



**Analisi ergonomica  
delle attività di raccolta  
dei rifiuti urbani e  
valutazione del rischio  
biomeccanico nella  
raccolta differenziata  
porta a porta**



**Analisi ergonomica  
delle attività di raccolta  
dei rifiuti urbani e  
valutazione del rischio  
biomeccanico nella  
raccolta differenziata  
porta a porta**



## Indice

Introduzione	5
Analisi ergonomica delle attività di raccolta dei rifiuti urbani	7
Valutazione del rischio biomeccanico nella raccolta differenziata porta a porta: analisi e confronto di quattro tecniche della task di svuotamento del mastellino nel furgone raccoglitore	97
Back and Shoulder Biomechanical Load in Curbside Waste Workers	111
Bibliografia	121



*Chi si colloca al centro del mondo cade sulla propria frontiera*

*Alda Merini*

## Introduzione

La Fondazione Rubes Triva, nell'ambito dello studio più generale relativo ai disturbi muscolo scheletrici correlati al lavoro, da tempo nella sua attività di divulgazione e promozione della sicurezza sul lavoro ritiene essenziale avviare iniziative di studio e ricerca relative al tema dell'ergonomia, in quanto argomento presente nell'intero ciclo delle attività delle imprese del settore igiene ambientale, del quale la Fondazione Rubes Triva è l'organismo paritetico.

Va ricordato inoltre, che la prevenzione dei disturbi muscolo scheletrici correlati al lavoro è da tempo una primaria strategia della UE. Nel 2017 la Commissione europea con un Comunicato al Parlamento europeo ha sottolineato che i disturbi muscolo scheletrici correlati al lavoro sono, *“una delle malattie professionali più gravi e diffuse”* ed è *“un grosso onere in termini di costi per gli individui, le aziende e la società in generale”*. Inoltre l'Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro, EU-OSHA, nella nuova campagna *“Ambienti di lavoro sani e sicuri”* 2020-2022, sottolinea come i disturbi muscolo scheletrici correlati al lavoro, nonostante la loro complessità, possono essere affrontati prevenendo l'esposizione ai rischi apportando cambiamenti negli ambienti di lavoro soprattutto nel contesto dell'invecchiamento della forza lavoro. (<https://osha.europa.eu/it/publications/msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe/view>).

La ricerca dal titolo, *“Analisi ergonomica delle attività di raccolta dei rifiuti urbani e valutazione del rischio biomeccanico nella raccolta differenziata porta a porta”*, realizzata da ISSNOVA, dal Centro Interdipartimentale di Ricerca R. d'Ambrosio Lupt dell'Università degli Studi di Napoli Federico II e dal DIMEILA-INAIL, con la collaborazione della stessa Fondazione Rubes Triva, ha evidenziato i principali fattori di rischio da sovraccarico biomeccanico durante la attività di raccolta porta a porta dei rifiuti urbani nelle diverse fasi di esecuzione descrivendole dettagliatamente, in un ampio *“costrutto”*, con l'obiettivo di fornire uno strumento per la individuazione di scelte organizzative ed operative atte a garantire una maggiore tutela e prevenzione dai rischi ergonomici relativi alle attività di movimentazione manuale dei carichi (MMC).

La regolamentazione normativa italiana sulla MMC accentua una innovazione con l'emanazione della Direttiva 90/269/CEE, che viene recepita dall'Italia con il d.lgs 626/1994 e, successivamente con il d.lgs 81/2008, che all'art. 168 disciplina gli obblighi del datore di lavoro, prevedendo l'adozione delle misure organizzative necessarie e il ricorso ai mezzi appropriati ad evitare ai lavoratori rischi inerenti alla MMC e patologie da sovraccarico biomeccanico.

L'applicazione concreta e operativa dei principi di sicurezza ergonomica nella MMC, non ha come unico riferimento la natura tecnica e organizzativa del lavoro, vedi le norme tecniche UNI ISO e UNI EN, che regolano ad esempio le caratteristiche dei carichi, lo sforzo fisico, le caratteristiche dell'ambiente di lavoro, ma deve fare riferimento anche agli aspetti del comportamento umano nelle prestazioni lavorative.

La difficoltà di gestire l'errore umano in merito ai rischi a cui il lavoratore è esposto necessita un approccio basato sulla centralità dello stesso e sulla sua responsabilità, unitamente a tutte le figure della sicurezza indicate dalla normativa vigente, con un approccio multidisciplinare che incida in modo significativo sulla cultura aziendale, in cui "la prevedibilità dell'imprevedibile" del rischio professionale non sia solo il fondamento della assicurazione infortuni ma l'applicazione in concreto dell'obbligo generale di sicurezza sancito dall'art. 2087 del c.c., presupposto delle misure generali di tutela di cui all'art. 15 del d.lga 81/2008.

#### **Affidabilità ed efficienza nella gestione della sicurezza sul lavoro nelle imprese del settore "rifiuti".**

Gran parte delle disattenzioni, nel senso di non prestare attenzione momento per momento, hic et nunc, in modo intenzionale alla risoluzione o prevenzione dei rischi sul lavoro, deriva dal disagio emotivo di sentirsi inadeguato, ovvero di non essere messo in condizione di risolvere i problemi. Il lavoro in azienda è tradizionalmente caratterizzato da parametri di natura relazionale tra colui o coloro che organizzano il processo del lavoro e l'intera organizzazione. I rischi per la salute e sicurezza, conosciuti da tutti i lavoratori, sono gestiti dagli incaricati ad eliminarli in una ottica di sistema, valorizzando l'inserimento funzionale del prestatore di lavoro nell'ambito della organizzazione. Le politiche di prevenzione della salute e sicurezza sul lavoro sono rintracciabili nei principi normativi generali, già accennati sopra, e nella partecipazione diffusa ed equilibrata, conformemente alla prassi aziendale. Ciò non sempre avviene in una ottica di sistema che tenga conto della evoluzione tecnica, rovesciando le vecchie concezioni organizzative in una prospettiva del lavoro fondata sulla centralità della persona, già fondamento della disciplina normativa europea, senza che assumano rilievo considerazioni di natura economica. A tal proposito vale la pena ricordare la notevole importanza dei c.d. " accordi sul clima organizzativo", il cui fine è quello di perseguire il miglioramento delle tutele di benessere sul lavoro insieme alla produttività, oltre ad essere indicatori del manifestarsi di disfunzioni organizzative. Il settore dell'igiene ambientale è caratterizzato da imprese che operano in contesti considerati ad alto rischio dove minimi errori, nei comportamenti frequenti e ripetitivi, possono provocare gravi danni. Non vi è alcun dubbio che ad un modello organizzativo che privilegi l'analisi delle capacità collettive di anticipare i rischi e il recupero degli eventuali errori al fine del contenimento dei danni può essere assegnato il titolo di affidabile.

Una moderna definizione di impresa è riscontrabile nell'insieme specifico di conoscenze ed esperienze gestionali e nella condivisione dei valori interiorizzati dalle persone su ciò che è importante, e sui temi della salute e sicurezza, sugli atteggiamenti, sulle percezioni, sulle competenze e sui comportamenti. Il riconoscimento reciproco delle persone come "partner senzienti" giustifica il parlare di etica del lavoro.

Questi valori caratterizzano lo stile e la capacità di gestione di una organizzazione, la cui concretezza è affidata al leader che li formula e li rende espliciti, influenzando il comportamento dei dipendenti e consentendo loro di affrontare con efficacia ed efficienza fenomeni complessi, quali ad esempio errori di valutazione e azione. Favorire il miglioramento nella relazione tra colleghi di lavoro, facilita e favorisce la comprensione di segnali anche deboli inerenti alle fonti di pericolo in una ottica di miglioramento continuo.

Infine, desidero ringraziare il gruppo di lavoro della Fondazione costituitosi per la ricerca, Monica Bigliardi, Paolo Collini, Elio Munafò che per essa hanno collaborato fattivamente.

Giuseppe Mulazzi  
Direttore Fondazione Rubes Triva



## ANALISI ERGONOMICA DELLE ATTIVITÀ DI RACCOLTA DEI RIFIUTI URBANI

### AUTORI

Gabriella Duca - ISSNOVA

Antonio Di Palma - ISSNOVA

Ambra Giustetto - ISSNOVA

Guglielmo Trupiano - Università degli Studi di Napoli Federico II



## 1. Attività A1 – Task analysis delle attività di raccolta osservate

### 1.1. Task analysis della raccolta del vetro in mastelli

#### 1.1.1. Attività osservata

La task analysis, intesa come «descrizione del compito» in quanto tale è considerata come l'identificazione e la descrizione sistematica dei movimenti e le risposte che compongono le sequenze ottimali dell'esecuzione efficace ed efficiente di un compito, è stata svolta a partire dai dati raccolti dai colloqui con i responsabili delle operazioni di raccolta e del servizio prevenzione e protezione dell'azienda Alfa e sulla base di osservazioni dirette condotte nell'ambiente operativo. L'osservazione diretta è stata effettuata seguendo il percorso di raccolta di un operatore.

Si tratta di un percorso di raccolta schedulato, che è stato osservato nella seconda metà del turno, seguendo l'itinerario ordinario del veicolo in termini di strade e postazioni di raccolta.

Il mezzo impiegato è un compattatore su autocarro; il percorso è caratterizzato da strade di dimensioni agevoli, quasi sempre a doppio senso di marcia e talvolta con cordolo spartitraffico, le strade si presentano strette a senso unico con pavimentazione in pietra nella zona del centro storico.

I compiti di raccolta descritti si configurano come attività caratterizzate da prevalenza di lavoro manuale per il quale è richiesta bassa qualificazione. Il lavoro viene svolto su turno giornaliero dalle 05,00 alle 12,00 e, naturalmente, in qualsiasi condizione meteorologica. L'operatore lavora da solo. I carrelli e mastelli movimentati sono: numero minimo di mastelli movimentati in un turno di lavoro 300 ed il massimo circa 600 con un peso minimo dei mastelli nei giorni della raccolta del vetro di circa 6 Kg mentre quello massimo è pari circa 15 Kg. Nel rispetto delle procedure aziendali, l'operatore stesso definisce la modalità ottimale di esecuzione del compito per ciascun punto di prelievo infatti ferma il mezzo per procedere alla raccolta, movimentando prevalentemente mastelli (uno o più alla volta) e, in minima parte, bidoni carrellati; può accadere di movimentare rifiuti in contenitori non standard.

I DPI osservati in uso sono: scarpe antinforturistiche con puntale di protezione dell'avampiede, suola con profilo antisdrucchiolevole e lamina antiperforazione; guanti protettivi per rischi chimici/biologici, abbigliamento ad alta visibilità, in dotazione anche occhiali protettivi.

Le condizioni ambientali e il comportamento e abitudini dei cittadini determinano adattamenti e modalità specifiche di esecuzione del compito, scomposte in attività di dettaglio e analizzate nel paragrafo seguente.

#### 1.1.2. Task analysis descrittiva

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
<b>Trasferimento da un punto all'altro del percorso</b>	Il compito consiste nel salire e scendere dal mezzo ed	La modalità di apertura dello sportello e l'altezza dei gradini	Nel caso di tragitti brevi e utenze da cui si aspetta rifiuti leggeri,

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
	<p>effettuare il trasferimento in cabina fino al punto successivo di raccolta.</p>	<p>richiedono estensione delle braccia, rotazione di tutto il corpo e flessione della gamba per montare sul camion, con movimenti ovviamente opposti per scendere.</p>	<p>l'operatore si sposta a piedi. Nel caso di strade strette è possibile che l'operatore debba salire e scendere senza poter aprire completamente lo sportello. Ad ogni salita sul camion l'operatore toglie i guanti protettivi per rischi chimici/ biologici e li re-indossa allo stop successivo. Se necessario, scendendo dal camion preleva e porta con sé dei sacchi di plastica.</p>
<p><b>Trasporto dei mastelli pieni (veicolo in prossimità)</b></p>	<p>Il compito consiste nell'avvicinarsi a piedi al punto di conferimento, controllare il tipo di rifiuto ed eventualmente scartarlo, afferrare uno o più mastelli dal manico e camminare fino ad arrivare alla sponda del camion.</p>	<p>L'operatore flette il busto per controllare il rifiuto e sollevare il manico del mastello, quindi lo afferra con presa a uncino o afferra con presa digitale il bordo superiore del mastello. Una volta afferrato il massimo numero di mastelli trasportabili, si dirige al camion.</p>	<p>Il numero di mastelli trasportati ogni volta dipende, oltre che dal numero di mastelli alla postazione, dal livello di riempimento. Il tipo di presa dipende sia dal numero di mastelli giudicati trasportabili contemporaneamente sia dal loro peso. Se il mastello trasportato è uno solo l'operatore procede direttamente allo svuotamento, se i mastelli sono più d'uno vengono appoggiati alla base del camion.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
 			<p>Se la postazione servita ha più mastelli, l'operatore tende a trasportarne 3 alla volta (6 Kg di peso medio x 3= 18 kg).</p>
<p><b>Trasporto del vetro senza mastelli (veicolo distante)</b></p> 	<p>Il compito consiste nel raggiungere a piedi diverse postazioni di prelievo vicine fra loro, svuotare in un sacco il contenuto dei singoli mastelli, trasportare il sacco al camion.</p>	<p>Nello scendere dal camion, l'operatore preleva il sacco e si dirige verso le postazioni, quindi posiziona il sacco sul bordo del primo mastello che solleva dal bordo con entrambe le mani e lo riversa capovolgendolo, poi riposiziona con una mano il mastello a terra, afferra e chiude il sacco con una mano, raggiunge la postazione successiva, poggia a terra il sacco e lo apre per sversarvi il contenuto del mastello.</p>	<p>Questo adattamento della modalità di esecuzione del compito viene adottato dall'operatore per ridurre gli spostamenti a piedi su strade in salita (ovvero evitare il tragitto per riposizionare i mastelli vuoti).</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
<b>Svuotamento del mastello singolo</b> 	<p>Il compito consiste nel ribaltare il coperchio, afferrare il mastello, sollevarlo all'altezza del bordo della vasca di carico, svuotarlo e ripoggiarlo alla base del camion.</p>	<p>L'operatore flette il busto e afferra con una o due mani il manico del mastello, nel sollevarlo lo ruota in modo da portarlo con il fronte verso la vasca di carico; raggiunta una altezza variabile (in funzione del peso), l'operatore sposta una mano sul fondo del mastello e lo spinge con un solo braccio fino a portarlo ad altezza sufficiente per svuotarlo. Se necessario si alza sulle punte dei piedi e scuote il mastello.</p> <p>Se nel mastello è stato messo un sacchetto dall'utente, questo viene smosso per far uscire eventuali rifiuti impigliati.</p> <p>Una volta svuotato il mastello, questo viene ruotato (su capo o all'altezza del petto) e riposizionato a terra.</p>	<p>Non sempre si svuota dal lato posteriore dove la sponda è più agevole (altezza) alcune volte anche no. In strade/spazi angusti non sempre è possibile svuotare il mastello dalla sponda posteriore ma il questo deve essere portato all'altezza dalla sponda laterale (più alta).</p> <p>In funzione della quantità di rifiuti già presenti nel vano di carico, la caduta dei vetri produce rumore e schegge/polvere di vetro da cui l'operatore si protegge con la mano.</p> <p>L'altezza di rotazione del mastello, sia pieno sia vuoto, e i movimenti eseguiti dipendono dal peso del mastello e dalla distanza necessaria/ disponibile per prendere lo slancio per sollevare il carico all'altezza necessaria.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
			
<p><b>Svuotamento dei mastelli attraverso il bidone posteriore</b></p>	<p>Il compito consiste nell'aprire il mastello, prenderlo dal manico e portarlo all'altezza del bidone, svuotarlo e riposizionarlo alla base del camion. Svuotati tutti i mastelli, l'operatore si sposta al quadro comandi</p>	<p>L'operatore piega il busto e afferra con una mano il mastello dal manico, lo solleva fino ad appoggiarlo sul bordo del bidone carrellato, afferra quindi il bidone dal bordo superiore e inferiore e lo svuota. Quindi afferra il bidone con presa</p>	<p>Benché questa modalità di esecuzione del compito sia la più vantaggiosa dal punto di vista dello sforzo fisico, richiede più tempo a causa dell'azionamento del comparto macchina e resta, di fatto, inutilizzata.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
	<p>azione il comparto macchina per sollevare, svuotare e riabbassare il bidone carrellato.</p>	<p>digitale/falangea dal bordo superiore e lo riposiziona a terra.</p>	
<p><b>Riposizionamento dei mastelli vuoti</b></p> 	<p>Il compito consiste nel sistemare il sacchetto eventualmente presente nel mastello, nel prendere i mastelli ai piedi del camion e trasferirli ai rispettivi punti di raccolta.</p>	<p>L'operatore flette il busto e afferra dal manico (presa a uncino) o dai bordi superiori (presa digitale/falangea) i mastelli, quindi li solleva ad altezza confortevole e cammina fino alle loro posizioni, quindi si piega in avanti per restituirli in maniera ordinata.</p>	<p>Il manico del mastello in posizione "di riposo" si trova molto più in basso del bordo superiore del mastello, sicché per l'operatore risulta molto meno gravoso ridurre la flessione del busto ed afferrare il bidone dal bordo con una presa non ottimale invece di usare il manico con presa</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
			<p>a uncino flettendo maggiormente il busto.</p>
<p><b>Raccolta rifiuti in contenitori occasionali</b></p> 	<p>Il compito consiste nel verificare e/o raggruppare i rifiuti in modo da poterli trasportare al meglio, sollevare il contenitore, trasportarlo al camion, svuotarlo e, quindi, riposizionare il contenitore al punto di deposito.</p>	<p>L'operatore si china fino a poter posizionare al meglio i rifiuti ed afferrare il contenitore, quindi lo prende con la presa migliore possibile (in questo caso la maniglia della cassetta) e lo solleva per poter poi dirigersi verso il camion. Se particolarmente pesante, per poter</p>	<p>Il compito viene svolto in modalità diverse in funzione del contenitore utilizzato per depositare i rifiuti e la loro quantità/peso. Il mancato uso di contenitori standard fa sì che il gruppo di rifiuti possa avere peso molto variabile ed elevato. Data la non idoneità (scomodità)</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
		<p>sollevare il carico all'altezza della sponda, l'operatore poggia il contenitore sul bidone carrellato agganciato al camion, modifica la presa mettendo una mano al di sotto del contenitore, lo solleva con una mano usando l'altra per tener fermo il contenitore e, raggiunta la sponda, lo ruota per svuotarlo. Quindi abbassa il contenitore, lo afferra nel modo più comodo e lo riposiziona dove prelevato.</p>	<p>dei contenitori, le azioni di trasporto, svuotamento e riposizionamento vengono eseguite di continuo come unica azione.</p>



## 1.2. Task analysis della raccolta dell'umido e del vetro in bidoni carrellati

### 1.2.1. Attività osservata

La task analysis è stata condotta sulla base di osservazioni dirette condotte nell'ambiente operativo e sulla base dei dati raccolti dai colloqui con i responsabili delle operazioni di raccolta e del servizio prevenzione e protezione di:

- Azienda Beta, con la quale è stata effettuata l'osservazione diretta seguendo il percorso di raccolta di un operatore;
- Azienda Alfa, con cui l'attività di raccolta è stata osservata nell'ambito di un sopralluogo relativo alla raccolta del vetro in mastelli che include una minima parte della raccolta del vetro effettuata con bidoni carrellati.

Nell'Azienda Beta i compiti di raccolta descritti si configurano come attività caratterizzate da prevalenza di lavoro manuale per il quale è richiesta bassa qualificazione. Il lavoro viene svolto su turno giornaliero dalle 05,00 alle 12,00 e, naturalmente, in qualsiasi condizione meteorologica. L'operatore lavora da solo.

L'attività è stata osservata seguendo l'itinerario ordinario del veicolo in termini di strade e postazioni di raccolta, il cui percorso è caratterizzato da strade di dimensioni agevoli, quasi sempre a doppio senso di marcia e talvolta con cordolo spartitraffico, intensamente trafficate. La raccolta della frazione organica viene effettuata unicamente con bidoni carrellati, da 120 e 240 litri, con all'interno sacchetti in mater-bi. Nell'arco di un turno vengono movimentati: il bidone da 120 l pesa al massimo 48 kg e prevede massimo 200 bidoni movimentati per turno con una media di 140; il bidone da 240 l pesa al massimo 96 kg e prevede massimo 180 bidoni movimentati per turno con una media di 126.

L'operatore lavora da solo ed ha la facoltà di organizzare il prelievo organizzando le attività necessarie a completare il compito nel modo che ritiene ottimale per ciascun punto di prelievo.



I DPI osservati in uso sono: scarpe antinfortunistiche con puntale di protezione dell'avampiede, suola con profilo antisdrucciolevole e lamina antiperforazione, guanti protettivi per rischi chimici/biologici, abbigliamento ad alta visibilità, in dotazione anche occhiali protettivi.

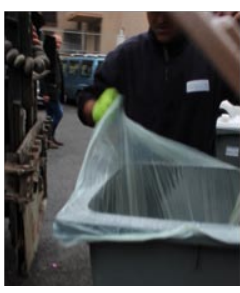
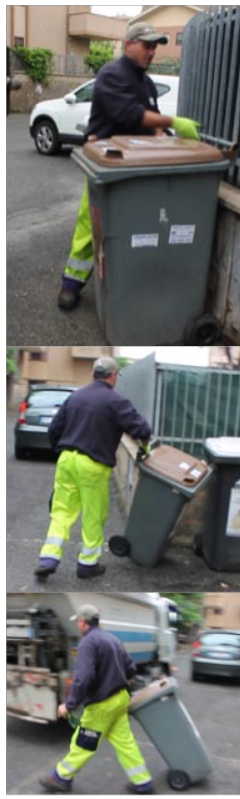
Nell'Azienda Alfa l'osservazione diretta è stata effettuata nell'ambito del percorso di raccolta di un operatore dalle ore 9,00 alle 12.30.


Si tratta di un percorso di raccolta schedulato, che è stato osservato nella seconda metà del turno, seguendo l'itinerario ordinario del veicolo in termini di strade e postazioni di raccolta. Il mezzo impiegato è un compattatore su autocarro; il percorso è caratterizzato da strade di dimensioni agevoli, quasi sempre a doppio senso di marcia e talvolta con cordolo spartitraffico, le strade si presentano strette a senso unico con pavimentazione in pietra nella zona del centro storico.

I compiti di raccolta descritti si configurano come attività caratterizzate da prevalenza di lavoro manuale per il quale è richiesta bassa qualificazione. Il lavoro viene svolto su turno giornaliero dalle 05,00 alle 12,00 e, naturalmente, in qualsiasi condizione meteorologica. L'operatore lavora da solo. Le condizioni ambientali e il comportamento e abitudini dei cittadini determinano adattamenti e modalità specifiche di esecuzione del compito, scomposte in attività di dettaglio e analizzate nel paragrafo seguente.

## 1.2.2. Task analysis descrittiva

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
<b>Trasferimento da un punto all'altro del percorso</b> 	<p>Il compito consiste nel salire e scendere dal mezzo ed effettuare il trasferimento in cabina fino al punto successivo di raccolta.</p>	<p>La modalità di apertura dello sportello e l'altezza dei gradini richiedono estensione delle braccia, rotazione di tutto il corpo e flessione della gamba per montare sul camion, con movimenti ovviamente opposti per scendere.</p>	<p>Nel caso di strade strette è possibile che l'operatore debba salire e scendere senza poter aprire completamente lo sportello. Ad ogni salita sul camion l'operatore toglie i guanti e li re-indossa allo stop successivo. Se necessario, scendendo dal camion preleva e porta con sé dei sacchi di plastica.</p>
<b>Controllo e preparazione del bidone per il trasporto</b> 	<p>Il compito consiste nell'avvicinarsi al bidone, aprirlo per controllarne il contenuto, staccare il sacco dai bordi, richiudere il coperchio.</p>	<p>Il compito richiede di sollevare la mano per aprire il coperchio e chinare capo e busto per guardare nel bidone. Una volta aperto il bidone, l'operatore lascia cadere all'indietro il coperchio e afferra i bordi del sacco, li solleva/rimuove e li posiziona verso l'interno abbassando il braccio nel bidone.</p>	<p>Il sacco può essere incastrato o bagnato, questo ne rende difficile la presa, specie nel caso del sacco biodegradabile, e questo comporta che l'operatore possa sfilare uno dei guanti per compiere meglio la manipolazione,</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
			<p>altrimenti difficoltosa.</p>
<p><b>Trasporto del bidone pieno</b></p> 	<p>Il compito consiste nello spostare eventuali bidoni non interessati da raccolta che possano essere di intralcio, afferrare il bidone in vari modi in funzione della posizione e del livello di riempimento/peso, trascinarlo, spingerlo o tirarlo fino al camion.</p>	<p>L'azione viene svolta con movimenti diversi in funzione del peso del bidone.</p> <p><u>Bidone pieno</u> L'operatore afferra il bidone dalle prese con due mani, lo trascina/inclina verso di sé e lo ruota fino a potersi posizionare dietro al bidone per manovrarlo. Afferra il bidone dal manico o, se è particolarmente pesante, dai bordi laterali, mette la pianta del piede sulla parete del bidone fra le due ruote per far leva (in alternativa esercita forza unicamente con le braccia), lo inclina verso di sé per utilizzarlo come carrello sulle due ruote. Una volta in posizione di manovra, l'operatore movimentata il carrello fino a portarlo in posizione frontale e</p>	<p>I movimenti richiesti per svolgere il compito variano in funzione della posizione del bidone, degli eventuali ostacoli e del peso del bidone. In generale, se il bidone è leggero gli operatori tendono a trascinarlo per evitare i movimenti necessari a ruotarlo per usare le ruote, se il bidone è pesante viene movimentato come previsto usando le ruote del carrello. Se i bidono sono particolarmente leggeri vengono movimentati due alla volta, tenendone uno con ciascuna mano. La scelta del tragitto e delle modalità di esecuzione del compito dipendono dallo stato del</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
		<p>spingerlo fino al camion.  <u>Bidone parzialmente pieno</u>  L'operatore afferra il bidone dalle prese con una o due mani, lo striscia prima verso di sé e, contemporaneamente o successivamente, lo ruota sul suo asse, lo inclina sulle ruote e quindi lo tira, con una sola mano, fino al camion. Nel caso di bidoni leggeri, l'operatore tira due bidoni contemporaneamente, dopo averli messi in posizione.</p>	<p>manto stradale e dalla presenza di marciapiede.</p>
<b>Svuotamento del bidone</b>	<p>Il compito consiste nel posizionare ed agganciare il bidone al meccanismo di sollevamento, quindi nell'azionare i comandi che automaticamente lo sollevano e ribaltano. Completato lo svuotamento, il bidone viene riabbassato a terra e sganciato.</p>	<p>L'operatore posiziona il bidone rivolgendo il lato da agganciare alla macchina verso il camion, quindi lo accosta e, se necessario, lo solleva con le mani o lo accompagna col piede per facilitarne l'aggancio. Si sposta sul lato del camion per utilizzare</p>	<p>Il livello di carico del bidone e la presenza di buche possono causare movimentazioni del carico aggiuntive per portare il bidone all'altezza delle forcelle.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
		<p>i comandi macchina, quindi aziona il sollevamento e si sposta, guardando verso l'alto, per controllare il corretto svuotamento del/dei bidone/i. Svuotati i bidoni, si riposiziona di fronte ai controlli ed abbassa i bidoni a terra.</p>	
<p><b>Riposizionamento del bidone vuoto e ripristino della postazione</b></p> 	<p>Il compito consiste nell'allontanare leggermente il bidone dal camion, nel prelevare (se non già fatto) il/i sacco pulito/i e posizionarlo nel bidone che viene, quindi riportato al punto di raccolta.</p>	<p>L'operatore allontana i bidoni dal camion tirandoli verso di sé, preleva i sacchi dal loro "alloggiamento" e li apre, quindi stende le braccia per posizionarlo sul bordo del bidone lo ferma lo spinge col braccio verso il fondo, quindi chiude il bidone. Preparati i bidoni, ne afferra uno con ciascuna mano e tira o trascina fino alla postazione. Se necessario li afferra con due mani dai bordi superiori per sollevarlo sul marciapiede prima di posizionarlo definitivamente.</p>	<p>Per poter manipolare i sacchi l'operatore sfila almeno un guanto. In caso di marciapiede e/o fondo stradale disconnesso l'operatore solleva e/o trascina il bidone senza impiegare le ruote.</p>

---

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
----------	-------------	--	---------------------------------

---



## 1.3. Task analysis del riassetto delle postazioni

### 1.3.1. Attività osservata

La task analysis è stata condotta sulla base delle informazioni raccolte con i colloqui con dirigenti e personale del servizio SPP dell'azienda Gamma e delle osservazioni dirette.

L'attività è caratterizzata dalla assoluta variabilità delle azioni da svolgere, che dipendono dalla tipologia di postazione da riassetto e sono estremamente dipendenti dalla densità di popolazione e comportamento dell'utenza.

Esse consistono nella rimozione dei rifiuti di qualsiasi tipologia, eccetto quelli speciali o ingombranti, depositati al di fuori dei contenitori deputati e nella pulizia della postazione.

Nell'attività osservata è stato impiegato un mezzo equipaggiato con un bidone carrellato di 120 litri agganciato sul retro, scopa e pala.

Il compito è caratterizzato da rapidi cambiamenti di postura, alternati ad esercizio di forza intensa per i quali, data la variabilità, non è possibile calcolare le ripetizioni in un turno.

L'operatore lavora da solo ed è dotato dei seguenti DPI: scarpe antinfortunistiche con puntale di protezione dell'avampiede, suola con profilo antisdrucciolevole e lamina antiperforazione, guanti protettivi, abbigliamento ad alta visibilità.

Le attività in dettaglio sono descritte nella tabella che segue.

### 1.3.2. Task analysis descrittiva

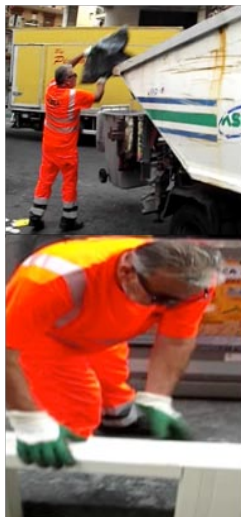
Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
<b>Trasferimento da un punto all'altro del percorso.</b>	Il compito consiste nel salire e scendere dal mezzo ed effettuare il trasferimento in cabina fino al punto successivo di raccolta.	La modalità di apertura dello sportello e l'altezza dei gradini richiedono estensione delle braccia, rotazione di tutto il corpo e flessione della gamba per montare sul camion, con movimenti ovviamente opposti per scendere.	Nel caso di strade strette è possibile che l'operatore debba salire e scendere senza poter aprire completamente lo sportello. Ad ogni salita sul camion l'operatore toglie i guanti e li re-indossa allo stop successivo. Scendendo dal camion l'operatore preleva e porta con sé, se necessario, dei sacchi di plastica.

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
<p><b>Trasporto del bidone carrellato alla postazione</b></p>    	<p>Il compito consiste nell'accostarsi ai comandi macchina, abbassare il bidone carrellato a terra, sganciarlo, estrarre pala e scopa che vi sono trasportati, e spingerlo fino alla postazione da riordinare. In prossimità della postazione il bidone verrà spostato nelle posizioni più convenienti e via via riempito.</p>	<p>Una volta sganciato il bidone dalla forcella, l'operatore lo afferra dal bordo superiore e ruota fino a poterlo tirare tenendolo per le apposite maniglie. In caso di tragitti brevi, il carrello viene trascinato invece che tirato come carrello sulle ruote. Giunto alla postazione, l'operatore preleva scopa e pala per utilizzare il bidone, che viene di volta in volta tirato trascinato nel punto più comodo.</p>	<p>Nel bidone vuoto agganciato al retro del cassone vengono trasportati scopa e pala, che vengono trasportati fino alla postazione all'interno del bidone o in mano. Il trasporto del bidone dal camion alla postazione e ritorno può essere effettuato più di una volta per ciascuna postazione da riassetare in funzione della quantità e tipologia di rifiuti da rimuovere. La lunghezza del tragitto dipende dalla diponibilità di spazio nella sede stradale per la sosta del veicolo.</p>



Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
<p><b>Rimozione dei rifiuti sciolti</b></p> 	<p>Il compito consiste nel prelevare da terra rifiuti sciolti, sacchetti abbandonati al di fuori delle campane e depositarli nel bidone carrellato o direttamente nel cassone del camion.</p>	<p>Il compito richiede di portare le mani quasi sempre al piano di calpestio o comunque al di sotto delle ginocchia, quindi di sollevare oggetti dalla forma e peso più disparati all'altezza del bidone o lanciati direttamente nel cassone di carico.</p>	<p>Movimenti, posture ed esercizio di forza sono estremamente variabili perché i materiali/oggetti da movimentare sono assolutamente imprevedibili. Nel caso di rifiuti di grandi dimensioni, l'operatore può decidere di trasportarli al camion nel bidone e poi lanciaarli a mano nel cassone invece di svuotare il bidone. I rifiuti possono avere parti lesive (es vetri rotti, componenti di legno scheggiati ecc) che richiedono di assumere posture meno confortevoli per essere manipolati in sicurezza. Alcuni rifiuti (rifiuti ingombranti) vengono movimentati solo per essere accatastati, per essere prelevati in un diverso e specifico turno di raccolta.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
----------	-------------	--	---------------------------------



**Rimozione dei rifiuti incastrati/inaccessibili**



Il compito consiste nello spostare le campane che ostacolano la rimozione dei rifiuti per quindi procedere successivamente, con la normale rimozione.

Lo svolgimento del compito si basa sull'esercizio di forza molto intensa per spingere o sollevare le campane. Nell'eseguire la movimentazione l'operatore cerca tutti i meccanismi possibili per ridurre lo sforzo usando il corpo come leva.

L'attività viene compiuta senza ausili quali leve industriali che riducano lo sforzo necessario. L'attività viene svolta sia con campane vuote sia piene, con grande differenza di sforzo necessario.

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
<p data-bbox="72 564 280 650"><b>Rimozione dei rifiuti minuti e pulizia della postazione</b></p> 	<p data-bbox="330 564 554 760">Il compito consiste nel raccogliere con scopa e pala i rifiuti minuti, quindi avvicinarsi al bidone e svuotare la pala.</p>	<p data-bbox="565 564 800 846">Lo svolgimento del compito coinvolge prevalentemente gli arti superiori con movimenti ripetuti e movimentazione di carichi dal peso non significativo ma con utensili dal manico lungo.</p>	<p data-bbox="812 564 1041 1309">La presenza di marciapiedi o campane mal posizionate fa sì che piccoli rifiuti si accumulino in punti poco agevoli da raggiungere. Per pulire accuratamente la postazione, l'operatore posiziona il carrello anche verso il centro della strada Lo svolgimento del compito causa il sollevamento di polvere e rifiuti molto piccoli e leggeri che, specie in caso di vento o caldo, rendono più sgradevole il compito ed espongono occhi, naso e bocca al contatto con le sostanze sollevate nell'aria.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia
<p><b>Svuotamento del bidone carrellato</b></p> 	<p>Il compito consiste nel trasportare il bidone carrellato al camion, agganciarlo al meccanismo di sollevamento e svuotarlo azionando i comandi macchina. Quindi il bidone viene abbassato e lasciato agganciato sul retro del cassone, riposizionandovi scopa e pala per il trasporto.</p>	<p>L'operatore spinge o tira il bidone sulle ruote (se pieno) oppure lo trascina (se parzialmente vuoto) fino alla forcella della presa di forza, quindi lo posiziona correttamente sollevandolo/ smuovendolo dal bordo con le mani ed eventualmente spingendo con un piede. Quindi si sposta sul lato per azionare i comandi macchina e aziona il sollevamento del bidone sollevando il capo per controllare lo svuotamento. Nel caso in cui i rifiuti non cadano correttamente, l'operaio solleva il braccio fino a raggiungere i rifiuti incastrati e li tira verso il cassone. Quando il bidone è vuoto lo riabbassa.</p>	<p>In funzione della quantità di rifiuti da rimuovere, il compito può essere ripetuto più volte per ciascuna postazione.</p>

## 1.4. Task analysis della raccolta dell'umido in mastelli

### 1.4.1. Attività osservata


La task analysis è stata svolta a partire dai dati raccolti dai colloqui con i responsabili delle operazioni di raccolta e del servizio prevenzione e protezione dell'azienda Delta e sulla base di osservazioni dirette condotte nell'ambiente operativo.

L'osservazione diretta è stata effettuata seguendo il percorso di raccolta di un team di operatori, dalle 7:00 alle 12:00.

Si tratta di un percorso di raccolta schedato, che è stato osservato seguendo l'itinerario ordinario del veicolo in termini di strade e postazioni raccolta. Il mezzo impiegato è un compattatore appartenente alla gamma dei ribaltabili leggeri, idoneo alla compattazione ed al trasporto specifico di rifiuti solidi urbani. Il percorso è caratterizzato da strade generalmente strette e poco accessibili al mezzo di raccolta, caratterizzate da pendenze anche significative; molte strade servite dal turno osservato sono accessibili solo a piedi perché molto strette o gradinate. La pavimentazione stradale è nella maggior parte dei casi in pietra tradizionale. Nelle aree servite adiacenti alle zone storiche le strade sono più ampie e asfaltate, consentendo al camion di fermarsi in prossimità del punto di raccolta. I compiti di raccolta descritti si configurano come attività caratterizzate da prevalenza di lavoro manuale per il quale è richiesta bassa qualificazione. Il lavoro viene svolto su turno giornaliero di 6h20m e, naturalmente, in qualsiasi condizione meteorologica.

La raccolta viene effettuata con mastelli di 10 litri, il numero minimo di mastelli movimentati in un turno di lavoro è di 120 ed il massimo circa 400 con un peso dei mastelli compreso tra un minimo di 10 e un massimo di 15 kg ciascuno. I DPI osservati in uso sono: scarpe antinfortunistiche, giubbotto e pantaloni ad alta visibilità, guanti protettivi per rischi chimici/biologici.

### 1.4.2. Task analysis descrittiva

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
<b>Trasferimento da un punto all'altro del percorso</b> 	Il compito consiste nel salire e scendere dal mezzo ed effettuare il trasferimento in cabina fino al punto successivo di raccolta.	La modalità di apertura dello sportello e l'altezza dei gradini richiedono estensione delle braccia, rotazione di tutto il corpo e flessione della gamba per montare sul camion, con movimenti ovviamente opposti per scendere.	Nel caso di tragitti brevi e utenze da cui ci si aspetta rifiuti leggeri, l'operatore si sposta a piedi. Nel caso di strade strette è possibile che l'operatore debba salire e scendere senza poter aprire completamente lo sportello. Se necessario, scendendo dal camion preleva e porta con sé dei sacchi di plastica.

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
<p><b>Prelievo e trasporto dei mastelli pieni (veicolo molto vicino (max 3m))</b></p>    	<p>Il compito consiste nell'avvicinarsi a piedi al punto di conferimento, aprire il coperchio del mastello e controllare il contenuto al suo interno, prelevarlo e camminare fino ad arrivare al camion posizionato affianco al punto di carico.</p>	<p>Nel caso di mastelli posizionati a livello del suolo, l'operatore flette il busto (in alcuni casi il movimento è associato a torsione), apre il coperchio per controllare il contenuto del mastello, afferra con presa digitale il bordo superiore del mastello tira il mastello verso di sé, e poi lo solleva afferrando il manico. Se il mastello è collocato in alto (es. manico appeso al cancello) l'operatore solleva e estende le braccia (mani al di sopra delle spalle) e afferra il mastello per il manico con una mano e per il fondo con l'altra. Successivamente l'operatore si dirige al camion.</p>	<p>L'operatore movimentata sempre un mastello alla volta, indipendentemente dal suo livello di riempimento. Il tipo di presa risulta simile nelle fasi di trasporto del mastello ma variabile nelle fasi di sollevamento. Se il mastello è leggero viene afferrato e mantenuto da lati, senza usare il manico. Le condizioni ambientali, tra cui eventuali ostacoli, influenzano la presa e la postura dell'operatore.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
<p><b>Prelievo e trasporto dei mastelli pieni (veicolo moderatamente vicino, distanza superiore ai 3 m)</b></p> 	<p>Il compito consiste nell'avvicinarsi a piedi al punto di conferimento, aprire il coperchio del mastello e controllare il suo contenuto per poi trasportarlo camminando fino ad arrivare al camion posizionato ad una distanza superiore ai 3 metri (es. lato opposto della strada o vicoletti).</p>	<p>L'operatore flette il busto (in alcuni casi il movimento è associato a torsione), apre il coperchio per controllare il contenuto del mastello e lo sposta verso di sé. Nel caso di mastelli pieni, afferra il manico con una mano (presa ad uncino). Trasporta il mastello fino al camion mantenendo la stessa presa. Nel caso di mastelli quasi vuoti, per trasportarli li afferra con presa digitale sul bordo superiore con una mano e sul fondo con l'altra mano.</p>	<p>L'operatore movimentava un mastello alla volta, indipendentemente dal suo livello di riempimento. Il tipo di presa varia in base al peso e al riempimento del mastello stesso. La posizione del mastello, le condizioni ambientali, tra cui eventuali ostacoli, influenzano la presa e la postura dell'operatore. Inoltre, l'operatore deve trasportare il mastello e contemporaneamente prestare attenzione nell'attraversare la strada o camminare su calpestio sconnesso/ con gradini/scivoloso (es. ghiaccio).</p>
<p><b>Prelievo e trasporto dei rifiuti senza mastelli (veicolo distante)</b></p> 	<p>Il compito consiste nel raggiungere a piedi diverse postazioni di prelievo vicine fra loro, svuotare in un sacco il contenuto dei singoli mastelli, trasportare il sacco al camion.</p>	<p>Nello scendere dal camion, l'operatore preleva il sacco e si dirige verso le postazioni, quindi srotola il sacco e lo scuote per aprirlo. L'operatore flette e torce il busto, apre il mastello, preleva il sacchetto in esso contenuto e lo inserisce nel sacco a disposizione</p>	<p>Questo adattamento della modalità di esecuzione del compito viene adottato dall'operatore per ridurre gli spostamenti a piedi su strade in salita o con molti gradini per evitare il tragitto necessario a riposizionare i mastelli svuotati.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
		<p>e lo chiude con una mano. Successivamente si avvia verso il camion o al punto di raccolta seguente e più vicino. Se il contenuto dei mastelli è libero e non chiuso in sacchetti oppure vengono usati altri contenitori (ex secchi), l'operatore flette il busto, mantiene il sacco aperto con una mano, con l'altra afferra il contenitore e lo avvicina all'imboccatura dello stesso. Successivamente alza il contenitore e riversa il contenuto direttamente nel sacco. Tale operazione viene agevolata se svolta da due operatori: uno mantiene il sacco aperto e il secondo riversa il contenuto al suo interno. Anche in questo caso, però, l'operatore che svuota il contenitore flette il busto nel sollevarlo e leggermente durante le fasi di svuotamento. Il sacco viene poi trasportato al camion tenendolo su un fianco, afferrato con una sola mano.</p>	<p>L'attività è estremamente variabile in termini di gesti per via delle differenze nelle metodologie di raccolta dei rifiuti da parte degli utenti (in sacchetti chiusi o liberi, e dei contenitori utilizzati). Nelle operazioni di svuotamento di contenitori all'interno del sacco, è possibile che materiali, principalmente polveri o ceneri, si disperdano intorno all'operatore.</p>



<b>Attività</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Principali aspetti di ergonomia fisica</b>	<b>Principali aspetti di ergonomia organizzativa</b>
-----------------	--------------------	---	--



Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
----------	-------------	--	---



### Svuotamento del singolo mastello



Il compito consiste nel sollevare il mastello fino a raggiungere il bordo della vasca di carico, svuotarlo e riportarlo nel punto in cui è stato prelevato.

Se il mastello è stato trasportato dal manico, l'operatore deposita lo stesso per terra, sulla parte posteriore del camion e successivamente apre il coperchio e lo solleva. Il più delle volte l'operatore mantiene la presa del mastello utilizzata in fase di trasporto (una mano sul bordo, una sul fondo). Solleva e estende le braccia per consentire al mastello di oltrepassare il bordo della vasca di carico del camion. Si alza sulle punte dei piedi e lascia scivolare il contenuto, eventualmente scuote il mastello. Una volta svuotato il mastello, questo viene riportato al punto di prelievo impugnandolo dal bordo con una mano in presa digitale.

Il mastello viene svuotato sempre dal lato posteriore del camion  
L'altezza di rotazione del mastello per svuotarlo nel camion e i movimenti eseguiti dipendono dal riempimento della quantità di rifiuti presenti nel mastello stesso.

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
			
<b>Svuotamento del sacco per la raccolta di rifiuti provenienti da più mastelli o contenitori</b>	<p>Il compito prevede di svuotare il sacco per la raccolta dei rifiuti provenienti da mastelli e</p>	<p>L'operatore solleva il sacco mantenendolo con una mano sul fondo e una sull'imboccatura, avendo cura di non farlo aprire.</p>	<p>Il sacco viene svuotato nella zona posteriore della vasca di carico del camion. Gli operatori non buttano il sacco ma lo scuotono</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
	<p>contenitori lontani rispetto al camion.</p>	<p>Solleva e estende le braccia (mani oltre l'altezza della testa) fino a permettere al sacco di entrare nella vasca di carico del camion. Il lavoratore mantiene il sacco dal fondo con entrambe le mani e lo scuote per permetterne lo svuotamento. In base all'altezza e la capacità articolare del soggetto, lo stesso può salire sulle punte dei piedi o meno, sollevare le spalle o meno.</p>	<p>per farlo svuotare e successivamente lo recuperano perché di materiale non organico. L'attività richiede posture e movimenti variabili in base alla statura e alle caratteristiche del lavoratore.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
			
<p data-bbox="72 707 285 785"><b>Raccolta rifiuti in contenitori diversi da mastelli</b></p>  	<p data-bbox="339 707 532 1161">Il compito consiste nel valutare i rifiuti presenti nel punto di raccolta, prelevarli, trasportarli verso il camion e scaricarli all'interno della vasca di carico. A seconda del contenitore il compito prevede anche il deposito dello stesso nel luogo in cui è stato prelevato.</p>	<p data-bbox="563 707 792 1420">Nel caso di rifiuti raccolti in sacchetti e appesi alle cancellate, l'operatore raggiunge gli stessi assumendo una postura quasi neutra. L'operatore può anche prelevare sacchetti posizionati per terra vicino al mastello oppure, nel caso di moderate distanze tra il camion e il punto di prelievo, solo il sacchetto contenuto nel mastello. In questo caso il lavoratore flette il busto, preleva il sacchettino e lo trasporta al camion. Successivamente trasporta il sacchetto o i sacchetti (impugnandoli ognuno con una mano con presa ad uncino)</p>	<p data-bbox="820 707 1036 1016">Il compito viene svolto in modalità diverse in funzione del contenitore utilizzato per raccogliere i rifiuti e la loro quantità/peso. Il mancato uso di contenitori standard fa sì che esso possa avere peso e geometrie molto variabili.</p>

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
		<p>e lancia i sacchetti uno alla volta all'interno della vasca di carico del camion effettuando una rotazione del tronco e una flessione-estensione del braccio. Nel caso di rifiuti raccolti in secchi di metallo (solitamente cenere), l'operatore si china fino a poter raggiungere il manico del secchio, lo afferra e lo solleva (presa ad uncino) e successivamente lo trasporta mantenendolo o dal bordo con entrambe le mani (presa palmare) o spostando una mano sul fondo dello stesso oppure, nel caso di distanze moderate da percorrere, lo trasporta dal manico. L'operatore solleva ed estende le braccia per consentire al secchio di oltrepassare il bordo della vasca di carico del camion, mantiene il secchio posizionando le mani sul bordo del fondo dello stesso (presa palmare). Si alza sulle punte dei piedi e lascia scivolare il contenuto, eventualmente scuote il secchio.</p>	

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
		<p>Una volta svuotato, il secchio viene riportato al punto di prelievo impugnandolo dal bordo con una mano in presa digitale oppure dal manico con presa ad uncino.</p>	

Attività	Descrizione	Principali aspetti di ergonomia fisica	Principali aspetti di ergonomia organizzativa
----------	-------------	--	---





<b>Attività</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Principali aspetti di ergonomia fisica</b>	<b>Principali aspetti di ergonomia organizzativa</b>
-----------------	--------------------	---	--



## 2. Attività A2 – Analisi delle condizioni ergonomiche osservate

### 2.1. Analisi della raccolta del vetro in mastelli

L'analisi dei compiti al fine di una valutazione ergonomica richiede di considerare tutti gli aspetti del contesto che incidono sulle modalità di esecuzione di un'attività, quelli significativi per il compito in oggetto sono:

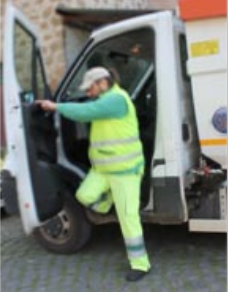
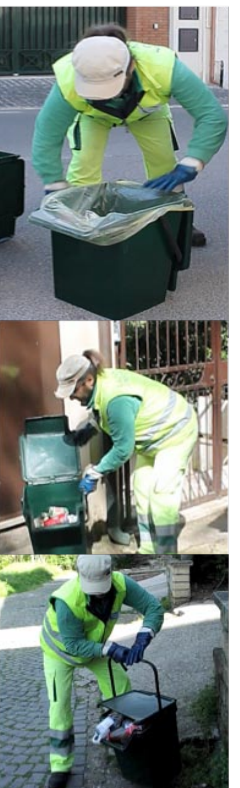
- Utenti
  - Età
  - Genere
- Camion
  - Sponde del cassone di carico
  - Scala di accesso alla cabina
- Mastelli
  - Altezza
  - Livello di riempimento
  - Manico/presa
  - Rifiuti in contenitori irregolari
- Strada
  - Pendenza
  - Morfologia
- Punto di conferimento
  - Posizione rispetto alla strada
  - Utenza servita
- Condizioni meteo
  - Pioggia
  - Caldo
- Traffico
  - Veicoli parcheggiati
  - Senso di marcia
- DPI
  - Giubbotto ad alta visibilità
  - Guanti protettivi per rischi chimici/biologici
  - Occhiali/visiera protettiva
  - Scarpe


La tabella che segue riporta le condizioni osservate rispetto ai fattori sopra elencati e gli effetti, in termini di miglioramento o peggioramento delle condizioni operative per i lavoratori.

<b>Aspetto ergonomico</b>	<b>Condizione osservata</b>	<b>Effetti sullo svolgimento del compito</b>	<b>Criticità ergonomiche derivanti</b>
<b>Utenti –età</b>	Età inferiore a 55 anni.	In caso di età > 55 anni, ridotta capacità di estensione e flessione delle articolazioni e aumento dei tempi necessari per il recupero.	Ridotta resistenza alla fatica <sup>1</sup> e potenziale insorgenza di fenomeni infiammatori dovuti (i) all'estensione delle braccia per lo svuotamento dei mastelli dall'alto, (ii) alla flessione del tronco aprire e sollevare i mastelli, (iii) ai cambiamenti rapidi ed estesi di posture.
<b>Utenti –genere</b>	Genere maschile.	In caso di genere femminile si osservano corporatura/altezza ridotte.	Aumento (i) dell'iperestensione degli arti superiori necessaria per svuotare i mastelli nel cassone, (ii) e delle flessioni della gamba ed estensioni delle braccia per salire e scendere dalla cabina.
<b>Camion - Sponde del cassone di carico</b>	Altezza eccessiva della sponda posteriore e della sponda laterale.	L'operatore deve sollevare e movimentare il carico al di sopra del capo, talvolta sollevandosi sulle punte dei piedi.	La ripetuta iperestensione degli arti inferiori e superiori e del rachide è causa di sovraccarico per tutte le regioni coinvolte. Il carico viene movimentato con postura incongrua, causando un sovraccarico per gli arti superiori e lombare.

1 Olanre Okunribido & Tony Wynn, Ageing and work-related musculoskeletal disorders A review of the recent literature, UK Health and Safety Executive, 2010 pag. 9 (<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr799.pdf>)

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
			<p>Aumento del rischio di lesioni per urto con oggetti in caduta dall'alto.</p>
<p><b>Camion - Scala di accesso alla cabina</b></p>	<p>Cabina di guida non ribassata.</p> 	<p>L'operatore deve esercitare sollevamento e flessione accentuati della gamba.</p>	<p>Aumento del rischio di caduta. Sovraccarico delle articolazioni degli arti inferiori, ulteriormente accentuati in caso di ridotta disponibilità di spazio.</p>


Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
			
<b>Mastelli - Altezza</b>	Altezza inferiore al ginocchio dell'operatore.	Per aprire il mastello e riassetto il sacchetto all'interno, l'operatore deve esercitare una flessione approfondita del busto.	Sovraccarico per la regione lombare. L'uso del sacchetto, che implica una azione in più, è una scelta dell'utente che determina il mantenimento della postura incongrua per un tempo superiore a quello necessario per svolgere il compito.
			

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Mastelli -Livello di riempimento</b>	Peso variabile dai 6 ai 15 kg. 	Spostamento e sollevamento ripetuto di carichi > 4,5 kg Ampiezza del sollevamento da un'altezza inferiore alle ginocchia al di sopra del capo.	Sovraccarico della regione lombare Aumento del rischio di lesioni per urto con oggetti in caduta dall'alto.
<b>Mastelli -Manico/presa</b>	Altezza scarsa altezza dal suolo in posizione di riposo.	L'uso del manico richiederebbe una accentuata flessione del busto che, nel caso di mastelli parzialmente pieni o appena svuotati, viene evitata grazie al profilo del bordo superiore che offre una presa vantaggiosa.	Sovraccarico della mano causato dalla presa falangea in assenza di prese/maniglie idonee ad altezza da terra adeguata. Sovraccarico della regione lombare in caso di utilizzo del manico disponibile. Riduzione del sovraccarico per la regione lombare grazie alla disponibilità di presa alternativa a quella offerta.
<b>Rifiuti in contenitori irregolari</b>	Il peso non è prevedibile né limitato dal volume del mastello e i contenitori possono non offrire prese adeguate.	Sollevamento di carichi > 4,5 dal piano di calpestio ad oltre la testa.	Nel caso di contenitori o buste piccole l'azione di trasporto e svuotamento risulta più leggera di quella standard. Nel caso di contenitori

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
			<p>grandi si verifica sovraccarico per la regione lombare, il tratto spalla braccio e la movimentazione di carichi al di sopra del capo. Aumento del rischio di lesioni per urto con oggetti in caduta dall'alto.</p>
<p><b>Strada – Pendenza</b></p>	<p>Aumento dell'altezza relativa rispetto all'operatore della sponda di carico.</p>	<p>La distanza verticale di sollevamento dei pesi aumenta.</p>	<p>Aggravio del sovraccarico dovuto al sollevamento del carico ed alla manipolazione di carichi ad un'altezza superiore al capo.</p>

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Strada - Morfologia</b>	<p>Rampe e scale non percorribili con mezzi di trasporto.</p> 	<p>Nel riversare il contenuto dei mastelli nel sacco si creano sacchi di peso non controllato dal volume del mastello.</p>	<p>Nel caso di buste piccole l'azione di trasporto e svuotamento risulta più leggera di quella standard. Nel caso di buste grandi e piene si verifica sovraccarico per la regione lombare, il tratto spalla braccio e la movimentazione di carichi al di sopra del capo. Aumento del rischio di lesioni per urto con oggetti in caduta dall'alto. Aumento del rischio di inciampo e caduta.</p>
	 		



Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Punto di conferimento</b> <b>- Posizione rispetto alla strada</b>	Punti di conferimento lontani dalla strada. 	Aumento delle distanze di trasporto orizzontale dei carichi.	Aumento del carico per gli arti superiori e lombare. Aumento del rischio di inciampo e caduta Aumento del rischio di investimento da veicoli.
<b>Condizioni meteo - Pioggia</b>	Pioggia	La plastica dei mastelli diventa scivolosa e la presa diventa più disagiata L'acqua scorre lungo le braccia. Sensazione di discomfort.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente. Aumento del carico per le mani.
<b>Condizioni meteo - Caldo</b>	Caldo	Sensazione di discomfort.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi.
<b>Traffico - Veicoli parcheggiati</b>	L'operatore deve passare infilandosi fra i veicoli.	L'operatore deve sollevare i mastelli al di sopra delle auto per passare nello spazio ristretto disponibile.	Aumento del carico per il tratto spalla-braccio.
<b>Traffico - Senso di marcia</b>	Punto di conferimento sul lato della strada opposto al verso di marcia.	L'operatore deve attraversare ripetutamente la strada, anche in assenza di strisce pedonali.	Il tempo di attesa per il passaggio dei veicoli aumenta il tempo di mantenimento del carico. Aumento del rischio di investimento da veicoli.

<b>Aspetto ergonomico</b>	<b>Condizione osservata</b>	<b>Effetti sullo svolgimento del compito</b>	<b>Criticità ergonomiche derivanti</b>
<b>DPI - Giubbotto ad alta visibilità</b>	Il tessuto aumenta la sensazione di calore.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente nel caso di clima caldo.	Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi. Aumento del rischio di investimento da veicoli se l'operatore togliesse il giubbotto.
<b>DPI – Guanti</b>	Eventualità sporadica di uso della taglia sbagliata.	Riduzione della capacità di presa.	Aumento del carico per gli arti superiori.
<b>DPI - Occhiali</b>	Gli occhiali si appannano e risultano scomodi sugli occhiali da vista personali. Vanno tolti per guidare e reindossati ad ogni punto di prelievo.	Gli occhiali non vengono indossati, l'operatore protegge il viso dalle schegge con la mano ma ciò è possibile solo se il mastello è leggero e asciutto.	Aumento del rischio di lesioni agli occhi.

## 2.2. Analisi della raccolta dell'umido e del vetro in bidoni carrellati

L'analisi dei compiti al fine di una valutazione ergonomica richiede di considerare tutti gli aspetti del contesto che incidono sulle modalità di esecuzione di un'attività, quelli significativi per il compito in oggetto sono:

- Utenti
  - Età
  - Genere
- Bidone
  - Stato manutenzione
  - Livello di carico/peso
  - Maniglie
  - Ruote
- Camion
  - Altezza delle sponde del cassone di carico
- Sacchi
  - Materiale
- Strada
  - Pendenza
  - Materiale manto stradale
  - Integrità manto stradale
  - Marciapiede
- Punto di conferimento
  - Layout bidoni
  - Posizione rispetto alla strada
- Condizioni meteo
  - Pioggia
  - Caldo
- Traffico
  - Veicoli parcheggiati
  - Senso di marcia
- DPI
  - Giubbotto ad alta visibilità
  - Guanti protettivi per rischi chimici/biologici
  - Scarpe
  - Occhiali (nel caso di raccolta del vetro)

La tabella che segue riporta le condizioni osservate rispetto ai fattori sopra elencati e gli effetti, in termini di miglioramento o peggioramento delle condizioni operative per i lavoratori.

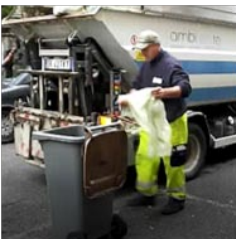
Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Utenti –età</b>	Età inferiore a 55 anni.	In caso di età > 55 anni, ridotta capacità di estensione e flessione delle articolazioni e aumento dei tempi necessari per il recupero degli sforzi.	Ridotta resistenza alla fatica <sup>2</sup> e potenziale insorgenza di fenomeni infiammatori dovuti all'esercizio di forza per (i) la rotazione del bidone pieno, (ii) l'avvio della spinta del bidone pieno, (iii) il mantenimento della spinta del bidone pieno, specie su calpestio dissestato, (iv) l'iperestensione delle braccia per togliere e mettere il sacco.
<b>Utenti – genere</b>	Genere maschile.	In caso di genere femminile si osservano corporatura/altezza ridotte e minore capacità di esercizio di forza.	Aumento dell'affaticamento e potenziale insorgenza di fenomeni infiammatori dovuti all'esercizio di forza per (i) la rotazione del bidone pieno, (ii) l'avvio della spinta del bidone pieno, (iii) il mantenimento della spinta del bidone pieno, specie su calpestio dissestato, (iv) l'iperestensione delle braccia per togliere e mettere il sacco.

2 Olanre Okunribido & Tony Wynn, Ageing and work-related musculoskeletal disorders A review of the recent literature, UK Health and Safety Executive, 2010 pag. 9 (<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr799.pdf>)

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Bidone - Stato di manutenzione</b>	In caso di ruota/e rotta/e oppure in caso di ruote sporche.	Maggiore attrito del bidone in fase di avvio e mantenimento del movimento.	Aumento del carico lombare e sugli arti superiori.
<b>Bidone – Livello di carico/peso</b>	Bidone parzialmente vuoto.	Per concludere più rapidamente il compito, l'operatore tende a non utilizzare il bidone come carrello ma a strisciarlo e sollevarlo.	Aumento del carico lombare e sugli arti superiori.
			
	<p>Bidone colmo.</p> 	L'operatore non riesce ad imprimere la forza necessaria a smuovere il bidone da una postura eretta con due piedi a terra.	Impiego del piede per ottenere effetto leva con conseguente carico degli arti inferiori ed esercizio di forza con postura incongrua. Allontanamento del busto dal bidone per ottenere effetto leva con conseguente aumento del carico lombare e sugli arti superiori.
<b>Bidone – Maniglie</b>	Altezza delle maniglie inferiore al petto.	L'operatore non può esercitare la massima forza possibile nelle operazioni di spinta quando utilizza il bidone come carrello né quando lo striscia/ruota senza usare le ruote.	Aumento del carico lombare e sugli arti superiori.
			

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
	<p>Maniglie posizionate sul lato della cerniera del coperchio.</p> 	<p>Prima di poter manovrare il bidone attraverso le apposite prese e ruote, l'operatore deve traslare e ruotare il bidone.</p>	<p>Aumento del carico lombare e sugli arti superiori movimentazione di carichi con posture incongrue (torsione del busto).</p>
<b>Bidone – ruote</b>	<p>Ruote non pivotanti.</p> 	<p>L'operatore deve ruotare il bidone senza poter utilizzare le ruote, esercitando una forza con movimenti di torsione.</p>	<p>Aumento del carico lombare e sugli arti superiori aumento del carico sugli arti inferiori nel caso si utilizzi il piede come blocco o leva per la rotazione del bidone.</p>


Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Camion - Sponde del cassone di carico</b>	Altezza eccessiva della sponda posteriore e della sponda laterale.	Per controllare lo svuotamento dei bidoni, l'operatore deve guardare verso l'alto piegando indietro la testa ed estendendo il busto, talvolta ruotandolo e facendo qualche passo all'indietro.	La ripetuta iperestensione del tratto cervicale è causa di sovraccarico della regione. Nel guardare verso l'alto l'operatore può non accorgersi del traffico circostante con un aumento del rischio di investimento.
<b>Sacchi - Materiale</b>	Il materiale dei sacchi biodegradabile non si manipola scorrevolmente.	L'operatore deve togliere i guanti per poter maneggiare il sacco, sia per rimuoverlo sia per metterlo. La difficoltà di manipolazione aumenta la durata del compito, specie nel posizionamento del sacco nuovo.	Aumento del tempo di esecuzione di manipolazioni eseguite con braccia sospese (lontano dal corpo) con conseguente aumento del carico per il tratto braccio-spalla.




Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Strada – Pendenza</b>	 <p>Difficoltà di manovra con bidone completamente pieno.</p>	<p>Necessità di trattenerne il bidone in discesa o di esercitare maggiore spinta in salita nell'avvicinamento al camion.</p>	<p>Aumento del carico lombare e sugli arti superiori.</p>
<b>Strada - Materiale manto stradale</b>	 <p>Pavimentazione non continua (basolato, sanpietrini, blocchi autobloccanti, acciottolato).</p>	<p>Necessità di effettuare il percorso col carrello imprimendo più di una spinta di avvio, tendenza a movimentare il bidone senza usarne le ruote.</p>	<p>Aumento del carico lombare e per gli arti superiori.</p>



Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Strada - Integrità manto stradale</b>	<p data-bbox="269 286 460 341">presenza di buche/ dislivelli.</p> 	<p data-bbox="521 286 770 482">Necessità di sollevare il bidone per sollevare la ruota incastrata o di allungare il tragitto e/o allungamento del percorso per evitare le buche.</p>	<p data-bbox="801 286 1025 373">Aumento del carico lombare e per gli arti superiori.</p>
<b>Strada - Marciapiede</b>		<p data-bbox="521 542 770 647">Necessità di sollevare il bidone sia pieno sia vuoto afferrandolo dai bordi superiori.</p>	<p data-bbox="801 542 1025 678">Aumento del carico lombare e per gli arti superiori. Aumento del rischio di scivolamento/inciampo.</p>
<b>Punto di conferimento - Layout bidoni</b>	<p data-bbox="269 1146 482 1201">Bidoni per diversi tipo di raccolta ravvicinati.</p> 	<p data-bbox="521 1146 770 1259">L'operatore deve spostare i bidoni che ostacolano l'accesso ai bidoni da prelevare.</p>	<p data-bbox="801 1146 1025 1201">Aumento del carico per gli arti superiori e lombare.</p>

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Punto di conferimento - Posizione rispetto alla strada</b>	Punti di conferimento lontani dalla strada.	Aumento delle distanze percorse spingendo/trainando il bidone carrellato.	Aumento del carico per gli arti superiori e lombare Aumento del rischio di inciampo e caduta. Aumento del rischio di investimento da veicoli.
<b>Condizioni meteo - Pioggia</b>	Pioggia	Sensazione di freddo/discomfort.	Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi.
<b>Condizioni meteo - Caldo</b>	Caldo	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente. Sensazione di discomfort.	Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi.
<b>Traffico - Senso di marcia</b>	Punto di conferimento sul lato della strada opposto al verso di marcia. 	L'operatore deve attraversare ripetutamente la strada, anche in assenza di strisce pedonali.	Il tempo di attesa per il passaggio dei veicoli aumenta il tempo di mantenimento del carico. Aumento del rischio di investimento da veicoli.
<b>DPI - Giubbotto ad alta visibilità</b>	Il tessuto aumenta la sensazione di calore.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente nel caso di clima caldo.	Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi. Aumento del rischio di investimento da veicoli se l'operatore togliesse il giubbotto.

<b>Aspetto ergonomico</b>	<b>Condizione osservata</b>	<b>Effetti sullo svolgimento del compito</b>	<b>Criticità ergonomiche derivanti</b>
<b>DPI – Guanti</b>	<p>Insufficiente finezza delle manipolazioni.</p> 	<p>L'operatore toglie uno o entrambi i guanti per manipolare i sacchi.</p>	<p>Aumento del rischio di lesioni da taglio alle mani o contatto con sostanze biologiche.</p>
	<p>Eventualità sporadica di uso della taglia sbagliata.</p>	<p>Riduzione della capacità di presa.</p>	<p>Aumento del carico per gli arti superiori.</p>
<b>DPI – Occhiali (raccolta vetro)</b>	<p>Gli occhiali si appannano e risultano scomodi sugli occhiali da vista personali. Vanno tolti per guidare e reindossati ad ogni punto di prelievo.</p>	<p>Gli occhiali non vengono indossati, l'operatore protegge il viso dalle schegge con la mano ma ciò è possibile solo se il mastello è leggero e asciutto.</p>	<p>Aumento del rischio di lesioni agli occhi.</p>

## 2.3. Analisi del riassetto delle postazioni

L'analisi dei compiti al fine di una valutazione ergonomica richiede di considerare tutti gli aspetti del contesto che incidono sulle modalità di esecuzione di un'attività, quelli significativi per il compito in oggetto sono:

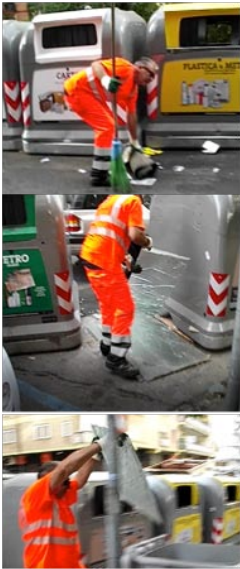

- Utenti
  - Età
  - Genere
- Camion
  - Altezza delle sponde del cassone di carico
- Rifiuti
  - Ingombro
  - Peso
  - Lesività
- Bidone
  - Altezza
  - Ruote
- Strada
  - Materiale manto stradale
  - Integrità manto stradale
- Utensili
  - Prese
- Punto di conferimento
  - Posizione rispetto alla strada
  - Layout delle campane
- Condizioni meteo
  - Pioggia
  - Caldo
  - Vento
- Traffico
  - Veicoli parcheggiati
  - Senso di marcia
- DPI
  - Divisa ad alta visibilità
  - Guanti protettivi per rischi chimici/biologici
  - Scarpe

La tabella che segue riporta le condizioni osservate rispetto ai fattori sopra elencati e gli effetti, in termini di miglioramento o peggioramento delle condizioni operative per i lavoratori.

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Utenti –età</b>	Età media 60 anni.	In caso di età > 55 anni, si determina una ridotta capacità di estensione e flessione delle articolazioni e aumento dei tempi necessari per il recupero.	Aumento dell'affaticamento e potenziale insorgenza di fenomeni infiammatori dovuti (i) alla movimentazione di carichi privi di prese adeguate e/o di grandi dimensioni (ii) ai movimenti ripetuti del tratto spalla-braccio e dorso nello spazzamento, (iii) allo spostamento delle campane.
<b>Utenti – genere</b>	Genere maschile.	In caso di genere femminile si osservano corporatura/altezza ridotte (verosimilmente questa mansione non viene affidata a donne).	Aumento (i) dell'iperestensione degli arti superiori necessaria per movimentare rifiuti di grandi dimensioni, (ii) dello sforzo e quindi dei tempi di recupero per lo spostamento delle campane.
<b>Camion - Sponde del cassone di carico</b>	Altezza eccessiva della sponda posteriore e della sponda laterale.	L'operatore deve sollevare e movimentare il carico al di sopra del capo oppure vengono lanciati nel cassone di carico.	Il carico viene movimentato con postura incongrua, causando un sovraccarico per gli arti superiori e lombare, specialmente nel caso di rifiuti pesanti che a causa della forma non entrano nel bidone. Aumento del rischio di lesioni per urto con oggetti in caduta dall'alto.





Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
		<p>L'operatore deve esercitare la massima estensione del braccio in avanti e oltre il capo per smuovere i rifiuti che restano incastrati nel bidone.</p>	<p>Aumento dell'affaticamento e insorgenza di fenomeni infiammatori dovuti alla iperestensione del braccio. Aumento del rischio di lesioni per caduta di oggetti dall'alto. Aumento del rischio di lesioni da intrappolamento.</p>
<p><b>Rifiuti - Ingombro</b></p>	<p>I rifiuti non entrano nel bidone.</p> 	<p>L'operatore deve movimentare a mano il rifiuto per metterlo nel cassone di carico o predisporlo per la raccolta dei rifiuti ingombranti.</p>	<p>Il carico viene movimentato con postura incongrua, causando un sovraccarico per gli arti superiori e il tratto lombare, specialmente nel caso di rifiuti pesanti. L'ampiezza di sollevamento verticale va da terra a oltre il capo, aggravando il sovraccarico dovuto alla movimentazione.</p>
		<p>L'operatore deve rompere il rifiuto in più parti per metterlo nel bidone.</p>	<p>Iperestensione degli arti superiori necessaria per movimentare/mantenere l'oggetto durante la rottura tenendolo a distanza dal corpo e dal viso. Aumento del rischio di lesioni dovute a schegge o parti taglienti che derivano dall'azione.</p>

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Rifiuti - Peso</b>	<p>Il peso del rifiuto nei sacchi che ne nascondono il contenuto non è noto.</p>	<p>L'operatore solleva il carico con una presa (singola mano) e con movimento rapido non adeguati al peso. Il peso non è prevedibile né limitato dal volume di un eventuale contenitore, che possono non offrire prese adeguate.</p>	<p>Il movimento rapido di sollevamento del busto interrotto bruscamente aggrava il sovraccarico per il rachide.</p>
			
			


Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<p><b>Rifiuti - Lesività</b></p>	<p>I rifiuti hanno parti taglienti, appuntite o scheggiate.</p> 	<p>L'operatore deve movimentare i rifiuti lesivi ingombranti tenendoli lontano dal busto.</p>	<p>Movimentazione e/o mantenimento dei carichi con postura incongrua a causa delle braccia distese. Aumento del rischio di lesioni per caduta di oggetti dall'alto.</p>
<p><b>Bidone - Altezza</b></p>	<p>Altezza dei bordi superiori alla vita.</p> 	<p>L'operatore deve sollevare le braccia oltre l'altezza del gomito o della spalla per estrarre scopa e pala, per inserire rifiuti di medie dimensioni, per svuotare la pala.</p>	<p>Aumento del sovraccarico per il tratto spalla-braccio dovuto al sollevamento del braccio oltre l'altezza di comfort.</p>




<b>Aspetto ergonomico</b>	<b>Condizione osservata</b>	<b>Effetti sullo svolgimento del compito</b>	<b>Criticità ergonomiche derivanti</b>
<b>Bidone – ruote</b>	Ruote non pivotanti. 	L'operatore deve ruotare il bidone senza poter utilizzare le ruote, di conseguenza per rapidità di esecuzione lo trascina invece di usarlo come carrello.	Aumento del carico lombare e sugli arti superiori.
<b>Strada - Materiale manto stradale</b>	Pavimentazione non continua (basolato, sanpietrini, blocchi autobloccanti, acciottolato).	Necessità di sollevare il bidone per sollevare la ruota incastrata o di allungare il tragitto. Il trasporto e lancio a mano dei rifiuti nel bidone viene preferito al trasporto nel bidone, che risulta più disagiata.	Aumento del carico lombare e per gli arti superiori.
<b>Strada - Integrità manto stradale</b>	Presenza di buche/ dislivelli.	Necessità di sollevare il bidone per sollevare la ruota incastrata o di allungare il tragitto. Il trasporto e lancio a mano dei rifiuti nel bidone viene preferito al trasporto nel bidone, che risulta più disagiata.	Aumento del carico lombare e per gli arti superiori.

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Utensili - Prese</b>	<p>I manici di scopa e pala non consentono la presa con postura neutrale.</p> 	<p>L'utilizzo di scopa e pala richiede torsione del braccio con cui si manipola la scopa. L'altezza del manico della pala richiede una lieve flessione del busto. La conformazione del manico della scopa richiede una rotazione (adduzione) estrema per svuotarla nel bidone.</p>	<p>Aumento del carico lombare e per il tratto mano braccio.</p>
<b>Punto di conferimento - Posizione rispetto alla strada</b>	<p>Presenza di marciapiede. Spazio insufficiente per operare dal lato del marciapiede.</p> 	<p>Il gradino può ridurre o aumentare le distanze di movimentazione verticale dei rifiuti. L'operatore colloca il bidone nella carreggiata.</p>	<p>Riduzione o aumento del carico per il tratto lombare. Aumento del rischio di investimento da veicoli.</p>

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Punto di conferimento - Layout delle campane</b>	Le campane sono ravvicinate fra di loro o al marciapiede e rifiuti di piccole dimensioni o piatti si incastrano fra o sotto le campane.	L'operatore deve spostare e poi riposizionare le campane (anche piene) con un esercizio di forza molto intensa, aiutandosi con le braccia e le gambe.	Carico insostenibile per il tratto lombare, le braccia e per le gambe.
	L'operatore deve tirare con forza i rifiuti incastrati esercitando una forza al livello del calpestio e/o con postura semi-accosciata.	Esercizio di forza con postura incongrua, con conseguente aumento del carico per le gambe e per le braccia.	
	L'operatore deve manipolare la scopa con postura semi-accosciata.	Esercizio di manipolazioni con postura incongrua, con aumento del carico sulle gambe e il tratto spalla-braccio.	

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Condizioni meteo - Pioggia</b>	Pioggia	I rifiuti possono diventare scivolosi e la presa diventa più disagiata. L'acqua scorre lungo le braccia. Sensazione di freddo/discomfort.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente. Aumento del carico per le mani.
<b>Condizioni meteo - Vento</b>	Vento sostenuto.	Il vento solleva i piccoli rifiuti e polvere. Sensazione di discomfort.	Aumento del rischio di irritazioni e lesioni agli occhi. Aumento del rischio di contatto delle mucose con sostanze biologiche. Aumento del rischio di irritazioni all'apparato respiratorio.
<b>Condizioni meteo - Caldo</b>	Caldo	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente.	Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi.
<b>Traffico - Veicoli parcheggiati</b>	Veicoli parcheggiati a ridosso delle campane. 	L'operatore deve passare infilandosi fra i veicoli sollevando i rifiuti al di sopra delle auto per passare nello spazio ristretto disponibile.	Aumento del carico per il tratto spalla-braccio.

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Traffico - Senso di marcia</b>	Il camion sosta dal lato della strada opposto a quello delle campane. 	Aumento delle distanze di trasporto orizzontale dei rifiuti.	Aumento del carico per gli arti superiori e lombare. Aumento del rischio di inciampo e caduta. Aumento del rischio di investimento da veicoli.
<b>DPI - Divisa ad alta visibilità</b>	Il tessuto aumenta la sensazione di calore.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente nel caso di clima caldo.	Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi. Aumento del rischio di investimento da veicoli se l'operatore togliesse il giubbotto.
<b>DPI - Guanti</b>	Eventualità sporadica di uso della taglia sbagliata.	Riduzione della capacità di presa.	Aumento del carico per gli arti superiori.
<b>DPI - Occhiali</b>	Gli occhiali si appannano e risultano scomodi sugli occhiali da vista personali.	Gli occhiali non vengono indossati, l'operatore non ha modo di proteggere il viso dalla polvere perché quasi sempre usa entrambe le mani.	Aumento del rischio di lesioni agli occhi.

## 2.4. Analisi della raccolta dell'umido in mastelli

L'analisi dei compiti al fine di una valutazione ergonomica richiede di considerare tutti gli aspetti del contesto che incidono sulle modalità di esecuzione di un'attività, quelli significativi per il compito in oggetto sono:

- Utenti
  - Età
  - Genere
- Camion
  - Sponde del cassone di carico
- Mastelli
  - Altezza
  - Peso
  - Manico
- Rifiuti in contenitori irregolari
- Consistenza del rifiuto
- Strada
  - Pendenza
  - Morfologia
  - Pavimentazione
- Punto di conferimento - Spazio disponibile per il deposito del contenitore
- Condizioni meteo
  - Pioggia
  - Caldo
  - Freddo/neve
- DPI
  - Abbigliamento (giacca e pantaloni) ad alta visibilità
  - Guanti protettivi per rischi chimici/biologici
  - Scarpe antinfortunistiche



La tabella che segue riporta le condizioni osservate rispetto ai fattori sopra elencati e gli effetti, in termini di miglioramento o peggioramento delle condizioni operative per i lavoratori.

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Utenti –età</b>	Età inferiore a 55 anni.	In caso di età > 55 anni, ridotta capacità di estensione e flessione delle articolazioni e aumento dei tempi necessari per il recupero.	Aumento dell'affaticamento e potenziale insorgenza di fenomeni infiammatori dovuti (i) all'estensione delle braccia per lo svuotamento dei mastelli dall'alto, (ii) alla flessione del tronco aprire e sollevare i mastelli, (iii) ai cambiamenti rapidi ed estesi di posture.
<b>Utenti – genere</b>	Genere maschile.	In caso di genere femminile si osservano corporatura/altezza ridotte.	Aumento (i) dell'iperestensione degli arti superiori necessaria per svuotare i mastelli nel cassone, (ii) e delle flessioni della gamba ed estensioni delle braccia per salire e scendere dalla cabina.
<b>Camion - Sponde del cassone di carico</b>	Altezza eccessiva della sponda posteriore e della sponda laterale.	L'operatore deve sollevare e movimentare il carico al di sopra del capo, talvolta sollevandosi sulle punte dei piedi. In caso di rifiuti in sacchi, l'operatore lancia i sacchi oltre la sponda invece di depositarli con movimento continuo dall'alto.	La ripetuta iperestensione degli arti inferiori e superiori e del rachide è causa di sovraccarico per tutte delle regioni coinvolte. Il carico viene movimentato con postura incongrua, causando un sovraccarico per gli arti superiori e lombare. Possibilità di caduta di residui liquidi organici (nel periodo estivo) sulle braccia o cenere (in inverno) sul capo o verso le vie respiratorie.

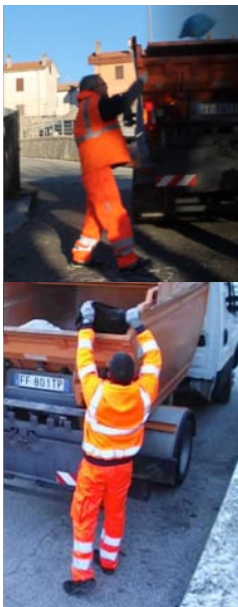




Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
			
<p><b>Mastelli - Altezza</b></p>	<p>Altezza inferiore al ginocchio dell'operatore.</p> 	<p>Per aprire il mastello l'operatore deve esercitare una flessione approfondita del busto.</p>	<p>Sovraccarico per la regione lombare.</p>




Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
			
<p><b>Mastelli - Peso</b></p>	<p>Peso variabile dai 10 ai 15 kg.</p> 	<p>Spostamento e sollevamento ripetuto di carichi &gt; 4,5 kg. Ampiezza del sollevamento da un'altezza inferiore alle ginocchia al di sopra del capo.</p>	<p>Sovraccarico della regione lombare.</p>

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
<b>Mastelli - Manico</b>	Il manico non è comodamente sollevabile dalla posizione di riposo indossando i guanti.	Nel caso di mastelli leggeri l'operatore preferisce la presa falangea a quella a uncino, prevista dalla presenza del manico. La presa falangea consente di movimentare il carico all'altezza della vita e con due mani.	Aumento del sovraccarico biomeccanico per il tratto falangeo della mano interessata dalla presa falangea nel caso di trasporto con una sola mano (mastello sia pieno sia vuoto). Di contro, nel caso di trasporto con due mani, si riscontra un alleggerimento del carico biomeccanico connesso alla movimentazione del mastello pieno.
<b>Rifiuti in contenitori irregolari</b>	I contenitori possono non offrire prese adeguate.	Sollevamento di carichi oltre la testa con prese inadeguate.	Nel caso di buste piccole l'azione di trasporto e svuotamento risulta più leggera di quella standard perché non viene effettuato il tragitto di riposizionamento. Di contro, l'azione però viene svolta in maniera scorretta perché le buste vengono lanciate anziché riposte nel camion con gesto continuo. Nel caso di sacchi grandi in cui sono stati raccolti i rifiuti di più mastelli, l'azione viene aggravata dalla necessità di portare tutto il sacco oltre la sponda di carico, richiedendo estensione delle braccia ed estensione dei piedi



Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
			in misura ancora più significativa rispetto al normale svuotamento dei mastelli.
<b>Consistenza del rifiuto</b>	<p>Secchi di cenere Frazione organica deperita (condizione esistente ma non osservata durante il sopralluogo).</p>	<p>Nel caso di cenere, l'azione di svuotamento del secchio produce una nube di cenere, ingrandita nell'eventualità di vento anche debole. Nel caso di frazione organica deperita, possono esserci liquidi che colano dal sacco o mastello.</p>	<p>Esposizione delle mucose e vie respiratorie a cenere, anche sporca. Nel periodo estivo possibilità contatto delle braccia con residui liquidi organici.</p>
			
<b>Strada – Pendenza</b>	<p>Aumento dell'altezza relativa rispetto all'operatore della sponda di carico.</p>	<p>La distanza verticale di sollevamento dei pesi aumenta.</p>	<p>Aggravio del sovraccarico dovuto al sollevamento del carico ed alla manipolazione di carichi ad un'altezza superiore al capo.</p>
			
<b>Strada - Morfologia</b>	<p>Rampe e scale non percorribili con mezzi di trasporto.</p>	<p>Nel riversare il contenuto dei mastelli nel sacco si creano sacchi di peso non controllato dal volume del mastello Il sacco unico, più pesante del singolo mastello, viene trasportato con una sola mano.</p>	<p>Nel caso di buste grandi e piene si verifica sovraccarico per la regione lombare, il tratto spalla braccio e la movimentazione di carichi al di sopra del capo. L'aumento della distanza percorsa determina</p>

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
			<p>un aggravio del carico biomeccanico durante il trasporto. Aumento del rischio di inciampo e caduta.</p>
<p><b>Strada - Pavimentazione</b></p>	<p>Pavimentazione dalla texture irregolare scivolosa.</p> 	<p>La pavimentazione offre una ridotta superficie d'appoggio al piede, riducendo l'attrito fra suola e scarpa. Erba e/o ghiaccio presenti nella tessitura della pavimentazione ne aumentano la scivolosità.</p>	<p>Aumento del carico per gli arti inferiori e lombare. Aumento del rischio di scivolamento, inciampo e caduta.</p>
<p><b>Punto di conferimento - Spazio disponibile per il deposito del contenitore</b></p>	<p>Mastelli e sacchetti vengono disposti su muretti o appesi a cancelli.</p> 	<p>I rifiuti da prelevare si trovano ad altezza variabile, comunque superiore al piano di calpestio. In funzione della posizione, ne consegue una movimentazione dei carichi con la mano al di sopra della spalla o della testa supplementare, oppure una riduzione</p>	<p>Nel caso di mastelli o sacchetti appesi in alto, si verifica un aumento del carico per gli arti superiori, nel caso di deposito su gradini o muretti si verifica invece una riduzione dello stesso.</p>

Aspetto ergonomico	Condizione osservata	Effetti sullo svolgimento del compito	Criticità ergonomiche derivanti
		della distanza verticale di sollevamento nel prelievo del rifiuto.	
<b>Condizioni meteo - Pioggia</b>	Pioggia	La plastica dei mastelli diventa scivolosa e la presa diventa più disagiata. L'acqua scorre lungo le braccia. Sensazione di discomfort.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente. Aumento del carico per le mani.
<b>Condizioni meteo - Caldo</b>	Caldo	Sensazione di discomfort. Rifiuti maleodoranti.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente. Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi.
<b>Condizioni meteo - Freddo/neve</b>	Freddo intenso.	Ghiaccio o neve sul calpestio. Sensazione di discomfort.	Aumento del rischio di scivolamento e caduta. L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente. Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi.

<b>Aspetto ergonomico</b>	<b>Condizione osservata</b>	<b>Effetti sullo svolgimento del compito</b>	<b>Criticità ergonomiche derivanti</b>
<b>DPI - Abbigliamento ad alta visibilità<sup>3</sup></b>	Il tessuto aumenta la sensazione di calore.	L'affaticamento per il lavoro fisico insorge più rapidamente nel caso di clima caldo.	Maggiore fatica accumulata a fine turno, tempi di recupero necessari più lunghi. Aumento del rischio di investimento da veicoli se l'operatore togliesse il giubbotto.
<b>DPI – Guanti</b>	Eventualità sporadica di uso della taglia sbagliata.	Riduzione della capacità di presa.	Aumento del carico per gli arti superiori.
	I guanti DPI non proteggono le mani dal freddo intenso.	Riduzione della capacità di presa.	Rapidità nell'insorgenza di affaticamento. Possibile insorgenza di infiammazioni alle mani (geloni).
<b>DPI – Scarpe</b>	Suola inadatta al ghiaccio.	Ridotto attrito fra suola e calpestio.	Aumento de rischio di scivolamento e caduta.

<sup>3</sup> Il sopralluogo è stato osservato in una giornata invernale particolarmente fredda che non ha implicazioni sul discomfort dovuto al caldo, l'analisi si basa sulle osservazioni fatte durante gli altri sopralluoghi.

## 3. Attività A3 – Valutazione ergonomica

### 3.1. Valutazione ergonomica della raccolta del vetro in mastelli

Rispetto agli aspetti fisici dell'ergonomia, il compito risulta caratterizzato da:

- ampiezza dei diversi movimenti che coinvolgono il busto e gli arti. Il busto è sottoposto prevalentemente a flessione, anche pronunciata per poter manipolare e afferrare il mastello in vario modo e successiva estensione per riuscire a svuotarlo da un'altezza superiore alla sponda del cassone. Per quanto riguarda gli arti inferiori, il movimento principale è la flessione/estensione del ginocchio nella salita/discesa dal camion, mentre gli arti superiori sono sottoposti ad estensione per sollevare i mastelli oltre la sponda di carico, con movimenti estremi che richiedono di portare le mani al di sopra e dietro la testa. Inoltre, il mastello svuotato viene ruotato o comunque manipolato con le braccia tese al di sopra del capo;
- rapidi ed ampi cambiamenti di postura, come conseguenza del ciclo di movimento descritto sopra;
- uso della forza di intensità variabile per la movimentazione dei mastelli (peso variabile da 6 a 15 Kg), nel caso di rifiuti depositati in contenitori non standard la forza esercitata può essere intensa. La forza viene esercitata per azioni di sollevamento caratterizzate da un ampio delta verticale, movimentando il carico da un'altezza inferiore alle ginocchia ad una ben oltre il capo;
- tutte le attività devono essere portate a termine in qualunque condizione climatica, con la conseguenza che freddo, pioggia, caldo accelerano i tempi di insorgenza della fatica oltre a rendere più disagiata e lenta l'esecuzione dei compiti.

Dal punto di vista organizzativo, si deve considerare che:

- le operazioni vengono eseguite avendo cura di lasciare ordinate le postazioni e mantenendo spesso un contatto diretto col gli utenti del servizio, ciò implica talvolta compiti aggiuntivi per selezionare i rifiuti depositati non correttamente;
- il turno di lavoro osservato richiede la manipolazione di un numero variabile di mastelli da 300 a 600, il cui peso è esso stesso variabile. Questo aspetto, unito al diverso layout dei punti di prelievo rispetto alla strada fa sì che i compiti non vengono mai eseguiti nello stesso modo e con la stessa durata, perché di volta in volta la combinazione dei fattori in gioco produce una situazione specifica. Ciò implica sia un vantaggio, perché gli sforzi e i movimenti non si ripetono mai esattamente uguali da un ciclo all'altro, sia uno svantaggio perché ogni volta l'operatore deve adattare le modalità di svolgimento a condizioni che possono essere non note (es. il peso dei mastelli).

Come è ovvio per l'ergonomia, gli aspetti fisici ed organizzativi delle attività osservate sono strettamente correlati; ad esempio, aspetti organizzativi legati alla strada (veicoli parcheggiati impropriamente, scale) possono costringere gli operatori a fare percorsi più lunghi, con un maggiore impegno fisico. Risulta evidente che ogni singola variabile tecnica, organizzativa o umana può incidere sulle condizioni ergonomiche del lavoro e che una valutazione ergonomica delle attività richiede di considerare in maniera complessiva le variabili che determinano le modalità specifiche di esecuzione del compito.

A questo scopo, la tabella che segue riporta le variabili del compito che è possibile derivare dall'analisi al paragrafo 2.1 confrontandone la condizione ottimale, rispondente alle conoscenze e best practice in campo ergonomico, e la condizione rilevata in questo specifico caso studio.

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Ricontrata
<b>Operatore</b>	Età	18-55 anni	✓
	Genere	Maschile	✓
	Corporatura	altezza > 50%ile (175,5cm)	✓
<b>Sollevamento manuale di carichi</b>	Lunghezza orizzontale spostamento (finalizzata all'azione di sollevamento)	<4 m <sup>4</sup> (accettabile sporadicamente fino a 10 m)	✓
	Posizione orizzontale iniziale del carico	Frontale rispetto all'operatore	✓
	Posizione orizzontale finale del carico	Frontale all'operatore	✓
	Lateralità della presa	Bilaterale	✗
		Simmetrica	✗
	Altezza iniziale del carico	Non sotto anca né sopra spalla	✗
	Altezza finale del carico	Non sotto anca né sopra spalla	✗
	Frequenza dei sollevamenti per un carico > 9 Kg sopra le spalle, sotto le ginocchia o alla lunghezza delle braccia	≤ 25 volte al giorno	✗
	Durata del compito/turno	≤ 8 ore al giorno	✓
	<b>Trasporto orizzontale di carichi</b>	Distribuzione del carico fra le due mani	Simmetrica
Distanza orizzontale del trasporto		≤ 10 m	✓/✗
<b>Superficie di calpestio</b>	Pavimentazione	Continua e compatta	✗
	Dislivelli	Assenti	✗
	Umidità	Superficie perfettamente asciutta	✗
	Scivolosità	COF > 0,40 (B.C.R.A.)	✗/✓
	Complanarità	Assenza di dislivelli che implicano la manipolazione del carico a livelli diversi	✗



Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Riscontrata
<b>Area di lavoro</b>	Volume disponibile (clearances)	Assenza di costrizioni spaziali per afferrare il carico	✓
		Assenza di costrizioni spaziali per depositare il carico	✓
<b>Carico</b>	Tipologia di presa	Uncino/power grip	✗/✓
	Lateralità della presa	Bilaterale	✗
		Simmetrica	✗
	Stabilità del carico	Non scivoloso	✗
		Non mobile/instabile	✗
		Non caldo o freddo	✓
	Produzione di vibrazioni	Assenza di vibrazioni	✓
	Lesività	Assenza di parti taglienti/spigolose	✗
	Volume	Non ingombrante (larghezza < larghezza delle spalle)	✓
		Non ostacola la visuale	✓
	Pericolosità	Non contiene sostanze o materiali pericolosi o lesivi	✗
	Prevedibilità	Il peso è noto/prevedibile	✗
il peso non è frequentemente variabile		✗	
Involucro	L'involucro è adeguato al contenuto	✓/✗	
<b>Equipaggiamento</b>	Taglia guanti	Il guanto non deve consentire lo spostamento della mano al suo interno	✓
		Texture guanti	Grip antiscivolo
	Abbigliamento alta visibilità	Comfort termico	✗
	Attrito statico suola scarpe/pavimento	Coefficiente di frizione statica > 0.4	✗
<b>Condizioni ambientali</b>	Microclima	Microclima non estremo (es. non in prossimità di celle frigorifere, forni ecc)	✓
		Compito eseguito in condizioni microclimatiche confortevoli (in ambienti chiusi climatizzati, oppure all'esterno in condizioni meteo equivalenti)	✗

Il compito osservato di raccolta del vetro in mastelli presenta diverse difformità rispetto alle condizioni che possono essere considerate ottimali secondo i principi dell'ergonomia. In particolare:

- la distanza verticale delle movimentazioni dei carichi eccede i range consigliati rispetto al peso movimentato e rispetto all'estensione del movimento sia del tronco sia degli arti superiori;
- le condizioni di trasporto orizzontale risultano inadeguate rispetto al bilanciamento del peso ed alle modalità di presa dei bidoni vuoti;
- rispetto alle condizioni ambientali, gli operatori operano in tutte le condizioni climatiche, esposti al caldo e freddo, nonché alla pioggia;
- la mancata abitudine all'uso degli occhiali protettivi espone gli operatori al rischio di lesioni da taglio durante la raccolta del vetro.

## 3.2. Valutazione ergonomica della raccolta dell'umido in bidoni carrellati

Rispetto agli aspetti fisici dell'ergonomia, il compito risulta caratterizzato da:

- movimentazione di carichi attraverso bidone carrellato di volume 120 o 240 l, il cui peso massimo è rispettivamente 48 e 96 Kg<sup>5</sup>. Il numero massimo di movimentazioni dei bidoni carrellati per turno corrispondente a 200 per il bidone da 120l e 180 per il bidone da 240 l (numero di movimentazioni medie rispettivamente 140 e 126 per turno)<sup>6</sup>, il numero di movimentazioni rispetto alla lunghezza del tragitto rende rilevante l'azione di avvio del movimento (più onerosa) rispetto a quella di mantenimento del movimento;
- all'inizio e al termine di ogni ciclo, il bidone non viene movimentato come carrello ma viene strisciato e/o sollevato a causa dei vincoli di layout (cfr aspetti organizzativi);
- manipolazione con braccia sospese, con massima estensione, richiesta per il posizionamento dei sacchi in ogni bidone movimentato;
- tutte le attività devono essere portate a termine in qualunque condizione climatica, con la conseguenza che freddo, pioggia, caldo accelerano i tempi di insorgenza della fatica oltre a rendere più disagiata e lenta l'esecuzione dei compiti.

Le variabili organizzative hanno, in questo caso, un grande impatto sugli aspetti fisici dello svolgimento del compito, in particolare:

- il peso dei carrelli è variabile, così come la distanza che deve essere percorsa fra il punto di raccolta e il camion; questo implica un vantaggio perché l'esercizio di forza più intensa si alterna a sforzi moderati;
- i bidoni parzialmente vuoti vengono spesso movimentati in modo non canonico, ovvero senza utilizzare il bidone come carrello spinto con due mani frontalmente ma trascinati/tirati su un angolo;
- a meno di bidoni particolarmente pieni, i bidoni vengono quasi sempre trainati, anche quando lo spazio ne consentirebbe la spinta; ciò è attribuibile all'altezza inadeguata delle prese che risulta più comoda per il traino che per la spinta;
- il layout dei bidoni, ed in particolare il fatto che le prese e le ruote si trovino sempre sul retro rispetto alla posizione dell'operatore, obbligano l'operatore a strisciare verso di sé il bidone senza usare le ruote fino a poterlo ruotare su se stesso e movimentarlo come carrello;
- la presenza di marciapiedi o manto stradale discontinuo obbligano sollevare il bidone.

La tabella che segue riporta le variabili del compito che è possibile derivare dall'analisi al paragrafo 2.2 confrontandone la condizione ottimale, rispondente alle conoscenze e best practice in campo ergonomico applicabili alla realtà osservata, e la condizione rilevata in questo specifico caso studio.

---

<sup>5</sup> I valori sono riferiti alla raccolta in bidoni sia dell'umido sia del vetro

<sup>6</sup> I valori sono riferiti alla raccolta in bidoni sia dell'umido sia del vetro

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Ricontrata
<b>Operatore</b>	Età	18-55 anni	✗
	Genere	Maschile	✓
	Corporatura	Altezza > 50%le (175,5cm)	✗
<b>Spostamenti</b>	Numero spostamenti in 8 ore	< 200 <sup>7</sup>	✓
	Lunghezza spostamento	33 m (condizione massima accettabile)	✓
	Direzione di spostamento	Rettilinea	✗
	Direzione di spostamento	In asse col piano frontale	✗
	Verso di spostamento	In avanti (spinta)	✗
	Forza per avviare/fermare lo spostamento del carrello (traino) <sup>8</sup>	< 15,3 kg (uomini)	✗
	Forza di mantenimento dello spostamento (traino)	< 9,2 kg (uomini)	✗
<b>Superficie di calpestio</b>	Pendenza	0 %	✗
	Pavimentazione	Continua e compatta	✗
	Dislivelli	Assenti	✗
	Umidità	Superficie perfettamente asciutta	✗
<b>Presa carrello</b>	Diametro maniglia	Min 25-40 mm (le dita non devono sovrapporsi)	✓
	Altezza presa maniglie	Per spinta: 910-1000mm (fra spalla e anca)	✗
		Per traino: 624-825 mm (fra anca e ginocchio)	✗
	Distanza orizzontale fra maniglia e piedi dell'operatore	Per traino: la maniglia deve sporgere dal carrello e assicurare spazio per i piedi	✗
<b>Ruote carrello</b>	Numero ruote	Ruota/e aggiuntiva/e centrale/i oltre alle 4 girevoli agli angoli	✗

7 SUVA Confederazione Elvetica, Valutazione del sovraccarico biomeccanico Spinta e traino di carichi con mezzi di movimentazione su ruote (Limite per uomini che esercitano una spinta iniziale compresa fra 12 e 25 kg per più di 12 volte all'ora. NB ogni bidone carrellato viene movimentato 2 volte, una pieno e una vuoto)

8 P. Paul F.M. Kuijer, Marco J.M. Hoozemans, Monique H.W. Frings-Dresen, A different approach for the ergonomic evaluation of pushing and pulling in practice, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 37, Issues 11-12, 2007, Pages 855-862, ISSN 0169-8141

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Ricontrata
	Coefficiente attrito ruote-superficie	< Attrito scarpe-superficie	Non misurabile in campo
	Posizione ruote	Non agli angoli	✗
		In corrispondenza delle maniglie	✓
	Diametro ruote	Maggiore il diametro minore lo stress per l'operatore: scegliere il maggior diametro possibile	Non ci sono indicazioni numeriche di riferimento
	Distanza ruote fra le ruote	Pari a 2/3 della larghezza del carrello	NA
	Ruote girevoli	Presenti	✗
<b>Equipaggiamento</b>	Coefficiente di attrito pavimentazione-scarpe	1	Non misurabile in campo
	Taglia guanti	Il guanto non deve consentire lo spostamento della mano al suo interno	✓
	Texture guanti	Grip antiscivolo	✓

Il compito osservato di raccolta dell'umido e del vetro in bidoni carrellati presenta diverse difformità rispetto alle condizioni che possono essere considerate ottimali secondo i principi dell'ergonomia. In particolare:

- i bidoni risultano poco idonei ad essere usati come carrelli, pertanto gli sforzi rilevati durante un uso nominale di fatto non rispondono al reale carico di lavoro per l'operatore<sup>9</sup>, che risulta molto difficile da stimare precisamente;
- rispetto alle condizioni ambientali, gli operatori operano in tutte le condizioni climatiche, esposti al caldo e freddo, nonché alla pioggia.

<sup>9</sup> Myung-Chul Jung, Joel M. Haight, Andris Freivalds, Pushing and pulling carts and two-wheeled hand trucks, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 35, Issue 1, 2005, Pages 79-89, ISSN 0169-8141

### 3.3. Valutazione ergonomica del riassetto delle postazioni

Rispetto agli aspetti fisici dell'ergonomia, il riassetto delle postazioni è un compito caratterizzato da:

- intensità di forza ed estensione dei movimenti necessari ampiamente variabili e piuttosto imprevedibili, senza alcuna standardizzazione derivante da contenitori o materiali;
- movimentazione di rifiuti che possono avere peso, forma e dimensioni significativi; quando non eccessivamente pesanti o ingombranti (e quindi prelevati successivamente come rifiuti ingombranti) tali rifiuti vengono movimentati ad un'altezza superiore al capo o lanciati nel cassone di carico;
- manipolazione di oggetti che possono essere lesivi o taglienti;
- esercizio di forza particolarmente intensa, esercitata con tutto il corpo, ed impiego del corpo come leva per spostare le campane. La forza viene esercitata in assenza di prese adeguate, non essendo prevista la movimentazione manuale delle campane, che aumenta la gravosità del compito;
- le operazioni di spazzamento richiedono movimenti ripetuti del tratto braccio-spalla, con una moderata torsione e flessione del busto;
- tutte le attività devono essere portate a termine in qualunque condizione climatica, con la conseguenza che freddo, pioggia, caldo accelerano i tempi di insorgenza della fatica oltre a rendere più disagiata e lenta l'esecuzione dei compiti. Il vento rende particolarmente sgradevole il compito.

Dal punto di vista organizzativo, si deve considerare che:

- la varietà delle azioni da completare, ed in particolare l'alternanza fra movimentazione manuale dei carichi e movimenti ripetuti, rappresenta un vantaggio per il recupero dalle sollecitazioni fisiche subite;
- il carico di lavoro dipende dal comportamento dell'utenza, che spesso varia da un'area cittadina ad un'altra.

L'estrema variabilità dei rifiuti da rimuovere per questa specifica tipologia di raccolta rende poco significativo il riferimento a un set di condizioni ergonomiche ottimali, sia perché tali valori di riferimento sono stimati sulla base di un contenuto specifico caratterizzante la mansione (es. sollevamento carichi, piuttosto che movimenti ripetuti) sia perché l'effetto combinato dell'insieme delle azioni svolte non è riconducibile ad una somma dei fattori considerati.

Per tale ragione, nella tabella che segue non si riportano valori limite per esercizio di forza, movimenti o posture ma soltanto le indicazioni connesse alle caratteristiche geometriche e materiche del rifiuto ed alle variabili di contesto.

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Riscontrata
<b>Operatore</b>	Età	18-55 anni	✓
	Genere	Maschile	✓
	Corporatura	Altezza > 50%le (175,5cm)	✓

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Ricontrata
<b>Superficie di calpestio</b>	Pavimentazione	Continua e compatta	✗
	Dislivelli	Assenti	✗
	Umidità	Superficie perfettamente asciutta	✗
	Scivolosità	COF > 0,40 (B.C.R.A.)	✗/✓
	Complanarità	Assenza di dislivelli che implicano la manipolazione del carico a livelli diversi	✗
<b>Carico</b>	Tipologia di presa	Uncino/power grip	✗
		Bilaterale	✗
	Lateralità della presa	Simmetrica	✗
		Non scivoloso	✗
		Non mobile/instabile	✗
	Stabilità del carico	Non caldo o freddo	✓
		Assenza di vibrazioni	✓
	Produzione di vibrazioni	Assenza di vibrazioni	✓
	Lesività	Assenza di parti taglienti/spigolose	✗
	Volume	Non ingombrante (larghezza < larghezza delle spalle)	✗/✓
		Non ostacola la visuale	✓/✗
	Pericolosità	Non contiene sostanze o materiali pericolosi o lesivi	✗
	Prevedibilità	Il peso è noto/prevedibile	✓
il peso non è frequentemente variabile		✗	
Involucro	L'involucro è adeguato al contenuto	✗	
<b>Equipaggiamento</b>	Taglia guanti	Il guanto non deve consentire lo spostamento della mano al suo interno	✓
	Texture guanti	Grip antiscivolo	✓
	Abbigliamento alta visibilità	Comfort termico	✗
<b>Condizioni ambientali</b>	Microclima	Microclima non estremo (es. non in prossimità di celle frigorifere, forni ecc)	✓

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Ricontrata
		Compito eseguito in condizioni microclimatiche confortevoli (in ambienti chiusi climatizzati, oppure all'esterno in condizioni meteo equivalenti) - assenza di vento	X



### 3.4. Valutazione ergonomica della raccolta dell'umido in mastelli

Rispetto agli aspetti fisici dell'ergonomia, il compito risulta caratterizzato da:

- ampiezza dei diversi movimenti che coinvolgono il busto e gli arti. Il busto è sottoposto prevalentemente a flessione, anche pronunciata per poter manipolare e afferrare il mastello in vario modo e successiva estensione per riuscire a svuotare i bidoni da una altezza superiore alla sponda del cassone. Per quanto riguarda gli arti inferiori, il movimento principale è la flessione/estensione del ginocchio nella salita/discesa dal camion, mentre gli arti superiori sono sottoposti ad estensione per sollevare i mastelli oltre la sponda di carico, con movimenti estremi che richiedono di portare le mani al di sopra della testa. Inoltre, il mastello svuotato viene ruotato o comunque manipolato con le braccia tese al di sopra del capo;
- rapidi ed ampi cambiamenti di postura, come conseguenza del ciclo di movimento descritto sopra;
- uso della forza di intensità variabile per la movimentazione dei mastelli (peso variabile da 10 a 15 Kg) e per spostare i bidoni disposti contro il perimetro dei luoghi di prelievo;
- tutte le attività devono essere portate a termine in qualunque condizione climatica, con la conseguenza che freddo, pioggia, caldo, neve/ghiaccio accelerano i tempi di insorgenza della fatica oltre a rendere più disagiata e lenta l'esecuzione dei compiti.

Le variabili organizzative hanno, in questo caso, un grande impatto sugli aspetti fisici dello svolgimento del compito, in particolare:

- il peso e le diverse geometrie dei mastelli, dei contenitori e dei sacchetti è variabile, così come la distanza che deve essere percorsa fra il punto di raccolta e il camion; questo implica una variabilità in termini di posture e forze da esercitare, che risulta, dal punto di vista ergonomico, vantaggiosa;
- il comportamento degli utenti in termini di posizionamento dei mastelli, l'uso di contenitori non canonici, la chiusura o meno dei sacchetti all'interno degli stessi determina un'alta variabilità di azioni e comportamenti dell'operatore;
- la distanza tra i punti di prelievo e il camion richiede di trasportare carichi per distanze anche lunghe, in pendenza e su superfici di calpestio disagiate, d'altro canto questa condizione permette di eseguire percorsi a piedi e quindi alternare posture piuttosto statiche (guida o passeggero) e movimenti ripetitivi (prelevare e svuotare mastelli vicini al camion) con lavoro dinamico;
- a meno di mastelli particolarmente pieni, questi vengono trasportati con presa falangea piuttosto che dal manico, con due mani e ad un'altezza adeguata.

La tabella che segue riporta le variabili del compito che è possibile derivare dall'analisi al paragrafo 2.4 confrontandone la condizione ottimale, rispondente alle conoscenze e best practice in campo ergonomico applicabili alla realtà osservata, e la condizione rilevata in questo specifico caso studio.

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Riscontrata
<b>Operatore</b>	Età	18-55 anni	✗
	Genere	Maschile	✓
	Corporatura	Altezza > 50%le (175,5cm)	✓
<b>Sollevamento manuale di carichi</b>	Lunghezza orizzontale spostamento (finalizzata all'azione di sollevamento)	<4 m (accettabile sporadicamente fino a 10 m)	✓/✗
	Posizione orizzontale iniziale del carico	Frontale rispetto all'operatore	✓
	Posizione orizzontale finale del carico	Frontale all'operatore	✓
	Lateralità della presa	Bilaterale	✗
		Simmetrica	✗
	Altezza iniziale del carico	Non sotto anca né sopra spalla	✗
	Altezza finale del carico	Non sotto anca né sopra spalla	✗
	Frequenza dei sollevamenti per un carico > 9 Kg sopra le spalle, sotto le ginocchia o alla lunghezza delle braccia	≤ 25 volte al giorno	✗
	Durata del compito/turno	≤ 8 ore al giorno	✓
	<b>Trasporto orizzontale di carichi</b>	Distribuzione del carico fra le due mani	Simmetrica
Distanza orizzontale del trasporto		≤ 10 m	✓/✗
<b>Superficie di calpestio</b>	Pavimentazione	Continua e compatta	✗
	Dislivelli	Assenti	✗
	Umidità	Superficie perfettamente asciutta	✗
	Scivolosità	COF > 0,40 (B.C.R.A.)	✗/✓
	Complanarità	Assenza di dislivelli che implicano la manipolazione del carico a livelli diversi	✗

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Riscontrata
<b>Area di lavoro</b>	Volume disponibile (clearances)	Assenza di costrizioni spaziali per afferrare il carico	✓/✗
		Assenza di costrizioni spaziali per depositare il carico	✓/✗
<b>Carico</b>	Tipologia di presa	Uncino/power grip	✗/✓
	Lateralità della presa	Bilaterale	✗
		Simmetrica	✗
	Stabilità del carico	Non scivoloso	✗
		Non mobile/instabile	✗
		Non caldo o freddo	✓
	Produzione di vibrazioni	Assenza di vibrazioni	✓
	Lesività	Assenza di parti taglienti/spigolose	✓
	Volume	Non ingombrante (larghezza < larghezza delle spalle)	✓
		Non ostacola la visuale	✓
	Pericolosità	Non contiene sostanze o materiali pericolosi o lesivi	✗
	Prevedibilità	Il peso è noto/prevedibile	✗
il peso non è frequentemente variabile		✗	
Involucro	L'involucro è adeguato al contenuto	✓/✗	
<b>Equipaggiamento</b>	Taglia guanti	Il guanto non deve consentire lo spostamento della mano al suo interno	✓
	Texture guanti	Grip antiscivolo	✓
	Abbigliamento alta visibilità	Comfort termico	✗
	Attrito statico suola scarpe/pavimento	Coefficiente di frizione statica > 0.4	✗
<b>Condizioni ambientali</b>	Microclima	Microclima non estremo (es. non in prossimità di celle frigorifere, forni ecc)	✓/✗

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Condizione Ricontrata
		Compito eseguito in condizioni microclimatiche confortevoli (in ambienti chiusi climatizzati, oppure all'esterno in condizioni meteo equivalenti)	X

Il compito osservato di raccolta dei rifiuti organici conferiti in mastelli presenta diverse difformità rispetto alle condizioni che possono essere considerate ottimali secondo i principi dell'ergonomia. In particolare:

- la distanza verticale delle movimentazioni dei carichi eccede i range consigliati rispetto al peso movimentato e rispetto all'estensione del movimento sia del tronco sia degli arti superiori;
- le condizioni di trasporto orizzontale risultano inadeguate rispetto al bilanciamento del peso ed alle modalità di presa dei mastelli nonché particolarmente svantaggiose nel caso di trasporto di sacchi contenenti i rifiuti di più bidoni lontani dal camion in sosta;
- per quanto concerne i contenitori da manipolare, essi risultano variabili in termini di peso e geometrie e talvolta scivolosi e instabili;
- la superficie di calpestio presenta dissesti e discontinuità, è necessario percorrere percorsi in salita e in discesa, salire e scendere scale anche trasportando dei carichi;
- rispetto alle condizioni ambientali, gli operatori operano in tutte le condizioni climatiche, esposti al caldo e freddo anche intenso, nonché alla pioggia.

## 4. Riferimenti bibliografici

### 4.1. Riferimenti bibliografici

- [Rif 1] HSE, Ageing and work-related musculoskeletal disorders A review of the recent literature. Health and Safety Laboratory, UK, 2010
- [Rif 2] HSE, Manual handling assessment charts (the MAC tool). UK, 2014
- [Rif 3] ACGIH, Threshold limit values for lifting tasks. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2007
- [Rif 4] Christopher Brandl, Alexander Mertens, Christopher M. Schlick, Effect of sampling interval on the reliability of ergonomic analysis using the Ovako working posture analysing system (OWAS). International Journal of Industrial Ergonomics 57 (2017) pp. 68-73
- [Rif 5] Geoffrey David, Valerie Woods, Guangyan Li, Peter Buckle, The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. Applied Ergonomics 39 (2008) pp. 57-69
- [Rif 6] Hignett, Sue, Mcatamney, Lynn. Rapid entire body assessment (REBA). Applied ergonomics. 31. (2000) pp. 201-205
- [Rif 7] SUVAPro, Spinta e traino di carichi con mezzi di movimentazione su ruote. Confederazione Svizzera – Dipartimento federale dell’economia
- [Rif 8] Darcor and Ergoweb, The ergonomics of manual material handling – Pushing and pulling tasks. Darcor Limited, 2001
- [Rif 9] Arun Garg, Thomas Waters, Jay Kapellusch, Waldemar Karwowski, Psychophysical basis for maximum pushing and pulling forces: A review and recommendations International Journal of Industrial Ergonomics 44 (2014) pp. 281-291
- [Rif 10] Castors & Industrial Designing Trolleys - Trolley Design, [https://www.castorsandindustrial.com.au/cgeneral/designing\\_trolleys/trolley\\_design.htm](https://www.castorsandindustrial.com.au/cgeneral/designing_trolleys/trolley_design.htm)
- [Rif 11] Cal/OSHA, Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling. California Department of Industrial Relations, 2007
- [Rif 12] Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Pushing & Pulling – Handcarts. <https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/push2.html>
- [Rif 13] WorkSafe Alberta, Push It or Pull It?. Occupational Health and Safety Magazine. Government of Alberta Employment and Immigration, September 2004
- [Rif 14] P. Paul F.M. Kuijer, Marco J.M. Hoozemans, Monique H.W. Frings-Dresen, A different approach for the ergonomic evaluation of pushing and pulling in practice, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 37, Issues 11-12, 2007, Pages 855-862, ISSN 0169-8141
- [Rif 15] EN 13036-4:2011 Road and airfield surface characteristics - Test methods - Part 4: Method for measurement of slip/skid resistance of a surface: The pendulum test

## 4.2. Valori ottimali riportati nelle tabelle di valutazione e relativo riferimento

Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Fonte del valore ottimale
Operatore	Età	18-55 anni	Rif 1
Sollevamento manuale di carichi	Lunghezza orizzontale spostamento (finalizzata all'azione di sollevamento)	<4 m (accettabile sporadicamente fino a 10 m)	Rif 2
	Posizione orizzontale iniziale del carico	Frontale rispetto all'operatore	Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5
	Posizione orizzontale finale del carico	Frontale all'operatore	Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5
	Lateraltà della presa	Bilaterale Simmetrica	Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5 Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5
	Altezza iniziale del carico	Non sotto anca né sopra spalla	Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5
	Altezza finale del carico	non sotto anca né sopra spalla	Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5
	Frequenza dei sollevamenti per un carico > 9 Kg sopra le spalle, sotto le ginocchia o alla lunghezza delle braccia	≤ 25 volte al giorno	Rif 3
	Durata del compito/turno	≤ 8 ore al giorno	Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5
Trasporto orizzontale di carichi	Distribuzione del carico fra le due mani	Simmetrica	Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5
	Distanza orizzontale del trasporto	≤ 10 m	Rif 2
Superficie di calpestio	Pavimentazione	Continua e compatta	Rif 2
	Dislivelli	Assenti	Rif 2
	Umidità	Superficie perfettamente asciutta	Rif 2
	Scivolosità	Coefficiente di attrito COF > 0.4	Rif 15, Rif 2
	Complanarità	Assenza di dislivelli che implicano la manipolazione del carico a livelli diversi	Rif 2

<b>Fattore</b>	<b>Parametro</b>	<b>Condizione ottimale</b>	<b>Fonte del valore ottimale</b>
Area di lavoro	Volume disponibile (clearances)	Assenza di costrizioni spaziali per afferrare il carico	Rif 2
		Assenza di costrizioni spaziali per depositare il carico	Rif 2
Carico	Tipologia di presa	Uncino/power grip	Rif 2, Rif 3, Rif 4, Rif 5
	Lateralità della presa	Bilaterale	Rif 2
		Simmetrica	Rif 2
	Stabilità del carico	Non scivoloso	Rif 2
		Non mobile/instabile	Rif 2
		Non caldo o freddo	Rif 2
	Produzione di vibrazioni	Assenza di vibrazioni	Rif 2, Rif 6
	Lesività	Assenza di parti taglienti/spigolose	Rif 2, Rif 6
	Volume	Non ingombrante (larghezza < larghezza delle spalle)	Rif 2, Rif 11
		Non ostacola la visuale	Rif 11
	Pericolosità	Non contiene sostanze o materiali pericolosi o lesivi	Rif 6
	Prevedibilità	Il peso è noto/prevedibile	Rif 6
il peso non è frequentemente variabile		Rif 6	
Involucro	L'involucro è adeguato al contenuto	Rif 6	
Condizioni ambientali	Microclima	Microclima non estremo (es. non in prossimità di celle frigorifere, forni ecc)	Rif 11
		Compito eseguito in condizioni microclimatiche confortevoli (in ambienti chiusi climatizzati, oppure all'esterno in condizioni meteo equivalenti)	Rif 11

<b>Fattore</b>	<b>Parametro</b>	<b>Condizione ottimale</b>	<b>Fonte del valore ottimale</b>
Spostamenti carrelli	Numero spostamenti in 8 ore	< 200	Rif 7, Rif 12
	Lunghezza spostamento	33 m (condizione massima accettabile)	Rif 8, Rif 9
	Direzione di spostamento	Rettilinea	Rif 8, Rif 14
	Direzione di spostamento	In asse col piano frontale	Rif 8, Rif 9, Rif 13
	Verso di spostamento	In avanti (spinta)	Rif 8, Rif 13
	Forza per avviare/fermare lo spostamento del carrello (traino)	< 15,3 kg (uomini)	Rif 8, Rif 14
	Forza di mantenimento dello spostamento (traino)	< 9,2 kg (uomini)	Rif 8, Rif 14
Superficie di calpestio carrelli	Pendenza	0 %	Rif 8, Rif 11, Rif 12
	Pavimentazione	Continua e compatta	Rif 8, Rif 11
	Dislivelli	Assenti	Rif 8, Rif 11
	Umidità	Superficie perfettamente asciutta	Rif 8, Rif 11
Presenza carrello	Diametro maniglia	Min 25-40 mm (le dita non devono sovrapporsi)	Rif 8
	Altezza presa maniglie	Per spinta: 910-1000mm (fra spalla e anca)	Rif 8
		Per traino: 624-825 mm (fra anca e ginocchio)	Rif 8
	Distanza orizzontale fra maniglia e piedi dell'operatore	Per traino: la maniglia deve sporgere dal carrello e assicurare spazio per i piedi	Rif 8
Ruote carrello	Numero ruote	ruota/e aggiuntiva/e centrale/i oltre alle 4 girevoli agli angoli	Rif 8
	Coefficiente attrito ruote- superficie	< attrito scarpe-superficie	Rif 8



Fattore	Parametro	Condizione ottimale	Fonte del valore ottimale
	Posizione ruote	Non agli angoli	Rif 8
		in corrispondenza delle maniglie	Rif 8, Rif 10
	Diametro ruote	Maggiore il diametro minore lo stress per l'operatore: scegliere il maggior diametro possibile	Rif 8, Rif 12, Rif 13
	Distanza ruote fra le ruote	Pari a 2/3 della larghezza del carrello	Rif 8
	Ruote girevoli	Presenti	Rif 10
	Equipaggiamento	Coefficiente di attrito pavimentazione-scarpe	Per utilizzo carrelli
– COF 1 – COF suola-pavimentazione > COF carrello-pavimentazione			Rif 8
		Per altri compiti COF > 0.4	Rif 15 Rif 8
	Guanti	Taglia corretta	Rif 11

## ***Valutazione del rischio biomeccanico nella raccolta differenziata porta a porta: analisi e confronto di quattro tecniche della task di svuotamento del mastellino nel furgone raccoglitore***

**Lo studio è stato promosso e svolto in collaborazione con la Fondazione Rubes Triva**

**A. Silveti, L. Fiori, A. Ranavolo, A. Tatarelli, F. Draicchio  
INAIL Laboratorio di Ergonomia e Fisiologia**

### **1 INTRODUZIONE**

I dati presentati del Presidente dell'INAIL [1] mostrano che i disturbi muscoloscheletrici (MSDs) sono in continuo aumento. Essi rappresentano la maggioranza delle denunce fatte all'Istituto sia in termini assoluti che in termini percentuali (38.777 e 65,16% del totale nel 2018).

Evidenze scientifiche sul rischio da sovraccarico biomeccanico degli operatori nel settore della raccolta dei rifiuti porta a porta sono state riscontrate in tutto il mondo: Brasile [2,3], Danimarca [4,5], Taiwan [6], Paesi Bassi [7,8], Stati Uniti [9,10], Iran [11], India [12], Gran Bretagna [13,14], Turchia [15], Italia [16,17]. Questi studi hanno evidenziato che la raccolta porta a porta presenta un elevato rischio di sovraccarico biomeccanico per tutti i distretti corporei degli operatori.

Poulsen [4] nella sua review ha investigato tutte le tipologie di rischio a cui potevano essere esposti i lavoratori addetti alla raccolta dei rifiuti; egli evidenzia tra i maggiori rischi, oltre a quello biologico, anche quelli connessi alla movimentazione manuale dei carichi (MMC).

Anche Guercio [16] ha ottenuto risultati analoghi a quelli di Poulsen [4].

Nel suo studio emerge che i rischi da sovraccarico biomeccanico sono secondi solo a quelli da rischio biologico. Vari, secondo Guercio, sono i fattori che contribuiscono all'aumento del rischio: carichi troppo pesanti e difficili da afferrare, posture incongrue e tecniche non adeguate per velocizzare il giro di raccolta (es. lancio del sacco nel mezzo di raccolta).

In uno studio di laboratorio De Looze [18] ha investigato il carico a livello della giunzione L5/S1 durante la spinta di un contenitore a quattro ruote. I risultati evidenziano forze di compressione eccedenti il limite di 3400N suggerito dal NIOSH [19].

Risultati analoghi sono stati riscontrati anche per quanto riguarda il sollevamento di sacchetti e mastellini.

Precedentemente Markslag [8] aveva effettuato uno studio sugli addetti della raccolta differenziata analizzando il costo metabolico. I risultati ottenuti mostrano che, durante il lancio di sacchi di rifiuti da 7 kg, il livello di rischio era elevato.

Il sovraccarico biomeccanico negli addetti alla raccolta differenziata è stato investigato, dal punto di vista metabolico e delle forze di compressione a livello L5/S1, anche da Pinder [13].

I risultati ottenuti sono in accordo con gli altri studi sopra citati. Pinder [13], per la riduzione del carico biomeccanico, suggerisce di effettuare la raccolta mediante l'utilizzo di bidoni con rotelle invece della raccolta con sacchi o mastellini.

Nel 2002 An [10] ha condotto uno studio epidemiologico in Florida in cui ha identificato tre principali categorie di rischi per la salute dei lavoratori impiegati nella raccolta dei rifiuti: lesioni respiratorie, infezioni cutanee e MSDs. An ha riscontrato che i MSDs e le infezioni cutanee rappresentano quasi il 90% di tutti i casi di indennizzo da parte delle assicurazioni americane.

Nel 2012 do Nascimento [20] ha condotto in Brasile uno studio per valutare le posture e identificare i fattori di rischio con la finalità di individuare precocemente i sintomi associati all'aggravarsi o all'insorgenza di MSDs correlati all'attività di raccolta dei rifiuti urbani.

Lo studio ha evidenziato che, secondo quanto dichiarato dall'88,6% dei 44 lavoratori intervistati, il lavoro risultava monotono e ripetitivo. Un altro punto riscontrato dallo studio è la mancanza di una corretta formazione ai lavoratori riguardo ai rischi connessi all'attività di raccolta.

In Italia [17] è emerso che, considerando gli orari di lavoro, le pause e il tempo trascorso alla guida, il tempo in cui gli operatori effettuavano attività di MMC era circa di 260 minuti al giorno. Gli autori hanno effettuato la valutazione del rischio della raccolta dei mastellini dal bordo stradale utilizzando il protocollo NIOSH [19] sebbene i suoi limiti di applicabilità, in particolar modo quelli climatici, non ne consentirebbero l'utilizzo. Gli indici di sollevamento calcolati all'origine ricadevano per l'82% nella fascia di rischio verde-gialla (23 su 28) e solo 5 nella fascia di rischio rossa.

Gli indici NIOSH alla destinazione ricadevano, invece, tutti nella fascia di rischio rosso-viola. Infine, l'analisi dei diversi cicli di raccolta, ha evidenziato che alcune aree urbane sono caratterizzate da una più alta densità di utenze. Gli autori suggeriscono, per la riduzione del rischio, una programmazione della raccolta in cui i lavoratori operino alternativamente nelle diverse aree urbane.

In un studio epidemiologico svolto in Iran [11] è emerso che gli operatori, durante il trasporto a piedi dei sacchetti e dei mastellini, erano esposti ad alti livelli di rischio da sovraccarico biomeccanico. Lo studio, inoltre, ha riscontrato che il 92,5% degli operatori ha riportato MSDs in almeno una regione del corpo negli ultimi 12 mesi. Le parti del corpo più frequentemente colpite erano la zona lombare e le ginocchia.

Altro fattore importante, riscontrato nel 39% dei lavoratori, è la pressione a cui essi si sentivano sottoposti a causa del limite temporale entro cui dovevano finire il giro di raccolta. Il limitato tempo a disposizione era stato evidenziato come fattore di rischio anche in un precedente studio svolto in Brasile da Camada [21].

Il rischio biomeccanico degli addetti al servizio della raccolta rifiuti porta a porta è stata investigata anche da Oxley [14]. Oxley ha riscontrato un'adeguata altezza e larghezza dei mastellini utilizzati per la raccolta mentre la profondità risultava eccessiva.

Il limite di forza di compressione a livello L5/S1 di 3400N proposto dal NIOSH [19] veniva sempre raggiunto durante il sollevamento di mastellini del peso di 13 Kg nonostante l'esecuzione del sollevamento venisse effettuata con corrette tecniche di movimentazione. Lo studio, sulla base di questi dati, propone un peso limite di sollevamento, con una frequenza di due volte al minuto sulle otto ore lavorative, di 11,38Kg.

Tale limite viene suggerito anche sulla base delle linee guida per la valutazione del rischio da MMC proposte dal Liberty Mutual [22], e risulterebbe protettivo per il 90% della popolazione lavorativa maschile e il 20% di quella femminile. Durante la task di svuotamento dei mastellini nei furgoncini è stata fatta la valutazione anche con il protocollo REBA che ha riportato alti livelli di rischio.

Al raggiungimento di questo livello di rischio contribuiva, in maniera quasi esclusiva, il sollevamento delle braccia oltre l'altezza delle spalle.

Infine, uno studio svolto in Corea del Sud [23], evidenzia come anche in questa nazione gli operatori ecologici soffrano di MSDs. In questo studio i lavoratori addetti alla raccolta dei rifiuti sono tra quelli che presentano un più alto numero di indennizzi da parte dell'Istituto assicuratore dei lavoratori coreano.

Dalla bibliografia riportata appare evidente che i MSDs sono un problema rilevante e ubiquitario negli addetti alla raccolta differenziata porta a porta.

Scopo dello studio, condotto in collaborazione con la Fondazione Rubes Triva nell'ambito di un più ampio progetto di ricerca condotto da un gruppo di lavoro partecipato anche da alcune aziende del settore di igiene ambientale, è di effettuare una valutazione del rischio biomeccanico degli operatori della raccolta differenziata porta a porta in un contesto che differisce in maniera sostanziale da quelli degli studi sopra citati dal punto di vista della morfologia del territorio in cui viene effettuata la raccolta, dei mezzi di raccolta usati e dei tempi impiegati.

Data l'impossibilità di utilizzare il protocollo NIOSH, ovvero il principale metodo standardizzato per lo studio delle attività di sollevamento, a causa dei suoi limiti di applicabilità a accettabilità, è stata fatta un'indagine posturale e biomeccanica tramite il protocollo REBA e il software per l'analisi biomeccanica 3DSSPP che a partire dalle immagini raccolte hanno consentito di ottenere diversi parametri per la stima del rischio da sovraccarico biomeccanico.

## 2 MATERIALI E METODI

La task investigata è stata lo svuotamento di un mastellino contenente 10 Kg di vetro. Questa task è stata investigata nelle quattro diverse modalità che possono essere adottate dagli operatori:

1. Svuotamento dalla finestra laterale nel mezzo di raccolta (WIN);
2. Svuotamento dalla parte posteriore nel mezzo di raccolta (POST);
3. Svuotamento dalla parte posteriore del mezzo di raccolta in un cassone omologato (HOM);
4. Svuotamento dalla parte posteriore del mezzo di raccolta in un cassone non omologato (NHOM).

Durante le simulazioni sono state effettuate riprese video posteriormente e lateralmente all'operatore. Successivamente sono stati campionati dei frame analizzati con il software 3DSSPP (v 7.0.6) [24,25]. La ricostruzione posturale effettuata con il software 3DSSPP, oltre ai parametri classici del software (stima delle forze ortogonali e di taglio a livello L4/L5 e L5/S1, stima della percentuale di massima contrazione volontaria, stima della percentuale della popolazione lavorativa che non subirebbe danno e stima del tempo massimo di sforzo in condizioni statiche) ha permesso di oggettivare gli angoli dei vari distretti corporei assunti dal lavoratore.

Tali angoli sono stati utilizzati per la scelta del punteggio da assegnare con il protocollo REBA nella sua versione dinamica [26,27].

Al termine dell'analisi con il protocollo REBA è stata fatta una valutazione più dettagliata con il software 3DSSPP del frame che ha ottenuto un punteggio complessivamente più elevato. Per quanto riguarda i valori limite delle forze ortogonali e delle forze di taglio sono stati presi in considerazione quelli proposti rispettivamente dal NIOSH di 3400N [19] e da Gallagher di 700N [28].

## 3 RISULTATI

Per ogni modalità di svuotamento sono riportati nelle tabelle dalla I alla IV i risultati REBA per l'arto superiore destro e l'arto superiore sinistro di ogni frame ed il corrispondente valore REBA medio.

A seguire, dalla tabella V alla IX, vengono illustrati e descritti i risultati dell'analisi fatta con il software 3DSSPP dei seguenti parametri: forze ortogonali e di taglio a livello delle giunzioni L4/L5 e L5/S1, condizioni di stabilità dell'operatore, stima della percentuale di Massima Contrazione Volontaria (%MVC), percentuale di popolazione abile senza subire danni (SPC), stima del tempo massimo in condizioni statiche in cui i vari distretti corporei

del lavoratore possono assumere la postura ricostruita senza subire danni e stima della percentuale massima del Duty Cycle in cui non si verifica affaticamento muscolare.

Quest'ultimo parametro fa riferimento ai recenti limiti proposti dell'ACGIH [29] basati sullo studio di Potvin [30] sulla fatica muscolare.

### 3.1 REBA

#### 3.1.1 Svuotamento dalla finestra laterale del mezzo di raccolta (WIN)

Nella tabella I sono riportati i valori, per ognuno dei 6 frame analizzati, del protocollo REBA. Il frame dove è stato riscontrato il valore REBA più alto era il frame 2. I punteggi erano rispettivamente di 11 per l'arto destro, corrispondente ad un livello di rischio molto alto e 9 per l'arto sinistro, corrispondente ad un livello di rischio alto.

Al raggiungimento di tali livelli di rischio contribuivano il peso sollevato, la torsione e l'inclinazione laterale di tronco e collo e la flessione e la abduzione della spalla destra. Per quanto riguarda i valori REBA medi erano di 9.3 per l'arto destro e di 8,2 per l'arto sinistro entrambi corrispondenti ad un livello di rischio alto.

	DX	SX
FRAME 1	9	7
FRAME 2	11	9
FRAME 3	9	6
FRAME 4	9	9
FRAME 5	9	9
FRAME 6	9	9
<b>MEDIA</b>	<b>9.3</b>	<b>8.2</b>

Tabella I: Indice REBA per ciascun frame esaminato e indice REBA medio nello svuotamento dei mastellini dalla finestra laterale del mezzo di raccolta

#### 3.1.2 Svuotamento dalla parte posteriore nel mezzo di raccolta (POST)

Nella tabella II sono riportati i valori, per ognuno dei 6 frame analizzati del protocollo REBA. Il valore REBA più alto è stato riscontrato per l'arto destro nel frame 2, con un punteggio di 11, corrispondente ad un livello di rischio molto alto. I frames con il punteggio complessivo più alto erano il 5 ed il 6.

Entrambi gli arti in questi due frames hanno fatto registrare un punteggio di 10 dell'indice REBA, corrispondente ad un livello di rischio alto. Al raggiungimento di tali valori contribuivano, oltre al peso sollevato, il sollevamento di entrambe le spalle oltre il livello della testa.

Per quanto riguarda i valori REBA medi erano di 9.8 per l'arto destro e di 8.5 per l'arto sinistro entrambi corrispondente ad un livello di rischio alto.

	DX	SX
FRAME 1	9	7
FRAME 2	11	8
FRAME 3	10	8
FRAME 4	9	8
FRAME 5	10	10
FRAME 6	10	10
<b>MEDIA</b>	<b>9.8</b>	<b>8.5</b>

Tabella II: Indice REBA per ciascun frame esaminato e indice REBA medio nello svuotamento dei mastellini dalla parte posteriore nel mezzo di raccolta

### 3.1.3 Svuotamento dalla parte posteriore del mezzo di raccolta in un cassone omologato (HOM)

Nella tabella III sono riportati i valori, per ognuno dei 6 frame analizzati del protocollo REBA. Il frame dove è stato riscontrato il valore REBA più alto era il frame 2. I punteggi erano rispettivamente di 11 per l'arto destro, corrispondente ad un livello di rischio molto alto e 9 per l'arto sinistro, corrispondente ad un livello di rischio alto.

Al raggiungimento di tali livelli di rischio contribuivano il peso sollevato, la torsione e l'inclinazione laterale di tronco e collo e la flessione e l'abduzione della spalla destra. Per quanto riguarda i valori REBA medi erano di 8.8 per l'arto destro corrispondente ad un livello di rischio alto e di 6,7 per l'arto sinistro corrispondente ad un livello di rischio medio.

	DX	SX
FRAME 1	6	4
FRAME 2	11	9
FRAME 3	9	5
FRAME 4	9	7
FRAME 5	9	7
FRAME 6	9	8
<b>MEDIA</b>	<b>8.8</b>	<b>6.7</b>

Tabella III: Indice REBA per ciascun frame esaminato e indice REBA medio nello svuotamento dei mastellini dalla parte posteriore del mezzo di raccolta in un cassone omologato

### 3.1.4 Svuotamento dalla parte posteriore del mezzo di raccolta in un cassone non omologato (NHOM)

Nella tabella IV sono riportati i valori, per ognuno dei 6 frame analizzati del protocollo REBA. Il frame dove è stato riscontrato il valore REBA più alto per l'arto destro era il frame 3 (punteggio 11, livello di rischio molto alto); il frame con il punteggio REBA più alto per l'arto sinistro (punteggio 9, livello di rischio alto) era invece il frame 6.

Al raggiungimento di tali livelli di rischio contribuivano la torsione e l'inclinazione laterale di tronco e collo e la flessione e l'abduzione della spalla destra. Per quanto riguarda i valori REBA medi erano di 9.0 per l'arto destro e di 7.8 per l'arto sinistro entrambi corrispondenti ad un livello di rischio alto.

	DX	SX
FRAME 1	8	8
FRAME 2	9	7
FRAME 3	11	8
FRAME 4	9	7
FRAME 5	9	8
FRAME 6	8	9
<b>MEDIA</b>	<b>9.0</b>	<b>7.8</b>

Tabella IV: Indice REBA per ciascun frame esaminato e indice REBA medio nello svuotamento dei mastellini dalla parte posteriore del mezzo di raccolta in un cassone non omologato

### 3.2.3 DSSPP

#### 3.2.1 Forze ortogonali – Forze di taglio – Stabilità

La tabella V sottostante riassume, per ognuna delle quattro modalità di svuotamento del mastellino analizzate, i valori delle forze ortogonali (ORT) e di taglio (SHE) a livello delle giunzioni L4/L5 e L5/S1 e le condizioni di stabilità dell'operatore.

Le forze ortogonali a livello L4/L5 erano comprese tra 882N (NHOM) a 2025N (POST), quelle a livello L5/S1 erano comprese tra 571N (NHOM) e 1692N (WIN). Le forze di taglio a livello L4/L5 erano comprese tra 59N (NHOM) e 177N (WIN), quelle a livello L5/S1 erano comprese tra 120N (POST) e 292N (WIN). Tutti i valori riscontrati erano sotto i limiti proposti dal NIOSH (3400N) [19] e da Gallagher (700N) [28].

Per quanto riguarda le condizioni di stabilità dell'operatore erano accettabili per la modalità di svuotamento WIN, critiche nelle modalità HOME e NHOM e inaccettabili nella modalità POST.

Modalità svuotamento	Ort L4/L5	She L4/L5	Ort L5/S1	She L5/S1	Stabilità
WIN	1595N	177N	1692N	292N	Accettabile
POST	2025N	125N	1367N	120N	Inaccettabile
HOM	1878N	116N	1590N	227N	Critica
NHOM	882N	59N	571N	215N	Critica

Tabella V: la tabella indica per ognuna delle modalità di svuotamento i risultati relativi alle forze ortogonali e di taglio a livello L4/L5 e L5/S1 e le condizioni di stabilità dell'operatore

#### 3.2.2 %MVC – SPC – Static – %DC

Le figure dalla 1 alla 4 illustrano la ricostruzione fatta con 3DSSPP dello svuotamento del mastellino nelle quattro diverse modalità investigate (WIN, POST, HOM, NHOM).

Le tabelle dalla VI alla IX riassumono invece i risultati ottenuti col software 3DSSPP relativamente ai risultati più rilevanti di percentuale della massima contrazione volontaria (%MVC), percentuale di popolazione abile senza subire danni (SPC), massimo tempo di esposizione in condizioni statiche (Static) e massima percentuale di ciclo lavorativo (%DC).



### 3.2.2.1 Svuotamento dalla finestra laterale del mezzo di raccolta (WIN)

In questa modalità di svuotamento erano rilevanti i risultati di %MVC relativi a: flessione (37% per entrambi gli arti) e deviazione ulnare (25% per l'arto destro) del polso, flessione del gomito destro (38%), abduzione delle spalle (31% sinistra, 26% destra) e flessione del tronco (38%).

Il valore di SPC più basso riscontrato era quello del tronco (95%).

I tempi massimi di esposizione in condizioni statiche più bassi erano quelli di rotazione (64s) e abduzione (63s) della spalla sinistra.

I valori più bassi riscontrati di massima %DC erano quelli di flessione del polso (7.9% per entrambi gli arti), flessione del gomito destro (7.5%) e flessione del tronco (7.4%).

Figura 1: l'immagine mostra la ricostruzione fatta con il software 3DSSPP dello svuotamento del mastellino nella finestra laterale del mezzo di trasporto



%MVC	SPC	Static	%DC
polso flex L 37% R 37%	polso 98%	polso flex L 82s R 82s	polso flex L 7.9% R 7.9%
polso ul R 25%	tronco 95%	polso ul R 154s	polso ul R 18.3%
gomito flex R 38%		gomito flex R 76s	gomito flex R 7.5%
spalla rot L 31%		spalla rot L 64s	spalla rot L 12.4%
spalla abd L 31% R 26%		spalla abd L 63s R 88s	spalla abd L 12.2% R 17.4%
tronco flex 38%			tronco flex 7.4%

Tabella VI: la tabella illustra i valori più rilevanti riscontrati, nella ricostruzione con 3DSSPP della Figura 1, di %MVC, SPC, Static e %DC. L indica il lato sinistro, R il lato destro.

### 3.2.2.2 Svuotamento dalla parte posteriore nel mezzo di raccolta (POST)

In questa modalità di svuotamento erano rilevanti i risultati di %MVC relativi a: deviazione ulnare (50% per l'arto sinistro) del polso, flessione del gomito sinistro (73%), abduzione della spalla sinistra (30%), flessione del tronco (38%).

I valori di SPC più bassi riscontrati erano quelli del tronco (87%), gomito e ginocchia (91% entrambi). I tempi massimi di esposizione in condizioni statiche più bassi riscontrati erano quelli di deviazione ulnare del polso sinistro (51s), flessione del gomito sinistro (18s) e abduzione della spalla sinistra (65s). I valori più bassi riscontrati di massima %DC erano quelli di deviazione ulnare del polso sinistro (3.2%), flessione del gomito sinistro (0.6%), abduzione della spalla sinistra (12.7%) e flessione del tronco (1%).

Figura 2: l'immagine mostra la ricostruzione fatta con il software 3DSSPP dello svuotamento del mastellino nella parte posteriore del mezzo di trasporto



%MVC	SPC	Static	%DC
polso L 50%	polso 94%	polso L 51s	polso L 3.2%
gomito flex L 73%	gomito 91%	gomito flex L 18s	gomito flex L 0.6%
spalla abd L 30%	tronco 87%	spalla abd L 65s	spalla abd L 12.7%
tronco flex 67%	ginocchio 91%		tronco flex 1%
ginocchio flex L 51% R 53%			
caviglia flex L 38% R 42%			

Tabella VII: la tabella illustra i valori più rilevanti riscontrati, nella ricostruzione con 3DSSPP della Figura 2, di %MVC, SPC, Static e %DC. L indica il lato sinistro, R il lato destro.

### 3.2.2.3 Svuotamento dalla parte posteriore del mezzo di raccolta in un cassone omologato (HOM)

In questa modalità di svuotamento erano rilevanti i risultati di %MVC relativi a: flessione del polso (35% per l'arto sinistro e 51% per l'arto destro), rotazione della spalla (66% per l'arto sinistro e 40% per l'arto destro), flessione del tronco (29%).

Il valore di SPC più basso riscontrato era quello delle spalle (93%).

I tempi massimi di esposizione in condizioni statiche più bassi riscontrati erano quelli di flessione del polso destro (50s), rotazione delle spalle (16s sinistra e 39s destra).

I valori più bassi riscontrati di massima %DC erano quelli di deviazione flessione del polso (9.1% sinistro e 3% destro), rotazione della spalla (1.1% sinistra e 6.4% destra) e flessione del tronco (13.6%).

Figura 3: l'immagine mostra la ricostruzione fatta con il software 3DSSPP dello svuotamento del mastellino nel cassone omologato



%MVC	SPC	Static	%DC
polso flex L 35% R 51%	polso 94%	polso flex L 90s R 50s	polso flex L 9.1% R 3%
spalla rot L 66% R 40%	spalla 93%	spalla rot L 16s R 39s	spalla rot L 1.1% R 6.4%
spalla abd R 22%		spalla abd R 117s	spalla abd R 22.7%
tronco flex 29%			tronco flex 13.6%

Tabella VIII: la tabella illustra i valori più rilevanti riscontrati, nella ricostruzione con 3DSSPP della Figura 3, di %MVC, SPC, Static e %DC. L indica il lato sinistro, R il lato destro.

### 3.2.2.4 Svuotamento dalla parte posteriore del mezzo di raccolta in un cassone non omologato (NHOM)

In questa modalità di svuotamento erano rilevanti i risultati di %MVC relativi a: flessione del polso (29% sinistro, 45% destro), deviazione ulnare del polso sinistro (32%), rotazione delle spalle (35% sinistra e 63% destra) e abduzione della spalla destra (25%).

Il valore di SPC più basso riscontrato era quello della spalla (95%).

I tempi massimi di esposizione in condizioni statiche più bassi riscontrati erano quelli di flessione del polso destro (61s) e rotazione delle spalle (52s sinistra e 17s destra).

I valori più bassi riscontrati di massima %DC erano quelli di flessione del polso (14.4% sinistra e 4.7% destra), deviazione ulnare del polso sinistro (11.4%), rotazione del polso destro (22.7%), rotazione delle spalle (9.6% sinistra e 1.3%destra) e abduzione della spalla destra (18%).

Figura 4: l'immagine mostra la ricostruzione fatta con il software 3DSSPP dello svuotamento del mastellino nel cassone non omologato



%MVC	SPC	Static	%DC
polso flex L 29% R 45% polso ul L 32% R 21% spalla rot L 35% R 63% spalla abd R 25% tro flex 7%	polso 96% spalla 95%	polso flex L 125s R 61s polso ul L 105s R 206s spalla rot L 52s R 17s spalla abd R 91s	polso flex L 14.4% R 4.7% polso ul L 11.4% R 24.5% polso rot R 22.7% spalla rot L 9.6% R 1.3% spalla abd R 18%

Tabella IX: la tabella illustra i valori più rilevanti riscontrati, nella ricostruzione con 3DSSPP della Figura 4, di %MVC, SPC, Static e %DC. L indica il lato sinistro, R il lato destro.

## 4 CONCLUSIONI

La letteratura illustrata in introduzione ha dimostrato come nella raccolta dei rifiuti porta a porta il rischio da sovraccarico biomeccanico è elevato ed ubiquitario.

La varietà dei contesti lavorativi e le modalità operative rendono difficile l'utilizzo dei normali protocolli standardizzati per la valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico. Tuttavia è stato possibile investigare l'impegno biomeccanico degli operatori tramite l'utilizzo dei parametri biomeccanici del software 3DSSPP e per mezzo del protocollo REBA.

I risultati dell'analisi posturale fatta con il protocollo REBA dinamico concordano con quelli ottenuti dal Liberty Mutual ed evidenziano come l'attività di svuotamento del mastellino comporta rischi da sovraccarico biomeccanico in ognuna delle quattro modalità investigate. La modalità di raccolta più ad alto rischio è quella in cui l'operatore svuota il mastellino direttamente dentro la parte posteriore del mezzo di trasporto (POST).

Questa modalità di svuotamento ha fatto registrare indici REBA medi di 9.8 per l'arto destro e 8.5 per l'arto sinistro, corrispondenti entrambi ad un alto livello di rischio. Al raggiungimento di tali valori contribuiscono in maniera significativa la flessione oltre la testa delle spalle e le condizioni di instabilità dell'operatore dato che per effettuare lo svuotamento deve mettersi sulla punta dei piedi. Lo svuotamento nella finestra laterale (WIN) ha fatto registrare punteggi REBA medi di 9.3 per l'arto destro e 8.2 per l'arto sinistro anche in questo caso corrispondenti a livelli di rischio alto. In questa modalità di svuotamento il rischio era dovuto, oltre alla flessione della spalla destra anche alla sua abduzione nonché alla asimmetria del tronco che era girato ed inclinato lateralmente. La tecnica di svuotamento che presentava il minor livello di rischio, sebbene gli indici REBA medi fossero comunque corrispondenti ad un livello alto per l'arto destro (punteggio REBA medio 8.8) e medio per l'arto sinistro (punteggio REBA medio 6.7), era quella nel cassone omologato (HOM).

I risultati ottenuti con il software 3DSSPP non hanno riportato valori oltre i limiti proposti dal NIOSH [19] e da Gallagher [28] per ognuna delle quattro modalità di svuotamento del mastellino per quanto riguarda le forze di taglio e ortogonali a livello delle giunzioni L4/L5 e L5/S1.

I valori di SPC erano tutti oltre il 90% tranne che per il tronco nella modalità di svuotamento POST che presentava un valore di SPC dell'87%.

Le stime fornite da 3DSSPP delle percentuali di MVC più rilevanti erano relative, per la modalità di svuotamento POST, alla flessione del gomito sinistro (73% MVC), del tronco (67% MVC), delle ginocchia (53% MVC destra e 51% MVC sinistra) e delle caviglie (42% MVC destra e 38% MVC sinistra). Questa modalità di svuotamento, delle quattro investigate, era quella che presentava, complessivamente, i valori di %MVC più elevati confermando i dati ottenuti con il protocollo REBA.

Per quanto riguarda la flessione del tronco la modalità che presentava il valore di %MVC più basso era la NHOM. Lo svuotamento con la modalità HOM presentava un valore di %MVC del tronco più alto (29%MVC) rispetto alla NHOM (7%MVC) perchè le ridotte dimensioni del cassone omologato implicavano una maggiore flessione del tronco dell'operatore nell'esecuzione della task. Durante lo svuotamento nella modalità WIN la %MVC della flessione di tronco era del 38%.

I risultati relativi alla massima %DC sono correlati alle %MVC ed alle posture assunte dai vari distretti corporei. Anche per questo parametro i valori più bassi, che indicano un maggior rischio da sovraccarico biomeccanico, sono tutti nella modalità di svuotamento POST: flessione del gomito sinistro 0.6% del DC, flessione del tronco per l'1% del DC. Nella modalità di svuotamento WIN rilevanti erano le percentuali relative alle spalle: rotazione spalla sinistra 12.4% del DC, abduzione della spalla sinistra (12.2% del DC) e destra (17.4% del DC). La modalità di svuotamento NHOM risultava invece, per quanto riguarda la %DC, sovraccaricante per entrambi i polsi nei movimenti di flessione (4.7%

del DC destro e 14.4% del DC sinistro) e deviazione ulnare/radiale (24.5% del DC destro e 11.4% del DC sinistro). Nella modalità di svuotamento erano particolarmente basse le percentuali di DC relative alla rotazione delle spalle (6.5% del DC destra e 1.1% del DC sinistra).

La valutazione del rischio effettuata ha permesso di evidenziare i principali fattori di rischio durante le attività di raccolta porta a porta dei rifiuti.

Al fine della riduzione del rischio da sovraccarico biomeccanico negli addetti sarebbe opportuno riprogettare i mezzi di raccolta in modo tale che l'operatore non debba effettuare sollevamenti delle spalle quasi al limite dei range posturali e flessioestensioni del tronco particolarmente accentuate.

Dai dati ottenuti risulta complessivamente più a rischio la modalità di svuotamento POST, seguita dalle modalità WIN e NHOM. La modalità meno sovraccaricante risulta la modalità HOM, sebbene anche questa presenti comunque delle limitazioni relativamente alla flessione del tronco. La tecnica di svuotamento HOM implica, però, dei problemi dal punto di vista organizzativo. La ridotta capienza del contenitore, infatti, si tradurrebbe in un notevole incremento del già limitato tempo per completare il giro di raccolta, problema già emerso dagli studi di Ziaei e Camada illustrati in introduzione.

A tale scopo sarebbe opportuno sostituire il cassone omologato con uno più grande, di un materiale più resistente, che possa essere periodicamente svuotato meccanicamente nel mezzo di raccolta dagli operatori, ottimizzando così anche i tempi di raccolta.

Sarebbe opportuno, inoltre, una progettazione del mezzo di raccolta con un accesso più agevole dato il continuo salire e scendere dell'operatore.

Oltre all'analisi biomeccanica sono da considerare altri fattori di rischio presenti ma non presi in considerazione data la complessità della loro interazione come, ad esempio, le vibrazioni al corpo intero e la possibilità di dotare i mezzi con la guida a destra, anziché a sinistra, per evitare che gli operatori siano coinvolti in incidenti stradali quando scendono dal mezzo.



# Back and Shoulder Biomechanical Load in Curbside Waste Workers

Alessio Silvetti<sup>(✉)</sup>, Lorenzo Fiori, Alberto Ranavolo,  
Antonella Tatarelli, and Francesco Draicchio

DIMEILA, INAIL Research Area, Monte Porzio Catone, Rome, Italy  
{al.silvetti, lo.fiori, a.ranavolo, a.tatarelli, f.draicchio}@inail.it

**Abstract.** Data from various countries (USA, Great Britain, Brazil, Italy, India, etc.) shows a significant prevalence and incidence of musculoskeletal disorders in kerbside waste collection workers. We investigated some biomechanical parameters of the task of pouring bins in collection kerb through 3DSSPP software. (v 7.0.6). Bins manual handling was investigated in four different operating modes: through 1) a lorry side window; 2) at the back of the lorry; 3) in a certified container; 4) in a non-certified container. 3DSSPP risk assessment showed that bin pouring implies a high level of biomechanical load in each of the four modes. The most dangerous mode was that in which the worker empties the bin directly into the back of the van (mode 2). 3DSSPP showed significant values of percentage of maximum voluntary contraction (%MVC) for trunk flexion (67% MVC), left shoulder abduction (30% MVC) and left wrist ulnar deviation (50% MVC). These values imply a low level of the maximum recommended exertion duty cycle (1% for trunk flexion, 3.2% for left wrist ulnar deviation). Also the balance was unacceptable. Emptying technique that showed the lowest level of risk was mode 3 (certified container) that reported 29% of MVC for trunk flexion and a maximum recommended exertion duty cycle of 13.6%. 3DSSPP showed no relevant values of orthogonal and shear forces at L4/L5 and L5/S1 levels. Finally, this technique was the only one that showed an acceptable balance. It would be desirable to design the vehicles for collection with easier access, as the operator is continuously getting on and off.

**Keywords:** Ergonomics Musculoskeletal disorders Muscle fatigue 3DSSPP

## 1 Introduction

Data reported by INAIL President in the 2019 Annual Report [1] shows that musculoskeletal disorders (MSDs) are on the rise. They represent the majority of complaints made to Italian Workers' Compensation Authority both as absolute values and as percentage (38,777 and 65.16% of the total in 2018).

Evidence of biomechanical overload of kerbside waste collection workers has been found all over the world: Brazil [2], Denmark [3], Netherlands [4], USA [5, 6], India [7], Great Britain [8, 9], Italy [10].

© The Editor(s) (if applicable) and The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG 2020  
W.Karwowski et al. (Eds.): AHFE2020, AISC 1215, pp. 237–243, 2020. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51549-2\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51549-2_31)



Poulsen [3] in his review investigated all types of risks that waste collection workers are exposed to; he identifies as the greatest hazards, in addition to biological ones, those related to manual material handling (MMH). Guercio [10] showed similar findings. In his study, he shows that biomechanical overload is the most important apart of biohazard. According to Guercio, different factors can increase that risk: loads too heavy and uncomfortable to grasp, awkward postures and bad techniques to speed up the collection round (e.g. throwing the garbage in the collection truck). In a laboratory research, De Looze [11] examined the load at L5/S1 level while pushing a four-wheeled container. His results show compression forces exceeding the 3400 N threshold recommended by NIOSH [12]. Similar findings were also observed in the lifting of bags and bins.

The biomechanical overload in kerbside waste workers was analyzed as metabolic and compressive force at L5/S1 by Pinder [8]. The results are consistent with the other abovementioned studies. Pinder, for biomechanical load reduction, suggests to use wheeled bins.

In 2002 an [6] conducted an epidemiological study in Florida in which he identified two main categories of health risks for waste collection workers: skin infections and MSDs. He reported that MSDs and skin infections account for about 90% of all cases of compensation by American insurance companies. The biomechanical risk in kerbside waste workers has also been studied by Oxley [9]. Oxley found an adequate height and width of the bins used for collection whereas the bins depth was excessive. The compression force threshold at L5/S1 recommended by NIOSH [12] was always exceeded during the handling of 13 kg bins even though the lifting was performed with proper lifting techniques. Based on these data, the study proposed a lifting weight threshold, with a frequency of twice a minute for eight consecutive working hours, of 11.38 kg. This threshold is recommended also according to the MMH risk assessment guidelines of Liberty Mutual [13]. The threshold would protect 90% of the male and 20% of the female working population.

From the reported bibliography it is clear that MSDs represent a remarkable and widespread problem in kerbside waste workers.

The present paper aims to provide a biomechanical risk assessment in kerbside waste workers in a scenario that strongly differs from those of the above-mentioned research in terms of the landscape where the collection is done, trucks used and timelines.

## **2 Materials and Methods**

The studied task was the handling of a bin containing 10 kg of glass. This task was investigated in four different modes:

1. handling directly in the lorry by a side window (WIN);
2. handling directly in the lorry from the back (POST);
3. handling in a certified container to be mechanically unloaded in the lorry (HOM);
4. handling in a non-certified container to be mechanically unloaded in the lorry (NHOM).

Video recordings were made during task simulations. From video recordings, were sampled six frames each every two seconds. The most significant frame was analyzed by 3DSSPP software (v 7.0.6) [14, 15]. Tables 1 to V show, for each handling technique, the results from 3DSSPP regarding the following parameters: orthogonal forces (ORT) and shear forces (SHE) at L4/L5 and L5/S1 level, balance, percent of maximum voluntary contraction (%MVC), Strength Percent Capable (SPC), the maximum static (continuous) allowed exertion time (Static) and the maximum duty cycle time as a percent of the exertion (%DC).

The latter parameter refers to the thresholds proposed by ACGIH [16] based on the Potvin research [17] regarding muscle fatigue.

### 3 Results

#### 3.1 Orthogonal Forces – Shear Forces – Balance

Table 1 resumes, for each of the four handling techniques, orthogonal (ORT) and shear (SHE) forces at L4/L5 and L5/S1 level values and balance conditions. Figures 1, 2, 3 and 4 show 3DSSPP reconstructions.

Orthogonal forces at L4/L5 level were between 882 N (NHOM) and 2025 N (POST), the ones at L5/S1 level were between 571 N (NHOM) and 1692 N (WIN). Shear forces at L5/S1 level were between 59 N (NHOM) e 177 N (WIN), the ones at L5/S1 level were between 120 N (POST) e 292 N (WIN). All the results were below the threshold values proposed by NIOSH (3400 N) [12] and by Gallagher (700 N) [18].

Worker's balance was acceptable for WIN technique, critical in HOM and NHOM techniques and unacceptable in POST technique.

**Table 1.** Table shows for each of the four handling techniques the results of orthogonal and shear forces at L4/L5 e L5/S1 level and workers balance.

Handling technique	Ort L4/L5	She L4/L5	Ort L5/S1	She L5/S1	Balance
WIN	1595 N	177 N	1692 N	292 N	Acceptable
POST	2025 N	125 N	1367 N	120 N	Unacceptable
HOM	1878 N	116 N	1590 N	227 N	Critical
NHOM	882 N	59 N	571 N	215 N	Critical



**Fig. 1.** Handling directly in the lorry by a side window (WIN)



**Fig. 2.** Handling directly in the lorry from the backside (POST)



**Fig. 3.** Handling in a certified container (HOM)



**Fig. 4.** Handling in a non-certified container (NHOM)

### 3.2 %MVC – SPC – Static - %DC

Tables 2, 3, 4 and 5 summarize the most relevant 3DSSPP results regarding percent of maximum voluntary contraction (%MVC), Streight Percent Capable (SPC), maximum static (continuous) allowed exertion time (Static) and the maximum duty cycle time as percent of the exertion (%DC).

**Handling Directly in the Lorry by a Side Window (WIN).** In this handling technique the results of %MVC were relevant for: wrist flexion (37% both hands) and ulnar deviation (25% right), elbow flexion (38% right), shoulders abduction (31% left, 26% right) and trunk flexion (38%).

The lowest SPC value found was relative to trunk (95%). The lowest values of maximum static exertion were those of shoulder rotation (64s left) and abduction (63s left).

The lowest values of maximum duty cycle time (%DC) were those of wrist flexion (7.9% for both limbs), elbow flexion (7.5% right) and trunk flexion (7.4%).

**Table 2.** Table shows the most relevant 3DSSPP results from Fig. 1 of %MVC, SPC, Static and %DC. L stands for left side, R stands for right side.

%MVC	SPC	Static	%DC
wrist flex L 37% R 37%	wrist 98%	wrist flex L 82s R 82s	wrist flex L 7.9% R 7.9%
wrist ul R 25%	torso 95%	wrist ul R 154s	wrist ul R 18.3%
elb flex R 38%		elb flex R 76s	elb flex R 7.5%
shou rot L 31%		shou rot L 64s	shou rot L 12.4%
shou abd L 31% R 26%		shou abd L 63s R 88s	shou abd L 12.2% R 17.4%
tor flex 38%			tor flex 7.4%

**Handling Directly in the Lorry from the Back (POST).** In this handling technique, the results of %MVC were relevant for wrist ulnar deviation (50% left), elbow flexion (73% left), left shoulder abduction (30% left), trunk flexion (38%).

The lowest SPC values found were relative to trunk (87%), elbow and knee (91%).

The lowest values of maximum static exertion were those of wrist (51s left), elbow flexion (18s left) and shoulder abduction (65s left).

The lowest values of maximum duty cycle time (%DC) were those of wrist ulnar deviation (3.2% left), elbow flexion (0.6% left), shoulder abduction (12.7% left) and trunk flexion (1%).

**Table 3.** Table shows the most relevant 3DSSPP results from Fig. 2 of %MVC, SPC, Static and %DC. L stands for left side, R stands for right side

%MVC	SPC	Static wrist ul L 51s	%DC
wrist ul L 50%	wrist 94%	elb flex L 18s	wrist ul L 3.2%
elb flex L 73%	elbow 91%	shou abd L 65s	elb flex L 0.6%
shou abd L 30%	torso 87%		shou abd L 12.7%
tor flex 67%	knee 91%		tor flex 1%
knee flex L 51% R 53%			
ankle flex L 38% R 42%			

**Handling in a Certified Container to be Routinely Unloaded in the Lorry (HOM).**

With this handling technique results of %MVC were relevant for: wrist flexion (35% left; 51% right), shoulder rotation (66% left; 40% right) and trunk flexion (29%).

The lowest SPC value found was that of shoulder (93%).

The lowest values of maximum static exertion were from wrist flexion (50s right) and shoulder rotation (16s left; 39s right). The lowest values of maximum duty cycle time (%DC) were from wrist flexion (9.1% left; 3% right), shoulder rotation (1.1% left; 6.4% right) and trunk flexion (13.6%).

**Table 4.** Table shows the most relevant 3DSSPP results from Fig. 3 of %MVC, SPC, Static and %DC. L stands for left side, R stands for right side

%MVC	SPC	Static	%DC
wrist flex L 35% R 51%	wrist 94%	wrist flex L 90s R 50s	wrist flex L 9.1% R 3%
shou rot L 66% R 40%	shoulder 93%	shou rot L 16s R 39s	shou rot L 1.1% R 6.4%
shou abd R 22%		shou abd R 117s	shou abd R 22.7%
tor flex 29%			tor flex 13.6%

**Handling in a Non-certified Container to be Mechanically Unloaded in the Lorry (NHOM).** With this handling technique results of %MVC were relevant for: wrist flexion (29% left; 45% right) and ulnar deviation (32% left), shoulder rotation (35% left; 63% right) and abduction (25% right).

The lowest SPC value was that of shoulder (95%). The lowest values of maximum static exertion were from wrist flexion (61s right) and shoulder rotation (52s left; 17s right).

The lowest values of maximum duty cycle time (%DC) were those of wrist flexion (14.4% left; 4.7% right), ulnar deviation (11.4% left; 24.5% right) and rotation (22.7% right). Noteworthy were also values of shoulder rotation (9.6% left; 1.3% right) and abduction (18% right).

**Table 5.** Table shows the most relevant 3DSSPP results from Fig. 4 of %MVC, SPC, Static and %DC. L stands for left side, R stands for right side.

%MVC	SPC	Static	%DC
wrist flex L 29% R 45%	wrist 96%	wrist flex L 125s R 61 s	wrist flex L 14.4% R 4.7%
wrist ul L 32% R 21%	shoulder	wrist ul L 105s R 206 s	wrist ul L 11.4% R 24.5%
shou rot L 35% R 63%	95%	shou rot L 52s R 17 s	wrist rot R 22.7%
shou abd R 25%		shou abd R 91s	shou rot L 9.6% R 1.3%
tro flex 7%			shou abd R 18%

## 4 Discussion

Scientific literature has shown that in kerbside waste collection biomechanical load is high and widespread.

The various workplaces and working techniques make it hard to use standardized protocols for manual material handling risk assessment. For these reasons we investigated bin handling using biomechanical parameters of 3DSSPP software.

3DSSPP results software did not show values exceeding the thresholds proposed by NIOSH [12] and Gallagher [18] for orthogonal and shear forces at L4/L5 and L5/S1 level in each of four handling technique we studied. However, our study was aimed to investigate the handling of a bin and not all the tasks as to go up and down from the collection truck and carrying wheeled bins. The weight we chosen (10 kg) was below the threshold of 11.38 kg recommended by Oxley [9] in a eight-hour shift.

SPC values were all over 90% but trunk value in POST handling technique was 87%. MVC percentages in POST handling were: 73% (left elbow flexion), 67% (trunk flexion), 53% right and 51% left (knee flexions) and 42% right and 38% left (ankle flexions). The POST handling technique, among the four investigated, had the highest values of %MVC. As for trunk flexion, the technique with the lowest %MVC was NHOM. HOM handling

technique had a higher %MVC of trunk flexion (29%) than NHOM (7%) due to the narrow size of the certified container, resulting in a higher worker's trunk flexion.

Results for the maximum %DC are related to %MVC and postures adopted from the different body districts. Also for this parameter the lowest values, indicating an increased risk of biomechanical load, are all in the POST handling technique: left elbow flexion (0.6% of DC) and trunk flexion (1% of DC). In WIN handling technique the noticeable %DC were those concerning the shoulders: rotation (12.4% of DC left) and abduction (12.2% of DC left; 17.4% of DC right). On the other hand NHOM handling technique was overloading, for both wrists, in flexion (4.7% right; 14.4% DC) and ulnar deviation (24.5% right; 11.4% left). In HOM handling technique %DC was notably low for shoulder rotation (6.4% right; 1.1% left).

Our research highlighted main biomechanical risk factors when handling waste bins. To reduce biomechanical risk in waste collection, it would be advisable to redesign the collection equipment to avoid workers to raise shoulders near to physiological limits and to reduce trunk flexion.

Based on this data, POST handling technique, followed by WIN and NHOM techniques, is considered to be more risky overall. The least stressful technique is the HOM one, but it also presents problems concerning trunk flexion. Furthermore HOM handling technique presents organizational problems. The reduced capacity of the container would lead to a considerable increase of the collection round duration as already showed in two studies by Ziaei and by Camada [19, 20]. To solve this problem, it would be useful to replace the certified container with a larger one, manufactured with a durable component to allow to be mechanically emptied in the truck.

Further investigations are needed to investigate biomechanical load and energetic cost of whole task with surface electromyography and heart rate monitor to study net and relative cardiac cost.



## References

1. INAIL Relazione annuale 2018 del Presidente (2019). <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-appendice-statistica-relazione-annuale-anno-2018.pdf>. Accessed 10 Jul 2019
2. Robazzi, M.L.C.C., Moriya, T.M., Favero, M., et al.: Garbage collectors: occupational accidents and coefficients of frequency and severity per accident. *Ann. Agric. Environ. Med.* 4(1), 91–96 (1997)
3. Poulsen, O.M., Breum, N.O., Ebbehoj, N., et al.: Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci. Total Environ.* 168(1), 33–56 (1995)
4. Kuijter, P.P., Hoozemans, M.J., Kingma, I., et al.: Effect of a redesigned two-wheeled container for refuse collecting on mechanical loading of low back and shoulders. *Ergonomics* 46, 543–560 (2003)
5. Dorevitch, S., Marder, D.: Occupational hazards of municipal solid waste workers. *Occup. Med.* 16(1), 125–133 (2001)
6. An, H., Englehardt, J., Fleming, L., et al.: Occupational health and safety amongst municipal solid waste workers in Florida. *Waste Manag. Res.* 17, 369–377 (2002)
7. Reddy, E.M., Yasobant, S.: Musculoskeletal disorders among municipal solid waste workers in India: a cross-sectional risk assessment. *J. Fam. Med. Prim. Care* 4(4), 519–534 (2015)
8. Pinder, A.: Manual handling in refuse collection HSL/2002/21, pp. 1–5 (2002)
9. Oxley, L., Pinder, A., Cope, M.: Manual handling in kerbside collection and sorting of recyclables. HSL/2006/25 (2006)
10. Guercio, N., Fioretti, P., Frusteri, L., Giovinazzo, R., Incocciati, E., Todaro, N.: La sicurezza per gli operatori della raccolta dei rifiuti e dell’igiene urbana, pp. 31–32. INAIL Editor (2009). <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-sicurezza-per-gli-operatori-della-raccoltadei-rifiutitpdf.pdf>. ISBN 978-88-7484-156-1
11. De Looze, M.P., Stassen, A.R.A., Markslag, A.M.T.: Mechanical loading on the low back in three methods of refuse collecting. *Ergonomics* 38(10), 1993–2006 (1995)
12. Waters, T., Putz-Anderson, V., Garg, A. (eds.): Applications manual for the revised lifting equation, (DHHS/NIOSH) Pub. no. 94–110. Cincinnati, Ohio, CDC, NIOSH (1994)



13. Liberty Mutual: Manual Materials Handling Guidelines. Tables for Evaluating Lifting, Lowering, Pushing, Pulling and Carrying Tasks. Liberty Mutual Group, Hopkinton (2004)
14. Chaffin, D.B., Erig, M.: Three-dimensional biomechanical static strength prediction model sensitivity to postural and anthropometric inaccuracies. IIE Trans. 23(3), 215–227 (1991)
15. Chaffin, D.B.: Biomechanical Modeling for Simulation of 3D Static Human Exertions Computer Applications in Ergonomics, Occupational Safety and Health. Elsevier Publishers, Amsterdam (1992)
16. ACGIH. TLVs and BEIs. 2015. 202-204 ISBN 978-1-607260-77-6
17. Potvin, J.: Predicting maximum acceptable efforts for repetitive tasks: an equation-based on duty cycle. Hum. Factors 54(2), 175–188 (2012)
18. Gallagher, S., Marras, W.S.: Tolerance of the lumbar spine to shear: a review and recommended exposure limits. Clin. Biomech. 27(10), 973–978 (2012)
19. Ziaei, M., Choobineh, A., Abdoli-Eramaki, M., Ghaem, H.: Individual, physical, and organizational risk factors for musculoskeletal disorders among municipality solid waste collectors in Shiraz. Iran. Ind. Health 56(4), 308–319 (2018)
20. Camada, I.: Heavy physical work under time pressure: the garbage collection service—a case study. Work 41(Suppl 1), 462–469 (2012) Back and Shoulder Biomechanical Load in Curbside Waste Workers 243

## BIBLIOGRAFIA

- [1] INAIL Relazione annuale 2018 del Presidente, <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-appendice-statistica-relazione-annuale-anno-2018.pdf> (2019) LAST ACCESS 10/07/2019
- [2] Robazzi MLCC, Moriya TM, Favero M, et al. Garbage collectors: occupational accidents and coefficients of frequency and severity per accident. *Ann Agric Environ Med* 4(1):91–6 (1997)
- [3] Velloso MP, et al. The labor process and workrelated accidents among garbage collectors in Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Sau´dePu´blica*, Rio de Janeiro;13:693–700 (1997)
- [4] Poulsen OM, Breum NO, Ebbehoj N, et al. Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ*;168(1) 33-56 (1995)
- [5] Ivens UI, Lassen JH, Kaltoft BS, et al. Injuries among domestic waste collectors. *Am J Ind Med*;33:182–9 (1998)
- [6] Yang CH, Chang WT, Chuang HY, et al. Adverse health effects among household waste collectors in Taiwan. *Environ Res*;85:195–9 (2001)
- [7] Kuijjer PP, Hoozemans MJ, Kingma I, et al. Effect of a redesigned two-wheeled container for refuse collecting on mechanical loading of low back and shoulders. *Ergonomics*; 46:543–60 (2003)
- [8] Markslag AMT, Stassen A, de Looze,MP, Kemper HCG, Frings-Dresen M. and Toussaint HM. Biomechanische energetische belasting van huisvuilbeladers. *Academisch Medisch Centrum, Amsterdam*, pp. 1-40 (1993)
- [9] Dorevitch S, Marder D. Occupational hazards of municipal solid waste workers. *Occup Med*;16(1):125–33 (2001)
- [10] An H, Englehardt J, Fleming L, et al. Occupational health and safety amongst municipal solid waste workers in Florida. *Waste Management & Research*:17:369–77 (2002).
- [11] Ziaei M, Choobineh A, Abdoli-Eramaki M, Ghaem H. Individual, physical, and organizational risk factors for musculoskeletal disorders among municipality solid waste collectors in Shiraz, Iran. *Industrial Health*, 56(4):308–319 (2018)

- [12] Reddy EM, Yasobant S. Musculoskeletal disorders among municipal solid waste workers in India: A cross sectional risk assessment. *Journal of Family Medicine and Primary Care*:4(4): 519-534 (2015)
- [13] Pinder A. Manual handling in refuse collection HSL/2002/21, 1-5 (2002)
- [14] Oxley L, Pinder A, Cope M. Manual handling in kerbside collection and sorting of recyclables. HSL/2006/25 (2006)
- [15] Bulduk, E. Work-related stress levels and musculoskeletal disorders among municipal solid waste collectors in Ankara *Work*,63(3):427-433 (2019)
- [16] Guercio N, Fioretti P, Frusteri L, Giovanazzo R, Incocciati E, Todaro N. La sicurezza per gli operatori della raccolta dei rifiuti e dell'igiene urbana. INAIL Editor. ISBN 978-88-7484-156-1. 31-32 (2009) <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-sicurezza-per-gli-operatori-della-raccolta-dei-rifutitpdf.pdf>
- [17] Battini D, Persona A, Sgarbossa, F. Innovative real-time system to integrate ergonomic evaluations into warehouse design and management. *Computers and Industrial Engineering*, 77, pp.1–10 (2014)
- [18] De Looze MP, Stassen ARA, Markslag AMT. Mechanical loading on the low back in three methods of refuse collecting. *Ergonomics* 38(10):1993–2006 (1995)
- [19] Waters, T, Putz-Anderson, V, and Garg A. (eds.): *Applications Manual for the Revised Lifting Equation*, (DHHS/NIOSH) Pub. No. 94-110. Cincinnati, Ohio: CDC, NIOSH, 1994
- [20] do Nascimento LS, Pessoa JC. Analysis of urban cleanliness agents' workstation on the appearance of Work Related Musculoskeletal Disorders. *Work*.;41 Suppl 1:2482-6 (2012)
- [21] Camada I. Heavy physical work under time pressure: the garbage collection service- a case study. *Work* 41 Suppl 1:462-9 (2012)
- [22] Liberty Mutual (2004). *Manual Materials Handling Guidelines. Tables for evaluating lifting, lowering, pushing, pulling and carrying tasks.* (Hopkinton, MA: Liberty Mutual group)
- [23] Choi HW. Characteristics of occupational musculoskeletal disorders of five sectors in service industry between 2004 and 2013. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 29:41 (2017)

- [24] Chaffin DB and Erig M. Three-Dimensional Biomechanical Static Strength Prediction Model Sensitivity to Postural and Anthropometric Inaccuracies. IIE Transactions, 23(3), 215-227 (1991)
- [25] Chaffin DB. Biomechanical Modeling for Simulation of 3D Static Human Exertions Computer Applications in Ergonomics, Occupational Safety and Health, Elsevier Publishers (1992)
- [26] Hignett S, McAtamney L, Rapid entire body assessment (REBA). Applied Ergonomics: 31 201-205 (2000)
- [27] Hignett S, Jones A. Safe access/egress systems for emergency ambulances. Emergency Medicine Journal. 24, 200-205 (2007)
- [28] Gallagher S, Marras WS. Tolerance of the lumbar spine to shear: a review and recommended exposure limits. ClinBiomech; 27(10):973-8 (2012)
- [29] ACGIH. TLVs and BEIs. 2015. 202-204 ISBN 978-1-607260-77-6
- [30] Potvin J. Predicting Maximum Acceptable Efforts for Repetitive Tasks: An Equation Based on Duty Cycle. Human factors. 2012; 54(2):175-188















**FONDAZIONE NAZIONALE SICUREZZA RUBES TRIVA**

Lungotevere dei Mellini, 30 - 00193 Roma - tel. 06.32690411 fax 06.3222595  
segreteria@fondazionerubestriva.it - Codice Fiscale 97598620587