 - Production data, le 5 categorie di peso ricavate dal sistema e numero di operatori

L'**Organisation** serve al calcolo della frequenza di sollevamento a partire da durata e distribuzione dei tempi di movimentazione manuale di carichi nel turno. Nelle caselle della tabella presente nel foglio è necessario inserire i minuti di sollevamento manuale di carichi (incluso il trasporto), i minuti di compiti senza sollevamenti o le pause e i minuti di traino e spinta, tenendo in considerazione che i compiti non devono avere durata inferiore a 5 minuti e che la somma dei minuti indicati deve corrispondere alla durata del turno. La frequenza di sollevamento viene calcolata automaticamente dal sistema, prendendo in esame il numero degli oggetti (dato proveniente dal

Production data) e il tempo disponibile. Frequenza di sollevamento e durata vengono utilizzati per il calcolo del moltiplicatore frequenza/durata (FM).

	compiti (senza sollevamenti) o pause	SOLLEVAMENTO MANUALE (incluso il trasporto di carichi)	compiti (senza sollevamenti) o pause	traino e spinta	compiti (senza sollevamenti) o pause	SOLLEVAMENTO MANUALE (incluso il trasporto di carichi)	compiti (senza sollevamenti) o pause	traino e spinta	compiti (senza sollevamenti) o pause	SOLLEVAMENTO MANUALE (incluso il trasporto di carichi)	compiti (senza sollevamenti) o pause	traino e spinta	compiti (senza sollevamenti) o pause
minuti	345	45											
ora inizio turno	07:00	End of shift											
note													
ore nel turno	12:45	13:30											
traino e spinta (min)				0				0					0

Figura 29 - Organisation, minuti di sollevamento, di pause e di traino e spinta

DURATA BREVE	
N. DI LAVORATORI COINVOLTI nello stesso compito	1
DURATA MENSA (indicare i minuti di durata della mensa solo se FUORI ORARIO DI LAVORO)	0
DURATA DEL TURNO [min]	390
DURATA DEL SOLLEVAMENTO MANUALE (trasporto incluso) [min]	45
DURATA NETTA TRAINO E SPINTA [min]	0
N. TOTALE OGGETTI SOLLEVATI NEL TURNO (sup. ai 3 kg)	66,0
N. OGGETTI SOLLEVATI DA CIASCUN OPERATORE (sup. ai 3 kg)	66,0
FREQUENZA DI SOLLEVAMENTO	1,47

Figura 28 - Organisation, calcolo frequenza di sollevamento

La **Workplace description**, ovvero la descrizione dell'area di movimentazione manuale dei carichi, appare suddivisa nelle 30 sub-tasks tipiche del compito variabile, con 5 categorie di peso, 2 dislocazioni verticali, 3 aree orizzontali (e una condizione di asimmetria).

La variabile “altezza delle mani all’origine/destinazione del sollevamento” è stata ridotta in due differenti aree:

- *AREA IDEALE*: le mani sono poste tra 50 e 125 cm; il conseguente Moltiplicatore Verticale (VM) è definito uguale a 1.

- *AREA NON IDEALE*: le mani sono al disotto di 50 cm o sono superiori a 125 cm: il conseguente Moltiplicatore Verticale (VM) è definito uguale a 0,78.

L’AREA ESTREMA: superiore a 175 cm (>175 cm) è da considerarsi come ulteriore opzione, completamente inadeguata o CRITICA e deve essere evitata.

La distanza orizzontale è stata semplificata in tre differenti aree (Figura 2):

- *AREA IDEALE* (vicina). La Distanza Orizzontale è all'interno dell'intervallo di 25-40 cm.; il conseguente Moltiplicatore Orizzontale (HM) è definito uguale a 0,71 (per un valore rappresentativo di 35 cm).

- *AREA NON IDEALE* (media). La Distanza Orizzontale è all'interno dell'intervallo di 40-50 cm.; il conseguente Moltiplicatore Orizzontale (HM) è definito uguale a 0,56 (per un valore rappresentativo di 45 cm.)

- *AREA NON IDEALE* (lontana). La Distanza Orizzontale è all'interno dell'intervallo di 50-63 cm.; il conseguente Moltiplicatore Orizzontale (HM) è definito uguale a 0,40 (per un valore rappresentativo di 63 cm.)

L’AREA ESTREMA, superiore a 63 cm (>63 cm), è da considerarsi come ulteriore opzione, completamente inadeguata o CRITICA e deve essere evitata.

Ai fini della valutazione, per quando riguarda le altezze all’origine e alla destinazione, sono state applicate le seguenti approssimazioni:

- Metà sacchetto -> 21-30 cm
- Sacchetto -> 51-60 cm
- Rialzato -> 71-80 cm
- Alto -> 111-125 cm

Per le distanze all'origine e alla destinazione, invece:

- Vicino -> 25-40 cm
- Lontano -> 51-63 cm

ALTEZZA ALL'ORIGINE	CATEGORIE DI PESO (Kg)																				
	3,0		4,0		4,0		5,0		5,0		6,0		6,0		7,0		8,0		9,0		
cm	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
>175																					
171-175																					
161-170																					
151-160																					
141-150																					
131-140																					
126-130																					
111-125																					
101-110																					
91-100																					
81-90																					
71-80																					
61-70																					
51-60																					
41-50																					
31-40																					
21-30																					
11-20																					
up to10																					

Figura 30 - Workplace description, tabella per altezza all'origine

L'LI è il foglio che si occupa della *Final risk evaluation*, ovvero la valutazione finale del rischio, e consiste in una tabella creata dal template, in cui sono presenti tutti i parametri presi in considerazione dai fogli precedenti, utili al calcolo del Lifting Index e quindi alla valutazione del rischio. Sono presenti, quindi, le 5 categorie di peso, con le rispettive frequenze, le aree verticali e orizzontali con le percentuali associate, l'asimmetria (che nel nostro caso non è presente nei compiti), la frequenza per le sub-task e le condizioni critiche per uomini e donne. Le condizioni critiche ci forniscono i primi feedback riguardanti il grado di rischio diviso per le 5 categorie di peso e le 30 sub-tasks, ma nel foglio è presente anche un prospetto con gli indici di sollevamento suddivisi in base a sesso e fasce di età della popolazione lavorativa sana:

- Uomini tra i 20 e i 45 anni
- Donne tra i 20 e i 45 anni
- Uomini con meno di 20 anni o più di 45 anni
- Donne con meno di 20 anni o più di 45 anni

8. FINAL LIFTING INDEX (LI, CLI, VLI)			
European Standard: EN 1005-2; ISO Standard: 11228-1			
25	Men (20-45 years old)	0,71	INTERVENTION NOT NECESSARY
20	Women (20-45 years old)	0,88	INTERVENTION SUGGESTED
20	Men (<20 o >45 years old)	0,88	INTERVENTION SUGGESTED
15	Women (<20 o >45 years old)	1,18	RISK PRESENT

Figura 32 - LI per sesso e fasce di età, caso di Civitanova Marche plastica

8. FINAL LIFTING INDEX (LI, CLI, VLI)			
European Standard: EN 1005-2; ISO Standard: 11228-1			
25	Men (20-45 years old)	2,00	RISK PRESENT
20	Women (20-45 years old)	2,50	RISK PRESENT
20	Men (<20 o >45 years old)	2,50	RISK PRESENT
15	Women (<20 o >45 years old)	3,34	RISK PRESENT

Figura 31 - LI per sesso e fasce di età, caso di Macerata RSU

Ai gradi di rischio individuati dal template corrispondono diversi livelli di esposizione, a cui sono stati associati dei colori, per rendere i risultati più leggibili e d’impatto.

Valori	Livelli di esposizione	Colore
Lifting Index		
LI ≤ 0,85	Accettabile	verde
0,86 < LI ≤ 1	Borderline	giallo
1,0 < LI ≤ 1,5	Basso	arancione
1,5 < LI ≤ 2,0	Moderato	rosso pallido
2,0 < LI ≤ 3,0	Alto	rosso intenso
LI > 3,0	Molto alto	viola

Figura 33 - LI, legenda colori e livelli di esposizione

Più in basso, sempre nel foglio LI, viene fatta la stessa suddivisione per sesso e fasce di età nel caso di soggetti portatori di patologie del rachide, congenite e/o acquisite.

I DATI ORGANIZZATIVI															
Tempo netto di SOLLEVAMENTO CARICHI MANUALE (SUP. A 3 KG)	TIPO DI SOLLEVAMENTO: MONO=M; COMPOSTO=C; VARIABILE (V)	n. OGGETTI SOLLEVATI (per addetto)	FREQUENZA DI SOLLEVAMENTO	MOLTIPLICATORE FREQUENZA/DURATA	categorie di peso:Kg					categorie di peso: %					
					PRIMA	SECONDA	TERZA	QUARTA	QUINTA	PRIMA	SECONDA	TERZA	QUARTA	QUINTA	
45	V	66	1,47	0,93	3,5	4,5	5,5	6,5	8,5	30,3%	47,0%	3,1%	3,1%	4,5%	307

Figura 34 - Synthesis of results of MMH, i dati organizzativi

Denominazione del compito	PESO DEI SINGOLI FATTORI DI RISCHIO						GLI INDICI DI SOLLEVAMENTO				MOTIVAZIONI DELLE CONDIZIONI CRITICHE					
	FREQUENZA	ALTEZZE RIPIANI	DISTANZE ORIZZONTALI	ASIMMETRIA TORSIONI	PESO SUPERIORE A 25 KG	PESO SUPERIORE A 20 KG	PESO SUPERIORE A 15 KG	Maschi (<20-45 anni)	Femmine (20-45 anni)	Maschi (<20 o >45 anni)	Femmine (<20 o >45 anni)	CONDIZIONE CRITICA PER LA FREQUENZA	ALTEZZA CRITICA ALL'ORIGINE	DISTANZA ORIZZONTALE CRITICA ALL'ORIGINE	ALTEZZA CRITICA ALLA DESTINAZIONE	DISTANZA ORIZZONTALE CRITICA ALLA DESTINAZIONE
0							0,71	0,88	0,88	1,18						

Figura 35 - Synthesis

L'ultima parte è la **Synthesis of results** of MMH, in cui è presente il peso dei singoli fattori di rischio, quali frequenza, altezza dei ripiani, distanze orizzontali, asimmetria delle torsioni, presenza di pesi

superiori a 15, 20 o 25 kg. Sono presenti, inoltre, gli indici di sollevamento divisi per sesso e fasce di età (già visti anche nella Final risk evaluation), il rischio legato al trasporto e al traino e la spinta.

2.2 - DATI

Di seguito sono riportati grafici che riguardano i diversi parametri osservabili durante i turni di raccolta della plastica, quali:

- numero di sacchetti sollevati
- partenza prelievo, cioè l'altezza a cui si trova il sacchetto che deve essere prelevato
- destinazione prelievo e partenza lancio, ovvero come è posizionato il braccio alla fine del prelievo e al momento del lancio
- presa comoda o scomoda
- distanza dal corpo, cioè la distanza del sacchetto dal corpo al momento del prelievo.

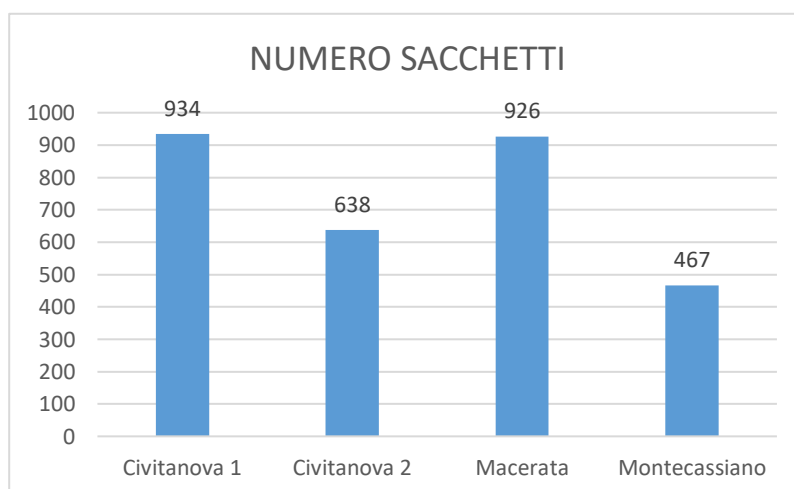


Figura 36 – Grafico numero sacchetti, caso plastica

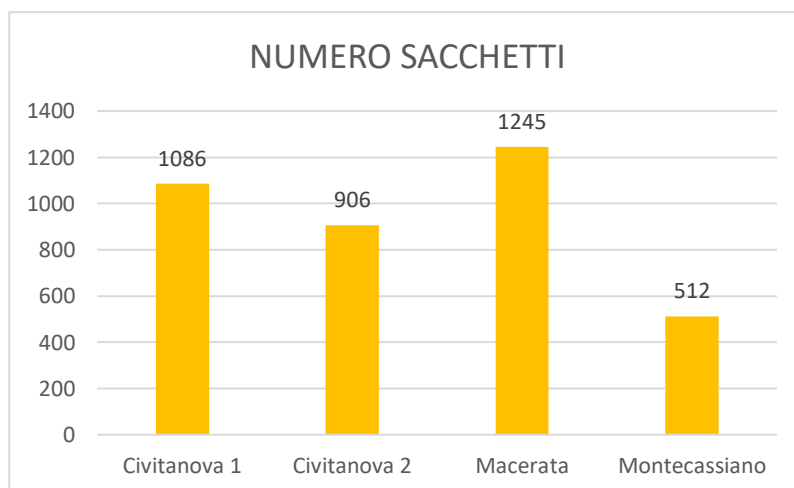


Figura 37 – Grafico numero sacchetti, caso RSU

Dalle *figure 36 e 37* possiamo notare che sono stati raccolti molti più sacchetti di RSU che di plastica, in particolare per quanto riguarda i Comuni di Civitanova Marche e Macerata.

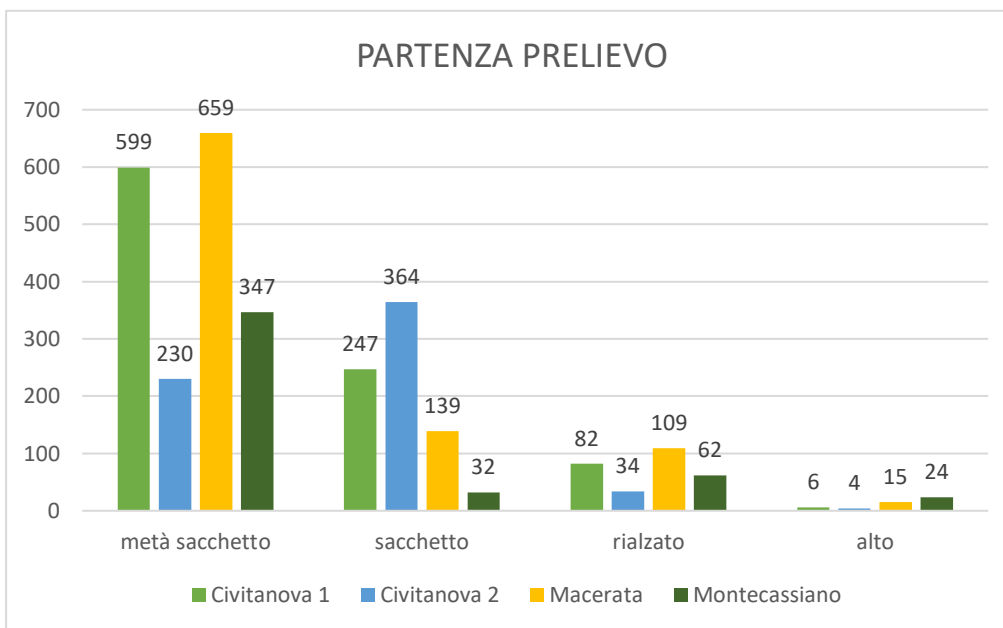


Figura 38 - Grafico partenza prelievo, caso plastica

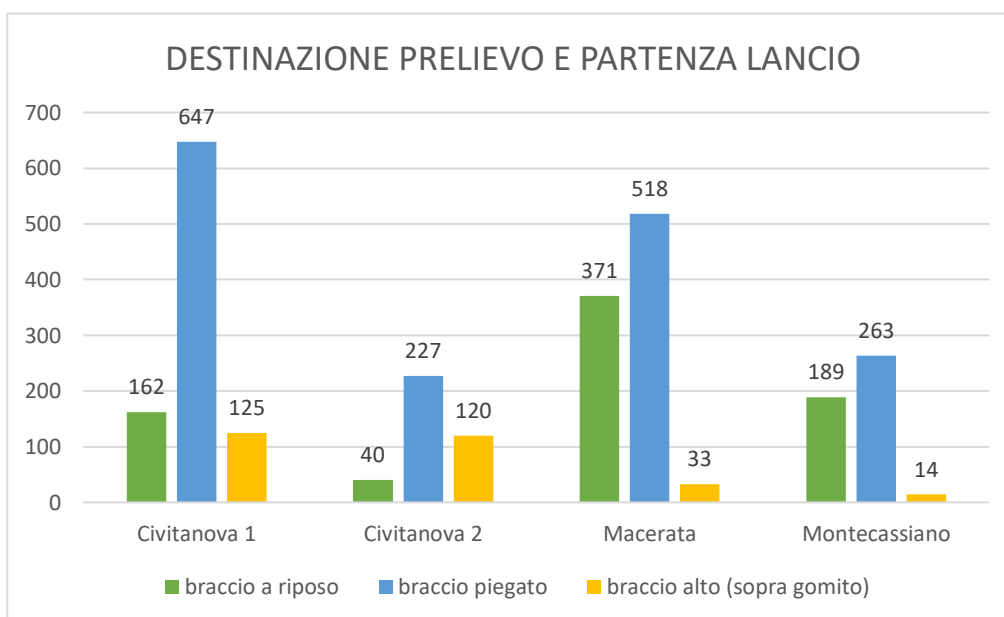


Figura 39 - Grafico destinazione prelievo e partenza lancio, caso plastica

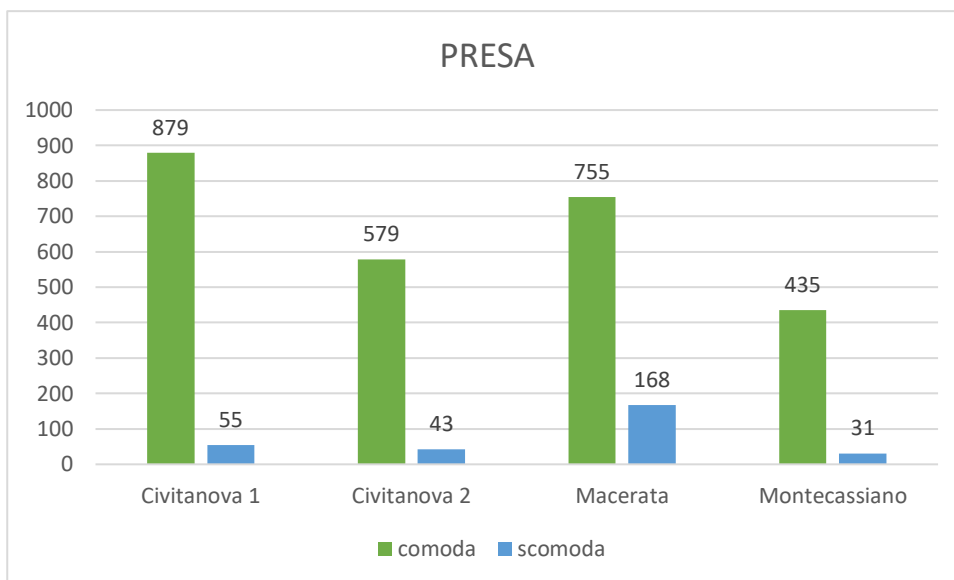


Figura 41 - Grafico presa, caso plastica

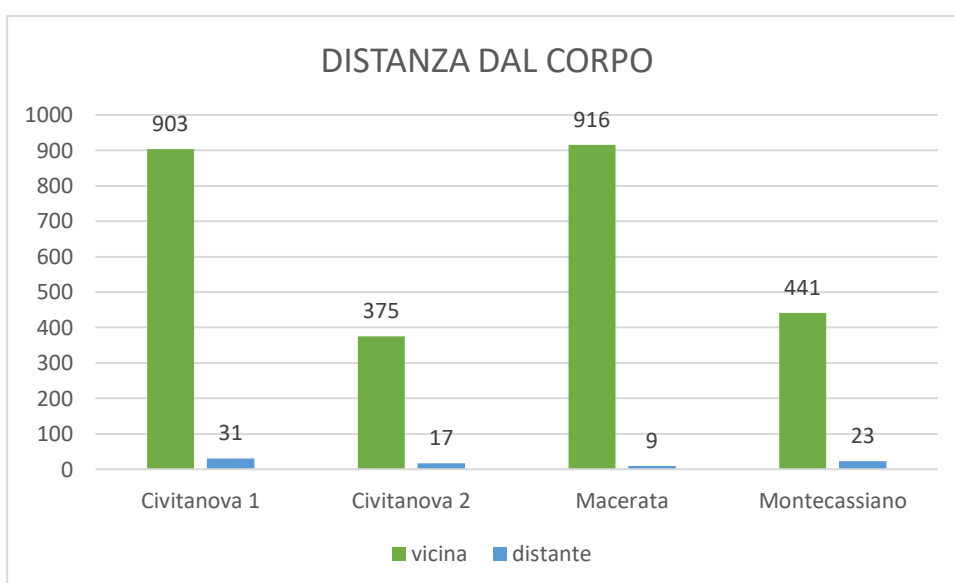


Figura 40 - Grafico distanza dal corpo, caso plastica

Nel grafico 40 (figura 40) è possibile osservare come la maggior parte delle prese risultino essere comode, in quanto effettuate dai laccetti dei sacchetti. La figura 41, invece, contiene i dati sulla distanza dal corpo al momento del prelievo, che rientra quasi sempre nel caso “vicino”; i prelievi dai cassonetti, invece, sono sempre considerati lontani, dato che l’operatore si sporge per raccogliarli.

Tabella 3 - Tabella dati da Synthesis of results of MMH

	Tempo netto di sollevamento carichi (>=3 kg) [minuti]	Numero oggetti sollevati	Frequenza di sollevamento	Moltiplicatore di frequenza/durata	Tot. Kg sollevati a persona
Macerata Plastica	36	109	3,03	0,88	509,5
Macerata RSU	72	219	3,04	0,79	1371,5
Macerata Carta	32	131	4,09	0,84	545,5
Civitanova Plastica 1	45	66	1,47	0,93	307
Civitanova Plastica 2	15	35	2,33	0,90	162,5
Civitanova RSU 1	38	286	7,53	0,65	2207
Civitanova RSU 2	50	236	4,72	0,81	1854
Civitanova Carta 1	58	160	2,76	0,89	774
Civitanova Carta 2	25	124	4,96	0,80	515
Montecassiano Plastica	9	27	3,00	0,88	100,5
Montecassiano RSU	7	48	6,86	0,71	251
Montecassiano Carta	5	33	6,60	0,72	166,5

La *tabella 3* contiene parametri provenienti dalla Synthesis of results of MMH riguardanti il numero di sacchetti sollevati, la frequenza di sollevamento, il tempo netto, il moltiplicatore frequenza/durata e il totale di kg sollevati. In rosso sono evidenziate le condizioni più critiche e riguardano tutte il caso di Civitanova (operatore 1) RSU.

CAPITOLO 3 - ANALISI RISULTATI

Questo capitolo contiene i risultati ottenuti dalla compilazione del template NIOSH, con proposte di eventuali miglioramenti, e funge da ricapitolazione di quanto trattato finora. Le conseguenze delle analisi compiute e i risultati ottenuti dal NIOSH ci permettono, inoltre, di compiere delle ulteriori valutazioni. Negli articoli in 3.3 sono presenti altri spunti di riflessione che saranno utilizzati per trarre le conclusioni del capitolo 4.

3.1 - RISULTATI LIFTING INDEX

Il software NIOSH utilizza la procedura aggiornata denominata Revised NIOSH Lifting Equation (RNLE) che ha come obiettivo la determinazione del “peso limite raccomandato” (RWL: Recommended Weight Limit) per le azioni di sollevamento. Tale peso raccomandato viene poi confrontato con il peso realmente sollevato per il calcolo dell’Indice di Sollevamento o Lifting Index (LI):

$$LI = \frac{\text{Peso Sollevato}}{\text{Peso Raccomandato (RWL)}}$$

Le immagini che seguono rappresentano gli LI delle diverse frazioni e dei diversi comuni divisi per sesso e fasce di età in cui viene suddivisa la popolazione lavorativa (figura 5). I numeri a sinistra si riferiscono alle masse di riferimento utilizzate per il calcolo del Lifting Index. Il NIOSH, al fine di proteggere in termini di benessere psicofisico e salute almeno il 90% della popolazione di riferimento, ha identificato in 23 kg il valore di peso.

Tabella 4 - Operatori impegnati nella raccolta

Città	Anno di nascita
Macerata	1980
Civitanova (operatore 1)	1979
Civitanova (operatore 2)	1971
Montecassiano	1965

Per quanto riguarda la carta, in *figura 44*, l'Indice torna a diminuire, ma anche in questo caso è presente rischio (LI=1,14).

25	Men (20-45 years old)	1,14	RISK PRESENT
20	Women (20-45 years old)	1,43	RISK PRESENT
20	Men (<20 o >45 years old)	1,43	RISK PRESENT
15	Women (<20 o >45 years old)	1,90	RISK PRESENT
			1
Original NIOSH Lifting equation			
23	NIOSH original	1,24	RISK PRESENT

Figura 44 - LI caso Macerata carta

Anche il caso dell'operatore 1 di Civitanova Marche ricade nella prima fascia, in quanto ha un'età compresa tra 20 e 45 anni. Nella *figura 45*, ovvero Civitanova (operatore 1) plastica, il sistema NIOSH suggerisce di intervenire, ma il rischio è assente.

25	Men (20-45 years old)	0,71	INTERVENTION NOT NECESSARY
20	Women (20-45 years old)	0,88	INTERVENTION SUGGESTED
20	Men (<20 o >45 years old)	0,88	INTERVENTION SUGGESTED
15	Women (<20 o >45 years old)	1,18	RISK PRESENT
			1
Original NIOSH Lifting equation			
23	NIOSH original	0,77	

Figura 45 - LI caso Civitanova Marche (operatore 1) plastica

Nella *figura 46* il rischio è molto alto (LI=3,60), è necessario intervenire tempestivamente. Il sistema evidenzia, inoltre, la presenza di un carico di peso superiore a 15 kg, supera quindi il valore della massa di riferimento per donne giovani o anziane (<20 o >45 anni).

25	Men (20-45 years old)	3,60	RISK PRESENT	
20	Women (20-45 years old)	4,50	RISK PRESENT	
20	Men (<20 o >45 years old)	4,50	RISK PRESENT	
15	Women (<20 o >45 years old)	6,01	RISK PRESENT	PRESENZA DI CARICO SUPERIORE A 15 KG
			1	SE PRESENZA DI TEMPO NETTO DI MMC SUPERIORE A 480MINUTI / TURNO, APPLICAZIONE DEL SEGUENTE MOLTIPLICATORE AL MOLTIPLICATORE DURATA
Original NIOSH Lifting equation				
23	NIOSH original	3,92	RISK PRESENT	

Figura 46 - LI caso Civitanova (operatore 1) RSU

25	Men (20-45 years old)	1,00	RISK PRESENT
20	Women (20-45 years old)	1,25	RISK PRESENT
20	Men (<20 o >45 years old)	1,25	RISK PRESENT
15	Women (<20 o >45 years old)	1,67	RISK PRESENT
			1
Original NIOSH Lifting equation			
23	NIOSH original	1,09	RISK PRESENT

Figura 47 - LI caso Civitanova (operatore 1) carta

Il valore LI torna a scendere nel caso della carta nella *figura 47* (LI=1,00), rientrando nella situazione borderline.

La *figura 48* rappresenta il rischio associato alla raccolta della plastica, sempre rimanendo nel Comune di Civitanova Marche, ma questa volta nel caso dell'operatore 2, il quale, avendo età maggiore di 45 anni, ricade nella terza fascia del template, che in questo caso non richiede intervento (LI=0,68).

25	Men (20-45 years old)	0,55	INTERVENTION NOT NECESSARY
20	Women (20-45 years old)	0,68	INTERVENTION NOT
20	Men (<20 o >45 years old)	0,68	INTERVENTION NOT NECESSARY
15	Women (<20 o >45 years old)	0,91	INTERVENTION SUGGESTED
Original NIOSH Lifting equation			
23	NIOSH original	0,59	

Figura 48 - LI caso Civitanova (operatore 2) plastica

25	Men (20-45 years old)	2,57	RISK PRESENT	
20	Women (20-45 years old)	3,21	RISK PRESENT	PRESENZA DI CARICO SUPERIORE A 20 KG
20	Men (<20 o >45 years old)	3,21	RISK PRESENT	
15	Women (<20 o >45 years old)	4,28	RISK PRESENT	PRESENZA DI CARICO SUPERIORE A 15 KG
Original NIOSH Lifting equation				
23	NIOSH original	2,79	RISK PRESENT	SE PRESENZA DI TEMPO NETTO DI MMC SUPERIORE A 480MINUTI / TURNO, APPLICAZIONE DEL SEGUENTE MOLTIPLICATORE AL MOLTIPLICATORE DURATA

Figura 49 - LI caso Civitanova (operatore 2) RSU

Nella *figura 49* il rischio è ben più alto, il sistema richiede intervento immediato. Viene evidenziata la presenza di carico superiore a 15 kg, che supera la massa di riferimento per le donne con età sotto i 20 o sopra i 45 anni, e carico superiore addirittura a 20 kg, situazione che rappresenta condizione critica anche per uomini sotto i 20 e sopra i 45 anni e donne di età compresa tra i 20 e i 45 anni.

Nella *figura 50*, che rappresenta la raccolta della carta a Civitanova nel caso dell'operatore 2, è presente livello di rischio moderato (LI=1,29)

25	Men (20-45 years old)	1,03	RISK PRESENT
20	Women (20-45 years old)	1,29	RISK PRESENT
20	Men (<20 o >45 years old)	1,29	RISK PRESENT
15	Women (<20 o >45 years old)	1,72	RISK PRESENT
			1
Original NIOSH Lifting equation			
23	NIOSH original	1,12	RISK PRESENT

Figura 50 - LI caso Civitanova (operatore 2) carta

25	Men (20-45 years old)	0,88	INTERVENTION SUGGESTED
20	Women (20-45 years old)	1,10	RISK PRESENT
20	Men (<20 o >45 years old)	1,10	RISK PRESENT
15	Women (<20 o >45 years old)	1,47	RISK PRESENT
			1
Original NIOSH Lifting equation			
23	NIOSH original	0,96	

Figura 51 - LI caso Montecassiano plastica

L'ultimo comune analizzato è Montecassiano, gestito da un operatore che rientra anch'esso nella terza fascia (*tabella 4*). La *figura 51* contiene l'analisi della frazione della plastica, a cui è associato rischio moderato (LI=1,10).

La figura 52 riguarda invece il caso dell'RSU, nettamente meno rischioso degli altri comuni visti in precedenza.

25	Men (20-45 years old)	1,18	RISK PRESENT
20	Women (20-45 years old)	1,47	RISK PRESENT
20	Men (<20 o >45 years old)	1,47	RISK PRESENT
15	Women (<20 o >45 years old)	1,97	RISK PRESENT
			1
Original NIOSH Lifting equation			
23	NIOSH original	1,28	RISK PRESENT

Figura 52 - Il caso Montecassiano RSU

25	Men (20-45 years old)	1,43	RISK PRESENT
20	Women (20-45 years old)	1,79	RISK PRESENT
20	Men (<20 o >45 years old)	1,79	RISK PRESENT
15	Women (<20 o >45 years old)	2,39	RISK PRESENT
			1
Original NIOSH Lifting equation			
23	NIOSH original	1,56	RISK PRESENT

Figura 53 - Il caso Montecassiano carta

L'ultima situazione affrontata è Montecassiano carta (figura 53), a cui è associato LI più elevato rispetto agli altri comuni e quindi maggiore rischio (LI=1,79).

3.2 - RISCHI COMUNI E RISCHI DIFFERENTI

Come possiamo notare dai risultati forniti dal template NIOSH riguardo il Lifting Index, alcune frazioni e alcuni comuni sono più rischiosi di altri. Pertanto, è sorta la necessità di distinguere varie categorie di pericolosità, per avere la possibilità di suddividere i dati in classi omogenee e renderli confrontabili.

I rischi presenti nella raccolta differenziata porta a porta possono quindi essere divisi in tre tipologie:

- 1) Rischi comuni
- 2) Rischi differenti tra frazioni
- 3) Rischi differenti tra comuni

1) Tra i **rischi comuni** vanno ricordati: l'altezza del camion, che rientra nella condizione critica a causa della posizione della bocca di carico a più di 175 cm da terra, l'altezza di prelievo che spesso rientra nella fascia non ideale (<50 cm e >125 cm) e la discesa e risalita frequente degli operatori dal camion, fattore che potrebbe portare a danni alle articolazioni delle ginocchia o, più in generale, agli arti inferiori.

2) Per quanto riguarda i **rischi tra differenti frazioni di rifiuti**, RSU costituisce quella più critica, soprattutto a causa del fatto che i sacchetti hanno peso medio più elevato, come possiamo vedere dalla figura. Da essa è chiaramente desumibile che i carichi RSU con peso maggiore si hanno a Civitanova (2,31 kg in media), i minori a Macerata (1,47kg, 36,4% in meno rispetto a Civitanova). Per la plastica la situazione si capovolge con Macerata in testa per valore di peso medio (0,90kg) e Civitanova in fondo alla classifica (0,68kg, 24,4% in meno).

Anche la carta presenta diverse criticità, in questo caso per problemi legati alla presa dei carichi. I sacchetti della carta, infatti, non hanno maniglie o laccetti, il che rende le operazioni di prelievo e trasporto più difficoltose e scomode. La frazione della plastica è caratterizzata da sacchetti mediamente più leggeri dell'RSU e della carta, fattore che spesso induce gli operatori a prendere contemporaneamente anche un elevato numero di sacchetti, arrivando spesso addirittura a 10.

3) Anche i **comuni hanno diverso grado di pericolosità**. I turni di Montecassiano e Civitanova Marche sono costituiti dalla presenza di due operatori: nel caso di Montecassiano, i turni di raccolta sono

mono-operatore, mentre nel caso di Civitanova entrambi i lavoratori hanno ruolo di autista/raccogliitore a turno.

Essendo il comune di Montecassiano caratterizzato da volumi raccolti minori, il mezzo utilizzato durante i turni è di dimensioni notevolmente ridotte, e quindi anche di altezza minore degli altri, ma sempre superiore alla soglia di criticità di 175 cm. Il lavoratore che ha mansione di autista e raccogliitore, inoltre, nel centro storico è solito camminare molto a causa della presenza di vicoli piuttosto stretti in cui è impossibile il passaggio del veicolo compattatore. L'operatore solleva, quindi, molti sacchetti per portarli in punti raggiungibili dal mezzo di raccolta.

Nel caso di Civitanova Marche entrambi i lavoratori svolgono attività di autista e raccogliitore, scambiandosi i ruoli a metà turno. Anche in questo caso spesso chi ha ruolo di raccogliitore solleva molti sacchetti e li porta a punti di raccolta, camminando per lunghi tratti. Quando il camion arriva in tali punti, entrambi i lavoratori raccolgono e lanciano i sacchetti. Un'altra difficoltà legata al comune di Civitanova Marche è rappresentata dal notevole traffico presente in città dalle 7 alle 9, che costituisce un fattore di stress per gli operatori e una complicazione anche per gli addetti alle riprese video.

Il turno di raccolta di Macerata è invece mono operatore; il lavoratore, quindi, svolge il compito di autista/raccogliitore, il che costituisce un pericolo per il suo fisico e può causare l'insorgere di ernia discale/lombalgia, artralgia di spalla, gonalgia e cervicopatìa (*figura 2*). Anche in questo caso nelle ore di punta (dalle 7 alle 9) è presente un traffico piuttosto intenso, causando stress nell'operatore e difficoltà nella ripresa video.

Come abbiamo potuto vedere nelle analisi effettuate finora, il modello porta a porta presenta notevoli criticità riguardo la salute degli operatori: i movimenti e le posizioni assunte durante la raccolta possono portare, a lungo andare, all'insorgere di innumerevoli patologie osteomuscolari, in particolare a carico del rachide e degli arti.

3.3 - CONSIDERAZIONI E SPUNTI DI MIGLIORAMENTO

Il laboratorio FP-Cgil rivolge proprio l'attenzione agli effetti della raccolta porta a porta sulla salute e sicurezza dei lavoratori, realizzando un questionario per "consultare i lavoratori e le lavoratrici per gruppi omogenei". I risultati del questionario indicano che gli operatori hanno giudicato il lavoro di raccolta porta a porta molto faticoso, soprattutto nel caso di un mono operatore (90% dei casi). In

particolare, è stato sottolineato un impegno eccessivo degli arti superiori nel caso di sollevamento di rifiuti al di sopra della linea delle spalle, ovvero la fase lancio nello studio analizzato nel capitolo 2.

Dopo il turno di lavoro sentono dolore a:	
Spalle	71,4%
Schiena	71,4%
Mani	42,8%
Polso	35,7%
Braccio	28,6%
Ginocchio	21,4%

Figura 54 - Risultato questionario

Dal questionario di cui sopra sono emerse le seguenti criticità: carichi di lavoro eccessivi e posture incongrue, turni di lavoro anche su sei giorni, lavoro in solitario, aggressioni fisiche o verbali, rischio biologico sottovalutato, automezzi con sponde alte e senza ausili. Si segnala, inoltre, che al 35% degli addetti è stata diagnosticata una malattia discale della colonna vertebrale.

E riguardo ai rischi psicosociali correlati al lavoro si indica che “lo svolgimento di una vita di relazione adeguata o di attività fisiche e sociali alla fine del turno lavorativo è pressoché impossibile per il 93% dei lavoratori addetti alla raccolta porta a porta dei rifiuti”. È necessario dunque proporre ai comuni e alle aziende del settore soluzioni per ridurre i rischi come, ad esempio, abbassare l'altezza di carico delle attrezzature a 125 cm, definire un rapporto sostenibile tra il numero degli addetti alla raccolta e il numero delle utenze in tutti i comuni e investire nella ricerca e produzione di ausili, nella formazione e addestramento degli addetti e nell'ergonomia dei dispositivi di protezione.

Il risultato dello studio presente nell'articolo “Ergonomics and human factors in waste collection: analysis and suggestions for the door-to-door method” del 2018 suggerisce delle indicazioni da utilizzare per ridurre il livello di rischio. Tra i vari suggerimenti troviamo:

- Formare gli operatori e spiegare loro le corrette procedure lavorative per evitare movimenti scorretti
- Usare la rotazione del lavoro nei mesi più critici aggiungendo un secondo lavoratore nei turni mono operatore
- Usare la rotazione delle frazioni di rifiuti nei mesi più critici puntando a permettere agli operatori di alternare il tipo di rifiuto da raccogliere
- Migliorare il processo di raccolta usando un camion di altezza inferiore per permettere agli operatori di ridurre l'affaticamento derivante dal conferimento dei rifiuti nel mezzo.

Anche la Scheda 16 dell'Inail intitolata "Problematiche di sicurezza e dinamiche infortunistiche nel settore rifiuti" del 2021 suggerisce alcune soluzioni:

- l'informazione sui rischi e sulla relativa segnaletica;
- la predisposizione di specifiche procedure lavorative, di manutenzione e di gestione delle emergenze;
- la formazione e l'addestramento incluso il corretto utilizzo dei DPI;
- la vigilanza sulla reale applicazione delle procedure e utilizzo dei DPI.

3.4 - DPI

L'adozione di Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) ben mantenuti e controllati durante le operazioni di raccolta, può contribuire alla protezione del singolo lavoratore dal contrarre patologie come l'ipoacusia, le allergie, le infezioni e le patologie polmonari. I dispositivi DPI utilizzati nella raccolta differenziata sono i seguenti:

- Guanti di protezione contro agenti chimici e biologici
- Occhiali e visori di protezione
- Scarpe anti-schiacciamento
- Giubbotto ad alta visibilità

Spesso, purtroppo, sono gli operatori stessi a non utilizzare dispositivi DPI, perché li considerano scomodi o inutili; deve, pertanto, essere promosso un cambiamento di mentalità verso una vera e propria cultura della sicurezza, che non è un concetto astratto, ma un percorso collettivo, costante e quotidiano per salvaguardare l'individuo.

CAPITOLO 4 - CONCLUSIONI

Dopo aver effettuato le rilevazioni durante i turni di raccolta porta a porta, l'analisi video, la compilazione dei file Excel e l'utilizzo del template NIOSH, con la relativa analisi dei risultati, è stata sottolineata una evidente criticità nel lavoro degli operatori che viene confermata anche dagli articoli del precedente capitolo. Occorre quindi domandarsi come minimizzare i rischi, riducendo così anche l'impatto sociale a livello di costi per la salute pubblica e contribuendo a migliorare la qualità di vita del lavoratore. È possibile, quindi, estrapolare alcune considerazioni e suggerire spunti di miglioramento nella raccolta differenziata porta a porta:

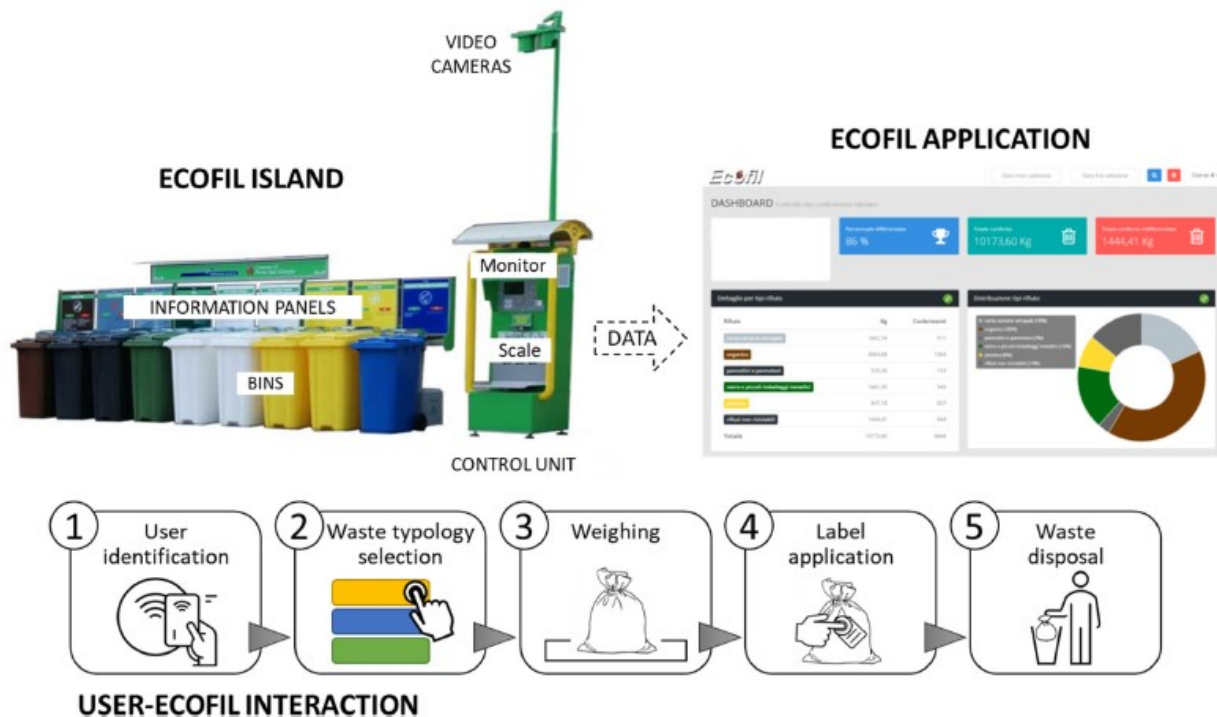
1. migliorare le condizioni di lavoro per meglio tutelare la salute e la sicurezza degli operatori addetti alla raccolta porta a porta dei rifiuti;
2. individuare quale può essere il rapporto migliore tra il numero degli addetti, la quantità dei materiali raccolti e il numero di utenze servite per operatore;
3. garantire addestramento adeguato ex art. 169 co.1 lett. b) in merito alle corrette manovre e procedure da adottare nella movimentazione manuale dei carichi;
4. tracciare linee guida da osservare nelle gare d'appalto o negli affidamenti dei servizi di committenti pubblici e privati, rispettose della salute degli addetti e nell'interesse dei cittadini;
5. promuovere campagne di informazione e sensibilizzazione dei cittadini in merito al rispetto delle indicazioni sul riempimento dei sacchi (ad esempio riguardo al peso) e sulla loro corretta collocazione fuori dalle abitazioni/condomini così da agevolare il lavoro degli operatori e ridurre il rischio ergonomico nella raccolta;
6. incentivare l'utilizzo di attrezzature più ergonomiche, ad esempio mezzi compattatori con minore altezza della bocca di carico (<175cm) e/o che garantiscano all'operatore la possibilità di posizionarsi il più vicino possibile al cassone;
7. fornire sacchi con maniglie ergonomiche per facilitare la presa e la manipolazione;
8. vigilare sulla reale applicazione delle procedure e utilizzo dei DPI.

4.1 - MODELLI ALTERNATIVI

Di seguito sono illustrati modelli alternativi alla raccolta differenziata porta a porta della provincia di Macerata, analizzata finora. Effettuando un confronto riguardante i diversi modelli di raccolta o più in generale di gestione di rifiuti, infatti, emerge che il porta a porta risulta essere uno tra i metodi più rischiosi per il fisico degli operatori.

MODELLO ECOFIL

Una alternativa potrebbe essere la tipologia basata sulle isole ecologiche intelligenti del modello ECOFIL utilizzato ad esempio nella città di Fermo. Tali isole sono distribuite lungo le strade ogni 200 metri circa e sono in funzione 24 ore su 24. Sono dei punti di raccolta informatizzati ad accesso controllato attraverso una card a disposizione di ogni utenza. Il cittadino utilizza la card per identificazione e seleziona sullo schermo touchscreen la frazione che vuole conferire; in seguito, posiziona il sacchetto sulla piattaforma per la pesatura, in modo che la quantità assegnata venga registrata e associata all'utente. A questo punto il computer emette l'etichetta adesiva con codice a barre da attaccare al sacchetto e sblocca il rispettivo cassonetto; l'utente conferisce il sacchetto nel cassonetto che tornerà a bloccarsi. In caso vengano trovate irregolarità nel contenuto del sacchetto, gli addetti al controllo possono procedere all'identificazione dell'utenza e all'applicazione di sanzioni; ciò costituisce un incentivo al corretto svolgimento della raccolta differenziata. Nelle isole sono presenti anche telecamere che verificano che tutto si avvenga nel modo corretto.



I cassonetti sono svuotati in base a un calendario prestabilito. Il modello ECOFIL è più complesso del porta a porta perché le isole contengono componenti elettronici (monitor, telecamere, stampanti laser ecc.) che devono acquisire e inviare informazioni riguardo il conferimento dei rifiuti. Questo modello non solo riduce notevolmente l'entità del rischio per gli operatori, ma diminuisce anche il flusso di materiale diretto alla discarica, con un conseguente aumento della percentuale destinata al riciclo.

MODELLO TOMRA

Un altro modello alternativo non solo al porta a porta, ma alla raccolta differenziata in generale, è costituito dall'impianto Ivar, sviluppato da Tomra. Situato a Forus, in Norvegia, Ivar gestisce l'intera raccolta di rifiuti di 10 comuni con circa 325 mila abitanti. Tramite il suo impianto di selezione di rifiuti misti completamente automatizzato, è in grado di recuperare volumi elevati di materiali riciclabili di alta qualità per nuovi prodotti e imballaggi, riducendo le emissioni di CO₂ e la dipendenza globale dalle materie prime vergini. Nell'impianto sono presenti 22 macchine Autosort di ultima generazione per il recupero di carta e plastica dai rifiuti domestici e macchine per trattamenti di riciclo in loco. Le macchine Autosort sono dotate di una sofisticata tecnologia di selezione a

infrarossi, che combina il vicino infrarosso (NIR) e la spettrofotometria visibile (VIS); ciò le rende in grado di identificare e separare con precisione e rapidità i diversi materiali in base a tipologia e colore.



Grazie a tali tecnologie i rifiuti plastici, che in passato venivano raccolti separatamente, oggi possono essere smaltiti insieme ai rifiuti indifferenziati, per poi recuperarli tramite il nuovo impianto. Di conseguenza, solo i residui rimanenti dall'impianto vengono trasportati al termovalorizzatore, dove vengono utilizzati per generare elettricità ed energia destinata ai sistemi di teleriscaldamento. Tale modello sviluppato da Tomra può essere utilizzato al posto della raccolta differenziata porta a porta o in maniera complementare ad essa.

BIBLIOGRAFIA

- Amendola P., Baracco A., Bechis M., (2022), *Rivista italiana di Ergonomia*, Milano, Organo Ufficiale della S.I.E. – Società Italiana di Ergonomia, 24, pp 46-48
- Guercio A., Fioretti P., Frusteri L., Giovinazzo R., Incocciati E., Todaro N., (2009), «La sicurezza per gli operatori della raccolta dei rifiuti e dell'igiene urbana» – INAIL, Edizione 2009.
- ISO/TR 12295: 2014 “Ergonomics – Application document for international standards on manual handling (ISO 11228-1, ISO 11228-2 and ISO 11228-3) and evaluation of static working postures (ISO 11226)”
- Battini D., Botti L., Mora C., Sgarbossa F., (2018), «Ergonomics and human factors in waste collection: analysis and suggestions for the door-to-door method», *IFAC PapersOnLine*
- Germani M., Papetti A., Rossi M., (2022), «A comparison of different waste collection methods: Environmental impacts and occupational risks», *Journal of Cleaner Production*
- Gruppo ergonomia regione Friuli-Venezia Giulia, (2023), «Buone pratiche condivise per la prevenzione del rischio ergonomico nella raccolta differenziata dei rifiuti», Regione autonoma Friuli-Venezia Giulia
- De Merich D., Pellicci M., Leva A., Meloni V., Piga G., Berardi S., Ledda A., (2021), «Problematiche di sicurezza e dinamiche infortunistiche nel settore rifiuti», *InforMO*, tipolitografia Inail, 36, pp 5-6
- Głównicyńska-Woelke K., Wzorek R., (2008), «Alleggerisci il carico, Campagna europea di comunicazione e di controllo sulla movimentazione manuale dei carichi 2008», Ispettorato Generale del Lavoro, Ispezione Statale del Lavoro in Polonia
- Menduto T., (2019), «Come migliorare la prevenzione nella raccolta rifiuti porta a porta?», *PuntoSicuro*, 4539, Anno 21
- Gruppo di lavoro, «Piano Nazionale della Prevenzione 2014-2018: linee di indirizzo per l'applicazione del titolo VI del D. Lgs. 81/08 e per la valutazione e gestione del rischio connesso alla Movimentazione Manuale di Carichi (MMC)»

- Castagneri D., (2012), «LA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI D.Lgs. 81/2008 e norma tecnica UNI ISO 11228 parte 1 e 2», TdP – SPreSAL ASL TO3 Rivoli
- Studio patrocinato da F.I.A.D.E.L. Federazione Italiana Autonoma Dipendenti Enti Locali, «Studio comparato sull'attività porta a porta dell'operatore ecologico»
- Nappi F., Rughi D., (2017), «Operazioni di traino e spinta, la norma UNI ISO 11228-2», Conoscere il rischio
- Rifiuti urbani: l'alternativa alla raccolta differenziata, *Plast Magazine*, data articolo 8 novembre 2022

<https://www.plastmagazine.it/rifiuti-urbani-alternativa-raccolta-differenziata/>

SITOGRAFIA

<https://www.puntosicuro.it/>

<https://www.cdc.gov/niosh/>

<https://www.eurohatria.com/it>

<https://www.cosmarimc.it/>

<https://www.asiteonline.it/>