

Sicurezza nelle macchine confezionatrici di liquidi

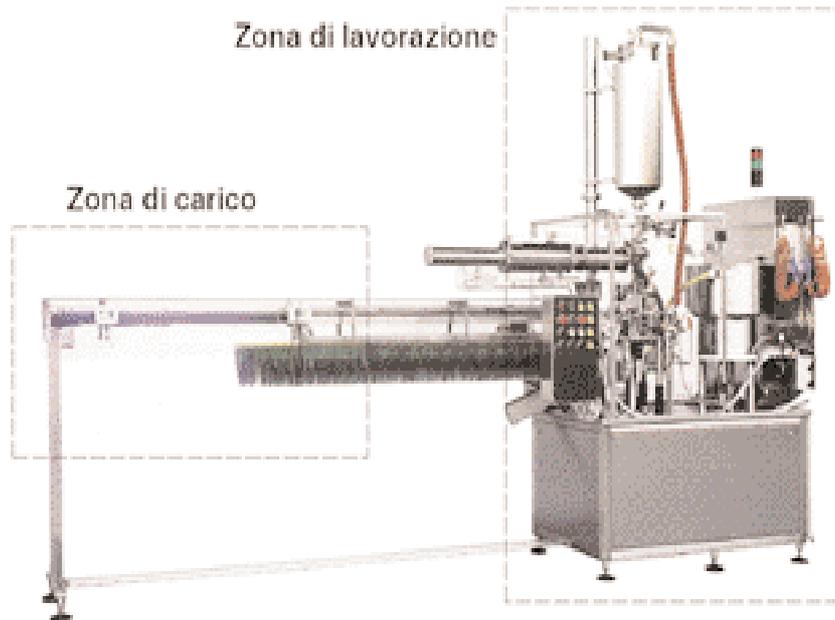


Figura 1 - La riempitrice automatica

Keyword

Valutazione del rischio, componenti di sicurezza, confezionamento

Il processo di lavorazione di liquidi alimentari coinvolge una vasta gamma di operazioni, svolte da macchine automatiche come ad esempio etichettatrici, sistemi di dosaggio, sistemi di pallettizzazione, sterilizzatrici, avvolgitrici e sistemi di riempimento e tappatura. In particolare, con l'introduzione di macchine automatiche nel processo di confezionamento di sostanze alimentari si è potuto raggiungere elevati livelli di produttività e qualità, sia dal punto di vista igienico sia di conservazione.

Il tipo di processo realizzato è il cosiddetto *hot filling*, ovvero riempimento a caldo, nel quale il prodotto viene preparato, poi riscaldato a temperature intorno a 90 °C e quindi inviato alla riempitrice che quasi immediatamente lo utilizza per riempire i contenitori. A valle della fase di riempimento esistono altre unità che continuano il trattamento termico del contenitore e del prodotto mantenendolo a temperatura elevata per tutto il tempo necessario a ridurre la carica batterica a livelli molto bassi e poi raffreddandolo rapidamente per evitare che il gusto del prodotto sia alterato. In ogni macchina che ese-

Fulvio Laguzzi, Diego Villa

I liquidi alimentari sono lavorati e confezionati in modo quasi completamente automatico, consentendo di ottenere un'alta produttività e un'elevata qualità soprattutto dal punto di vista igienico. Ciò nonostante l'intervento umano rimane indispensabile in alcune fasi del processo, ad esempio durante la manutenzione o l'impostazione dei macchinari. È quindi importante procedere a una corretta interpretazione della Direttiva Macchine e delle Normative armonizzate vigenti, al fine di rendere adeguato il livello di sicurezza della macchina stessa.

gue una fase di questo processo devono essere previsti sistemi di diagnosi e controllo dei parametri più importanti per garantire la conservazione del prodotto.

Le macchine di Robino & Galandrino

Le macchine in esame sono due. La prima esegue in modo automatico il riempimento e la sigillatura di contenitori flessibili con liquido alimentare. La seconda macchina interviene durante il processo di lavorazione dei contenitori flessibili.

Segue una breve descrizione delle due macchine e del tipo d'intervento che l'operatore deve poter effettuare, in sicurezza, durante la lavorazione o nella fase di manutenzione.

La riempitrice automatica

La macchina, denominata Chp40, esegue il riempimento di contenitori flessibili per liquidi di tipo in laminato con tappo di plastica (*Cheerpack*) e di tipo a busta (*Doypack*). I li-

quidi che possono essere utilizzati sono in pratica bevande e fluidi più o meno viscosi dell'industria alimentare, ad esempio succhi di frutta e bevande energetiche. Per affrontare uno studio approfondito della macchina, dal punto di vista della sicurezza e della tutela della salute, è necessario analizzare le funzioni svolte e le operazioni che l'operatore è tenuto a compiere. Le principali operazioni che la macchina esegue sono:

- stampa della data di scadenza;
- riempimento del contenitore;
- tappatura e controllo del tappo.

L'esecuzione delle varie operazioni avviene in modo automatico. L'intervento dell'operatore è necessario solo per la fase di carico dei contenitori vuoti, per la manutenzione e per la sorveglianza del corretto funzionamento. Queste operazioni vengono svolte essenzialmente sfruttando due zone d'accesso:

- *zona di carico*: in questa parte della macchina, libera da ripari fissi o mobili, l'operatore deve periodicamente inserire un caricatore di forma lineare contenente gli involucri vuoti. L'operazione richiede, teoricamente, l'utilizzo di entrambe le mani. In seguito, un pistone pneumatico porta automaticamente il caricatore verso la zona di lavorazione;
- *zona di lavorazione*: la parte principale è costituita dalla tavola rotante sulla quale vengono eseguite, per ogni contenitore, le operazioni di stampa, riempimento e sigillatura. Le diverse lavorazioni non richiedono l'intervento dell'operatore, il quale deve operare sulla macchina solo durante le fasi di pulizia o per la soluzione di piccoli problemi.

La macchina "organizzatrice"

La Chp-Pk è una macchina che ha il compito di organizzare la produzione dei contenitori per liquidi in modo da ridurre le operazioni da eseguire manualmente, riducendo il carico di lavoro per l'operatore e riducendo le contaminazioni che eventualmente l'operatore potrebbe introdurre. L'operatore deve periodicamente accedere alla zona d'uscita per prelevare il prodotto finito. Le zone della macchina accessibili sono essenzialmente due:

- *zona di lavorazione*: in questa zona l'operatore deve intervenire solo durante le fasi di pulizia della macchina o per la soluzione di piccoli problemi;
- *zona di scarico prodotto finito*: in quest'area è richiesto un accesso dell'operatore ogni dieci minuti circa per eseguire l'operazione di scarico del prodotto finito.



Come si arriva alla certificazione

Prima di affrontare il discorso della certificazione delle macchine in oggetto, è opportuno riassumere da un punto di vista generale i concetti espressi dalla Direttiva Macchine. Il Consiglio Europeo ha introdotto da circa quindici anni quello che viene definito "il nuovo approccio" [5], secondo il quale, attraverso una regolamentazione comune, è possibile commercializzare liberamente beni all'interno della Comunità Europea nel rispetto della sicurezza e della tutela della salute. Ciò risulta vero, nel caso delle macchine, se si rispettano i requisiti e i principi di progettazione e costruzione posti dalla Direttiva Macchine e dalle norme armonizzate.

La Direttiva Macchine

Dall'1 gennaio del 1995, la direttiva sul ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (Direttiva Macchine) impone che tutte le macchine immesse sul mercato europeo soddisfino i requisiti base di sicurezza e sanitari elencati nella suddetta Direttiva. La Direttiva attual-

Figura 2 - Zona di carico della macchina riempitrice

Figura 3 - Zona di lavorazione della macchina riempitrice



Tabella 1 - Direttiva Macchine 98/37/Ce: requisiti essenziali di sicurezza e salute

Allegato I	Requisiti essenziali per la progettazione e costruzione di macchine e componenti di sicurezza
Allegato II	Contenuto della dichiarazione Ce di conformità per le macchine e per i componenti di sicurezza
Allegato III	La marcatura Ce di conformità (requisiti grafici)
Allegato IV	Tipi di macchine (considerate pericolose) e componenti di sicurezza che richiedono particolari procedure per la certificazione
Allegato V	Requisiti particolari della dichiarazione Ce e della documentazione complementare (esempio fascicolo tecnico)
Allegato VI	Esame per la certificazione Ce da parte di un organismo notificato (modalità e procedure per la richiesta e lo svolgimento dell'esame)
Allegato VII	Criteri, limiti e requisiti che devono essere osservati dagli Stati membri per la notifica degli organismi
Allegato VIII	Dettagli sui termini di applicazione e trasposizione nel diritto nazionale della Direttiva (direttive abrogate e tempi da rispettare)

mente in vigore in Europa è la 98/37/Ce del 22 giugno 1998 che deriva dalla precedente 89/392/Ce [6], recepita in Italia con Dpr 459 del 24/9/96. Il costruttore è perciò obbligato a verificare la conformità della macchina ai *requisiti essenziali* di sicurezza e salute, sia che si tratti di costruttore di macchine sia di componenti di sicurezza immessi separatamente sul mercato.

L'elenco dettagliato dei requisiti essenziali e ulteriori approfondimenti su alcuni argomenti trattati dalla Direttiva sono contenuti negli otto allegati al testo principale, brevemente descritti nella Tabella 1.

L'allegato I assume un'importanza rilevante in quanto contiene un elenco essenziale di requisiti base di sicurezza. I concetti generali espressi dall'allegato I si possono riassumere con i seguenti principi:

- eliminare o portare a livelli ragionevolmente bassi i pericoli in fase di progettazione;
- adottare misure di protezione contro i pericoli che non possono essere eliminati;
- informare gli operatori dei rischi residui.

Le norme armonizzate

Le norme armonizzate sono documenti tecnici definiti da enti europei predisposti (Cen, Cenelec e Etsi) su proposta del Consiglio Europeo e forniscono linee guida su come realizzare la macchina nel rispetto dei requisiti essenziali di sicurezza dettati dalla Direttiva. Le norme hanno valenza all'interno della Comunità Europea. Ciò consente di avere una metodologia di verifica tecnicamente equivalente, ad esempio, in Italia come in Francia o in Germania. Le norme sono suddivise in tre livelli (A, B e C) in base agli argomenti trattati. In particolare le norme di tipo C forniscono linee guida specifiche per una categoria particolare di macchine (esempio, macchine per la lavorazione del legno, macchine per l'industria alimentare, macchine utensili ecc.).

Le norme di tipo A e B trattano argomenti più generali, secondo lo schema di Tabella 2. Il costruttore deve fare principalmente riferimento alle norme di tipo C, oppure, in assenza di una norma specifica, deve procedere all'applicazione dei requisiti essenziali sulla base delle norme di tipo A e B.

La procedura per la certificazione

La procedura di conformità alla Direttiva segue modalità differenti a seconda della tipologia di macchina. In particolare se la macchina non è presente nell'elenco dell'allegato IV, ovvero non presenta pericoli di rilievo, allora la responsabilità della marcatura Ce ricade esclusivamente sul fabbricante che può procedere tramite autocertificazione. In caso contrario si deve procedere all'esame di certificazione con l'intervento da parte di un organismo notificato. In ogni caso è necessario effettuare l'analisi dei rischi e redigere oltre alla dichiarazione Ce di conformità anche il fascicolo tecnico, come specificato nell'allegato VI della Direttiva Macchine.

Tabella 2 - I tre livelli delle norme armonizzate

Gruppo	Contenuto	Esempi
A	Terminologia e principi di progettazione di base	En 292-1: terminologia e metodologia di base; En 292-2: specifiche e principi tecnici
B	B1 Requisiti relativi a un particolare aspetto della macchina	En 294: distanza di sicurezza per gli arti superiori; En 954-1: progettazione dei sistemi di controllo di sicurezza; En 1050: principi per la valutazione del rischio
	B2 Requisiti relativi ai dispositivi di sicurezza installati sulla macchina	En 418: aspetti funzionali dell'arresto d'emergenza; En 1088: dispositivi di interblocco associati ai ripari; En 574: dispositivi di comando a due mani; En 61496-1/2: barriere fotoelettriche di sicurezza
C	Requisiti specifici per tipologie particolari di macchine	En 201: macchine per gomma e materie plastiche; En 415: macchine per imballare; En 692: presse meccaniche; En 693: presse idrauliche

Il *fascicolo tecnico* deve contenere le istruzioni, gli schemi elettrici e meccanici e qualsiasi relazione tecnica che fornisca indicazioni sulle soluzioni adottate per prevenire i rischi.

L'analisi del rischio

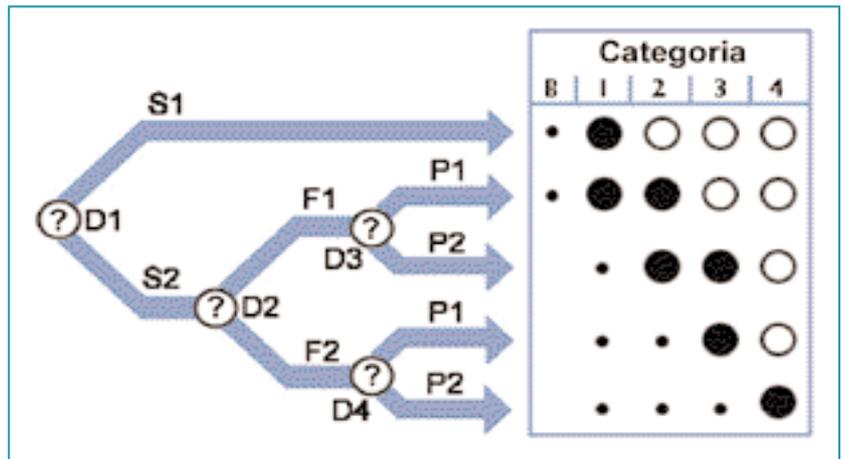
Per soddisfare i requisiti descritti dalla direttiva è necessario eseguire un'analisi della macchina in tutte le sue fasi operative, in particolare di quelle operazioni che coinvolgono maggiormente l'operatore, come ad esempio le fasi d'impostazione o di manutenzione. Una volta individuati tutti i rischi, si deve procedere alla loro valutazione per definire le misure di sicurezza da adottare e le caratteristiche funzionali che il sistema di controllo di sicurezza deve rispettare. Quindi il fabbricante, per rendere sicura la macchina, deve creare una corrispondenza fra rischi e requisiti necessari per eliminare o portare il pericolo a un livello ragionevolmente basso. Un metodo semplificato di valutazione di ogni tipologia di rischio (ergonomico, meccanico, elettrico...) è quello basato sui principi contenuti nella En 1050 (Principi di valutazione del rischio). Il metodo consiste nel definire cinque livelli di rischio sulla base delle risposte date a tre quesiti (D1, D2 e D3). Per ciascuno dei cinque livelli di rischio poi sono possibili cinque categorie di sicurezza del sistema di controllo (B, 1, 2, 3 o 4). Ciascuna di queste categorie del sistema di controllo potrà essere idonea o meno al livello di rischio, come viene illustrato nella Figura 4. La categoria di sicurezza corrisponde ad una classificazione della parte di sistema di controllo dedicato alla sicurezza in termini di tolleranza ai guasti e tipo di comportamento in seguito ai guasti.

Le soluzioni tecniche per ridurre il rischio

Sulla base della categoria di sicurezza selezionata, il costruttore deve valutare come procedere all'implementazione dei requisiti funzionali nel proprio sistema di controllo di sicurezza. La En 954-1 (Principi generali per la progettazione di sistemi di controllo di sicurezza) [3] descrive questi requisiti che si possono riassumere nella Tabella 3. Al termine della realizzazione della macchina il fabbricante deve procedere alla verifica e alla validazione delle funzioni di sicurezza, il quale, se ritiene soddisfacenti i risultati, può procedere alla certificazione della macchina.

La certificazione

L'attestazione della conformità della macchina alla direttiva si concretizza attraverso la dichiara-



zione Ce di conformità e l'affissione della marcatura "Ce". La procedura che il fabbricante deve seguire per realizzare la certificazione differisce in base alla tipologia di macchina. Più precisamente, se la macchina non compare nell'elenco dell'allegato IV (macchine pericolose), il fabbricante deve costituire il fascicolo tecnico (allegato V) e procedere all'*autocertificazione*. Se la macchina è contemplata dall'allegato IV, il fabbricante può:

- sottoporre fisicamente la macchina all'*esame per la certificazione Ce* da parte di un organismo notificato, nel caso in cui la macchina non rispetta le norme armonizzate o in caso di assenza di norme dedicate;
- sottoporre il solo fascicolo tecnico o il fascicolo e la macchina all'attenzione di un organismo notificato il quale può procedere all'analisi, nel caso in cui la macchina rispetta interamente le norme armonizzate.

Figura 4 - Categorie di sicurezza:

- O = sovradimensionata,
 - = idonea,
 - = non sufficiente
- D1: gravità del rischio (S1=non grave, S2=grave);
 D2: tempo di permanenza o frequenza (F1=poco frequente, F2=frequente);
 D3: possibilità di prevenire il rischio (P1=possibile, P2=non possibile)

Tabella 3 - Categorie di sicurezza del sistema di controllo

Cat.	Requisiti	Tolleranza ai guasti
B	Utilizzo di componenti affidabili	Un guasto può portare alla perdita della funzione di sicurezza
1	B + utilizzo di componenti certificati per la sicurezza e principi d'installazione affidabili	Un guasto può portare alla perdita della funzione di sicurezza ma con una probabilità inferiore alla cat. B
2	B + 1 + controllo ciclico delle funzioni di sicurezza	Un guasto può portare alla perdita della funzione di sicurezza nel periodo che intercorre fra due controlli
3	B + 1 + controllo a canali ridondanti	Un guasto non porta alla perdita della funzione di sicurezza e dev'essere rilevato. Un accumulo di guasti può portare alla perdita della funzione di sicurezza
4	B + 1 + controllo a canali ridondanti con autodiagnostica delle funzioni di sicurezza	Uno o più guasti non portano alla perdita della funzione di sicurezza. I guasti vengono rilevati in tempo utile a prevenire la perdita della funzione di sicurezza

• *Autocertificazione*

La procedura di autocertificazione consiste, sulla base degli allegati II e V, nella compilazione della dichiarazione Ce di conformità, attraverso la quale il fabbricante afferma che la macchina soddisfa i requisiti essenziali, e nella realizzazione del fascicolo tecnico.

• *Esame per la certificazione Ce*

È la procedura attraverso la quale un organismo notificato verifica e certifica il soddisfacimento dei requisiti, per la macchina in esame. La richiesta di esame viene effettuata dal fabbricante il quale deve fornire tutta la documentazione relativa alla macchina (schemi elettrici e meccanici, risultati di prove, le istruzioni d'uso ecc.).

La certificazione delle macchine di R&G

Le macchine esaminate rientrano nel campo di applicazione della Direttiva Macchine, in base alle definizioni date nel cap.1-art.2.a, e non compaiono nell'elenco dell'allegato IV sulle macchine pericolose. La dichiarazione di conformità è perciò responsabilità del costruttore e non è richiesto l'intervento da parte di un organismo notificato esterno.

Nel caso specifico della macchina per il confezionamento di liquidi non esiste una norma di riferimento di tipo C. La progettazione e la procedura di certificazione devono perciò basarsi (ove possibile) sui concetti generali descritti dalle norme tipo A e B.

Per ogni parte di cui la macchina è composta (ripari mobili, organi di comando, segnalazioni ecc.) si deve verificare il rispetto della norma di riferimento. In questo caso le norme coinvolte sono elencate nella Tabella 4. Il rispetto dei requisiti elencati nelle norme armonizzate durante la progettazione e realizzazione della macchina, comporta automaticamente il rispetto dei requisiti essenziali di sicurezza della direttiva macchine. Il tipo di lavorazione inoltre impone, anche il rispetto dei requisiti per macchine di tipo agroalimentare (elencati nell'allegato I della direttiva macchine), ovvero:

- i materiali utilizzati devono essere adatti per il contatto

con i prodotti alimentari;

- le superfici di raccordo devono essere prive di rugosità in cui possono fermarsi sostanze organiche;
- la macchina non deve presentare ostacoli o strutture che rendono difficoltosa l'operazione di pulizia;
- i lubrificanti non possono venire a contatto con il prodotto alimentare;
- eventuali liquidi di disinfezione e risciacquatura devono poter defluire verso l'esterno della macchina.

La realizzazione della macchina nel rispetto degli standard sopra elencati non ha consentito di eliminare tutti i rischi in fase di progettazione. Permane la presenza di alcuni rischi residui che sono stati analizzati ed eliminati tramite soluzioni alternative. Tali rischi sono lo-

Tabella 4 - Norme di riferimento (Sicurezza del macchinario)

A	En 292-1	Concetti fondamentali - Terminologia, metodologia di base
	En 292-2	Concetti fondamentali - Specifiche e principi tecnici
B1	En 1050	Principi per la valutazione del rischio
B1	En 294	Distanze di sicurezza per gli arti superiori
B1	En 349	Distanze minime contro lo schiacciamento di parti del corpo
B2	En 418	Equipaggiamento d'arresto d'emergenza - Aspetti funzionali, Principi per la progettazione
B1	En 50099-1	Segnali visivi, uditivi e tattili
B1	En 60204-1	Equipaggiamento elettrico delle macchine - Regole generali (lec 60204-1:1997)
B1	En 811	Distanze di sicurezza per gli arti inferiori
B1	En 894-1/2/3	Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Principi generali per interazioni dell'uomo con dispositivi di informazione e di comando
B1	En 953	Ripari - Requisiti generali per la progettazione e la costruzione di ripari fissi e mobili
B1	En 954-1	Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza Principi generali per la progettazione

• *Il fascicolo tecnico*

Il fascicolo tecnico contiene tutta la documentazione necessaria a garantire quanto il costruttore ha dichiarato. In particolare devono essere inseriti i disegni del progetto, gli schemi elettrici, l'elenco dei requisiti e delle norme di riferimento, la descrizione delle misure adottate per ridurre i rischi, i risultati di eventuali verifiche di laboratorio e le istruzioni di utilizzo.

Inoltre, in caso di produzione in serie, devono essere dichiarate quali disposizioni interne s'intendono applicare al processo per mantenere la conformità. La documentazione dev'essere conservata almeno per dieci anni dall'ultima data di fabbricazione e disponibile in caso di richiesta di verifica da parte delle autorità nazionali incaricate.

calizzati, per la macchina riempitrice (Chp 40), nelle zone di alimentazione dei contenitori vuoti (zona di carico) e di riempimento e sigillatura (zona di lavorazione), mentre per la macchina organizzatrice (Chp-Pk) sono presenti nelle zone di lavorazione e scarico.

• *Zona di carico (macchina riempitrice)*

Il pericolo è circoscritto alla zona in cui un cilindro azionato da aria compressa viene a contatto e spinge il carico di contenitori vuoti per realizzarne lo spostamento verso la tavola rotante della macchina.

Il livello di pericolosità è piuttosto basso in quanto la velocità e la forza pneumatica del cilindro sono contenute, quindi un eventuale schiacciamento della mano non porterebbe a conseguenze gravi. La categoria idonea risultante per il sistema di controllo di sicurezza è la 1, ma dal momento che questa operazione è piuttosto frequente (circa ogni due minuti) si è comunque deciso di adottare una protezione di categoria 2, che non richiedesse nessuna operazione di intervento manuale, ad esempio apertura/chiusura di sportelli, da parte dell'operatore.

La scelta è ricaduta sulle barriere fotoelettriche di sicurezza (Figura 5). L'applicazione di due coppie di barriere di sicurezza, una per ogni lato di accesso alla zona di alimentazione, ha permesso di abbassare il livello di rischio a un valore accettabile. Infatti, ogni volta che i raggi ottici delle barriere di sicurezza risultano interrotti (ad esempio perché l'operatore ha impegnato con le mani la zona di alimentazione) un segnale viene inviato a un modulo a relè di sicurezza che comanda direttamente una valvola pneumatica di scarico dell'aria compressa del cilindro pneumatico. In questo modo l'unico elemento potenzialmente pericoloso di quella zona della macchina viene disattivato. Il funzionamento riprende regolarmente una volta che la zona non è più impegnata dall'operatore.

• *Zona di lavorazione (macchina riempitrice)*

In questa zona l'operatore deve intervenire occasionalmente, quindi la periodicità di accesso è molto bassa (un intervento ogni ora circa). Il rischio è causato dalle parti in movimento presenti, ovvero la tavola rotante e gli attuatori, i quali possono causare lo schiacciamento delle mani o il cesoiamento delle dita. In questa specifica zona sono state adottate delle protezioni fisiche costituite da porte in materiale trasparente (Figura 6). Ad ogni porta è collegato un interruttore di sicurezza di tipo a chiave separata i quali consentono, se opportunamente inseriti nel circuito di

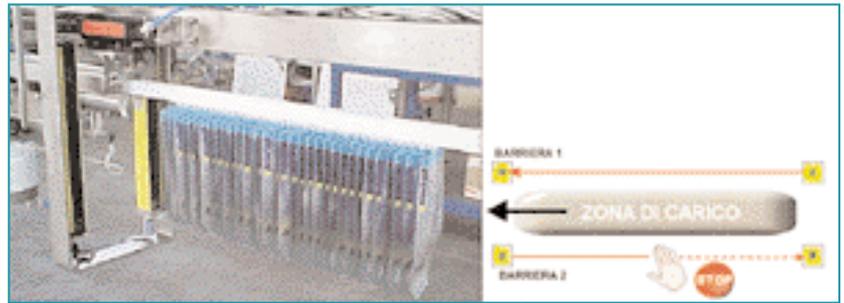


Figura 5 - Zona di carico sorvegliata da barriere di sicurezza

controllo di sicurezza, di soddisfare i requisiti di sicurezza. In questo caso, l'apertura di una porta mette la macchina in condizioni d'arresto d'emergenza consentendo così all'operatore di agire in assoluta sicurezza.

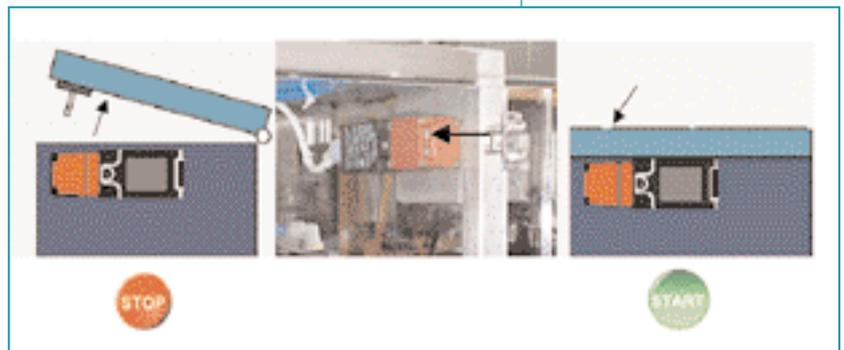
• *Zona di lavorazione (macchina organizzatrice)*

La zona è analoga a quella precedente inoltre la periodicità di accesso è molto bassa (un intervento ogni 3-4 ore). In questa specifica area sono state adottate delle protezioni fisiche costituite da porte in materiale trasparente e ogni porta è collegata a un interruttore di sicurezza. L'apertura di una porta mette la macchina in condizioni di arresto d'emergenza consentendo così all'operatore di agire in assoluta sicurezza.

• *Zona di scarico prodotto finito (macchina organizzatrice)*

In questa fase l'operatore ha entrambe le mani impegnate. Il rischio consiste nella possibilità che l'operatore inserisca un oggetto o la mano nella fessura di passaggio della rotaia predisposta al trascinarsi dei pezzi prodotti finiti, con conseguenze relativamente poco gravi poiché il movimento è effettuato a bassa velocità. La frequenza dell'intervento è abbastanza elevata. La soluzione iniziale consisteva nell'applicazione di due sportelli che controllavano l'accesso alla zona di scarico pericolosa. Ciò comportava però un compito gravoso per l'operatore a causa della frequenza di apertura e chiusura degli sportelli, con conseguente diminuzione della produttività.

Figura 6 - Riparo mobile controllato da finecorsa di sicurezza



In queste condizioni si è preferito adottare le barriere ottiche per avere la funzione di sicurezza senza compiti aggiuntivi per l'operatore. Nel caso specifico le barriere di sicurezza devono proteggere tutta l'area d'accesso, pertanto hanno un'altezza di circa 1.700 mm e risoluzione mano. Inoltre l'utilizzo di uno specchio ha permesso di coprire integralmente i due lati d'accesso alla zona pericolosa, eliminando i costi per un'altra coppia di barriere. Quando le barriere ottiche sono impegnate, il movimento di tutti gli organi raggiungibili dall'operatore è inibito (Figura 7).

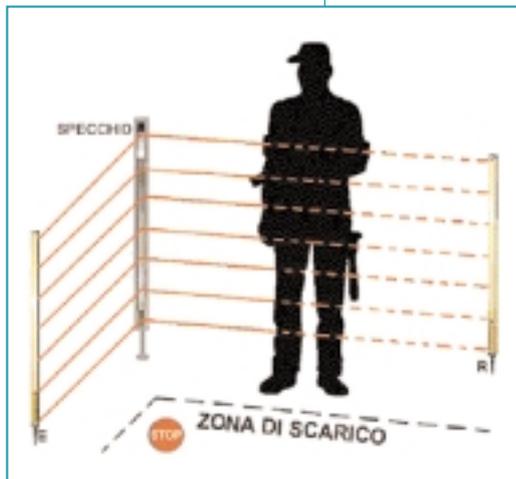


Figura 7 - La Chp-Pk sorvegliata da una barriera di sicurezza con specchio

Considerazioni generali

Posizionamento delle barriere: quando si sceglie di proteggere una zona pericolosa attraverso l'utilizzo di barriere di sicurezza, si devono rispettare alcune regole nel loro posizionamento. Tali regole sono contenute nella norma En 999 e impongono di valutare nel calcolo della distanza, tra la barriera e la zona pericolosa, i seguenti fattori: il tempo di risposta (T_b) e la risoluzione (C) della barriera e il tempo di fermata della macchina (T_m) a seguito di un comando di stop. La formula per il calcolo della distanza è la seguente:

$$S = K (T_b + T_m) + C$$

dove K è la velocità d'intrusione nell'area di rilevamento della barriera in mm/s (esempio 2.000 mm/s).

Uso di controllori programmabili: un altro fattore da considerare, che coinvolge tutti i componenti di sicurezza, è il tipo di interfacciamento con il sistema di controllo. Tutti i collegamenti devono essere diretti, cioè non devono essere gestiti attraverso controllori programmabili, se sono presenti, a meno che si tratti di un dispositivo certificato per la sicurezza o che si adottino soluzioni aggiuntive con lo scopo di prevenire possibili guasti (ad esempio ridondanza e monitoraggio).

Comportamenti scorretti: il sistema di controllo deve poter garantire la sicurezza in caso di comportamenti scorretti prevedibili, ad esempio quelli di bambini e disabili, ma non deve necessariamente garantire da azioni volontarie dell'operatore che alterino le caratte-

ristiche delle macchine (ad esempio esclusione o manomissione di controlli e/o protezioni). L'obbligo di soddisfare i requisiti essenziali è valido solo se sussiste il rischio. Ad esempio una macchina che funziona senza alcuna possibilità che una persona possa intervenire su di essa, può non soddisfare la maggior parte dei requisiti.

Conclusioni

Si è visto come l'utilizzo delle norme armonizzate comporti il soddisfacimento dei requisiti essenziali della direttiva. Laddove il rischio non è stato eliminato in fase di progettazione, l'utilizzo di soluzioni tecnologiche comprovate, come ad esempio le barriere fotoelettriche di sicurezza, ha risolto, in particolare per l'applicazione trattata, le problematiche relative alla sicurezza portando allo stesso tempo alcuni vantaggi in termini di produttività. Un altro concetto fondamentale è quello di non pensare alla sicurezza come a un complemento alla macchina già ultimata. Infatti, si potranno ottenere vantaggi per il binomio sicurezza-produttività solo introducendo misure di sicurezza in fase di progettazione, basate su principi affidabili e componenti di qualità. Tutto ciò assumerà un'importanza rilevante nel futuro prossimo con l'introduzione di nuove norme europee derivate da standard internazionali che daranno vita a un nuovo modo di pensare alla sicurezza (la En 61508 sulla sicurezza in generale e la Iec 62061 sulla sicurezza del macchinario, in relazione alla sicurezza funzionale di sistemi elettrici/elettronici/elettronici programmabili di sicurezza). La stesura delle specifiche, la fase di progettazione e l'affidabilità dei componenti saranno considerate fondamentali nella valutazione del grado di affidabilità della funzione di sicurezza e durante il processo di validazione delle funzioni di sicurezza.

Bibliografia

- [1] Omron Electronics SpA, *La sicurezza dell'uomo e della macchina*, 3° edizione, 2001.
- [2] Bia-Report, *Categories for Control Systems*, Hvb, 1997.
- [3] En 954-1, Cen, 1996.
- [4] En 292-1, Cen, 1991.
- [5] European Harmonized Standards, www.newapproach.org.
- [6] Parlamento e consiglio europeo, *Direttiva Macchine 98/37/Ce*, 1998.

Ing. F. Laguzzi, Direttore di stabilimento, Robino & Galandrino, Carmagnola (TO); ing. D. Villa, Technical Engineer Sensing&Control, Omron Electronics SpA, Milano.