



# Sicurezza del macchinario

## Principi ergonomici di progettazione

✎ Massimo e Roberto Granchi, Marco Readelli - mtrm consulting s.r.l.

**Ecco una panoramica della norma armonizzata UNI EN 614-1 (1997) Sicurezza del macchinario - Principi ergonomici di progettazione - Terminologia e principi generali. Essa riporta alcuni principi di base per incominciare a comprendere come davvero l'ergonomia possa essere un fattore decisivo per la sicurezza e il benessere del lavoratore**

### **Ergonomia e sicurezza**

Se i sistemi di lavoro vengono progettati tenendo in considerazione i principi ergonomici, aumenta la loro sicurezza, la loro efficacia e la loro efficienza; in sostanza, si potrebbe affermare che in questo modo migliorano le condizioni di lavoro e la qualità della vita. Come si è avuto modo spesso di sottolineare, anche dal punto di vista della sicurezza delle macchine, tuttavia, è importante che gli aspetti ergonomici, come quelli in generale relativi alla sicurezza, siano implementati a livello progettuale; tutte le soluzioni ergonomiche e di sicurezza implementate in fasi successive portano a costi maggiori e a risultati, nella maggior parte dei casi, più scadenti. Giova ricordare che l'ergonomia si riferisce a un campo multidisciplinare delle scienze e loro applicazioni, che si occupa della comprensione delle interazioni tra l'uomo e gli altri elementi di un sistema e, al contempo, applica teorie, principi, dati e metodi di progettazione per ottimizzare il benessere dell'individuo e le prestazioni

complessive del sistema stesso. La norma armonizzata *UNI EN 614-1 (1997) Sicurezza del macchinario - Principi ergonomici di progettazione - Terminologia e principi generali* guida, nella fattispecie, i progettisti nell'applicazione dell'ergonomia alla progettazione dei sistemi di lavoro. Come sistema di lavoro si intende una o più persone e l'attrezzatura di lavoro che agiscono insieme per eseguire il compito del sistema, nello spazio di lavoro, nell'ambiente di lavoro e nelle condizioni imposte dai compiti lavorativi. La norma UNI EN 614-1 (1997) può, quindi, essere considerata, e non a torto, parte del bagaglio fondamentale dei progettisti di macchine (in particolare, ma non solo), insieme alle altre norme di base, quali:

- UNI EN ISO 12100-1 (2005) - Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione - Parte 1: Terminologia di base, metodologia;
- UNI EN ISO 12100-2 (2005) - Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progett-



tazione - Parte 2: Principi tecnici;

- UNI EN 1050 (1998) - Sicurezza del macchinario - Principi per la valutazione del rischio.

Nella progettazione mirata agli aspetti ergonomici è importante tener conto delle capacità, delle abilità, dei limiti e delle necessità umani: infatti, è fondamentale ricordare sempre che centro dell'attività progettuale è l'Uomo e ogni deviazione da questo centro porta a successive difficoltà di gestione del sistema di lavoro. In un'ottica di questo tipo, un'attrezzatura di lavoro, tuttavia, è solo uno dei componenti del sistema di lavoro e, teoricamente e idealmente, non dovrebbe essere considerata in modo separato. Un progetto valido parte dall'operatore e tiene conto di come si prevede che vada a interagire con l'attrezzatura di lavoro e di come, a sua volta, l'attrezzatura di lavoro si integri nel sistema nel suo complesso.

### La norma armonizzata UNI EN 614-1

Essa stabilisce, quindi, i principi ergo-

nomici da seguire durante il processo di progettazione delle attrezzature di lavoro, in particolare del macchinario. Tali principi ergonomici sono tali da poter essere applicati anche alle attrezzature a uso privato e, in generale, dal punto di vista formativo, possono risultare un'ottima base di partenza per riuscire a destreggiarsi nell'orizzonte vasto dell'ergonomia applicata. La progettazione ergonomica deve prendere in considerazione l'interazione tra l'operatore e l'attrezzatura di lavoro in tutte le fasi di vita dell'attrezzatura stessa (trasporto, installazione, utilizzo, regolazione, manutenzione, pulizia o riparazione). Per questo motivo, uno dei punti di partenza fondamentali in quest'ottica è sicuramente l'analisi dei compiti. Il progettista (o i progettisti) deve identificare, infatti, tutti i compiti che gli operatori dovranno eseguire (per esempio, caricamento delle materie prime, azionamento di determinati dispositivi di comando, verifica di determinati parametri del processo), componendoli negli atti elementari (per esempio, prendere, de-

positare, spostare, azionare, controllare). Tali compiti e atti elementari saranno analizzabili secondo i principi generali indicati nel seguito.

- **Antropometria e biomeccanica, le dimensioni del corpo:** l'attrezzatura di lavoro deve essere progettata con particolare riguardo alle dimensioni del corpo della popolazione prevista di operatori, tenendo conto delle dimensioni del corpo (sia statiche, sia dinamiche, con abbigliamento e/o dispositivi di protezione individuale appropriati) di adulti, bambini e anziani (in particolare, ovviamente, se l'attrezzatura è destinata a un mercato non professionale), della gamma delle dimensioni del corpo e dei movimenti articolari, delle distanze di sicurezza, delle dimensioni necessarie per garantire l'accesso (per l'uso, la pulizia, la riparazione e la manutenzione); la norma sottolinea, per esempio, che, nel caso in cui sono in gioco aspetti di salute e sicurezza, nel considerare una popolazione prevista di operatori, è necessario fare riferimento almeno al 1° e/o 99° percentile.



– **Antropometria e biomeccanica, la postura:** nella gestione dell'attrezzatura di lavoro (durante tutte le fasi della sua vita), le posture di lavoro dell'operatore devono essere tali da non provocare alcun effetto lesivo all'individuo.

– **Antropometria e biomeccanica, i movimenti del corpo:** l'attrezzatura di lavoro deve essere progettata in modo da permettere al corpo o a parti del corpo di muoversi con traiettorie e ritmi di movimento naturali. In particolare, si deve evitare che l'operatore effettui movimenti frequenti o prolungati che richiedano angolazioni estreme delle articolazioni; l'attenzione della medicina del lavoro, in merito, si concentra recentemente sulle cosiddette patologie muscolo-scheletriche degli arti superiori (comprese, nel mondo anglosassone, nella categoria dei WMSD, *Work related MusculoSkeletal Disorders*) che hanno avuto una diffusione sempre più ampia. In quest'ottica, prevedere già a livello progettuale l'analisi dei movimenti necessari per l'interazione con l'attrezzatura di lavoro porta sicuramente a benefici notevoli in merito alla prevenzione di patologie muscolo-scheletriche degli arti (in particolare, di solito, quelli superiori).

– **Antropometria e biomeccanica, la forza fisica:** nella gestione dell'attrezzatura di lavoro (durante tutte le fasi

della sua vita), la forza fisica richiesta deve essere mantenuta a un livello accettabile (è stata creata, in merito, un'intera serie di norme armonizzate, le EN 1005).

– **Capacità mentali:** è necessario, infatti, che la progettazione delle modalità di interazione di un'attrezzatura di lavoro e dell'operatore, tenga in considerazione le sue capacità cognitive, evitando, per esempio, sovraccarichi o sottocarichi delle capacità mentali degli operatori previsti e facendo in modo che tutte le informazioni necessarie per effettuare i compiti lavorativi siano quanto più possibile facilmente e prontamente accessibili all'operatore.

– **Interfaccia uomo-macchina:** nella progettazione degli indicatori e dei segnali dell'attrezzatura di lavoro è necessario tenere in considerazione le caratteristiche della percezione umana. Invece, nella progettazione dei dispositivi di comando bisogna fare riferimento alle caratteristiche fisiologiche (e in particolare il movimento) delle parti del corpo utilizzate per azionarli (mani, dita, piedi o altre parti del corpo) e bisogna anche considerare i requisiti di velocità, precisione e forza. Una corretta progettazione dell'interfaccia uomo-macchina può essere fondamentale per evitare errori umani e/o minimizzare i loro effetti (è stata creata, in merito, un'intera serie

di norme armonizzate, le EN 894).

– **Ambiente fisico di lavoro:** la progettazione dell'attrezzatura di lavoro deve tener conto degli effetti che eventuali emissioni dell'attrezzatura (rumore, vibrazioni, illuminazione, emissioni termiche, materiali pericolosi e radiazioni) possono avere sull'operatore o nell'ambiente di lavoro.

– **Processo di lavoro:** nella progettazione dell'attrezzatura di lavoro si deve considerare il modo in cui l'attrezzatura di lavoro deve essere utilizzata e la divisione delle funzioni tra operatore e attrezzatura di lavoro, considerando, in particolare, le interazioni tra questi elementi differenti.

### Integrazione dei principi ergonomici nel processo di progettazione

È possibile considerare il processo di progettazione secondo quattro stadi principali consecutivi:

1. sviluppo e definizione delle specifiche (il progettista definisce e sviluppa le specifiche del sistema per stabilire un elenco di requisiti da soddisfare);
2. preparazione di uno schema (o schemi) di progetto (il progettista affina le idee iniziali fino al punto in cui è possibile fare una scelta su quella (o quelle) che è possibile sviluppare ulteriormente);





re agli operatori (per esempio, istruzioni per l'uso);

**6.** determinare le esigenze di formazione per gli operatori;

**7.** scegliere il metodo di valutazione degli aspetti ergonomici (confronto con le norme armonizzate, progettazione assistita da calcolatore, simulazione del compito di lavoro o dell'ambiente di lavoro);

**8.** valutare il progetto specifico con il metodo scelto precedentemente;

**9.** valutare i risultati dell'analisi svolta;

**10.** valutare con gli operatori (a un certo punto della progettazione, infatti, sarebbe ideale far intervenire chi poi utilizzerà effettivamente l'attrezzatura);

**11.** valutare i risultati delle prove con gli operatori ed effettuare le modifiche.

**3.** preparazione del progetto dettagliato (il progettista sviluppa gli schemi proposti finché può essere scelta una singola bozza di progetto e possono essere prodotte specifiche di progetto dettagliate),

**4.** realizzazione (il progettista perfeziona i dettagli di progetto e presenta il progetto definitivo)

In ciascuna di queste fasi devono essere considerati i principi ergonomici precedentemente indicati. Come già affermato, è nella fase di sviluppo e definizione delle specifiche che l'analisi ergonomica, se applicata correttamente, porta i maggiori benefici. Nelle altre fasi è possibile verificare se eventuali modifiche dell'attrezzatura portano, comun-

que, a un rispetto dei principi ergonomici o se risulta necessario intervenire con modifiche in merito oppure è possibile verificare se è possibile ottimizzare ulteriormente gli aspetti ergonomici. Per avere un'idea delle azioni ergonomiche da intraprendere durante il processo di progettazione, la norma UNI EN 614-1 riporta una tabella riassuntiva con gli undici punti seguenti:

**1.** stabilire le specifiche assegnate;

**2.** determinare la popolazione degli operatori;

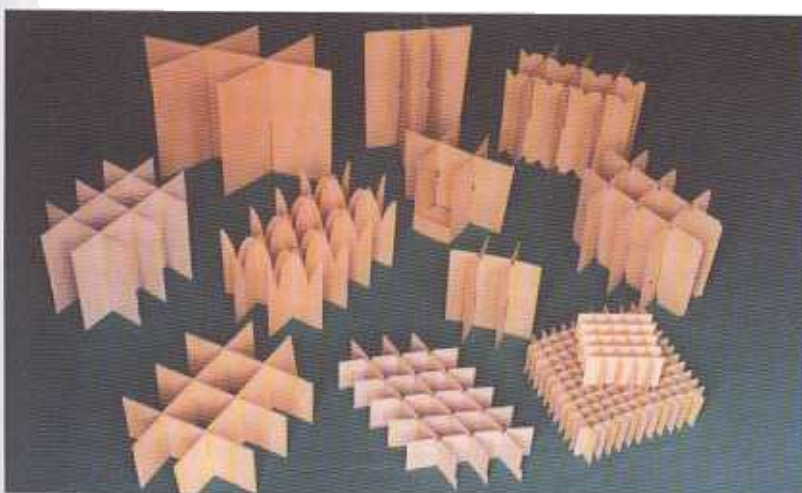
**3.** eseguire l'analisi dei compiti;

**4.** identificare quali sono i dati ergonomici che possono risultare utili per migliorare o ottimizzare i compiti;

**5.** stabilire la documentazione da fornir-

## Conclusioni

La norma armonizzata UNI EN-614-1 ci permette, quindi, di integrare in maniera ottimale i principi ergonomici all'interno del processo di progettazione in modo da ottenere i migliori risultati possibili in termini di interazione uomo-macchina; questa interazione migliorata, abbiamo visto, porta non solo a un livello di sicurezza aumentato, ma anche a un aumento del benessere vero e proprio dell'operatore sul posto di lavoro.



**L'ALVEARE**



*Alveari in cartoncino teso  
e cartone ondulato*

Via Vialetti, 178/180 - 36020 Campolongo sul Brenta (VI)  
Tel. 0424 558258 Fax 0424 558853  
Internet: [www.alveare.com](http://www.alveare.com) E-mail: [info@alveare.com](mailto:info@alveare.com)