



LAVORARE ERGONOMICAMENTE IN SICUREZZA

SICUREZZA ED ERGONOMIA

1 CONFORMITÀ AGLI STANDARD EUROPEI

La qualità e l'affidabilità delle soluzioni *Famatec* sono garantite da una accurata gestione dei processi, naturale conseguenza di una moderna organizzazione.

L'azienda, certificata sin dal 1999, risponde ai requisiti della *UNI EN ISO 9001: 2008*, nell'ottica di raggiungere in primis l'obiettivo fondamentale che si concretizza *nella soddisfazione del cliente*, attraverso un forte impegno della Direzione e il miglioramento continuo, condizione operativa normale, ottenuto dalla coesione di gruppi di persone caratterizzate dalla volontà di esprimersi sinergicamente al meglio, unendo esperienza e capacità.

La **qualità**, garantita da *Famatec* attraverso la rispondenza ai requisiti dettati dalla *UNI EN ISO 9001: 2008*, costituisce un punto imprescindibile compreso nella *regola dell'arte* per ottenere i migliori livelli di progettazione e realizzazione del prodotto.

Le soluzioni ad azionamento pneumatico prodotte da *Famatec* funzionano alimentate esclusivamente con un fluido non pericoloso del gruppo 2 e sono realizzati in conformità alle seguenti direttive:

- la Direttiva Macchine 2006/42/CE, recepita in Italia con il Decreto Legislativo 27 gennaio 2010 n. 17.

Nel caso in cui venga richiesta la realizzazione di soluzioni da mettere in esercizio in ambiente "antideflagrante", *Famatec* produce soluzioni conformi alla seguente direttiva:

- la Direttiva ATEX 94/9/CE *recepita in Italia con il DPR 126/98 e successive modifiche e integrazioni.*

Su ogni macchina prodotta da *Famatec*, la presenza della marcatura CE ne notifica l'ottemperanza a tutte le Direttive sopra menzionate.

1.1 PRESUNZIONE DI CONFORMITÀ AI REQUISITI ESSENZIALI DI SALUTE E SICUREZZA

In termini di sicurezza ed ergonomia, *Famatec* progetta soluzioni seguendo strettamente le strategie dettate dalle *Norme Armonizzate* attualmente in vigore nelle quali si rispecchia l'attuale "*Stato dell'arte e della tecnica*", attivando il principio di presunzione di conformità ai requisiti essenziali di sicurezza dettati dalle suddette direttive.

Ogni manipolatore è consegnato al Cliente completo e pronto per essere installato, montato e messo in funzione, dopo aver superato, durante le fasi di collaudo interno al nostro stabilimento, **tutte le prove di sovraccarico**, in conformità alla suddetta legislazione vigente. L'effettuazione di tali prove è attestata dal contrassegno di collaudo apposto sul corpo macchina.

Per la verifica di conformità sono consultate le seguenti Norme Armonizzate:

Lo stato dell'arte della tecnica si rispecchia nei contenuti delle Norme Armonizzate; tali norme spiegano le regole dell'arte e dell'avanzamento tecnologico, rapportate al momento della loro pubblicazione e il loro utilizzo è di fondamentale importanza durante la progettazione, dato che la gestione della sicurezza in questa fase si rivela al progettista molto più articolata e complessa rispetto a quanto imposto dalla direttiva macchine.

Famatec segue rigorosamente la procedura secondo la quale l'analisi dei rischi è condotta non solo al termine delle attività di progettazione, ma anche durante la stessa a intervalli ben stabiliti. In questo modo, il team di progettazione è in linea con l'ottenimento di soluzioni progettuali che eliminano o riducono al massimo il livello di rischio ottemperando al principio di integrazione della sicurezza. Il riferimento normativo, seguito per effettuare la detta analisi, riguarda le norme **UNI EN 12100, UNI EN 14238 e UNI EN 983**.

Per soddisfare ai requisiti di sicurezza relativi agli impianti pneumatici, **Famatec**, conformemente alla **UNI EN 983**, rispetta i seguenti principi:

- *I componenti pneumatici sono scelti in modo tale da garantire la massima sicurezza e affidabilità della macchina; in particolare, i test di collaudo accertano il loro buon funzionamento in tutti gli usi previsti dall'utilizzatore.*
- *Il reparto di progettazione dà particolare importanza all'ideazione dello schema pneumatico seguendo il criterio per cui il guasto di un singolo componente non deve comportare situazioni di pericolo per l'operatore, tenendo conto di tutte le prevedibili possibilità di funzionamento e di uso della macchina.*
- *Ogni soluzione è dotata di serbatoio di sicurezza, per cui l'inserimento/l'interruzione oppure l'interruzione/riattivazione dell'alimentazione non dà luogo a pericolo; in particolare, il serbatoio di sicurezza ovvia il problema della riduzione dell'alimentazione.*
- *Il montaggio del filtro regolatore su tutti i manipolatori garantisce la limitazione delle eventuali sovrappressioni di alimentazione; di conseguenza, ogni parte o componente dell'impianto è protetta da sovraccarichi derivanti da eccessive pressioni di alimentazione.*
- *La presenza, in ogni impianto, della valvola di sicurezza garantisce il fatto che nessuna perdita interna o esterna dà luogo a pericolo.*
- *L'impianto pneumatico è montato all'interno di una cassetta tenendo conto del fatto che tutte le regolazioni devono essere accessibili; tali regolazioni, come quelle montate sugli azionatori pneumatici fuori dalla detta cassetta, possono essere effettuate in condizioni di sicurezza.*
- *Il filtro regolatore, dispositivo con valvola di non ritorno, scarico condensa e rubinetto di chiusura alimentazione del manipolatore pneumatico, garantisce l'isolamento*

positivo della macchina dalla fonte di alimentazione e, attraverso la valvola di non ritorno, il sicuro momentaneo funzionamento della macchina anche nel caso in cui si abbia l'intercettazione dell'alimentazione.

- *Il manipolatore non scarica sostanze pericolose per la salute dell'operatore e il livello di rumore è sotto i 70 dB.*
- *La rete di tubazioni all'interno delle cassette pneumatiche è progettata in modo tale da sistemare i componenti in conformità con etichette di identificazione.*
- *Tutte le tubazioni montate su macchina e attrezzatura di presa sono ubicate utilizzando adeguate protezioni in modo tale da evitare danneggiamenti prevedibili; la sistemazione delle tubazioni, in particolare, non ostacola le operazioni di regolazione, riparazione e sostituzione.*
- *Le operazioni di installazione e trasporto dell'impianto pneumatico sono effettuate in ambiente pulito tale da garantire che ogni componente sia esente da materiali estranei dannosi.*
- *Tutte le tubazioni, sia sul corpo macchina sia sull'attrezzatura di presa, sono opportunamente sopportate a intervalli per tutta la loro lunghezza.*
- *La progettazione dell'impianto pneumatico è eseguita tenendo conto delle condizioni ambientali di funzionamento del manipolatore.*
- *La progettazione dell'impianto pneumatico è eseguita in modo tale che l'accoppiamento e il disaccoppiamento dei raccordi rapidi non comporti condizioni di pericolo: in particolare, dall'impianto non si verificano espulsioni pericolose di particelle e/o aria compressa ad alta pressione.*
- *L'installazione dei tubi flessibili è effettuata in modo tale da evitare brusche flessioni, abrasione e tensioni del flessibile stesso; questo, in particolare, quando i tubi alimentano parti mobili in movimento: in ogni caso, il raggio di curvatura del flessibile è sempre maggiore di quello minimo raccomandato. Inoltre, il montaggio di giunti girevoli garantisce di effettuare rotazioni di organi della macchina senza soluzione di continuità in totale sicurezza.*
- *Gli attuatori rotativi e i sistemi riduttori montati sull'attrezzatura di presa sono protetti da apposite coperture per prevenire situazioni di pericolo per il personale.*
- *La progettazione dei supporti per il funzionamento dei cilindri pneumatici e la scelta degli stessi cilindri, in funzione della corsa e del carico applicato, è eseguita prestando particolare attenzione a minimizzare fenomeni di eccentricità con carichi di punta e la presenza di sollecitazioni di taglio.*
- *I componenti montati sui cilindri pneumatici, e gli elementi di sostegno dei cilindri stessi, sono sicuramente fissati in modo tale da evitare pericoli derivanti da eventi di allentaggio.*

- *Lo scarico dell'aria dei cilindri a semplice effetto non comporta pericolo per le persone.*
- *Nel caso in cui il livello di pressione sonora supera il livello stabilito dalla normativa, sul manipolatore pneumatico è previsto il montaggio di opportuni silenziatori in modo tale da mantenere il rumore al di sotto del valore di soglia; il montaggio di tali silenziatori non comporta pericolo per le persone.*
- *Lo stelo dei cilindri del corpo macchina è protetto da appositi soffietti.*
- *L'impianto pneumatico è sottoposto a prove di pressione e funzionali allo scopo di verificare la conformità con i requisiti di sicurezza; in particolare, tali prove sono consequenziali al collaudo della macchina, secondo quanto stabilito dalla direttiva vigente.*

In specifico, il circuito pneumatico di comando può essere dotato dei seguenti dispositivi di sicurezza sotto riportati:

1.2 PRINCIPALI SOLUZIONI PNEUMATICHE OFFERTE DA **FAMATEC**

- **Apertura e chiusura a impulsi (o progressiva)**
Consente all'operatore di prelevare o rilasciare il prodotto in zone con posto limitato o ingombri; utilizzata, per esempio, nella presa o rilascio del prodotto da o in scatole, in processi di "pallettizzazione". In queste applicazioni, da una parte la corsa massima della pinza deve spesso essere significativamente elevata, per poter effettuare la presa di prodotti dimensionalmente molto diversi, e dall'altra il rilascio di tali prodotti in zone a spazio limitato richiede il controllo diretto sull'apertura della pinza (con sistema tradizionale, la pinza si apre fino a fine corsa).
- **Bicomando di contemporaneità'**
L'operatore per eseguire la presa o il rilascio del prodotto da movimentare è obbligato a premere contemporaneamente una coppia di pulsanti. Si evita così la possibilità, con bicomando, che l'operatore possa bloccare – "ponticellare" un pulsante e utilizzare solamente l'altro per eseguire le operazioni di presa o rilascio, in favore della massima garanzia di sicurezza.
- **Leva presenza operatore**
In alternativa al selettore freni, la leva presenza operatore è montata su una delle maniglie della "console" di comando, per disinserire i freni del manipolatore ed eventualmente anche quello dell'attrezzo (tenendola premuta i freni si sboccano); essa è indicata quando l'uso dei freni è particolarmente frequente. La leva presenza operatore può essere utilizzata anche come bi-comando per lavorare in sicurezza, ossia, accoppiandola in serie a un altro pulsante, l'operatore deve utilizzare necessariamente entrambe le mani per attivare il funzionamento del pulsante.
- **Tasto a fungo con funzionamento ad aggancio**
Utilizzato per azionare i freni o per bloccare una movimentazione. Azionato premendolo e disarmato ruotando il corpo dello stesso.
- **Freni indipendenti**
Si possono eventualmente azionare i freni in maniera indipendente aiutando l'operatore ad un ciclo di lavoro distinto.
Nel caso di manipolatore su vie di corsa, l'azionamento dei freni della macchina può essere indipendente da quello dei freni montati sul carrello delle vie di corsa. In questo modo, oltre alla classica frenatura indipendente del carrello, è possibile effettuare al momento dello spostamento un bloccaggio di tutti gli assi del manipolatore, facilitando lo scorrimento dello stesso sulle vie di corsa.
- **Motorizzazione**
La traslazione del carrello manipolatore può essere servita da una motorizzazione pneumatica comandata nel movimento AVANTI o INDIETRO attraverso specifici comandi posti sulla maniglia comandi attrezzo. Il movimento della motorizzazione può essere controllato attraverso appositi sensori di fondo linea od intermedi per compiere

automaticamente l'avanzamento o arretramento del carrello fino a nuovo stop (sensore).

- **Sensori di fine corsa o preallarme**
Possono venir applicati in prossimità di fondo linea o ostacoli per avvertire, tramite segnale acustico o sirena, l'avvicinarsi di ostacoli fino ad arrestare la linea per evitare collisioni.
- **Segnale acustico di calo pressione**
Avvisatore acustico, che avvisa l'abbassarsi al di sotto di una soglia prestabilita della pressione al manipolatore; l'operatore finirà il ciclo e controllerà l'anomalia di alimentazione.
- **Sensore presenza pezzo**
La pinza può eseguire la presa solamente in una corretta posizione, letta da questo sensore che ne dà il consenso. Non può essere utilizzato in caso di chiusura o apertura ad impulsi.
- **Sensore di consenso bilanciatura**
Il suo impegno consente la funzione di entrata in bilanciatura sia a preselettore – regolatore sia a leva dopo la corretta presa. Può esercitare la sua funzione sia posizionato (con un sistema di rinvio) sul prodotto, sia su un cilindro (per segnalare una presa irregolare – chiusura del cilindro eccessiva = presa in posizione non corretta).
- **Sensore bilanciatura a vuoto**
Utilizzato in situazioni di testine intercambiabili esso permette la corretta bilanciatura a vuoto delle varie tipologie di pinza (che possono diventare ganci o anche ventose).
- **Sensore limitazioni di portata**
Utilizzato nel caso ad esempio di intercambio ganasce o parte di pinza con gancio per il sollevamento di pesi differenti in base alla struttura meccanica dell'assieme.
- **Sensore limitazione forza serraggio pinza**
Utilizzato in un possibile intercambio ganasce per limitare la forza di chiusura per non deteriorare il prodotto.
- **Sensori inserimento bilanciatura a carico**
Eccitando il corrispettivo sensore è possibile avere automaticamente (dopo aver effettuato la presa) la corrispettiva bilanciatura a carico.
- **Regolatore forza di serraggio**
Utilizzato per poter regolare la forza di chiusura pinza in modo da garantire una presa in sicurezza senza deteriorare il prodotto.
- **Selettore impianto promisquo**
Possibilità di utilizzo dei stessi comandi di presa e rilascio per le varie tipologie di testine (esempio di gancio – pinza – eiettore).

- **Tipologia impianto con regolatore di portata**
Viene utilizzato quando il carico da movimentare ha lo stesso peso (con possibilità di poter variare la portata tramite lo stesso regolatore). Utilizzato anche quando si richiede una precisione di movimentazione.
- **Tipologia impianto con preselettore**
Come per il regolatore, ma in più si ha la possibilità di segnare sull'apposito disco graduato il giusto posizionamento per ogni singolo PRODOTTO.
- **Tipologia impianto a leva salita discesa o pulsanti**
Azionando i comandi è possibile sollevare e abbassare il carico , adatto quando si hanno molti prodotti di peso differente (non ideale quando dal piccolo al grande la differenza è grande).
- **Regolazione di velocità**
E' possibile tramite un pulsante separato avere il comando di salita o di discesa più lento o più veloce .
- **Tipologia leva - pulsante**
Movimentazione come sopra descritto in più la possibilità di memorizzare la bilanciatura a carico tramite un pulsante così da effettuare movimentazioni come per un impianto con regolatore (o quasi).
- **Tipologia impianto bilanciatura automatica**
Premendo i pulsanti di presa dopo la corretta entrata in bilanciatura rilasciandoli l'impianto è correttamente bilanciato a carico a seconda del peso da movimentare.
- **Esclusione ventose**
Le ventose possono essere escluse tramite “ rubinetti” su ogni singola ventosa o pulsanti.
- **Riduzione portata ventose**
Oltre all'esclusione delle singole ventose è possibile in corrispondenza diminuire la porta del manipolatore per restare nel valore di portata in sicurezza delle stesse.
- **Doppio impianto del vuoto**
Si utilizza solitamente nelle movimentazioni di vetri, in modo che avendo un incrocio nell'esecuzione dell'impianto una rottura di vetro e quindi la perdita del valore di vuoto non pregiudichi la tenuta del pezzo fino al momento di rilascio (automaticamente il manipolatore viene sbilanciato per non creare danni maggiori).
- **Sbilanciamento**
In caso di perdita di vuoto si ha automaticamente per sicurezza uno sbilanciamento del manipolatore.
- **Serbatoio per il vuoto**
Utilizzato specialmente nel campo della movimentazione dei vetri, viene dato all'operatore un certo tempo (in caso di malfunzionamento o rotture anche del

prodotto) per eseguire l'operazione di rilascio senza che l'attrezzatura rilasci subito il prodotto.

- **Presenza automatica con ventose del pezzo**

Con un impianto a ventose è possibile tramite un sensore avere l'accensione della pompa del vuoto in maniera automatica (mentre per il rilascio e quindi lo spegnimento si utilizza sempre il sistema classico a pulsanti).

2 PRINCIPI GENERALI DI ERGONOMIA

Il rispetto dei principi dell'ergonomia è un aspetto fondamentale da prendere in considerazione in fase di progettazione di un manipolatore pneumatico, secondo quanto stabilito dal punto 1.1.6 della Direttiva Macchine; in particolare, tale punto esplicita che nelle condizioni d'uso previste devono essere ridotti al minimo possibile il disagio, la fatica e le tensioni psichiche e fisiche dell'operatore, tenendo conto dei seguenti principi:

- **La variabilità delle dimensioni fisiche, della forza e della resistenza dell'operatore;**
- **La presenza dello spazio necessario per i movimenti delle parti del corpo dell'operatore;**
- **Evitare un ritmo di lavoro condizionato dalla macchina;**
- **Evitare un controllo che richiede una concentrazione prolungata;**
- **Adattare l'interfaccia uomo-macchina alle caratteristiche prevedibili dell'operatore;**

Famatec progetta soluzioni pneumatiche con la prerogativa di **adattare la macchina all'uomo**, in altre parole, il concepire una attrezzatura di presa per la movimentazione di manufatti parte dall'analisi delle caratteristiche del tipo di persona che deve utilizzarla: al centro della progettazione ergonomica è posizionato quindi l'operatore che dovrà utilizzare la macchina. In tal modo, l'analisi della soluzione si basa su un sistema uomo-macchina con la prerogativa di rispettare i principi dell'ergonomia, condizione fondamentale per ottenere efficaci risposte da tale sistema. In questa ottica, il sistema uomo-macchina di *Famatec* si fonde, ossia da una parte la macchina è progettata tenendo conto appunto delle caratteristiche psico-fisiche (e non solo) dell'operatore, in particolare, secondo la **UNI EN 614-1**:

- **Le dimensioni del corpo**
- **La postura**
- **I movimenti del corpo**
- **La resistenza fisica**
- **Le abilità mentali**
- **Ambiente fisico di lavoro**
- **Processo di lavoro**

dall'altra per eseguire le operazioni di movimentazione con sensibilità e precisione simili a quelle che avrebbe l'operatore stesso durante il posizionamento manuale del manufatto da movimentare.

L'effetto di tutti i suddetti fattori, combinati alla frequenza e durata delle manovre, influenzano la salute dell'operatore che interagisce con il manipolatore. Per di più, la sicurezza del macchinario è migliorata rispettando anche i principi dell'ergonomia; secondo quanto stabilito dalla **EN 12100**, la riduzione dei rischi è strettamente correlata all'utilizzo di detti principi.

Seguire i principi dell'ergonomia significa, quindi, in fase di progettazione, ottenere un effetto sinergico in termini di sicurezza e benessere dei lavoratori, o, in altri termini, migliorare la sicurezza e arrivare a raggiungere nel medesimo tempo un ulteriore obiettivo; quello del benessere dei lavoratori.

2.1 DIMENSIONI DEL CORPO

L'utilizzo di un manipolatore implica tipicamente la presa e il rilascio di manufatti su altezze significativamente diverse; per evitare che tali movimenti comportino stress articolari, il manipolatore pneumatico deve essere progettato compatibilmente con le dimensioni fisiche dell'operatore e, in particolare, essere equipaggiato con sistemi di regolazione dei comandi, in modo tale da consentire allo stesso operatore di prendere la posizione ottimale durante le fasi di lavoro.

Famatec progetta l'attrezzatura di presa dedicando particolare riguardo alle dimensioni del corpo della/delle persone che la utilizzano, in particolare sia in condizioni statiche sia in condizioni dinamiche e propone conformemente alle normative vigenti:

- console di comando regolabile in altezza su guida lineare, regolazione che può essere sia manuale sia pneumatica.
- le maniglie sono conformi all'anatomia funzionale delle mani e alle dimensioni corporee, garantendo all'operatore la sicura manovrabilità dell'attrezzo nelle condizioni di migliore postura.
- la disposizione dei comandi è dettata dai criteri di sicurezza, tenendo in considerazione la facilità di azionamento manuale.

2.2 POSTURE

Le posture scomode giocano un ruolo fondamentale nell'influenzare la salute della colonna vertebrale. Per esempio, la torsione eccessiva del busto e l'inclinazione della schiena a flessione prolungati nel tempo rappresentano situazioni di caricamento stressanti per la colonna vertebrale; si parla anche di *stress muscolo-scheletrici*.

Per evitare effetti lesivi all'individuo, **Famatec** propone:

- La console di comando regolabile in altezza minimizza gli stress derivanti da condizioni di inginocchiamento o posizioni in cui l'operatore debba accovacciarsi.
- Durante l'utilizzo del manipolatore, l'operatore manovra la macchina impugnando sempre le maniglie della console di comando, evitando eventuali rischi derivanti dalla perdita di controllo della macchina in movimento.
- L'utilizzo del manipolatore pneumatico avviene sempre in posizione eretta.

2.3 MOVIMENTI DEL CORPO

Il manipolatore pneumatico è progettato prendendo sempre in considerazione il ciclo di lavoro e quindi i movimenti che deve eseguire l'operatore per effettuare le operazioni di movimentazione.

In particolare, le soluzioni *Famatec* consentono che:

- La movimentazione del manipolatore pneumatico possa avvenire liberamente passando attraverso continui cambiamenti di posizione ed evitando che l'operatore rimanga in posizioni statiche per lunghi periodi di tempo oppure che effettui movimenti frequenti.
- Nel caso in cui l'attrezzatura di presa sia stata progettata per il preciso posizionamento di manufatti a misura, di eseguire agevolmente tali operazioni in basse condizioni di sforzo muscolare, senza il raggiungimento di angolazioni estreme delle articolazioni.
- La giusta movimentazione minimizzi gli sforzi di torsione.
- La progettazione dell'attrezzatura di presa sia tale da ottenere condizioni di funzionamento per cui il corpo e parti del corpo possano muoversi secondo traiettorie e ritmi di movimento il più naturali possibile.

2.4 LA FORZA FISICA

La movimentazione di macchine che richiedono l'applicazione di forze significativamente elevate comporta effetti dannosi sul sistema muscolo scheletrico; Per ridurre al minimo questi sforzi dannosi per l'operatore, *Famatec* progetta seguendo i seguenti principi:

- Minimizzare i tempi operativi durante i quali l'operatore si trova in posizione statica sotto tensione muscolare;
- La forza fisica applicata al manipolatore è minimizzata scegliendo il più indicato dei possibili sistemi di bilanciatura ideati dal reparto di progettazione pneumatica.

Il manipolatore pneumatico funziona fondamentalmente secondo due tipi di bilanciatura:

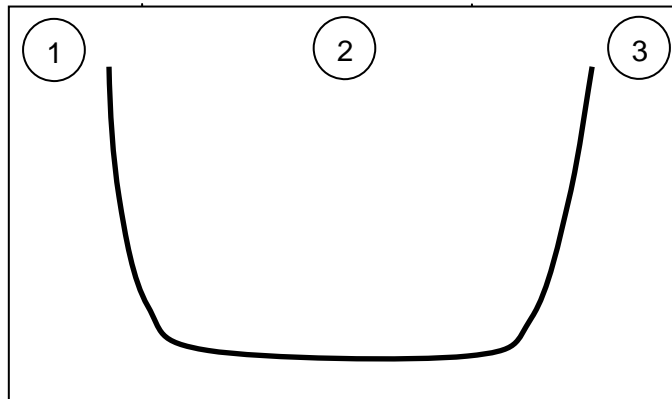
1. **bilanciatura a vuoto**
2. **bilanciatura a carico**

Durante la movimentazione della macchina in condizioni di **bilanciatura a vuoto**, l'attrezzatura di presa si trova in equilibrio dinamico e l'operatore può movimentarla in assenza di peso nello spazio; in particolare, tale moto è sopportato da cilindri di bilanciamento e cuscinetti a sfera. In questi termini, le forze in gioco sono minimizzate e di conseguenza lo sforzo dell'operatore. Lo stesso si può dire per il funzionamento durante la movimentazione del carico, ovvero in condizioni di **bilanciatura a carico**.

Per soluzioni particolarmente aggravate, ossia attrezzature di presa di dimensioni considerevoli per le quali l'inerzia diventa particolarmente importante oppure per portate molto elevate, *Famatec* propone soluzioni alternative come per esempio il montaggio di un sistema leva o pulsante di salita/discesa o simili, mediante il quale si può comandare pneumaticamente, in direzione verticale, l'attrezzatura di presa, svincolando completamente l'operatore da fenomeni di affaticamento muscolare.

Secondo il modello riportato sulla **EN 1005-4**, il rischio per la salute dell'operatore è fortemente influenzato dalla condizione di postura statica e da movimenti eseguiti ad alta frequenza, come rappresentato nella figura sottostante.

1. Postura statica
2. Movimenti a bassa frequenza
3. Movimenti ad alta frequenza



Famatec progetta soluzioni con la prerogativa di utilizzare il manipolatore pneumatico garantendo di rimanere sempre in zona 2, ossia in modo tale che la movimentazione possa essere effettuata gradualmente allo scopo di minimizzare dannosi fenomeni di inerzia e di conseguenza a frequenza completamente accettabili, senza persistere in posizioni statiche, tenendo conto dei cicli di lavoro.

2.5 CAPACITA' MENTALI

Gli elementi di comando dell'attrezzatura di presa devono essere posizionati tenendo conto anche delle capacità mentali, ossia dei processi cognitivi, emozionali e di informazione dell'operatore. Per soddisfare ai requisiti che caratterizzano il processo di interazione uomo-macchina, **Famatec** progetta tenendo conto dei seguenti principi:

- Durante l'utilizzo della macchina, l'operatore non deve essere sottoposto a sovraccarichi o sottocarichi delle capacità mentali, in altri termini la macchina deve giustamente sopportare "psicologicamente" l'operatore nello svolgimento delle funzioni di movimentazione e di comando.
- L'utilizzo della macchina avviene sotto il completo controllo da parte dell'operatore, evitando l'insorgere di stati di ansia o panico e la perdita del controllo della macchina; da questo punto di vista, il manipolatore pneumatico è regolato in modo tale da permanere staticamente nella posizione in cui viene lasciato; per di più, la presenza del freno di stazionamento, facilmente azionabile, toglie ogni tipo di pericolo e quindi di stress mentale.

- Il manipolatore pneumatico è progettato in modo tale da tollerare eventuali errori in fase di azionamento dei comandi e quindi non comportare situazioni azzardate di funzionamento; in particolare, l'utilizzo di sensori presenza pezzo e del sistema antirilascio garantiscono la massima sicurezza nell'eventualità in cui rispettivamente la presa non venga effettuata regolarmente oppure siano premuti accidentalmente i pulsanti di rilascio del manufatto.
- La console di comando è progettata in modo tale da permettere all'operatore un elevato grado di autonomia per quanto riguarda le scelte sulle operazioni da effettuare durante il ciclo di movimentazione dell'attrezzatura di presa.
- La macchina è progettata per fornire la massima flessibilità in termini di adattamento alle abilità degli operatori; in particolare, la console di comando da una risposta al bisogno di poter far utilizzare la macchina a operatori di diverse stature.

2.6 INTERFACCIA UOMO - MACCHINA

I comandi sono dotati di indicatori e segnali facilmente percettibili dall'operatore per svolgere al meglio le funzioni di movimentazione dell'attrezzatura di presa; non di meno, gioca un ruolo fondamentale la considerazione delle caratteristiche fisiologiche delle parti del corpo utilizzate per attivare i comandi assieme ai fattori che influenzano direttamente l'azione fisica di azionamento, come la forza, la velocità e la precisione.

Famatec propone quindi interfacce uomo-macchina tenendo conto che:

- I comandi sono progettati in modo tale che l'operatore possa capire con facilità le funzioni di movimentazione dell'attrezzatura e agire prontamente su pulsanti e/o leve per svolgere tali funzioni. La console di comando fornisce una descrizione dettagliata di tutte le funzioni disponibili.
- Gli indicatori e i segnali sono progettati in modo tale da essere compatibili con le caratteristiche della percezione umana.
- I comandi d'azionamento delle singole manovre sono progettati, costruiti e installati in modo tale da garantire la facile conduzione dell'attrezzo di presa (e quindi del manipolatore) e la sicurezza verso qualsiasi situazione pericolosa, nel rispetto dei principi dell'ergonomia.
- Tutti i comandi sono chiaramente visibili sulla macchina e contrassegnati con una targhetta o segno grafico indicante la corrispondente manovra; nel caso si utilizzino le targhette, le scritte sono riportate nella lingua ufficiale del Paese d'utilizzo della macchina.
- I dispositivi di comando sono ad azione manuale e agiscono direttamente sull'organo di manovra, operando nel senso normale d'intuizione e generando un movimento coerente con il comando stesso.

2.7 AMBIENTE FISICO DI LAVORO

Il funzionamento completamente ecologico dei manipolatori *Famatec* è in linea con lo sviluppo sensibile in termini di impatto ambientale.

La macchina funziona senza emettere effetti nocivi per la salute dell'operatore, in particolare, secondo i progetti adottati da *Famatec*:

- La progettazione dell'impianto pneumatico del manipolatore prevede l'installazione di silenziatori per il controllo dell'emissione acustica, attraverso i quali il livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A nei posti di lavoro si mantiene **al di sotto del valore pari a 70 dB (A)**.
- Il manipolatore pneumatico funziona senza emissioni termiche, materiali pericolosi e radiazioni.

2.8 PROCESSO DI LAVORO

In fase di progettazione del manipolatore pneumatico, la progettazione tiene rigorosamente conto del modo in cui l'attrezzatura di presa viene utilizzata all'interno del ciclo di lavoro. La divisione delle funzioni e l'esecuzione delle stesse secondo la migliore sequenza, e quindi la collocazione dei pulsanti in funzione di tale sequenza, è a fondamento della fase di ideazione della console di comando.

In altri termini, *Famatec* si prefigge sempre il compito di tradurre l'interazione uomo-attrezzatura di presa in funzioni operative conformi al lavoro che deve svolgere l'operatore all'interno del ciclo di lavoro.

3 ERGONOMIA E PROCESSO DI PROGETTAZIONE

Dai punti messi in evidenza nei precedenti paragrafi, principi dettati dagli attuali standard europei, la console di comando, come disegnata da *Famatec*, gioca un ruolo fondamentale per riuscire a essere in linea con i concetti di ottimizzazione del benessere dell'operatore e delle prestazioni complessive del sistema uomo-macchina.

Infatti, secondo la **UNI EN 894-1**, il principio fondamentale che si applica nella progettazione dell'interfaccia uomo-macchina indica la condizione che la macchina e gli elementi associati a essa devono essere adatti all'operatore e al compito assegnato; in particolare, fra gli elementi associati a essa sono compresi i dispositivi di comando e informazione.

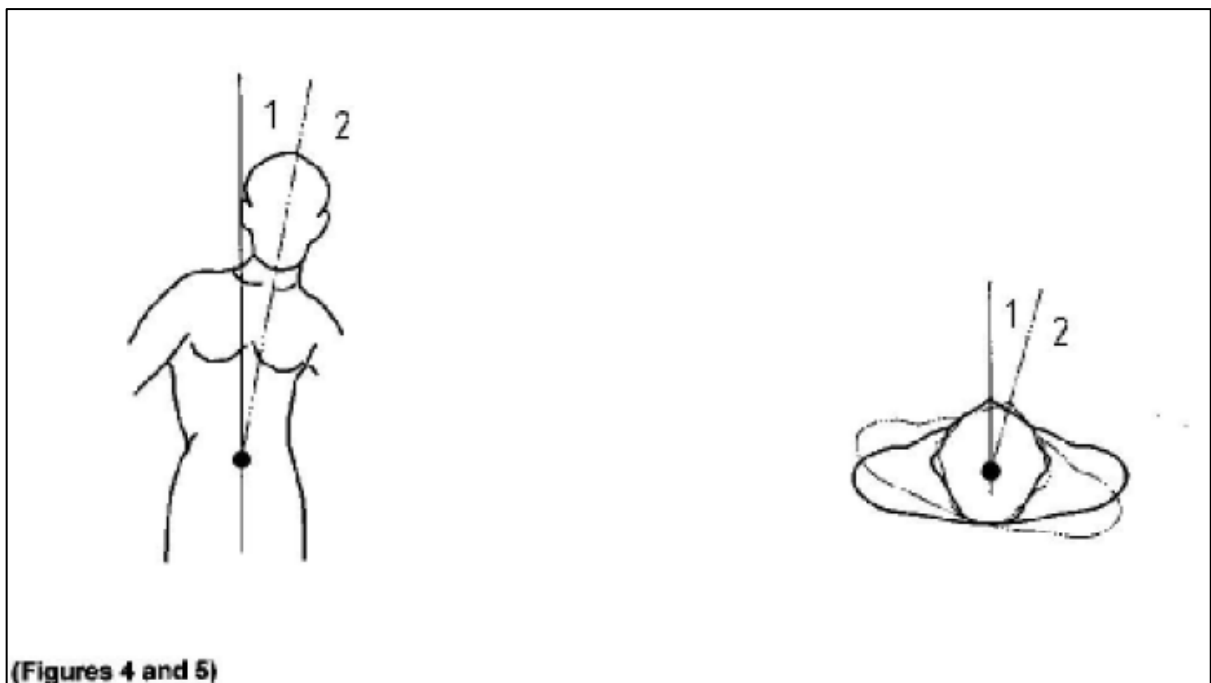
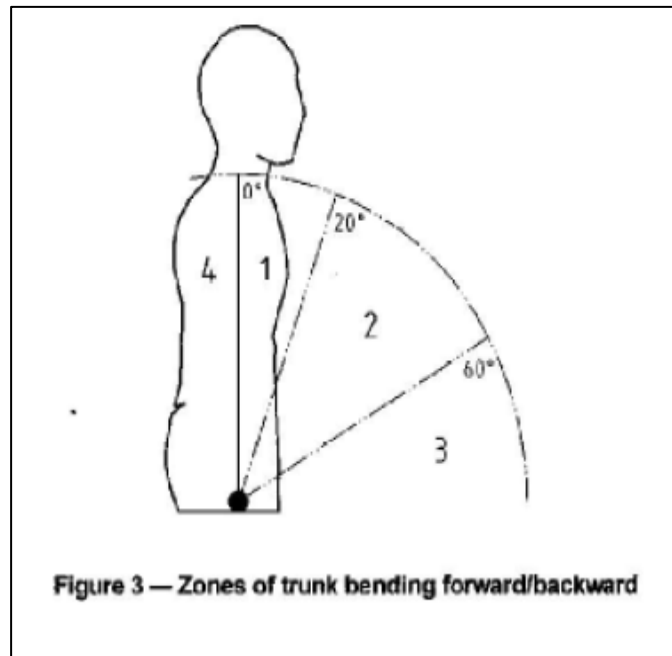
Questi elementi sono stati progettati da *Famatec* considerando le caratteristiche umane dell'operatore relativamente agli aspetti fisici, psicologici e sociali.

Al centro del processo di progettazione è collocato quindi l'operatore che utilizza il manipolatore pneumatico all'interno dell'ambiente di lavoro; da tale prerogativa, successivamente si procede considerando l'analisi dell'interazione dello stesso operatore con l'attrezzatura di lavoro e a sua volta quella con il detto ambiente di lavoro.

3.1 POSTURA DEL TRONCO

Famatec progetta l'attrezzatura di presa in funzione della postura del tronco acquisita dall'operatore durante la movimentazione; secondo quanto dettato dalla **EN 1005-4**, tale postura dovrebbe essere classificata secondo quattro zone, come rappresentato nella figura sottostante:

- Curando il "Design" dell'attrezzatura di presa e utilizzando la console di comando regolabile in altezza su guida lineare, *Famatec* è in grado di fornire un sistema uomo - macchina manovrabile in zona 1 (angolo pari a 10°), come riportato nelle figure 3,4 e 5, prese direttamente dalla suddetta norma. L'operatore può regolare l'altezza della console di comando rimanendo sempre in posizione eretta col tronco. Secondo quanto stabilito dalla **EN 1005-4**, la zona 1 rappresenta condizione ergonomicamente accettabile sia per movimenti di piegamento del tronco a frequenze $f < 2/\text{minuto}$ sia per quelli a $f > 2/\text{minuto}$.

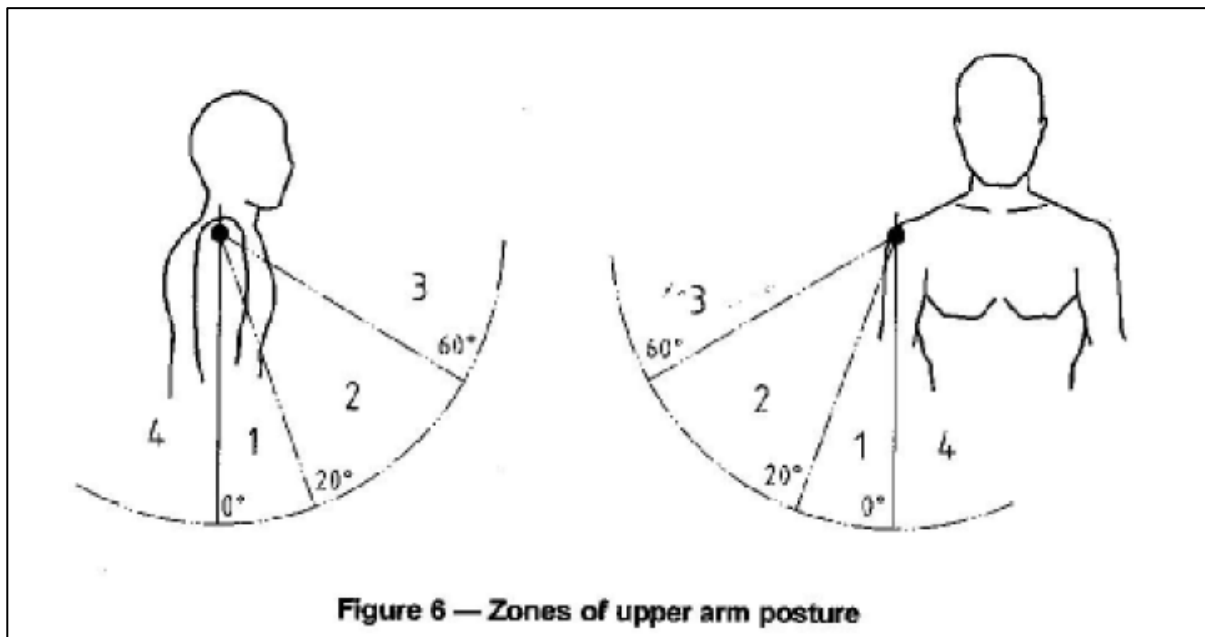


3.2 POSTURA DEL BRACCIO

La movimentazione dell'attrezzatura di presa dovrebbe essere effettuata muovendo principalmente l'avanbraccio e mantenendo il braccio all'interno della zona 1, come rappresentato in figura 6; secondo quanto stabilito dalla **EN 1005-4**, la zona 1 rappresenta

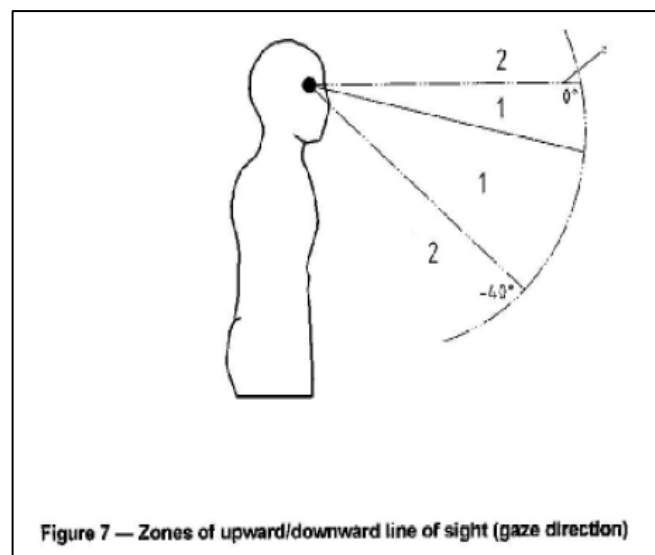
condizione ergonomicamente accettabile sia per frequenze $f < 2/\text{minuto}$ sia per quelle pari a $f > 2/\text{minuto}$.

L'utilizzo della console di comando regolabile in altezza su guida lineare prodotta da **Famatec**, consente di rimanere all'interno di questa zona anche nelle condizioni più critiche di movimentazione in termini di ergonomia, ossia per altezze di presa o di rilascio particolarmente elevate per le cui l'operatore deve alzare le braccia per effettuare le dette operazioni; abbassando la console di comando, invece, il braccio può essere mantenuto sempre in zona 1, minimizzando i fenomeni dannosi per questa parte del corpo.



3.3 POSTURA DEL COLLO E TESTA

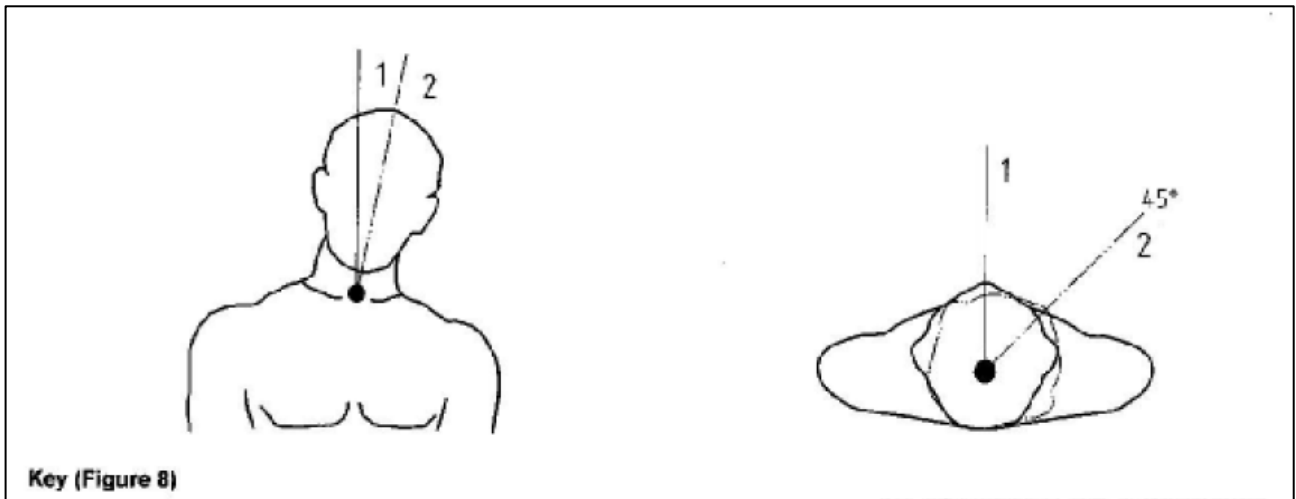
Secondo quanto suggerito dalla **EN 1005-4**, il piegamento del collo, sia in avanti sia indietro, deve essere valutato rispetto alla direzione dello sguardo fisso, ossia al centro del campo di visione. Per quanto riguarda la condizione di postura eretta, condizione sempre garantita durante la movimentazione delle attrezzature di presa, **Famatec** progetta l'escursione verticale del manipolatore pneumatico in relazione a quanto stabilito dalla **EN 1005-4**, figura 7, per rimanere all'interno della zona 1 rappresentante condizione ergonomicamente accettabile sia per frequenze $f < 2/\text{minuto}$ sia per quelle pari a $f > 2/\text{minuto}$.



3.4 PIEGAMENTO O TORSIONE DEL COLLO

Famatec propone soluzioni curando particolarmente la compattezza dell'attrezzatura di presa. La linea di telai, concepita per potersi adattare a tutte le soluzioni richieste dal cliente,

presenta caratteristiche di compattezza che rendono l'attrezzatura di presa particolarmente conforme a quanto stabilito dalla **EN 1005-4**, per quanto riguarda l'entità del piegamento e della torsione del collo; la zona 1 rappresenta condizione ergonomicamente accettabile sia per frequenze $f < 2$ /minuto sia per quelle pari a $f > 2$ /minuto. In questi termini, la progettazione compatta con caratteristiche di buona visibilità, soprattutto per l'impiego in fase di presa e rilascio, gioca un ruolo fondamentale.



Utilizzare l'attrezzatura di presa realizzata da [Famatec](#) è come dire, quindi, guidare la macchina senza impatto dannoso sulla salute dell'operatore conformemente a quanto stabilito dagli Standard Europei.