

*ADAPT - Scuola di alta formazione sulle relazioni industriali e di lavoro*  
*Per iscriverti al **Bollettino ADAPT** [clicca qui](#)*  
*Per entrare nella **Scuola di ADAPT** e nel progetto **Fabbrica dei talenti***  
*scrivi a: [selezione@adapt.it](mailto:selezione@adapt.it)*

*Bollettino ADAPT 23 settembre 2019, n. 33*

Negli ultimi anni sono stati introdotti sul posto di lavoro nuovi dispositivi di assistenza indossati dal lavoratore, i cosiddetti esoscheletri.

Gli esoscheletri possono supportare il sistema muscolo-scheletrico utilizzando vari principi meccanici. Essi possono ridurre lo stress muscolare in regioni del corpo frequentemente colpite, come la parte bassa della schiena o le spalle. Accanto al potenziale beneficio apportato occorre tuttavia considerare anche i potenziali impatti negativi sulla salute e sicurezza del lavoratore.

A questo proposito, **l'Istituto nazionale francese di ricerca e sicurezza per la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (INRS)**, già nel 2018 ha condotto **un'approfondita ricerca** sulla efficacia degli esoscheletri nel fronteggiare lombalgie e disturbi muscoloscheletrici.

**In tale ricerca sono stati analizzati anche i potenziali rischi per la salute dei lavoratori.**

Il recentissimo studio della Agenzia Europea per la salute e sicurezza del 28 agosto scorso, intitolato "*The impact of using exoskeletons on occupational safety and health*" oggetto della presente analisi, parte da una importante premessa: **l'imprescindibilità di una ambientazione ergonomica per il lavoratore, prima ancora di ricorrere agli esoscheletri.**

**Si ricordi che nella legislazione italiana il riferimento all'ergonomia è contenuto nello stesso articolo 15 del decreto legislativo n. 81 del 2008, secondo il quale, in relazione al benessere del lavoratore, si deve assicurare il rispetto dei principi ergonomici nella organizzazione del lavoro, nella scelta delle attrezzature e dei metodi di lavoro, al fine di contrastare gli effetti sulla salute del lavoro monotono e ripetitivo.**

Dunque devono essere prese in considerazione innanzitutto misure tecniche e organizzative durante la progettazione dei luoghi di lavoro, e l'uso di esoscheletri per migliorare il design ergonomico dei luoghi di lavoro dovrebbe essere sempre l'ultima risorsa.

Tuttavia, ci sono molti luoghi di lavoro che non sono legati a una posizione specifica, ad esempio se prendiamo in considerazione l'attività di consegna di mobili o tante altre attività come quelle di soccorso. In queste attività misure ergonomiche di progettazione non possono essere implementate a causa dei mutevoli requisiti ambientali.

In queste attività nelle quali i rischi per la salute del lavoratore sono collegati a posture scorrette e sforzi ripetuti ed eccessivi, gli esoscheletri possono offrire la possibilità di migliorare le condizioni di lavoro.

### **Definizione, qualificazione e classificazione degli esoscheletri**

È possibile classificare gli esoscheletri come sistemi attivi o passivi.

Gli esoscheletri attivi utilizzano attuatori (componenti di trasmissione meccanica) per supportare i movimenti umani. Questi componenti meccanici sono costituiti da motori elettrici ma possono anche essere azionati idraulicamente o pneumaticamente). Con questo supporto, forniscono ulteriore forza e quindi aumentano le prestazioni di un lavoratore. Diversamente, gli esoscheletri passivi usano le forze di ripristino di molle, ammortizzatori o altri materiali per sostenere il movimento umano. L'energia immagazzinata in un esoscheletro passivo è generata esclusivamente dal movimento dell'utente. Inoltre, le forze vengono ridistribuite per proteggere specifiche regioni del corpo. Il cambiamento nelle prestazioni dell'utente non deriva da un'ulteriore forza fisica, ma dalla capacità di mantenere posizioni estenuanti per un periodo di tempo più lungo.

L'idea di supportare i movimenti umani con dispositivi tecnici non è uno sviluppo recente. I dispositivi portatili di assistenza come gli esoscheletri sono stati utilizzati a lungo nelle cure mediche ed anche per applicazioni militari

A causa della loro vasta gamma di applicazioni nel campo della riabilitazione, dell'industria e del settore militare e dei loro diversi tipi di costruzione, non esiste ancora una regolamentazione o certificazione uniforme degli esoscheletri. Per colmare questa lacuna, il loro design funzionale e l'uso previsto devono essere presi in considerazione quando ci poniamo l'obiettivo di qualificare l'esoscheletro.

Un esoscheletro può essere definito come un aiuto tecnico, regolato dalla Direttiva Macchine dell'Unione Europea del 2006 n. 42.

Se un esoscheletro è certificato come DPI può essere utilizzato a scopo preventivo per evitare lesioni dovute al lavoro o da sforzo eccessivo.

### **Rischi e benefici per la sicurezza dei lavoratori**

Come noto, i datori di lavoro hanno il dovere generale di garantire a tutti i lavoratori un ambiente di lavoro sano e sicuro e di limitare i potenziali rischi durante il lavoro.

Le valutazioni del rischio sul posto di lavoro, che tengono conto di tutti i possibili rischi professionali, sono obbligatorie e devono essere eseguite da tutti i datori di lavoro in Europa.

Rimangono fermi tutti i doveri a carico dei datori di lavoro, che comprendono la prevenzione dei rischi professionali, l'informazione e la formazione.

**Poste queste premesse, devono essere considerati i possibili rischi legati all'uso di esoscheletri in luoghi di lavoro specifici.**

**I potenziali rischi di esoscheletri negli ambienti di lavoro sono numerosi e riguardano il loro design e la loro funzionalità. I sistemi attivi potrebbero includere difetti meccanici e tecnici. In questo caso, il malfunzionamento può portare a lesioni, poiché il meccanismo di azionamento degli esoscheletri attivi può esercitare ulteriori forze sul corpo del lavoratore.** Attualmente, è difficile classificare le forze dei dispositivi sul corpo e la loro connessione alle lesioni. Come riferimento generale, possono essere considerati i valori soglia biomeccanici dei robot collaborativi

È ipotizzabile che gli esoscheletri possano aumentare il rischio di lesioni durante uno scivolamento o un episodio infortunistico di caduta. A seconda della costruzione e del peso dell'esoscheletro, i lavoratori possono essere limitati nella loro naturale libertà di movimento. Ciò rende difficile ripristinare l'equilibrio attraverso movimenti compensatori in caso di caduta.

Inoltre, si devono considerare possibili collisioni tra un esoscheletro e attrezzature di lavoro, robot o macchine edili. In questo contesto, sono state eseguite simulazioni al computer per studiare le applicazioni pratiche degli esoscheletri in ambienti di fabbrica virtuali.

I progettisti dovrebbero considerare anche che il lavoratore deve poter togliere l'esoscheletro con velocità in situazioni di gestione delle emergenze.

**Occorre considerare che potrebbero verificarsi punti di pressione in quelle aree in cui esso è attaccato al corpo. Ciò può causare disagio nel tempo. Inoltre, è ipotizzabile che la pressione esterna sui vasi sanguigni, causata da cinghie o cinture, riduca il flusso sanguigno nella corrispondente parte del corpo.**

Infine, è possibile l'irritazione della pelle dovuta all'attrito o alle reazioni allergiche.

Sebbene esoscheletri duri siano giudicati positivamente da molti utenti, alcuni studi hanno dimostrato che la loro accettazione può diminuire nel tempo ed è fortemente correlata a disagio e usabilità. Il disagio è uno degli aspetti più difficili e può impedire un'ampia applicazione di esoscheletri nei luoghi di lavoro industriali. [1]

Indossare esoscheletri può anche portare alla stigmatizzazione sul posto di lavoro, poiché potrebbe sembrare che i lavoratori dipendano dal loro supporto nella esecuzione del lavoro.

Per quanto riguarda i **benefici** attualmente ci sono numerosi studi che dimostrano che gli esoscheletri possono ridurre lo stress fisico nelle aree del corpo locale, come le articolazioni della spalla o della colonna vertebrale inferiore. Tuttavia, allo stesso tempo, può essere rilevante che la redistribuzione dello stress fisico porti a maggiori quantità di stress in altre regioni del corpo se le forze non vengono trasferite a terra.

Le conseguenze muscolari di queste modifiche rimangono difficili da comprendere nella loro interezza senza condurre altri esperimenti. È quindi essenziale dimostrare, in ogni caso considerato, che l'assistenza da parte di esoscheletri non viene fatta a scapito di un aumento di altri vincoli biomeccanici.

Occorrono inoltre ulteriori prove circa l'interesse degli esoscheletri poiché l'unica riduzione delle forze generate dai muscoli della spalla per l'elevazione del braccio non è sufficiente a dimostrare che le strutture muscoloscheletriche saranno interamente preservate mediante l'uso di un esoscheletro.

### **Sfide aperte per la salute e sicurezza nei luoghi di lavoro**

Per garantire un buon ambiente di lavoro, è necessario prendere in considerazione misure tecniche,

organizzative e individuali, in conformità con la direttiva quadro 89/391/CEE.

In termini di impatto è obbligatoria un'applicazione gerarchica: quando tutte le misure tecniche sono state esaurite, ad esempio l'uso di ausili per il sollevamento o la riprogettazione di un posto di lavoro, devono essere presi in considerazione aspetti organizzativi come la riorganizzazione dei processi di lavoro. Infine, possono essere prese in considerazione misure personali per proteggere i lavoratori.

Gli studi futuri dovranno chiarire soprattutto le conseguenze di lungo termine degli esoscheletri sulla salute del lavoratore, che attualmente non sono state approfondite, anche sulla base di parametri psicologici e biomeccanici.

**Lo studio dell'Agencia Europea per la salute e sicurezza evidenzia in conclusione che, quando si decide di ricorrere all'uso di esoscheletri, essi debbano essere utilizzati come supporto all'attività del lavoratore e non per migliorare la produttività. Tuttavia gli interessi economici paiono rendere prioritario un approccio alla questione più orientato alla performance, facendo passare in secondo piano, se non addirittura dimenticando, le questioni connesse alla sicurezza dei lavoratori.**

### **Paola de Vita**

Dottore di ricerca in Relazioni di lavoro internazionali e comparate

[1] De Looze, M. P., Bosch, T., Krause, F., Stadler, K. S. and O'Sullivan, L. W. (2016). *Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load*. Ergonomics, 59 (5), 671-681.