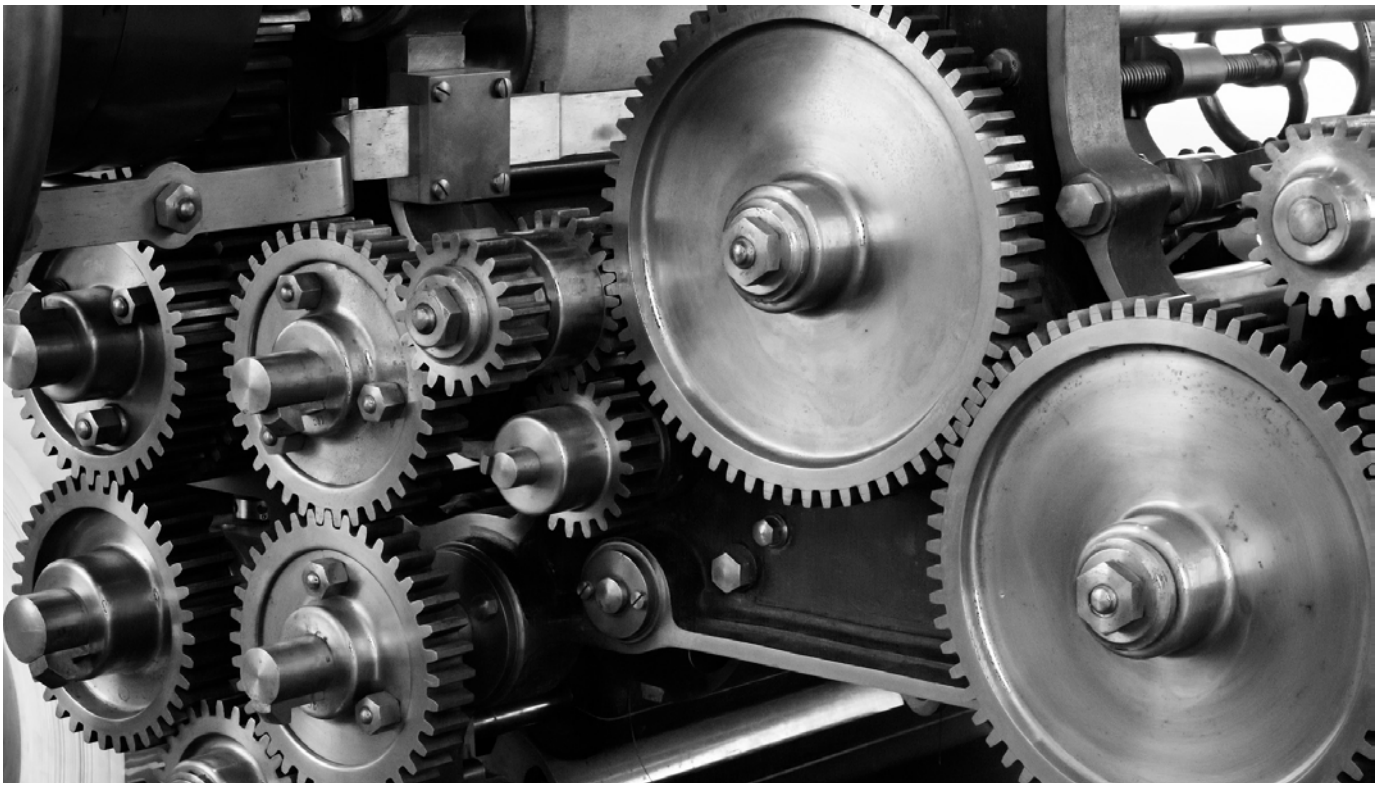
Sicurezza del macchinario

A cura di Simona Barlassina - Funzionario Tecnico Direzione Normazione UNI



È evidente come il tema della sicurezza del macchinario sia un argomento che coinvolge diversi settori (per esempio apparecchi di sollevamento, ascensori e scale mobili, ergonomia, macchine utensili, pompe e piccole turbine idrauliche) ed è proprio per questo motivo che il campo della sicurezza del macchinario è molto ampio e in UNI sono diverse le Commissioni che si occupano di sicurezza.

In particolare nell'ambito della Commissione "Sicurezza" esiste la Sottocommissione 1 "Macchine" a sua volta articolata in vari Gruppi di lavoro.

Il GL 1 "Sicurezza del macchinario" si occupa degli aspetti relativi alla sicurezza generale dei macchinari mentre gli altri Gruppi di lavoro si occupano di requisiti di sicurezza specifici applicabili alle diverse tipologie di macchine.

Come è noto a livello cogente le macchine e la loro sicurezza sono coperte dalla Direttiva europea 2006/42/CE. La Direttiva si applica a macchine fisse, mobili, trasportabili e di sollevamento/spostamento e definisce i requisiti essenziali in materia di sicurezza e di salute pubblica ai quali le macchine devono essere conformi e che devono essere considerati in fase di progettazione e fabbricazione e durante il funzionamento prima della immissione sul mercato. Sicurezza che deve essere garantita anche effettuando una corretta installazione e manutenzione delle macchine.

Le norme riguardanti la sicurezza del macchinario sono suddivise in tre categorie:

a) norme di tipo A (norme di base) le quali indicano concetti di base, principi di progettazione e aspetti generali che possono essere applicati al macchinario;
b) norme di tipo B (norme di sicurezza generiche) le quali trattano uno o più aspetti di sicurezza o uno o più tipi di mezzi di protezione che possono essere utilizzati per un'ampia gamma di macchine suddivise a loro volta in:
   - norme di tipo B1 per particolari aspetti della sicurezza (per esempio distanze di sicurezza, temperatura superficiale, rumore),
   - norme di tipo B2 sui mezzi di protezione (per esempio comandi a due mani, dispositivi di interblocco, dispositivi sensibili alla pressione, ripari);
c) norme di tipo C (norme di sicurezza per categorie di macchine) le quali trattano requisiti di sicurezza dettagliati per una particolare macchina o gruppo di macchine.

Il settore delle macchine costituisce una parte importante del settore della meccanica ed è uno dei pilastri industriali dell'economia comunitaria. Risulta pertanto essenziale garantire a livello comunitario un'attività di sorveglianza del mercato in termini di sicurezza. A tal fine nel 2016 la Commissione europea (con pubblicazione di aggiornamenti periodici), ha effettuato un'indagine per valutare quali miglioramenti a livello di sicurezza dei macchinari la Direttiva abbia portato dalla sua entrata in vigore nel 2009. L'obiettivo era quello di raccogliere *feedback* dagli *stakeholder* in relazione all'applicazione della Direttiva dal momento della sua pubblicazione fino ad oggi. In particolare mirava a evidenziare, se e in quale misura la Direttiva rispettasse l'obiettivo di garantire la libera circolazione dei prodotti assicurando un elevato grado di sicurezza per gli utilizzatori, per le altre persone esposte e per la protezione dell'ambiente (per quanto riguarda i macchinari utilizzati nelle applicazioni di pesticidi). La valutazione prendeva in considerazione altri aspetti come per esempio l'idoneità della Direttiva in relazione ai nuovi sviluppi tecnologici (per esempio Industria 4.0). I risultati di tale indagine sono reperibili sul sito della Commissione europea (https://bit.ly/2x8R1TT).

Il dossier UNI evidenzia il ruolo della Direttiva Macchine per l'immissione dei prodotti sul mercato e le novità introdotte dalla nuova edizione della Direttiva uscita nel 2017. Nell'ambito della sicurezza fornisce alcuni approfondimenti su alcuni aspetti relativi ai circuiti di comando e al controllo della macchina, nonché sull'importanza della funzione di arresto di emergenza e un quadro normativo sugli ambiti di competenza della Sottocommissione Macchine, in particolare per gli aspetti del settore delle centrifughe, delle macchine per plastica e gomma, degli imballaggi e degli impianti e apparecchiature per i trattamenti di superficie e dei sistemi robotizzati. Sempre in ambito sicurezza, un contributo arriva anche dal settore scale mobili e marciapiedi mobili considerati come delle macchine.

Il dossier mira a sensibilizzare tutte le parti interessate, evidenziando l'importanza di partecipare ai lavori normativi dell'UNI e in parallelo ai lavori europei e internazionali, per continuare a garantire che la sicurezza di tutti quelli che utilizzano i macchinari sia prioritaria per lo sviluppo del settore macchine. Le norme sono in continuo aggiornamento e pertanto diventa sempre più significativo l'apporto di esperti del settore che possono contribuire in modo attivo portando le proprie conoscenze ed esperienze in ambito normativo.

NEL PROSPETTO SEGUENTE SONO EVIDENZIATI GLI AMBITI CEN E ISO SEGUITI DALLA SOTTOCOMMISSIONE "MACCHINE" UNI	
SC 1 "Macchine"	CEN/TC 397 "Baling presses - Safety requirements" CEN/TC 422 "Side curtains ventilation systems" ISO/TC 293 "Feed machinery"
GL 1 "Sicurezza del macchinario"	CEN/TC 114 "Safety of machinery" ISO/TC 199 "Safety of machinery"
GL 2 "Sicurezza delle centrifughe"	CEN/TC 313 "Centrifuges – Safety requirements"
GL 4 "Sicurezza delle macchine per costruzione, per materiali da costruzione e per miniera"	CEN/TC 151 "Construction equipment and building material machines - Safety" CEN/TC 196 "Machines for underground mines - Safety" ISO/TC 195 "Building construction machinery and equipment"
GL 5 "Sicurezza delle macchine per la lavorazione del legno"	CEN/TC 142 "Woodworking machines - Safety" ISO/TC 39/SC 4 "Woodworking machines"
GL 6 "Sicurezza delle macchine per la lavorazione delle materie plastiche e della gomma"	CEN/TC 145 "Plastics and rubber machines" ISO/TC 270 "Plastics and rubber machines"
GL 8 "Sicurezza delle macchine per l'imballaggio"	CEN/TC 146 "Packaging machines - Safety" ISO/TC 313 "Packaging machinery"
GL 9 "Macchine per la stampa e la lavorazione della carta - Sicurezza"	CEN/TC 198 "Printing and paper machinery - Safety" ISO/TC 130/WG 5 "Ergonomics - Safety"
GL 10 "Sicurezza delle macchine tessili"	CEN/TC 214 "Textile machinery and machinery for dry-cleaning and industrial laundry" ISO/TC 72 "Textile machinery and accessories"
GL 11 "Sicurezza di impianti e apparecchiature per trattamenti di superficie"	CEN/TC 271 "Surface treatment equipment - Safety"
GL 12 "Sicurezza delle apparecchiature per la produzione e la formazione dei metalli"	CEN/TC 322 "Equipments for making and shaping of metals - Safety requirements"
GL 14 "Sicurezza delle macchine e delle attrezzature per pubblico spettacolo"	CEN/TC 433 "Entertainment Technology - Machinery, equipment and installations"
GL 15 "Tecnologia grafica"	ISO/TC 130 "Graphic technology"

Come raggiungere il traguardo: sviluppi futuri della Direttiva Macchine

La Direttiva Macchine, incentrata sul facilitare il funzionamento del mercato interno garantendo la libera circolazione delle macchine e assicurare un elevato livello di protezione della salute e della sicurezza per gli utilizzatori, pone come punto di approdo l'immissione sul mercato e/o la messa in servizio dove per "immissione sul mercato" di una macchina si intende la "prima messa a disposizione, all'interno della Comunità, a titolo oneroso o gratuito a fini di distribuzione o di utilizzazione" mentre la "messa in servizio" è definita come il "primo utilizzo, conforme alla sua destinazione, all'interno della Comunità, di una macchina" (articolo 2 della Direttiva 2006/42/EC relativa alle macchine).

Cosa permette il raggiungimento di questo risultato?

Il soddisfacimento dei requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute (allegato I), la disponibilità del fascicolo tecnico (allegato VII, parte A) e delle informazioni necessarie (nella maggior parte dei casi le istruzioni), l'applicazione delle procedure di valutazione della conformità (articolo 12), la redazione della dichiarazione CE di conformità (allegato II, parte 1, sezione A) e l'apposizione della marcatura «CE» (articolo 16).

Chi si deve mettere all'opera?

Il fabbricante che riveste un ruolo centrale nella Direttiva Macchine ed è responsabile della conformità della macchina ai fini dell'immissione sul mercato con il proprio nome o con il proprio marchio o nel caso di utilizzo personale.

Da dove si inizia?

Come elenca la direttiva, una volta avuta l'idea e abbozzato un primo disegno è ora di cimentarsi con i requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute. La via è più agevole se esiste una norma tecnica armonizzata che descrive le soluzioni che garantiscono la presunzione di conformità; altrimenti o qualora il fabbricante decida per soluzioni alternative per le quali dovrà dimostrare l'equivalenza a quelle dello *standard* armonizzato di riferimento inizia l'esame della macchina alla luce dei soli requisiti essenziali. Il primo passo è comprendere quali requisiti essenziali sono applicabili. Da qui deriva l'elenco che sarà inserito nel fascicolo tecnico. Nel caso in cui venisse applicata una norma tecnica armonizzata specifica per una categoria di macchine (norma di tipo C), la stessa solitamente conterrebbe l'elenco dei requisiti essenziali applicabili alla macchina in esame. In mancanza di una norma tecnica armonizzata di tipo C o qualora si adottassero soluzioni tecniche alternative, si dovrebbero snocciolare uno dopo l'altro i requisiti essenziali applicabili al fine di adottare le soluzioni atte a consentire la realizzazione di una macchina sicura. Si avvia così un processo iterativo descritto e schematizzato nella norma armonizzata di tipo A: EN 12100:2010. L'insieme di misure di protezione per eliminare i pericoli identificati o per ridurre i rischi connessi con la macchina sono il frutto della valutazione dei rischi. Un procedimento interattivo che mira alla riduzione dei rischi, alla individuazione di eventuali rischi residui e degli utilizzi scorretti ragionevolmente prevedibili. Parallelamente si predispongono il disegno complessivo della macchina e i disegni dettagliati per la verifica della conformità della macchina e si recupera la documentazione delle parti meccaniche, dei componenti di sicurezza degli impianti e così via. Si tratta di un percorso non lineare il cui sbocco finale è il fascicolo tecnico, il cui scopo principale è quello di dimostrare la conformità della macchina ai requisiti essenziali. Il suo contenuto deve essere attinente alla progettazione, alla fabbricazione e al funzionamento della macchina. Il fascicolo tecnico dovrà contenere quanto elencato nell'allegato VII parte A della Direttiva Macchine sia per le macchine contenute nell'allegato IV che per tutte le altre.

La Direttiva Macchine utilizza il termine "macchina" non solo per indicare le macchine in senso stretto ma anche per le attrezzature intercambiabili, i componenti di sicurezza, gli accessori di sollevamento, le catene, le funi, le cinghie e i dispositivi amovibili di trasmissione meccanica. Questo non crea confusione in quanto nel testo legislativo risulta sempre chiaro in quale accezione è utilizzato il termine "macchina". Lo spartiacque nell'applicazione delle procedure per la conformità (articolo 12) è basata in primis sull'entità dei pericoli legati alle macchine (ampio significato del termine) che si traduce nell'appartenenza, in caso di rischi maggiori, a una delle categorie elencate nell'allegato IV e successivamente al soddisfacimento di tutti i requisiti essenziali ad essa applicabili adottando soluzioni proposte da norme armonizzate redatte per quella tipologia di macchina.

Qualora la macchina contemplata dall'allegato IV sia stata fabbricata non rispettando o rispettando solo parzialmente le norme armonizzate, ovvero se le norme armonizzate non coprono tutti i pertinenti requisiti di sicurezza e di tutela della salute o non esistono norme armonizzate per la macchina in questione, entra in gioco una parte terza: il fabbricante o il suo mandatario si devono rivolgere a un organismo notificato.

Per la scelta di un organismo notificato si può fare riferimento all'elenco relativo alla Direttiva Macchine disponibile nel database Nando (New Approach Notified and Designated Organisations). Questi enti svolgono le attività relative alla valutazione della conformità ai requisiti essenziali di una macchina attraverso prove, certificazioni e ispezioni. Essi si riuniscono periodicamente e adottano

raccomandazioni per l'uso (RfUs). L'obiettivo delle RfUs è quello di supportare gli organismi notificati durante il processo di certificazione della conformità delle macchine e di armonizzare il loro approccio a livello europeo. Le RfUs possono essere sottoposte al gruppo degli stati membri e qualora venissero avvallate sono pubblicate sul sito EUROPA.

Uno studio per valutare la Direttiva Macchine: gli sviluppi futuri

Nell'ambito di una valutazione legislativa condotta periodicamente sulla legislazione europea di prodotto, la Commissione europea ha assegnato uno studio a un ente esterno al fine di comprendere se la Direttiva Macchine abbia raggiunto i suoi obiettivi in modo efficiente, corretto e pertinente e continui a rappresentare un valore aggiunto per l'Unione europea. Le conclusioni di detto studio, che di fatto esprimono una valutazione circa l'efficacia della direttiva, forniscono ai legislatori indicazioni utili in merito alla necessità di una revisione della direttiva stessa.

Lo studio "Evaluation of Directive 2006/42/EC" è stato consegnato a settembre 2017 e ha avuto come scopo la gamma di prodotti coperti dalla Direttiva Macchine, dai piccoli utensili elettrici portatili alle grandi linee di produzione industriale, con una delimitazione delle principali categorie e sottocategorie di prodotti, destinati a essere immessi sul mercato unico. Sono stati coperti 33 Paesi (EU28, EFTA e Turchia) avendo a riferimento il periodo dal 2010 dopo il temine per l'applicazione della Direttiva Macchine.

Tale valutazione ha esaminato la pertinenza, l'efficacia, l'efficienza, la coerenza e il valore aggiunto per l'UE, nonché gli impatti economici, sociali e ambientali della Direttiva Macchine. In particolare, ha mirato a individuare gli aspetti positivi e negativi connessi all'attuazione della direttiva, comprese le potenziali difficoltà che potrebbero richiedere l'adozione di misure correttive di tipo normativo e di altra natura. Nel contempo, la valutazione ha consentito di comprendere meglio la struttura del mercato delle macchine in Europa e di individuare le principali tendenze del commercio internazionale.

Lo studio ha evidenziato degli elementi di debolezza della Direttiva Macchine che potrebbero comportarne la revisione nei prossimi anni.

Sara Balzano
Membro UNI/CT 042/SC 01/GL 01 "Sicurezza del macchinario"

Le nuove linee guida sull'applicazione della Direttiva Macchine

La guida all'applicazione della Direttiva Macchine emessa dalla Commissione europea è un documento di fondamentale importanza per la corretta interpretazione dei requisiti della direttiva stessa; pur non essendo un documento vincolante, rappresenta il riferimento più autorevole - e di fatto incontrovertibile - in materia.

Nel luglio del 2017 è stata pubblicata l'edizione 2.1 della guida, che ha introdotto numerose novità rispetto alla precedente edizione del giugno 2010, tra cui:

- commenti alle parti della Direttiva Macchine modificate dalla Direttiva 2009/127/CE relativa alle macchine per l'applicazione di pesticidi;
- inclusione dell'emendamento alla Direttiva Macchine apportato dal Regolamento 167/2013 relativo ai trattori agricoli e forestali;
- inserimento di documenti che costituiscono linee guida per specifici argomenti relativi a:
  - classificazione delle protezioni perimetrali come componenti di sicurezza ai sensi della Direttiva Macchine 2006/42/CE,
  - classificazione delle attrezzature usate per il sollevamento di carichi con macchine di sollevamento,
  - dispositivi di arresto di emergenza,
  - ripari per trapani,
  - veicoli per la raccolta di rifiuti domestici a carico manuale dotati di un meccanismo di compressione,
  - attrezzature intercambiabili per il sollevamento di persone e attrezzature usate con macchine progettate per il sollevamento di carichi allo scopo di sollevare persone;
- chiarimenti sulle quasi-macchine e gli insiemi di macchine.

Di particolare interesse sono i chiarimenti sulle *quasi-macchine* e sugli *insiemi di macchine*, argomenti da sempre oggetto di discussioni e spesso di interpretazioni contrastanti.

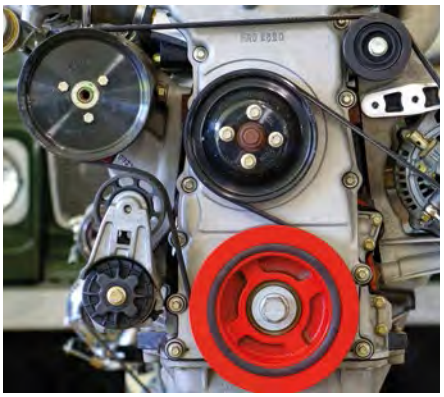
La Direttiva 2006/42/CE definisce quasi-macchine *"insiemi che costituiscono quasi una macchina, ma che, da soli, non sono in grado di garantire un'applicazione ben determinata"*, specificando che *"le quasi-macchine sono unicamente destinate a essere incorporate o assemblate ad altre macchine o ad altre quasi-macchine o apparecchi per costituire una macchina disciplinata dalla presente direttiva"*.

Il punto chiave di questa definizione è il fatto che le quasi-macchine da sole non sono in grado di portare a compimento l'applicazione cui sono destinate. La discriminante per determinare se una macchina può funzionare in modo indipendente oppure no è la necessità di assemblaggio con altre macchine o quasi-macchine per svolgere la sua funzione.

La nuova edizione della linea guida ha chiarito questo concetto con un esempio relativo ai robot, indicando che un robot normalmente è una quasi-macchina, in quanto viene progettato senza un'applicazione specifica, e che il fabbricante della macchina finale, nella quale il robot verrà integrato, dovrà adottare le misure di sicurezza necessarie affinché il robot possa portare a termine la sua applicazione specifica in modo sicuro. La linea guida precisa quindi che *"In practice, only an industrial «stand and function alone-robot» provided with both an end-effector and control system so that it can itself perform a specific application, is a complete machinery under the Machinery Directive"*, ovvero che un robot è una macchina solamente se in grado di portare a termine l'applicazione per la quale è stato progettato da solo, senza necessità di essere assemblato con altre macchine e/o quasi-macchine o apparecchi. L'applicazione ben determinata, alla quale la Direttiva Macchine fa riferimento, è quella per la quale la macchina è stata progettata e fabbricata e che dovrà essere tenuta in considerazione nell'esecuzione della valutazione dei rischi. Una macchina destinata a essere caricata e/o scaricata manualmente dovrà essere dotata di tutte le misure di protezione necessarie affinché gli operatori possano svolgere queste operazioni in modo sicuro, mentre tali misure di protezione non saranno presenti su una macchina destinata a essere caricata e scaricata esclusivamente in modo automatico.

Le quasi-macchine possono non rispettare tutti i requisiti dell'allegato I della Direttiva 2006/42/CE, in quanto il loro soddisfacimento è compito dell'assemblatore della macchina finale, che ne dovrà garantire la conformità; si pensi, per esempio, a un robot antropomorfo che viene normalmente fornito privo di qualsiasi riparo e la cui protezione è affidata alle misure di sicurezza dell'insieme in cui il robot verrà inserito. Invece una macchina, in grado di svolgere la sua funzione autonomamente, deve soddisfare tutti i requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute della Direttiva Macchine applicabili. Non è accettabile che sia immessa sul mercato una macchina marcata CE che non soddisfi questa condizione, ovvero una macchina priva di alcune misure di sicurezza.

Anche per gli insiemi di macchine, definiti dalla Direttiva 2006/42/CE come *"insiemi di macchine o di quasi-macchine che per raggiungere uno stesso risultato sono disposti e comandati in modo da avere un funzionamento solidale"*, la nuova edizione della linea guida ha introdotto importanti chiarimenti. Innanzitutto, la guida riconosce che il concetto di insieme di macchine non possa essere esteso troppo (ad esempio fino a comprendere un intero stabilimento industriale) in quanto diventerebbe di fatto ingestibile; in questi casi è ragionevole definire delle sezioni di impianto che costituiscano degli "insiemi parziali" e quindi gestire i rischi che si possono venire a creare tra le varie sezioni nell'ambito della valutazione dei rischi complessiva dell'intero impianto. Il criterio essenziale perché ciò possa essere fatto è che non vi siano connessioni relative



alla sicurezza tra le varie sezioni nelle quali l'impianto complesso viene suddiviso. Di fatto, ogni sezione dovrà essere dotata di tutte le misure di sicurezza che la mettano in grado di soddisfare i requisiti della Direttiva Macchine, in modo che se venisse separata dal resto dell'impianto tale condizione continuerebbe a essere soddisfatta.
La linea guida affronta poi il caso, abbastanza frequente, di modifiche di insiemi di macchine esistenti; questo può essere, per esempio, il caso di sostituzione di una o più quasi-macchine dell'insieme con altre più moderne, oppure di aggiunta di quasi-macchine all'insieme esistente per eseguire lavorazioni diverse.
Vengono definiti dalla linea guida i casi in cui sia necessario sottoporre l'insieme nel suo complesso, oppure sue parti, alle procedure previste dalla Direttiva Macchine:

- se le modifiche non aggiungono nuovi pericoli né aumentano i rischi esistenti delle parti dell'insieme non interessate alla modifica, oppure se, nonostante l'aggiunta di nuovi pericoli o l'incremento di rischi esistenti, le misure di protezione esistenti sono ancora sufficienti a seguito della modifica, allora nessuna attività riguardante la Direttiva Macchine sarà necessaria per queste parti dell'insieme; per quanto riguarda la parte interessata alla modifica;
- se le nuove componenti sono macchine che possono anche funzionare in modo indipendente dal resto dell'insieme - e sono quindi marcate CE e accompagnate da dichiarazione CE di conformità - l'inserimento delle nuove componenti nell'insieme è da considerare come l'installazione di macchine nuove e quindi non è necessaria la marcatura CE dell'insieme;
- se le nuove componenti sono quasi-macchine sarà necessario effettuare una valutazione dei rischi generati dalle interfacce tra le nuove componenti e il resto dell'insieme e quindi applicare la Direttiva Macchine alle nuove componenti come assemblate nell'insieme; dovrà quindi essere preparato un fascicolo tecnico relativo alle nuove componenti, come assemblate nell'insieme, e per queste redatta una dichiarazione CE di conformità, applicata una marcatura CE e, per quanto necessario, predisposte delle istruzioni per l'uso;
- se invece le modifiche mutano in modo significativo la funzionalità o i rischi esistenti nell'intero insieme questo dovrà essere sottoposto alle procedure previste dalla Direttiva Macchine; in questo caso dovrà quindi essere effettuata una valutazione dei rischi dell'insieme nella sua interezza, dovrà essere apposta una marcatura CE, redatta una dichiarazione CE di conformità e, per quanto necessario, preparate delle istruzioni per l'uso relative a tutto l'insieme.

Queste sono solamente alcuni dei cambiamenti apportati alla linea guida; il documento completo è scaricabile gratuitamente dal sito http://bit.ly/2CDunsK.

Ernesto Cappelletti
Membro UNI/CT 042/SC 01/GL 01 "Sicurezza del macchinario"

Il cervello della macchina

Se si compara una macchina al corpo umano, i circuiti di potenza sono comparabili ai muscoli, mentre i circuiti della macchina che assolvono funzioni di comando e controllo sono assimilabili al cervello. Tra questi circuiti rivestono un aspetto fondamentale i circuiti di comando e controllo aventi funzioni attinenti alla sicurezza delle persone (funzioni di sicurezza). Una funzione di sicurezza è definita nella norma ISO 12100 come *"funzione di una macchina il cui fallimento può comportare un immediato aumento del rischio", dove il rischio è definito come la "combinazione della probabilità di accadimento del danno e della gravità del danno"*.
Quando, in conseguenza all'analisi del rischio di una macchina, risulta necessario ridurre il rischio associato a un determinato pericolo e la scelta della metodologia di riduzione del rischio cade sull'adozione di un circuito di comando e controllo, tale circuito diventa un circuito particolarmente importante in quanto il suo guasto potrebbe compromettere la salute e la sicurezza di una persona; la sua realizzazione deve dunque essere particolarmente attenta e affrontata in modo che la probabilità che tale circuito si guasti in modo pericoloso sia tanto più bassa quanto più alto è il rischio che si vuole ridurre.
La figura 1 che segue rappresenta il concetto base di riduzione del rischio mediante un circuito di sicurezza.
I primi tre elementi indicati in figura 1 costituiscono la probabilità di accadimento di un evento dannoso, ossia che una persona esposta a un pericolo subisca un danno. Il circuito di sicurezza riduce la probabilità di accadimento del danno costituendo una sorta di "barriera" tra la sorgente del pericolo e il danno che potrebbe derivare da una persona esposta a questo pericolo. È evidente che, poiché come tutte le parti fisiche anche i circuiti di sicurezza si possono guastare, anche la probabilità di guasto di tale circuito dovrà essere determinata e dovrà essere tenuta in conto per calcolare se la probabilità di accadimento di un evento dannoso dopo l'applicazione del circuito di sicurezza è stata sufficientemente ridotta.
Nel campo della sicurezza del macchinario le norme che trattano le prescrizioni per la realizzazione dei circuiti di comando e controllo sono:

- UNI EN ISO 13849-1 *Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 1: Principi generali per la progettazione;*
- UNI EN ISO 13849-2 *Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 2: Validazione;*
- CEI EN 62061 *Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici ed elettronici programmabili correlati alla sicurezza.*

Entrambe le succitate norme sono armonizzate per la Direttiva 2006/42/CE e costituiscono il principale strumento per soddisfare il requisito essenziale di salute e sicurezza *1.2.1 Sicurezza ed affidabilità dei circuiti di comando* perché entrambe le norme sono norme di "sistema", ossia indicano le prescrizioni per realizzare un sistema di controllo legato alla sicurezza costituito da diversi componenti e non come realizzare tali componenti. Va precisato che la norma CEI EN 62061 deriva da una semplificazione della norma IEC 61508 che in pratica è utilizzata per la costruzione di tutti i componenti elettronici da utilizzare in applicazioni di sicurezza. Allo stato attuale le norme UNI EN ISO 13849-1 e 2 (da applicare sempre congiuntamente) trattano prescrizioni relative ai circuiti di sicurezza di qualsiasi natura e non solo di natura elettrica, mentre la norma CEI EN 62061 si limita ai circuiti di natura elettrica o elettronica, ma nella futura edizione di tale norma questo limite sarà superato e sarà applicabile anch'essa a qualsiasi tipologia di circuiti di sicurezza. Applicando le suddette norme è possibile progettare un circuito di sicurezza in modo che la sua probabilità di guasto sia compatibile con il rischio che si vuole ridurre.
In questo breve articolo saranno illustrati i principi generali della norma UNI EN ISO 13849-1, anche se, considerata la sua complessità, si rimanda alla lettura della stessa.

La progettazione e la realizzazione di un circuito di sicurezza secondo la norma UNI EN ISO 13849-1

La resistenza ai guasti di un circuito di sicurezza viene quantificata tenendo conto di alcuni aspetti che sono:

- l'architettura circuitale, ossia il modo con cui i componenti del circuito di sicurezza vengono collegati tra loro. Tipicamente le architetture utilizzate sono quelle a singolo o doppio canale di sicurezza con o senza uso di funzioni diagnostiche in grado di rilevare in tempo i guasti pericolosi;
- la probabilità che ciascun componente che costituisce il circuito di sicurezza si guasti in modo pericoloso (determinazione del parametro MTTFD);
- la possibilità di riconoscere i guasti pericolosi operando un'appropriata reazione al guasto prima che questo porti a una situazione pericolosa (copertura diagnostica DC);
- per architetture di tipo a più canali di sicurezza (dalla categoria 2 alla 4), la capacità di evitare o controllare situazioni che sulla base di un singolo evento possano portare al guasto contemporaneo di più canali di sicurezza, dove il guasto di un canale non è la conseguenza del guasto dell'altro. La capacità di evitare guasti di modo comune (CCF) è stimata mediante una tabella riportata nell'allegato F della norma.

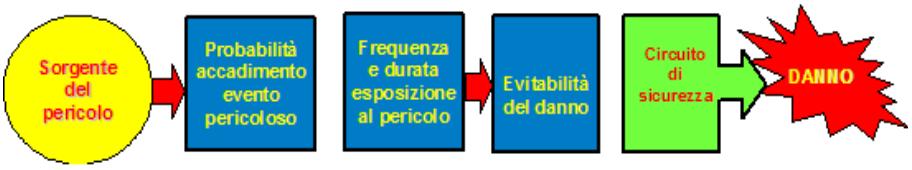
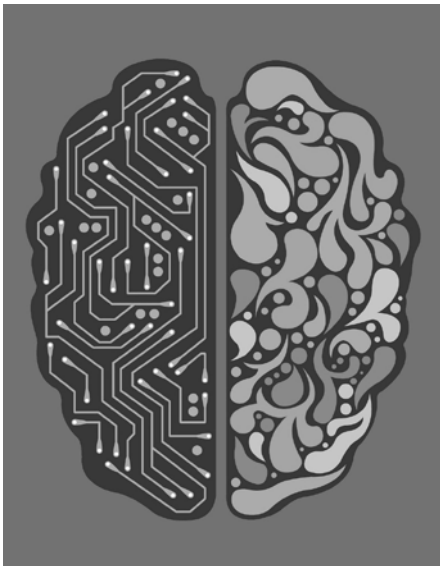


Figura 1 - Riduzione del rischio.

Un circuito di sicurezza realizzato secondo la UNI EN ISO 13849-1 è identificato con l'acronimo SRP/CS che significa *"parti del sistema di controllo legate alla sicurezza"*.
La norma considera cinque categorie dei circuiti di sicurezza (B, 1, 2, 3 e 4) che tengono conto, oltre all'architettura, di alcuni parametri per la relativa classificazione, ossia:

- il parametro MTTFD *"Tempo medio ad un guasto pericoloso"*, che esprime l'aspettativa media prima che avvenga un determinato guasto in modo pericoloso di un componente o di un canale di sicurezza del circuito (calcolato sulla base dei valori di MTTFD dei componenti che lo compongono mediante opportune formule);
- il parametro DC *"Copertura Diagnostica"*, che quantifica la capacità delle funzioni automatiche di test del circuito di sicurezza di riconoscere i guasti pericolosi e di reagire di conseguenza, definita come il rapporto tra il tasso di guasti pericolosi riconosciuti dalle funzioni diagnostiche rispetto al tasso di guasti pericolosi complessivi.

La tabella 10 della UNI EN ISO 13849-1 riassume il significato delle categorie e illustra il legame tra queste e i parametri $MTTF_D$, DC e CCF; la UNI EN ISO 13949-1 è applicabile esclusivamente alle 5 precise architetture di SRP/CS che realizzano le 5 categorie previste.
A titolo esemplificativo si riporta in figura 2 la schematizzazione dell'architettura di un circuito di sicurezza idonea alla categoria 4, dove sono visibili i due canali di sicurezza costituiti ciascuno da un blocco di ingresso "I" che rileva la necessità di attivazione della funzione di sicurezza, da un blocco logico "L" che elabora i segnali provenienti dal blocco di ingresso e attiva a sua volta il blocco di uscita "O" incaricato di attuare la funzione di sicurezza. Ciascuno dei due canali di sicurezza realizzano un monitoraggio incrociato del funzionamento dell'altro canale e ogni canale provvede a monitorare il corretto funzionamento del proprio blocco di uscita.
Riprendendo brevemente i parametri introdotti precedentemente, per quanto concerne il tempo medio di un guasto pericoloso $MTTF_D$ questo è



espresso in anni per ogni canale di sicurezza (identificato in 3 livelli indicati nel prospetto 4 della UNI EN ISO 13849-1). L'$MTTF_D$ del circuito di sicurezza si ottiene gerarchicamente nell'ordine:

- dai dati indicati dal costruttore del componente;
- calcolato come indicato in appendice C e D della norma;
- scelto il valore 10 anni.

Nel caso di canali di sicurezza costituiti da elementi diversi tra loro la norma prevede di assumere il valore $MTTF_D$ minore tra i due canali o, mediante una precisa formula, trovare un valore "simmetrizzato" tra i due.
A sua volta la copertura diagnostica DC (Diagnostic Coverage), definita invece come *"misura dell'efficacia dei sistemi diagnostici, che può essere determinata come rapporto fra il tasso dei guasti pericolosi rilevati λ_{dd} e il tasso dei guasti pericolosi totali λ_d"*, è espressa in percentuale ed è suddivisa in 4 livelli come riportato nel prospetto 5 della norma UNI EN ISO 13849-1.
La copertura diagnostica può esistere per parte o per tutto il circuito legato alla sicurezza (ad esempio per i sensori e/o per il sistema logico e/o per gli elementi attuatori finali) ed è espressa in %. La UNI

PROSPETTO 1 - COPERTURA DIAGNOSTICA (DC)

DC	
Denotazione	**Intervallo**
Nessuna	DC < 60%
Bassa	60% ≤ DC < 90%
Media	90% ≤ DC < 99%
Alta	99% ≤ DC

Nota 1: Per le SRP/CS che consistono di diverse parti si utilizza un valore medio DCavg per DC in figura 5, punto 6 e E.2.
Nota 2: La scelta degli intervalli della DC si base sui valori chiave del 60% e 99% stabiliti anche in altre norme (per esempio la IEC 61508) concernenti la copertura diagnostica delle prove. Le indagini mostrano che (1 - DC) per i valori chiave del 60%, 90% e 99% forma una specie di scala logaritmica adatta alla scala logaritmica del PL. Un valore della DC minore del 60% ha solo un lieve effetto sull'affidabilità del sistema sottoposto a prova ed è pertanto indicato con "nessuna". Un valore della DC maggiore del 99% per i sistemi complessi è molto difficile da raggiungere per praticità. Il numero di intervalli è limitato a quattro. Si assume che i limiti indicati nel presente prospetto abbiano un'accuratezza del 5%.

EN ISO 13849-1 fornisce nell'appendice E indicazioni per la determinazione della copertura diagnostica mediante un metodo semplificato secondo il quale, se si rientra in una delle casistiche indicate, si può assumere il corrispondente valore di DC% indicato nella tabella riportata in tale appendice.
Da ultimo, per circuiti di sicurezza dotati di due canali di sicurezza, per determinare il parametro stima delle cause comuni di guasto CCF (Estimates For Common Cause Failure), definito come "*guasti differenti, riassunti da un singolo evento, dove tali guasti non sono conseguenza uno dell'altro*", viene utilizzata una tabella che assegna un punteggio percentuale per ogni possibile causa di guasto comune eliminata, la cui somma finale deve superare un determinato punteggio minimo (65) per essere considerato un sistema di sicurezza accettabile (vedere prospetto F.1 della UNI EN ISO 13849-1).
La UNI EN ISO 13849-1 per valutare il livello di

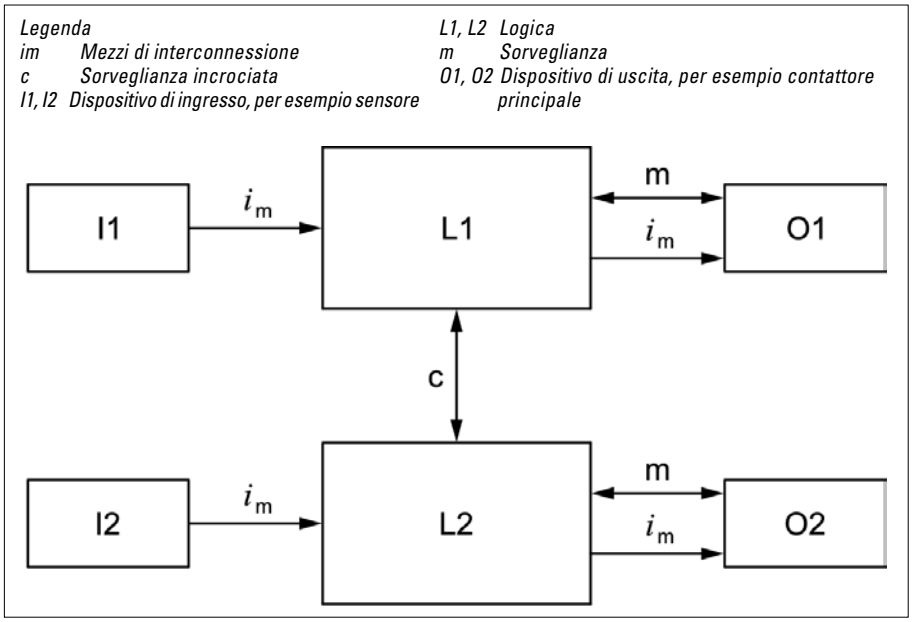


Figura 2 - Architettura designata per la categoria 4.

PROSPETTO 2 - LIVELLI DI PRESTAZIONE (PL)

PL	Probabilità media di guasto pericoloso per ora (PFH_D)
a	≥ 10-5 fino a < 10-4
b	≥ 3 x 10-6 fino a < 10-5
c	≥ 10-6 fino a < 3 x 10-6
d	≥ 10-7 fino a < 10-6
e	≥ 10-8 fino a < 10-7

resistenza ai guasti di un circuito di sicurezza definisce un livello della prestazione richiesto PL_r che rappresenta il livello di resistenza ai guasti che il circuito stesso deve raggiungere per poter ridurre il rischio specifico cui il circuito è destinato a coprire. La quantificazione del livello di prestazione PL (Performance Level) è espresso in termini di probabilità media di guasti pericolosi/ora ed è suddiviso in 5 livelli come indicato nel prospetto 2 della norma UNI EN ISO 13849-1.

Il PL per una determinata funzione di sicurezza solitamente è indicato nella specifica norma di tipo C del macchinario, ma nel caso non lo fosse (o se la norma di tipo C non fosse disponibile) questo valore può essere determinato con un metodo di valutazione appropriato. La UNI EN ISO 13849-1 nell'appendice A (informativa) riporta nella figura A.1 un esempio di metodo utilizzabile che si basa su una struttura di decisione del tipo ad albero delle decisioni.
In sostanza la resistenza ai guasti di un circuito di sicurezza progettato e realizzato in conformità alla UNI EN ISO 13849-1 è valutata in funzione dell'architettura scelta per il circuito (categoria dell'architettura) tenendo conto, come detto in precedenza, dei parametri $MTTF_D$, DC e CCF. Le possibili combinazioni dei suddetti parametri permettono di raggiungere un determinato PL dal circuito secondo quanto indicato dal diagramma riportato nella figura 5 della UNI EN ISO 13849-1.
In definitiva se in base al rischio da ridurre viene valutato necessario il raggiungimento di un determinato PL_r minimo, qualora realizzato il circuito si determina un valore di PL che, in base alla combinazione dei parametri prima citati, è inferiore a PL_r, significa che il circuito deve essere rivisto come architettura oppure che occorre scegliere componenti migliori per raggiungere il PL_r valutato necessario, oppure ancora che occorre aumentare l'azione della copertura diagnostica DC fino a ottenere almeno il valore di PL_r. Naturalmente, per circuiti a più canali, occorre sempre verificare che l'analisi del parametro CCF porti a un punteggio superiore a 65, condizione minima per considerare un circuito che raggiunge un determinato PL utilizzabile come circuito di sicurezza a prescindere dal valore PL raggiunto.
Sebbene la UNI EN ISO 13849-1 sia pensata per realizzare circuiti che ricadano nelle 5 architetture prima citate, viene lasciata aperta la possibilità di determinare il valore di PL combinando tra loro diverse SRP/CS ciascuna delle quali rispondenti a un determinato PL quando è noto il relativo valore di PFH_D mediante la semplice somma del valore PFH_D di ciascuna SRP/CS. Quanto sopra è applicabile fermo restando che il valore così calcolato è limitato da:

- il valore di PL più basso delle SRP/CS combinate tra loro;
- il valore di PL corrispondente al PFH_D secondo quanto indicato nel prospetto 2 della UNI EN ISO 13849-1.

Se invece non si conosce il valore di PFH_D di ciascuna SRP/CS da combinare, la norma indica un'altra metodologia semplificata.
La norma affronta anche gli aspetti legati al software legato alla sicurezza, ma per tale argomento, peraltro complesso, si rimanda direttamente alla lettura della stessa.

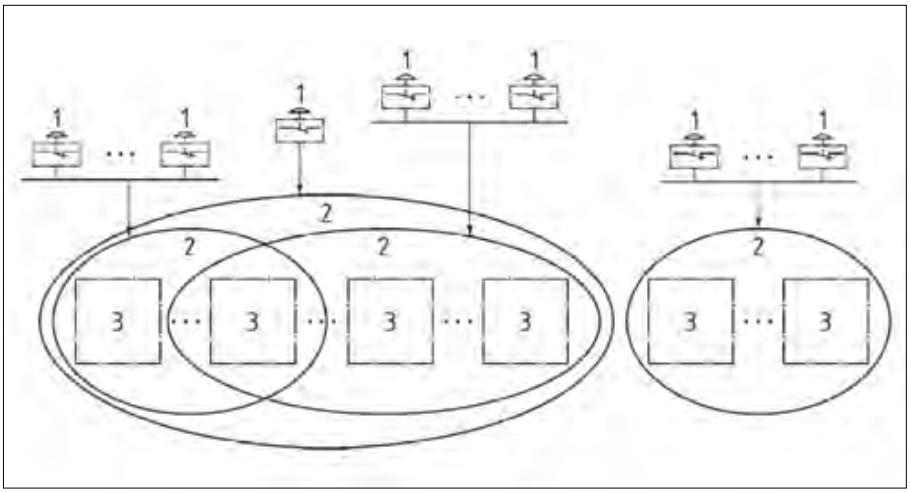
Federico Dosio
Coordinatore UNI/CT 042/SC 01/GL 01 "Sicurezza del Macchinario"

La funzione di arresto di emergenza

Tra le funzioni di un macchinario, quella dell'arresto di emergenza è probabilmente quella che salta più all'occhio; non è tuttavia la più semplice da comprendere.
La norma di riferimento è la UNI EN ISO 13850, la cui ultima edizione è del novembre 2015 *Sicurezza del Macchinario - Funzione di arresto di emergenza - Principi di progettazione*. L'edizione precedente è del 2008.
La definizione è la seguente (§3.1): *"Funzione prevista per evitare al loro sorgere o ridurre i pericoli esistenti per le persone, i danni al macchinario o alla lavorazione in corso; e essere attivata mediante una singola azione umana"*. Nel presente articolo si chiariscono alcuni aspetti importanti; si rimanda alla lettura della norma, al fine di comprendere tutte le prescrizioni necessarie a una corretta implementazione della funzione.

1. La funzione di arresto di emergenza non svolge funzioni di riduzione del rischio.
   In altri termini non è possibile, durante l'attività di analisi e riduzione del rischio, di fronte a un pericolo generato, per esempio, da un nastro trasportatore le cui parti in movimento non sono correttamente protette, decidere che, grazie alla presenza di una fune di emergenza, il rischio è accettabile.
   La Direttiva Macchine è chiara [RESS 1.2.4.3]: *"I dispositivi di arresto di emergenza devono offrire soluzioni di riserva ad altre misure di protezione e non sostituirsi ad esse". La norma in oggetto riprende il concetto al §4.1.1.3 "La funzione di arresto di emergenza è una misura di protezione complementare e non deve essere applicata in sostituzione di misure di protezione e di altre funzioni o funzioni di sicurezza"*. Un altro modo per esprimere lo stesso concetto è dire che l'arresto di emergenza non è una funzione di sicurezza, anche se realizzata all'interno di un sistema di sicurezza. La definizione di funzione di sicurezza è la seguente (§3.5): *"Funzione di una macchina il cui guasto può determinare un immediato aumento del(i) rischio(i)"*.
2. La funzione di arresto di emergenza non deve necessariamente togliere tutte le energie al macchinario.
   "Lo scopo della funzione di arresto di emergenza è evitare situazioni di emergenza effettive derivanti dal comportamento di persone o da un evento pericoloso inatteso" §4.1.1.1. Si pensi, per esempio, a un robot che movimenta, grazie a delle ventose, delle lastre di vetro. La movimentazione corretta del carico da parte del robot è garantita dalla presenza dell'aspirazione nelle ventose. Si ipotizzi che l'attivazione della funzione di arresto di emergenza spenga anche la pompa del vuoto. Se l'attivazione della funzione avviene durante una movimentazione del carico, questo comporterebbe lo stacco della lastra e la sua proiezione contro le barriere. In questo caso è meglio non legare il taglio della pompa del vuoto all'emergenza e gestire il rischio della presenza di energia con manualistica e cartellonistica.

3. La funzione di arresto di emergenza non deve necessariamente spegnere tutti i macchinari di una linea di produzione.
   In presenza di una linea di produzione, o di un impianto costituito da più macchinari, nasce spontaneo il voler arrestare tutti i macchinari della linea o dell'impianto. È chiaro che questa dovrebbe essere la prima condizione da considerare. Si immagini una linea di nastri che attraversano diverse zone di una grande impianto. L'arresto di un nastro della linea dovrebbe comportare l'arresto di tutti quelli a monte, ma non necessariamente di quelli a valle. La norma in oggetto dettaglia questa situazione al §4.1.2. *"L'ampiezza di comando di ogni dispositivo di arresto di emergenza deve coprire l'intera macchina. Come eccezione, un'unica ampiezza di comando può non essere appropriata quando, per esempio, l'arresto di tutti i macchinari collegati potrebbe generare pericoli aggiuntivi o influenzare in maniera non necessaria la produzione. Ogni ampiezza di comando può interessare una o più sezioni di una macchina, una macchina intera o un gruppo di macchine"*.
   Nasce naturalmente l'esigenza di indicare, in modo intuitivo per l'utilizzatore, quale parte dell'impianto viene arrestata dallo specifico pulsante di emergenza. La norma, sempre all'interno del paragrafo, fornisce ulteriori prescrizioni al riguardo.
4. Non è consentito l'utilizzo della funzione di arresto di emergenza per eseguire attività di manutenzione sul macchinario.
   Spesso il pulsante di emergenza è dotato di chiave. Il motivo è che, una volta estratta la chiave, il pulsante, una volta attivato, non può essere riarmato se non si re-inserisce la chiave. Questo è per dare importanza sia all'attivazione che al riarmo.
   La chiave però viene, a volte, utilizzata dalla manutenzione per garantire che nessuno riarmi la funzione e avvii il macchinario: una sorta di *Lockout-Tagout*, o, come si scrive in gergo, di prevenzione dell'avviamento inatteso.
   Questo utilizzo è scorretto, come scritto nella norma EN ISO 13850, nota del §4.1.1.2. *"La funzione di arresto di emergenza non può essere considerata una misura di prevenzione di avviamenti inattesi come descritto nella ISO 12100"*. La norma EN ISO 14118, pubblicata a maggio 2018 riporta un testo simile nella nota del §6.3.2.
5. Lo sfondo del pulsante di emergenza deve essere giallo.
   Ecco l'estratto normativo, §4.3.6: *"L'attuatore del dispositivo di arresto di emergenza deve essere di colore ROSSO. Se dietro all'attuatore è presente uno sfondo e nella misura in cui sia possibile, lo sfondo deve essere di colore GIALLO"*. L'apparente "eccezione" data dalla frase *"se è presente uno sfondo e nella misura in cui sia possibile"* non si riferisce al classico fungo di emergenza, il quale deve essere rosso su sfondo giallo.
6. Sebbene la funzione di arresto di emergenza non riduca il rischio, questa deve avere un livello di affidabilità minimo: SIL 1 o PL_r = c.
   La nuova edizione della norma riporta la seguente prescrizione al §4.1.5.1 *"La determinazione del livello di prestazione (PL) o del SIL richiesto dovrebbe tenere in considerazione lo scopo della funzione di arresto di emergenza, ma il livello minimo richiesto è PL_r c o SIL 1"*.
7. Normalmente, il pulsante di emergenza non deve avere ostacoli che limitino la possibilità di attivarlo.
   Tuttavia la norma riconosce il problema che il pulsante di emergenza può essere attivato accidentalmente. Questo può portare a comportamenti scorretti come quelli della foto. È quindi ammesso, come eccezione, di proteggere il pulsante con un colletto o altro metodo di protezione; ecco quanto prescrive la norma al §4.5: *"L'utilizzo di un colletto di protezione attorno al dispositivo di arresto di emergenza dovrebbe essere evitato, tranne quando necessario per impedire l'azionamento accidentale e altre misure non sono possibili"*.
   La norma continua però prescrivendo che tali colletti *"non devono impedire od ostacolare l'azionamento con il palmo della mano"*.



Esempio che illustra il concetto di Ampiezza di Comando, indicata con "2".

8. Normalmente, il pulsante di emergenza deve essere presente su ogni stazione di comando. Così recita la norma al §4.3.2: *"Un dispositivo di arresto di emergenza deve essere ubicato:*

- *in ogni stazione di comando dell'operatore, salvo quando la valutazione del rischio indica che ciò non è necessario;*
- *in altre ubicazioni determinate mediante la valutazione del rischio, per esempio:*
  - *nei punti di ingresso e di uscita;*
  - *in punti in cui sia richiesto un intervento sul macchinario, per esempio operazioni con una funzione di comando ad azione mantenuta;*
  - *in tutti i luoghi in cui la progettazione preveda un'interazione tra uomo e macchina (per esempio la zona di carico/scarico)".*

Quindi è consigliata la presenza della funzione su ogni pulpito di comando, tuttavia è ammesso, se la valutazione del rischio lo giustifica, che alcuni pulpiti ne siano privi.
L'obbligo rimane nell'attuale edizione della EN 60204-1; tuttavia, sta per essere pubblicata la nuova edizione di tale norma, nella quale ci si allinea alla norma di prodotto della funzione di arresto di emergenza; si veda come è stato modificato il testo del §10.7.1 nella nuova edizione della EN 60204-1.

9. La funzione di arresto di emergenza può attivare dei movimenti, se questi sono finalizzati all'arresto di funzioni pericolose.
Si pensi, per esempio, all'arresto in sicurezza di una linea di colata continua dell'acciaio. Questo arresto può avvenire solamente chiudendo la linea e impedendo quindi che l'acciaio continui a colare nella camera di raffreddamento. Questo avviene inserendo una busetta, chiamata "cieca", che chiude il foro della paniera.
È chiaro che l'analisi del rischio deve portare ad attuare delle precauzioni affinché il movimento della busetta, causato dall'attivazione della funzione d'arresto di emergenza, non comporti rischi per l'operatore. Si veda quanto riportato al §4.1.1.5 della UNI EN ISO 13850.

Marco Tacchini
Membro UNI/CT 042/SC 01/GL 01 "Sicurezza del macchinario"

Centrifughe

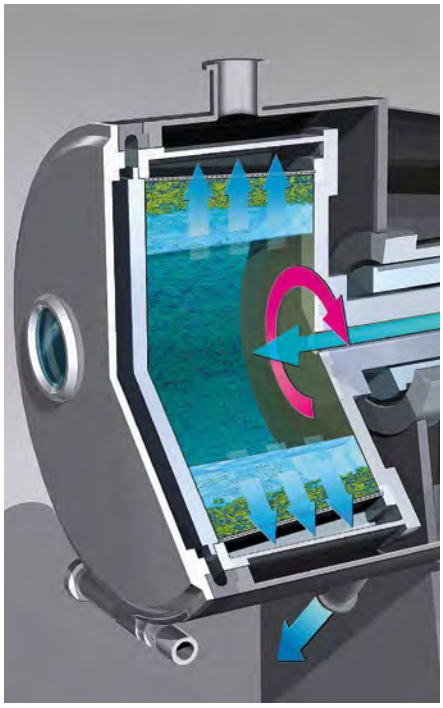
Le centrifughe trovano applicazione in diversi settori, industriali e non: sono impiegate, ad esempio, per separare prodotti, nelle macchine per formatura, nel campo della medicina legale, per analisi chimiche o biologiche, e in ambito domestico, (è il caso questo delle centrifughe per biancheria o delle centrifughe per insalata).
Il presente lavoro si focalizzerà sulle centrifughe, con energia cinetica di rotazione superiore a 200 joule, dotate di una camera rotante nella quale una miscela di prodotti da trattare può essere sottoposta a un'accelerazione (radiale), per la separazione di liquido/liquido/solido/solido o almeno due di queste sostanze; tali attrezzature trovano diffusione, ad esempio, nel settore tessile, nella lavorazione della biancheria, in quello delle bevande, nella preparazione della birra, nell'industria alimentare, nella realizzazione di prodotti caseari, e in quella chimica, per il trattamento degli oli minerali. Le centrifughe sono classificate in base agli elementi principali costitutivi o al processo posto in atto per la separazione. Si trovano, pertanto, macchine per separazione:

- dotate di una camera perforata o di un paniere, che agiscono per filtrazione, in cui i liquidi passano attraverso i solidi che si accumulano su un elemento filtrante;
- dotate di una camera non perforata o catino, che operano per sedimentazione, in cui le parti più pesanti del prodotto trattato migrano verso la parte esterna del catino mentre quelli meno pesanti verso la parte interna.

Le centrifughe possono essere anche classificate in base a:

- modo di funzionamento (continuo oppure intermittente);
- posizione del loro asse di rotazione (orizzontale, verticale o inclinato);
- modalità di funzionamento (velocità costante, a due velocità, a velocità multiple, a velocità variabile).

Queste tipologie di centrifughe sono gestite, dal punto di vista di standardizzazione normativa, all'interno del CEN/TC 313, che ultimamente ha variato il titolo in "centrifughe", modificando leggermente il proprio ambito di intervento.
Detto Comitato tecnico ha redatto la norma UNI EN 12547 *Centrifughe - Requisiti comuni di sicurezza*, che fornisce per le macchine destinate alla separazione di liquido/liquido/solido/solido o di almeno due di queste sostanze, i requisiti per ridurre al minimo i rischi dovuti ai pericoli significativi collegati al funzionamento delle centrifughe, limitatamente a quelli di natura meccanica, provocati dall'inosservanza dei principi ergonomici, legati all'elettricità e al rumore (fornendo per quest'ultimo aspetto indicazioni circa le misurazioni da condurre).
Nella tabella 1 sono riportate le varie edizioni della norma, con informazioni relative al recepimento italiano e alla validità della presunzione di conformità alla Direttiva Macchine, connessa alla data di pubblicazione in Gazzetta ufficiale.



Si precisa che l'adozione di una norma armonizzata, seppure dia presunzione di conformità alla direttiva di prodotto specifica, è a carattere volontario, ma fornisce in ogni caso un'indicazione dello stato dell'arte, determinando il livello di sicurezza che ci si aspetta da un determinato tipo di prodotto in quel dato momento: il fabbricante della macchina che sceglie di adottare soluzioni tecniche diverse, anche se desunte da altre specifiche tecniche, deve poter dimostrare che la sua scelta è conforme ai requisiti di sicurezza e di tutela della salute pertinenti e fornisce un livello di sicurezza almeno equivalente a quello che si otterrebbe con l'applicazione delle indicazioni della norma armonizzata specifica.
La norma UNI EN 12547 costituisce quindi un utile riferimento innanzitutto per chi deve progettare e

TABELLA 1 - EVOLUZIONE DELLA UNI EN 12547

NORMA EN	DATA PUBBLICAZIONE IN G. U. EUROPEA	DATA DI CESSAZIONE DELLA PRESUNZIONE DI CONFORMITÀ	RECEPIMENTO UNI
EN 12547:1999	11/6/1999	29/12/2009	UNI EN 12547:2001
EN 12547:1999 +A1:2009	08/9/2009	29/02/2016	UNI EN 12547:2009
EN 12547:2014	15/01/2016	-	UNI EN 12547:2014

TABELLA 2 - TIPOLOGIE DI IDROESTRATTORI SOTTOPOSTI AL REGIME DI VERIFICA PERIODICA (EX. COMMA 11, ART. 71 DEL D.LGS. 81/08 E S.M.I.).

ATTREZZATURA	INTERVENTO/ PERIODICITÀ
Idroestrattori a forza centrifuga di tipo discontinuo con diametro del paniere x numero di giri > 450 (m x giri/min.)	Verifica biennale
Idroestrattori a forza centrifuga di tipo continuo con diametro del paniere x numero di giri > 450 (m x giri/min.)	Verifica triennale
Idroestrattori a forza centrifuga operanti con solventi infiammabili o tali da dar luogo a miscele esplosive od instabili, aventi diametro esterno del paniere maggiore di 500 mm.	Verifica annuale

fabbricare una centrifuga, ma allo stesso tempo offre utili indicazioni a chi deve utilizzarla in sicurezza, ad esempio per l'individuazione dei vizi palesi, o a chi è tenuto a verificarla periodicamente. Dette attrezzature, infatti, denominate "idroestrattori", rientrano nel regime di verifica periodica di cui all'art. 71 comma 11 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i., come indicato nella tabella 2, estratto dell'allegato VII al sopradetto decreto. Un idroestrattore può essere definito come una particolare centrifuga dotata di un paniere, nel quale una miscela generalmente liquida di prodotto da trattare può essere sottoposta a un'accelerazione radiale, per la separazione di due componenti.
In base al regime di verifica sopradetto e in particolare in conformità alle modalità individuate nel D.M. 11 aprile 2011, per gli idroestrattori il datore di lavoro è tenuto a:

- dare comunicazione di messa in servizio dell'attrezzatura all'Unità Operativa Territoriale dell'INAIL, competente per territorio, che provvede all'assegnazione di una matricola;
- sottoporre l'attrezzatura a verifiche periodiche, a titolo oneroso con spese a carico del datore di lavoro, volte a valutarne l'effettivo stato di conservazione e di efficienza ai fini di sicurezza, secondo le periodicità individuate nell'allegato VII già citato.

Luigi Monica
Coordinatore UNI/CT 042/SC 01/GL 02 "Sicurezza delle centrifughe"

Macchine per plastica e gomma

La segreteria del CEN/TC 145 è stata affidata circa 23 anni fa dall'UNI all'Associazione dei costruttori italiani di macchine e stampi per materie plastiche e gomma Amaplast (precedentemente Assocomaplast), su iniziativa dell'associazione stessa, sollecitata da un buon nucleo di aziende aderenti, particolarmente sensibili alle problematiche della sicurezza.
Questa premessa intende sottolineare l'impegno operativo ed economico profuso in questi anni dall'industria italiana del settore - la seconda in Europa, dopo la tedesca - per metter a disposizione dei progettisti e degli utenti di macchinario oltre che, naturalmente, degli enti di controllo norme di riferimento che, se correttamente applicate, possono assicurare la sicurezza nei luoghi di lavoro.
All'origine dell'attività normativa in sede UNI, poi in sede CEN e dopo tanti anni in sede ISO, sono servite da riferimento di base alcune "Raccomandazioni Assocomaplast" messe a punto da un gruppo di esperti dell'Associazione di categoria alla fine degli anni '70.
Si trattava di linee-guida che fornivano indicazioni orientative sulle modalità di intervento in fase di progettazione per evitare i rischi rilevanti che ai tempi gli operatori-macchina dovevano fronteggiare giornalmente.
La prima "raccomandazione" aveva come oggetto i dispositivi di sicurezza per i mescolatori a cilindri, macchine che negli anni precedenti, purtroppo con una certa frequenza, avevano determinato incidenti sul lavoro - di cui alcuni davvero gravissimi - nelle industrie italiane ed estere produttrici di pneumatici.
Alle principali "raccomandazioni Assocomaplast", seguirono le prime norme UNI relative ai mescolatori a cilindri di grandi dimensioni e per laboratorio: rispettivamente UNI 8432 pubblicata nel 1983 e UNI 9152 del 1987. Successivamente venne messa a punto e pubblicata la norma UNI 1417 relativa alle macchine a iniezione, che numericamente sono le più diffuse nell'industria italiana della lavorazione della plastica e della gomma e che sono - insieme alle presse a compressione - elencate nell'allegato IV fin dalla prima edizione della Direttiva Macchine.
In sede europea, con riferimento all'entrata in vigore delle Direttive del "nuovo approccio", venne costituito nel 1988, su iniziativa tedesca e italiana, il Comitato tecnico TC 145 la cui presidenza e la segreteria nel 1995 furono affidate all'Italia, che le detiene tuttora.
Col passare degli anni, con il contributo attivo delle delegazioni tecniche di diversi Paesi europei, sono state messe a punto, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale europea e periodicamente aggiornate le seguenti norme, relative a quasi tutte le tipologie di macchine:

- Macchine a iniezione - EN 201:2009;
- Presse a compressione e transfer - EN 289:2014;
- Estrusori - EN 1114-1:2011;
- Unità di taglio in testa - EN 1114-2:1998+A1:2008 (cancellata il 7.5.2010);
- Traini - EN 1114-3:2001+A1:2008;
- Mescolatori a cilindri - EN 1417:2014;
- Macchine per soffiaggio - EN 422:2009;
- Granulatori a lame e trituratori - EN 12012-1:2007+A1:2008 - EN 12012-3:2001+A1:2008, in fase di revisione e abbinamento in un'unica norma;
- Pellettizzatrici - EN 12012-2:2001+A2:2008 (cancellata il 4.6.2010);
- Agglomeratori - EN 12012-4:2006+A1:2008;
- Mescolatori interni - EN 12013:2018;
- Calandre - EN 12301:2000+A1:2008;
- Macchine e impianti per stampaggio a reazione - EN 1612-1:1997+A1:2008;
- Linee per stampaggio a reazione - EN 1612-2:2000 (ora conglobata nell'EN 1612-1);
- Termoformatrici - EN 12409:2008+A1:2011;
- Unità per avvolgimento film o foglie - EN 13418:2013;
- Termosaldatrici per sacchi e sacchetti - EN 15067:2007;
- Macchine per il taglio e la lavorazione secondaria di espansi - EN 14886:2008;
- Vulcanizzatrici per pneumatici - EN 16474:2015.

Una particolarità italiana, legata alle norme di cui sopra - con riferimento specifico alla EN 201 - è la convenzione siglata nel 2005 dall'Agenzia delle Dogane e da Assocomaplast per il controllo prima del loro sdoganamento, di macchinari per plastica e gomma importati da Paesi extra-comunitari; la convenzione ha permesso di verificare l'effettiva conformità delle macchine in dogana con i requisiti di sicurezza, spesso obbligando l'importatore a rilevanti e impegnativi adeguamenti.
A prescindere da questa particolarità, va rimarcato che, alla luce dell'esperienza normativa acquisita a livello europeo, ancora una volta su iniziativa italiana, nel 2012 è stato creato in sede ISO il Comitato tecnico TC 270, per venire incontro all'esigenza espressa da molte imprese costruttrici di macchine e impianti - sempre più attive e operativamente presenti in sede mondiale - di avere norme di sicurezza a cui far riferimento non solo in Europa ma in tutti i mercati internazionali, anche a vantaggio delle imprese multinazionali utilizzatrici del settore plastica e gomma, per applicare in tutti i loro siti produttivi macchinari rispondenti agli stessi requisiti.
Nell'ambito dell'ISO/TC 270 sono stati finora attivati tre *working group*:

- WG 1 - Macchine a iniezione;
- WG 2 - Estrusori e linee di estrusione;
- WG 3 - Sistemi ancoraggio magnetico degli stampi per macchine per materie plastiche e gomma.

In conclusione, si tratta di una panoramica normativa di grande rilievo a livello europeo e, in divenire, a livello mondiale, a testimonianza di un lavoro ormai ultra-trentennale di tecnici ed esperti italiani, coordinati dall'UNI con il supporto degli *stakeholders* del nostro Paese, a cui hanno dato certamente il loro contributo delegazioni europee e del resto del mondo.

Claudio Celata
Coordinatore UNI/CT042/SC 1/GL06 "Sicurezza delle macchine per la lavorazione delle materie plastiche e della gomma"
Presidente CEN/TC 145 e ISO/TC 270 "Plastics and rubber machines"

Macchine per imballare

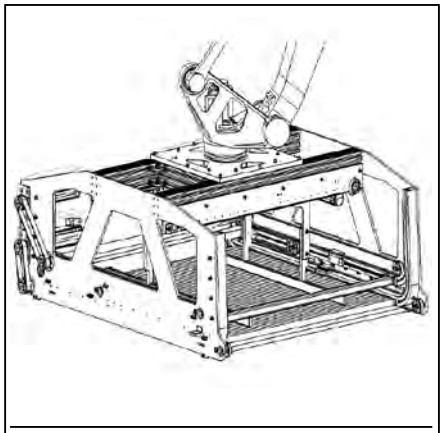
Il quadro normativo delle macchine per imballare si è andato sviluppando a partire dal 1989 quando si tenne a Milano, con la segreteria UNI, la prima riunione del Comitato tecnico CEN/TC 146 relativo alla sicurezza delle macchine per il packaging.
Nel corso degli anni sono state sviluppate dieci norme tecniche di tipo C che coprono quasi tutte le macchine presenti sul mercato:

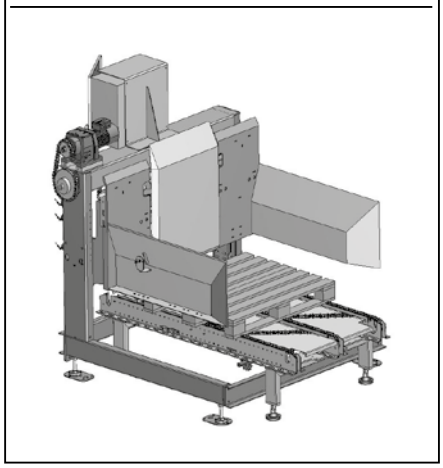
EN 415-1:2014 Terminologia e classificazione;
EN 415-2:2001 Riempitrici di liquidi in contenitori rigidi preformati;
EN 415-3:2000 Formatrici riempitrici sigillatrici;
EN 415-4:1998 Pallettizzatori e depallettizzatori;
EN 415-5:2006 Avvolgitrici;
EN 415-6:2006 Avvolgitrici per pallet;
EN 415-7: 2006 Macchine per imballaggio multipli (astucciatrici, cartonatrici);
EN 415-8:2006 Reggettatrici;
EN 415-9:2010 Misura del rumore per macchine e linee d'imballaggio;
EN 415-10:2014 Requisiti generali;

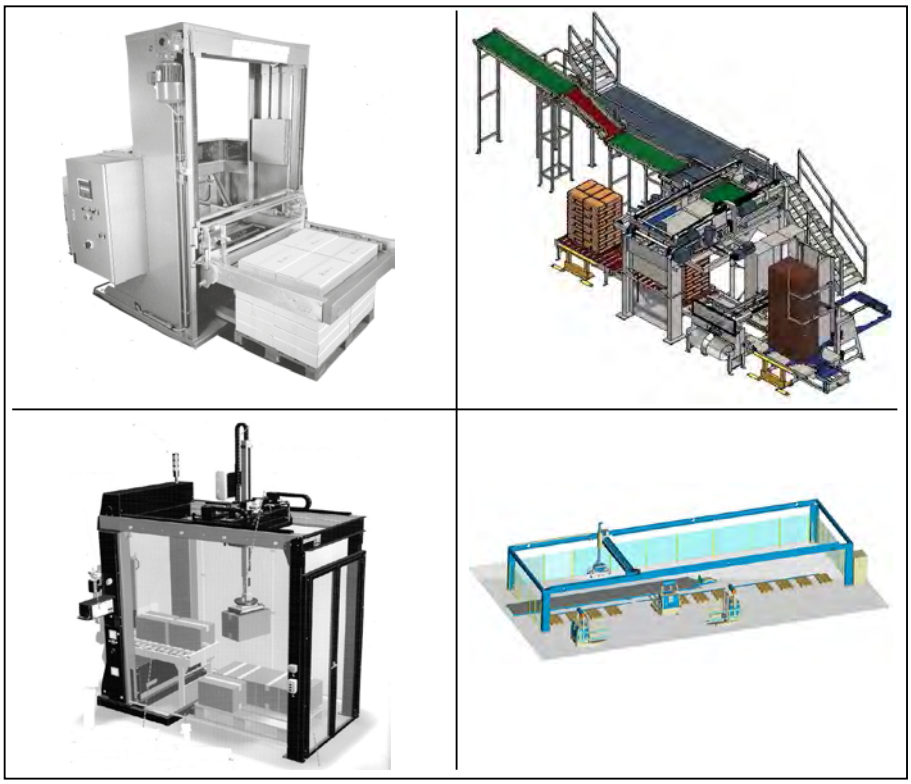
Negli anni è emersa la necessità di aggiornare le norme sia per allinearle agli sviluppi normativi indotte da norme di tipo B che per adeguarle agli sviluppi tecnologici che hanno interessato le macchine per imballare.
Infatti negli ultimi 30 anni le macchine hanno subito profonde modifiche nelle caratteristiche strutturali, da macchine con cinematismi e dispositivi meccanici con un numero ridotto di dispositivo di comando e controllo a macchine con motorizzazioni multiple, azionamenti elettronici con sistemi di controllo e comando computerizzati tali da rendere le macchine generalmente idonee per assolvere le caratteristiche del piano "Industria 4.0". Sono state quindi messe in revisione le parti 2, 3, 4 della serie EN 415 e recentemente le parti 7 e 8. Inoltre nell'ambito del Comitato tecnico 146 è stato aperto un tavolo per lo sviluppo di una norma per la determinazione della "efficienza e disponibilità delle macchine per imballare". Quest'ultima norma che sembrerebbe estranea ai temi della sicurezza ha in realtà un forte rapporto con la riduzione del rischio. Infatti lo sviluppo delle misure di sicurezza ha reso le macchine praticamente inaccessibili durante le fasi di "uso normale" relegando i rischi alle fasi di intervento per rimediare a inceppamenti, eseguire regolazioni, pulizia e piccole manutenzioni. La necessità e la frequenza d'intervento sono appunto correlate alle caratteristiche di efficienza e disponibilità della macchina e la norma si propone di fornire elementi oggettivi di valutazione che saranno poi elemento determinante per il miglioramento e con esso per la riduzione dei rischi.
In questa sede presentiamo gli sviluppi della norma UNI EN 415-4 relativa ai pallettizzatori e depallettizzatori.
La necessità di aggiornarla è stata condivisa da tutti i Paesi membri del Comitato tecnico 146 perché in generale i pallettizzatori sono considerati macchine potenzialmente pericolose a causa delle dimensioni e delle forze in gioco che possono portare danni a tutte le parti del corpo di una persona esposta con conseguenze anche fatali.

L'interesse e la preoccupazione di redigere una norma priva di lacune e veramente cautelativa in tema di sicurezza ha reso lungagginosi i lavori con vari ripensamenti, aggiustamenti e discussioni.
Si sono svolte 15 riunioni, prevalentemente a Bologna e a Modena, presso la sede della UCIMA che è l'associazione dei fabbricanti di macchine per imballare, infatti il coordinamento del Gruppo di lavoro è italiano a cura del sottoscritto.
Sempre presso la sede dell'associazione si sono svolte moltissime riunione del gruppo italiano che ha monitorato gli sviluppi apportando contributi e proposte.
Oggi lo stato del progetto di norme è molto avanzato, prossimo alla fase d'inchiesta pubblica, per cui si può rendere conto di vari requisiti che, si può ritenere, saranno presenti nella norma finale.
Vediamo ora i punti qualificanti:

1. Campo di applicazione
   Sono trattati tutti i tipi di pallettizzatori e depallettizzatori:
- semiautomatici a piastra mobile;
- con arrivo prodotti a basso livello;
- con arrivo prodotti ad alto livello;
- *pick and place*;
- a colonna;
- robot pallettizzatori;
- cartonatrice e pallettizzatore;
- pallettizzatore a stazioni multiple.







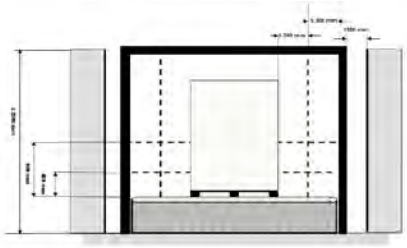
Inoltre sono trattate le apparecchiature ausiliarie:

- dispositivi di presa, meccanici, mediante vuoto, magnetici, a piano scorrevole;
- impilatori e disimpilatori per pallet;
- ribaltatori di pallet;
- dispositivi per rimuovere i fogli intermedi;
- sistemi di raggruppamento e deraggruppamento di prodotti;
- macchine per verificare lo stato dei pallet usati;
- sistemi di controllo peso.

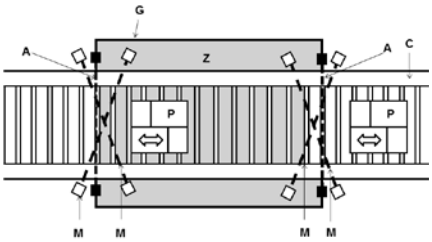
Requisiti di sicurezza

Durate l'uso normale è adottato un criterio di completa separazione della zona di lavoro dall'operatore mediante ripari fissi e interbloccati e dispositivi immateriali di controllo dell'accesso.
La norma UNI EN 415-10 relativa ai requisiti generali per le macchine per imballare, che è la norma più recente emessa nel 2014, ha fornito criteri di dimensionamento delle aperture in rapporto alle distanze di sicurezza che integrano la ben nota UNI EN 13857 e i criteri di applicazione del "muting" funzione indispensabile per evitare di arrestare le

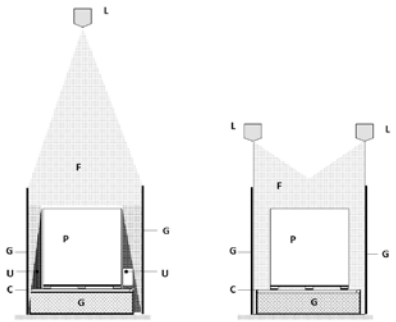
macchine durante le fasi di entrata dei prodotti da pallettizzare e di uscita del pallet.
Le dimensioni delle aperture sono descritte in dettaglio nei requisiti della norma.



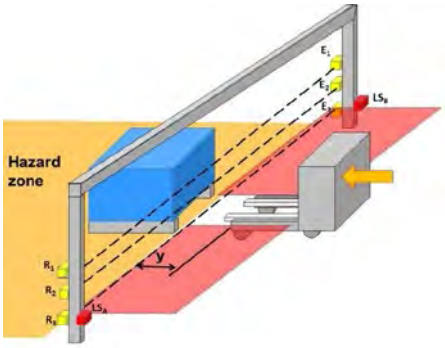
Anche le disposizioni delle barriere immateriali nelle aperture di entrata e uscita pallet sono state normate in dettaglio inclusa la collocazione dei raggi di inibizione temporanea della funzione di sicurezza.



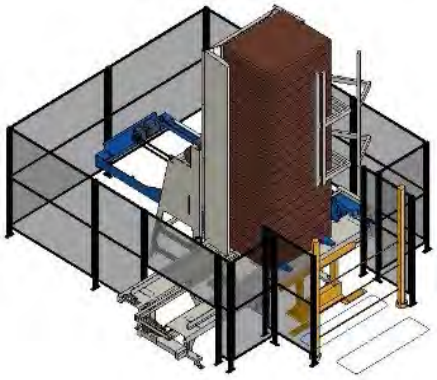
È stato considerato l'uso di laser scanner con indicazioni per minimizzare le zone in ombra e quindi non sottoposte a controllo.



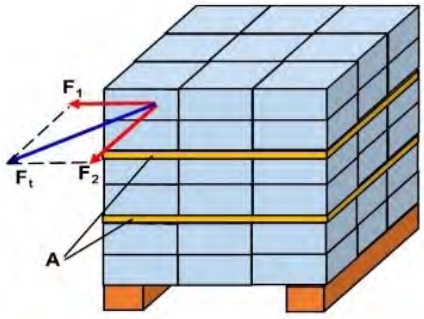
Sono stati normati i sistemi per garantire contro la caduta di parti mobili alte dei pallettizzatori quando esigenze di manutenzione richiedono l'accesso.
Sono considerati i sistemi di frenatura, i sistemi di bloccaggio fisico della possibile caduta e anche i criteri per prevenire l'intempestivo avviamento di una macchina quando qualche operatore è in una situazione di pericolo. Si tratta di un rischio significativo date le dimensioni di certe macchine e la posizione dei comandi d'avviamento che non sempre consentono la piena visibilità della zona pericolosa.
Requisiti specifici sono stati dedicati ai pallettizzatori a stazioni multiple asserviti con AGV (veicoli a guida automatica). Si tratta di un'applicazione che interessa molti ambienti di lavoro con alti volumi di produzione.
Un pallettizzatore ad assi cartesiani copre una campo di lavoro di alcune decine di metri e carica pallet con prodotti che normalmente sono alimentati con convogliatori a nastro o a rulli. Gli AGV accedono per depositare i pallet vuoti e prelevare quelli pieni mediante accessi che vengono resi disponibili senza che venga arrestato il lavoro del pallettizzatore.
Gli accessi devono prevenire l'ingresso di persone nella zona pericolosa.
Gli AGV dovranno essere conformi alla norma specifica (l'attuale EN 1525 è da tempo in revisione)



ma la EN 415-4 prevederà specifiche per l'interfacciamento tra i veicoli e il pallettizzatore. Alcuni requisiti sono dedicati alle attrezzature ausiliare di impilamento e disimpilamento pallet.
Si tratta di apparecchiature spesso trascurate e realizzate in modo semplificato che però incorporano alcuni pericoli significativi particolarmente quando un operatore approssima la pila di pallet per depositare o prelevare. Alcune macchine hanno delle funzioni automatiche di sfilamento pallet e resa disponibile su rulliera con possibilità di accedere a punti pericolosi che è indispensabile proteggere.



Un allegato informativo contiene criteri per valutare la stabilità del carico nelle fasi di movimentazione a cui è sottoposto un pallet per evitare che caduta e proiezione di prodotti possa causare pericoli.



Per ogni macchina e attrezzatura ausiliaria sono stati stabiliti i livelli di prestazione dei sistemi di comando relativi alla sicurezza, in generale per le funzioni più pericolose è stato previsto il PL d, per la funzione di arresto d'emergenza e per altre funzioni meno pericolose il PL c. A luglio 2018 si terrà sperabilmente l'ultima riunione prima dell'inchiesta pubblica che potrebbe rendere poi disponibile la norma nella prima parte del 2019.

Paolo Capelli
Coordinatore UNI/CT 042/SC 01/GL 08 "Sicurezza delle macchine per l'imballaggio"

Impianti galvanici

I Gruppi di lavoro del CEN/TC 271 si occupano di tutte le normative nel settore dei trattamenti superficiali, in particolare:

- WG1 Macchinari di pre-trattamento:
  - UNI EN 12921-1 "Macchine di lavaggio e di pretrattamento di manufatti che utilizzano sostanze liquide o in fase di vapore - Parte 1: Requisiti di sicurezza generali",
  - UNI EN 12921-2 "Macchine di lavaggio e di pretrattamento di manufatti che utilizzano sostanze liquide o in fase di vapore - Parte 2: Sicurezza delle macchine che utilizzano detergenti acquosi",
  - UNI EN 12921-3 "Macchine di lavaggio e di pretrattamento di manufatti che utilizzano sostanze liquide o in fase di vapore - Parte 3: Sicurezza delle macchine che utilizzano solventi infiammabili",
  - UNI EN 12921-4 "Macchine di lavaggio e di pretrattamento di manufatti che utilizzano sostanze liquide o in fase di vapore - Parte 4: Sicurezza delle macchine che utilizzano solventi alogenati";
- WG2 Sistemi di alimentazione vernici e applicazioni di vernici:
  - UNI EN 1953 Apparecchiature di polverizzazione e spruzzatura per prodotti di rivestimento e finitura - Requisiti di sicurezza,
  - UNI EN 12621 Macchine per l'alimentazione e la circolazione sotto pressione di prodotti vernicianti - Requisiti di sicurezza,
  - UNI EN 12757-1 Apparecchiature di miscelazione dei prodotti vernicianti - Requisiti di sicurezza - Parte 1: Apparecchiature di miscelazione per l'impiego di ritocco nell'autocarrozzeria,
  - UNI EN 13966-1 Determinazione dell'efficienza di trasferimento di apparecchi atomizzatori e spruzzatori di prodotti vernicianti liquidi - Parte 1: Pannelli piani,
  - WI00271059 Sistemi di alimentazione a polvere - Requisiti di sicurezza;
- WG3 Impianti di verniciatura:
  - UNI EN 12215 Impianti di verniciatura - Cabine di verniciatura per l'applicazione di prodotti vernicianti liquidi - Requisiti di sicurezza,
  - UNI EN 12981 Impianti di verniciatura - Cabine per l'applicazione di prodotti vernicianti in polvere - Requisiti di sicurezza,
  - UNI EN 13355 Impianti di verniciatura - Cabine forno - Requisiti di sicurezza,
  - UNI EN 12581 Impianti di verniciatura - Macchinario per l'applicazione di prodotti vernicianti liquidi organici per immersione ed elettroforesi - Requisiti di sicurezza;
- WG4 Essiccatoi di verniciatura e sistemi di depurazione termica per l'aria esausta:
  - UNI EN 1539 Essiccatoi e forni nei quali si sviluppano sostanze infiammabili - Requisiti di sicurezza,
  - UNI EN 12753 Impianti di combustione termica per l'abbattimento dei composti organici volatili emessi da impianti utilizzati per il trattamento delle superfici - Requisiti di sicurezza;

- WG5 Rumore:
  - UNI EN 14462 Apparecchiature per il trattamento delle superfici - Procedura per prove di rumorosità delle apparecchiature per il trattamento delle superfici, incluse le attrezzature manuali asservite - Classi di accuratezza 2 e;
- WG6 Impianti galvanici:
  - UNI EN 17059 Linee galvaniche e di anodizzazione - Requisiti di sicurezza.

Su iniziativa della Germania e con il sostegno di Francia, Italia, Norvegia e Finlandia si è creato nel 2014 un Gruppo di lavoro (WG6) in ambito CEN/TC 271, che ha dato vita all'iniziativa per mettere a punto la normativa macchine dedicata agli impianti galvanici, per lo sviluppo di uno standard di sicurezza europea per gli impianti galvanici, la norma UNI EN 17059 "Linee galvaniche e di anodizzazione - Requisiti di sicurezza".

Per l'Italia, nello sviluppo dei lavori, sono stati svolti incontri al Politecnico di Milano e all'Università dell'Insubria di Varese. Oltre alle Università hanno partecipato aziende, professionisti e le ATS di Milano, Varese e Como.

Ognuno dei partecipanti al WG6 ha svolto una relazione sulla situazione del proprio Paese delle norme e leggi applicate in materia di sicurezza. Ogni Paese ha una situazione leggermente diversa sugli aspetti delle norme locali che si sovrappongono a quelle europee.

Il contributo delle diverse culture ha portato a una normativa articolata ma snella. Nei prossimi cinque anni, tra questa prima edizione e quella successiva, ognuno potrà avanzare delle osservazioni che avvicinino la norma sempre di più allo stato dell'arte.

In Italia la galvanica, come tecnologia di produzione industriale, è influenzata dalla legislazione europea disposta in varie direttive e regolamenti che hanno diversi destinatari (ad esempio, la sicurezza delle macchine è rivolta al costruttore di impianti galvanici, la sicurezza sul lavoro e la tutela dell'ambiente sono indirizzati agli utilizzatori del processo galvanico).

Sinteticamente in Italia dobbiamo tener conto:

- senza eccezioni nell'esperienza sulla Direttiva Macchine del 2006/42/EEC che è conforme al resto dell'Europa;
- delle diverse leggi italiane che hanno a che fare con il tema della sicurezza, ad esempio:

  - Decreto legge italiano del 9 aprile 2008, n. 81 aggiornato a maggio 2014 "Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza nei luoghi di Lavoro",
  - documento di valutazione dei rischi a carico delle imprese utilizzatrici "DVR",
  - linee guida di indirizzo nazionale del 2011 redatte da ISPRA "Istituto superiore per la ricerca e la protezione ambientale". Sono le linee guida per la valutazione del rischio da esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi e ad Agenti Cancerogeni e Mutageni;
- per quelle applicate a livello regionale, ho scelto come esempio la Regione Lombardia:
  - Piano regionale 2008-2010 "Promozione della sicurezza e salute negli ambienti di lavoro" D.G.R. N°VIII/6918 del 2 aprile 2008. Vademecum per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nelle attività di galvanica (Aggiornamento dicembre 2010).

Teniamo presente che questa norma è stata condivisa da tutti ma, come tutte le norme, si sottolinea che l'uso è volontario. I costruttori e gli operatori o gli organismi di valutazione della conformità sono liberi di scegliere qualsiasi altra soluzione tecnica che prevede il rispetto di quanto per legge è obbligatorio nei requisiti. Possiamo richiedere che gli Enti preposti al controllo ispettivo svolgano verifiche su tutti gli impianti installati provenienti dai Paesi comunitari e non comunitari sullo "stato dell'arte" degli stessi.

La norma non è altro che la conversione della Direttiva Macchine applicata al settore della galvanica; si ha come conseguenza che molti dei punti contenuti sono già in vigore da tempo per effetto di quella Direttiva, lo si evince in modo particolare dai capitoli sull'analisi dei rischi, sulla sicurezza e la manutenzione.

Le categorie coinvolte in questa norma e in tutte le altre norme uscite dai lavori dei 6 Gruppi del TC 271 sono diverse:

- in primis i costruttori di impianti galvanici;
- i costruttori di impianti per depurazione di aria e acqua;
- i costruttori di accessori per gli impianti galvanici;
- le aziende chimiche fornitrici di prodotti per impianti galvanici;
- gli utilizzatori finali di impianti galvanici;
- gli enti pubblici coinvolti nella legislazione sulla sicurezza in varie responsabilità;
- i professionisti a tutti i livelli e le associazioni del settore galvanico;
- i responsabili ambientali e della sicurezza a livello politico, locale, regionale e nazionale;
- i responsabili del lavoro ai vari livelli;
- i responsabili dei servizi sanitari ai vari livelli;
- i responsabili sindacali delle categorie coinvolte;
- le assicurazioni che prestano servizi in questo settore.

Mario Banfi
Coordinatore UNI/CT 042/SC 01/GL 11 "Sicurezza di impianti e apparecchiature per trattamenti di superficie"

Scale mobili e marciapiedi mobili

Tutti i giorni parecchie migliaia di persone utilizzano un particolare tipo di "macchina" per spostarsi all'interno dei vari edifici, o all'esterno di essi, senza ricorrere ai mezzi di trasporto tradizionali: intendo riferirmi alle scale mobili e ai marciapiedi mobili.

Nati all'inizio del secolo scorso più come attrazione per il pubblico, durante esposizioni universali o manifestazioni fieristiche, che per reali necessità di trasporto, questa tipologia di impianti ha via via assunto una sempre maggiore importanza per il trasporto delle persone nelle più svariate circostanze.

La peculiarità di tali impianti è quella di consentire un flusso continuo dei passeggeri e di conseguenza garantire il trasporto di un notevole numero di persone nell'unità di tempo: tipicamente, per una scala mobile biposto, attorno alle 6 000 persone/ora nel caso venga adottata una velocità pari a 0,5 m/s. La velocità, regolamenti a parte, non è aumentabile indefinitamente a causa di problematiche all'imbarco dei passeggeri che possono coinvolgere la loro sicurezza.

Le scale mobili possono avere diverse inclinazioni, tipicamente 35° sull'orizzontale fino a 6 metri di dislivello e 30° per dislivelli superiori; esistono esempi di scale mobili particolari con dislivelli fino a 60 m.

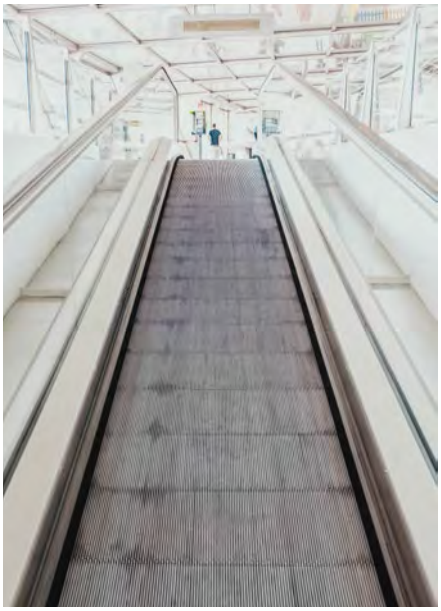
I marciapiedi mobili possono essere orizzontali o inclinati fino a un massimo di 12°: poiché le pedate su cui poggiano i piedi degli utenti, a differenza delle scale mobili dove sono sempre orizzontali, sono in questo caso anch'esse inclinate, tale limite di inclinazione consente una sicura tenuta tra le calzature dei passeggeri e la superficie scanalata delle pedate.

La ricerca di dislivelli estremamente elevati, così come eccessive lunghezze per i marciapiedi orizzontali, in genere viene imposta da necessità legate al luogo di installazione, ma se non esistono tali vincoli attualmente si cerca di limitare il dislivello, o la lunghezza, del singolo impianto per non avere potenze dei motori di trazione installati troppo elevate - con i conseguenti consumi energetici, usura e maggiore possibilità di guasti: non bisogna dimenticare che per questa tipologia di impianti il movimento coinvolge tutta la parte meccanica - gradini, catene, corrimano - anche per trasportare un solo utente.

Nel corso degli anni, nella seconda parte del secolo scorso, si è venuta consolidando una generale pratica di progettazione e di costruzione delle scale mobili che, nel 1985, è finalmente sfociata nella pubblicazione di una norma europea di riferimento: come tutte le norme europee del tempo, dopo le vicissitudini delle "variazioni nazionali", con il Nuovo Approccio voluto dall'Unione europea e con la pubblicazione della nuova versione della Direttiva Macchine si è arrivati alla pubblicazione di una norma armonizzata - attualmente la recentissima versione UNI EN 115-1:2017 - che ha beneficiato di oltre un ventennio di applicazione sul campo e di aggiornamenti dettati dall'utilizzo e dall'esperienza.

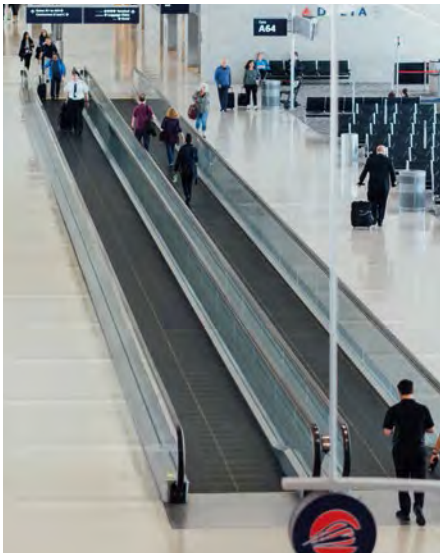
Come è ovvio, a differenza di tutte le altre macchine coperte dalla direttiva, l'utilizzo di scale e marciapiedi mobili non si riferisce a operatori, e quindi a persone formate riguardo tutti i rischi derivanti dall'impiego delle stesse, ma a "semplici" utenti, dove il termine semplici non vuole essere sminuente, ma individuare

un genere di utilizzatore che non può essere considerato operatore.
In parole povere, mentre tutti noi nell'accingerci a utilizzare un utensile elettrico portatile, ad esempio un trapano, non ci scandalizziamo se le istruzioni di impiego ci dicono di indossare degli occhiali protettivi, non penseremmo, né probabilmente indosseremmo mai, per esempio, apposite calzature per utilizzare una scala mobile.
Da qui la necessità di una normativa che riguarda la progettazione e la costruzione di questa tipologia di impianti tesa prevalentemente all'eliminazione dei rischi per gli utenti, oltre che per i manutentori.
Come abbiamo già detto questi impianti sono a funzionamento continuo e sono "aperti", cioè il "supporto del carico", per usare una terminologia di estrazione ascensoristica, è costituito dai gradini, situazione del tutto differente da quella contemplata dal trasporto di persone all'interno di una cabina chiusa.
Andando a considerare i possibili rischi di cui tener conto in un'applicazione attenta e il più possibile rigorosa (poi vedremo cosa intendiamo per "il più possibile") del concetto di "*safety design*" vediamo che tutte le parti mobili della scala in vicinanza di quelle fisse costituiscono zona di possibile "intrappolamento" per parti del corpo o indumenti e calzature dei passeggeri.
Da qui la necessità che tali zone laterali di fianco ai gradini siano il più possibile vicine ai gradini stessi onde ridurre al minimo la possibilità di intrappolamento durante il moto rettilineo e curvilineo dei gradini senza peraltro ostacolarne il movimento: in passato sono state fatte sperimentazioni con le parti laterali dei gradini in completa aderenza con la zoccolatura laterale fissa della scale mediante l'interposizione di materiale a bassissimo coefficiente di attrito, ma i risultati non sono stati tali da giustificarne l'impiego che influiva in maniera pesantissima sui consumi energetici dell'impianto.
Ora la normativa europea impone una distanza minima da osservare tra gradini e zoccolo che rappresenta il miglior compromesso tra sicurezza e disponibilità dell'impianto: va da sé che se si imponesse una distanza troppo piccola in favore della sicurezza si dovrebbe provvedere a una continua registrazione di tale distanza lungo tutta la scala mobile per via degli urti e delle deformazioni della zoccolatura dovuta al traffico degli utenti; ovviamente la misura imposta dalla norma deve essere verificata e recuperata nel corso della manutenzione che dovrà essere tanto più frequente quanto più il traffico dovesse essere intenso.
La norma impone un dispositivo particolare onde "evidenziare" in maniera piuttosto decisa la zona dove non mettere i piedi in aderenza dello zoccolo: due lunghe spazzole situate opportunamente al di sopra del percorso delle pedate dei gradini danno la sensazione fisica di disturbo che porta i passeggeri ad allontanarsi dal bordo quel poco che è sufficiente per non rischiare l'impigliamento.
È solo il caso di ricordare che tutte le prescrizioni costruttive relative ai giochi tra parti in movimento e parti fisse vengono vanificate nel caso si impegni la scala mobile indossando calzature improprie: stringhe slacciate, cinturini che toccano terra, lacci penzoloni, ecc.
Parimenti un altro punto critico è rappresentato dalla combinazione gradino - pettine, ossia la zona dove il gradino "scompare" sotto la pedana di imbarco, o sbarco, accoppiandosi con una serie di "denti" chiamati in gergo "pettini" che hanno appunto lo scopo di accoppiarsi in una certa misura con le scanalature di ogni gradino che passa sotto facilitando in tal modo il passaggio dell'utente dalla zona mobile a quella fissa: anche in questo caso la norma stabilisce misure precise per i giochi in tale accoppiamento proprio per evitare che parti del corpo o oggetti possano impigliarvisi.
A tale proposito dobbiamo fare una precisazione: probabilmente qualche lettore pensa che l'eventualità dell'impigliamento di parti del corpo sia del tutto remota, ma non bisogna dimenticare l'utilizzo della scala mobile da parte dei bambini.
Vedremo più avanti i cartelli monitori relativi alla presenza dei bambini sulle scale mobili, ma l'imprevedibilità del loro comportamento abbinata a una fortissima dose di curiosità possono sortire effetti estremamente pericolosi.
L'accoppiamento tra pettini e pedata dei gradini dispone inoltre di un dispositivo di sicurezza concepito in modo da offrire la possibilità di un certo scorrimento in senso orizzontale nel caso qualche oggetto dovesse incastrarvisi per poi arrestare il movimento della scala mobile: ovviamente l'arresto non può essere immediato (pensiamo a tutti gli utenti che si possono trovare sui gradini durante l'ora di punta in una stazione della metropolitana e che si troverebbero improvvisamente sottoposti a una forza di inerzia difficile da controllare e soprattutto inaspettata) pertanto la distanza di frenatura indicata dalla norma deve cercare di bilanciare due possibilità di incidente, il danno del corpo incastrato (potrebbe essere la mano di un bambino) e la caduta di centinaia di passeggeri.
Esiste dunque un rischio residuo intrinseco nella macchina scala mobile e ineliminabile che può essere mitigato soltanto con un'apposita procedura che, nel caso delle scale e dei marciapiedi mobili, consiste in una corretta modalità di utilizzo da parte degli utenti.
Anche nelle parti terminali delle balaustre, dove il corrimano "sparisce" all'interno della balaustra stessa, esistono dei dispositivi mobili atti a fermare la scala mobile nel caso qualche corpo estraneo dovesse incastrarvisi (purtroppo questa zona è luogo privilegiato per il gioco dei bambini).
I cartelli monitori che si trovano agli imbarchi delle scale mobili non devono essere sottovalutati, ma devono indurci a pensare le conseguenze di un approccio "troppo disattento" all'impiego dell'impianto.
Tralasciando certi campioni di ignoranza e di incoscienza che impiegano le scale mobili per "apparire" nei filmati di cui il web è pieno (e in genere tali filmati terminano prima dell'intervento dei sanitari che provvederanno al trasporto in ospedale del nostro eroe, quando l'esito tragico della bravata non dovesse rendere addirittura superfluo tale intervento) vorrei insistere ancora sulla presenza dei bambini su scale e marciapiedi mobili.
L'indicazione di accompagnare i bambini sulle scale mobili non si esaurisce nel significato letterale di tale verbo, ma si riferisce a un controllo totale di tutti i movimenti del bambino cercando di prevedere anche i possibili atteggiamenti pericolosi: toccare le pedate o le alzate dei gradini, cercare di infilare le dita tra due gradini consecutivi, tamburellare con le scarpe contro lo zoccolo e addirittura, è già



successo parecchie volte, sedersi sui gradini.
Non solo la macchina scala mobile o il comportamento degli utenti possono costituire rischi per gli utenti anche il collocamento degli impianti all'interno degli edifici costituisce una possibile fonte di rischi se non vengono rispettati tutti i punti prescritti dalla vigente normativa UNI EN 115-1.
Al di là delle scelte architettoniche bisogna assolutamente prevedere l'installazione di dissuasori che impediscano la risalita all'esterno delle balaustre soprattutto per le scale che partono da un piano terra: soprattutto i bambini, ancora loro, amano farsi trascinare dal corrimano all'esterno delle balaustre, con la successiva pressoché scontata caduta quando raggiungono il piano superiore.
È altresì importante, e richiesto dalla norma, che tutti i varchi attorno alla scala mobile ai piani di imbarco e di sbarco, e tra eventuali scale mobili affiancate, siano di dimensioni minime, onde impedire il passaggio dei bambini, fatto salvo ovviamente che non costituiscano un intralcio per l'utilizzo del corrimano.
In buona sostanza l'indicazione di accompagnare/curare i bambini sulla scala mobile deve essere presa in considerazione anche nelle immediate vicinanze della stessa.
Pensando a tutti gli utenti, poi, bisognerebbe impedire che nelle immediate vicinanze degli impianti fossero presenti cartelli pubblicitari, mercanzie o indicazioni che possano distrarre i passeggeri; ben vengano le indicazioni, invece, riguardo l'uso della scala mobile.
Riepilogando, dunque, due importanti punti relativi a questo particolare tipo di macchine:

1. un rischio residuo intrinseco costituito dalla vicinanza di parti fisse e parti mobili che presentano precise condizioni di tolleranza (di qui la fondamentale importanza della manutenzione che deve garantire il mantenimento di quelle misure che concorrono alla sicurezza) unitamente al comportamento degli utenti che deve essere congruente con le condizioni richiamate dai cartelli monitori (che devono sempre essere presenti, chiari e comprensibili a tutti);
2. una collocazione dell'impianto che, oltre a rispettare la normativa vigente, non costituisca di per sé una possibile fonte di pericolo per gli utenti.



Due parole sull'installazione di scale mobili in luoghi frequentati o che possono essere frequentati da persone diversamente abili.
La normativa promuove, in tali casi, l'installazione di ascensori adatti e non come, mi si passi il termine, seconda scelta volontaria, ma con la precisa indicazione della necessità di tale installazione: purtroppo non sempre tale indicazione viene tenuta in debito conto dai progettisti.
Tornando alla fredda tecnica, non possiamo dimenticare di sottolineare come gli impianti oggigiorno presentino parecchie innovazioni dal punto di vista costruttivo e di utilizzo che ne hanno incrementato in maniera considerevole la sicurezza e l'efficienza.
Per tener conto delle non più prescindibili esigenze di risparmio energetico le scale mobili e i marciapiedi mobili dell'attuale produzione presentano consumi nettamente inferiori rispetto ai loro antenati e possono funzionare in diverse modalità che più facilmente si adeguano alle richieste di traffico.
Oggi è spesso adottata una forma di avviamento automatico con rilevamento degli utenti che consente il passaggio da una bassa velocità di attesa a una velocità più alta, la nominale, senza che l'impianto si fermi, con vantaggi in termini di consumi (ogni volta che la scala mobile si avvia consuma di più di quando gira a bassa velocità), in termini di usura (la lubrificazione è efficace sempre durante il movimento) e infine anche in termini di sicurezza (un utente che dovesse correre all'ingresso troverebbe comunque la scala mobile in movimento anche se a una velocità più bassa).
È possibile (e consentito dalla norma) anche l'impiego della frenatura elettrica in modo da controllare la decelerazione così da garantire la migliore frenata nel rispetto della normativa.
Terminando, quindi, perché l'impiego delle scale mobili e dei marciapiedi mobili sia sempre più sicuro ed efficace bisogna ricorrere a una buona progettazione di inserimento degli impianti negli edifici, nel rispetto ovviamente della normativa, e a una corretta e completa informazione degli utenti: inutile parlare della necessità di una attenta e costante manutenzione, pratica che purtroppo oggigiorno, per le scale mobili che non sono in servizio pubblico, non è ancora stata resa obbligatoria.

Alberto Marinoni
Coordinatore UNI/CT 019/GL 13 "Modifiche a scale e marciapiedi mobili esistenti"

Direttiva Macchine e Industria 4.0

La macchina, intesa come linea di produzione, è già considerata dalla Direttiva Macchine in quanto associazione di più equipaggiamenti e singole macchine che devono lavorare in modo integrato. I requisiti di sicurezza necessari all'utilizzazione sono già sufficientemente ben definiti.
Fondamentale nell'applicazione della Direttiva Macchine è una razionale definizione di misure per la riduzione dei rischi a livelli accettabili, basata sulla valutazione del rischio dei sistemi tecnici in oggetto, ovvero della combinazione della probabilità di accadimento e della magnitudo del danno conseguente a ogni evento avverso.
Inteso in termini applicativi e concreti, il concetto di "Industria 4.0" dà rilevanza e fondamento a un'applicazione rinnovata, più complessa ma più solida della "sola" Direttiva Macchine in una visione industriale e impiantistica, dove oltre i confini della singola macchina si sviluppano e si gestiscono le relazioni tra le stesse considerando l'intera catena produttiva.
Per fare un esempio, è come per i circuiti di comando per i quali si è passati da semplice categoria nella prima Direttiva Macchine (89/392/CEE) agli attuali PL o SIL (2006/42/CE) che esprimono l'affidabilità del circuito che dev'essere adeguata alla magnitudo del rischio correlato al funzionamento del circuito considerato.
È necessariamente il focus dei costruttori e dei gestori di impianti nell'industria siderurgica e dei metalli in genere, nonché di tutti coloro che non realizzano solo "macchine", ma impianti complessi, soprattutto di processo.
Alcune tecnologie abilitanti riconosciute e alcuni modelli organizzativi fondamentali dell'Industria 4.0 sono particolarmente rilevanti per la sicurezza e il rischio nella fase di utilizzo delle macchine, soprattutto tenendo presente il legame tra sicurezza e affidabilità e manutenibilità degli impianti, ovvero quanto si esprime più compiutamene attraverso l'acronimo inglese di

R.A.M.S:

- R: Reliability (*Affidabilità*)
- A: Availability (*Disponibilità*)
- M: Maintainability (*Manutenibilità*)
- S: Safety (*Sicurezza*)

In particolare, il concetto di Industria 4.0 fa riferimento:

- all'interconnessione dei sistemi e delle catene produttive, che dovrebbero diventare processi integrati in cui clienti e fornitori sono completamente connessi;
- all'*Internet of Things* e alla digitalizzazione;
- alla realtà aumentata;
- all'uso dei *big data* per l'automazione intelligente, che prevede e controlla autonomamente il comportamento dei processi gestendo al massimo anche le eccezioni.

Sulla carta, queste tecnologie abilitanti e modalità organizzative dovrebbero fornire dati numerosi e pertinenti, che opportunamente elaborati potranno consentire di:

- stimare in maniera più verosimile le probabilità di accadimento degli eventi, consentendo valutazioni del rischio più fondate;
- migliorare l'affidabilità e la disponibilità dei sistemi, attraverso una più efficace manutenzione su condizione. I momenti critici per la sicurezza sono certamente le interazioni tra uomo e macchina. Più la macchina è disponibile e affidabile meno sono le necessità che l'uomo approcci ad essa e questo riduce il tempo di esposizione a pericoli. Grazie alla manutenzione su condizione e alla previsione anticipata di situazioni di guasto o critiche si può lavorare in termini preventivi, riducendo la probabilità di accadimento di guasti e fermi. Questo ha evidentemente anche un fondamentale impatto economico, in quanto riduce i costi di mancanza e aumenta la produttività degli impianti;
- eliminare l'intervento umano in zone di pericolo in cui ciò non sia stato ancora possibile sotto i precedenti paradigmi di automazione. Anche in questo modo, dal punto di vista della sicurezza si riduce la probabilità di accadimento di eventi avversi e si escludono quelli di maggiore entità;
- potenziare e ottimizzare l'intervento umano, sia rendendolo più rapido anche in situazioni critiche grazie a segnali di allarme anticipati (contributo alla protezione e riduzione della magnitudo) sia facendo in modo che la gestione delle basi di conoscenza acquisita (*knowledge basis*) e la realtà aumentata possano essere usate per la formazione dei tecnici e per il supporto nelle fasi di manutenzione. In questo modo migliorano manutenibilità e sicurezza nelle fasi di manutenzione, più frequentemente affette da eventi imprevedibili e incidenti che la normale "*operation*" di molti sistemi produttivi.

Conclusione

Per realizzare un paradigma che potremmo chiamare "RAMS 4.0" nella pratica, l'integrazione e la comunicazione tra clienti (utilizzatori degli impianti) e fornitori (costruttori di macchine e impianti), la trasparenza e la condivisione dei dati in tutto il ciclo di vita delle macchine sono fondamentali. Se

questa teoria è ormai condivisa, la pratica è, nelle nostre esperienze industriali, ancora molto diversa, particolarmente in settori maturi in cui gli impianti hanno lunghe vite economiche. Il digitale e l'analogico, il nuovo e l'antico, la marea di dati dai sensori e la manutenzione a buon senso convivono oggi e convivranno in futuro. La manutenzione predittiva vive della valutazione dei dati ottenuti. Per realizzarla servono sicuramente piattaforme IT che consentano l'archiviazione sistematica e coordinata e l'elaborazione dei dati. Un sistema che sia per tutti semplice e sicuro da utilizzare e da gestire. Troppi sistemi diversi che comunicano con interfacce complesse vengono percepiti come un aggravio al lavoro di manutenzione, e sono destinati a restare inutilizzati, con basi di dati vuote o piene di dati non interpretabili, perché mancano i contributi degli operatori. È vero che una nuova sensoristica ed elementi di impianto sempre più *smart* e interconnessi consentono di monitorare e registrare con precisione le condizioni delle macchine e gli scostamenti dai valori soglia. Ma in ultima analisi, è il fatto che l'attività operativa e di manutenzione siano documentate completamente e con continuità che permette di individuare ed eliminare le criticità, o di rendere i guasti e le perdite in produzione, dove non eliminabili, almeno prevedibili e quindi gestibili più economicamente. E questo era vero anche prima dell'Industria 4.0.
Il nuovo contesto tecnologico dà tanti strumenti e grandi potenzialità: ma è sempre il fattore umano che deve chiudere il cerchio e rendere queste potenzialità concretamente applicabili.

Damiana Chinese
Ricercatrice c/o Dipartimento Politecnico Ing.& Arch. Università Udine

Danilo Moro
Coordinatore UNI/CT 042/SC 01/GL 12 "Sicurezza delle Apparecchiature per la Produzione e la Formazione dei Metalli"

Sistemi robotizzati: criticità, temi aperti e aspetti di miglioramento

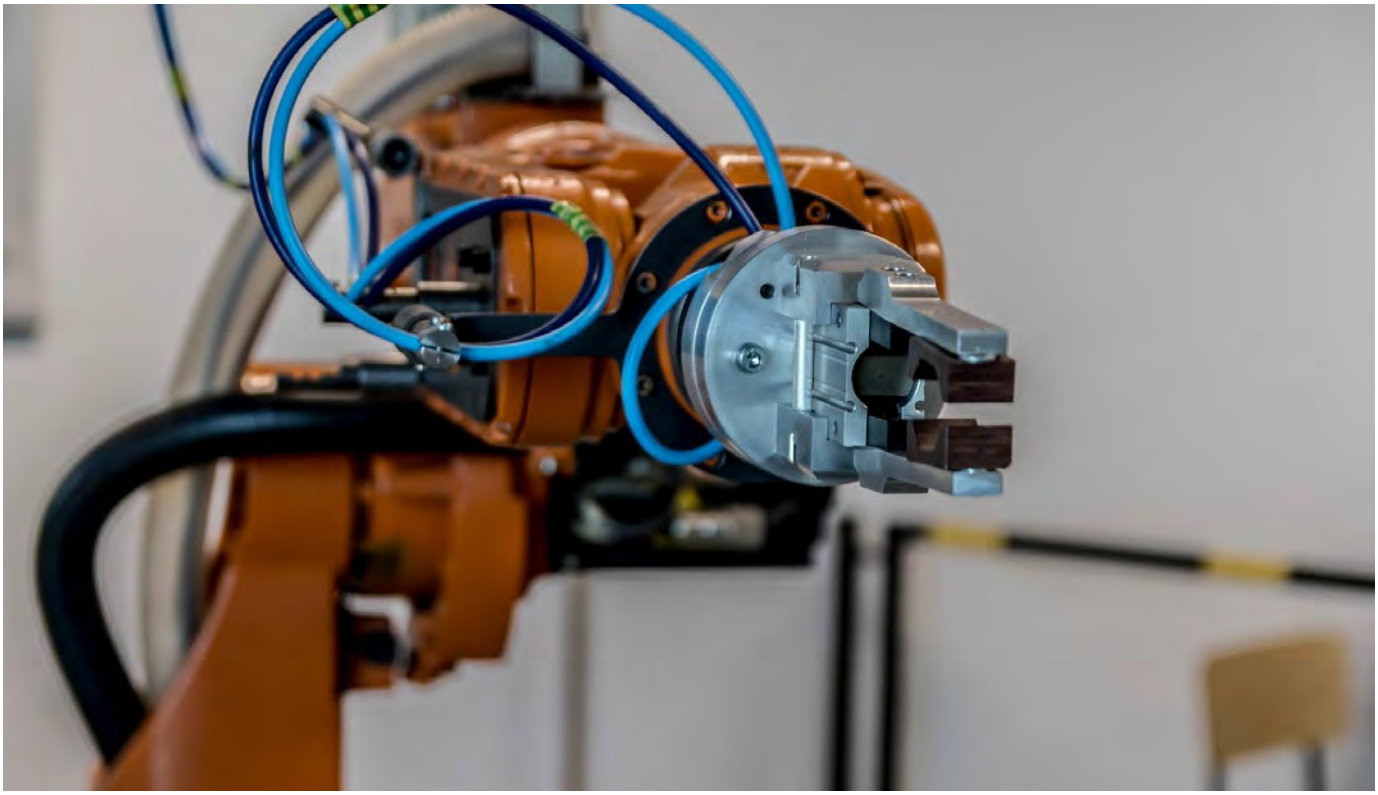
Nel campo dei sistemi robotizzati industriali, la normativa di sicurezza è da decenni incardinata sulla coppia UNI EN ISO 10218-1 e 10218-2 dedicate, rispettivamente, ai robot, intesi come quasi-macchine singole e quindi di interesse per i costruttori di robot, e ai sistemi robotizzati, intesi come macchine. È quasi superfluo sottolineare la preponderante rilevanza della parte 2 in termini di utilizzo diretto nella messa in servizio, poiché interessa il fabbricante, o il gruppo di soggetti che partecipa alla messa in servizio, in termini di applicazioni. La platea di utenti è molto vasta, da integratori a utilizzatori finali in grado di assemblare sistemi di macchine con adeguato processo di progettazione e messa in servizio. La dimensione internazionale della norma tecnica (entrambe le parti) è ormai omogenea in tutte le aree regionali, soprattutto a partire dalla - fino ad allora mancata - convergenza alle versioni internazionali della norma americana ANSI/RIA R15.06 nella revisione del 2012. L'armonizzazione alla Direttiva Macchine è stata confermata anche per la versione attuale, pubblicata nel 2011.
L'uso e la consuetudine al documento tecnico sembrano, pertanto, suggerire una prassi consolidata e la revisione periodica della norma potrebbe essere archiviata facilmente. Così non è. Il progetto di revisione della norma[1], che coinvolge in parallelo entrambe le parti, è stato in realtà anticipato da vari moti di richiesta di grande cambiamento, che se da un lato sottolineano la vivacità del settore, dall'altro minacciano l'efficacia del processo di miglioramento dei requisiti tecnici in termini di chiarezza a causa della complessità del compito. Tra queste esigenze figurano, principalmente, una distinzione più organica tra requisiti di macchina (per il solo robot) rispetto a quelli di applicazione; una più ampia serie di indicazioni precise a livello di requisiti progettuali, soprattutto legate alle funzioni di sicurezza; l'introduzione a pieno titolo delle applicazioni collaborative; la crescita delle applicazioni mobili, ovvero quelle che coinvolgono l'uso di sistemi robotizzati accoppiati con piattaforme mobili; il rapporto con la robotica di servizio.

Tipo B o tipo C?

La prima difficoltà nasce da un punto di concetto molto basilare. Allo stato attuale, entrambe le parti della norma 10218 sono di tipo C, poiché è stata storicamente considerata chiara l'identificazione di prodotto. Tuttavia è altrettanto riconosciuto, ormai, che le applicazioni robotizzate sono per definizione ottenute da sistemi *general purpose*, di cui è assai arduo se non impossibile prevedere le destinazioni e condizioni d'uso, e che la conseguanza sia una oggettiva difficoltà di assegnazione precisa di requisiti espliciti, tipica di una norma di tipo C. Se per i robot (parte 1) è chiaro che si tratti *de facto* e, possibilmente *de jure* in una fase di revisione e analisi di armonizzazione, di una norma di tipo B, per le applicazioni (parte 2) è altrettanto intuibile che la preponderanza dei requisiti siano di metodo. Anche se nelle operazioni più semplici si possono distinguere profili di uso ricorrenti, è largamente improbabile poter fornire una indicazione esplicita di requisiti di sicurezza funzionale o di misure di riduzione del rischio specifiche per questa categoria di macchine (leggasi: le applicazioni e le celle robotizzate dai più svariati utilizzi). Profili d'uso, frequenza di accesso ed esposizione al pericolo, natura e funzione degli accessori di sistema e di altri elementi/organi in movimento, ecc. sono talmente vari che non è pensabile fornire una sistematica conclusione a una ancorché vasta analisi e valutazione del rischio associato al macchinario di per sé nelle applicazioni attese. Probabilmente, l'idea migliore può essere quella di generalizzare definizioni e caratteristiche di funzioni di sicurezza e capacità di protezione più complesse (ad esempio *routine* di *collision avoidance*, per manipolatori fissi o mobili in spazi aperti), lasciando a documenti più ristretti come scopo la restrizione delle caratteristiche richieste a tali funzioni.

Note

[1] La revisione è un progetto affidato dal ISO/TC 299 "Robotics" - creato a partire dal 2016 con la promozione a TC del precedente ISO/TC184/SC2 - al WG3 "Industrial Safety". In UNI, le attività normative mirror del TC299 "robotics" sono affidate al GL09 "robot e sistemi robotizzati" della UNI/CT24 "Macchine Utesili".



Lo sforzo per articolare una simile parcellizzazione in misura organica è sicuramente rilevante, ed è uno dei molteplici esempi di quanto sia necessario coinvolgere una vastissima platea di utilizzatori della normativa tecnica, in un processo di dialogo costruttivo tra redazione e uso/usabilità del documento normativo.

I collaborativi, pena e delizia

Il punto di partenza è già ostico: ereditando una dizione scorretta di "robot collaborativo", il mercato è ormai pervaso dalla denominazione e, purtroppo anche dall'idea, che sia il robot a essere collaborativo, mentre la sostanzialmente differente verità è che è l'uso, l'applicazione - di qualsiasi robot - a essere collaborativa. La differenza la fanno il modo di interazione da parte dell'operatore, chiaramente abilitato ad accedere allo spazio di lavoro del sistema robotizzato, e le varie misure tecniche di riduzione del rischio di volta in volta implementate. Un "collaborativo" può anche essere impiegato in modalità standard, o lo stesso sistema può presentare profili d'uso che non sono compatibili con un utilizzo in collaborazione. Parimenti, si può ottenere una applicazione collaborativa con *robot di payload* estremamente elevato.

A parte questa premessa, per la quale la normativa tecnica ha la responsabilità di determinare un punto fermo di definizione e comprensione, a prescinedere dalle consuetudini di mercato qualora non adeguate, è un fatto oggettivo che il tasso di sviluppo delle applicazioni collaborative abbia imposto l'adeguamento integrale della normativa a questa classe di macchine. La criticità, per il normatore e l'utente, deriva dall'apparente presenza di classi di sicurezza distinte, forme di robotica diversa. In realtà, i principi di sicurezza sono i medesimi, e le applicazioni collaborative non sono, e non devono essere, inferiori nei termini di protezione dell'operatore. La convivenza tuttavia di requisiti nello stesso documento destinati a specificare come rendere protetto uno spazio talvolta prevenendo l'accesso al pericolo (*safeguarding*) talvolta gestendo la gravità ed evitabilità del pericolo, mantenendone la presenza e l'accesso, può causare disagio nell'utente. Abituati a decenni di impostazione statica alle misure di protezione (barriere, fisiche od ottiche), è radicale il mutamento delle modalità di protezione ad attivazione condizionale, variabili nel tempo nel corso dell'applicazione, che la tecnologia di sicurezza dei robot offrono oggigiorno. La grande difficoltà dal punto di vista normativo risiede nel poter esprimere con efficacia i requisiti e i vincoli nella molteplicità di soluzioni che sono possibili, poiché è un fatto che le applicazioni collaborative non hanno una soluzione predeterminata. A maggior ragione rispetto al passato, un'analisi e valutazione dei rischi, soprattutto quelli residui, ha una rilevanza estrema nelle soluzioni collaborative. Spesso il fabbricante resta preoccupato dell'esito della progettazione e della impostazione di sicurezza, ed è un fatto che alcuni rischi residui non siano eliminabili (ad esempio esposizione di parti del corpo, soprattutto legati a usi scorretti o accidentali, sebbene ammissibili).

È inevitabile che si renda necessario un supplemento di analisi, corredato dall'impiego di metodi di calcolo e considerazioni di progetto più articolati rispetto alla progettazione standard, e che si tenga nelle dovute considerazioni la fase di validazione prima della messa in servizio. Questa fase, purtroppo, è un'altra delle criticità maggiori in ambito di sicurezza dei robot, poiché non esistono ad oggi procedure efficienti in termini di riproducibilità e semplicità (che significa riduzione dei tempi di verifica e fermo macchina per collaudo). Si tratta di un ambito in cui molti soggetti - fornitori di tecnologia ed enti di ricerca - sono impegnati, ma è ancora una oggettiva difficoltà nel pieno completamento del processo di marcatura CE.

Robot a spasso per il pavimento fabbrica

Tutto quanto desta l'allerta in termini di accesso a sistemi robotizzati in movimento in spazi accessibili, diventa ancora più interessante quando i robot sono montati su piattaforme mobili in grado di ricollocarsi in varie zone di lavoro. Il tema ha già fatto emergere in vari ambiti una criticità di attribuzione, dal momento che esiste un'attribuzione netta e chiara delle piattaforme mobili al dominio dei carrelli industriali automatici e senza conducente[2] e delle norme derivanti da questo ambito. L'accortezza è da destinare alle applicazioni miste in cui esiste manipolazione durante il trasporto oppure ci sia azione combinata (non isolata a livello di azionamento e funzioni di sicurezza) tra la parte mobile e la parte manipolante. Anche in questo caso, l'uso in collaborazione di questi sistema presenta il tema aperto dell'aggiunta di una dimensione alla valutazione del problema, poiché ogni analisi e valutazione del rischio si amplia sull'orizzonte temporale in cui vengono modificati il *layout* ed eventualente anche gli attrezzaggi/parti che vengono trattati dal sistema robotizzato, derivanti dallo spostamento o dalla variazione d'uso. Non cambia concettualmente, ma si tratta sicuramente di un aumento di complessità/quantità di informazione. Fino a sconfinare nello spostamento e nell'uso di piattaforme di questo tipo in ambienti non industriali o da parte di utilizzatori non professionali. È il mondo della sicurezza nella robotica di servizio. Ma di questo parleremo in altra occasione, accontentandoci delle molteplici sorgenti di attenzione che i sistemi robotizzati propongono in virtù della loro elevata flessibilità e capacità operativa.

Federico Vicentini
Coordinatore UNI/CT 24/GL 09 "Robot e sistemi robotizzati"

Note

[2] Di pertinenza del ISO/TC 110 Industrial trucks in ambito internazionale.