



UNI EN ISO 10218-2:2011  
LE ISOLE ROBOTIZZATE  
APPLICAZIONE DELLA NORMA

16 MAGGIO 2022

## PRESENTAZIONE

Le isole robotizzate sono insiemi di macchine che comprendono uno o più robot industriali, ovvero manipolatori per vari utilizzi, controllati automaticamente e programmabili in tre o più assi. Il loro utilizzo è sempre più diffuso in molte applicazioni industriali, dalla logistica alla verniciatura, al montaggio, alla saldatura, ecc. Le misure di protezione delle isole robotizzate sono complesse e spaziano dalle protezioni perimetrali e dispositivi di protezione (ad esempio barriere fotoelettriche o laser scanner) alla limitazione dei movimenti dei robot, alla progettazione di adeguati circuiti di comando aventi funzioni di sicurezza. I requisiti di sicurezza per le isole robotizzate sono contenuti nella norma UNI EN ISO 10218-2:2011, armonizzata alla direttiva Macchine 2006/42/CE; il rispetto di questa norma conferisce quindi la presunzione di conformità ai requisiti di sicurezza e di tutela della salute coperti dalla norma stessa. Le isole robotizzate possono poi far parte di sistemi di produzione più complessi, ad esempio nel caso di linee per la fabbricazione di autoveicoli; è quindi essenziale in questo caso che anche le interfacce tra le isole robotizzate e le altre componenti dell'insieme siano realizzate in modo da rispettare tutti i requisiti applicabili della direttiva Macchine.

## OBIETTIVI

Fornire una conoscenza dei contenuti della norma UNI EN ISO 10218-2:2011 e dei requisiti per la progettazione sicura delle isole robotizzate.

## DESTINATARI

Fabbricanti e utilizzatori di isole robotizzate.

## DOCENTE

GIORGIO FUSTELLA - Esperto Quadra Srl

# CONDIVIDIAMO IL NOSTRO PATTO D'AULA

-Conosciamoci: iniziamo con un giro di presentazione. Ognuno di noi potrà dire di cosa si occupa, in quale ambito lavora, quali aspettative ha rispetto al corso. Se il corso si svolge da remoto rendiamoci riconoscibili scrivendo il nostro nome e cognome nella nostra finestra di Zoom

-Partecipiamo attivamente e confrontiamoci: il corso è un momento di apprendimento che passa anche dal confronto con il docente e i partecipanti. Facciamo domande, chiediamo chiarimenti, ascoltiamo i contributi di tutti

-Utilizziamo gli strumenti in modo consapevole: se il corso si svolge da remoto teniamo preferibilmente accesa la webcam; silenziamo il microfono quando non stiamo parlando; alziamo la mano per richiedere la parola; usiamo la chat se indicato dal docente. Se il corso si svolge in presenza, alziamo la mano per richiedere la parola

-Stabiliamo insieme le pause e rispettiamo le

-Evitiamo distrazioni: per quanto possibile, silenziamo il telefono ed evitiamo di leggere mail o messaggi. Durante le pause avremo modo di gestire eventuali urgenze

-Contribuiamo al miglioramento dei corsi UNITRAIN: al termine del corso, compiliamo il questionario di customer satisfaction e forniamo eventuali suggerimenti di miglioramento

-Per il rispetto della privacy di tutti, non ci è permesso effettuare registrazioni audio, video o acquisire screenshot

## IL TEAM UNITRAIN SI IMPEGNA A:

-Inviarvi il materiale didattico

-Elaborare ed inviare l'attestato di partecipazione a chi abbia frequentato almeno il 90% dell'ammontare ore del corso. UNITRAIN si riserva la facoltà di verificare, a campione, l'effettiva partecipazione al corso attraverso appelli intermedi.

# La progettazione delle isole robotizzate & applicazioni con robot collaborativi

Norma UNI EN ISO 10218-2:2011 &  
specifica tecnica ISO/TS 15066:2016

# Obiettivi e contenuti del corso

- L'obiettivo del corso è fornire una conoscenza sulla norma UNI EN ISO 10218-2:2011 specifica per le isole robotizzate e sulla specifica tecnica ISO/TS 15066:2016 riguardante i robot collaborativi.
- Il corso è rivolto a progettisti, fabbricanti e utilizzatori di isole robotizzate e robot collaborativi.
- I principali argomenti trattati durante il corso saranno i seguenti:
  - I requisiti della norma **UNI EN ISO 10218-2:2011** *“Robot e attrezzature per robot Requisiti di sicurezza per robot industriali – Parte 2: Sistemi ed integrazione di robot”*.
  - Principali norme di tipo B richiamate dalla norma **UNI EN ISO 10218-2:2011** per la progettazione delle sicurezze (dispositivi di protezione, ripari fissi e ripari mobili).
  - I requisiti del rapporto tecnico **ISO/TR 20218-1:2018** *“Robotics – Safety design for industrial robot systems – Part 1: End-effectors”*.
  - I requisiti del rapporto tecnico **ISO/TR 20218-2:2017** *“Robotics – Safety design for industrial robot systems – Part 2: Manual load/unload stations”*.
  - I requisiti principali della specifica tecnica **ISO/TS 15066:2016** *“Robots and Robotic devices – Collaborative robots”*.

# La direttiva macchine 2006/42/CE

Macchine e quasi-macchine

# Definizione di macchina

## Direttiva 2006/42/CE (articolo 2, lettera a)

- *Insieme equipaggiato o destinato ad essere equipaggiato di un sistema di azionamento diverso dalla **forza** umana o animale diretta, composto di parti o di componenti, di cui almeno uno **mobile**, collegati tra loro solidamente per un'**applicazione** ben determinata.*
- *Insieme di cui al primo punto, al quale mancano solamente elementi di collegamento al sito di impiego o di allacciamento alle fonti di energia e di movimento.*



# Definizione di macchina

## Direttiva 2006/42/CE (articolo 2, lettera a)

- *Insieme di cui al primo e al secondo trattino, pronto per essere installato e che può funzionare solo dopo essere stato montato su un mezzo di trasporto o installato in un edificio o in una costruzione.*
- *Insieme di parti o di componenti, di cui almeno uno mobile, collegati tra loro solidalmente e destinati al sollevamento di pesi e la cui unica fonte di energia è la forza umana diretta.*



# Definizione di quasi-macchina

## Direttiva 2006/42/CE (articolo 2, lettera g)

- «*Quasi-macchine*»: insiemi che costituiscono quasi una macchina, ma che, **da soli**, non sono in grado di garantire **un'applicazione ben determinata**. Un sistema di azionamento è una quasi-macchina. Le quasi-macchine sono unicamente destinate ad essere **incorporate o assemblate** ad altre macchine o ad altre quasi-macchine o apparecchi per costituire una macchina disciplinata dalla presente direttiva.



Macchina



Quasi-macchina

# Quasi-macchine

- 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 guida all'applicazione della direttiva 2006/42/CE chiarisce questo concetto:
  - *§46 [...] An assembly which is almost machinery means that partly completed machinery is a product that is similar to machinery in the strict sense referred in Article 1 (1) (a), that is to say, an assembly consisting of linked parts or components at least one of which moves, **but which lacks some elements necessary to perform its specific application.** Partly completed machinery must thus undergo further construction in order to become final machinery that can perform its specific application.*

# Quasi-macchine

## Guida all'applicazione della direttiva macchine (§46)

- La guida della direttiva 2006/42/CE ribadisce il fatto che un robot tipicamente non ha uno scopo ben definito fino a che non viene incorporato nella macchina, ad eccezione dei robot «stand alone»:
  - *§46 As an example, industrial robots are usually designed without a specific application until incorporated into the final machinery [...]. The manufacturer of the final machinery takes the necessary measures so that the robot can perform its specific application safely within the assembly. 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.*



Quasi-macchina

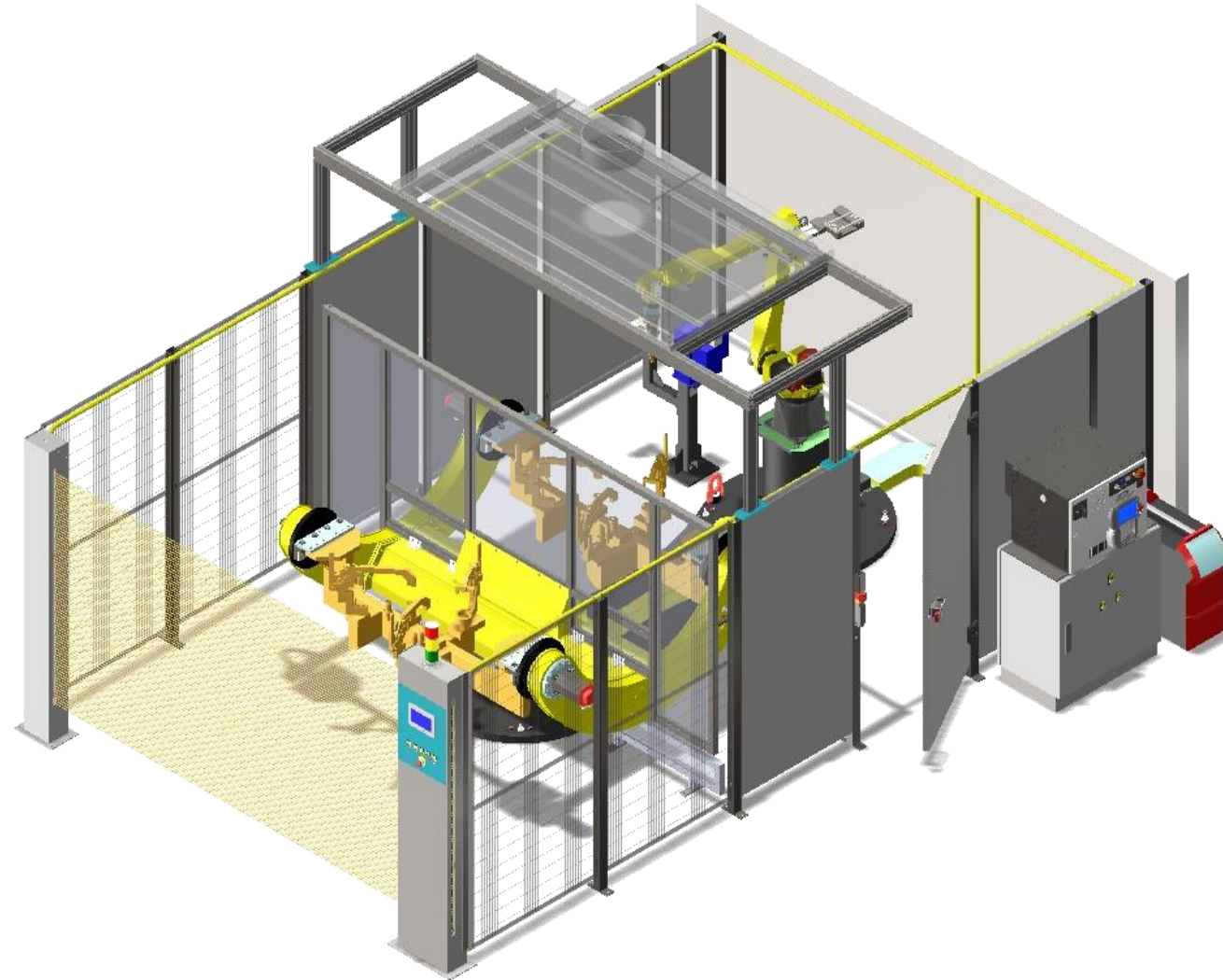


Macchina

# Insiemi di macchine e/o quasi-macchine

- Articolo 2, lettera a
  - *Insiemi di macchine, di cui al primo, al secondo e al terzo punto, o di quasi-macchine, di cui alla lettera g), che per raggiungere uno stesso risultato sono disposti e comandati in modo da avere un funzionamento solidale*
- La guida all'applicazione della direttiva 2006/42/CE precisa i requisiti per poter definire un insieme di macchine e/o quasi macchine come una macchina completa, in particolare deve esserci **un sistema di comando comune e l'insieme delle macchine deve avere uno scopo comune**:
  - *§38 [...] The definition of assemblies of machinery indicates that assemblies are arranged and controlled so that they function as an integral whole in order to achieve the same end. For a group of units of machinery or partly completed machinery **to be considered as an assembly of machinery**, all of these criteria must be fulfilled:*
    - *the constituent units are assembled together in order to carry out a **common function**, for example, the production of a given product;*
    - *the constituent units are functionally linked in such a way that the operation of each unit directly affects the operation of other units or of the assembly as a whole, so that **a risk assessment is necessary for the whole assembly**;*
    - *the constituent units have a **common control system** [...].*

# Insieme di macchine e/o quasi-macchine



# Documentazione

## Insiemi di macchine e/o quasi-macchine

- Un insieme di macchine e/o quasi-macchine (per esempio un'isola robotizzata) deve:
  - riportare una **marcatura CE**, apposta sull'insieme dall'assemblatore delle varie unità; tale marcatura dovrà essere apposta in un punto rappresentativo dell'insieme, in modo che sia chiaro che si riferisce all'insieme nel suo complesso;



- essere accompagnato da una **dichiarazione CE di conformità** secondo la lettera A dell'allegato II della direttiva macchine, redatta dall'assemblatore delle varie unità;
- essere corredato da **istruzioni per l'uso** relative a tutto l'insieme;
- essere corredato da un **fascicolo tecnico** relativo a tutto l'insieme; in particolare il fascicolo tecnico deve contenere la **valutazione dei rischi** relativa alle **interfacce** tra le varie unità costituenti l'insieme complesso, l'**idoneità** delle diverse unità ed eventualmente le **modifiche** apportate alle unità costitutive.

# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011

Campo di applicazione, definizioni e valutazione dei rischi

# Definizione di robot industriale

## UNI EN ISO 10218-1:2012 (§3.10)

- **Robot industriale:** manipolatore multifunzione, **programmabile in tre o più assi**, che può essere sia fisso sia mobile e che è utilizzato in applicazioni industriali. I robot industriali comprendono:
  - **manipolatore**, compreso l'attuatore,
  - **sistema di comando**, inclusa la pulsantiera portatile e ogni interfaccia (hardware e software),
  - **ogni asse aggiuntivo.**



# Definizione di sistema robotizzato industriale

## UNI EN ISO 10218-1:2012 (§3.11)

- Sistema robotizzato industriale: sistema che comprende il **robot industriale**, l'**utensile** (end-effector) e ogni macchina, equipaggiamento, dispositivo, asse ausiliario esterno o sensore che permettono al robot di realizzare la sua destinazione d'uso.



# Norma su sistemi ed integrazione di robot

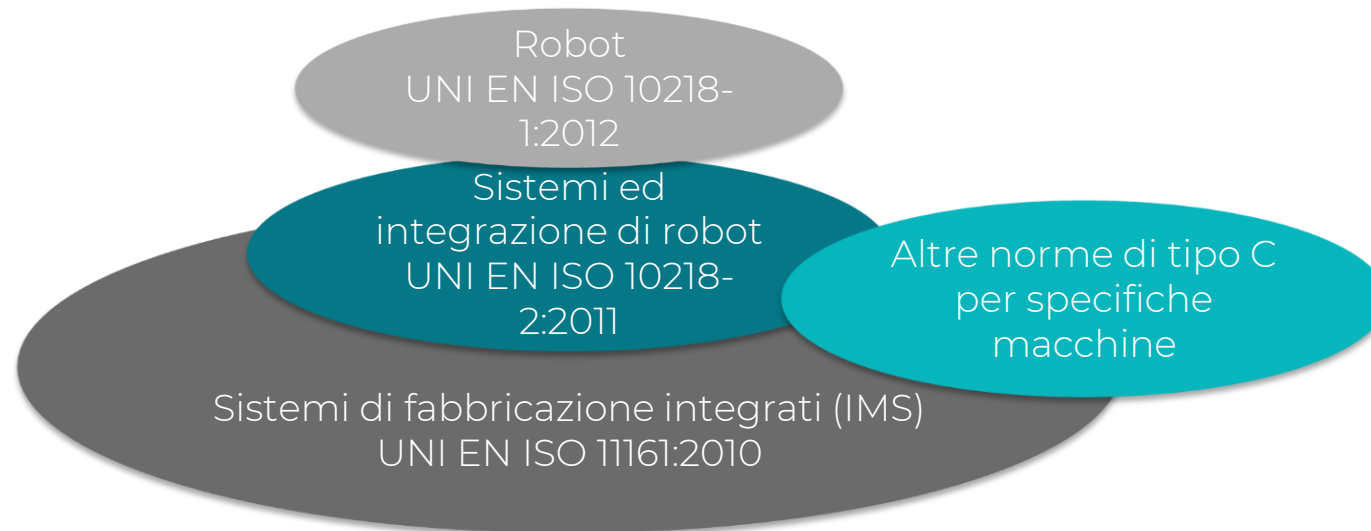
## UNI EN ISO 10218-2:2011

- La norma specifica i requisiti di sicurezza per l'integrazione di robot industriali e sistemi di robot industriali e celle di robot industriali.
- La norma descrive i **pericoli di base** e le situazioni pericolose identificate con questi sistemi, e **fornisce i requisiti per eliminare o ridurre adeguatamente i rischi** associati a questi pericoli.
- La norma specifica inoltre i requisiti per un sistema industriale robotizzato come parte di un sistema di fabbricazione integrato.
- La parte 2 della norma è **complementare alla norma UNI EN ISO 10218-1:2012** che si riferisce solamente ai robot.

# Scopo e campo di applicazione

## UNI EN ISO 10218-2:2011

- UNI EN ISO 10218-1:2012: robot.
- UNI EN ISO 10218-2:2011: sistemi e celle robotizzate.
- Altre norme di tipo C: macchine costituenti i sistemi e le celle robotizzate.
- UNI EN ISO 11161:2010: sistema di fabbricazione integrato (IMS) che include una o più celle/sistemi robotizzati.



# Scopo e campo di applicazione

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§1)

- La norma UNI EN ISO 10218-2:2011, include:
  - la progettazione, la realizzazione, l'installazione, l'uso, la manutenzione, la dismissione di sistemi e celle robotizzate;
  - le informazioni necessarie per la progettazione, la realizzazione, l'installazione, l'uso, la manutenzione e la dismissione di sistemi e celle robotizzate;
  - i dispositivi ed i componenti delle celle robotizzate.
- Inoltre definisce i pericoli e le situazioni pericolose per questi sistemi al fine di ridurre o eliminare i rischi ad essi associati.
- Nonostante il **rumore** possa generare una situazione di pericolo, **non è contemplato dalla norma**.
- La norma non prende in considerazione rischi derivanti dai processi in atto (ad esempio radiazioni laser, fumi di saldatura, ecc.).

# Definizioni

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§3)

- **Cella o isola robotizzata industriale:** uno o più sistemi robotizzati inclusi macchinari, attrezzature, **spazio protetto e misure di protezione associati.**
- **Linea robotizzata industriale:** più di una cella robotizzata che svolgono le stesse o differenti funzioni, inclusi gli equipaggiamenti associati in spazi protetti singoli o accoppiati.
- **Integrazione:** combinazione di un robot con altri equipaggiamenti o macchine (inclusi altri robot) allo scopo di realizzare un sistema **in grado di portare a compimento una propria destinazione d'uso.**
- **Integratore:** entità che progetta, fornisce, costruisce o assembla sistemi robotizzati o IMS e che ha **la responsabilità della sicurezza**, incluse le misure di protezione ed i circuiti di comando.

# Definizione degli spazi

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§3)

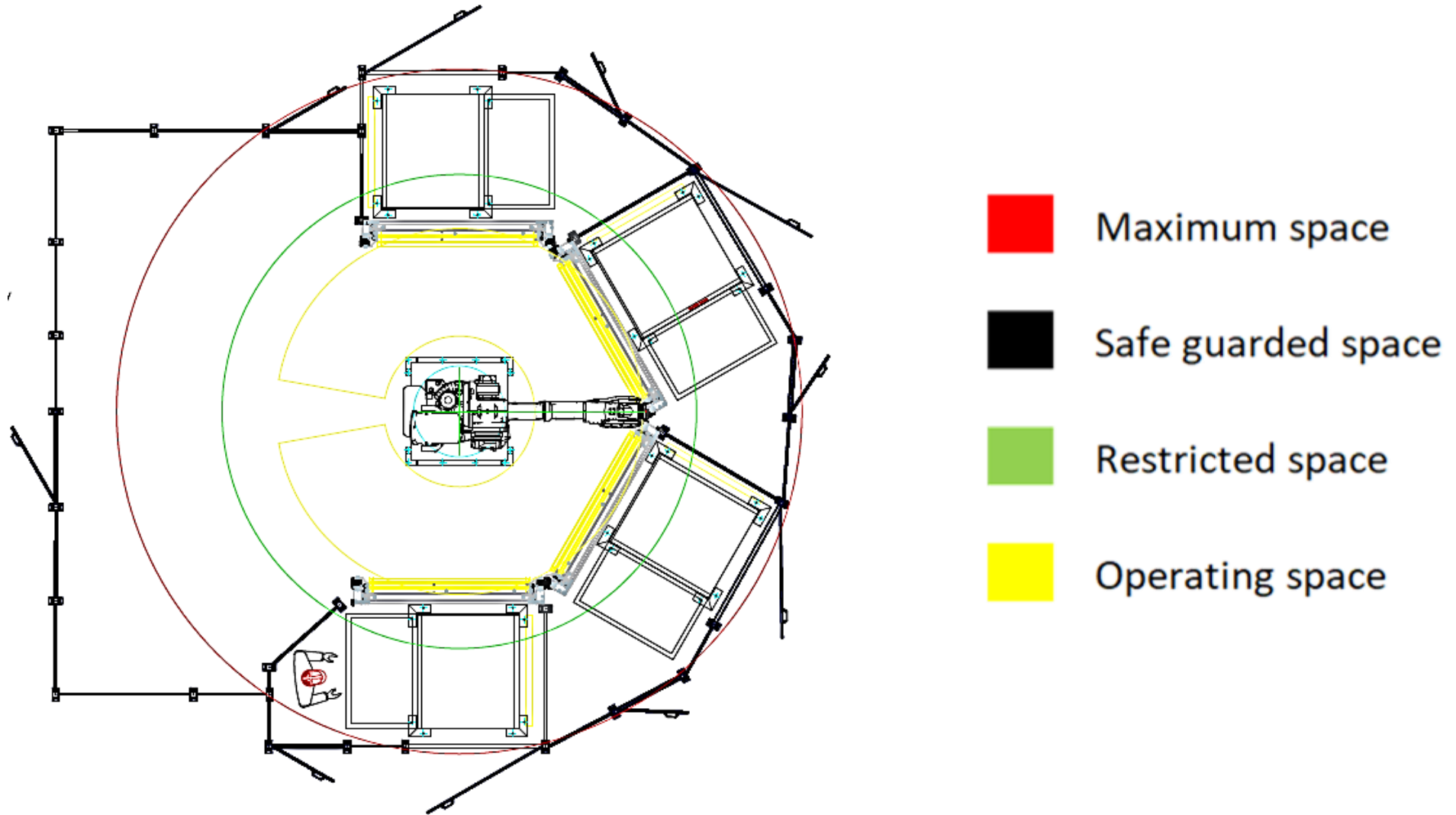
- **Spazio massimo** (maximum space): spazio che può essere interessato dalle parti in movimento del robot come definito dal produttore, **più lo spazio che può essere interessato dalla parte terminale del braccio e dal pezzo in lavorazione.**
- **Spazio protetto** (safeguarded space): spazio definito dalle protezioni perimetrali.
- **Spazio ristretto** (restricted space): porzione dello spazio massimo delimitato da dispositivi che determinano dei limiti entro i quali il robot può muoversi.
- **Spazio operativo** (operating space): porzione dello spazio ristretto all'interno del quale il robot si muove durante l'esecuzione del programma.

# Definizione degli spazi

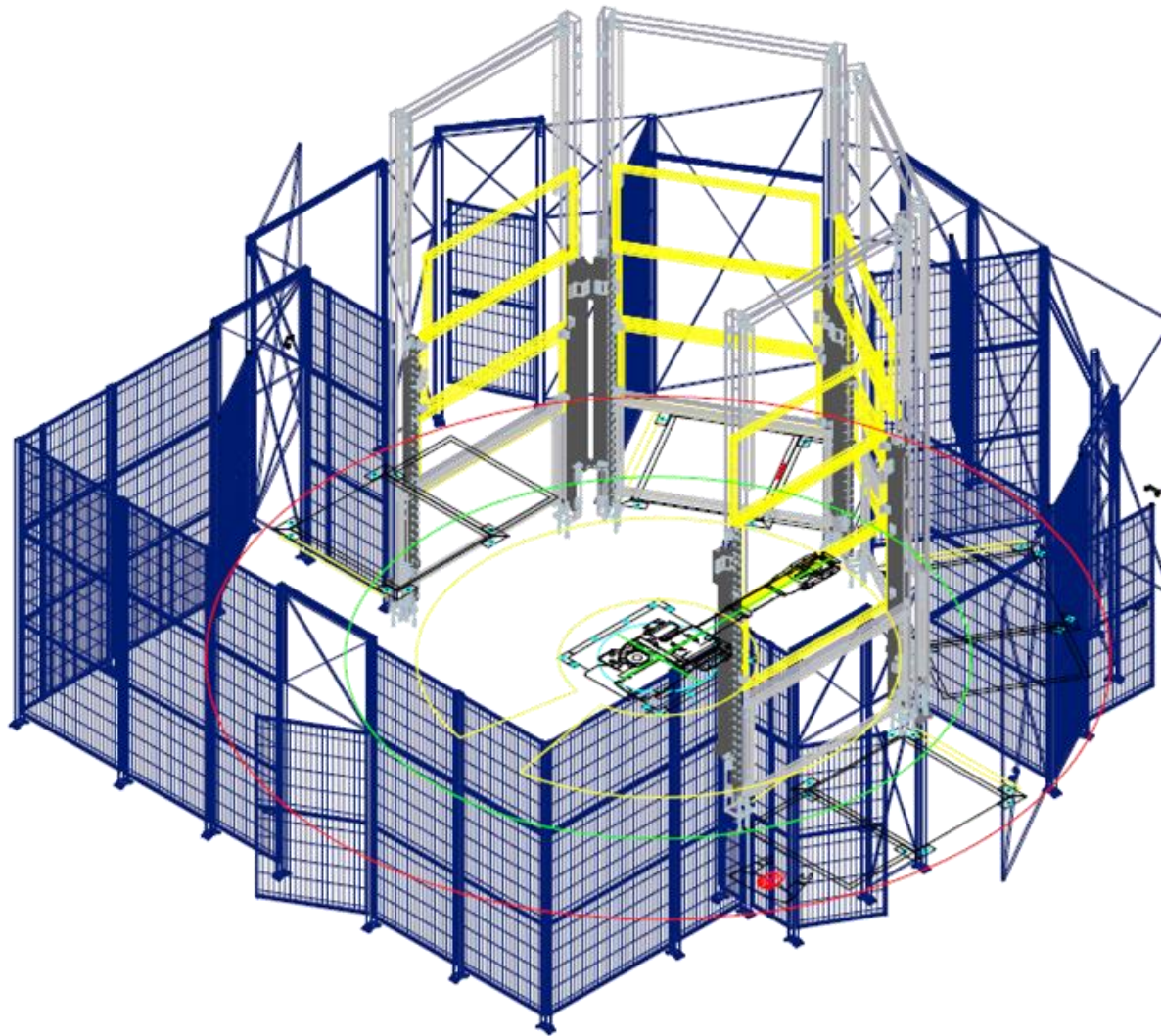
## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§3)

- Lo spazio protetto deve essere delimitato da protezioni perimetrali.
- Lo spazio ristretto:
  - deve essere definito da mezzi che limitino il movimento di **robot, parte terminale del braccio, utensile e pezzo in lavorazione**;
  - dovrebbe essere inferiore allo spazio massimo;
  - deve essere contenuto nello spazio protetto e dovrebbe coincidere, per quanto possibile, con lo spazio operativo.
- **Le protezioni perimetrali non devono essere installate più vicine al pericolo rispetto allo spazio ristretto**; se la protezione perimetrale è progettata per limitare i movimenti del robot, essa stabilisce il confine sia dello spazio ristretto che dello spazio protetto.

# Limitazioni del movimento dei robot



# Limitazioni del movimento dei robot



-  Maximum space
-  Safe guarded space
-  Restricted space
-  Operating space

# Valutazione dei rischi

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§4)

- §4.1.2: le misure tecniche per la riduzione dei rischi devono includere:
  - eliminazione dei pericoli **in fase di progettazione**;
  - evitare che gli operatori possano accedere alle zone pericolose oppure fare in modo che gli operatori accedano alle zone pericolose solamente quando il pericolo è terminato;
  - riduzione dei rischi.
- §4.1.3: l'implementazione dei suddetti principi può riguardare:
  - la progettazione dell'isola robotizzata in modo tale che **gli interventi possano essere eseguiti rimanendo all'esterno delle protezioni**;
  - la creazione di un *"safeguarded space"* ed di un *"restricted space"*;
  - altre misure di protezione, in caso di interventi all'interno dello spazio protetto.
- §4.3: in fase di valutazione dei rischi, occorre prestare particolare attenzione in caso di **rimozione dei ripari** delle singole macchine o quasi-macchine che costituiscono l'isola.
- §4.3: la valutazione dei rischi deve comprendere **tutto il ciclo di vita** dell'isola robotizzata (installazione, collaudo, produzione, manutenzione, riparazione e dismissione).

# Valutazione dei rischi

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§4)

- §4.2: un aspetto chiave della progettazione di un'isola robotizzata, è la **definizione del lay-out**. Nello specifico, gli aspetti da considerare sono i seguenti:
  - limiti fisici nelle tre dimensioni;
  - spazi di lavoro, accessi e **visibilità**;
  - **interventi manuali** (inclusa l'eventuale necessità di comandare l'isola o una porzione di isola mediante un comando di consenso);
  - aspetti ergonomici;
  - condizioni ambientali;
  - carico e/o scarico dei pezzi;
  - sostituzione degli utensili;
  - protezioni perimetrali;
  - **comandi di arresto di emergenza** (unico oppure per zone);
  - dispositivi di abilitazione;
  - destinazione di uso.

# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011

Circuiti che svolgono funzioni di sicurezza  
e norma UNI EN ISO 13849-1:2016

# Circuiti di comando che svolgono funzioni di sicurezza

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.2)

- I livelli di affidabilità dei circuiti di comando (PL in accordo alla norma UNI EN ISO 13849-1:2016 oppure SIL in accordo alla norma CEI EN IEC 62061:2022) **devono essere chiaramente riportati nelle istruzioni per l'uso**. Le istruzioni per l'uso devono comprendere anche i dati ed i criteri utilizzati per effettuare i calcoli.
- Ogni guasto a livello delle SRP/CS deve comportare un arresto in categoria 0 oppure 1 in accordo alla norma CEI EN 60204-1:2018.
- Le parti dei sistemi di comando correlate alla sicurezza devono essere progettate in modo da essere conformi (§5.2.2):
  - al **PL=d** in **categoria 3** come descritto nella norma **UNI EN ISO 13849-1:2016**;
  - al SIL 2 con tolleranza ai guasti hardware (HFT) pari a 1 con un intervallo di verifica periodica non inferiore a 20 anni come descritto nella norma CEI EN IEC 62061:2022.
- I risultati della **valutazione dei rischi** possono determinare che prestazioni delle parti del sistema di comando correlate alla sicurezza **diverse siano giustificate per l'applicazione** (§5.2.3). In questi casi, i criteri utilizzati per la definizione dei livelli di prestazione richiesti ( $PL_r$ ) devono essere specificatamente identificati e adeguate limitazioni e cautele devono essere indicate nelle istruzioni per l'uso.

# Campo di applicazione

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- La prima parte della norma UNI EN ISO 13849 fornisce i requisiti di sicurezza ed i principi per la progettazione e l'integrazione delle parti relative alla sicurezza dei sistemi di controllo (SRP/CS), **compresa la progettazione del software**.
- La norma specifica le caratteristiche delle SRP/CS, che includono il livello di prestazione (PL), necessarie per l'espletamento di funzioni di sicurezza.
- Essa si applica a SRP/CS, **indipendentemente dal tipo di tecnologia o energia utilizzata** (elettrica, idraulica, pneumatica, meccanica, ecc.), per tutti i tipi di macchine.
- La norma UNI EN ISO 13849-1:2016 prevede, inoltre, specifici requisiti per SRP/CS che utilizzano sistemi elettronici programmabili.
- Essa non fornisce i requisiti specifici per la progettazione di prodotti che sono parti della SRP/CS; tuttavia i principi dati, come categorie o livelli di prestazione, possono essere usati.

# Procedura semplificata per la stima del PL

## UNI EN ISO 13849-1:2016

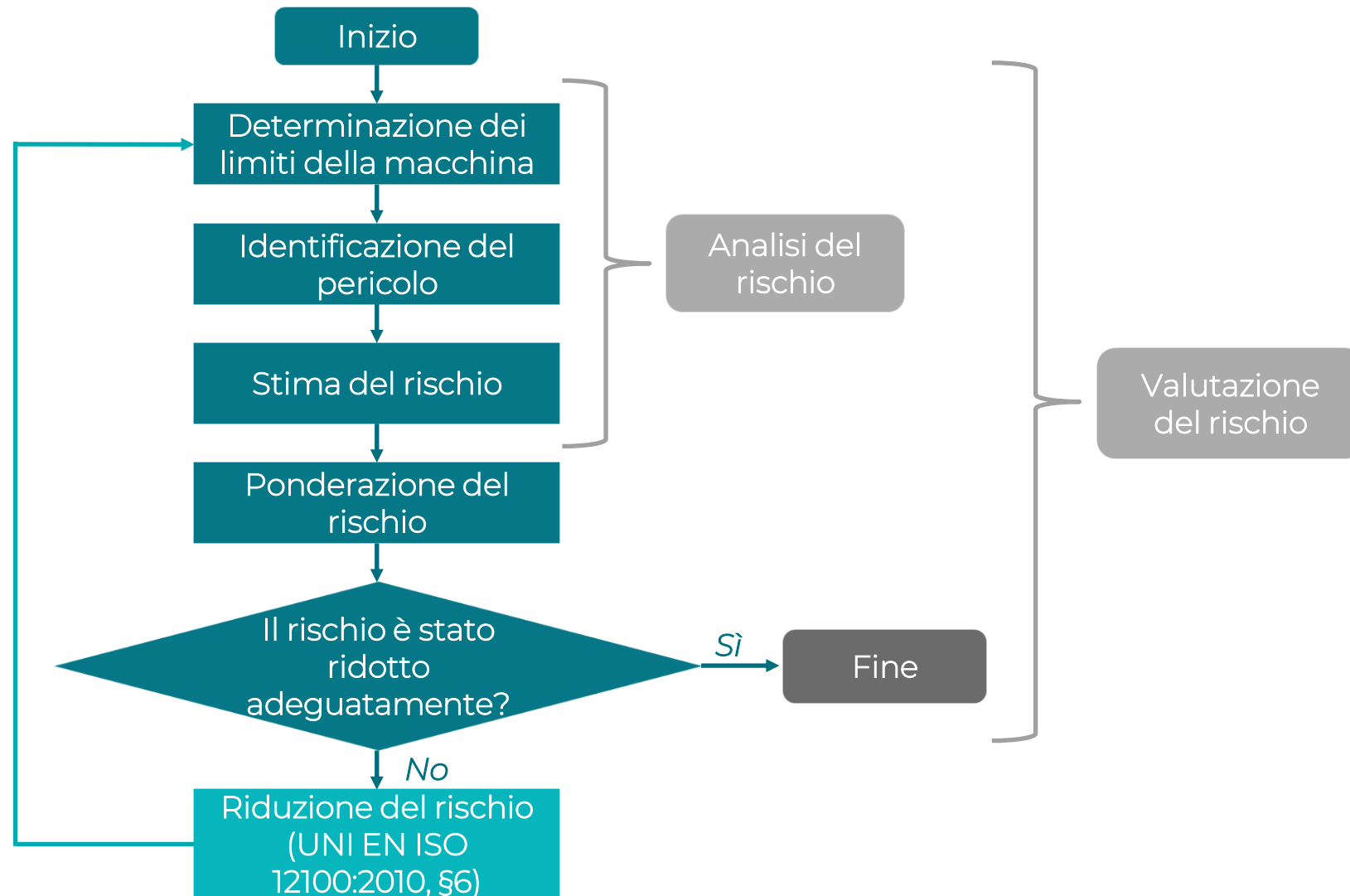
- I livelli di prestazione (PL) sono definiti in termini di probabilità di guasto pericoloso per ora ( $PFH_D$ ). Sono fissati cinque livelli di prestazione (da “a” fino a “e”), con intervalli definiti di probabilità di un guasto pericoloso per ora.

PL	Probabilità media di guasto pericoloso per ora [1/h]
a	$\geq 10^{-5}$ fino a $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ fino a $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ fino a $< 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ fino a $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ fino a $< 10^{-7}$

Nota: oltre alla probabilità media di guasto pericoloso per ora, anche altre misure sono necessarie per raggiungere il PL.

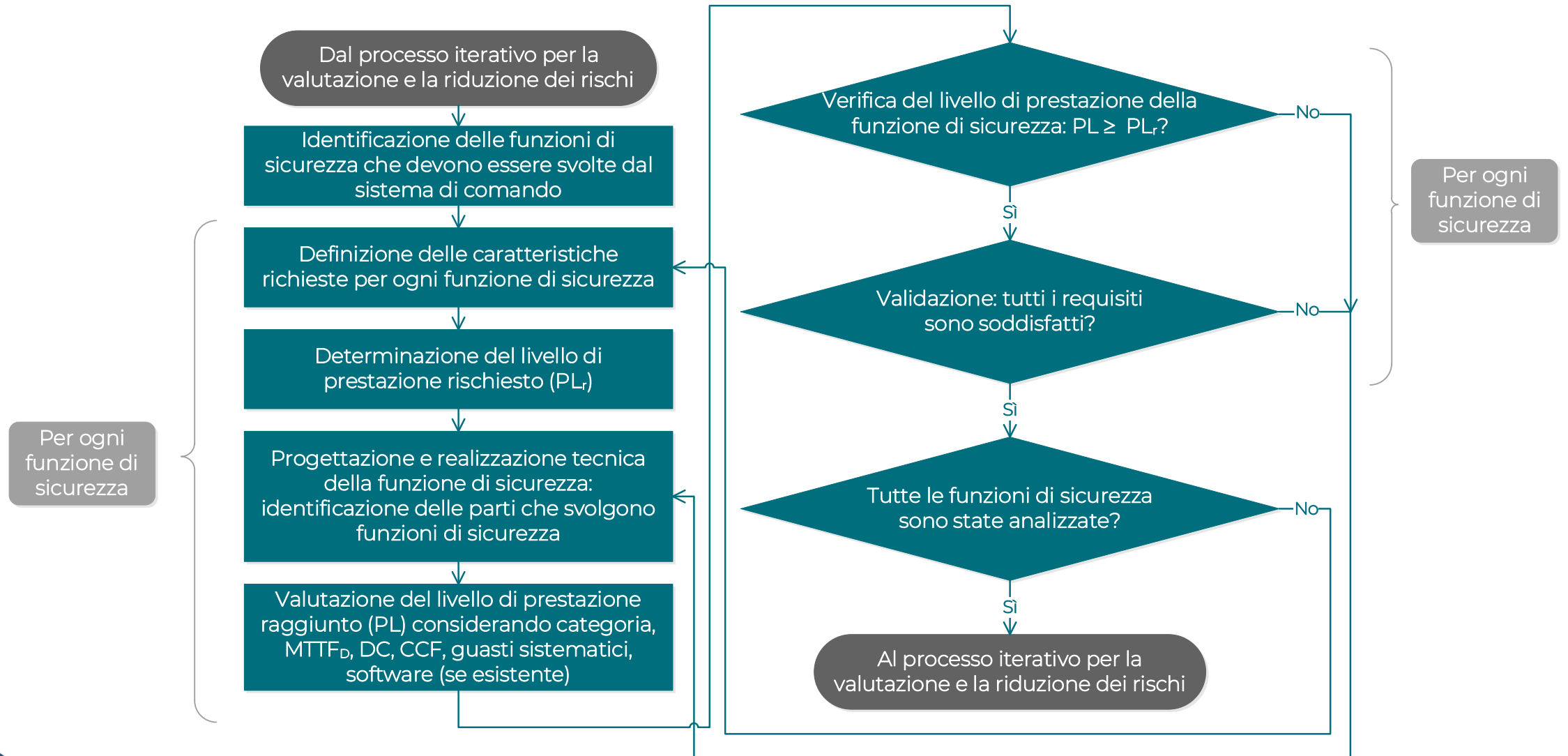
# Valutazione e riduzione del rischio

## UNI EN ISO 12100:2010



# Processo iterativo per la progettazione della SRP/CS

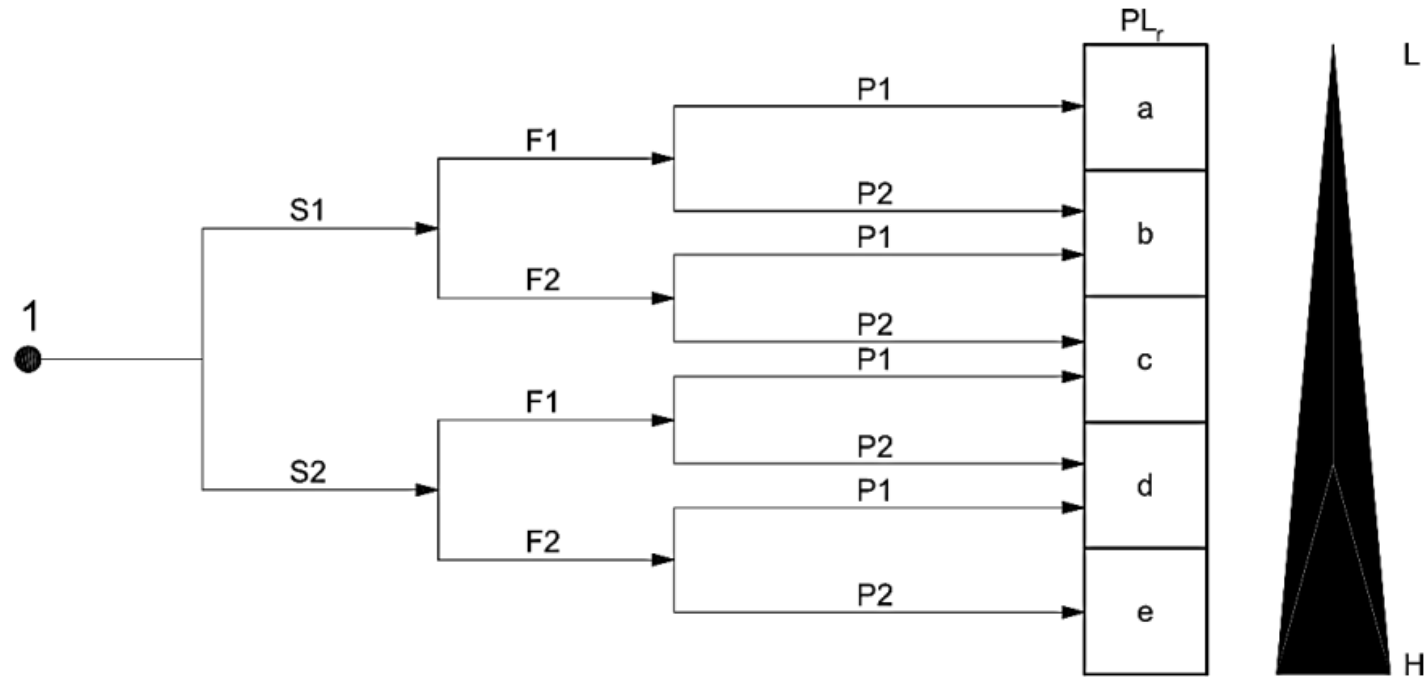
## UNI EN ISO 13849-1:2016



# PL richiesto ( $PL_r$ )

- Per ogni funzione di sicurezza che deve essere svolta da una SRP/CS, si deve determinare e documentare un livello di prestazione richiesto ( $PL_r$ ). La determinazione del  $PL_r$  è il risultato della valutazione dei rischi e si riferisce all'entità della riduzione del rischio a carico delle parti del sistema di comando legate alla sicurezza.
- Quanto maggiore è l'entità della riduzione del rischio richiesta da parte della SRP/CS, tanto più elevato deve essere il  $PL_r$ .
- La valutazione del rischio prende in considerazione **una situazione precedente alla messa in atto della funzione di sicurezza prevista**; la riduzione del rischio mediante altre misure tecniche indipendenti dal sistema di comando (per esempio ripari fissi) o funzioni di sicurezza aggiuntive, può essere considerata nella determinazione del  $PL_r$ .
- I parametri che portano alla determinazione dei  $PL_r$  devono essere valutati per ogni rischio presente e per le differenti modalità di interazione con la macchina. Ogni rischio presente sulla macchina può portare a conseguenze più o meno gravi per gli operatori oppure la frequenza di utilizzo di una funzione di sicurezza può essere diversa (ad esempio nel caso di interblocchi di ripari utilizzati durante la normale lavorazione oppure solamente per operazioni di manutenzione).

# Grafico per la determinazione del $PL_r$ UNI EN ISO 13849-1:2016 (allegato A)



1 Punto iniziale per la valutazione del contributo della funzione di sicurezza alla riduzione del rischio  
L Basso contributo alla valutazione del rischio  
H Elevato contributo alla valutazione del rischio  
 $PL_r$  Livello di prestazione richiesto

S Gravità della lesione  
S1 Leggera (lesione generalmente reversibile)  
S2 Grave (lesione generalmente irreversibile o morte)  
F Frequenza e/o esposizione al pericolo  
F1 Da rara a infrequente e/o tempo di esposizione breve  
F2 Da frequente a continua e/o tempo di esposizione lungo  
P Possibilità di evitare il pericolo o limitare il danno  
P1 Possibile in determinate condizioni  
P2 Scarsamente possibile

# Sovrapposizione delle zone pericolose

## UNI EN ISO 13849-1:2016 (allegato A)

- Tutti i pericoli sono considerati come un rischio specifico o situazione pericolosa particolare. Per la quantificazione del rischio, **ogni pericolo può pertanto essere valutato separatamente.**
- Quando è evidente che vi è una combinazione di rischi **direttamente collegati** che avvengono **sempre contemporaneamente** allora dovrebbero essere **combinati durante la stima del rischio.**
- Per stabilire se i rischi devono essere considerati separatamente o in combinazione si deve considerare la **valutazione dei rischi** della macchina.

# Sovrapposizione delle zone pericolose

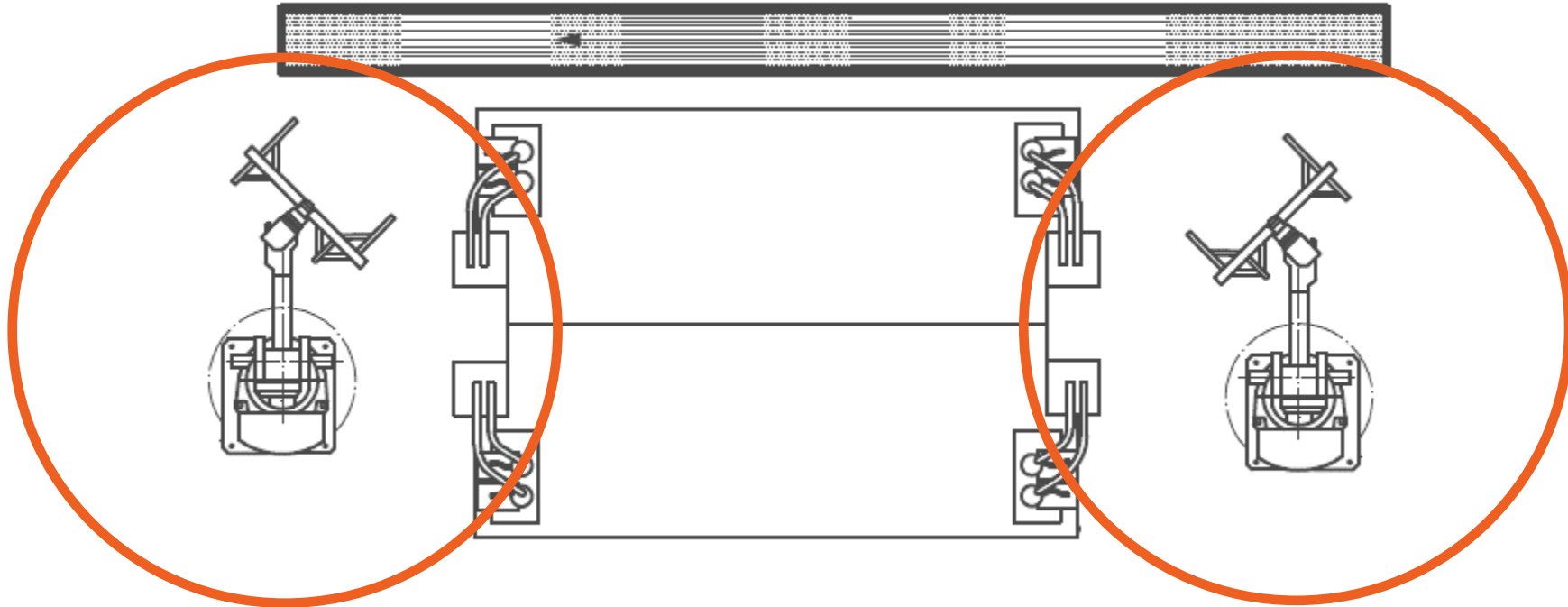
## UNI EN ISO 13849-1:2016 (allegato A)

- Sono riportati anche alcuni esempi esplicativi:
  - Esempio 1: un robot di saldatura continua può creare varie **situazioni pericolose simultanee**, ad esempio **schiacciamento causato dal movimento e ustione provocata dal processo di saldatura**. Questa situazione può essere considerata come una combinazione di rischi direttamente collegati.
  - Esempio 2: per una cella robotizzata in cui i **robot stanno lavorando separatamente**, ogni robot è considerato singolarmente.
  - Esempio 3: come risultato di una valutazione dei rischi per una **tavola rotante con numerosi dispositivi di bloccaggio** può essere sufficiente considerare ciascun dispositivo di bloccaggio separatamente.

# Sovrapposizione delle zone pericolose

## UNI EN ISO 13849-1:2016 (allegato A)

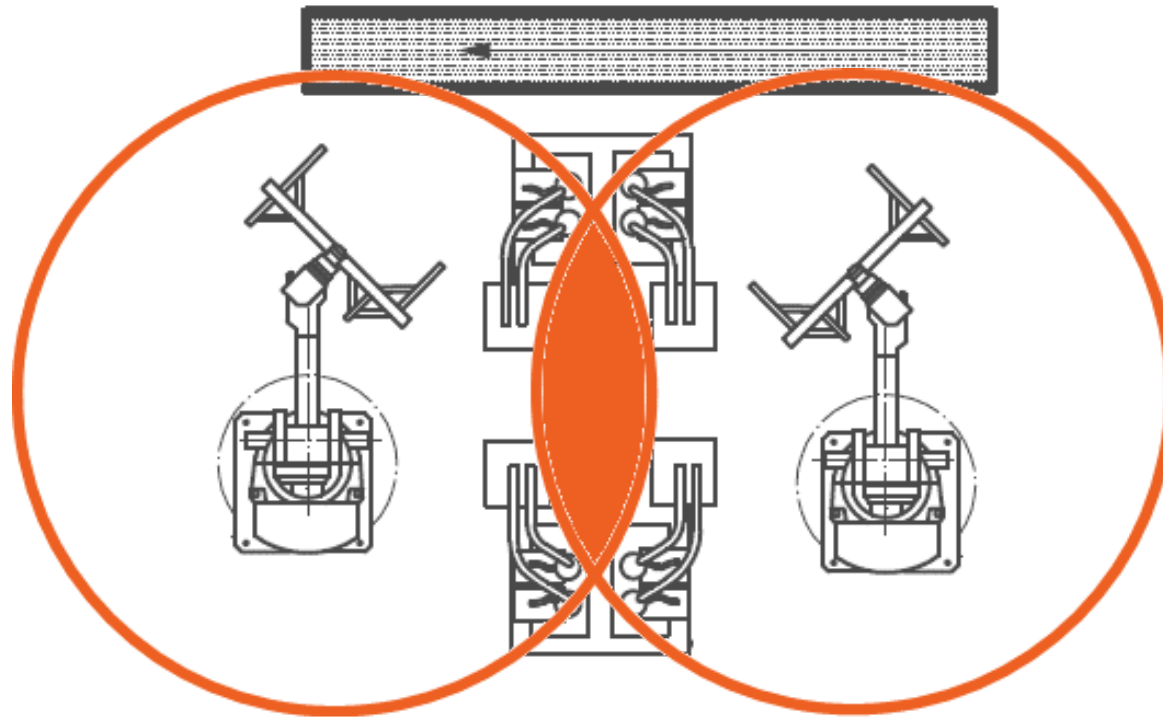
- I due robot sono posizionati in modo tale che le relative zone pericolose non si possano sovrapporre; ne deriva pertanto che occorrerà considerare due funzioni di sicurezza distinte (ad esempio arresto di emergenza del robot 1 ed arresto di emergenza del robot 2).



# UNI EN ISO 13849-1:2016

## Sovrapposizione delle zone pericolose

- I due robot sono posizionati in modo tale che vi sia una sovrapposizione **contemporanea** delle relative zone pericolose; ne deriva pertanto che occorrerà considerare un'unica funzione di sicurezza (ad esempio arresto di emergenza del robot 1 e del robot 2).



# Stima del PL

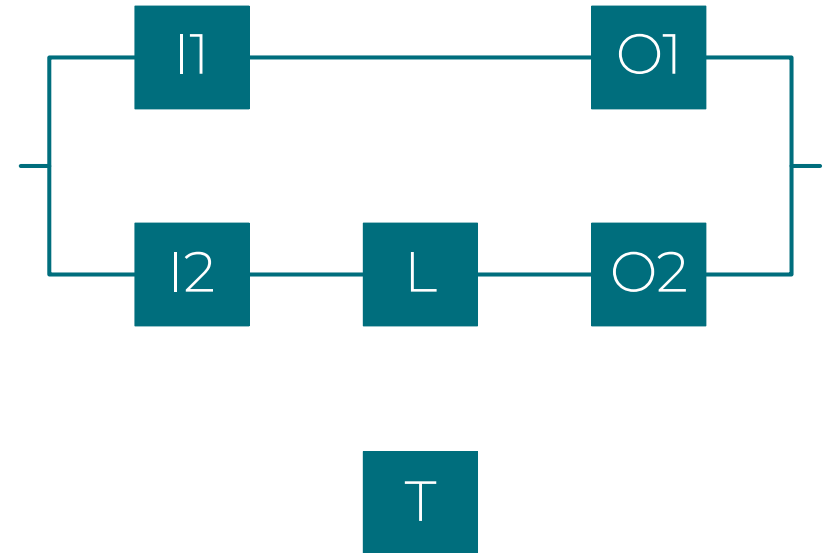
## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Il PL della SRP/CS deve essere determinato stimando i seguenti aspetti:
  - $MTTF_D$  di ciascun componente [appendici C e D];
  - DC (copertura diagnostica) [appendice E];
  - CCF (guasti da causa comune) [appendice F];
  - architettura e comportamento della funzione di sicurezza in condizioni di avaria [punto 6];
  - software legato alla sicurezza [punto 4.6 e appendice J];
  - guasti sistematici [appendice G];
  - capacità di eseguire la funzione di sicurezza nelle condizioni ambientali previste.

# Metodo del diagramma a blocchi

## UNI EN ISO 13849-1:2016 (allegato B)

- I blocchi definiti con questo metodo possono essere usati per rappresentare graficamente la struttura logica della SRP/CS. Per questa rappresentazione grafica bisogna seguire le seguenti prescrizioni:
  - il **guasto di un blocco** in un **collegamento in serie** porta al **guasto dell'intera linea** (se l'hardware di un'unità si guasta, l'intera SRP/CS è guasta);
  - solo il **guasto di tutti i canali** in un **collegamento in parallelo** porta alla **perdita della funzione** di sicurezza (la funzione di sicurezza viene eseguita fino a che rimane un canale non guasto);
  - i blocchi usati **solo per le funzioni di diagnostica** e che **non influenzano** l'esecuzione delle funzioni di sicurezza devono essere separati dagli altri blocchi nei singoli canali.
- I1 e I2 sono i dispositivi di ingresso (per esempio, sensori).
- L è il dispositivo di elaborazione (per esempio, PLC).
- O1 e O2 sono i dispositivi di uscita (per esempio, contattori).
- T è il dispositivo per il monitoraggio dei guasti.



# Tempo medio ad un guasto pericoloso

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- $MTTF_D$  (tempo medio al guasto pericoloso): previsione del tempo medio al guasto pericoloso.
- $B_{10D}$ : numero di cicli fino al guasto pericoloso del 10% dei componenti (**per componenti pneumatici ed elettromeccanici**).
- Il valore del  $MTTF_D$  per ogni canale è espresso in tre livelli (vedi tabella); dovrebbero essere tenuti in considerazione i valori di ogni canale preso singolarmente (ad esempio singolo canale oppure ogni canale di un sistema ridondante).
- Per il  $MTTF_D$  viene preso in considerazione un **tempo massimo di 100 anni**. Per SRP/CS (sottosistemi) di **categoria 4** il valore massimo di  $MTTF_D$  per ciascun canale viene aumentato a **2500 anni**.

Classe $MTTF_D$	Intervallo
Basso	$3 \text{ anni} \leq MTTF_D < 10 \text{ anni}$
Medio	$10 \text{ anni} \leq MTTF_D < 30 \text{ anni}$
Alto	$30 \text{ anni} \leq MTTF_D < 100 \text{ anni}$

# Tempo medio ad un guasto pericoloso

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Per la stima del  $MTTF_D$  di un componente, si possono utilizzare, nell'ordine dato, i seguenti criteri:
  - utilizzare i **dati forniti dal costruttore**;
  - utilizzare i metodi esposti in allegato C ed in allegato D;
  - scegliere un tempo di 10 anni (“caso peggiore” in accordo al §4.5.2 della norma UNI EN ISO 13849-1:2016).

# Copertura diagnostica (DC)

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Copertura Diagnostica (DC): misura dell'efficacia della diagnostica, che può essere determinata come il rapporto tra la frequenza dei guasti pericolosi rilevati e la frequenza dei guasti pericolosi totali.
- La copertura diagnostica può riguardare l'intero sistema legato alla sicurezza o sue parti. Per esempio la copertura diagnostica potrebbe riguardare i sensori e/o il sistema logico e/o elementi finali.
- Il valore di DC viene espresso in quattro livelli.
- Per la stima di DC, nella maggior parte dei casi una FMEA (analisi delle modalità e degli effetti dei guasti) o metodi simili possono essere utili. In questo caso tutti i guasti rilevanti o i modi di guasto possono essere considerati. In alternativa, è possibile utilizzare il **metodo semplificato**, sotto forma di tabelle, riportato in Allegato E.

Classe DC	Intervallo
Nessuna	$DC < 60\%$
Bassa	$60\% \leq DC < 90\%$
Media	$90\% \leq DC < 99\%$
Alta	$DC \geq 99\%$

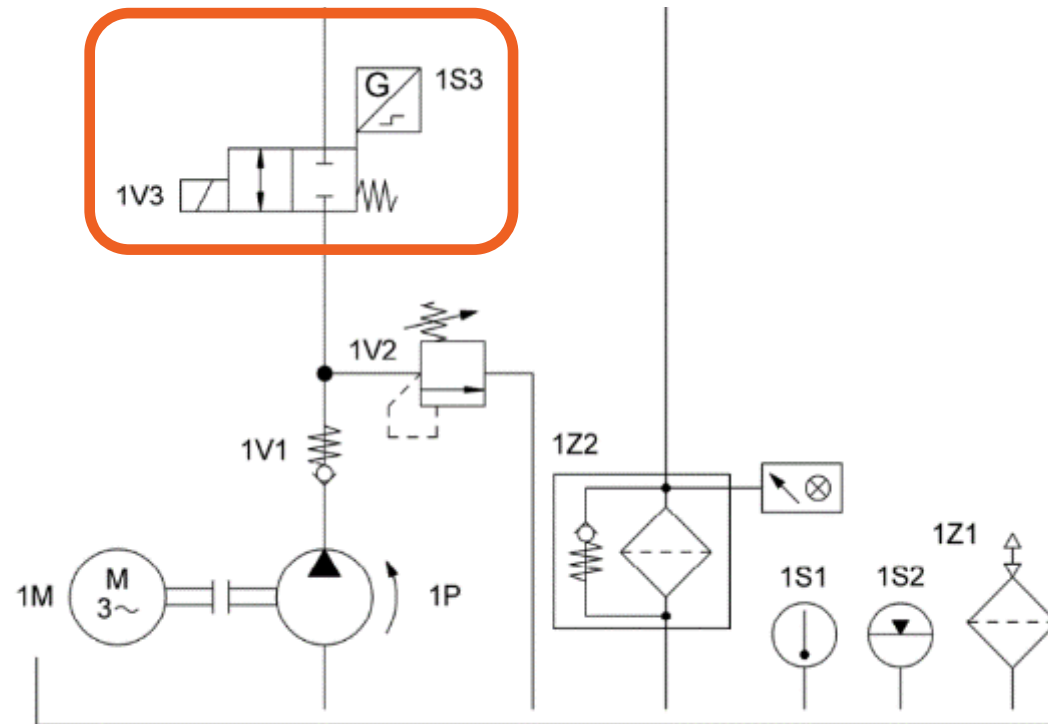
# Copertura diagnostica dispositivi di uscita

## UNI EN ISO 13849-1:2016 (allegato E)

Misura	DC
Sorveglianza delle uscite mediante un canale senza prova dinamica	Da 0% a 99%, in funzione della frequenza con cui l'applicazione varia il segnale
Sorveglianza incrociata delle uscite senza prova dinamica	Da 0% a 99%, in funzione della frequenza con cui l'applicazione varia il segnale
Sorveglianza incrociata dei segnali in uscita con prova dinamica senza rilevamento dei cortocircuiti (per I/O multipli)	90%
Sorveglianza incrociata dei segnali in uscita e dei risultati intermedi all'interno della logica (L), sorveglianza software temporale e logica del flusso di programma e rilevamento delle avarie statiche e dei cortocircuiti (per I/O multipli)	99%
Percorso di spegnimento ridondante con sorveglianza degli attuatori mediante logica o attrezzatura di prova	99%
Sorveglianza indiretta (per esempio sorveglianza mediante pressostato, sorveglianza della posizione elettrica degli attuatori)	Da 90% a 99%, in funzione dell'applicazione
Rilevamento avarie da parte del processo	Da 0% a 99%, in funzione dell'applicazione; <b>questa misura da sola non è sufficiente per il livello di prestazione richiesto "e"!</b>
Sorveglianza diretta (per esempio sorveglianza della posizione elettrica delle valvole di comando, sorveglianza dei dispositivi elettromeccanici mediante elementi di contatto collegati meccanicamente)	99%

# Copertura diagnostica UNI EN ISO 13849-1:2016 (Allegato E)

- $DC_{1V3} = 99\%$  (sorveglianza diretta ovvero sorveglianza della posizione elettrica della valvola di comando).



# Architetture predefinite

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Categoria: classificazione delle parti di un sistema di comando legate alla sicurezza in relazione alla loro **resistenza alle avarie** e al loro successivo comportamento nella condizione di avaria, che è conseguita mediante la disposizione strutturale delle parti, il rilevamento delle avarie e/o la loro affidabilità.
- Le architetture predefinite non devono essere considerate solamente come schemi fisici, ma anche come schemi logici. Per le categorie 3 e 4 ciò significa che non tutte le parti devono essere necessariamente fisicamente ridondanti, ma che ci sono mezzi ridondanti per assicurare che un guasto non porti ad una perdita della funzione di sicurezza.
- Anche se la varietà delle strutture possibili è alta, i concetti di base sono spesso simili. Quindi la maggior parte delle strutture presenti nel campo delle macchine possono essere ricondotte ad una delle categorie.
- Progettazioni che soddisfano le caratteristiche di una categoria generalmente sono equivalenti all'architettura predefinita della categoria.

# Categoria B

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- La SRP/CS deve, come minimo, essere progettata, costruita, scelta, montata e combinata in conformità alle norme relative, utilizzando i **principi di sicurezza di base** per la specifica applicazione, in modo che possano sopportare:
  - le sollecitazioni di funzionamento previste, per esempio l'affidabilità in relazione alla capacità e alla frequenza di rottura;
  - l'influenza del materiale elaborato, per esempio i detersivi in una lavatrice;
  - altre influenze esterne correlate, per esempio vibrazioni meccaniche, campi esterni, interruzioni dell'alimentazione di energia o disturbi.
- Le strutture di categoria B sono normalmente sistemi a **canale singolo**.

$DC_{avg}$	Nessuna
$MTTF_D$	Medio-basso
CCF	Non rilevante
PL max	b



- $i_m$  Mezzi di interconnessione
- I Dispositivo di ingresso (per esempio sensore)
- L Logica
- O Dispositivo di uscita (per esempio contattore principale)

# Categoria 1

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Si devono applicare i requisiti della categoria B e in aggiunta quanto di seguito indicato.
- Le SRP/CS di categoria 1 devono essere progettate e costruite **utilizzando componenti e principi di sicurezza ben collaudati**.
- Un componente ben collaudato per un'applicazione legata alla sicurezza è un componente che:
  - a) è stato largamente usato nel passato con risultati positivi in applicazioni simili, oppure
  - b) è stato prodotto e collaudato utilizzando principi che dimostrano la sua idoneità e affidabilità per le applicazioni legate alla sicurezza.
- Componenti e principi di sicurezza sviluppati di recente possono essere considerati equivalenti ai "ben collaudati" se soddisfano i requisiti di cui al punto b).
- La decisione di accettare un particolare componente come ben collaudato può dipendere dall'applicazione.
- **Componenti elettronici complessi (ad esempio PLC, microprocessori, circuiti integrati specifici per l'applicazione) non possono essere considerati equivalenti ai "ben collaudati"**.
- Le strutture di categoria 1 sono normalmente sistemi a **canale singolo**.

$DC_{avg}$	Nessuna
$MTTF_D$	Alto
CCF	Non rilevante
PL max	c



- $i_m$  Mezzi di interconnessione
- I Dispositivo di ingresso (per esempio sensore)
- L Logica
- O Dispositivo di uscita (per esempio contattore principale)

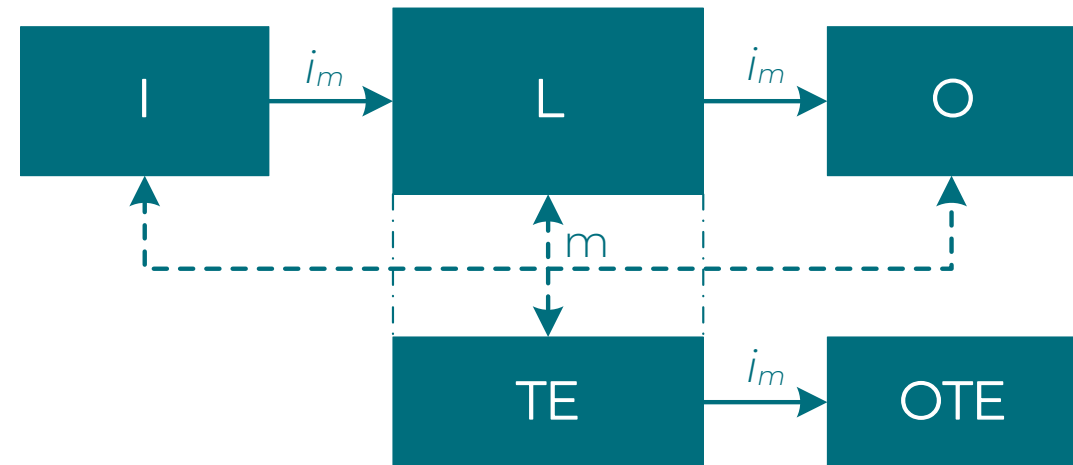
# Categoria 2

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Per la categoria 2, si applicano i requisiti della categoria B, l'uso dei principi di sicurezza ben collaudati e in aggiunta quanto di seguito indicato.
- La SRP/CS di categoria 2 deve essere progettata in modo che le sue funzioni vengano **verificate ad opportuni intervalli** dal sistema di comando della macchina.
- Il controllo della(e) funzione(i) di sicurezza deve essere eseguito:
  - all'avvio della macchina, e
  - prima dell'inizio di qualsiasi situazione di pericolo, ad esempio avvio di un nuovo ciclo, avvio di altri movimenti, **subito dopo la richiesta della funzione di sicurezza** e/o periodicamente durante il funzionamento, se la valutazione dei rischi ed il tipo di funzionamento mostra che è necessario.

$DC_{avg}$	Medio-bassa
$MTTF_D$	Da alto a basso
CCF	Rilevante
PL max	d

- $i_m$  Mezzi di interconnessione
- I Dispositivo di ingresso (per esempio, sensore)
- L Logica
- O Dispositivo di uscita (per esempio, contattore principale)
- m Monitoraggio
- TE Circuito di monitoraggio
- O TE Uscita del circuito di monitoraggio



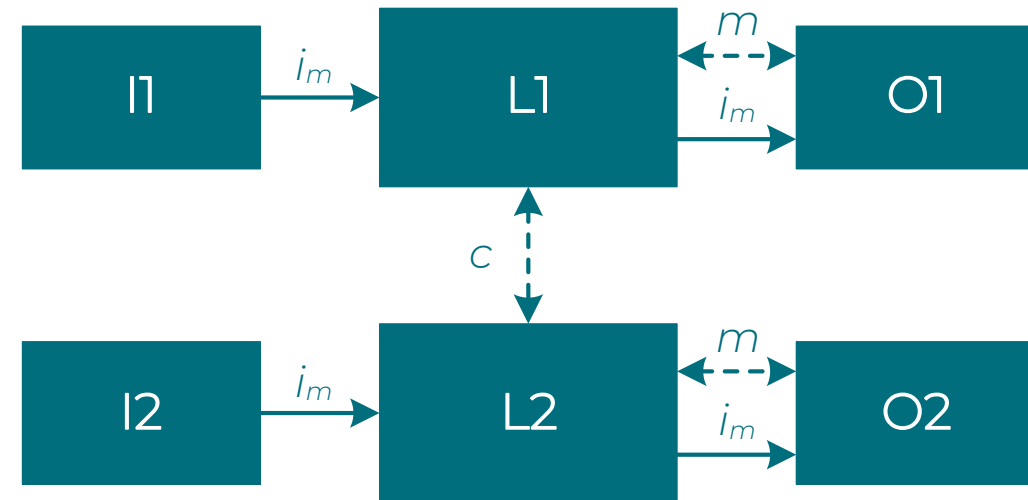
# Categoria 3

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Per la categoria 3, si applicano i requisiti della categoria B, l'uso dei principi di sicurezza ben collaudati e in aggiunta quanto di seguito indicato.
- La SRP/CS di categoria 3 deve essere progettata in modo che un **singolo guasto** in una qualsiasi parte non porti alla perdita della funzione di sicurezza; **ogni qualvolta sia ragionevolmente possibile**, il singolo guasto deve **essere rilevato** in corrispondenza o prima della successiva richiesta della funzione di sicurezza.

DC <sub>avg</sub>	Medio-bassa
MTTF <sub>D</sub>	Da basso ad alto a seconda del PL <sub>r</sub>
CCF	Rilevante
PL max	e

- $i_m$  Mezzi di interconnessione  
 I1, I2 Dispositivi di ingresso (per esempio, sensori)  
 L1, L2 Logica  
 O1, O2 Dispositivi di uscita (per esempio, contattori)  
 m Monitoraggio  
 c Monitoraggio incrociato



# Categoria 4

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Per la categoria 4, si applicano i requisiti della categoria B, l'uso dei principi di sicurezza ben collaudati e in aggiunta quanto di seguito indicato.
- La SRP/CS di categoria 4 deve essere progettata in modo che:
  - un **singolo guasto** in una qualsiasi parte legata alla sicurezza non porti ad una perdita della funzione di sicurezza, e
  - il singolo guasto **venga rilevato** in corrispondenza o prima della successiva richiesta delle funzioni di sicurezza, per esempio immediatamente, all'accensione, alla fine di un ciclo operativo della macchina; se tale rilevamento non è possibile, un **accumulo di guasti** non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza.

$DC_{avg}$	Alta
$MTTF_D$	Alto
CCF	Rilevante
PL max	e

$i_m$  Mezzi di interconnessione

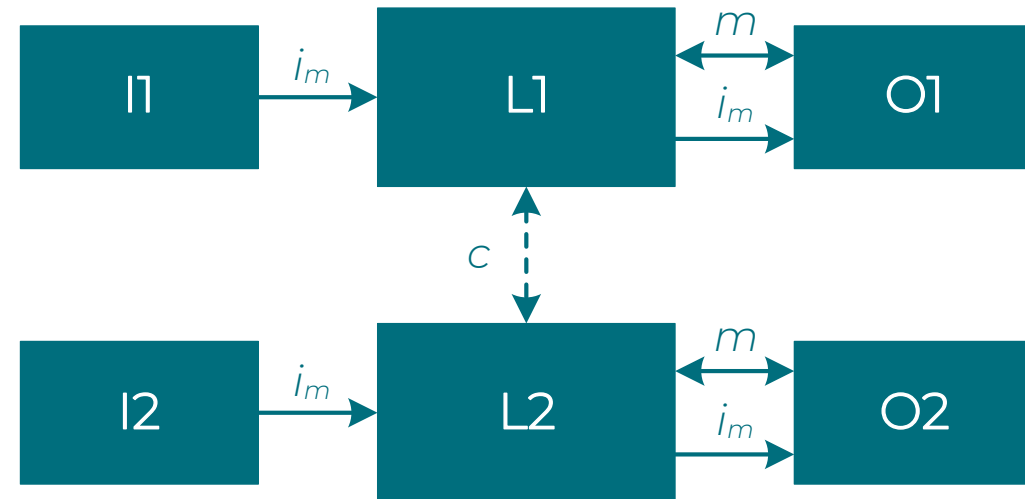
I1, I2 Dispositivi di ingresso (per esempio, sensori)

L1, L2 Logica

O1, O2 Dispositivi di uscita (per esempio, contattori)

m Monitoraggio

c Monitoraggio incrociato



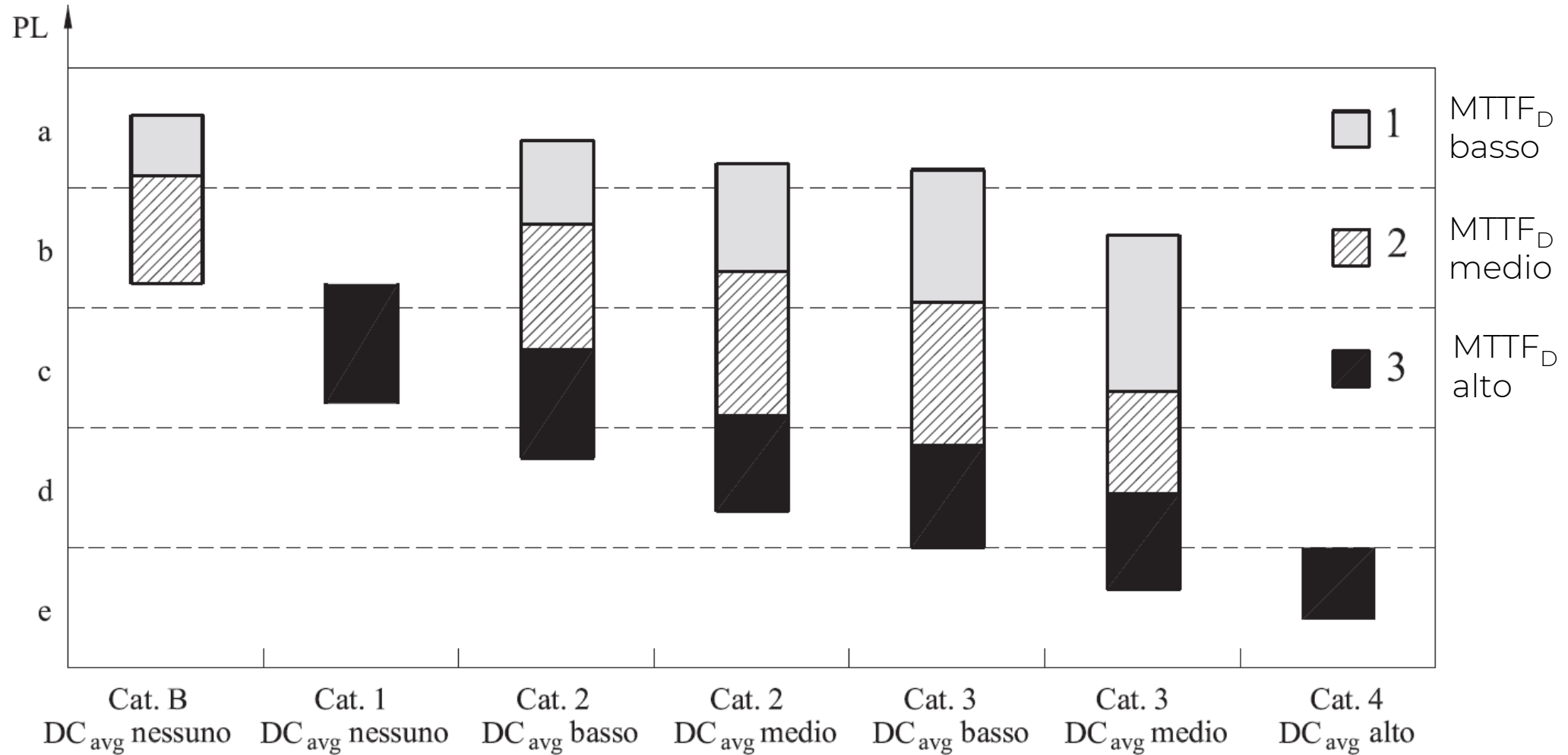
# Procedura semplificata per la stima del PL

## UNI EN ISO 13849-1:2016

- Il §4.5.4 della norma UNI EN ISO 13849-1:2016 descrive un procedimento semplificato per stimare il PL di una SRP/CS sulla base di architetture designate. Altre architetture con una struttura simile possono essere trasformate in queste architetture designate per ottenere una stima del PL.
- Per le architetture designate si assume quanto segue:
  - un tempo di utilizzo di 20 anni;
  - un tasso di guasto costante per tutto il periodo di utilizzo;
  - per una categoria 2,
    - frequenza di richiesta  $\leq 1/100$  frequenza di prova o **la prova avviene immediatamente a seguito della richiesta della funzione di sicurezza** e il tempo complessivo per individuare il guasto e portare la macchina ad una condizione non pericolosa (normalmente fermare la macchina) è inferiore al tempo necessario per raggiungere il pericolo (vedi anche UNI EN ISO 13855:2010);
    - il valore di  $MTTF_D$  del canale diagnostico è maggiore della metà del valore di  $MTTF_D$  del canale che esegue la funzione di sicurezza.

# Procedura semplificata per la stima del PL

## UNI EN ISO 13849-1:2016



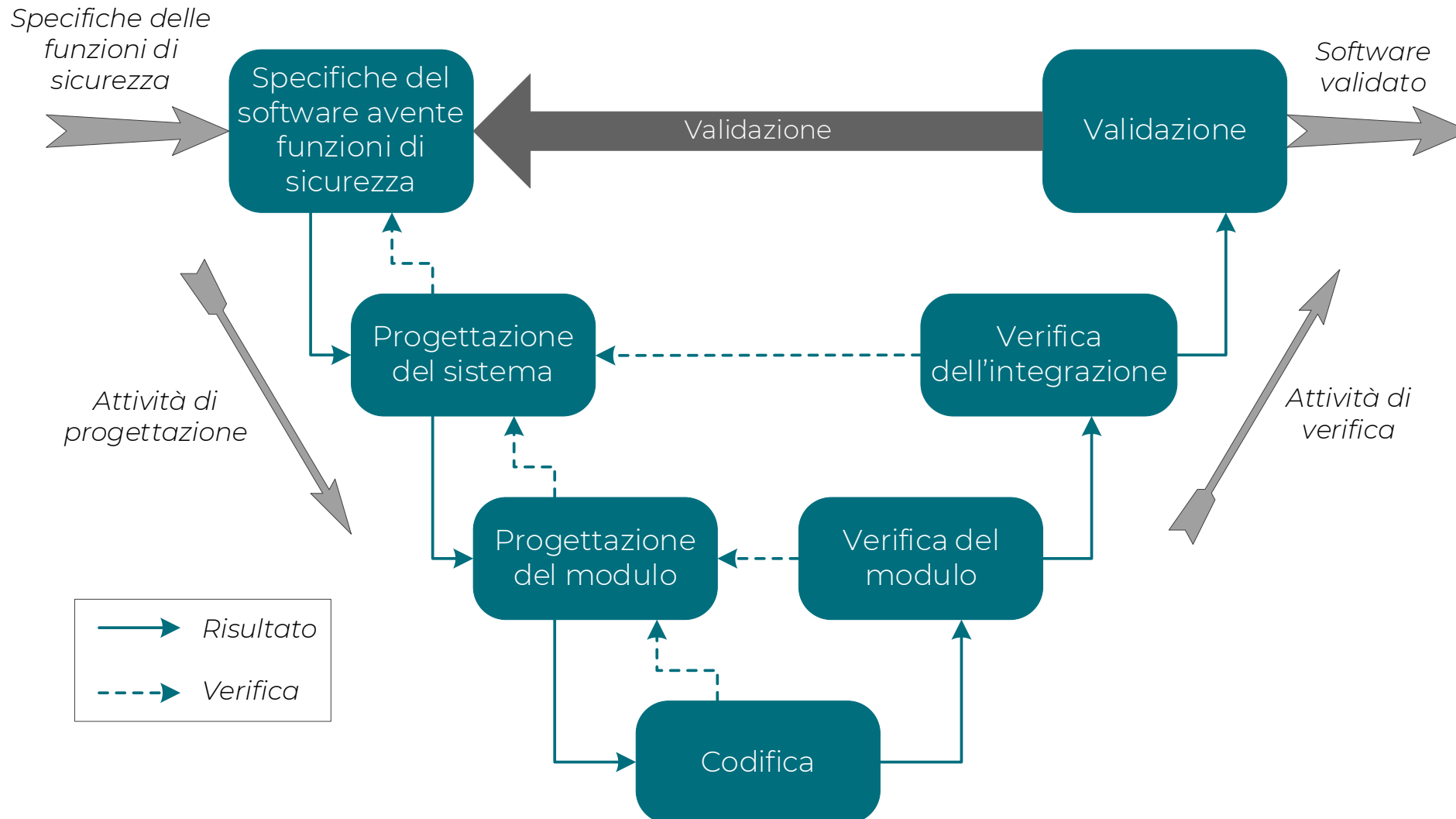
# Software Sistema

- Versione: 2.0.8 build 4
- Software gratuito che permette di:
  - modellare i circuiti di comando che svolgono funzioni di sicurezza basati sulle architetture designate (categorie);
  - **stimare il PL** (incluse le CCF).
- Software sviluppato e rilasciato da IFA (*“Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance”*).

<http://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/practical-solutions-machine-safety/software-sistema/index.jsp>

# Il software per funzioni di sicurezza

## Modello a V semplificato



# Principi di validazione

## UNI EN ISO 13849-2:2013

- Lo scopo del processo di validazione è di **confermare la specifica e la conformità della progettazione** delle parti del sistema di comando legate alla sicurezza nell'ambito delle specifiche dei requisiti di sicurezza globali del macchinario.
- La validazione consiste nell'applicazione di **analisi** e, se necessario, nell'esecuzione di **prove** in conformità al programma di validazione. La seguente figura 1 fornisce una panoramica del processo di validazione. L'equilibrio tra analisi e/o prove dipende dalla tecnologia.
- La norma UNI EN ISO 13849-2:2013 (§4.1) prescrive inoltre esplicitamente l'obbligo di sottoporre a prove di guasto (validazione mediante prove) le SRP/CS in categoria 2, 3 oppure 4:
  - *For Categories 2, 3 and 4 the validation of the safety function shall also include testing under fault conditions.*

# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011

Progettazione ed installazione, isolamento fonti di energia

# Progettazione ed installazione

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.3)

- I dispositivi di comando devono essere posizionati **all'esterno delle protezioni perimetrali** ed in modo tale da permettere **piena visibilità** dell'isola robotizzata.
- L'equipaggiamento elettrico deve essere conforme alla norma **CEI EN 60204-1:2018**.
- L'equipaggiamento pneumatico deve essere conforme alla norma **UNI EN ISO 4414:2012**.
- L'equipaggiamento oleoidraulico deve essere conforme alla norma **UNI EN ISO 4413:2012**.
- Devono essere presenti sezionatori singoli per ogni sorgente di energia esterna, **bloccabili in posizione di circuito isolato** (ad esempio mediante lucchetti).
- Qualora siano presenti diversi sezionatori (ad esempio per installazioni grandi comprendenti numerosi robot), **le parti sezionate da ogni singolo attuatore devono essere chiaramente indicate**.
- Devono essere chiaramente identificati gli **elementi che mantengono energia immagazzinata** (ad esempio batterie, serbatoi, molle) dopo il sezionamento delle alimentazioni esterne.

# Isolamento/dissipazione dell'energia

## UNI EN ISO 14118:2018 (§3.3)

- Occorre prevedere un procedimento costituito dalle azioni seguenti:
  - a) **isolare** (sezionare, separare) la macchina (o parti definite della macchina) da tutte le fonti di energia;
  - b) **bloccare** (o assicurarsi altrimenti), se necessario (ad esempio, quando l'operatore non è in grado, da qualsiasi posto in cui si trovi, di controllare che l'alimentazione rimanga sezionata), tutti i dispositivi di sezionamento in posizione "isolata";
  - c) **dissipare o trattenerne** (contenere) qualsiasi tipo di energia immagazzinata che possa causare un pericolo;
  - d) **verificare** mediante un procedimento di lavoro sicuro (ad esempio per mezzo di misurazioni) che le azioni intraprese secondo i punti a), b) e c) abbiano prodotto l'effetto desiderato.
- L'energia può essere immagazzinata per esempio in: parti meccaniche che continuano a muoversi per inerzia, **parti meccaniche suscettibili di muoversi per gravità**, condensatori, accumulatori, fluidi sotto pressione oppure molle.

# Dispositivi per l'isolamento

## UNI EN ISO 14118:2018 (§5.2)

- §5.2.1 I dispositivi di isolamento devono:
  - assicurare **un sezionamento o una separazione affidabile** dalla sorgente di energia;
  - avere un collegamento meccanico affidabile tra il comando manuale e l'elemento (gli elementi) di isolamento;
  - essere dotati di **un'identificazione chiara** e non ambigua dello stato del dispositivo di isolamento che corrisponda a ciascuna posizione del suo comando (attuatore) manuale.



# Dispositivi per l'isolamento

## UNI EN ISO 14118:2018 (§5.2)

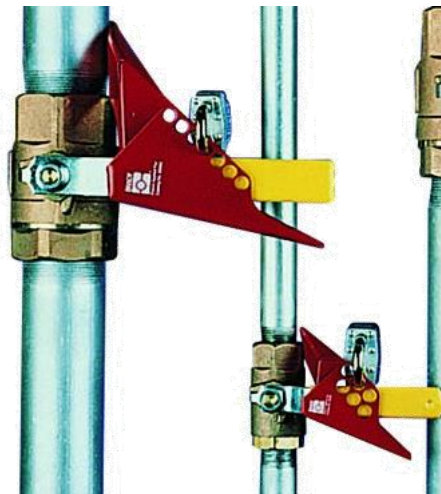
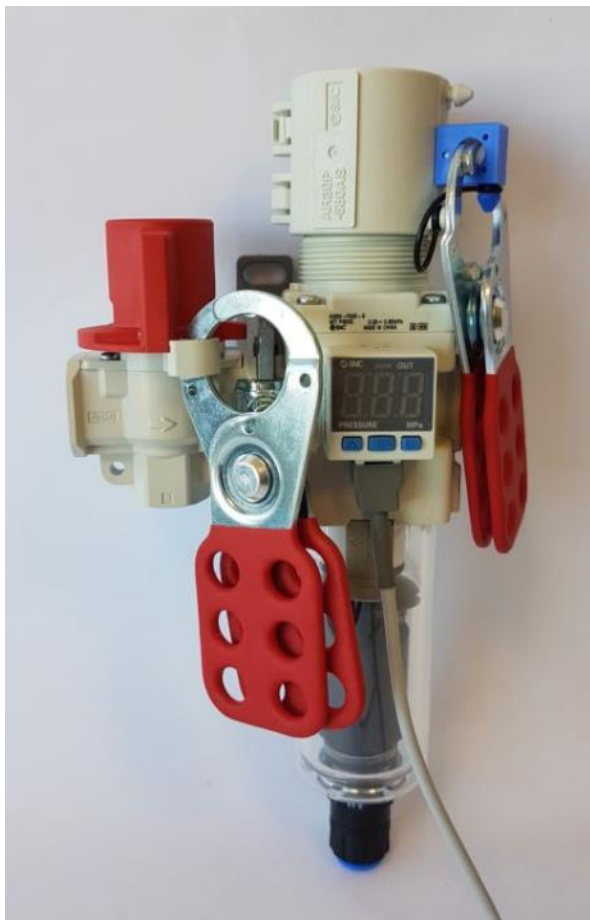
- §5.2.2 L'ubicazione ed il numero dei dispositivi di isolamento saranno determinati dalla valutazione dei rischi che deve tenere in considerazione la configurazione della macchina, la necessità della presenza di persone in zone pericolose e le attività che devono essere eseguite. **Per ciascun dispositivo di isolamento deve essere immediatamente identificabile quale macchina o parte di macchina esso isola** (per esempio, mediante marcatura duratura, ove necessario). L'isolamento di solo parte di una macchina non deve creare pericoli dovuti al funzionamento di altre parti della macchina.
- §5.2.3 Quando, durante l'isolamento della macchina, **alcuni circuiti devono rimanere collegati** alla loro fonte di energia allo scopo, per esempio, di trattenere parti, proteggere informazioni o fornire illuminazione locale, devono essere forniti **mezzi aggiuntivi per assicurare la sicurezza dell'operatore** (ad esempio segnali di avvertimento permanenti).

# Dispositivi di bloccaggio

## UNI EN ISO 14118:2018 (§5.3)

- Deve essere possibile **bloccare** o assicurare altrimenti i dispositivi di isolamento nella posizione di “isolamento”.
- I dispositivi di bloccaggio possono non essere necessari quando viene usata una **combinazione presa/spina** e la spina può essere tenuta sotto stretto controllo dalla persona che si trova nella zona pericolosa.
- I dispositivi di bloccaggio possono comprendere, ma non sono limitati a, uno dei seguenti:
  - mezzi per l'applicazione di uno o più **lucchetti**;
  - dispositivi di interblocco a trasferimento di chiave, una serratura dei quali è associata all'attuatore manuale del dispositivo di isolamento;
  - uso di chiavi personali che sono rilasciate da dispositivi a trasferimento di chiave e portate con sé da una persona per evitare un evento pericoloso, ad esempio l'avviamento inatteso;
  - custodie o involucri bloccabili.

# Dispositivi per il bloccaggio



# Dispositivi di dissipazione/trattenuta

## UNI EN ISO 14118:2018 (§5.4)

- §5.4.1.1 Quando l'energia immagazzinata può creare un pericolo, la macchina deve essere dotata di **mezzi per la dissipazione o la trattenuta** (contenimento) dell'energia immagazzinata.
  - Tali dispositivi comprendono, per esempio, freni concepiti per assorbire l'energia cinetica di parti in movimento, resistenze e relativi circuiti per la scarica dei condensatori elettrici, valvole o dispositivi simili per scaricare la pressione degli accumulatori di fluidi.
- §5.4.1.2 Qualora la dissipazione dell'energia immagazzinata riducesse eccessivamente la possibilità della macchina di essere utilizzata, devono essere inclusi dispositivi aggiuntivi per **contenere/trattenere** in maniera efficace la **restante energia immagazzinata**.



# Dispositivi di dissipazione/trattenuta UNI EN ISO 14118:2018 (§5.4)

- §5.4.1.3 I dispositivi di dissipazione o di trattenuta (contenimento) dell'energia dovrebbero essere scelti e disposti in modo tale che:
  - la dissipazione o la trattenuta (contenimento) **risultino dall'isolamento** della macchina (o delle parti di essa pertinenti);
  - il processo di dissipazione dell'energia **non dia origine a situazioni pericolose**.
- §5.4.1.4 La macchina non deve poter essere avviata con dispositivi di dissipazione attivati o dispositivi di trattenuta in posizione se ciò genera nuovi rischi. Se ciò non fosse possibile, avvertenze e istruzioni devono essere fornite nel manuale di istruzioni della macchina e/o in avvertenze sulla macchina stessa.



# Elementi meccanici

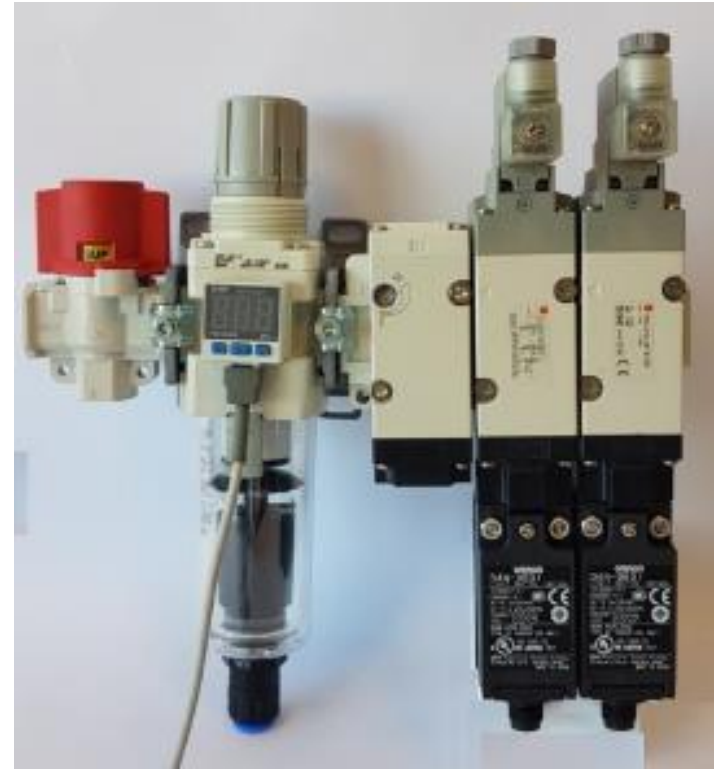
## UNI EN ISO 14118:2018 (§5.4.2)

- Qualora elementi meccanici possano dare origine a una situazione pericolosa:
  - a causa della loro **massa e posizione** (per esempio, sbilanciati o sollevati o in qualsiasi situazione nella quale possono muoversi per effetto della gravità),
  - a causa dell'azione su di essi di una **molla caricata** (di qualunque tipo),
  - dovuta a parti meccaniche che continuano a muoversi per inerzia,devono essere forniti mezzi che consentano di portarli al loro **più basso livello di energia** (per esempio, alla posizione più bassa o a molla scarica), mediante i normali comandi manuali della macchina o mediante dispositivi appositamente progettati e identificati (marcati) per tale funzione.
- Quando gli elementi meccanici non possono essere condotti a uno stato intrinsecamente sicuro, devono essere **meccanicamente bloccati** mediante freni o dispositivi meccanici di trattenuta.



# Requisiti progettuali per la verifica UNI EN ISO 14118:2018 (§7)

- §7.1 La macchina e i dispositivi di isolamento e di dissipazione o trattenuta dell'energia devono essere progettati, scelti e disposti in modo tale che sia possibile una **verifica affidabile dell'efficacia** dell'isolamento e della dissipazione o trattenuta dell'energia. La procedura di verifica per garantire l'efficacia delle misure di isolamento, dissipazione di energia e trattenuta non deve compromettere il corretto funzionamento.
- §7.2 L'isolamento da qualsiasi fonte di energia deve essere **visibile** (interruzione visibile dei circuiti di alimentazione di energia) o chiaramente **indicato**.



# Requisiti progettuali per la verifica UNI EN ISO 14118:2018 (§7)

- §7.3.1 Devono essere forniti **dispositivi integrati** (come i manometri) o **punti di controllo** per la verifica dell'assenza di energia nelle parti di macchina nelle/sulle quali sono previsti gli interventi.
- §7.3.2 Il manuale di istruzioni deve fornire una guida precisa sulle **procedure di verifica** sicure.
- §7.3.3 **Targhette** permanenti e indelebili di **avvertimento** sui pericoli dovuti all'energia immagazzinata devono essere affisse sui gruppi che contengono energia immagazzinata pericolosa (per esempio, molle compresse) e che possono essere rimossi o smontati.



# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011

Arresto di emergenza e norma UNI EN ISO 13850:2015

# Arresto di emergenza

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.3.8.2)

- Ciascuna stazione di comando dalla quale è possibile comandare l'avvio dei movimenti oppure qualunque altra situazione pericolosa **deve essere dotata di un comando di arresto di emergenza.**
- Il comando di arresto di emergenza deve essere conforme ai requisiti indicati dalle norme **UNI EN ISO 13850:2015** e CEI EN 60204-1:2018.
- I comandi di arresto di emergenza devono funzionare anche se le postazioni di controllo non sono attive.
- Il comando di arresto di emergenza deve attivare un arresto di **categoria 0 oppure 1** secondo la norma CEI EN 60204-1:2018; la scelta della categoria di arresto deve essere effettuata in funzione della valutazione dei rischi.
- Le istruzioni per l'uso devono contenere **informazioni sulle aree di controllo** di ogni comando di arresto di emergenza.

# Funzione di arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.1)

- Lo scopo della funzione di arresto di emergenza è scongiurare o impedire la nascita di una situazione di emergenza **generata dal comportamento delle persone o da un evento pericoloso inatteso**.
- La funzione di arresto di emergenza deve essere iniziata da una singola azione umana.
- Quando una funzione di arresto di emergenza è attiva:
  - deve rimanere attiva fino a che non viene ripristinata manualmente;
  - non deve essere possibile poter comandare i comandi di avvio delle operazioni arrestate dalla funzione di arresto di emergenza.
- Il **ripristino della funzione di arresto di emergenza** deve essere effettuata da un'azione umana intenzionale e **non deve azionare l'avvio** della macchina.
- La funzione di arresto di emergenza è una misura di protezione **complementare** e non può essere utilizzata come sostituto di adeguate misure di sicurezza.

# Funzione di arresto di emergenza

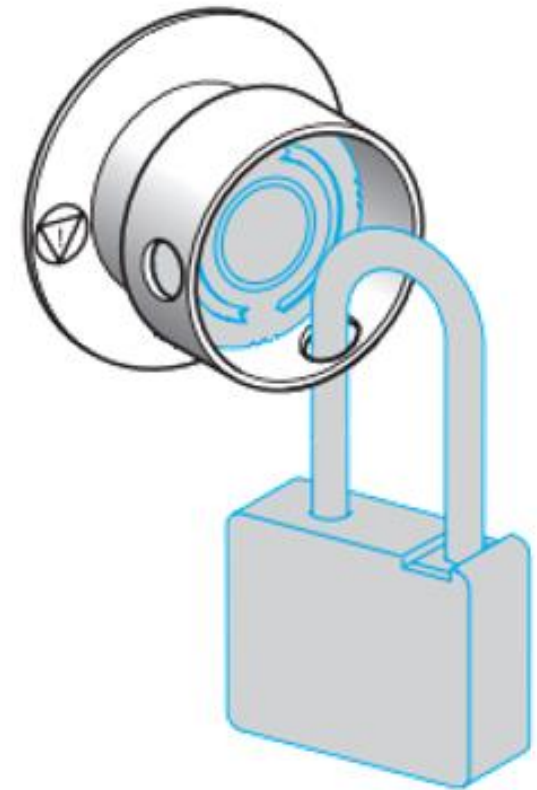
## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.1)

- L'arresto di emergenza deve avvenire in un maniera adeguata, **senza creare pericoli aggiuntivi** o richiedere ulteriori interventi, ad esempio mediante:
  - scelta del tasso di decelerazione tenendo conto dei necessari vincoli di progettazione della macchina;
  - selezione della categoria di arresto adeguata (0 o 1);
  - sequenza di spegnimento predeterminata.
- In base alla tipologia di macchina e relativamente ai rischi specifici, la funzione di arresto di emergenza **può avviare altre funzioni di sicurezza per ridurre il rischio di danno** (ad esempio inversione del movimento, frenatura). Tali aspetti non sono però considerati all'interno della norma UNI EN ISO 13850:2015.

# Funzione di arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.1)

- La funzione di arresto di emergenza **non può essere considerata una misura di prevenzione di avviamenti inattesi** come descritto nella UNI EN ISO 12100:2010.
- La funzione di arresto di emergenza non deve **compromettere** l'efficacia di altre misure di sicurezza, ad esempio **freni o sistemi di trattenuta di pezzi**.
- La **decisione** di attivare l'arresto di emergenza **non deve richiedere la considerazione degli effetti risultanti**.



# Ripristino del dispositivo di arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (4.1.4)

- L'effetto dell'attivazione di un dispositivo di arresto di emergenza deve essere mantenuto finché non viene disinserito da un'azione umana intenzionale sul dispositivo stesso.
- Il **disinserimento del dispositivo non deve avviare la macchina**, ma solamente consentirne il riavviamento.
- Le **istruzioni per l'uso** devono indicare che, dopo l'attuazione e prima di disinserire un dispositivo, deve essere **ispezionata la macchina** per rilevare le cause dell'azionamento del dispositivo di arresto di emergenza.

# Parti relative alla sicurezza del circuito di comando

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.5)

- Le parti relative alla sicurezza del circuito di comando che esegue la funzione di arresto di emergenza devono essere conformi ai requisiti pertinenti delle norme UNI EN ISO 13849-1:2016 e/o CEI EN IEC 62061:2022.
- La determinazione del PL o del SIL richiesto dovrebbe tenere in considerazione lo scopo della funzione dell'arresto di emergenza, ma il valore minimo deve essere  $PL_r=c$  o SIL 1.
- L'equipaggiamento che realizza la funzione di arresto di emergenza deve essere conforme alle norme:
  - CEI EN 60204-1:2018 per la parte elettrica;
  - UNI EN ISO 4413:2012 per la parte idraulica;
  - UNI EN ISO 4414:2012 per la parte pneumatica.

# Dispositivo di arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.3)

- I dispositivi di arresto di emergenza devono essere:
  - pulsanti facilmente azionabili con il palmo della mano;
  - funi;
  - barre;
  - pedali senza coperture di protezione, se altre soluzioni non sono utilizzabili.
- I **sezionatori** che svolgono la funzione di arresto di emergenza devono essere conformi alla norma CEI EN 60204-1:2018.



# Dispositivo di arresto di emergenza

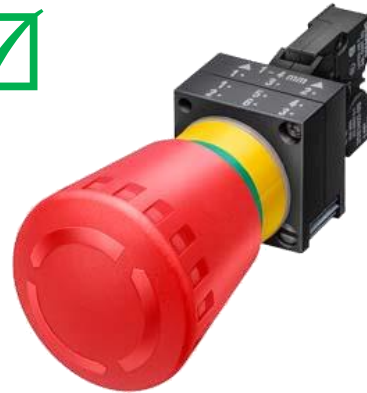
## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.3)

- Devono essere posizionati dispositivi di arresto di emergenza:
  - **ad ogni postazione di controllo dell'operatore**, ad eccezione di dove la valutazione dei rischi definisce che non è necessario;
  - in altre postazioni, come determinate dalla valutazione dei rischi, per esempio:
    - all'ingresso ed all'uscita;
    - nelle postazioni dove l'intervento sulla macchina è necessario (per esempio operazioni con comandi ad azione mantenuta);
    - in tutti i punti in cui un'interazione uomo/macchina è prevista dalla progettazione della macchina (per esempio area di carico / scarico).
- I dispositivi di arresto di emergenza devono essere posizionati in modo da essere direttamente accessibili e azionabili senza pericoli.
- L'attuatore del dispositivo di arresto di emergenza azionato a mano dovrebbe essere montato **tra 0,6 e 1,7 m** rispetto al piano di calpestio (ad esempio pavimento, piattaforma).

# Dispositivo di arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.3)

- L'azionamento del dispositivo di arresto di emergenza deve generare un comando di arresto anche nel caso in cui l'attuatore del dispositivo (blocco di ritenzione meccanica) non si innesti.
- Il dispositivo deve essere progettato e installato in modo che l'attuazione dello stesso **non possa essere bloccata facilmente**, ad esempio quando un oggetto cade al di sotto della superficie di attuazione del dispositivo o quando c'è l'intenzione di eludere il dispositivo.



# Dispositivo di arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.3)

- L'attuatore deve essere di colore rosso e lo sfondo, se esiste e per quanto possibile, **deve essere di colore giallo**.
- Quando è necessario identificare la **direzione di riarmo**, tale indicazione **deve essere del colore dell'attuatore**. Freccette utilizzate per indicare il riarmo possono essere mal interpretate come senso di attuazione.
- Né l'attuatore né lo sfondo dovrebbero essere etichettati con scritte o simboli. Quando è richiesto il simbolo, deve essere usato il simbolo IEC 60417-5638.



# Dispositivo di arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.3)

- L'uso di un dispositivo di arresto di emergenza che richiede l'utilizzo di una **chiave** per disinserire l'attuatore **dovrebbe essere evitato**.
- Nel caso in cui un dispositivo di arresto di emergenza possa essere disinserito solamente usando una chiave, **per evitare rischi alle mani**, le istruzioni per l'uso della macchina devono descrivere il corretto uso della chiave e riportare un'avvertenza indicante che la chiave deve essere all'interno dell'attuatore del dispositivo solo per poterne eseguire il ripristino.



# Prevenzione dell'azionamento non intenzionale

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.5)

- Il dispositivo di arresto di emergenza deve essere progettato in modo da evitare un azionamento non intenzionale, principalmente mediante il suo **posizionamento**.
- Misure contro l'azionamento non intenzionale non devono **ridurre la visibilità** del dispositivo di arresto di emergenza o del suo attuatore.
- Misure per prevenire l'azionamento non intenzionale possono essere, ad esempio:
  - posizione del dispositivo di arresto di emergenza lontano da aree nelle quali è prevedibile un elevato passaggio di personale;
  - scelta del tipo di dispositivo di arresto di emergenza;
  - scelta delle dimensioni e forma appropriate del dispositivo;
  - montaggio del dispositivo all'interno di una superficie ad incasso del pannello di controllo.

# Prevenzione dell'azionamento non intenzionale

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.5)

- L'uso di **protezioni meccaniche** attorno al dispositivo dovrebbe essere **evitato** ad eccezione di quando è necessario prevenire un'attuazione involontaria e altre misure non sono applicabili. Tale protezione non deve avere spigoli o superfici ruvide che possono causare lesioni.
- Per i dispositivi azionabili a mano le misure contro l'azionamento non intenzionale non devono impedire l'azionamento del dispositivo usando il **palmo della mano**.



# Arresto di emergenza

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.3.8.2)

- I sistemi robotizzati devono avere una sola funzione di arresto di emergenza che agisce su tutto il sistema.
- Se lo spazio ristretto di due o più robot si sovrappone oppure se due o **più robot sono accessibili all'interno di uno spazio protetto comune**, questo spazio deve essere considerato un unico spazio di lavoro; tutti i comandi di arresto di emergenza per questo spazio di lavoro **devono avere la stessa area di controllo**.
- L'area di controllo di un comando di arresto di emergenza può comprendere più spazi di lavoro.
- In caso di sistemi complessi (ad esempio con più robot o con celle multiple) possono essere definite diverse zone di arresto di emergenza; tali zone devono essere chiaramente indicate in prossimità degli attuatori di arresto di emergenza.

# Ampiezza di comando dell'arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.2)

- L'ampiezza di comando di ogni dispositivo di arresto di emergenza deve coprire **l'intera macchina**.
- Come **eccezione** una singola ampiezza di comando può non essere appropriata quando, per esempio, l'arresto di tutti i macchinari collegati può creare pericoli aggiuntivi o **influenzare inutilmente la produzione**.
- Ogni ampiezza di comando può racchiudere una o più sezioni della macchina, la macchina intera o gruppi di macchine.
- Differenti ampiezze di comando possono sovrapporsi tra loro.

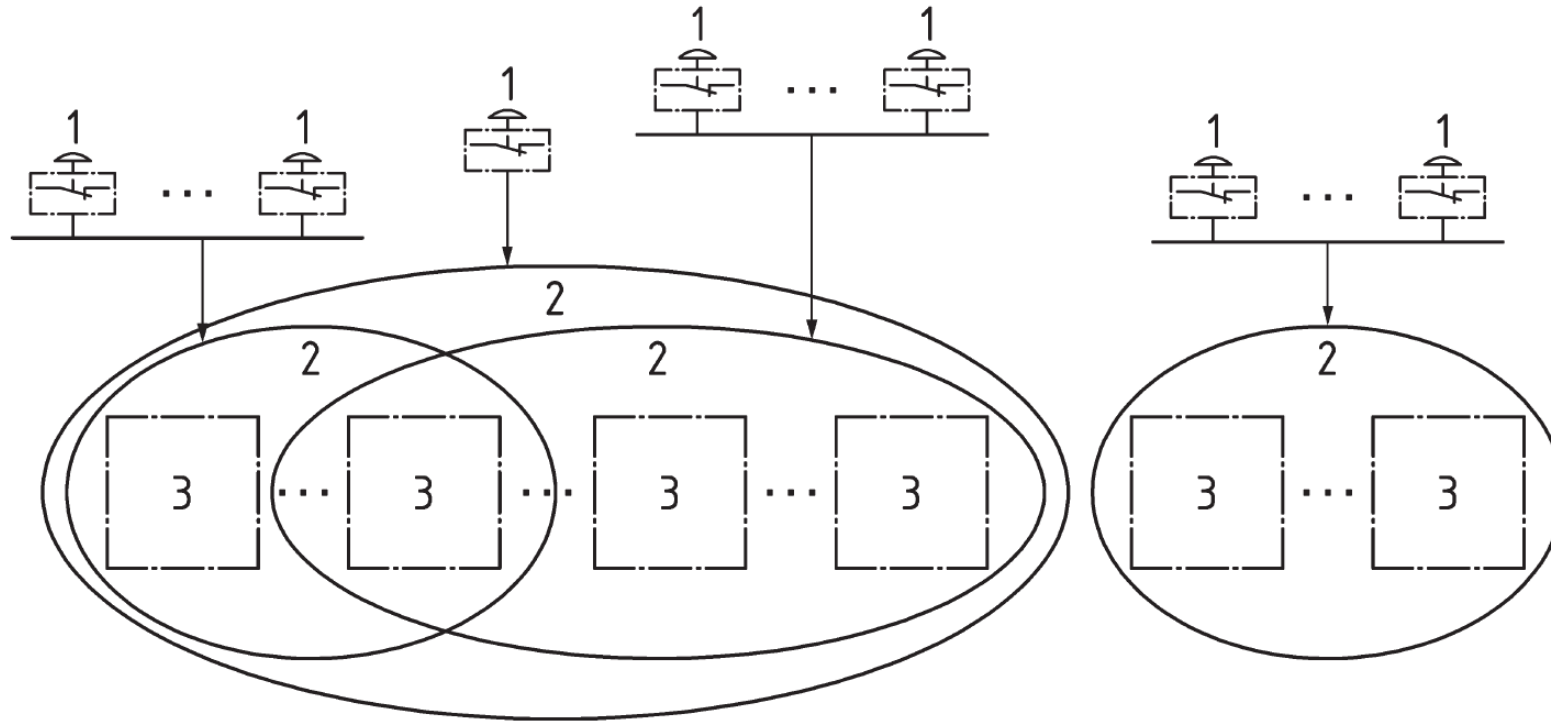
# Ampiezza di comando dell'arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.2)

- Le ampiezze di comando devono essere determinate tenendo in considerazione:
  - l'area visibile della macchina;
  - la possibilità di riconoscere la situazione di emergenza (per esempio visibilità, rumore, odore);
  - ogni implicazione sulla sicurezza relativa al processo di produzione;
  - la prevedibile esposizione ai pericoli;
  - i possibili pericoli adiacenti.
- Per quanto possibile, dispositivi di arresto di emergenza con differenti ampiezze di comando **non devono essere posizionati l'uno vicino all'altro.**

# Ampiezza di comando dell'arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.2)



- 1 Dispositivo di arresto di emergenza
- 2 Ampiezza di comando
- 3 Sezione della macchina o macchina

# Ampiezza di comando dell'arresto di emergenza

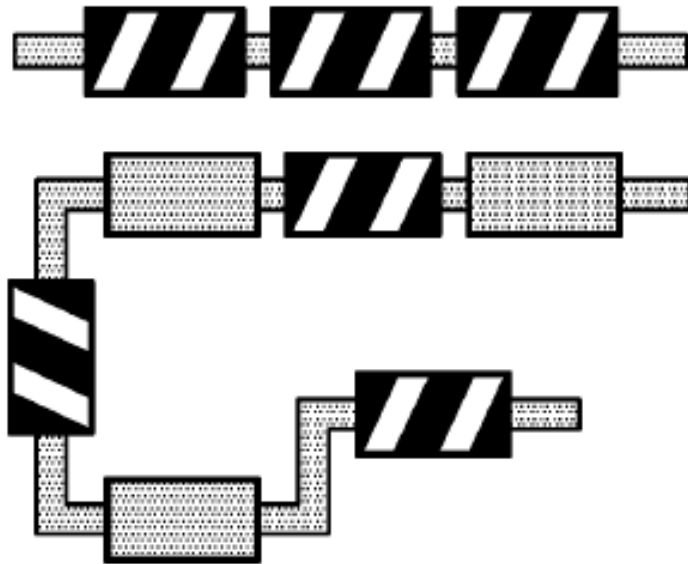
## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.2)

- È possibile definire **più ampiezze di comando** se:
  - le ampiezze di comando sono chiaramente definite e **identificabili**;
  - i **dispositivi** di arresto di emergenza possono essere **rapidamente associati al pericolo** che richiede l'arresto di emergenza (ovvero deve essere rapidamente identificabile il dispositivo di arresto di emergenza che arresta l'area in cui è presente il pericolo);
  - l'ampiezza di comando di un dispositivo di arresto di emergenza è identificabile dalla postazione di comando di ogni dispositivo di arresto di emergenza;
  - l'azionamento di un dispositivo di arresto di emergenza non crea pericolo(i) aggiuntivo(i) o aumenta il(i) rischio(i) in nessuna ampiezza di comando ;
  - l'azionamento di un dispositivo di arresto di emergenza di un'ampiezza di comando **non impedisce l'azionamento di una funzione di arresto di emergenza di un'altra ampiezza di comando**;
  - le **istruzioni per l'uso** della macchina includono informazioni relative alle ampiezze di comando dei dispositivi di arresto di emergenza.

# Ampiezza di comando dell'arresto di emergenza

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.1.2)

- L'identificazione delle ampiezze di comando può essere realizzata da pittogrammi o dalla posizione dei dispositivi di comando.
- Scritte o istruzioni associate al dispositivo di arresto di emergenza devono essere evitate.



Ampiezza di comando estesa all'intera macchina

Ampiezza di comando limitata a specifiche sezioni della macchina

# Arresto di sicurezza

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.3.8.3)

- Il sistema robotizzato deve essere dotato di uno o più circuiti di comando per l'arresto di sicurezza (ad esempio comandato dai dispositivi di interblocco).
- Il circuito di arresto di sicurezza deve arrestare tutti gli elementi pericolosi presenti **in categoria 0 oppure 1** (CEI EN 60204-1:2018).
- La **categoria 2 è ammessa** solo se il sistema di azionamento del motore è conforme alla norma CEI EN 61800-5-2:2017 “Azionamenti elettrici a velocità variabile – Parte 5-2: Prescrizioni di sicurezza – Sicurezza funzionale”.
- Arresto operativo sicuro (**SOS: Safe Operating Stop**).
  - La funzione SOS impedisce la deviazione del motore oltre un livello definito rispetto alla posizione di arresto. **Il PDS(SR) fornisce al motore l'energia per consentirgli di resistere a forze esterne.**
  - NOTA: La presente descrizione della funzione di arresto operativo si basa sulla realizzazione mediante un PDS(SR) senza freni (per esempio meccanici) esterni.

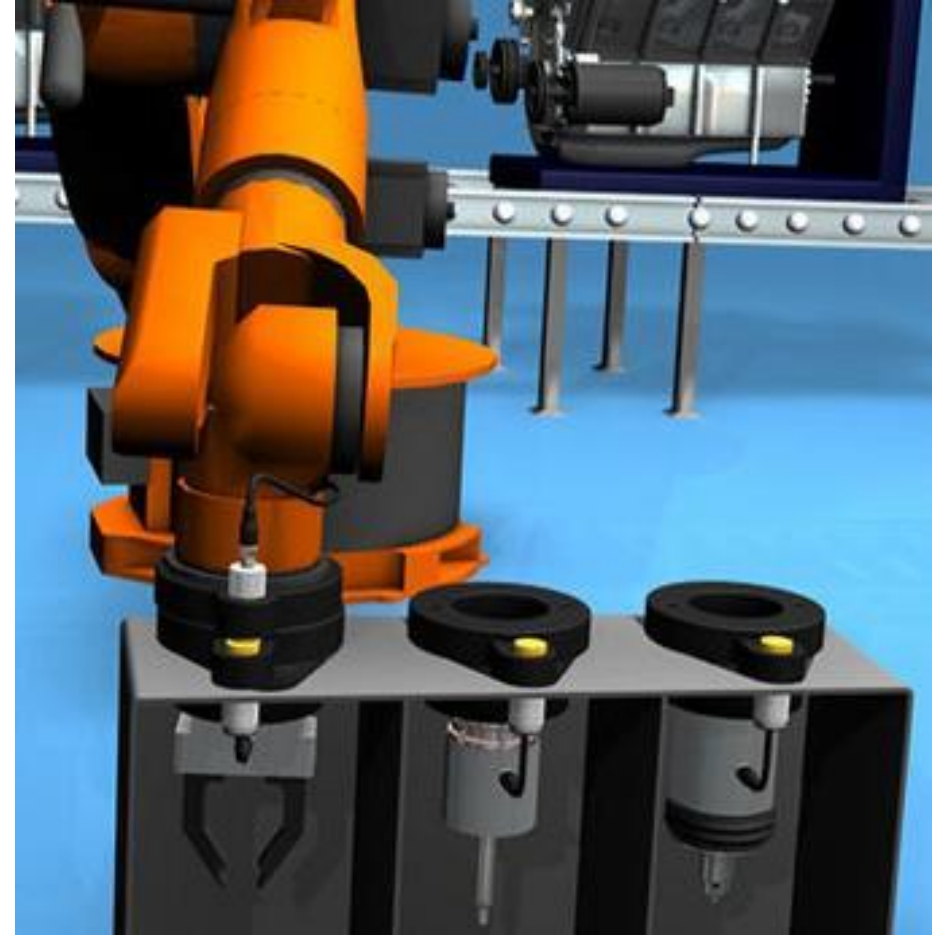
# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011 & rapporto tecnico ISO/TR 20218-1:2018

Utensili (end effectors)

# Requisiti per gli utensili

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.3.10)

- Gli utensili installati sul robot devono essere progettati e costruiti in modo tale che:
  - la perdita dell'alimentazione di energia non causi un rilascio del carico tale da comportare dei rischi;
  - le forze statiche e dinamiche siano compatibili con le caratteristiche del robot;
  - gli utensili smontabili siano fissati in modo sicuro durante l'uso;
  - **il rilascio dell'utensile avvenga unicamente in condizioni di sicurezza** (ad esempio in posizioni o sotto condizioni ben specificate).



# Campo di applicazione

## ISO/TR 20218-1:2018

- Il rapporto tecnico fornisce una guida per le misure di sicurezza in merito alla **progettazione e integrazione degli utensili usati per sistemi robotizzati.**
- L'integrazione comprende:
  - produzione, progettazione e integrazione degli utensili;
  - le informazioni necessarie per l'uso.
- Fornisce indicazioni aggiuntive di sicurezza sull'integrazione degli utensili nei sistemi robot, **come descritto nella norma UNI EN ISO 10218-2:2011.**
- In accordo con UNI EN ISO 10218-2:2011, gli utensili :
  - sono progettati e costruiti in conformità con UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.3.10;
  - sono conformi a UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.2, **per ogni funzione di controllo legate alla sicurezza.**
- Se destinato per l'uso in un'applicazione collaborativa a potenza limitata (power force limited), un modo per stabilire i valori limite di soglia è fornito nella specifica tecnica **ISO/TS 15066:2016**, allegato A.

# Forma e superfici

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.2.1)

- La progettazione degli utensili e degli elementi associati possono incorporare misure di progettazione finalizzate a **ridurre i bordi taglienti** per ridurre le forze o le pressioni di contatto umane (ad esempio utilizzando superfici lisce e conformi).
- **La massa dell'utensile dovrebbe essere la più bassa possibile** per ridurre al minimo le forze o le pressioni associate a un contatto transitorio (ad esempio minimizzando il momento e l'energia cinetica). **Imbottiture e materiali ammortizzanti**, nonché componenti deformabili, possono ridurre il trasferimento di energia da impatto.
- Devono essere adottate misure per ridurre al minimo i rischi rappresentati da spigoli vivi e prevenire movimenti quando i bordi possono provocare forze di contatto o pressioni inaccettabili. È possibile implementare misure di protezione, come **aumentare il raggio del bordo, aumentare l'area della superficie, modificare i profili del bordo** (ad esempio smussandolo) o **utilizzare materiali di superficie diversi**.
- L'utensile può anche essere progettato per fornire protezione dai pericoli associati ai pezzi in lavorazione.

# Dispositivi di protezione e funzioni di sicurezza

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.2.2)

- I dispositivi di protezione e i sistemi di controllo relativi alla sicurezza integrati o associati direttamente all'utensile possono essere utilizzati in alcune applicazioni robotiche per ridurre il rischio.
- I dispositivi di protezione e i sistemi di controllo di sicurezza possono essere, ma non solo, i seguenti:
  - **rilevamento della forza** (ad esempio rilevamento della forza potenziato che è **più sensibile del rilevamento della forza del braccio del robot**):
    - misurazione delle forze applicate sulla superficie o sulle superfici dell'utensile e relativo monitoraggio dell'utensile e/o del robot come funzione di sicurezza;
  - **pianificazione del percorso dell'utensile**:
    - se determinati orientamenti della pinza comportano la presenza di punti di schiacciamento e/o di spigoli vivi (ad esempio una vite che punta verso un foro in cui il robot lo avvita), il movimento del robot in quella direzione può essere ridotto al minimo e la velocità di movimento può essere ridotta per ridurre i rischi; il **safety-rated soft axis** e le **funzioni di limitazione dello spazio** possono essere utilizzate per monitorare il movimento del robot e l'orientamento e le posizioni dell'utensile;

# Dispositivi di protezione e funzioni di sicurezza

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.2.2)

- I dispositivi di protezione e i sistemi di controllo di sicurezza possono essere, ma non solo, i seguenti:
  - **forza di presa:**
    - quando la forza di presa massima dell'utensile supera i limiti di sicurezza definiti dalla valutazione del rischio, la forza di presa applicata dell'utensile viene ridotta e monitorata per non superare i livelli accettabili secondo la ISO/TS 15066:2016;
  - **monitoraggio della velocità:**
    - la velocità del robot per la quale si intende utilizzare la pinza è considerata nella progettazione della pinza;
    - l'ISO/TS 15066:2016 fornisce una guida in merito a applicazioni collaborative;
    - se il movimento dell'utensile è controllato separatamente dal robot, il monitoraggio dell'arresto viene considerato in aggiunta all'arresto del sistema robotico;

# Dispositivi di protezione e funzioni di sicurezza

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.2.2)

- I dispositivi di protezione e i sistemi di controllo di sicurezza possono essere, ma non solo, i seguenti:
  - **rilevamento presenza:**
    - un sensore (ad esempio di prossimità, movimento, immagine) può essere utilizzato per rilevare un **pezzo in lavorazione** che ha il potenziale per avviare una sequenza che potrebbe causare lesioni all'operatore;
    - per ridurre il rischio associato al contatto con l'utensile durante l'operazione collaborativa, si possono usare mezzi di rilevamento per esempio **disabilitare l'azionamento dell'utensile quando viene toccato o quando l'operatore si trova in una zona di rilevamento in prossimità dell'utensile;**

# Dispositivi di protezione e funzioni di sicurezza

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.2.2)

- I dispositivi di protezione e i sistemi di controllo di sicurezza possono essere, ma non solo, i seguenti:
  - **collegamento conforme** (ad esempio un collegamento cedevole tra la flangia meccanica del robot e l'utensile):
    - **collegamenti** e meccanismi conformi nella pinza **possono assorbire energia** di contatto; la forza, il movimento o l'energia trasferite ottenute attraverso collegamenti conformi sono dissipati in modo da ridurre il rischio e non introdurre nuovi rischi;
    - un sensore o una funzione di sicurezza possono essere utilizzati per attivare un arresto di protezione;
    - per le applicazioni a potenza limitata (power force limited), la forza effettiva per l'attivazione di un arresto di protezione è conforme alla ISO/TS 15066:2016, §5.5.5;
    - la forza o la coppia che un utensile può applicare all'ambiente può essere limitata, ad esempio **mediante accoppiamenti meccanici che cedono** quando viene raggiunto un certo livello di forza o coppia;

# Dispositivi di protezione e funzioni di sicurezza

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.2.2)

- I dispositivi di protezione e i sistemi di controllo di sicurezza possono essere, ma non solo, i seguenti:
  - **requisiti di sicurezza funzionale:**
    - i requisiti di sicurezza funzionale secondo la UNI EN ISO 13849-1:2016 sono derivati attraverso il processo di riduzione del rischio;
    - le funzioni relative alla sicurezza degli utensili sono progettate secondo la UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.2;
  - **arresto di emergenza:**
    - in accordo alla norma UNI EN ISO 10218-2:2011 le funzioni di arresto di emergenza per l'utensile e per il robot su cui è montato sono nella stessa area di controllo;
    - in accordo alla norma UNI EN ISO 13850:2015, l'attivazione di questa funzione arresta o controlla come minimo tutti i pericoli associati al robot e all'utensile;
    - la CEI EN 60204-1:2018 specifica i requisiti relativi alle categorie di arresto di emergenza;
    - in caso di rischi aggiuntivi dovuti a pericoli nel resto dell'applicazione, la valutazione del rischio può richiedere che anche questi rischi vengano arrestati o controllati dalla stessa funzione.

# Dispositivi di presa o “gripper”

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.4)

- Gli utensili dei robot spesso includono meccanismi di presa progettati per trattenerne i pezzi. In generale, ci sono due principi di presa con vantaggi e svantaggi, nominati come
  - **attuazione meccanica** (ad esempio presa o bloccaggio) e
  - **attuazione non meccanica** (ad esempio ventose e pinze magnetiche).



# Dispositivi di presa o “gripper”

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.4)

- Quando si seleziona o si progetta una pinza per un’applicazione specifica, le caratteristiche e le funzioni dell’utensile possono far parte delle misure di riduzione del rischio. Queste caratteristiche e funzioni della pinza includono, ma non sono limitate a quanto segue:
  - **funzione di spostamento o rilascio manuale per l’uso senza alimentazione**, per liberare le dita intrappolate o altre parti del corpo;
  - **funzione di presa persistente in caso perdita di potenza**, per evitare la caduta di un pezzo pesante;
  - **minimizzazione delle forze di presa** necessarie per ottenere una presa adeguata di un oggetto invece della massima forza disponibile;
  - i requisiti della specifica tecnica **ISO/TS 15066:2016**, §5.5.5, si applicano al contatto tra pinza/pezzi afferrati e un operatore;
  - misure di progettazione dell’applicazione in cui **vengono eliminati i rischi di schiacciamento** (ad esempio limiti di forza di sicurezza mentre il robot posiziona la pinza, **inibendo la chiusura della pinza se la pinza non si trova nella posizione di presa**, spazio sufficiente per non consentire lo schiacciamento delle dita dell’operatore quando la pinza si chiude).

# Dispositivi di presa meccanica

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.4.2)

- La presa dei pezzi in lavorazione può essere assicurata con pinze a presa, in genere **mediante una presa di chiusura basata sulla forma o una presa di chiusura forzata**.
  - Nel primo caso, le superfici di presa **intrappolano geometricamente il pezzo** in posizione.
  - Nel secondo caso la pinza **trattiene il pezzo per attrito** generato dalla forza di presa tra il pezzo e le superfici di presa.



# Dispositivi di presa meccanica

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.4.2)

- Alcune pinze possono avere una capacità fisica di attuazione della presa con forze significativamente superiori alle forze con cui sono normalmente configurate. I sistemi che controllano le forze di presa possono avere un'impostazione di forza fissa o regolabile. Se un guasto nel sistema di controllo della pinza può comportare un rischio inaccettabile nell'applicazione del robot, **una funzione di sicurezza deve impedire che le forze superino la soglia di sicurezza**. La funzione di sicurezza è conforme alla norma UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.2.
- **Se le forze sono regolabili**, l'interfaccia è progettata in modo tale che l'impostazione e la regolazione possano essere eseguite su valori coerenti per l'applicazione. Può essere necessaria la verifica delle impostazioni (ad esempio mediante l'uso di un'indicazione di checksum) **e la protezione da modifiche non autorizzate** (ad esempio mediante l'uso di password).
- Con l'uso di pinze che **afferrano il pezzo penetrando la superficie con perni, aghi e ganci**, l'affilatezza dei sistemi penetranti deve essere considerata nella valutazione dei rischi.

# Dispositivi di presa col vuoto

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.4.3)

- La perdita del pezzo è problema per le pinze che trattengono il pezzo mediante creazione del vuoto.
- Se la perdita del vuoto può comportare un rischio, si può considerare quanto segue per ridurre i rischi:
  - **sistemi di vuoto ridondanti o diversificati** (ogni ramo in grado di trattenerne il pezzo in posizione);
  - funzioni di sicurezza relative al **controllo e generazione del vuoto** con un PL appropriato;
  - **segnali di avviso** (audio visivi) quando si verifica la perdita di alimentazione e il trattenimento del pezzo in lavorazione mediante vuoto è garantito **per un periodo di tempo limitato** (ovvero da alcuni secondi a pochi minuti).
- Le funzioni di controllo legate alla sicurezza sono conformi alla norma UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.2.



# Dispositivi di presa magnetici

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.4.4)

- La perdita o il rilascio del pezzo o dei pezzi da lavorare a causa di una perdita di alimentazione o di un cambiamento del campo magnetico può essere un problema per le pinze magnetiche. Le **influenze dei campi magnetici** sono da tenere in considerazione nella scelta e nell'uso delle pinze magnetiche.
- Se la perdita o il rilascio del pezzo o dei pezzi in lavorazione può comportare un rischio, si può considerare quanto segue per ridurre i rischi:
  - **sistemi magnetici diversificati o ridondanti** (ogni ramo in grado di trattenere il pezzo in posizione);
  - funzioni di sicurezza relative al **controllo e generazione del campo magnetico** un PL appropriato;
  - **segnali di avviso** (audio/visivi) quando si verifica la perdita di alimentazione e il trattenimento del pezzo in lavorazione mediante campo magnetico è garantito **per un periodo di tempo limitato** (ovvero da alcuni secondi a pochi minuti).
- L'attivazione / disattivazione della pinza magnetica può essere monitorata in modo sicuro secondo la UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.2.



# Dispositivi per applicazioni specifiche

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.5.1)

- Esistono utensili specifici utilizzati in applicazioni particolari **dove l'utensile esegue un'attività su un pezzo o sul suo ambiente e non lo manipola afferrandolo.**
- Quando un operatore è esposto ai pericoli creati dalle applicazioni dell'utensile, quest'ultimo è progettato in modo tale che i rischi generati dalle sue operazioni siano ridotti a un livello adeguato.



# Dispositivi per applicazioni specifiche

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.5.3.1)

- Ulteriori metodi di progettazione includono, ma non sono limitati a quanto segue:
  - contenere i pericoli (ad esempio **protezioni**);
  - posizionare i pericoli in modo che non siano accessibili all'operatore;
  - utilizzare una **funzione di disabilitazione** che dipende **dall'orientamento dell'utensile**;
  - ridurre lo spazio di lavoro collaborativo quando si è presenza di pericoli (ad esempio zone, utilizzo di funzioni di orientamento di sicurezza del robot);
  - distinguere le aree in cui possono verificarsi processi pericolosi imprevisti;
  - **avvisare l'operatore** prima e durante il processo pericoloso, che include il tempo residuo dopo la fine del processo (ad esempio simboli di avvertimento, segnali luminosi, segnali audio);
  - uso del **sequenziamento basato sulle condizioni** (ad esempio intervallo di temperatura, **lama retratta**) anziché timer;

# Dispositivi per applicazioni specifiche

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.5.3.1)

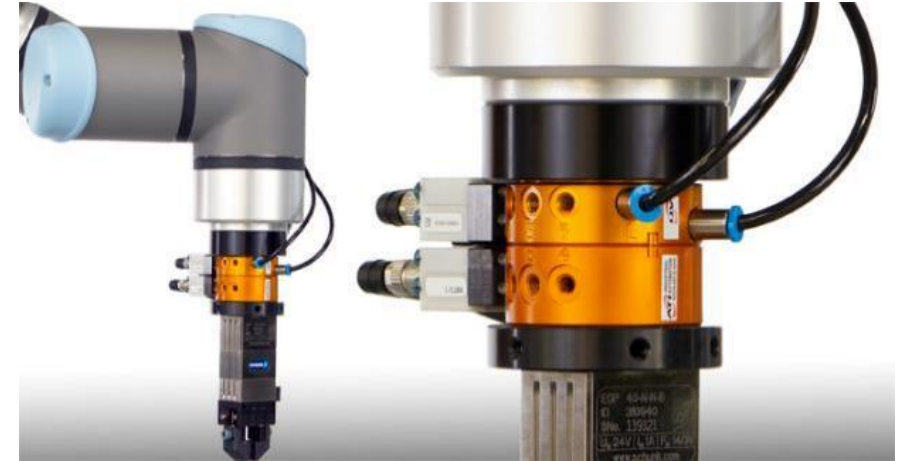
- Ulteriori metodi di progettazione includono, ma non sono limitati a quanto segue:
  - progettare un layout con **accesso adeguato** quando si utilizzano DPI **aggiuntivi** (ad esempio protezione dell'udito, protezione degli occhi, maschere di saldatura, guanti resistenti al calore);
  - **strumenti di ispezione** come ispezione a ultrasuoni e sistemi di telecamere;
  - le indicazioni vengono utilizzate per **avvertire l'operatore di superfici calde** (ad esempio simboli di avvertimento, segnali luminosi o segnali audio).



# Sistema per il cambio utensile

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.9)

- Il sistema per il cambio utensile deve essere progettato in modo tale che:
  - la rimozione ed il ripristino delle alimentazioni esterne non causi rischi; se ciò non fosse possibile, devono essere prese misure supplementari;
  - un **guasto** non porti ad una situazione pericolosa;
  - il rilascio e/o la disconnessione devono avvenire unicamente in una zona predeterminata tale da non comportare pericoli.
- Il sistema per il cambio utensile deve resistere alle prevedibili sollecitazioni statiche e dinamiche.



# Dispositivo per il cambio automatico dell'utensile

## ISO/TR 20218-1:2018 (§5.7)

- Se un sistema robotizzato può avviare il movimento **senza l'utensile collegato**, la valutazione del rischio deve considerare questo scenario. La probabilità di movimento senza l'utensile innestato non dovrebbe comportare rischi inaccettabili.
- Laddove **diversi robot** utilizzano lo stesso tipo di sistema di scambio degli utensili, **sono possibili solo combinazioni intenzionali di robot ed utensili finali**.
- Dovrebbe essere presa in considerazione la possibilità di una **selezione errata dell'utensile** (ad esempio rilevare l'utensile corretto, monitorare il sistema di sostituzione del supporto utensile e dell'utensile stesso) e, ove possibile, il sistema robotico deve essere in grado di rilevare tale scenario e previene il proseguimento dell'operazione fino a quando non viene effettuata la selezione corretta.
- Il **rilascio accidentale dell'utensile è impedito** (ad esempio il rilascio avviene solo in una docking station) in conformità con la UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.10.9.

# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011

Illuminazione, limitazione dei movimenti e protezioni

# Illuminazione

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.3.13)

- L'isola robotizzata deve prevedere dei sistemi di illuminazione integrati nel caso in cui i normali livelli di illuminamento non siano ritenuti sufficienti.
- In caso di interventi frequenti, è necessario che ci sia un livello minimo di illuminazione pari a **500 lx**.



# Limitazioni del movimento dei robot

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.4)

- La zona di movimentazione massima del robot (maximum space) è generalmente più ampia della zona protetta mediante protezioni perimetrali (safeguarded space); in tali casi, **la zona ristretta del robot (restricted space) deve essere limitata** e, per quanto possibile, prossima alla zona operativa del robot (operating space).
- Nel caso in cui le **protezioni perimetrali vengano utilizzate come limite per i movimenti del robot**, spazio protetto (safeguarded space) e spazio ristretto (restricted space) coincidono.
- In corrispondenza delle **stazioni di lavoro** (ad esempio per il carico), possono essere richieste **misure supplementari** allo scopo di proteggere gli operatori (limiti dinamici, sensori di interblocco, ecc.).
- I mezzi per limitare i movimenti del robot possono essere:
  - **mezzi integrati nel robot** (*safety-rated soft axis* o fermi meccanici forniti dal fabbricante), oppure
  - **dispositivi supplementari.**

# Limitazioni del movimento dei robot

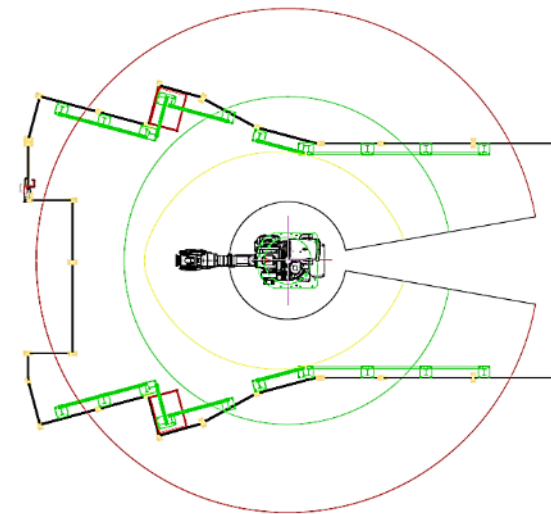
## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.4)

- La zona di movimento del robot deve essere limitata per mezzo di sistemi hardware o software **conformi alla norma UNI EN ISO 10218-1:2012**.
- I dispositivi per la limitazione dei movimenti devono essere correttamente regolati e fissati.
- I metodi per la limitazione dei movimenti possono essere:
  - **fermi meccanici** conformi alla norma UNI EN ISO 10218-1:2012, oppure
  - **altri metodi** conformi alle indicazioni di cui alla norma UNI EN ISO 10218-1:2012 per la limitazione degli assi; tali metodi devono soddisfare il **PL=d** e la **categoria 3** della norma UNI EN ISO 13849-1:2016 o il SIL 2 con tolleranza ai guasti 1 della norma CEI EN IEC 62061:2022.
- In caso di **dispositivi non meccanici**, la definizione di spazio ristretto deve tenere in considerazione la **distanza di arresto**. Nella valutazione degli spazi di arresto del robot si deve considerare il **carico nominale del robot** e la **massima velocità di movimento**, **tranne** nel caso in cui la **velocità** sia **limitata** da un sistema di monitoraggio che soddisfi il **PL=d** e la categoria 3 della norma UNI EN ISO 13849-1:2016 o il SIL 2 con tolleranza ai guasti 1 della norma CEI EN IEC 62061:2022.

# Limitazioni del movimento dei robot

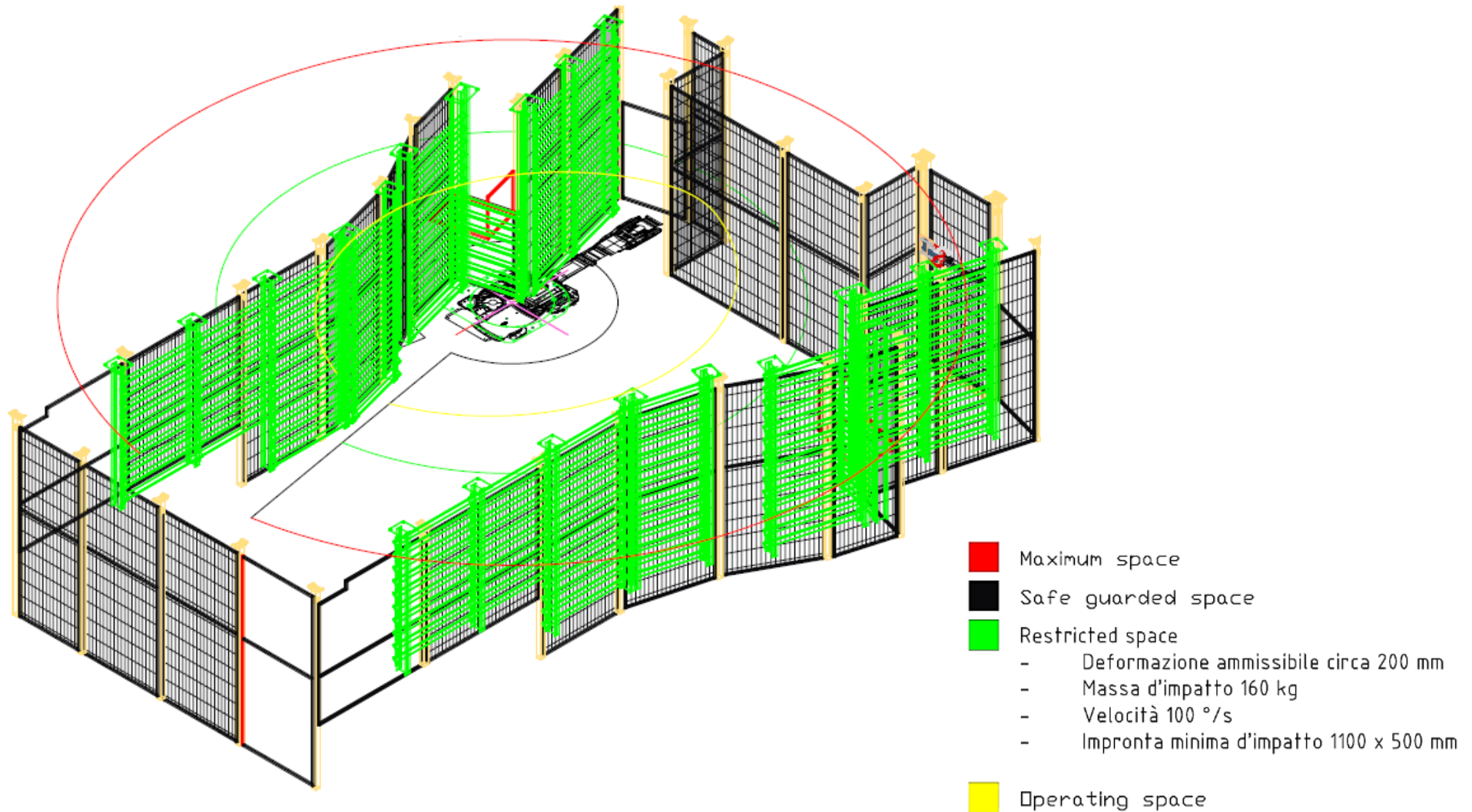
## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.4)

- Come limitazione del movimento del robot possono essere utilizzate le **protezioni perimetrali**, purché **non possano essere deformate in modo pericoloso** in caso di mancato arresto del robot; se ciò non è vero le protezioni perimetrali devono essere esterne alla zona di movimento.
- Dispositivi progettati e costruiti per **proteggere il robot** (ad esempio **sensori anti-collisione** oppure dispositivi che rilevano le **sovracorrenti**) **non sono adeguati** ad essere utilizzati come dispositivi per limitare i movimenti dei robot, a meno che non siano conformi alle indicazioni di cui alla norma UNI EN ISO 10218-1:2012.



- Maximum space
- Safe guarded space
- Restricted space
  - Deformazione ammissibile circa 200 mm
  - Massa d'impatto 160 kg
  - Velocità 100 °/s
  - Impronta minima d'impatto 1100 x 500 mm
- Operating space

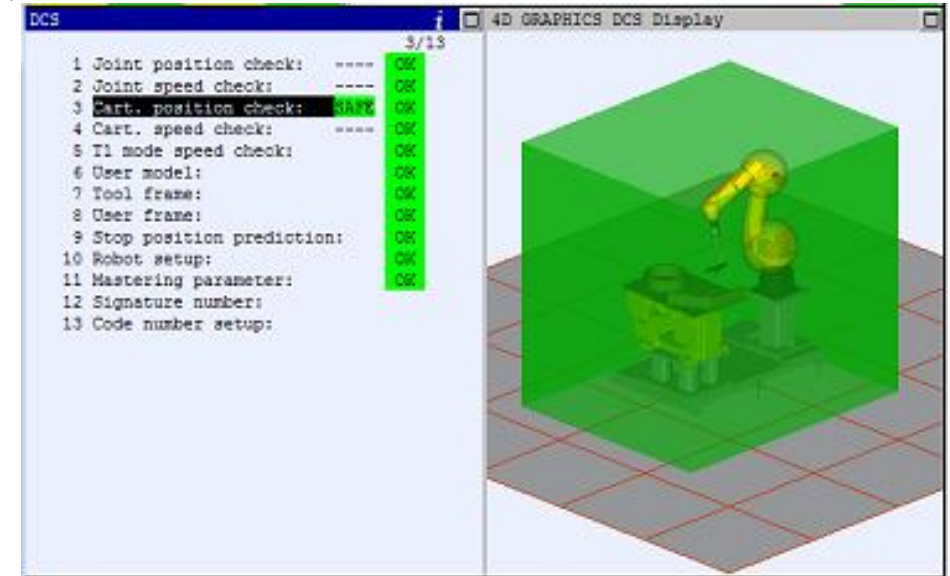
# Limitazioni del movimento dei robot



# Limitazioni software del movimento

## UNI EN ISO 10218-2:2011

- Le limitazioni software definiscono forme geometriche qualsiasi nelle quali il robot non può entrare o dalle quali il robot non può uscire.
- Le **limitazioni software di sicurezza dei movimenti** dei robot possono essere utilizzate per determinare lo **spazio ristretto**, tenendo in considerazione le posizioni di arresto effettivo a velocità e carico massimi.
- I sistemi che controllano il movimento sicuro degli assi devono soddisfare i requisiti per il **PL=d** e categoria 3 della norma UNI EN ISO 13849-1:2016 e devono essere **modificabili solo da persone autorizzate**.
- La **violazione dei limiti software di sicurezza** deve provocare un **arresto di sicurezza**.



# Limitazioni dinamiche del movimento

## UNI EN ISO 10218-2:2011

- Le limitazioni dinamiche consistono nelle **modifiche automatiche dello spazio ristretto** durante una porzione del ciclo di lavoro della cella robotizzata.
- Limitazioni dinamiche del movimento dei robot possono essere utili, ad esempio, in caso di robot che asservono **più postazioni di carico / scarico manuale**.



# Limitazioni dinamiche del movimento

## UNI EN ISO 10218-2:2011

- Mezzi per realizzare limitazioni dinamiche del movimento dei robot possono essere **sensori azionati da camme, barriere fotoelettriche, laser scanner** o **fermi meccanici retraibili**.
- I circuiti di comando associati devono soddisfare il **PL=d** e la categoria 3 della norma UNI EN ISO 13849-1:2016 o il SIL 2 con tolleranza ai guasti 1 della norma CEI EN IEC 62061:2022.
- Le **istruzioni per l'uso** devono indicare chiaramente le limitazioni dinamiche del movimento dei robot adottate.



# Layout

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.5)

- Nel caso sia possibile comandare il robot in modalità “*manual high speed mode*”, è richiesto uno **spazio minimo pari a 500 mm** (allo scopo di proteggere l’operatore dai rischi di schiacciamento, in accordo alla norma UNI EN ISO 13854:2020).
- I **dispositivi di comando** devono essere posizionati ad un’**altezza compresa tra 400 mm e 2000 mm**.
- I **quadri elettrici** devono essere installati in modo tale che, anche con le relative porte aperte, sia **sempre disponibile la via di fuga**; ciò può essere garantito nei seguenti modi:
  - le porte possono essere facilmente chiuse, tenendo in considerazione la via di fuga, oppure;
  - lo **spazio libero a porta aperta** sia almeno pari a **500 mm**.

# Layout


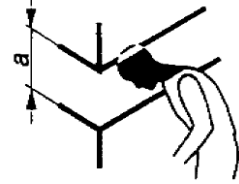
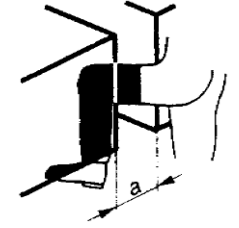
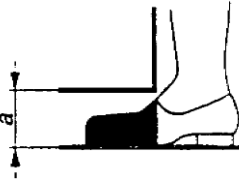
## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.5)

- Deve essere impedita la possibilità di raggiungimento di zone pericolose di aree adiacenti.
- Devono essere ridotti i rischi dovuti al trasferimento di materiale da e verso aree adiacenti.
- I ripari devono essere progettati e realizzati in accordo alle seguenti norme:
  - **UNI EN ISO 13857:2020** relativamente alle distanze di sicurezza (passaggio al di sopra, al di sotto oppure attraverso il riparo);
  - **UNI EN ISO 13855:2010** relativamente alle distanze di sicurezza ed ai tempi di arresto;
  - **UNI EN ISO 13854:2020** per evitare lo schiacciamento di parti del corpo.

# Schiacciamento di parti del corpo

## UNI EN ISO 13854:2020 (tabella 1)

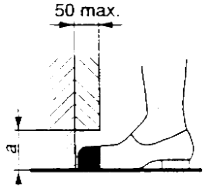
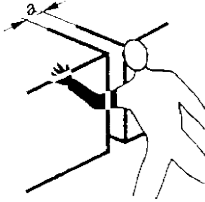
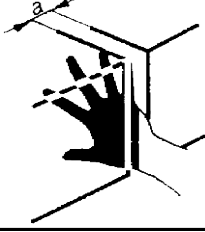
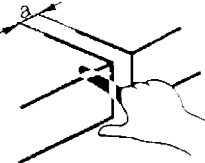
Dimensioni in mm

Parte del corpo	Spazio minimo $a$	Figura
Corpo	500	
Testa (posizione meno favorevole)	300	
Gamba	180	
Piede	120	

# Schiacciamento di parti del corpo

## UNI EN ISO 13854:2020 (tabella 1)

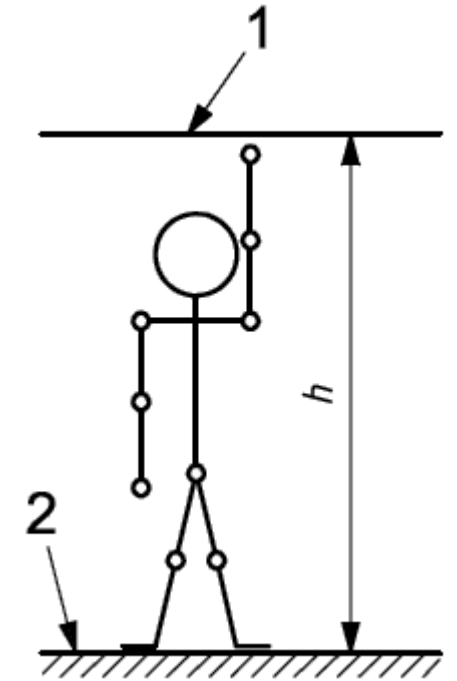
Dimensioni in mm

Parte del corpo	Spazio minimo $a$	Figura
Dita del piede	50	
Braccio	120	
Mano Polso Pugno	100	
Dito della mano	25	

# Accessibilità verso l'alto

## UNI EN ISO 13857:2020

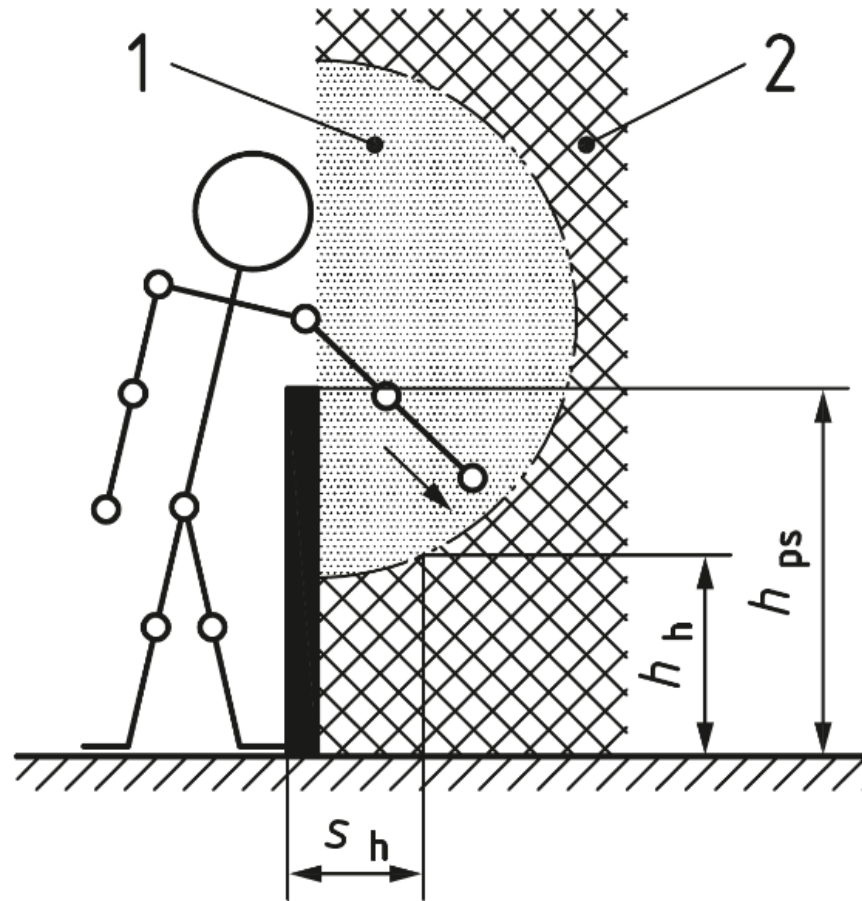
- Accessibilità verso l'alto:
  - l'altezza della zona pericolosa deve essere  $h \geq 2700$  mm
  - l'altezza della zona pericolosa deve essere  $h \geq 2500$  mm se sia la gravità del danno che la probabilità di accadimento del danno generato dal pericolo sono basse.
- Il piano di riferimento è il piano di calpestio su cui si trova l'operatore, considerando gli elementi su cui l'operatore può stazionare — piattaforme, pedane, scale, ecc. — installati in modo permanente nel luogo in esame; non viene presa in considerazione la possibilità che l'operatore:
  - salga su elementi quali sedie o scale non fissate stabilmente, parti della macchina non previste per tale scopo, ecc.;
  - utilizzi mezzi, quali sbarre o utensili, per aumentare l'accessibilità naturale degli arti superiori.



- 1 zona pericolosa
- 2 piano di riferimento
- $h$  altezza della zona pericolosa

# Accessibilità al di sopra di strutture di protezione

UNI EN ISO 13857:2020 (§4.2.2.1)



1 area raggiungibile dagli arti superiori

2 area non raggiungibile dagli arti superiori (zona pericolosa)

$h_h$  altezza del punto della zona pericolosa più vicino all'area raggiungibile dagli arti superiori

$h_{ps}$  altezza della struttura di protezione

$s_h$  distanza di sicurezza orizzontale al punto della zona pericolosa più vicino all'area raggiungibile dagli arti superiori

# Accessibilità al di sopra di strutture di protezione UNI EN ISO 13857:2020 (tabella 1)

Dimensioni in mm

$h_h$ , altezza del punto della zona pericolosa più vicino all'area raggiungibile dagli arti superiori	$h_{ps}$ , altezza della struttura di protezione <sup>(a)</sup>								
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500
	$s_h$ , distanza di sicurezza orizzontale al punto della zona pericolosa più vicino all'area raggiungibile dagli arti superiori								
2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	0
2200	600	600	500	500	400	350	250	0	0
2000	1100	900	700	600	500	350	0	0	0
1800	1100	1000	900	900	600	0	0	0	0
1600	1300	1000	900	900	500	0	0	0	0
1400	1300	1000	900	800	100	0	0	0	0
1200	1400	1000	900	500	0	0	0	0	0
1000	1400	1000	900	300	0	0	0	0	0
800	1300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1200	500	0	0	0	0	0	0	0
400	1200	300	0	0	0	0	0	0	0
200	1100	200	0	0	0	0	0	0	0
0	1100	200	0	0	0	0	0	0	0

<sup>(a)</sup> Non sono considerate le strutture di protezione di altezza inferiore di 1000 mm perché non limitano sufficientemente il movimento del corpo.

# Accessibilità al di sopra di strutture di protezione UNI EN ISO 13857:2020 (tabella 2)

Dimensioni in mm

$h_h$ , altezza del punto della zona pericolosa più vicino all'area raggiungibile dagli arti superiori <sup>(a)</sup>	$h_{ps}$ , altezza della struttura di protezione <sup>(b) (c)</sup>									
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
	$s_h$ , distanza di sicurezza orizzontale al punto della zona pericolosa più vicino all'area raggiungibile dagli arti superiori									
2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	0
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	0	0
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	0	0	0
1800	1500	1400	1100	900	800	600	0	0	0	0
1600	1500	1400	1100	900	800	500	0	0	0	0
1400	1500	1400	1100	900	800	0	0	0	0	0
1200	1500	1400	1100	900	700	0	0	0	0	0
1000	1500	1400	1000	800	0	0	0	0	0	0
800	1500	1300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1400	1300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1400	1200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1100	500	0	0	0	0	0	0	0	0

(a) Per le zone pericolose al di sopra di 2700 mm vedere il punto 4.2.1 della norma UNI EN ISO 13857:2020.  
 (b) Non sono considerate le strutture di protezione di altezza inferiore di 1000 mm perché non limitano sufficientemente il movimento del corpo.  
 (c) Non si dovrebbero usare strutture di protezione di altezza minore di 1400 mm senza misure di protezione aggiuntive.

# Interpolazione dei valori delle tabelle 1 e 2

## UNI EN ISO 13857:2020 (§4.2.2.1)

- Non si deve effettuare **nessuna interpolazione** dei valori riportati nelle tabelle 1 e 2 della norma UNI EN ISO 13857:2020.
- Quando i valori noti di  $h_{ps}$ ,  $h_h$  e  $s_h$  sono compresi tra due valori delle tabelle, i valori da utilizzare sono quelli che forniscono il **livello di sicurezza più elevato**, ovvero deve essere utilizzata:
  - la **maggiore distanza di sicurezza** o
  - una **struttura di protezione più alta** o
  - una **variazione dell'altezza (più alta o più bassa)** della zona pericolosa.

# Valutazione del rischio

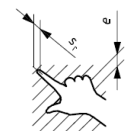
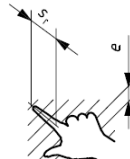
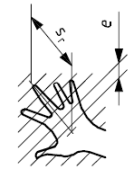
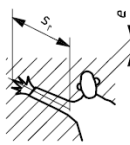
## UNI EN ISO 13857:2020 (§4.1.2.2)

- L'altezza dal piano di riferimento dei ripari può essere conforme alla tabella 1 nel caso in cui **sia la gravità del danno che la probabilità di accadimento** del danno generato dagli elementi pericolosi protetti siano basse.
- In caso contrario l'altezza dal piano di riferimento dei ripari deve essere conforme alla tabella 2.
- La probabilità di accadimento del danno può essere ritenuta bassa in presenza, ad esempio, di **movimenti lenti** che consentono la fuga dal movimento pericoloso.
- La gravità del danno può essere considerata bassa, per esempio:
  - quando la temperatura e la durata del contatto con le superfici calde sono **inferiori al valore della soglia di ustione** (per i valori di soglia di ustione, vedere UNI EN ISO 13732-1:2009);
  - per i pericoli che **non causano danni permanenti o irreversibili al corpo**, ad esempio ematomi, lievi contusioni o rotture di parti del corpo che ricrescono, come le unghie.

# Accessibilità attraverso aperture (età $\geq 14$ anni)

## UNI EN ISO 13857:2020 (tabella 4)

Dimensioni in mm

Parte del corpo	Figura	Apertura	Distanza di sicurezza $s_r$		
			A feritoia	Quadra	Circolare
Punta del dito		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
Dito fino alla articolazione tra il carpo e le falangi		$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 20$
Mano		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{(a)}$	$\geq 120$	$\geq 120$
Braccio fino alla articolazione della spalla		$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

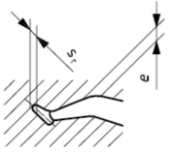
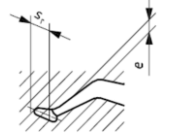
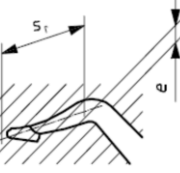
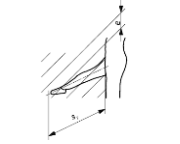
*Nota:* Le linee in grassetto nella tabella delineano la parte del corpo limitata dalle dimensioni dell'apertura.

<sup>(a)</sup> Se la larghezza dell'apertura a feritoia è minore o uguale a 65 mm, il pollice fungerà da arresto e la distanza di sicurezza potrà essere ridotta a 200 mm.

# Accessibilità con gli arti inferiori

## UNI EN ISO 13857:2020 (tabella 7)

Dimensioni in mm

Parte dell'arto inferiore	Figura	Apertura	Distanza di sicurezza $s_r$	
			A feritoia	Quadra o circolare
Punta del dito del piede		$e \leq 5$	0	0
Dito del piede		$5 < e \leq 15$	$\geq 10$	0
		$15 < e \leq 35$	$\geq 80^{(a)}$	$\geq 25$
Piede		$35 < e \leq 60$	$\geq 180$	$\geq 80$
		$60 < e \leq 80$	$\geq 650^{(b)}$	$\geq 180$
Gamba (dalla punta del piede fino al ginocchio)		$80 < e \leq 95$	$\geq 1100^{(c)}$	$\geq 650^{(b)}$
Gamba (dalla punta del piede fino all'inguine)		$95 < e \leq 180$	$\geq 1100^{(c)}$	$\geq 1100^{(c)}$
		$180 < e \leq 240$	Non ammissibile	$\geq 1100^{(c)}$
<p>(a) Se la lunghezza dell'apertura a feritoia è <math>\leq 75</math> mm, la distanza può essere ridotta a <math>\geq 50</math> mm.            (b) Il valore corrisponde a "Gamba (dalla punta del piede fino al ginocchio)".            (c) Il valore corrisponde a "Gamba (dalla punta del piede fino all'inguine)".</p> <p><i>Nota:</i> Aperture a feritoia con <math>e &gt; 180</math> mm ed aperture quadre o circolari con <math>e &gt; 240</math> mm permettono l'accesso di tutto il corpo.</p>				

# Accesso con tutto il corpo

## UNI EN ISO 13857:2020

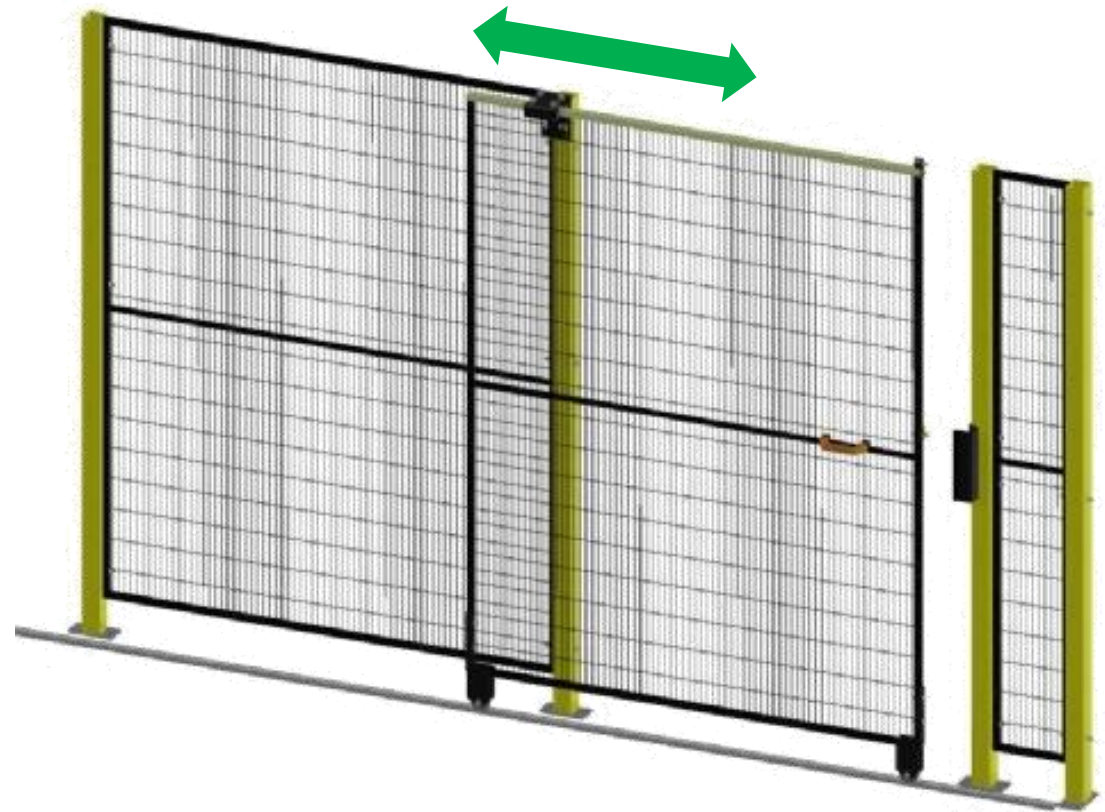
- Strutture di protezione con aperture a feritoia con  $e > 180$  mm ed aperture quadre o circolari con  $e > 240$  mm non devono essere usate senza misure di protezione aggiuntive poiché permettono **l'accesso di tutto il corpo**.
- Accessibilità da sotto le protezioni perimetrali:
  - raggiungimento zone pericolose:
    - con gli arti superiori tabella 4 della UNI EN ISO 13857:2020;
    - con gli arti inferiori tabella 7 della UNI EN ISO 13857:2020;
  - anche in assenza di elementi pericolosi raggiungibili con gli arti inferiori e superiori, lo spazio rimanente al di sotto delle protezioni perimetrali deve essere tale da impedire l'ingresso con tutto il corpo all'interno delle protezioni, ovvero non deve essere superiore a 180 mm (vedi anche la nota della tabella 7 della UNI EN ISO 13857:2020).



# Ripari

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.4)

- Le protezioni perimetrali devono essere alte almeno **1400 mm** dal piano di calpestio.
- I ripari mobili devono essere scorrevoli lateralmente oppure devono aprirsi verso l'esterno (ovvero favorire l'eventuale fuga dalla zona pericolosa).



# Posizionamento dei dispositivi di protezione

## UNI EN ISO 13855:2010

- La norma UNI EN ISO 13855:2010 riporta i criteri da rispettare per il posizionamento dei dispositivi di protezione (dispositivi elettrosensibili, dispositivi sensibili alla pressione, comandi a due mani, dispositivi di interblocco senza blocco del riparo) in funzione delle velocità di avvicinamento di parti del corpo umano.
- La distanza minima tra il dispositivo di protezione e l'elemento mobile pericoloso protetto deve soddisfare la seguente relazione:

$$S = (K \times T) + C \quad \text{[formula 2]}$$

dove:

- $S$  = distanza minima (in mm);
- $K$  = velocità di avvicinamento del corpo o di una parte del corpo (in mm/s);
- $T$  = tempo di arresto complessivo degli elementi pericolosi protetti (in secondi);
- $C$  = distanza di intrusione (espressa in mm) ovvero distanza che una parte del corpo (generalmente la mano e/o il braccio) può coprire senza essere rilevata dal dispositivo di protezione (ad esempio passaggio del braccio tra due raggi della barriera fotoelettrica).

# Ripari mobili interbloccati

## UNI EN ISO 13855:2010

- Il tempo di arresto degli elementi pericolosi in movimento protetti all'apertura delle porte o dei ripari mobili deve essere tale da non consentire il raggiungimento di tali elementi ancora in movimento:

$$S = (1600 \text{ mm/s} \times T) + C$$

dove:

- T = tempo di arresto complessivo degli elementi mobili pericolosi protetti (espresso in secondi);
- C = distanza di sicurezza selezionata in accordo con la tabella 4 della norma UNI EN ISO 13857:2020 nel caso sia possibile inserire le dita o la mano attraverso l'apertura prima che venga generato il segnale di arresto.
- In alcuni casi, T può essere ridotto in considerazione del tempo impiegato per l'apertura del riparo interbloccato; tale intervallo di tempo deve essere eventualmente calcolato o determinato mediante prove.


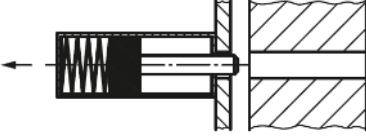
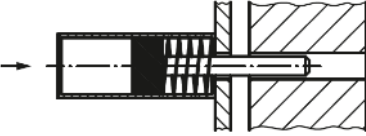
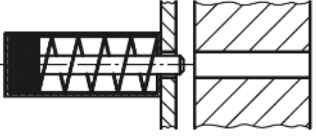
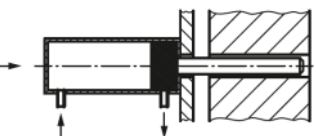
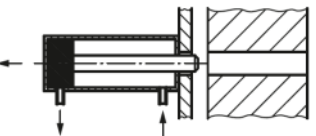
# Blocco del riparo meccanico

## UNI EN ISO 14119:2013 (§5.7.1)

- Il dispositivo di bloccaggio, finalizzato a bloccare il riparo mobile, deve essere del tipo “*spring applied – power ON released*” oppure “*power ON applied – power ON released*” a meno che la valutazione dei rischi dimostri che sia preferibile un dispositivo differente.
- Se in altre applicazioni sono utilizzati altri sistemi (ad esempio “*power ON applied – spring released*”), devono offrire un livello di sicurezza equivalente.
- Nel caso in cui il blocco **non dovesse svolgere una funzione di sicurezza** ma sia stato previsto solamente per tutelare il processo e/o prodotto, il dispositivo di bloccaggio **può essere di qualunque tipo**.

# Blocco del riparo meccanico

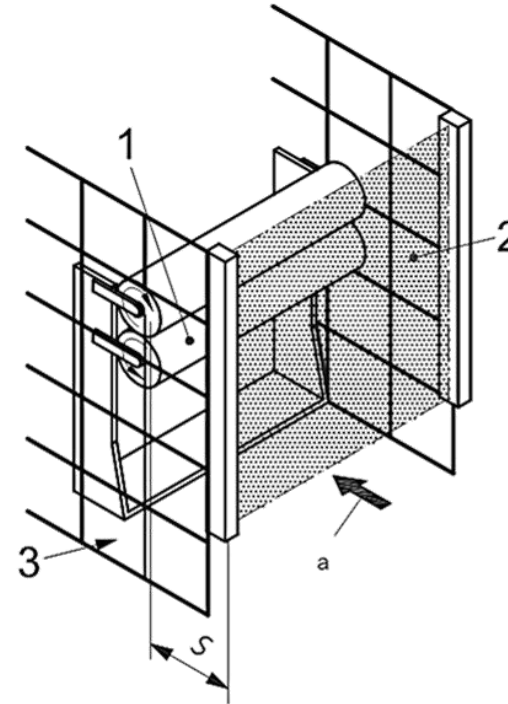
## UNI EN ISO 14119:2013 (§4.3.2)

a)		Inserito da una molla	Bloccato
		Rilasciato da un attuatore	Rilasciato
b)		Inserito da un attuatore	Bloccato
		Rilasciato da una molla	Rilasciato
c)		Inserito da un attuatore	Bloccato
		Rilasciato da un attuatore	Rilasciato

# Direzione di avvicinamento ortogonale

## UNI EN ISO 13855:2010

- In caso di direzione di avvicinamento ortogonale alla zona di detezone e di zona di detezone verticale del corpo intero:
  - l'altezza del raggio inferiore deve essere  $\leq 300$  mm per impedire l'accesso al di sotto del raggio stesso;
  - l'altezza del raggio superiore deve essere  $\geq 900$  mm per impedire il passaggio al di sopra del raggio stesso. Tale requisito non è applicabile al raggio singolo oppure a zone di detezone parallele alla direzione di avvicinamento.



- 1 zona pericolosa
- 2 zona di detezone
- 3 riparo fisso
- S distanza minima
- a direzione di avvicinamento

# Capacità di deteazione fino a 40 mm

## UNI EN ISO 13855:2010

$$S=(2000 \text{ mm/s} \times T) + C \quad \text{[formula 3]}$$

dove:

$C=8 (d - 14 \text{ mm})$  ma non inferiore a 0, dove  $d$  è la capacità di deteazione della barriera fotoelettrica (in mm).

- La formula 3 si applica per valori di  $S$  fino a 500 mm;  $S$  **non può essere inferiore a 100 mm.**
- Se il valore di  $S$  calcolato con la formula 3 è superiore a 500 mm, allora deve essere utilizzata la formula 4; il valore di  $S$  calcolato utilizzando la formula 4 **non può essere inferiore a 500 mm.**

$$S=(1600 \text{ mm/s} \times T) + C \quad \text{[formula 4]}$$

dove:

$C=8 (d - 14 \text{ mm})$  ma non inferiore a 0, dove  $d$  è la capacità di deteazione della barriera fotoelettrica (in mm).

# Capacità di detezione da 40 a 70 mm o raggi separati

## UNI EN ISO 13855:2010

$$S = (1600 \text{ mm/s} \times T) + 850 \text{ mm} \quad [\text{formula 5}]$$

- L'altezza dal piano di calpestio consigliata per i raggi di barriere fotoelettriche a raggi multipli separati è la seguente:

Numero di raggi	Altezza sopra il piano di riferimento, ad esempio il pavimento [mm]
4	300, 600, 900, 1200
3	300, 700, 1100
2	400 <sup>a</sup> , 900

<sup>a</sup> Per il raggio inferiore, 400 mm può essere utilizzata quando la valutazione del rischio lo consente.

# Accesso al di sopra del dispositivo elettrosensibile

## UNI EN ISO 13855:2010

- L'accesso alla zona pericolosa passando al di sopra del dispositivo di protezione elettrosensibile deve essere impedito (ad esempio mediante l'adozione di ripari).
- La distanza minima  $S$  tale da impedire il raggiungimento della zona pericolosa passando al di sopra della zona di detezione del dispositivo elettrosensibile è pari a:

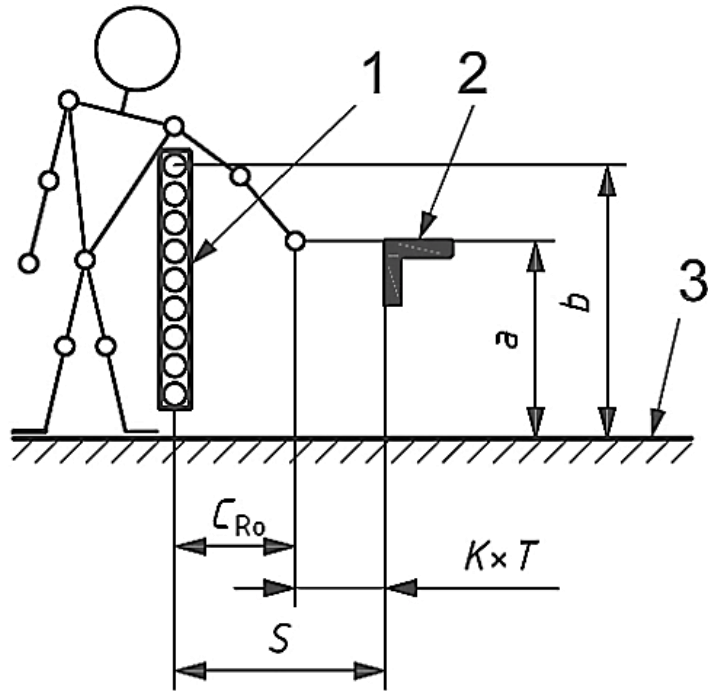
$$S = (2000 \text{ mm/s} \times T) + C_{RO} \quad [\text{formula 11}]$$

- Il parametro  $C_{RO}$  deve essere selezionato mediante la tabella 1 della norma UNI EN ISO 13855:2010; tale parametro indica la distanza aggiuntiva (espressa in mm) che tiene in considerazione la possibilità di avvicinarsi alla zona pericolosa (ad esempio con la mano) senza essere rilevati dal dispositivo elettrosensibile passando al di sopra del raggio superiore.
- La formula 11 si applica per valori di  $S$  fino a 500 mm;  **$S$  non può essere inferiore a 100 mm.** Se il valore di  $S$  calcolato con la formula 11 è superiore a 500 mm, allora deve essere utilizzata la formula 12; il valore di  $S$  calcolato utilizzando la formula 12 non può essere inferiore a 500 mm.

$$S = (1600 \text{ mm/s} \times T) + C_{RO} \quad [\text{formula 12}]$$

# Accesso al di sopra del dispositivo elettrosensibile

## UNI EN ISO 13855:2010



- 1 dispositivo di protezione elettrosensibile
- 2 zona pericolosa
- 3 piano di riferimento
- $a$  altezza della zona pericolosa
- $b$  altezza del bordo superiore della zona di detezione del dispositivo di protezione elettrosensibile
- $C_{RO}$  **distanza aggiuntiva** che la parte del corpo può percorrere verso la zona pericolosa prima dell'attuazione del dispositivo di protezione
- $S$  distanza minima per il raggiungimento al di sopra del dispositivo di protezione

# Accesso al di sopra del dispositivo elettrosensibile UNI EN ISO 13855:2010

Dimensioni in mm

Altezza della zona pericolosa $a$	Altezza del bordo superiore della zona di detezone del dispositivo di protezione elettro-sensibile $b$											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Distanza aggiuntiva dalla zona pericolosa $C_{RO}$											
2600 <sup>a</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1600	1150	1150	1100	1000	900	850	750	450	0	0	0	0
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0
1000	1200	1150	1050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1150	1050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quando è indicato un valore pari a zero, il calcolo della distanza minima  $S$  deve essere effettuato in accordo ai punti 6.2 e 6.4 della norma UNI EN ISO 13855:2010.

Nota 1: Dispositivi di protezione con un'altezza:

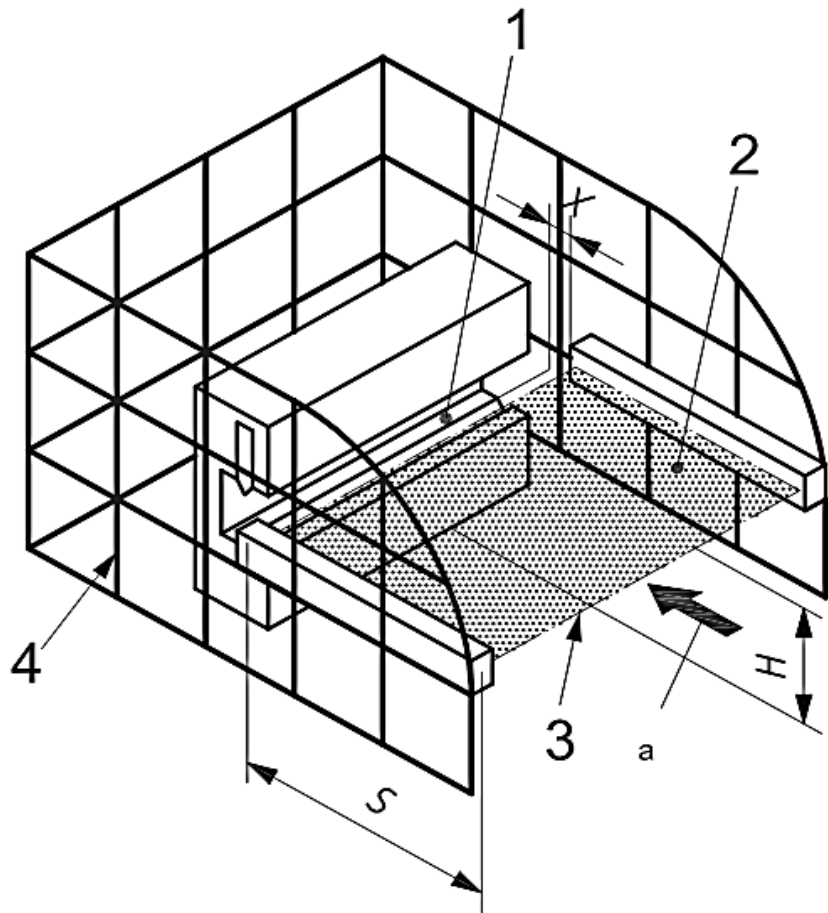
- del bordo superiore della zona di detezone inferiore a 900 mm non sono considerati poiché non offrono sufficiente protezione contro l'elusione o lo scavalco;
- del bordo inferiore della zona di detezone superiore a 300 mm dal piano di riferimento non offre sufficiente protezione contro lo strisciare sotto.

Nota 3: La maggior parte dei valori sono inferiori rispetto a quelli indicati nelle tabelle 1 e 2 della norma UNI EN ISO 13857:2020, poiché parti del corpo non possono essere supportati dalle strutture di protezione in caso di passaggio al di sopra delle stesse.

<sup>a</sup> Raggiungimento della zona pericolosa passando sopra alla zona di detezone impossibile.

# Dispositivi fotoelettrici disposti orizzontalmente

## UNI EN ISO 13855:2010



- 1 zona pericolosa
- 2 zona di rilevamento
- 3 margine della zona di rilevamento
- 4 riparo fisso
- $H$  altezza della zona di rilevamento dal piano di riferimento
- $S$  distanza minima
- $X$  distanza tra la fine della zona di rilevamento e la zona pericolosa
- $a$  direzione di avvicinamento

# Dispositivi fotoelettrici disposti orizzontalmente

## UNI EN ISO 13855:2010

$$S=(1600 \text{ mm/s} \times T) + (1200 \text{ mm} - 0,4H) \quad [\text{formula 9}]$$

dove  $H$  è l'altezza da terra della barriera fotoelettrica (in mm); il termine  $(1200 \text{ mm} - 0,4H)$  non può essere in ogni caso inferiore a 850 mm.

- L'**altezza da terra** della barriera fotoelettrica non deve essere superiore a 1000 mm, ma è consigliabile che non sia superiore a 300 mm per impedire l'accesso alla zona pericolosa passando sotto alla barriera fotoelettrica (si considera che la barriera fotoelettrica sia installata in un luogo a cui hanno accesso solo persone adulte).
- La **capacità di detezione massima** della barriera fotoelettrica ( $d$  in mm) deve essere conforme alla formula 9 della norma UNI EN ISO 13855:2010, ovvero:

$$d = \frac{H}{15} + 50 \text{ mm}$$

- Nel caso di utilizzo di **scanner laser** può essere necessario aggiungere distanze supplementari (ad esempio per **errori di misura sistematici**) come indicato dal fabbricante.

# Dispositivi fotoelettrici disposti orizzontalmente

## UNI EN ISO 13855:2010

- L'altezza minima ( $H$  in mm) di una barriera fotoelettrica orizzontale avente capacità di detezione  $d$  (in mm) deve essere pari a (formula 8 della norma UNI EN ISO 13855:2010):

$$H=15 (d - 50 \text{ mm})$$

- Qualora la barriera fotoelettrica sia utilizzata per **individuare la presenza** delle persone — e non solo il loro passaggio — non deve esserci **nessuna possibilità di stare all'interno della zona pericolosa senza venire individuati** dalla barriera fotoelettrica.
- Anche se è **possibile** che il **ripristino** dei circuiti di comando sia **automatico** una volta che la barriera fotoelettrica non individua più la presenza di persone — supponendo che non ci sia nessuna possibilità di stare all'interno della zona pericolosa senza venire individuati dalla barriera fotoelettrica — è comunque opportuno che il ripristino del funzionamento della macchina a seguito dell'intervento della barriera fotoelettrica sia esplicito.
- Nel caso la barriera fotoelettrica venga utilizzata per **individuare il passaggio** delle persone — e non la loro presenza — la **zona di detezione** della barriera fotoelettrica deve essere di **almeno 750 mm** (passo tipico di una persona che cammina, conformemente alla norma UNI EN ISO 13855:2010).

# Applicazione di AOPDDRs

## CEI EN IEC 62046:2021 (allegato B)

- Il calcolo della minima distanza di sicurezza  $S$  dovrebbe essere effettuato in accordo con il punto 6.3 della norma UNI EN ISO 13855:2010, usando la seguente formula:

$$S = (K \times T) + C$$

$$C_{\min} = 850 \text{ mm}$$

$$S = (1600 \text{ mm/s} \times T) + (1200 \text{ mm} - 0,4 H)$$

$$H_{\min} = 15 (d - 50 \text{ mm})$$

- $T = T_{\text{AOPDDR}} + T_{\text{macchina}}$
- Quando si configura l'area di rilevamento, il valore della tolleranza dovrebbe essere aggiunto al valore minimo della distanza  $S$ .

# Ripristino del funzionamento

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6.3.4)

- Nessun movimento pericoloso deve essere avviato automaticamente al ripristino delle alimentazioni di energia esterne (**interblocco all'avvio** che richiede un comando di ripristino esplicito).
- È necessario un comando di **ripristino** esplicito:
  - **al cambio della modalità di funzionamento, e**
  - **dopo l'intervento di un dispositivo di sicurezza.**
- I comandi di avvio e riavvio devono essere azionati manualmente e posizionati in modo tale che **non siano azionabili rimanendo all'interno delle zone protette.**
- La funzione di ripristino manuale deve soddisfare tutti i seguenti requisiti:
  - essere realizzata mediante un dispositivo azionato manualmente all'interno dei circuiti di comando che svolgono funzioni di sicurezza,
  - essere attivo solo se tutte le funzioni di sicurezza sono operative,
  - **non comandare alcun movimento,**
  - richiedere un'azione volontaria,
  - abilitare il circuito di comando ad accettare un comando di avvio separato,
  - **agire sul fronte di discesa.**

# Interblocco al riavvio

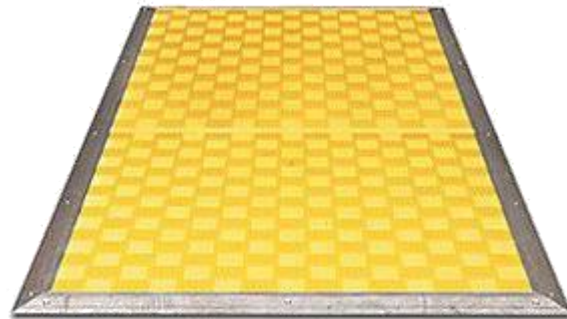
## CEI EN IEC 62046:2021 (§5.6)

- Un interblocco al riavvio **non deve avere un ritardo superiore a 0,5 s** tra il ripristino manuale (ad esempio, premere e rilasciare un pulsante) e la ripresa del funzionamento del dispositivo di protezione, ovvero gli OSSD (dispositivi di commutazione dei segnali di uscita) nello stato ON.
- Il ripristino di un blocco al riavvio di un'applicazione ESPE (Electro Sensitive Protective Equipment) è sempre una funzione relativa alla sicurezza. Devono essere fornite misure per ridurre la probabilità che l'interblocco al riavvio venga ripristinato da una condizione di guasto transitoria o permanente. Tali misure possono includere, ad esempio, **richiedere un segnale di fronte di salita e di discesa entro un tempo definito** (ad esempio tra 150 ms e 4 s) da un dispositivo di ripristino azionato manualmente.

# Ripristino del funzionamento

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6.3.4)

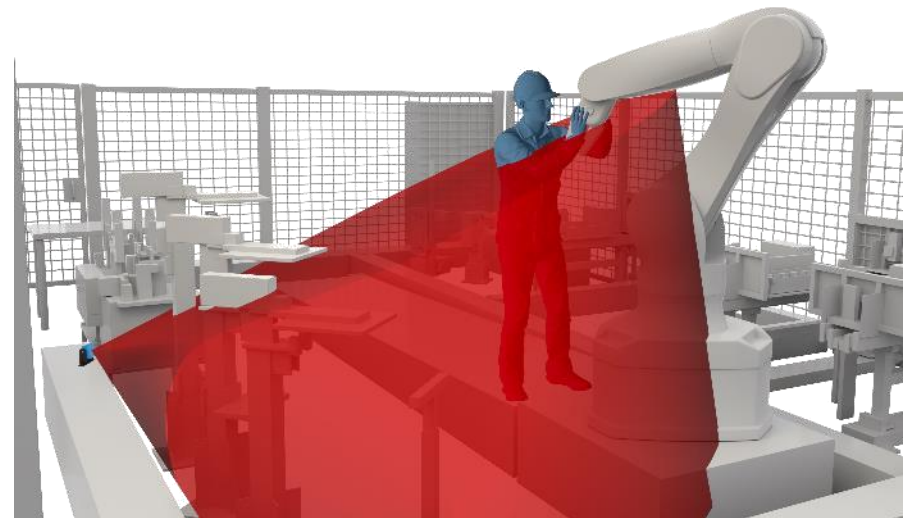
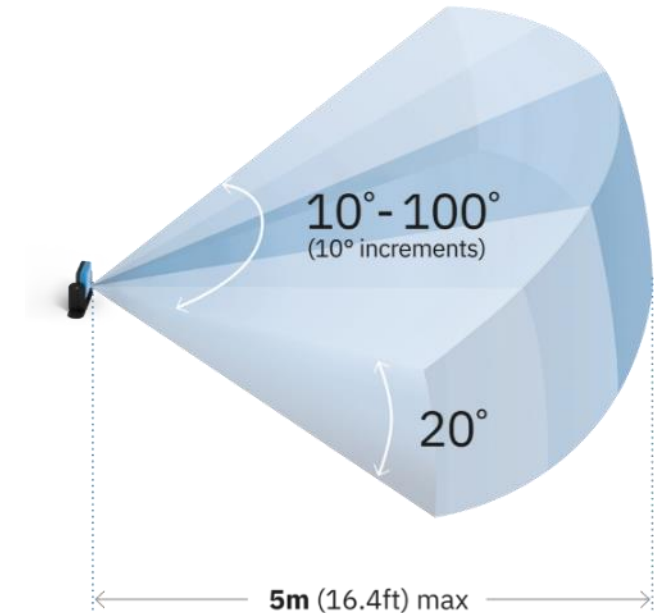
- Il posizionamento del comando di ripristino deve essere tale da non poter essere azionato rimanendo all'interno delle protezioni e **da consentire di verificare l'assenza di persone esposte**.
- Se non possibile, devono essere utilizzati **sensori di presenza** in tutta la zona protetta. Tali dispositivi possono consistere in:
  - tappeti sensibili (UNI EN ISO 13856-1:2013);
  - laser scanner (CEI EN IEC 61496-1:2021 e CEI EN IEC 61496-3:2019);
  - barriere fotoelettriche disposte orizzontalmente (CEI EN IEC 61496-1:2021 e CEI EN IEC 61496-2:2021);
  - radar di sicurezza (bozza IEC/TS 61496-5).



# Ripristino manuale

## Radar di sicurezza

- Si tratta di un sistema radar a protezione attiva che monitora le zone pericolose di un macchinario; permette di svolgere due diverse funzioni di sicurezza:
  - funzione rilevamento: messa in sicurezza del macchinario all'ingresso di operatori nell'area protetta;
  - **funzione prevenzione riavvio**: abilitazione al riavvio del macchinario solo ad area pericolosa sgombra da operatori.
- Il sensore trasmette onde radio a 24 GHz e recupera informazioni analizzando il riflesso causato dagli oggetti che le onde incontrano.
- **Immune ai disturbi** quali fumo, polvere, trucioli, spruzzi e residui di lavorazione.
- Può fornire preallarmi per evitare l'arresto improvviso della macchina.



# Ripristino del funzionamento

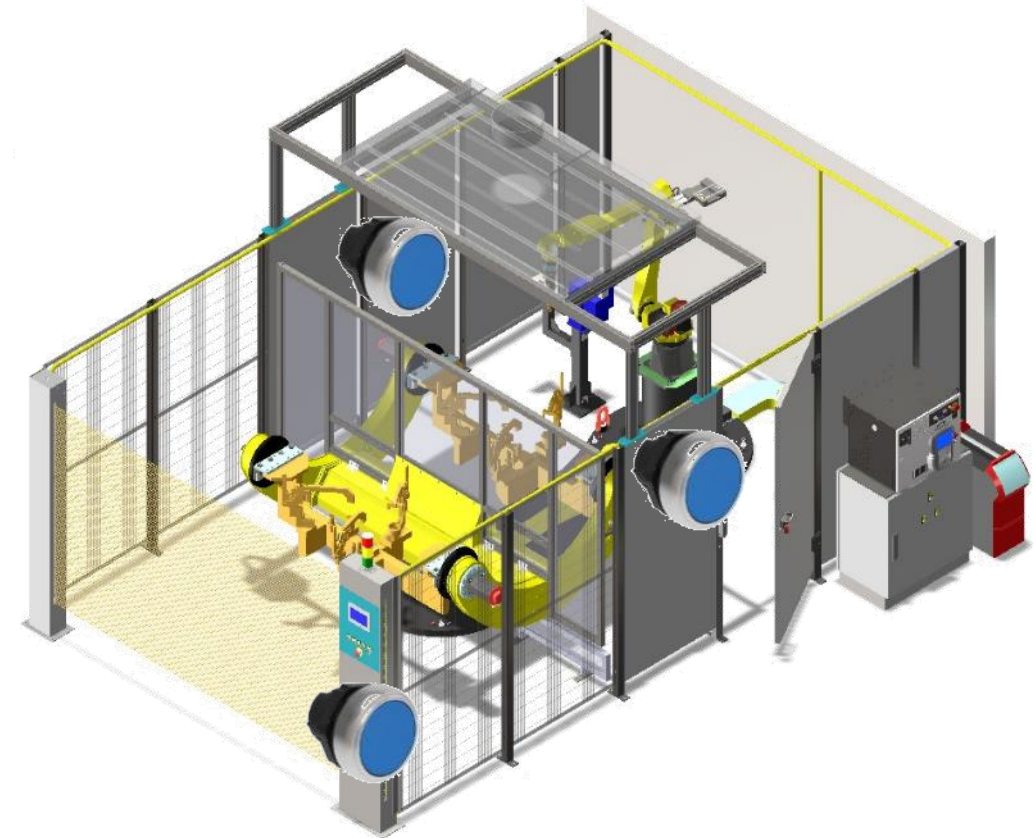
## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6.3.4)

- Se non utilizzabili sensori di presenza, devono essere adottati mezzi per impedire avviamenti inattesi, quali:
  - dispositivi di sezionamento degli equipaggiamenti pericolosi (bloccabili in posizione di circuito isolato),
  - **mezzi per bloccare le porte di accesso** in posizione di apertura,
  - **dispositivi di ripristino** addizionali nella zona protetta, limitati temporalmente.

# Ripristino manuale

## Comando di ripristino secondario

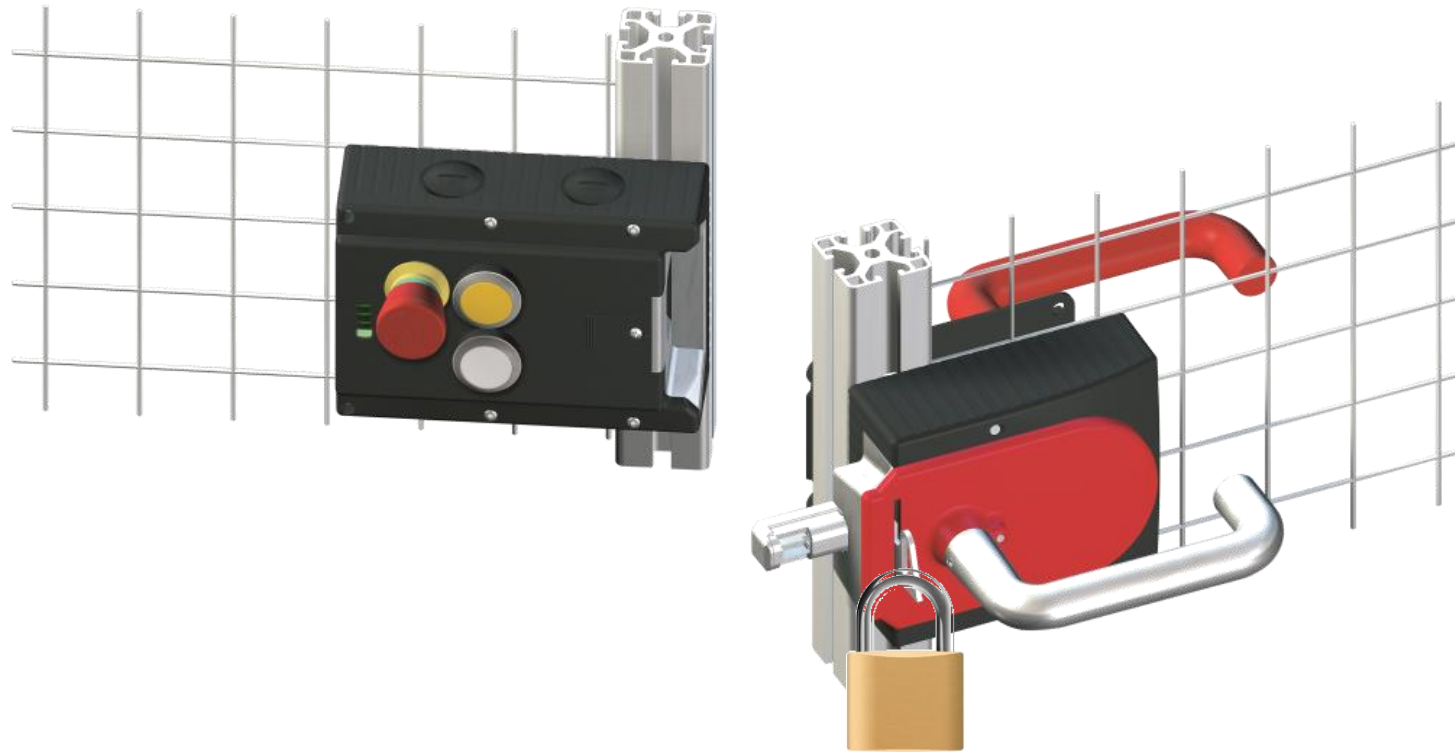
- Quando non è possibile vedere completamente la zona protetta dalla postazione di ripristino — per esempio nel caso di macchine in cui la zona protetta è estesa oppure se sono presenti elementi dietro ai quali una persona può stare senza essere vista — è necessario adottare misure supplementari, quali l'aggiunta di un **comando di ripristino secondario** posto in una posizione dalla quale si ha piena visuale della parte di zona protetta non visibile dalla postazione di ripristino principale:
  - il comando di ripristino secondario deve essere azionato dall'operatore che ha quindi un tempo limitato per azionare il comando di ripristino principale;
  - con tale procedura si costringe l'operatore a entrare nella zona protetta non visibile dall'esterno e accertarsi in questo modo dell'assenza di persone esposte che potrebbero non essere viste dalla postazione di ripristino principale.



# Ripristino manuale

## Bloccaggio della porta con mezzi personali

- In caso di porte di accesso interbloccate, è anche possibile prevedere il loro bloccaggio mediante mezzi personali (misura procedurale).



# Ripristino del funzionamento

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6.3.4)

- Se non applicabile, deve essere attivato un **segnale di avvertimento acustico-luminoso** che deve poter essere visto e sentito in tutta la zona protetta e deve durare un tempo sufficiente per consentire l'uscita dalla zona protetta.
- Devono essere presenti, nella zona protetta in corrispondenza delle zone non visibili dalla postazione di ripristino, un **numero sufficiente di comandi di arresto di emergenza** azionabili durante il periodo di preavviso.



# Modalità di funzionamento

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6)

- La selezione della modalità di funzionamento può essere eseguita **su ciascun robot separatamente** oppure **per tutti i robot della medesima** isola con un unico comando. Nel caso in cui la selezione venga effettuata su ciascun robot, non è necessario che tutti i robot siano in modalità manuale.
- È fortemente raccomandato che **gli equipaggiamenti non necessari allo scopo siano in condizioni di arresto sicuro**.
- La selezione della modalità di funzionamento **non deve comandare alcun movimento**.
- La modifica della modalità di funzionamento non deve creare alcuna situazione pericolosa.
- La selezione della modalità di funzionamento **deve essere limitata** in modo da non essere azionabile da **persone non autorizzate** (ad esempio chiavi oppure codici).



# Modalità di funzionamento

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6)

- La selezione della modalità di funzionamento automatica non deve annullare le condizioni di arresto di sicurezza o di emergenza.
- La modalità di funzionamento **automatica** deve essere selezionabile solamente **stando al di fuori delle zone pericolose**. Nel caso in cui la selezione della modalità di funzionamento automatica dovesse essere effettuata mediante la **pulsantiera portatile**, è richiesto un **comando** esplicito posto al di fuori delle protezioni.
- L'abbandono della modalità di funzionamento automatica deve causare un arresto di sicurezza.

# Identificazione delle modalità

## UNI EN ISO 10218-1:2012 (allegato E)

Subclause	Mode	Graphical symbol	ISO 7000 reference
5.7.2	Automatic		0017
5.7.3	Manual reduced speed		0096

# Modalità di funzionamento manuale

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6.4)

- Quando è richiesta la modalità manuale, il comando deve essere impartito mediante una **pulsantiera portatile** oppure una postazione di comando analoga (conforme alla norma UNI EN ISO 10218-1:2012).
- Il comando in modalità di funzionamento manuale deve essere possibile solamente mediante una pulsantiera portatile dotata di un **comando di abilitazione**, o dispositivi analoghi.
- Un comando di arresto deve essere posto in prossimità di ciascun comando di avvio.
- Nel caso in cui sia selezionata la modalità manuale (controllo locale), **l'avvio dei movimenti oppure il cambio di selezione non deve essere possibile se non dalla stessa postazione di comando.**
- Il comando di abilitazione e di selezione della modalità di funzionamento devono soddisfare il PL=d e la categoria 3 della norma UNI EN ISO 13849-1:2016 o il SIL 2 con tolleranza ai guasti 1 della norma CEI EN IEC 62061:2022.

# Modalità di funzionamento manuale

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6.4)

- Nella modalità di funzionamento manuale a velocità ridotta, la velocità massima deve essere limitata a **250 mm/s** (riferita al tool center point o TCP), tranne per gli elementi per i quali la valutazione dei rischi individua una velocità massima inferiore.
- Dovrebbe essere **possibile selezionare velocità inferiori a 250 mm/s**.
- La **modalità di funzionamento manuale ad alta velocità** (superiore a 250 mm/s) deve essere attivata solo in casi eccezionali per la verifica della correttezza della programmazione quando non è possibile eseguirla a velocità lenta (**non deve essere usata in produzione**).
- Le istruzioni per l'uso devono indicare che deve essere **verificato il corretto funzionamento della pulsantiera di comando** prima di attivare la modalità di funzionamento manuale ad alta velocità.

# Dispositivi di abilitazione

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.3.15)

- I dispositivi di abilitazione devono essere conformi a quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10218-1:2012.
- Nel caso sia previsto l'ingresso di più di una persona all'interno dello spazio protetto, **ciascuna persona deve essere protetta con un dispositivo di abilitazione.**
- Occorre prevedere dei circuiti di comando adeguati per prevenire la sovrapposizione di più robot durante le operazioni manuali.



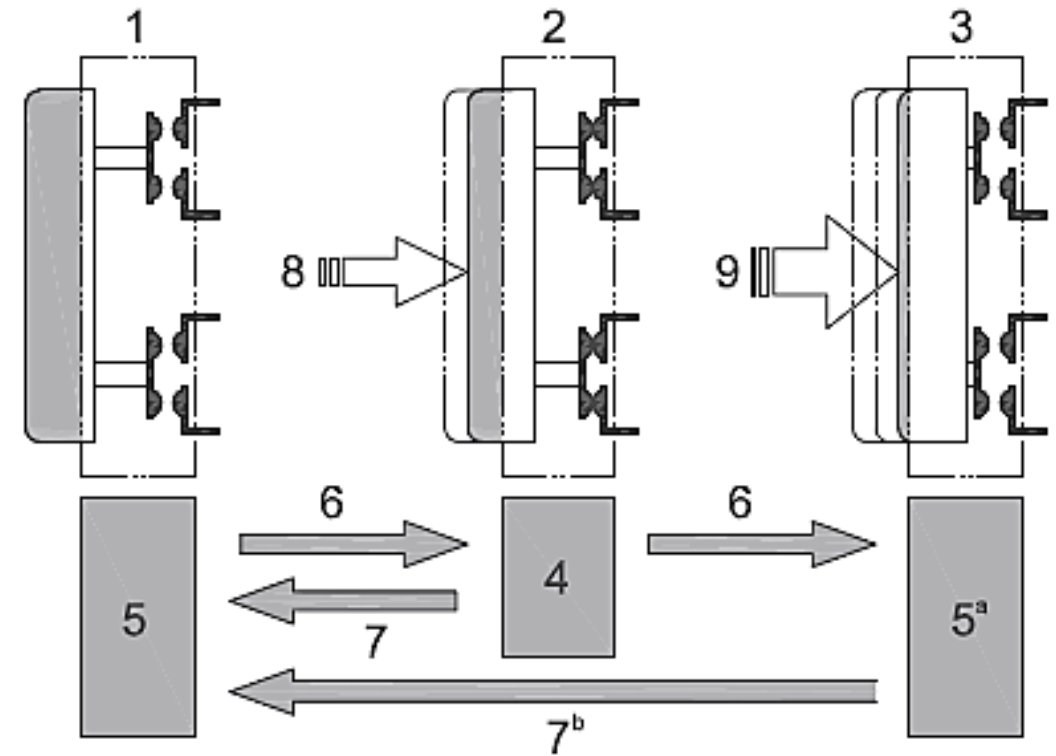
# Pulsantiera di comando portatile

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.7)

- Le pulsantiere devono essere conformi alle indicazioni di cui alla norma UNI EN ISO 10218-1:2012 (**pulsantiere a tre posizioni**).
- In accordo con quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 10218-1:2012 (§5.8.4), la pulsantiera **deve essere dotata di un comando di arresto di emergenza**.
- Le pulsantiere di comando portatili devono avere un cavo di lunghezza sufficiente per permettere all'operatore di agire in maniera sicura.
- La posizione di deposito delle pulsantiere di comando portatili deve essere tale da:
  - minimizzare la possibilità di danneggiamenti che possano creare pericoli;
  - **minimizzare la possibilità di confondere comandi di arresto di emergenza inattivi con comandi attivi**.
- Una singola pulsantiera può comandare i movimenti di un isola robotizzata costituita da più robot. Ogni robot deve essere singolarmente selezionato; a tale scopo, ciascun robot deve essere nella stessa modalità di funzionamento (ad esempio a velocità ridotta). Occorre fornire una indicazione di quali robot sono attivi.

# Comando di abilitazione a tre posizioni

- Posizione 1: funzione di disinserimento dell'interruttore (l'attuatore non è attivato).
- Posizione 2: funzione di abilitazione (l'attuatore è attivato in posizione centrale).
- Posizione 3: funzione di disinserimento (l'attuatore è attivato oltre la posizione centrale).
- Al ritorno dalla posizione 3 alla posizione 2, la funzione di abilitazione non è attivata.



# Arresto di emergenza su postazioni rimovibili

## UNI EN ISO 13850:2015 (§4.3)

- Quando sono presenti dispositivi di arresto di emergenza installati su postazioni di controllo rimovibili o senza fili, **almeno un dispositivo** di arresto di emergenza deve essere **permanentemente disponibile** sulla macchina (per esempio in posizione fissa).
- In aggiunta almeno una delle seguenti misure deve essere applicata per **evitare confusione** tra dispositivi di arresto di emergenza **attivi e inattivi**:
  - **cambiamento del colore del dispositivo** attivo mediante illuminazione;
  - **copertura automatica del dispositivo** di arresto di emergenza inattivo; dove ciò non è applicabile, può essere usata una copertura manuale che deve rimanere attaccata alla postazione di controllo dell'operatore;
  - predisposizione di **adeguate posizioni di deposito** delle postazioni di controllo rimovibili o senza fili (in modo che i dispositivi di arresto di emergenza non attivi non siano visibili).



# Comando remoto manuale

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6.5)

- Quando il robot viene comandato da postazioni remote (ad esempio attraverso LAN, modem, internet) devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:
  - il comando remoto manuale deve essere possibile solamente quando il sistema è in modalità di funzionamento manuale;
  - in ogni momento **solo una postazione di comando** (remota o locale) deve essere attiva e non deve causare situazioni pericolose;
  - **l'attivazione della modalità di comando remoto deve essere possibile solamente dalla postazione di comando locale;**
  - tutte le funzioni di controllo che possono causare rischi devono essere attivabili solamente dalla postazione di comando attiva in quel momento;
  - non deve essere possibile cambiare parametri legati alla limitazione dei movimenti del robot da postazione remota senza che localmente venga confermato che il cambio è accettabile e non crea pericoli;
  - **un'indicazione sulla postazione di comando locale** deve indicare che il robot è controllato da postazione di comando remota;

# Comando remoto manuale

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.6.5)

- Quando il robot viene comandato da postazioni remote (ad esempio attraverso LAN, modem, internet) devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:
  - interventi manuali devono essere possibili solamente quando il robot si muove a velocità manuale ridotta;
  - se **nessuno si trova all'interno della zona protetta** e i dispositivi di protezione sono attivi le **funzioni remote** possono essere **eseguite senza** nessuna **attività locale**;
  - se è richiesto che **una persona stia nella zona protetta**, le funzioni remote che possono causare rischi possono essere attivate solamente **quando l'operatore locale tiene azionato un comando di abilitazione**;
  - tutti gli **equipaggiamenti non necessari** per le funzioni remote e che possono causare rischi devono essere tenuti **fermi** in condizioni di sicurezza;
  - le istruzioni per l'uso devono indicare i **requisiti di formazione** per gli operatori remoti e locali.

# Manutenzioni e riparazioni

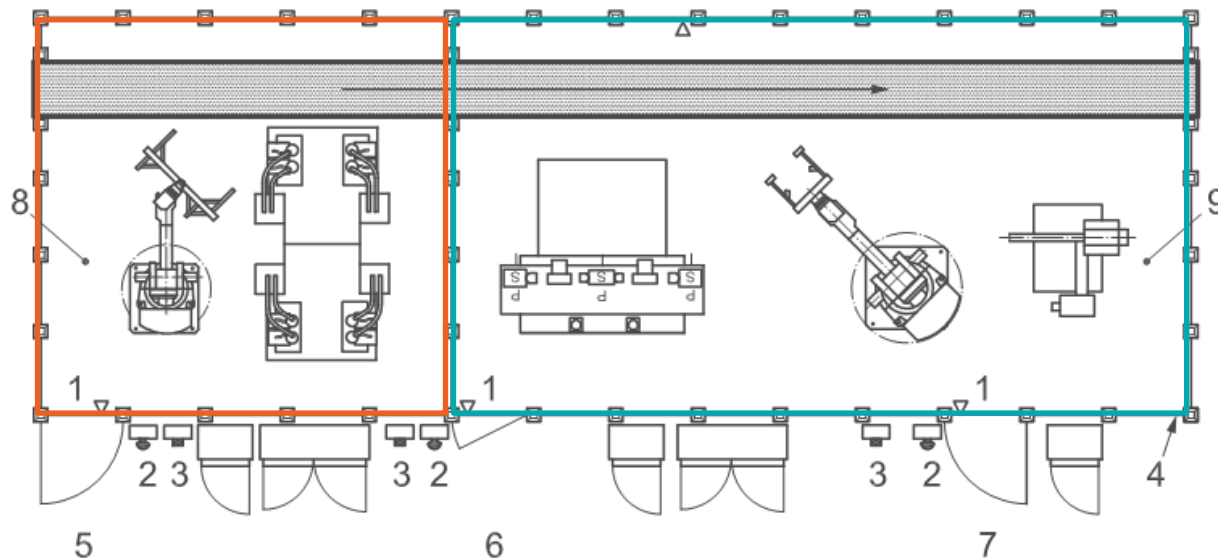
## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.8)

- Le istruzioni per l'uso devono includere le verifiche inerenti i dispositivi costituenti le SRP/CS.
- Allo scopo di garantire la sicurezza degli operatori, gli interventi di manutenzione dovrebbero poter essere eseguiti **rimanendo al di fuori delle zone pericolose**. Nel caso ciò non sia possibile, occorrono:
  - mezzi per l'isolamento e la dissipazione delle alimentazioni esterne;
  - misure di protezione alternative nel caso in cui sia necessario accedere con le alimentazioni presenti (ad esempio dispositivo di abilitazione).

# Manutenzioni e riparazioni

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.8)

- Nel caso in cui siano utilizzate **barriere fotoelettriche** per rilevare il passaggio da una **zona protetta a quella adiacente**, ai fini del calcolo delle distanze, è possibile considerare delle **velocità di approccio** e dei fattori di penetrazione **diversi** da quelli indicati dalla norma **UNI EN ISO 13855:2010** (compatibilmente con l'analisi e valutazione dei rischi).



- 1 Porta interbloccata
- 2 Ripristino
- 3 Arresto di emergenza
- 4 Protezione perimetrale
- 5 Accesso chiuso
- 6 Accesso chiuso
- 7 Accesso aperto
- 8 Zona A
- 9 Zona B

# Ripari

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10)

- I ripari fissi devono essere conformi alle indicazioni di cui alla norma **UNI EN ISO 14120:2015**.
- I dispositivi di interblocco associati ai ripari devono essere conformi alle indicazioni di cui alla norma **UNI EN ISO 14119:2013**.

# Scelta dei tipi di ripari

## UNI EN ISO 14120:2015

- 6.4.2: I ripari per la protezione dai pericoli generati da organi mobili di trasmissione devono essere ripari fissi o ripari mobili interbloccati.
- 6.4.3: Dove **non è necessario l'accesso durante l'uso** dovrebbero essere usati ripari fissi in considerazione della loro semplicità e affidabilità.
- 6.4.4.1: Dove l'accesso è solo per **regolazioni o manutenzione**:
  - Riparo mobile se la frequenza prevista di accesso è elevata (ad esempio **più di una volta alla settimana**) o se la rimozione o re-installazione di un riparo fisso risulta difficile. I ripari mobili devono essere associati ad un interblocco o ad un interblocco con blocco del riparo (vedi UNI EN ISO 14119:2013).
  - Riparo fisso solo se la frequenza prevista di accesso è bassa (ad esempio **meno di una volta alla settimana**), la re-installazione è semplice e la rimozione e re-installazione sono effettuate in condizioni di lavoro sicure.

# Scelta dei tipi di ripari

## UNI EN ISO 14120:2015

- 6.4.4.2: Dove l'accesso è necessario durante il ciclo di lavoro:
  - Riparo mobile con interblocco o interblocco con blocco del riparo (vedi UNI EN ISO 14119:2013). Può essere preferibile un riparo mobile motorizzato se il ciclo di lavoro è molto breve o per ragioni ergonomiche (ad esempio ripari pesanti, temperature elevate).
  - Riparo con comando dell'avviamento alle condizioni previste al §5.3.14.
  - Se è richiesto un accesso frequente durante il ciclo di lavoro possono essere può funzionali altri dispositivi di protezione, quali barriere fotoelettriche.
- 6.4.3.3: Se l'accesso alla zona pericolosa **non può essere totalmente proibito**, quando determinati utensili, per esempio lame delle seghe, devono essere parzialmente esposti, i seguenti ripari sono appropriati:
  - riparo a chiusura automatica (vedi §5.3.11);
  - riparo regolabile (vedi §5.3.11 e UNI EN ISO 12100:2010).

# Requisiti dei ripari

## UNI EN ISO 14120:2015

- 5.1.2: I ripari ed i macchinari devono essere progettati in modo da consentire regolazioni, operazioni di lubrificazione e di **manutenzione ordinaria senza aprire o rimuovere i ripari**.
- 5.1.3: Se si prevede il **rischio di proiezione** di parti dalla macchina o impatti con parti della macchina o con l'operatore, il riparo deve, per quanto possibile, essere progettato e costruito con materiali appropriati scelti per contenere tali parti e resistere agli impatti.
- 5.1.4: Se si prevede il **rischio di emissione di sostanze pericolose** il riparo deve, per quanto possibile, essere progettato per contenere tali sostanze; possono inoltre essere necessari impianti di estrazione adeguati.

# Test del proiettile

## UNI EN ISO 14120:2015 (allegato B)

- Il test si applica **solamente se esiste il rischio di impatto** contro il riparo di parti rotte della macchina, del pezzo in lavorazione o degli utensili.
- La velocità del proiettile deve essere perlomeno pari alla velocità della parte proiettata, che nel caso di macchine con parti rotanti è:

$$V_c = B \times \pi \times n$$

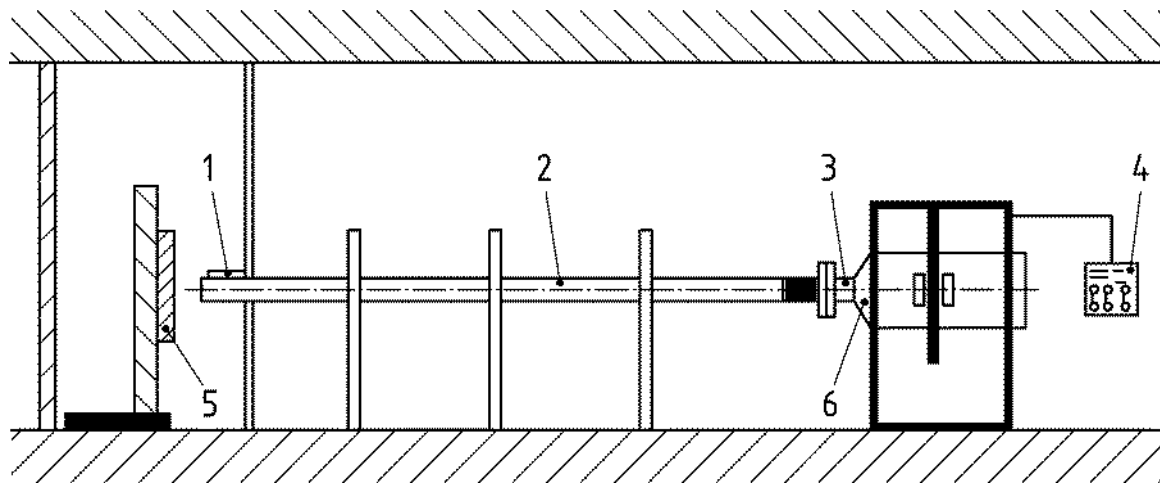
dove:

- $V_c$  è la velocità periferica [m/s]
- $B$  è il massimo diametro dell'elemento rotante [m]
- $n$  è la velocità di rotazione [ $s^{-1}$ ]

# Test del proiettile

## UNI EN ISO 14120:2015 (allegato B)

- B.2.2.4: Il supporto del riparo (o del campione) deve riprodurre la condizione di installazione sulla macchina. Per il test di campioni di materiale, può essere usato un telaio con apertura interna di 450x450mm. Il telaio deve essere sufficientemente rigido.
- B.2.2.5: Il cannone è composto da un serbatoio di aria in pressione su cui è flangiata una canna. L'aria compressa è rilasciata tramite una valvola, per accelerare il proiettile verso l'oggetto del test. La velocità del proiettile può essere controllata tramite la pressione dell'aria.
- B.2.2.3: La velocità del proiettile è misurata in un punto in cui non è più soggetto ad accelerazione (cioè dopo l'uscita dalla canna o nella canna dopo un adeguato scarico della pressione).



- 1) Sensore di velocità
- 2) Canna del cannone
- 3) Proiettile
- 4) Pannello di comando
- 5) Oggetto del test (riparo o campione)
- 6) Serbatoio di aria compressa

# Test del pendolo

## UNI EN ISO 14120:2015 (allegato C)

- C.2.1: Il metodo del test del pendolo può essere usato per verificare la resistenza agli urti **sia dall'interno che dall'esterno della zona pericolosa**.
- Il metodo è basato sull'impatto di un **“soft body”** (per esempio un **corpo umano**) o di un **“hard body”** (per esempio una **parte di macchina**) che viene lasciato cadere contro il riparo per gravità.
- Il test è per **ripari verticali**. Tuttavia può essere utilizzato per ripari orizzontali (ad esempio coperchi) se l'applicazione del test è compatibile con i carichi prevedibili durante l'uso (ad esempio oggetti che cadono).
- C.2.5.1: Resistenza all'urto dei ripari dall'esterno della zona pericolosa:
  - Il valore base è dato da un corpo umano (soft body), con peso minimo complessivo pari a **90 kg**, che urta il riparo inconsciamente dall'esterno della zona protetta.
  - La minima velocità considerabile della persona è pari a **1,6 m/s** (vedi UNI EN ISO 13855:2010 per le velocità di avvicinamento).
  - Ne risulta un'energia minima di impatto  **$E = 115 \text{ J}$** .

# Test del pendolo

## UNI EN ISO 14120:2015 (allegato C)

- C.2.5.2: L'**hard body** è un oggetto cilindrico o sferico, realizzato con materiale rigido, come l'acciaio, ed avente una **massa rappresentativa dell'impatto prevedibile**. Lunghezza e diametro sono funzione della massa.
- C.2.3: L'energia d'urto del test con l'hard body dipende dalla macchina stessa e si calcola con una delle formule:

$$E = \frac{1}{2} m \times v^2$$

dove:

- E è l'energia [J o Nm]
- m è la massa del pendolo [kg]
- v è la velocità del pendolo [m/s]

$$E = m \times g \times h$$

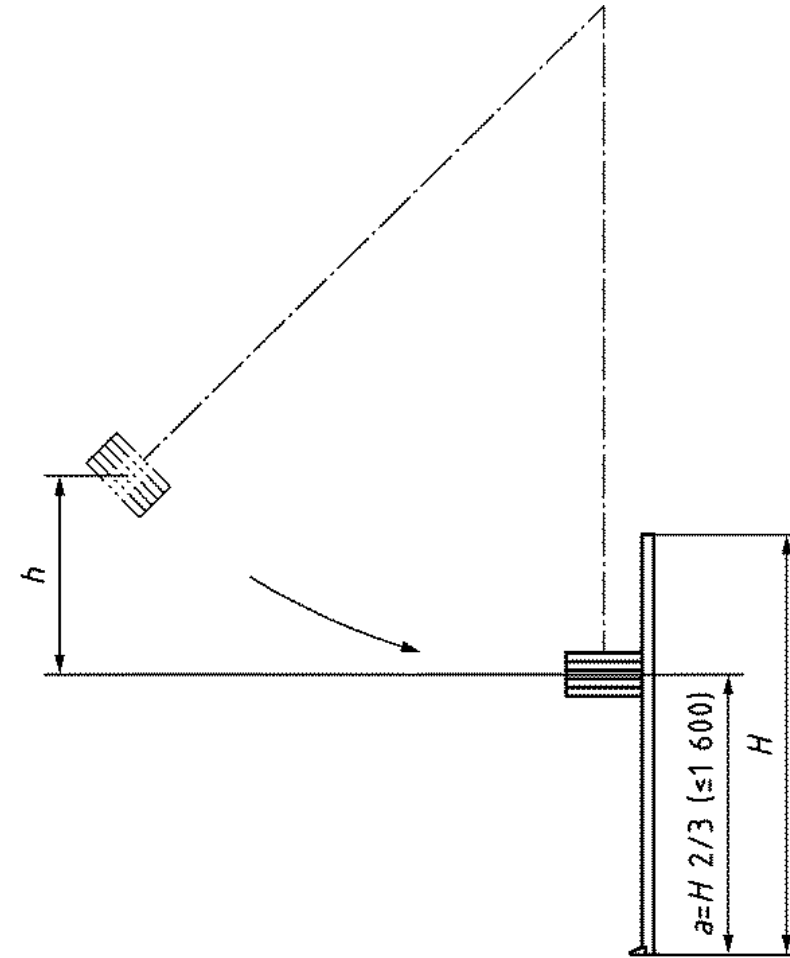
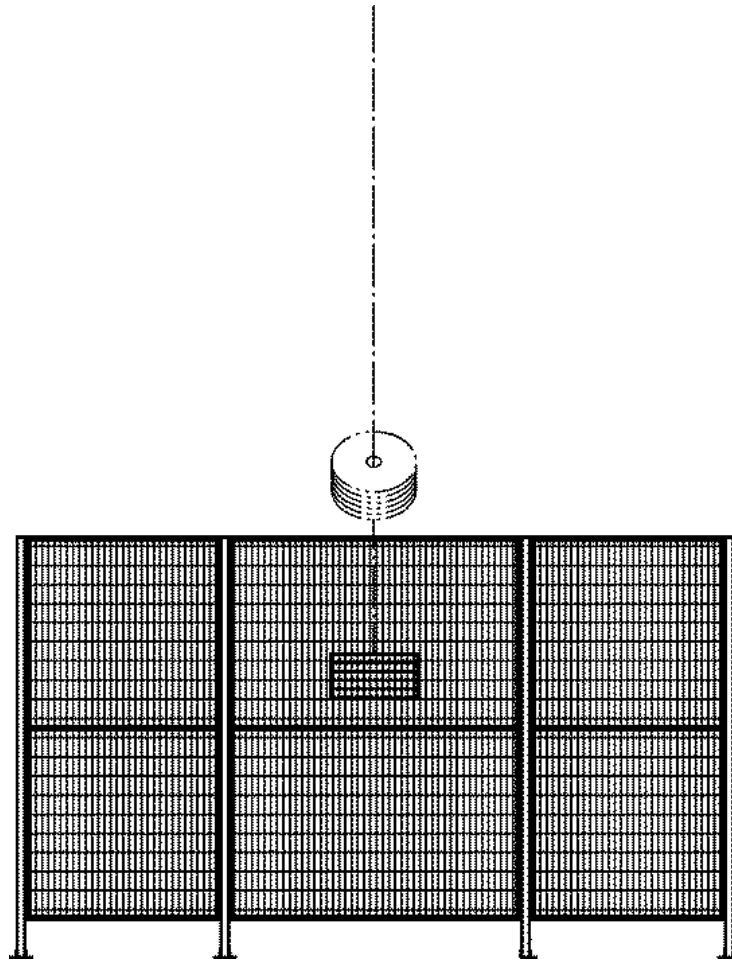
dove:

- m è la massa del pendolo [kg]
- g è  $9,81 \text{ m/s}^2$  (costante)
- h è l'altezza di caduta [m]



# Test del pendolo

UNI EN ISO 14120:2015 (allegato C)



# Visibilità attraverso i ripari

## UNI EN ISO 14120:2015

- 5.2.4: Se è richiesta la visuale del processo, i ripari devono essere progettati e costruiti in modo da offrire una **buona visibilità**. Ciò può ridurre la possibilità che **vengano elusi**.
- 5.9: Se è necessario **vedere il funzionamento della macchina attraverso il riparo**, devono essere scelti materiali con proprietà adeguate. Se viene usato materiale perforato o griglia metallica, l'area aperta ed il colore dovrebbero essere adatti a permettere la visione. La visibilità sarà migliore se **il materiale perforato è più scuro dell'area osservata**.
- 5.10: Per quanto possibile, i materiali usati per garantire la visibilità del funzionamento della macchina devono essere scelti tra quelli che **mantengono la loro trasparenza con il tempo e l'utilizzo**. I ripari devono essere progettati in modo da permettere la sostituzione dei materiali deteriorati.
  - Determinate applicazioni possono richiedere la scelta di materiali o combinazioni di materiali resistenti all'abrasione, alle sostanze chimiche, al deterioramento dovuto alle radiazioni, alla polvere attirata dall'elettricità statica o a fluidi che bagnano la superficie che compromettono la trasparenza.

# Colorazione ripari



# Visibilità attraverso i ripari

## UNI EN ISO 14120:2015

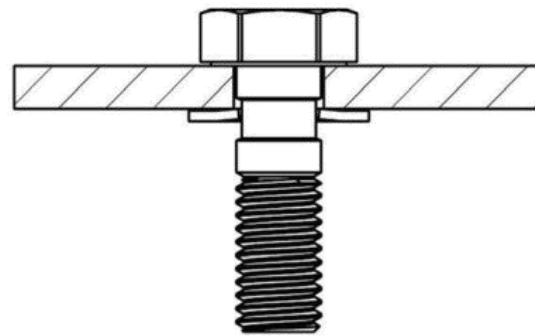
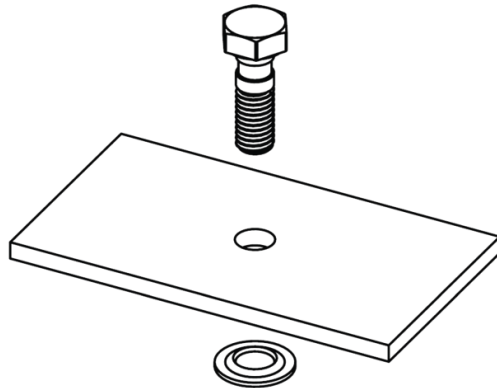
- 5.22: Quando il riparo è aperto o rimosso, il **pericolo può essere evidenziato** con l'uso di **colori adatti**.
  - Ad esempio, se il riparo ha lo stesso colore della macchina, allora la parte pericolosa può essere dipinta con un colore brillante contrastante.
  - Se è richiesta la **visibilità del processo**, i ripari in materiale perforato (rete) non devono essere in colori brillanti (per esempio giallo) che possono interferire con l'osservazione del processo.
  - La scelta e combinazione dei colori deve **evitare confusione**, ad esempio, la combinazione di rosso e giallo è normalmente usata per l'arresto di emergenza.



# Mezzi di fissaggio dei ripari fissi

## UNI EN ISO 14120:2015

- 5.19: Quando è prevedibile (ad esempio per manutenzione) che il riparo fisso venga rimosso i **mezzi di fissaggio** devono rimanere **attaccati al riparo o alla macchina**.
  - Questo requisito non si applica obbligatoriamente ai ripari che devono essere rimossi, per esempio, solamente in occasioni di revisioni complessive, riparazioni importanti o smontaggio per trasferimento in altro luogo.
  - Per le stesse ragioni, può **non esser necessario applicare questo requisito se**:
    - le istruzioni del fabbricante specificano che le riparazioni che richiedono la rimozione dei ripari devono essere eseguite solamente in officine specializzate, e
    - i mezzi di fissaggio sono rimovibili solo con utensili.



# Ripari

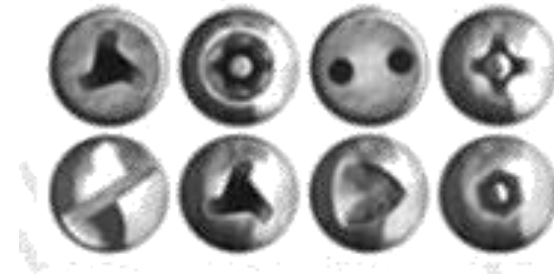
## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.4)

- I sensori di interblocco dei ripari mobili devono soddisfare il PL=d e la categoria 3 della norma UNI EN ISO 13849-1:2016.
- In caso di ripari mobili con dispositivo di interblocco e **blocco**:
  - le funzioni pericolose possono essere permesse solamente **se il riparo è chiuso e bloccato**, e
  - il riparo deve essere mantenuto chiuso e bloccato fintanto che è presente la situazione pericolosa.
- Quando i ripari mobili sono dotati di dispositivo di blocco del riparo per impedire l'accesso agli elementi pericolosi, il circuito che individua le condizioni di sblocco (ad esempio arresto degli elementi mobili o velocità lenta) ovvero il circuito che realizza il monitoraggio del parametro sicuro deve avere gli stessi requisiti di sicurezza (PL o SIL) della funzione di interblocco (§5.10.4.4).

# Definizioni di elusione





## UNI EN ISO 14119:2013 (§3.7 & §3.8)

- Elusione: azione che rende inoperativo un dispositivo di interblocco o lo scavalca con il risultato che la macchina è utilizzata in un modo differente da quello previsto dal fabbricante o **senza le misure di sicurezza necessarie**.
- Elusione in un modo ragionevolmente prevedibile: elusione effettuata manualmente o mediante **l'utilizzo di oggetti facilmente disponibili** (ad esempio cacciaviti, chiavi inglesi, chiavi a brugola, pinze, monete, chiavi).



# Tipologie dei dispositivi di interblocco

## UNI EN ISO 14119:2013 (§4.1)

Esempi di principi di attuazione		Esempi di attuatori		Tipo	
Meccanico	Contatto fisico / forza	Non codificato	Camme rotanti	Tipo 1	
			Camme lineari		
			A cerniera		
		Codificato	A linguetta (spinetta, chiavetta)	Tipo 2	
Chiave intrappolata					
Senza contatto	Induttivo	Non codificato	Materiale ferroso idoneo	Tipo 3	
	Magnetico		Magnete, solenoide		
	Capacitivo		Qualsiasi oggetto idoneo		
	Ultrasonico		Qualsiasi oggetto idoneo		
	Ottico		Qualsiasi oggetto idoneo		
	Magnetico	Codificato	Magnete codificato	Tipo 4	
	Identificazione a radio frequenza		Attuatore codificato con identificazione a radio frequenza		
	Ottico		Attuatore codificato otticamente		

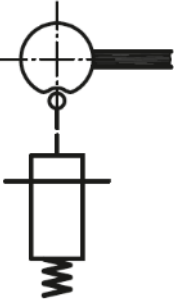
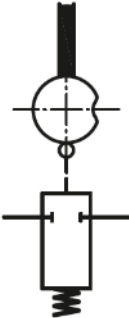
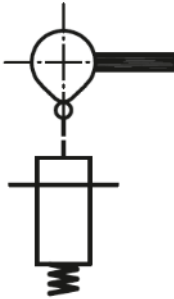
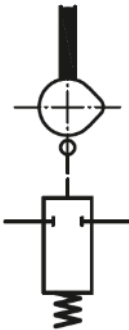
# Modi di azionamento dei sensori

## UNI EN ISO 14119:2013 (§5.4)

- Nel caso in cui sia presente un singolo dispositivo di interblocco di Tipo 1 o 2 per generare un comando di arresto, deve essere azionato da **un'azione meccanica diretta** tra il riparo, l'attuatore ed il sistema di attuazione e gli elementi del contatto devono avere **un'azione diretta di apertura**.
- Un'azione meccanica non diretta per dispositivi di interblocco di Tipo 1, può essere usata solo in concomitanza con un altro dispositivo di interblocco di Tipo 1 o di Tipo 2 che abbia un'azione meccanica diretta. Tale sistema è inoltre impiegabile nel caso in cui si vogliano evitare i guasti da causa comune (CCF secondo la norma UNI EN ISO 13849-1:2016).
- Dispositivi di **Tipo 3 e di Tipo 4** che agiscono come unico dispositivo di interblocco devono rispettare i requisiti della norma **CEI EN 60947-5-3:2014** "Apparecchiature a bassa tensione – Parte 5-3: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra – Prescrizioni per dispositivi di prossimità con comportamento definito in condizioni di guasto (PDDDB)".

# Azione meccanica diretta

## UNI EN ISO 14119:2013 (§5.4)

Azione meccanica	Riparo chiuso	Riparo aperto	Modo di funzionamento	Esempio di comportamento in caso di guasto
Diretta			<p>Il gambo del sensore (attuatore) viene mantenuto compresso da una camma per tutto il tempo in cui il riparo è aperto.</p> <p>Quando il riparo è chiuso, il sensore cambia il proprio stato sotto l'azione di una molla di ritorno.</p>	L'uscita del sistema rimane in uno stato sicuro quando il riparo non è chiuso anche se la molla si rompe.
Non diretta			<p>Il gambo del sensore (attuatore) viene mantenuto compresso da una camma finché il riparo è chiuso.</p> <p>Quando il riparo è aperto, il sensore cambia il proprio stato sotto l'azione di una molla di ritorno.</p>	Se la molla si rompe, l'uscita del sistema può portarsi in uno stato non sicuro anche se il riparo non è chiuso.

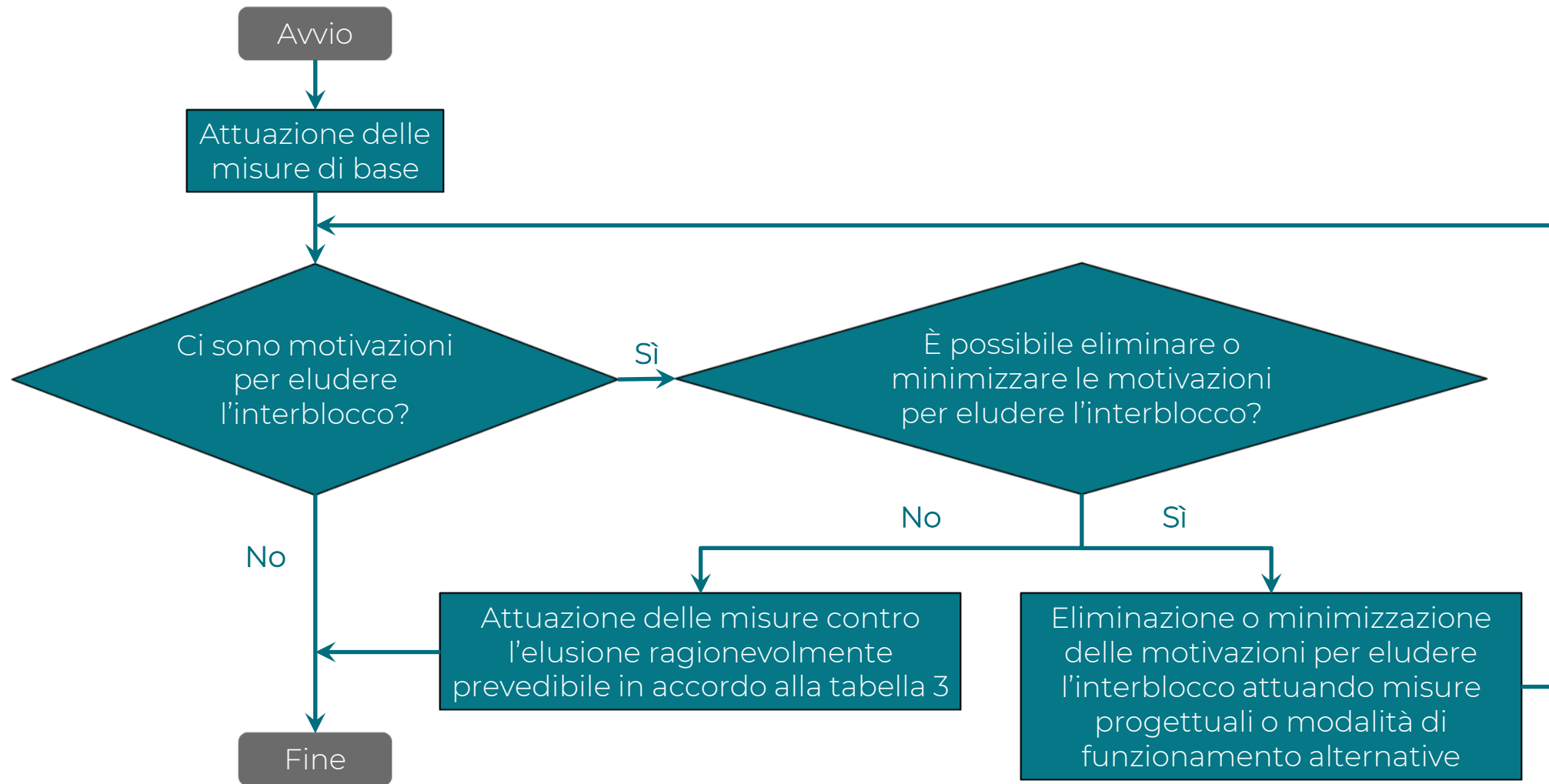
# Valutazione dei guasti

## UNI EN ISO 14119:2013 (§8.2 e §8.4)

- Quando un circuito di interblocco richiede un  $PL_r$  pari a **e** o un SIL 3 deve essere assicurata **almeno una tolleranza ai guasti pari ad 1** (ad esempio utilizzando due dispositivi di interblocco di Tipo 1).
- **Non è giustificabile escludere** guasti quali ad esempio la **rottura degli attuatori**.
- È invece **possibile accettare** l'esclusione di guasti quali, ad esempio, il **corto circuito del cablaggio**.
- Gli **stessi requisiti** si applicano per un  $PL_r$  pari a **d** o un SIL 2, a meno che esista una giustificazione esaustiva in accordo alle norme UNI EN ISO 13849-1:2016 o CEI EN IEC 62061:2022.
- Per la **funzione di blocco del riparo** è possibile un'esclusione dei guasti per gli **elementi meccanici** anche in caso di  $PL_r$  pari ad **e** (allegato A della norma UNI EN ISO 13849-2:2013).

# Elusione dell'interblocco

## UNI EN ISO 14119:2013 (§7.1)



# Motivazioni per l'elusione dell'interblocco

## UNI EN ISO 14119:2013 (allegato H)

- Le motivazioni per l'elusione dei dispositivi di interblocco dei ripari mobili comprendono vari aspetti, tra cui:
  - intralcio all'esecuzione di alcuni compiti sulla macchina;
  - necessità di controlli del processo di lavorazione per evitare scarti o difetti;
  - regolazioni fini della lavorazione.
- Di seguito è riportato un esempio di metodo per identificare le motivazioni di elusione dei dispositivi di interblocco (per una macchina automatica):
  - devono essere tenute in considerazione tutte le modalità di funzionamento della macchina;
  - se un **compito è necessario** e **non è possibile senza eludere** i dispositivi di interblocco è necessario **riconsiderare la progettazione** della macchina;
  - se sono presenti **potenziali benefici** nell'esecuzione delle operazioni **senza dispositivi di protezione** (+ o ++) bisogna verificare se è possibile migliorare le misure di protezione;
  - se l'**incentivo all'elusione** dei dispositivi di interblocco **non può essere completamente eliminato** bisogna **rendere più difficile** o impossibile l'elusione dei dispositivi di interblocco.

# Motivazioni per l'elusione dell'interblocco

## UNI EN ISO 14119:2013 (allegato H)

Compito	Automatico <sup>a</sup>	Manuale <sup>a</sup>	Compito possibile in queste modalità di funzionamento?	Compito possibile senza elusione?	Più facile, più conveniente <sup>b</sup>	Più veloce, produttività aumentata <sup>b</sup>	Maggiore precisione <sup>b</sup>	Migliore visibilità <sup>b</sup>	...
Messa a punto, attrezzaggio	x		No	No	++	0	0	++	
Sostituzione manuale del pezzo									
Intervento manuale per problemi		x	Sì	Sì	++	0	0	0	
Produzione	x		Sì	Sì	0	0	0	0	
...									

<sup>a</sup> Modalità di funzionamento  
<sup>b</sup> Benefici senza i dispositivi di protezione: 0=nessuno; +=minore; ++=sostanziale

# Elusione dell'interblocco

## UNI EN ISO 14119:2013 (§7.2)

Principi e misure	Dispositivi di interblocco di tipo 1 — tranne quelli a cerniera — e dispositivi di interblocco di tipo 3	Dispositivi di interblocco di tipo 1 a cerniera	Dispositivi di interblocco di tipo 2 e 4, con livello di codifica basso o medio, con o senza blocco elettromagnetico del riparo	Dispositivi di interblocco di tipo 2 e 4, con livello di codifica alto, con o senza blocco elettromagnetico del riparo	Sistemi a chiave intrappolata, con livello di codifica medio o alto (vedi nota 2)
Montaggio fuori portata	X		X		
Ostruzione fisica / Riparo					
Montaggio in posizione nascosta					
Monitoraggio dello stato o prova ciclica					
Fissaggio non smontabile di sensore di posizione e attuatore					
Fissaggio non smontabile del sensore di posizione		M			M
Fissaggio non smontabile dell'attuatore		M	M	M	M
Dispositivo di interblocco aggiuntivo e controllo di plausibilità	R		R		

X obbligatorio applicare almeno una delle misure M misura obbligatoria R misura raccomandata (aggiuntiva)

NOTA 1: La tabella 3 è destinata ad essere utilizzata per la scelta delle misure più appropriate contro l'elusione dei dispositivi di interblocco. In accordo alla valutazione dei rischi può essere necessario applicare più di una delle misure indicate.

NOTA 2: Se il numero di dispositivi a chiavi intrappolate usati in un sito è noto, attuatori codificati possono essere utilizzati come misura sufficiente contro l'elusione ragionevolmente prevedibile rispettando le seguenti condizioni:

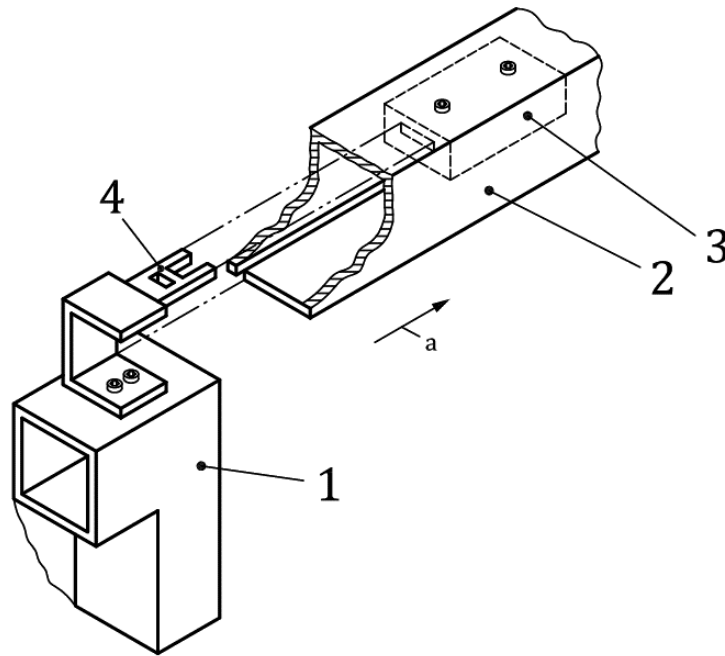
- se la codifica è propria del dispositivo ogni dispositivo di interblocco deve avere una codifica diversa e
- l'attuatore deve avere un livello di codifica medio o alto.

NOTA 3: C'è una chiara distinzione tra il livello di codifica della chiave e la codifica del meccanismo di blocco in un sistema a chiave intrappolata. Questa tabella si riferisce solamente al livello di codifica della chiave.

NOTA 4: Le misure in accordo alla tabella 3 sono requisiti minimi.

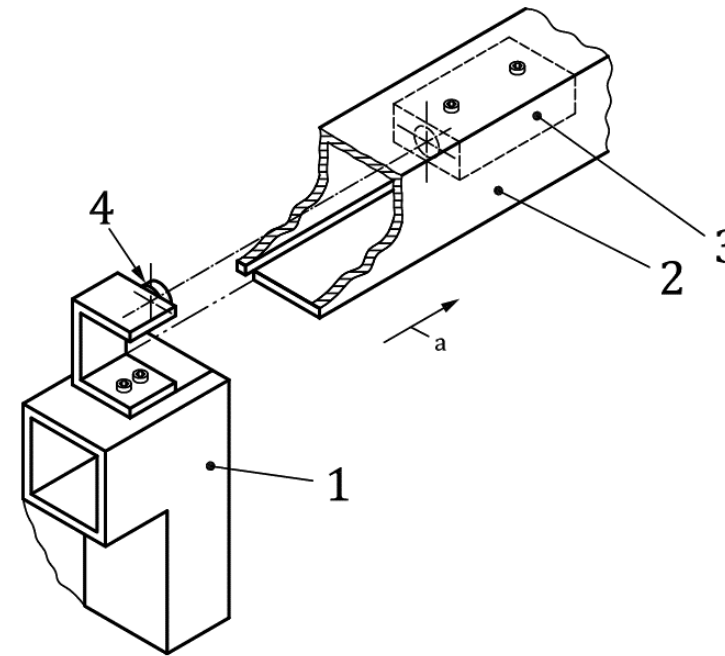
# Elusione dell'interblocco per protezioni fisiche

## UNI EN ISO 14119:2013 (§7.2)



Dispositivo di interblocco di tipo 2

- 1 riparo scorrevole (non chiuso)
- 2 copertura (parte fissa)
- a direzione di chiusura

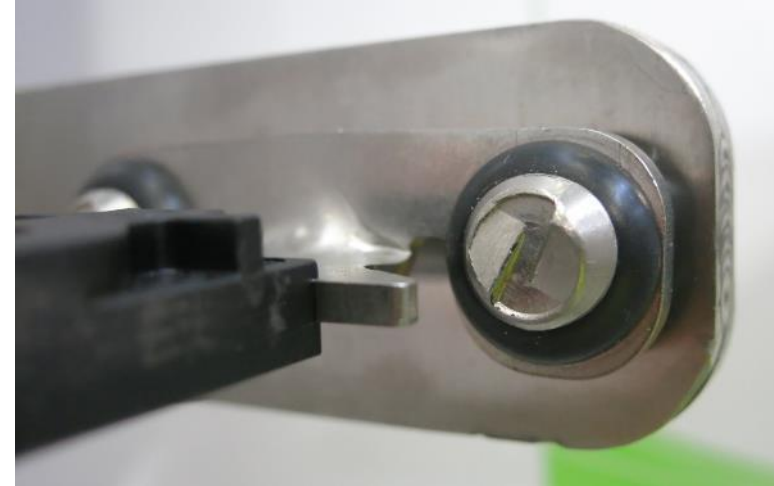


Dispositivo di interblocco di tipo 3 o 4 con livello di codifica basso

- 3 sensore di posizione
- 4 attuatore

# Elusione dell'interblocco

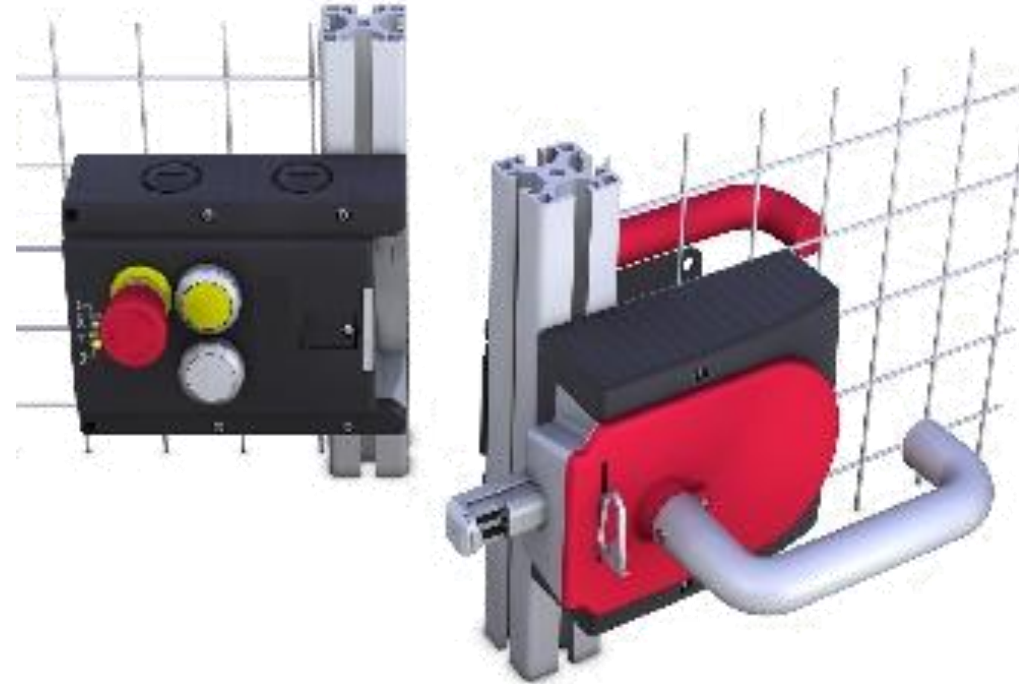
## Attuatore non smontabile



# Ripari

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.4)

- I dispositivi di interblocco con blocco del riparo devono essere tali da impedire la possibilità di **intrappolamento delle persone**; ciò può essere realizzato mediante:
  - sistema di **sblocco meccanico dall'interno delle protezioni**, azionabile senza l'impiego di utensili ed indipendente dallo stato di alimentazione dell'isola robotizzata, oppure
  - sistema di **bloccaggio personale della porta** in posizione di apertura.



# Dispositivi di protezione sensibili

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.5)

- I dispositivi di protezione elettrosensibili o ESPE (barriera fotoelettrica, laser scanner, ecc.) ed i dispositivi sensibili alla pressione (ad esempio tappeti sensibili) possono essere utilizzati per:
  - rilevare il passaggio, oppure
  - rilevare la presenza.
- Nel caso in cui il dispositivo sensibile rilevi **solamente il passaggio**, è necessario un comando esplicito di **ripristino** ed un **comando di avvio separato** per poter riavviare l'isola robotizzata.
- ESPE (ad esempio barriere fotoelettriche e laser scanner) devono essere conformi alla norma CEI EN IEC 61496-1:2021.
- Dispositivi sensibili alla pressione (ad esempio tappeti sensibili) devono essere conformi alle parti applicabili della serie di norme UNI EN ISO 13856.
- L'applicazione di ESPE e dispositivi sensibili alla pressione deve essere conforme alle indicazioni di cui alla norma CEI EN IEC 62046:2021.

# Campo di applicazione

## CEI EN IEC 62046:2021 (§1)

- La norma CEI EN IEC 62046:2021 specifica i requisiti per la scelta, il posizionamento, la configurazione e la messa in servizio di **dispositivi di protezione in grado di rilevare la presenza momentanea o continua di persone** al fine di proteggere tali persone da parti pericolose di macchinari in applicazioni industriali.
- Questa norma si riferisce all'impiego di **dispositivi di protezione elettrosensibili (ESPE)** specificati nella norma CEI EN IEC 61496 (tutte le parti) e all'impiego di **tappeti e pavimenti sensibili alla pressione** specificati nella norma UNI EN ISO 13856-1:2013.

# Idoneità degli apparecchi di protezione

## CEI EN IEC 62046:2021 (§4.1.1)

- I dispositivi di protezione descritti in questo documento vengono in genere scelti quando il funzionamento della macchina **richiede un accesso frequente, l'interazione del personale con la macchina, una buona visibilità** della macchina o del processo o quando è difficile fornire una protezione fissa.
- Tuttavia, alcune caratteristiche delle macchine **possono precludere l'uso di dispositivi di protezione** come unica misura di protezione. Esempi di queste caratteristiche della macchina sono:
  - possibilità che il macchinario **possa espellere** materiali, trucioli o parti di componenti;
  - rischio di lesioni da **radiazioni** termiche o di altro tipo;
  - livelli di **rumore** inaccettabili;
  - un **ambiente** che può influire negativamente sulla funzione dei dispositivi di protezione;
  - un materiale in lavorazione che può influenzare l'efficacia della misura di protezione.
- In tali situazioni, devono essere previste misure di sicurezza aggiuntive o di altro tipo.

# Posizionamento e configurazione

## CEI EN IEC 62046:2021 (§5.1)

- Le regolazioni della configurazione dei dispositivi di protezione **devono richiedere l'uso di mezzi** per limitare sia le regolazioni non autorizzate che le regolazioni involontarie come una chiave, una parola chiave o un attrezzo. Le restrizioni necessarie dipenderanno dall'applicazione, vedere la clausola 5 della norma UNI EN ISO 12100:2010.
- I **dispositivi di protezione** devono essere **tenuti saldamente in posizione**. I mezzi di fissaggio devono avere i mezzi per **evitare allentamenti involontari** o non intenzionali.

# Utilizzo dei dispositivi di protezione

## CEI EN IEC 62046:2021 (§4.4.1)

- Un dispositivo di protezione può essere usato per fornire:
  - **funzione di rilevamento di attraversamento** (trip function); o
  - **funzione di rilevamento presenza** (presence sensing function); o
  - una **combinazione** della funzione di rilevamento di attraversamento e rilevamento della presenza.
- *§3.1.46 funzione di rilevamento di attraversamento (trip function): funzione di arresto avviata dal rilevamento di una persona, prima che qualsiasi parte del corpo di una persona in avvicinamento possa raggiungere l'area pericolosa.*
- *§3.1.32 funzione di rilevamento della presenza: rilevamento della presenza di una persona o di una parte del corpo in un'area pericolosa, allo scopo impedire situazioni pericolose, quali l'avviamento imprevisto/ indesiderato della macchina.*

# Funzione di rilevamento di attraversamento

## CEI EN IEC 62046:2021 (§4.2.2)

- Il dispositivo di protezione **non è adatto come dispositivo di rilevamento di attraversamento** o come dispositivo combinato di rilevamento di attraversamento e rilevamento della presenza quando le prestazioni di arresto della macchina sono sconosciute, incoerenti o inadeguate a causa, ad esempio, di
  - caratteristiche di reazione del circuito di controllo della macchina;
  - **frenata inadeguata;**
  - **incapacità della macchina di fermarsi nel mezzo di un ciclo di funzionamento.**
- Quando il dispositivo di protezione è utilizzato per fornire una funzione di rilevamento di attraversamento, deve essere posizionato a una **distanza sufficiente** dai pericoli specifici della macchina **per garantire che la macchina possa arrestarsi** o altrimenti raggiungere una condizione di sicurezza prima che qualsiasi parte di una persona in avvicinamento possa raggiungere la zona pericolosa.
- La distanza minima deve essere mantenuta per tutte le prevedibili direzioni di avvicinamento.
- Il posizionamento del dispositivo di protezione o della zona di rilevamento deve essere conforme alla norma UNI EN ISO 13855:2010.

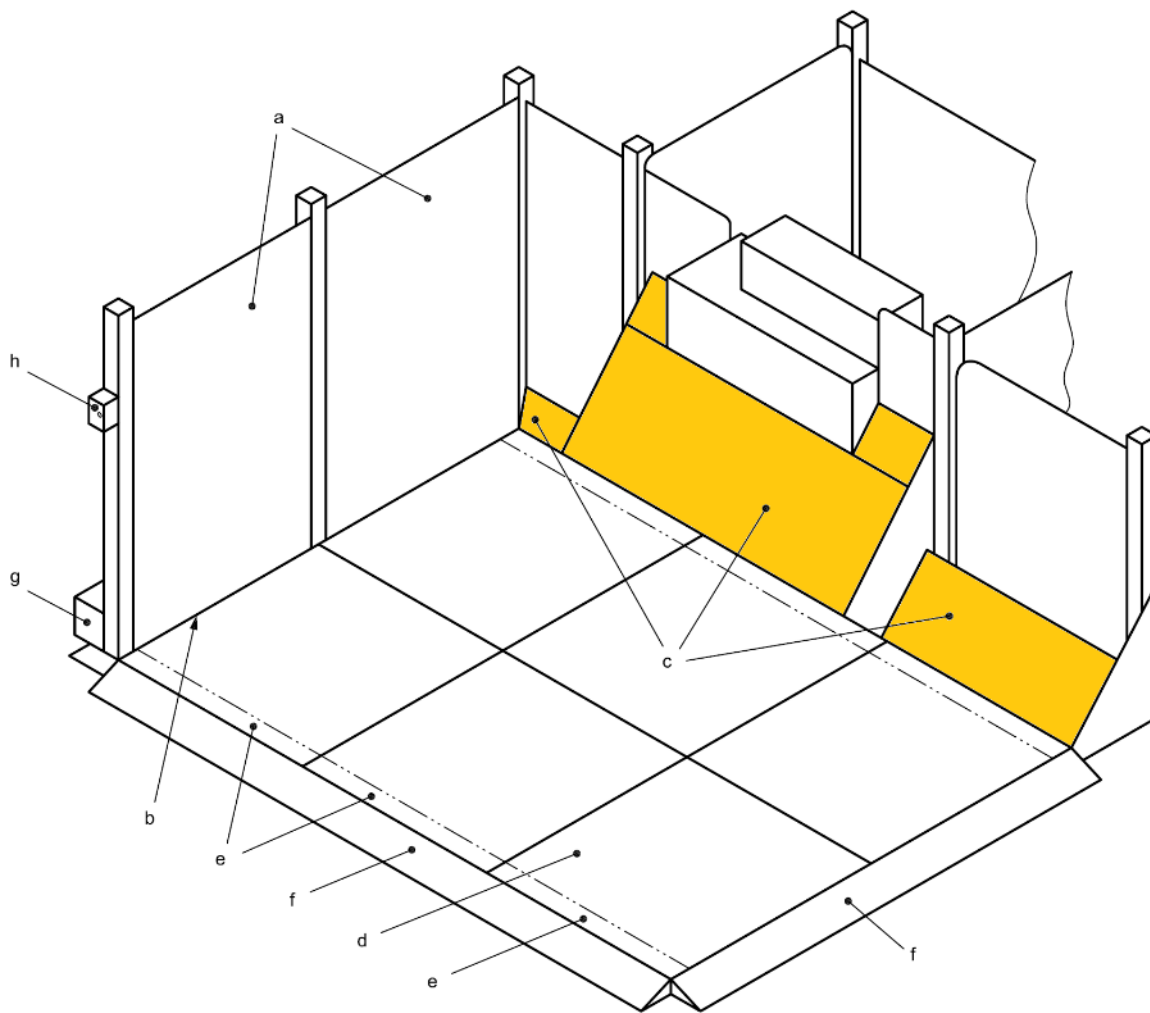
# Funzione di rilevamento della presenza

## CEI EN IEC 62046:2021 (§4.4.3)

- Se il dispositivo di protezione viene utilizzato per fornire una funzione di rilevamento della presenza, **la macchina deve rimanere in uno stato non pericoloso quando una persona o parte di una persona è presente nell'area di detezone.**
- Devono essere fornite misure supplementari necessarie per garantire che la **zona di detezone non possa essere aggirata**, ad esempio rimanendo tra la zona di detezone e la zona pericolosa.
- Esempi di misure per impedire che le persone rimangano tra la zona di detezone e la zona pericolosa sono:
  - utilizzo di **superfici inclinate** per evitare di stare sulla struttura della macchina, e
  - realizzare superfici interne delle protezioni perimetrali prive di sporgenze calpestabili.

# Esempio di utilizzo di tappeti sensibili

- a) Sono installati dei ripari fissi aggiuntivi per impedire l'accesso alla zona pericolosa del macchinario.
- b) Il riparo fisso è disposto e progettato in modo che non ci sia accesso alla zona pericolosa tra il riparo stesso e i sensori. Il riparo fisso permette l'accesso alla zona pericolosa solo attraverso i sensori.
- c) Una lastra di copertura inclinata impedisce all'operatore di stare sul lato dell'effettivo campo sensibile e nella zona pericolosa.
- d) I sensori sono installati in modo appropriato.
- e) Le zone morte dei sensori sono posizionate in modo da non compromettere la funzione protettiva.
- f) Il pericolo di inciampare sul bordo del sensore è ridotto grazie a una rampa nel punto di accesso. La rampa può anche fungere da protezione dei cavi di collegamento.
- g) Le canaline dei cavi sono installate all'esterno del riparo fisso.
- h) Il pulsante di ripristino è situato in un punto ben protetto da cui si può vedere l'intera zona pericolosa.



# Classificazione degli ESPE

## CEI EN IEC 62046:2021

- La CEI EN IEC 61496-1:2021 definisce 3 “tipi” di ESPE. Le tipologie si differenziano per le prestazioni in presenza di guasti e sotto l’influenza delle condizioni ambientali:
  - gli ESPE di **tipo 2** utilizzano un **test periodico** per rivelare i guasti pericolosi; il test può essere avviato internamente o esternamente;
  - gli ESPE di **tipo 3** sono progettati per **non guastarsi** in modo pericoloso a causa di un **guasto singolo**, ma possono farlo a causa di un **accumulo di guasti**;
  - gli ESPE di **tipo 4** sono progettati per **non guastarsi** in modo pericoloso a causa di un **guasto singolo** o di un **accumulo di guasti**.
- Se l’ESPE di **tipo 2** è destinato all’uso come dispositivo che **rileva l’attraversamento** (ad esempio quando utilizzato come protezione perimetrale) e la **durata del test periodico è maggiore di 150 ms**, è possibile che una persona passi attraverso la zona di rilevamento senza essere rilevato. In questo caso dovrebbe essere previsto un **interblocco al riavvio**.

# Relazione con la valutazione dei rischi

## CEI EN IEC 62046:2021 (§5.3.2.4)

- Il riferimento a “basso”, “medio” o “alto” nell’elenco seguente si riferisce al contributo alla riduzione del rischio da parte dei dispositivi di protezione:
  - gli ESPE di tipo 2 possono guastarsi in modo pericoloso a causa di un guasto singolo tra i test. Per questo motivo, è improbabile che gli ESPE di tipo 2 siano adatti per applicazioni che richiedono una riduzione del rischio medio o alto;
  - gli ESPE di tipo 3 e gli ESPE di tipo 4 possono essere adatti per applicazioni che richiedono una riduzione del rischio da medio ad alto quando la loro tecnologia di rilevamento è appropriata.
- Quando un ESPE viene utilizzato all’interno di un sistema di controllo legato alla sicurezza, il PL o SIL massimo che può essere raggiunto da una funzione di sicurezza che include tale ESPE è specificato nella tabella seguente.

	Tipo di ESPE	PL	SIL
Per ogni tipo di ESPE, il PL o SIL che può essere ottenuto da una funzione di sicurezza che include quell’ESPE	2	a, b, c	1
	3	a, b, c, d	1, 2
	4	a, b, c, d, e	1, 2, 3

# Funzioni opzionali

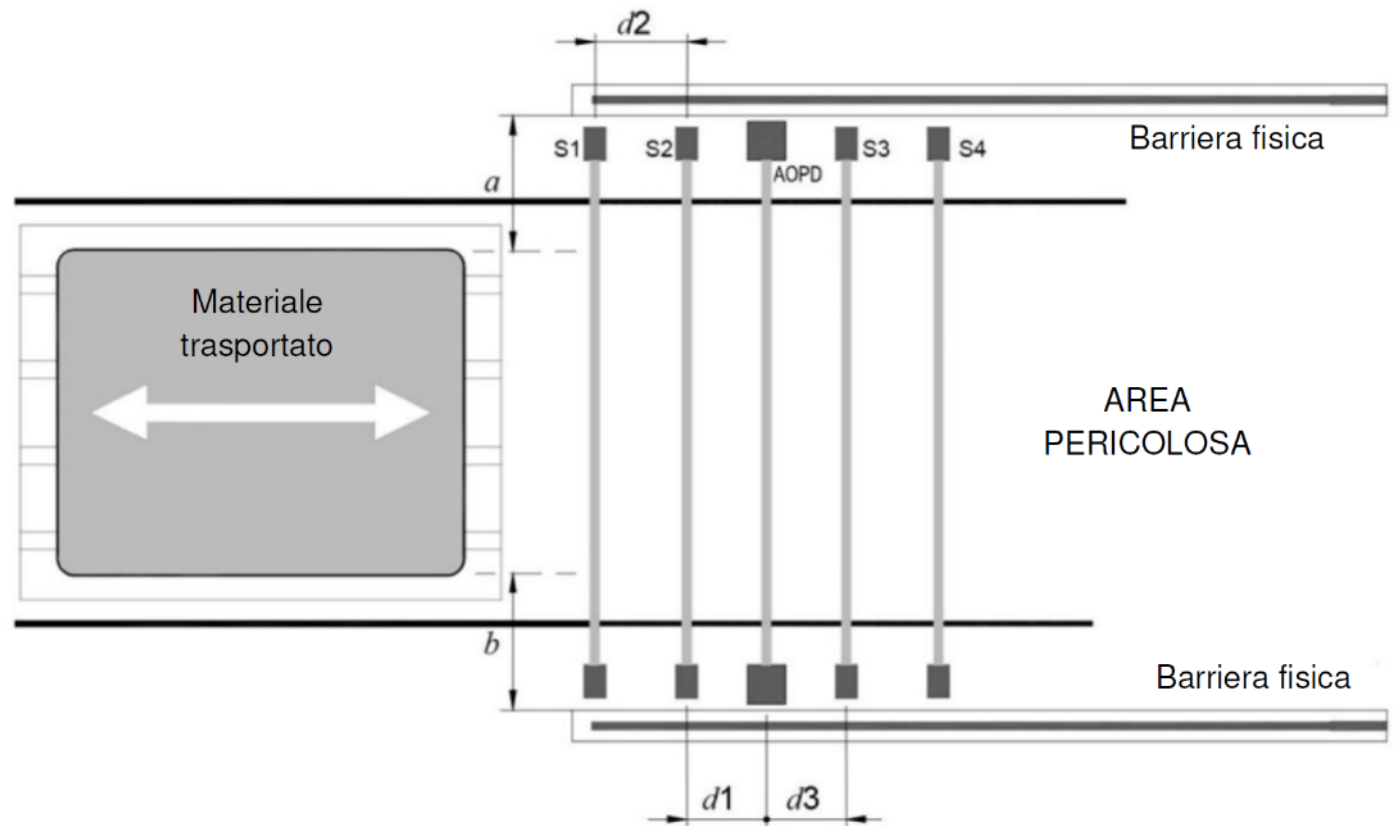
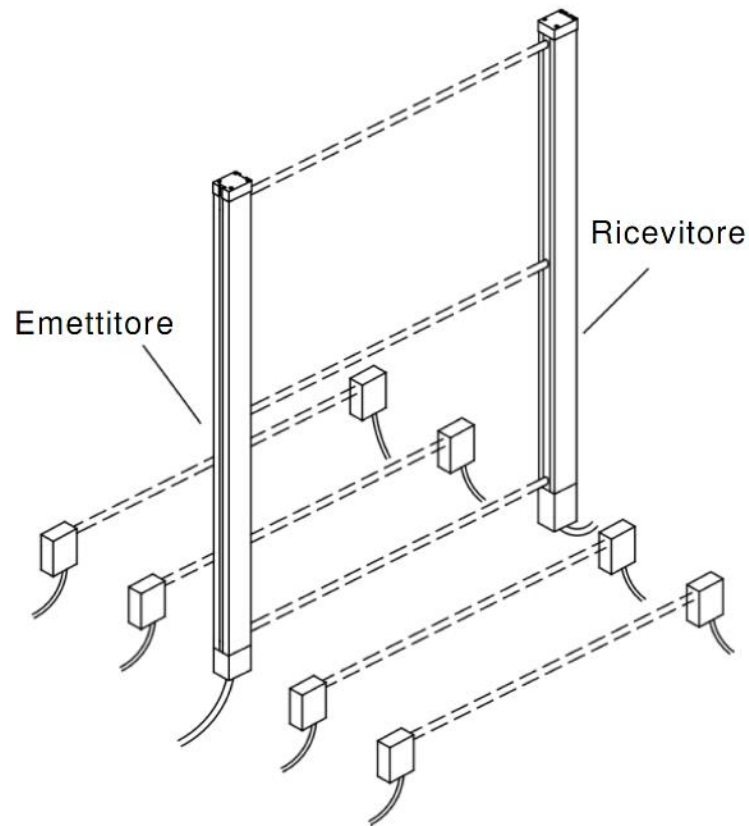
## CEI EN IEC 62046:2021 (§4.7)

- Le funzioni del sistema di controllo della macchina che possono essere richieste per applicazioni specifiche includono:
  - **muting**: *sospensione automatica temporanea di una o più funzioni di sicurezza generata dalle parti del sistema di comando relativo alla sicurezza (§3.1.24);*
  - **blanking**: *funzione facoltativa che consente a un oggetto di dimensioni superiori alla capacità di rilevamento dell'ESPE di essere collocato all'interno della zona di rilevamento senza provocare una condizione di OFF del (o degli) OSSD (§3.1.4).*

# Muting realizzato mediante fotocellule

## CEI EN IEC 62046:2021 (allegato D)

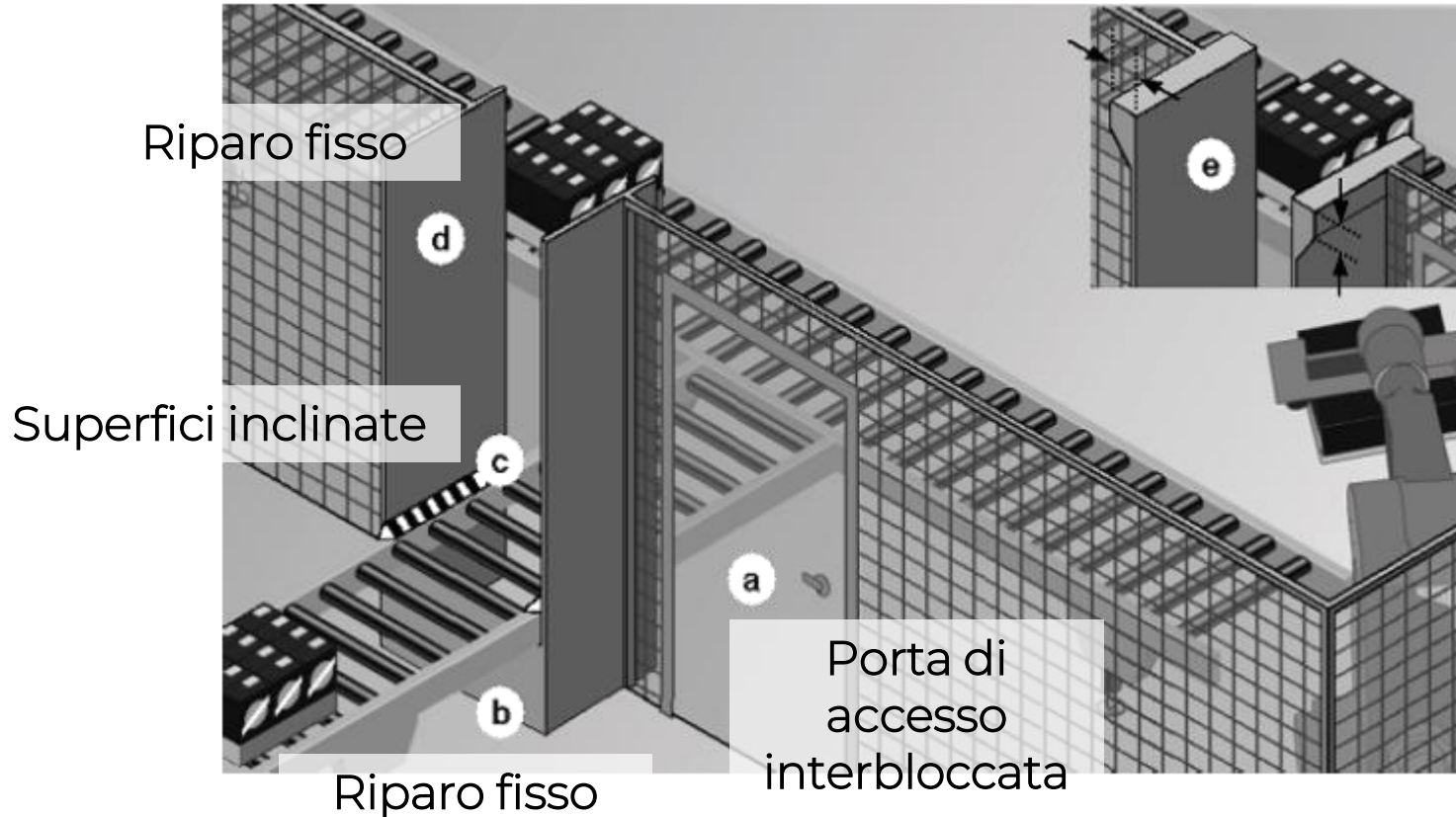
- Quattro fasci:
  - fasci paralleli con controllo della temporizzazione dei sensori (entrata/uscita);
  - fasci paralleli con controllo della sequenza dei sensori (entrata/uscita).



# Aperture per il passaggio dei materiali

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.7 e allegato C)

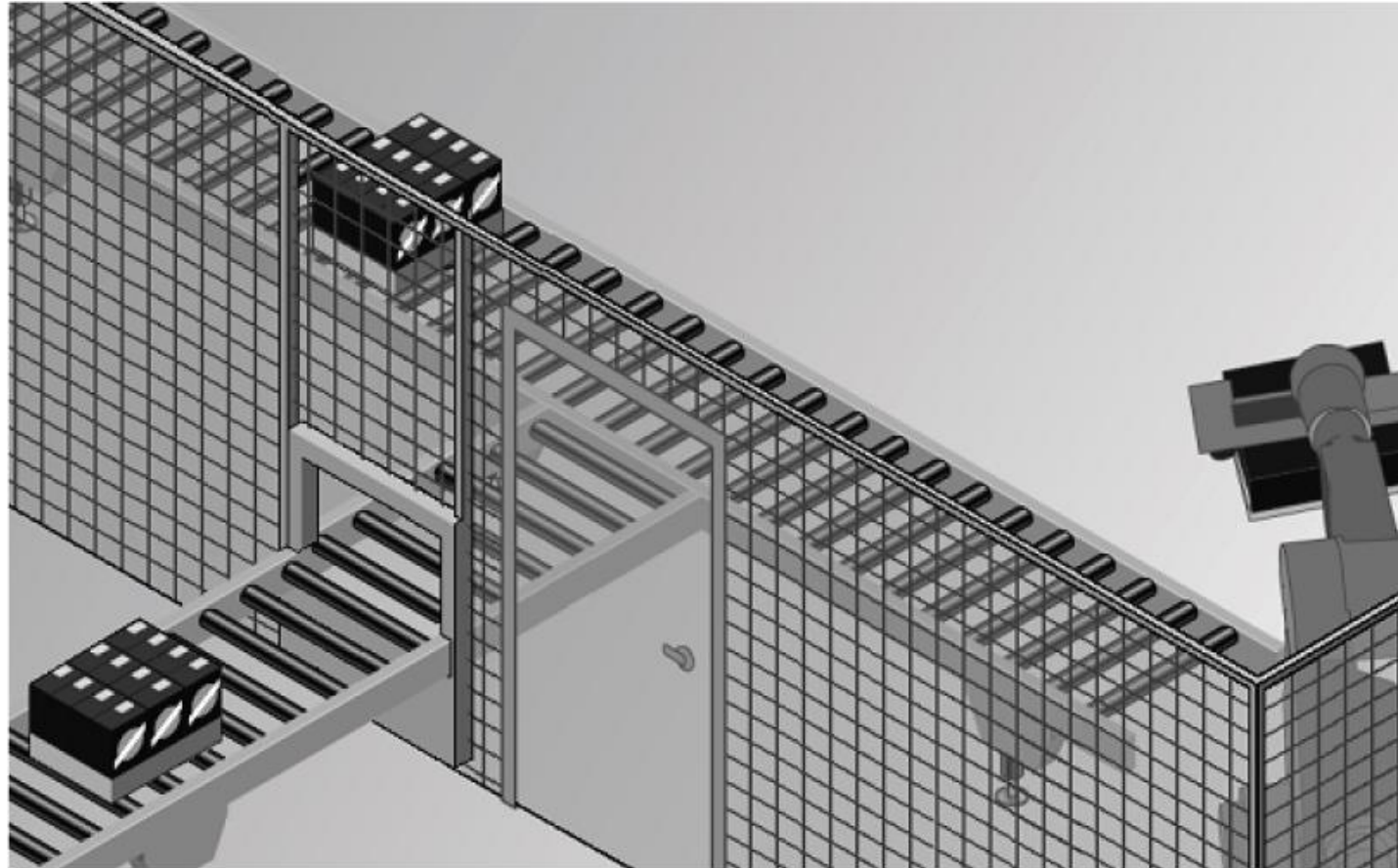
- Misure di protezione in corrispondenza di un trasportatore.



# Aperture per il passaggio dei materiali

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.7 e allegato C)

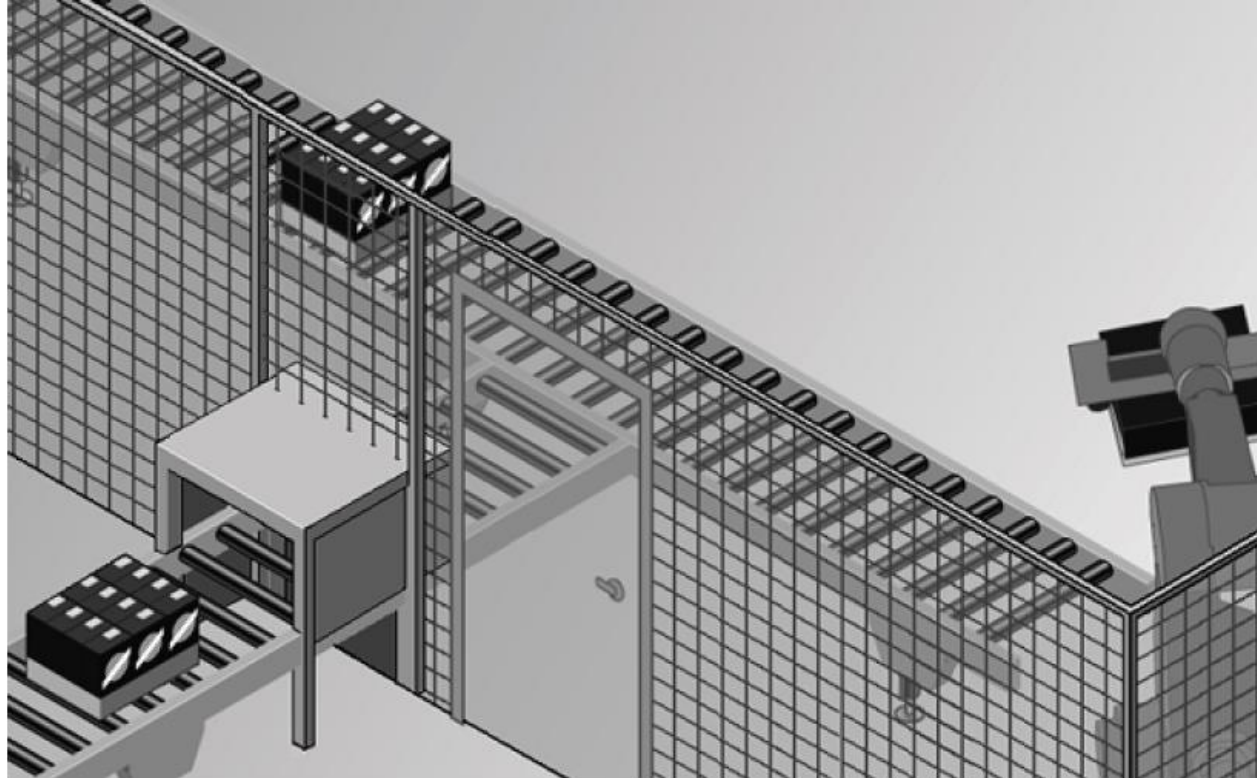
- Misure di protezione in corrispondenza di aperture di piccole dimensioni.



# Aperture per il passaggio dei materiali

UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.7 e allegato C)

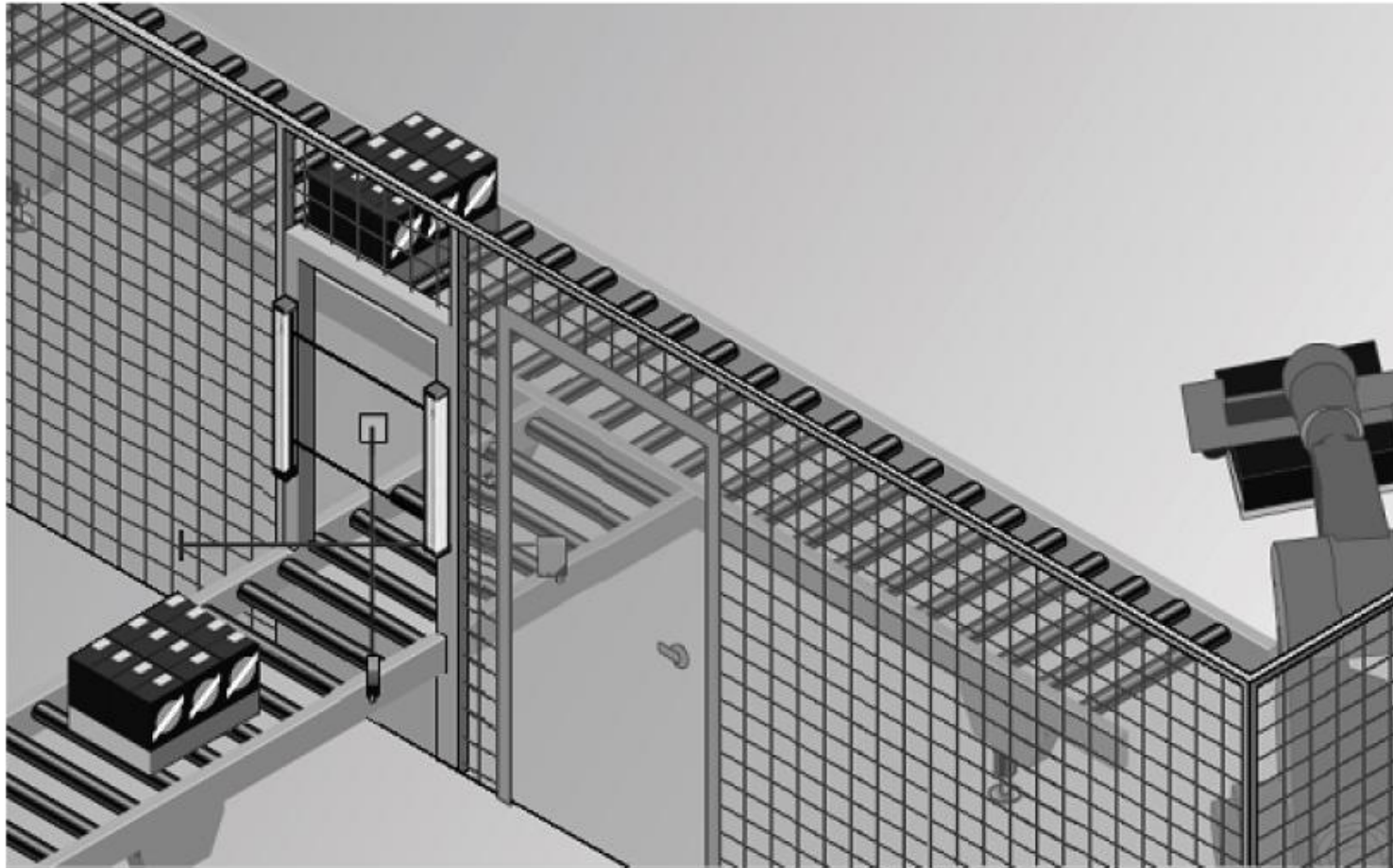
- Tunnel di protezione.



# Aperture per il passaggio dei materiali

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.7 e allegato C)

- Barriera fotoelettrica con sistema di muting (CEI EN IEC 62046:2021).



# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011 e rapporto tecnico ISO/TR 20218-2:2017

Stazioni carico/scarico manuale isole robotizzate

# Misure di protezione per stazioni manuali

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.6)

- Nel caso in cui un operatore ed un robot dovessero occupare lo stesso spazio, occorre:
  - impedire che il robot raggiunga lo spazio di lavoro oppure fare in modo che sia in stato sicuro prima di raggiungere lo spazio di lavoro, oppure
  - impedire che l'operatore raggiunga lo spazio di lavoro del robot o portare il robot in uno stato sicuro prima che l'operatore possa accedervi.
- Per ragioni ergonomiche, sono tollerati ripari aventi un'altezza compresa tra 1000 mm e 1400 mm.
- Lo spazio massimo tra le stazioni mobili (ad esempio tavole rotanti) e gli elementi fissi (ad esempio parti della macchina o protezioni perimetrali) non deve essere superiore a 120 mm.

# Stazioni di carico e scarico manuali

## ISO/TR 20218-2:2017

- Questo documento è applicabile ai sistemi robotizzati che prevedono **applicazioni di carico/scarico manuale** nel quale una zona pericolosa è protetta impedendo l'accesso ad essa.
- Per questo tipo di applicazione, è importante considerare la necessità:
  - sia di **restrizioni di accesso** alle zone pericolose;
  - sia di luoghi di lavoro **ergonomicamente adatti**.
- Questo documento **integra la norma UNI EN ISO 10218-2:2011** e fornisce ulteriori informazioni e indicazioni sulla riduzione del rischio di intrusione nelle zone pericolose nella progettazione e salvaguardia delle stazioni manuali di carico/scarico.

# Progettazione sicura

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.1)

- Le stazioni di carico/scarico manuali richiedono l'interazione dell'operatore con il sistema robotizzato nella stessa area, ma **non contemporaneamente**. Si applicano la UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.11) e la ISO/TS 15066:2016 se si tratta di un'applicazione collaborativa.
- Ci sono due problematiche principali:
  - salvaguardare l'operatore **dai pericoli introdotti dal robot e dal sistema robotico**;
  - **impedire l'accesso** alle zone pericolose oltre la stazione di carico/scarico manuale.
- Il dimensionamento delle protezioni e delle strutture di protezione contro l'accesso alle aree pericolose è descritto nelle norme UNI EN ISO 14120:2015 e UNI EN ISO 13857:2020.
- Per **ridurre i rischi ergonomici**, le stazioni di carico/scarico manuali possono essere **più basse di 1400 mm**. La norma UNI EN ISO 13857:2020 afferma che le strutture di protezione inferiori a 1400 mm non dovrebbero essere utilizzate senza misure di protezione aggiuntive.

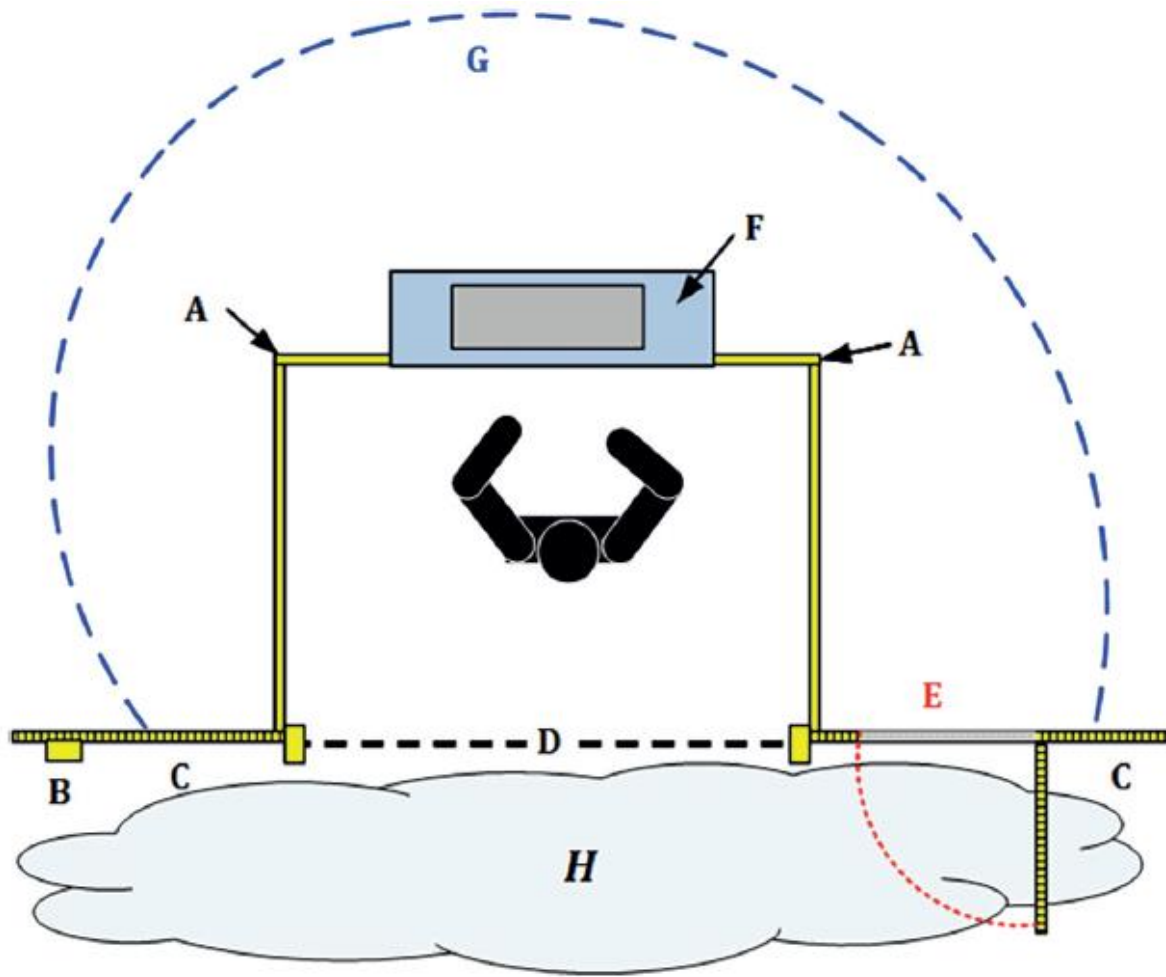
# Progettazione sicura

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.1)

- Il **rilevamento della presenza continua** può essere utilizzato come misura per prevenire una o entrambe le seguenti condizioni:
  - avvio inatteso;
  - contatto tra l'operatore e il sistema robotizzato mantenendoli in zone separate.
- **NOTA:** Un esempio di rischio ergonomico è la manipolazione di pezzi pesanti o di grandi dimensioni durante le operazioni di carico/scarico manuale. Una progettazione inadeguata dell'attività, della macchina o del sistema potrebbe comportare maggiori fattori di rischio ergonomici per il lavoratore.

# Esempio di stazione manuale

## ISO/TR 20218-2:2017

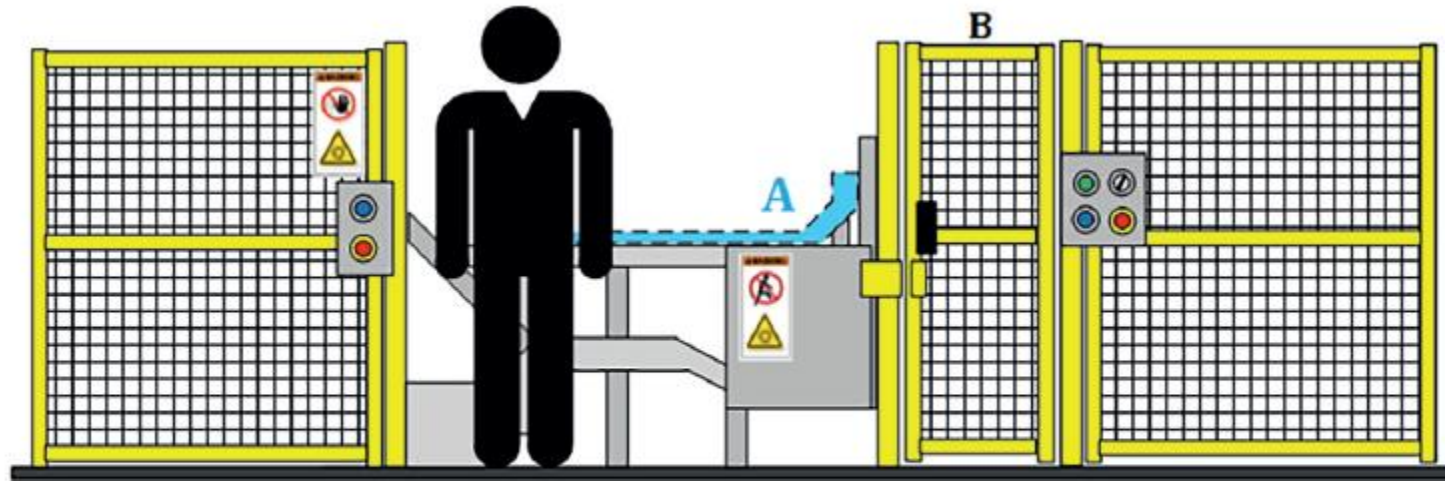


- A Protezione
- B Ripristino
- C Protezione perimetrale
- D Dispositivo di protezione (riparo interbloccato o dispositivo di rilevamento)
- E Accesso per manutenzione (mostrato come riparo interbloccato)
- F Area dove avviene l'operazione di carico/scarico
- G Area pericolosa all'interno dello spazio protetto
- H Area all'esterno dello spazio protetto (area non pericolosa)

# Progettazione tipica

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.2)

- La norma UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.5.2, specifica i requisiti per i mezzi per l'accesso sicuro dell'operatore al sistema robotizzato o alla cella robotizzata. Questi mezzi di **accesso dovrebbero essere vicini alle stazioni di carico/scarico manuali**.



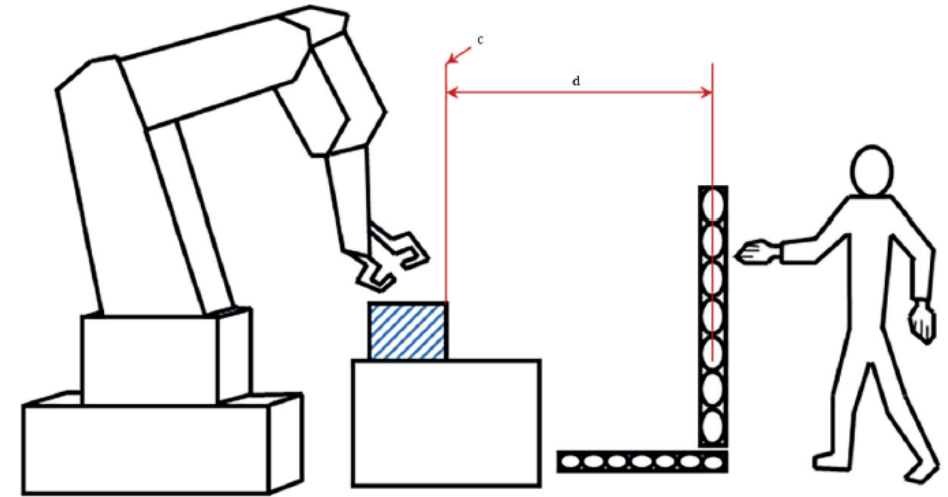
Key

A workplace

B interlocked guard

# Progettazione tipica ISO/TR 20218-2:2017 (§5.2)

- La protezione contro i pericoli che il lavoratore potrebbe raggiungere dalla stazione di carico/ scarico manuale è garantita mediante protezioni secondo UNI EN ISO 14120:2015, con adeguate distanze di sicurezza secondo UNI EN ISO 13857:2020, tabella 2.
- La protezione contro i pericoli che il lavoratore potrebbe raggiungere stando fuori dalla stazione manuale di carico/scarico è realizzata da dispositivi di protezione sensibili e uno o più protezioni interbloccate, installate secondo UNI EN ISO 14119:2013, UNI EN ISO 14120:2015 e UNI EN ISO 13855:2010.
- Al sistema robotizzato viene impedito di violare la distanza di sicurezza mediante dispositivi **di limitazione non meccanici** [ad esempio limitatore di sicurezza, dispositivo di protezione elettrosensibile (ESPE)] secondo UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.4). Ciò significa che l'integratore **deve tenere conto della distanza di arresto del sistema robotizzato** quando si stabilisce lo spazio dinamico ristretto del sistema robotizzato.



- c Spazio ristretto del sistema robotizzato
- d Distanza di sicurezza in accordo con la UNI EN ISO 13855:2010

# Dispositivi con altezze tra 1000 mm e 1400 mm

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.4)

- Se l'altezza di 1400 mm del dispositivo di impedimento non può essere raggiunta a causa della progettazione del sistema, la riduzione dell'altezza del dispositivo di impedimento a 1000 mm potrebbe essere possibile a seconda dell'efficacia della protezione data dalla forma del dispositivo di impedimento e dai risultati della valutazione del rischio. La deviazione dall'altezza di 1400 mm dovrebbe essere la più piccola possibile. Le aree in cui non viene raggiunta l'altezza di 1400 mm devono essere ridotte al minimo.
- Quando l'altezza della stazione di carico/scarico manuale è compresa tra 1400 mm e 1000 mm, la struttura può diventare un mezzo che impedisce l'ingresso nella cella robotizzata (vedere la UNI EN ISO 13857:2020).
- Sebbene la struttura possa essere un mezzo di impedimento adeguato, la UNI EN ISO 10218-2:2011 richiede che una valutazione del rischio affronti sia i pericoli generati dal robot e dal sistema robotizzato e qualsiasi ulteriore protezione necessaria per la struttura (ad esempio forche dei carrelli elevatori che creano gradini naturali per lo scavalcamiento). Se i dispositivi di impedimento sono inferiori a 1400 mm di altezza, devono essere dotati di misure di protezione aggiuntive secondo la UNI EN ISO 13857:2020.

# Dispositivi con altezze tra 1000 e 1400 mm

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.4)

- Tali misure comprendono una combinazione di misure tecniche e informative, ad esempio:
  - mantenere le protezioni e i dispositivi di impedimento nelle stazioni di carico/scarico manuali **il più in alto possibile**;
  - mantenere le aperture/maglie delle protezioni **più piccole possibili**;
  - includere **dispositivi di protezione aggiuntivi** (ad esempio ESPE, vedere la UNI EN ISO 13855:2010) per controllare in modo sicuro i pericoli all'interno della cella robotizzata (i requisiti di distanza minima sono descritti nella UNI EN ISO 10218-2:2011, §5.10.3.3 e §5.10.3.4).
- Quanto segue può essere utilizzato per integrare le protezioni delineate di cui sopra:
  - **segnali di avvertimento**;
  - **istruzioni scritte** presso le stazioni di carico/scarico manuali;
  - misure supplementari per ridurre ulteriormente il rischio residuo di elusione del dispositivo fornendo **un mezzo di accesso sicuro nelle vicinanze** e relativa **formazione agli operatori** (vedi la UNI EN ISO 10218-2:2011, allegato C).

# Dispositivi con altezze inferiori a 1000 mm

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.5)

- La norma UNI EN ISO 13857:2020 specifica che una stazione di carico/scarico manuale inferiore a 1000 mm non limita sufficientemente l'ingresso e necessita di un dispositivo di protezione aggiuntivo.
- In tali casi, l'ingresso viene rilevato utilizzando uno o più dispositivi di protezione. La norma UNI EN ISO 10218-2:2011 specifica che la progettazione e la costruzione della stazione di lavoro deve fornire misure efficaci per impedire l'ingresso nella zona pericolosa all'interno della cella robotizzata o, in caso di intrusione, che i rischi associati a tale ingresso siano adeguatamente ridotti. Per raggiungere ciò, la strategia di progettazione per prevenire, impedire o rilevare l'ingresso nella cella robotizzata attraverso la stazione di carico/scarico manuale garantisce che i rischi associati a tale ingresso siano adeguatamente ridotti applicando i seguenti principi, nel seguente ordine:
  - **la struttura meccanica** è progettata per essere un mezzo di impedimento;
  - **il sequenziamento di più zone** determina se qualcuno si sta muovendo attraverso le zone di rilevamento e sta entrando nella cella robotizzata;
  - viene utilizzato **il rilevamento interno delle intrusioni** per rilevare una persona che tenta di entrare oltre **la struttura**.
- Queste misure supplementari sono ritenute sufficienti a prevenire l'elusione ragionevolmente prevedibile delle protezioni, ad esempio aggiunta di componenti inclinati per evitare di camminare sull'ESPE per entrare nella cella robotizzata.

# Deterrenti meccanici

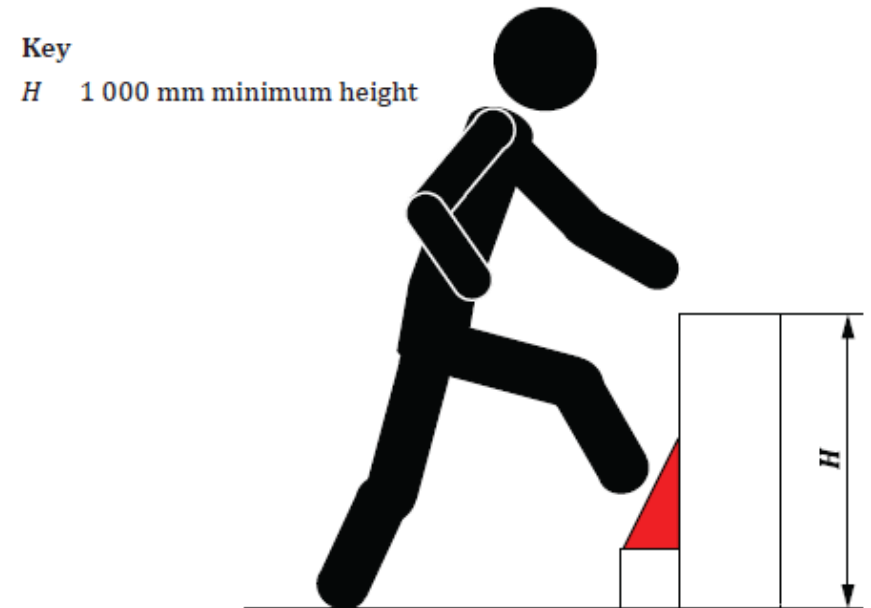
## Prevenzione dell'accesso con tutto il corpo (ISO/TR 20218-2:2017, §5.6.1)

- La progettazione della struttura è tale che l'operatore non può accedere completamente con tutto il corpo all'interno della cella robotizzata **strisciando/infilandosi attraverso un'apertura** della struttura. La progettazione della struttura applica i principi specificati nelle norme UNI EN ISO 13857:2020 e UNI EN ISO 14120:2015.
- La norma UNI EN ISO 13857:2020 specifica le modalità di raggiungere elementi pericolosi attraverso le aperture delle protezioni. Come specificato nella nota la UNI EN ISO 13857:2020, tabella 7, **aperture a feritoia superiori a 180 mm** e aperture quadrate/ rotonde con aperture superiori a 240 mm **consentono l'accesso per tutto il corpo**. Le aperture progettate con queste limitazioni impediscono l'accesso strisciando/a carponi.
- Una valutazione del rischio può determinare se un'apertura più ampia è efficace nel prevenire l'accesso strisciando/a carponi, mediante un'analisi di quanto segue:
  - dati antropometrici esistenti (vedere la ISO 7250);
  - le dimensioni necessarie per consentire l'ingresso strisciando/a carponi (vedere le norme della serie UNI EN 547);
  - altri aspetti fisici dell'apertura che potrebbero essere l'impedimento all'entrata.

# Deterrenti meccanici

## Eliminazione del gradino (ISO/TR 20218-2:2017, §5.6.2)

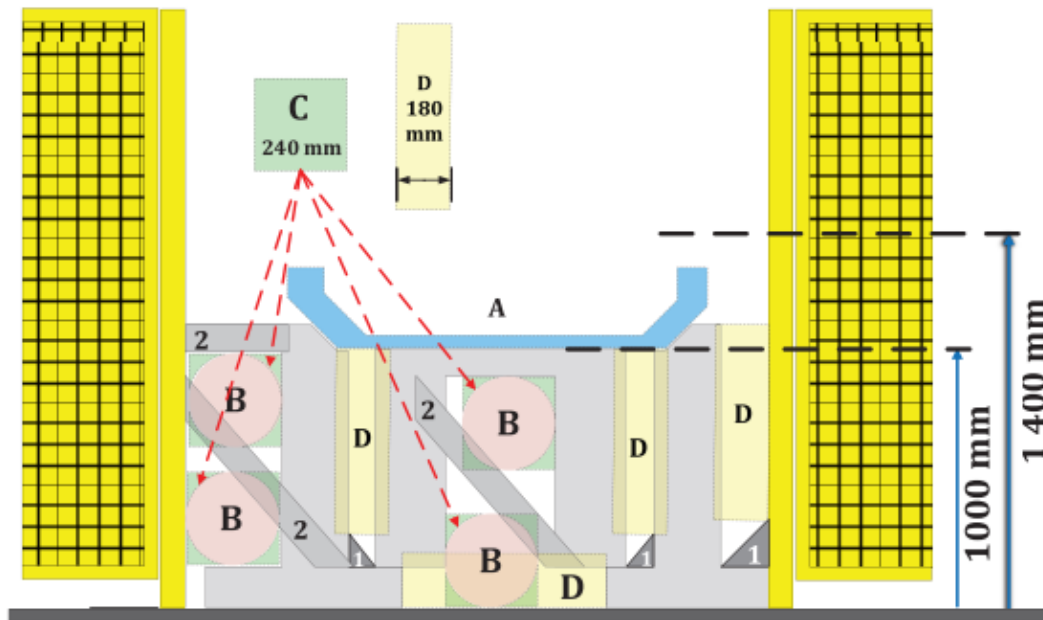
- Le superfici verticali della struttura sono progettate per eliminare la possibilità di scavalcare la struttura stessa, come segue:
  - non vi è alcun gradino né porzione in cui la persona possa arrampicarsi afferrando qualcosa; se questa condizione non è soddisfatta, l'intrusione di una persona deve essere rilevata da:
    - dispositivi di protezione elettrosensibili secondo le norme della serie CEI EN IEC 61496 o
    - un riparo interbloccato secondo le UNI EN ISO 14120:2015 e UNI EN ISO 14119:2013;
  - non è possibile arrampicarsi su una superficie inclinata anche se la persona afferra qualcosa.



# Deterrenti meccanici

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.6)

- Se il passaggio attraverso la struttura comporta una **rotazione di 90 ° da parte dell'individuo**, è altamente improbabile l'ingresso strisciando/a carponi .
- Non è sufficiente predisporre etichette di avvertimento che vietano l'ingresso strisciando/infilandosi attraverso le aperture della struttura.



- 1 Superficie inclinata atta a impedire l'uso del gradino come accesso
  - 2 Struttura aggiunta per l'imitare le dimensioni dell'apertura
- A Pezzo in lavorazione  
B Apertura circolare per prevenire l'accesso (dimensione massima 240 mm)  
C Apertura quadrata per prevenire l'accesso (dimensione massima 240 mm)  
D Apertura rettangolare per prevenire l'accesso (dimensione massima 180 mm)

# Detezione dell'accesso nella zona pericolosa

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.7)

- Come indicato nelle norme della serie CEI EN IEC 61496, CEI EN IEC 62046:2021, UNI EN ISO 13855:2010 e della serie UNI EN ISO 13856, i **dispositivi di protezione sensibili (SPE) possono essere utilizzati per rilevare l'intrusione di una persona nell'area pericolosa**. È possibile utilizzare SPE o una combinazione di SPE, prendendo in considerazione quanto segue:
  - il dispositivo è installato per **rilevare l'ingresso di una persona** nello spazio protetto;
  - il dispositivo è installato per **determinare il movimento della persona** (avanti o all'indietro verso la zona pericolosa) valutando la posizione della persona in momenti diversi o rilevando la direzione del movimento della persona;
  - il metodo di valutazione del movimento e della posizione della persona fornisce una stima attendibile se una persona è entrata nell'area pericolosa e, in tal caso, il **dispositivo di protezione avvia un arresto protettivo**.
- Se esiste il rischio che **più di una persona entri** nella stazione di carico e una persona acceda alla zona di pericolo, il sistema **rileva questa situazione** e avvia un arresto di protezione.
- I requisiti di distanza minima sono descritti nella UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.3.3 e §5.10.3.4).

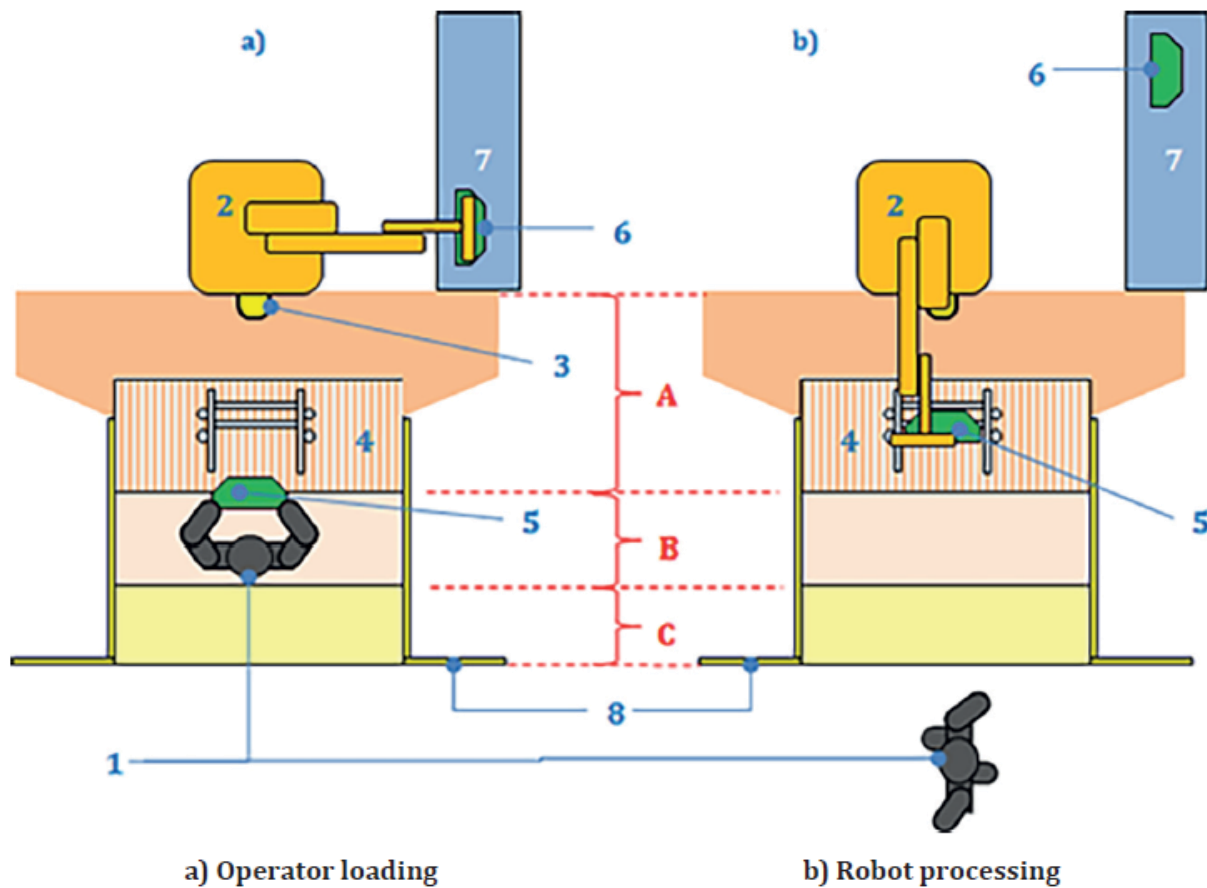
# Detezione della presenza

## ISO/TR 20218-2:2017 (§5.8)

- Il rilevamento delle intrusioni viene utilizzato per rilevare una persona che tenta di entrare oltre la struttura (vedere §5.6). **Il rilevamento della presenza è il rilevamento di una persona all'interno dell'area pericolosa.**
- A seconda dei risultati della valutazione del rischio, potrebbe essere necessario il rilevamento continuo della presenza dell'operatore all'interno della stazione di carico/scarico manuale.
- Di seguito sono indicati i mezzi per eseguire il rilevamento delle intrusioni:
  - zona interna appena all'interno della struttura mediante un dispositivo SPE;
  - scanners posizionati sotto o sulla struttura per rilevare persone che attraversano dal lato di carico/scarico della struttura verso l'interno della cella robotizzata;
  - dispositivi di protezione sensibili installati secondo UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.10.5).

# Laser scanner con tre zone

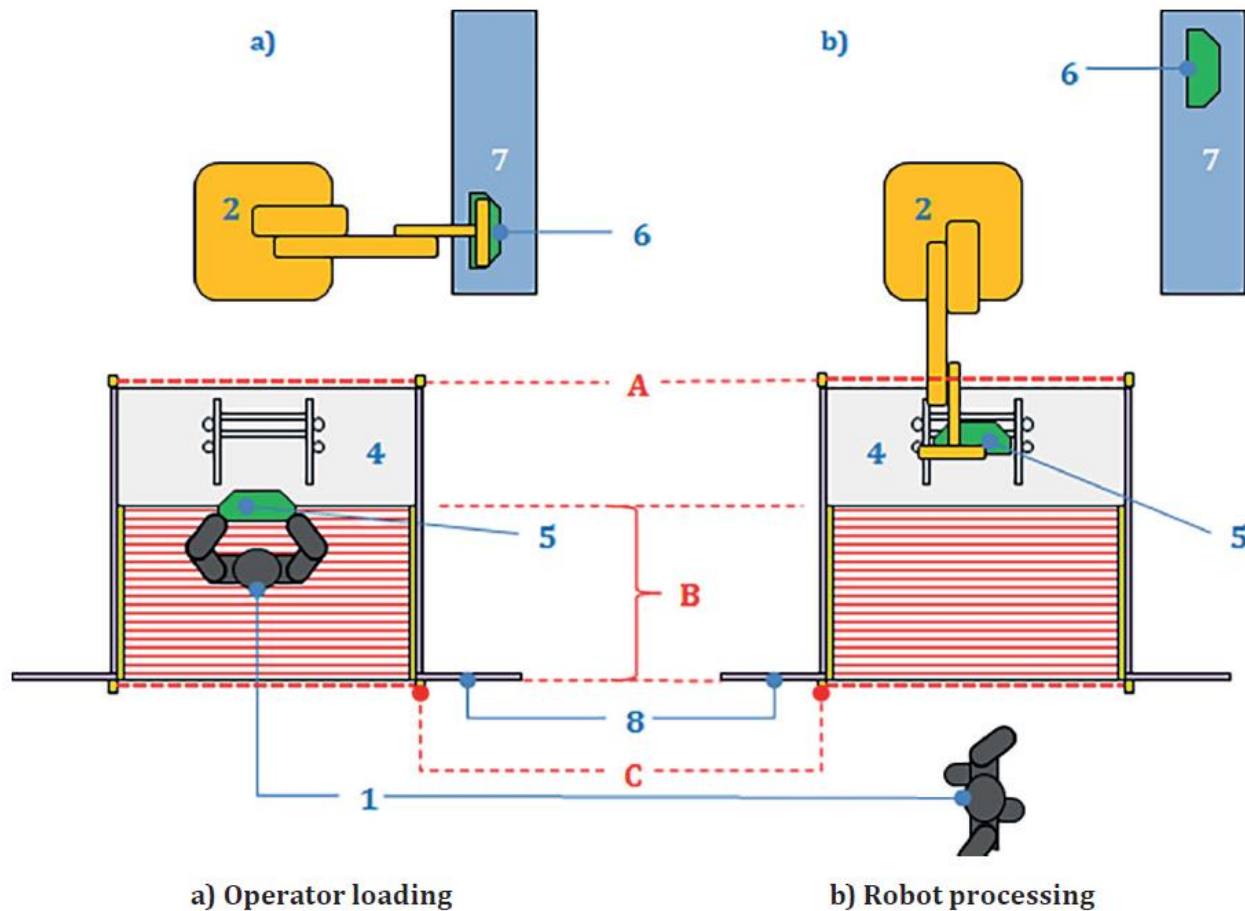
## ISO/TR 20218-2:2017 (figura 6)



1	Operatore che carica/scarica stazione	Operatore che esegue altre operazioni
2	Movimentazione del sistema robotizzato industriale	Lavorazione del sistema robotizzato industriale
3	Laser scanner (AOPDDR)	
4	Area dove avvengono operazioni di carico/scarico manuale	
5	Caricamento del pezzo	Lavorazione del pezzo
6	Trasferimento del pezzo	Pezzo sul trasportatore
7	Trasportatore	
8	Protezioni perimetrali	
A	Campo di rilevamento interno (anche al di sotto della stazione manuale di carico/scarico)	
B	Campo di rilevamento area di carico	
C	Campo di rilevamento area ingresso-uscita	

# Barriera fotoelettrica all'interno della stazione

## ISO/TR 20218-2:2017 (figura 7)



1	Operatore che carica/scarica stazione	Operatore che esegue altre operazioni
2	Movimentazione del sistema robotizzato industriale	Lavorazione del sistema robotizzato industriale
4	Area dove avvengono operazioni di carico/scarico manuale	
5	Caricamento del pezzo	Lavorazione del pezzo
6	Trasferimento del pezzo	Pezzo sul trasportatore
7	Trasportatore	
8	Protezioni perimetrali	
A	Barriera fotoelettrica di sicurezza interna (AOPD)	
B	Barriera fotoelettrica di sicurezza area di carico – sensore di presenza (AOPD)	
C	Barriera fotoelettrica di sicurezza ingresso – uscita (AOPD)	

# Informazioni per l'uso

## ISO/TR 20218-2:2017 (§6)

- Le informazioni per l'uso devono contenere le informazioni e le istruzioni necessarie per l'uso corretto della stazione di carico/scarico manuale e la sua integrazione nella cella robotizzata. Le informazioni riportano sia l'uso previsto sia **l'uso scorretto prevedibile** della stazione di carico/scarico manuale e la sua integrazione con la cella robotizzata. Informazioni sul rischio residuo e avvertenze devono essere fornite all'utente.
- Esempi di avvertenze comprendono:
  - “non è un ingresso approvato”;
  - “non è un punto di accesso approvato”;
  - “non arrampicarsi”.
- Si ricorda che tutte le scritte sulla macchina devono essere riportate nella lingua del paese di utilizzo.



# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011 & specifica tecnica ISO/TS 15066:2016

Robot collaborativi

# Modalità di funzionamento collaborativa

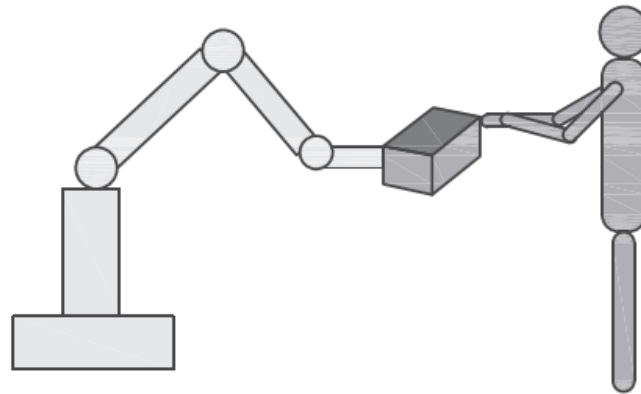
## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.11)

- La modalità di funzionamento collaborativa consiste in una operazione che avviene tra un operatore e il robot che **condividono uno spazio di lavoro comune**.
- È possibile solo per:
  - predeterminate mansioni;
  - quando tutti i sistemi di protezione sono attivi;
  - **per i robot progettati esplicitamente per la modalità di funzionamento collaborativa** in accordo con la norma UNI EN ISO 10218-1:2012 (in particolare il §5.10).
- A causa della riduzione della distanza tra l'operatore e il robot, c'è il rischio di urto. Devono essere prese delle misure di protezione per la sicurezza dell'operatore.
- In aggiunta alle norme della serie UNI EN ISO 10218, è possibile prendere a riferimento la **specifica tecnica ISO/TS 15066:2016** *“Robots and robotic devices – Collaborative robots”*.

# Modalità di funzionamento collaborativa

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.11)

- Lo **spazio** previsto per la modalità di funzionamento collaborativa **deve essere chiaramente identificato** (segni, indicazioni sul pavimento, ecc.).
- Deve essere mantenuta una **distanza minima di 500 mm** tra il robot e le altre parti del sistema (barriere perimetrali, altre macchine, equipaggiamenti, ecc.); **nel caso non fosse possibile garantire tale distanza**, devono essere previsti ulteriori sistemi di protezione per arrestare il robot in sicurezza.
- I robot previsti per il funzionamento in modalità collaborativa dovrebbero recare il seguente simbolo.



# Definizioni per robot collaborativi

## ISO/TS 15066:2016 (§3)

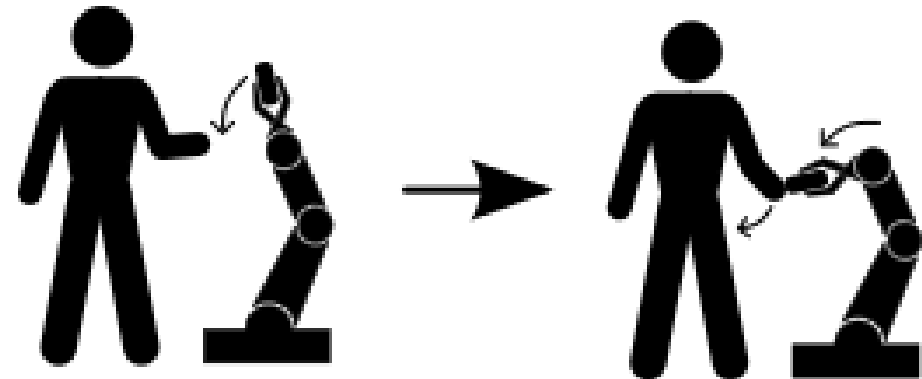
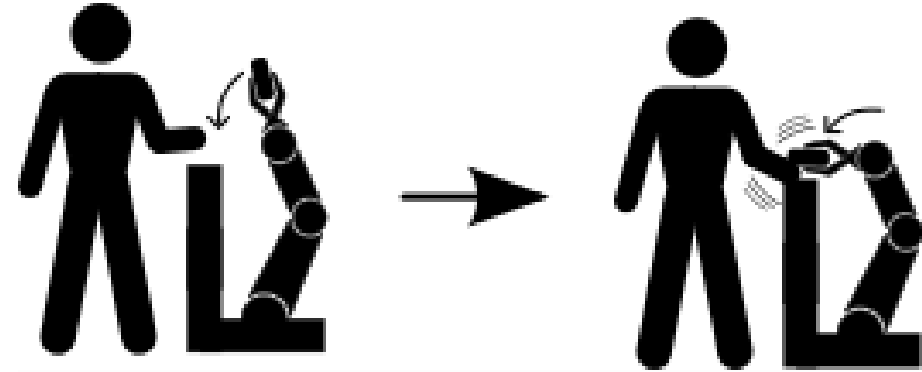
- Funzionamento collaborativo: stato in cui un robot **appositamente** progettato e un operatore lavorano all'interno di uno spazio di lavoro collaborativo.
- **Spazio di lavoro collaborativo**: spazio all'interno dello spazio di lavoro in cui il robot (compreso il pezzo da lavorare) e un essere umano possono eseguire le attività contemporaneamente durante le operazioni di produzione.



- **Distanza di separazione protettiva**: la distanza più breve consentita tra qualsiasi parte pericolosa in movimento del robot e qualsiasi essere umano nello spazio di lavoro collaborativo.

# Definizioni per robot collaborativi ISO/TS 15066:2016 (§3)

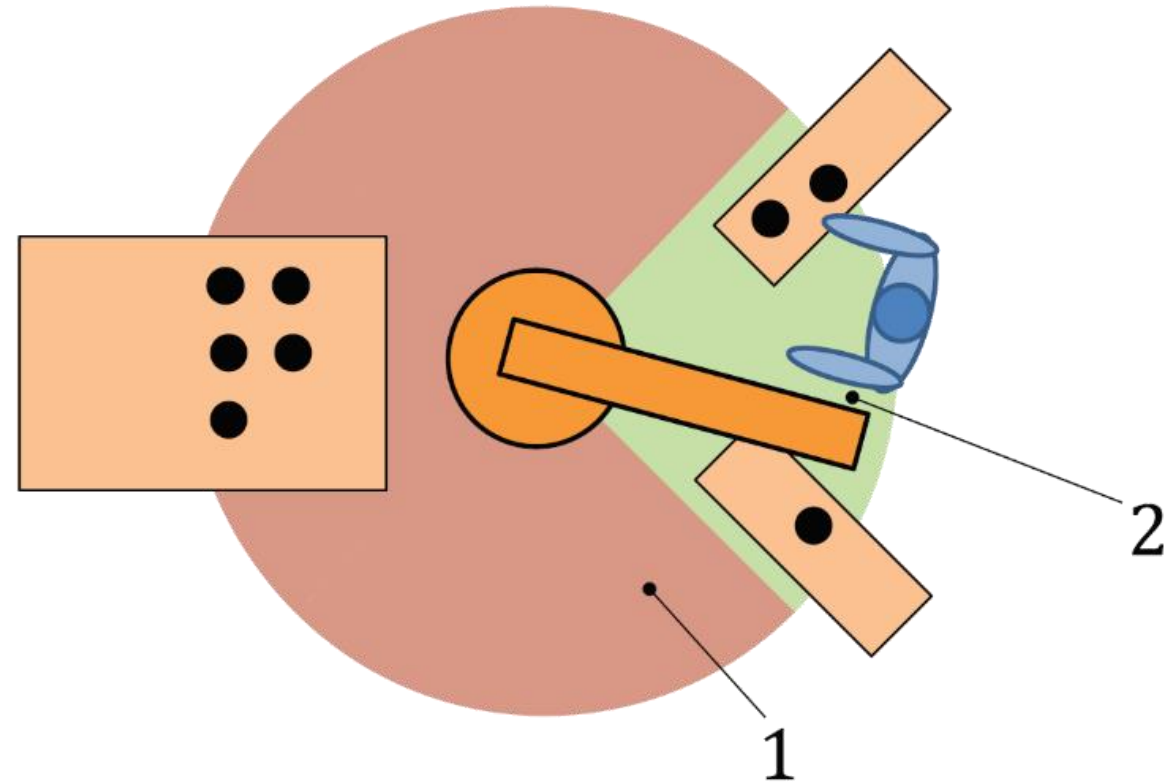
- **Contatto quasi statico:** contatto tra un operatore e una parte di un robot, in cui una parte del corpo dell'operatore può essere bloccata tra una parte mobile di un robot e un'altra parte fissa o mobile della cella robotizzata.
- **Contatto transitorio:** contatto tra un operatore e una parte di un robot, in cui la parte del corpo operatore non è bloccata e può indietreggiare o ritirarsi dalla parte mobile del robot.



# Spazio collaborativo

## ISO/TS 15066:2016 (§4.1)

- Nel funzionamento collaborativo di un robot, gli operatori possono lavorare in prossimità del robot, mentre gli attuatori del robot sono in potenza, e il contatto fisico tra un operatore e il robot può verificarsi in uno spazio di lavoro collaborativo.



- 1 Spazio operativo
- 2 Spazio di lavoro collaborativo

# Requisiti per robot collaborativi

## Arresto monitorato di sicurezza (UNI EN ISO 10218-1:2012, §5.10)

- Il robot deve fermarsi quando un essere umano è nello spazio di lavoro collaborativo; la funzione di arresto deve essere conforme a §5.4 e §5.5.3; il robot può riprendere il funzionamento automatico quando l'uomo lascia lo spazio collaborativo.
- In alternativa, il robot può rallentare, **ottenendo un arresto di categoria 2 secondo CEI EN 60204-1:2018**; una volta arrestato, la condizione di arresto deve essere monitorata dal sistema di controllo di sicurezza in accordo con §5.4; un guasto della funzione di arresto monitorato di sicurezza deve causare un arresto di categoria 0.
- L'arresto di categoria 2 può essere ottenuto per mezzo di un sistema di azionamento elettrico che effettua un arresto operativo sicuro (**SOS** o safe operating stop) secondo **CEI EN 61800-5-2:2017**.

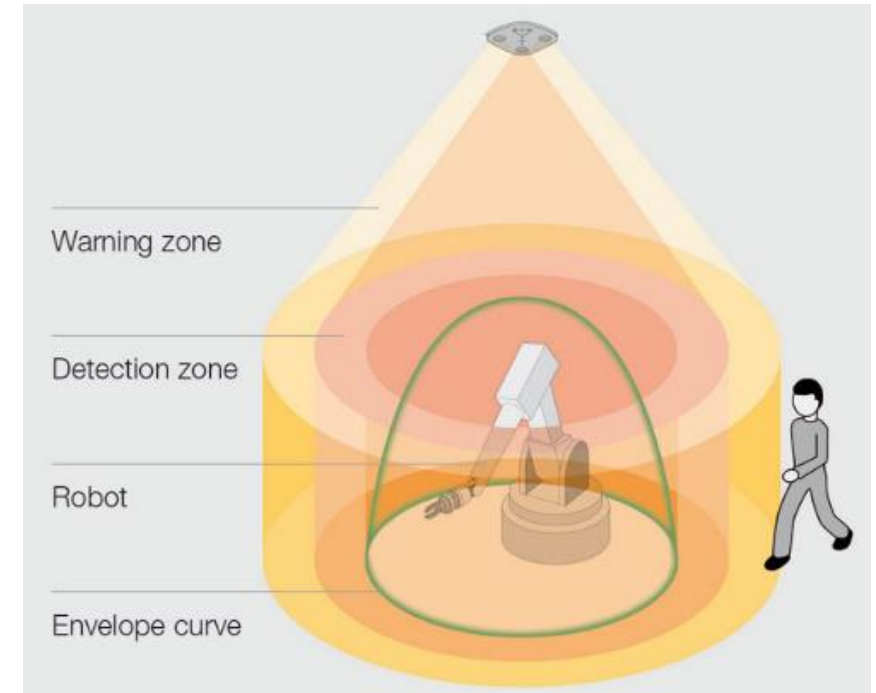
# Arresto monitorato di sicurezza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.2)

- Il robot può entrare nell'area di lavoro collaborativa solamente se non ci sono operatori presenti.
- Il movimento del robot viene **arrestato prima che l'operatore entri nello spazio collaborativo** per interagire con il robot (ad esempio caricare un pezzo).
- Se non c'è **nessun operatore** nell'area di lavoro collaborativa, il robot può operare in **modo non collaborativo**.
- Il **movimento** del robot può **riprendere** senza ulteriori interventi solo dopo che l'operatore ha **lasciato l'area** di lavoro collaborativa.
- Le distanze nello spazio di lavoro collaborativo devono essere conformi ai requisiti della norma UNI EN ISO 13855:2010.

# Arresto monitorato di sicurezza ISO/TS 15066:2016 (§5.5.2)

Movimento del robot o funzione di arresto		Vicinanza dell'operatore allo spazio collaborativo	
		Al di fuori	All'interno
Vicinanza del robot allo spazio collaborativo	Al di fuori	Continuare	Continuare
	All'interno e in movimento	Continuare	Arresto di protezione
	All'interno, in arresto monitorato di sicurezza	Continuare	Continuare



# Requisiti per robot collaborativi

## Guida manuale (UNI EN ISO 10218-1:2012, §5.10)

- L'equipaggiamento per la guida manuale deve essere collocato **vicino** al dispositivo che effettua la lavorazione e deve essere dotato di:
  - un **arresto di emergenza** conforme a §5.5.2 e §5.8.4 e
  - un **dispositivo di consenso** conforme a §5.8.3.
- Il robot deve muoversi con una **funzione di velocità monitorata in sicurezza attiva** (vedi §5.6.4); il limite di velocità monitorato in sicurezza è determinata dalla valutazione dei rischi.

# Guida manuale

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.3)

- L'operatore utilizza un **dispositivo manuale** per trasmettere i comandi di movimento al robot.
- **Prima** che l'operatore abbia il permesso di **entrare nello spazio** di lavoro collaborativo il robot deve essere in **arresto monitorato** di sicurezza.
- L'operatore aziona manualmente un dispositivo di guida posto in **prossimità dell'end-effector** del robot.
- Se i requisiti di limitazione della potenza e della forza sono soddisfatti durante la guida manuale, i requisiti del punto 5.5.3 non si applicano.



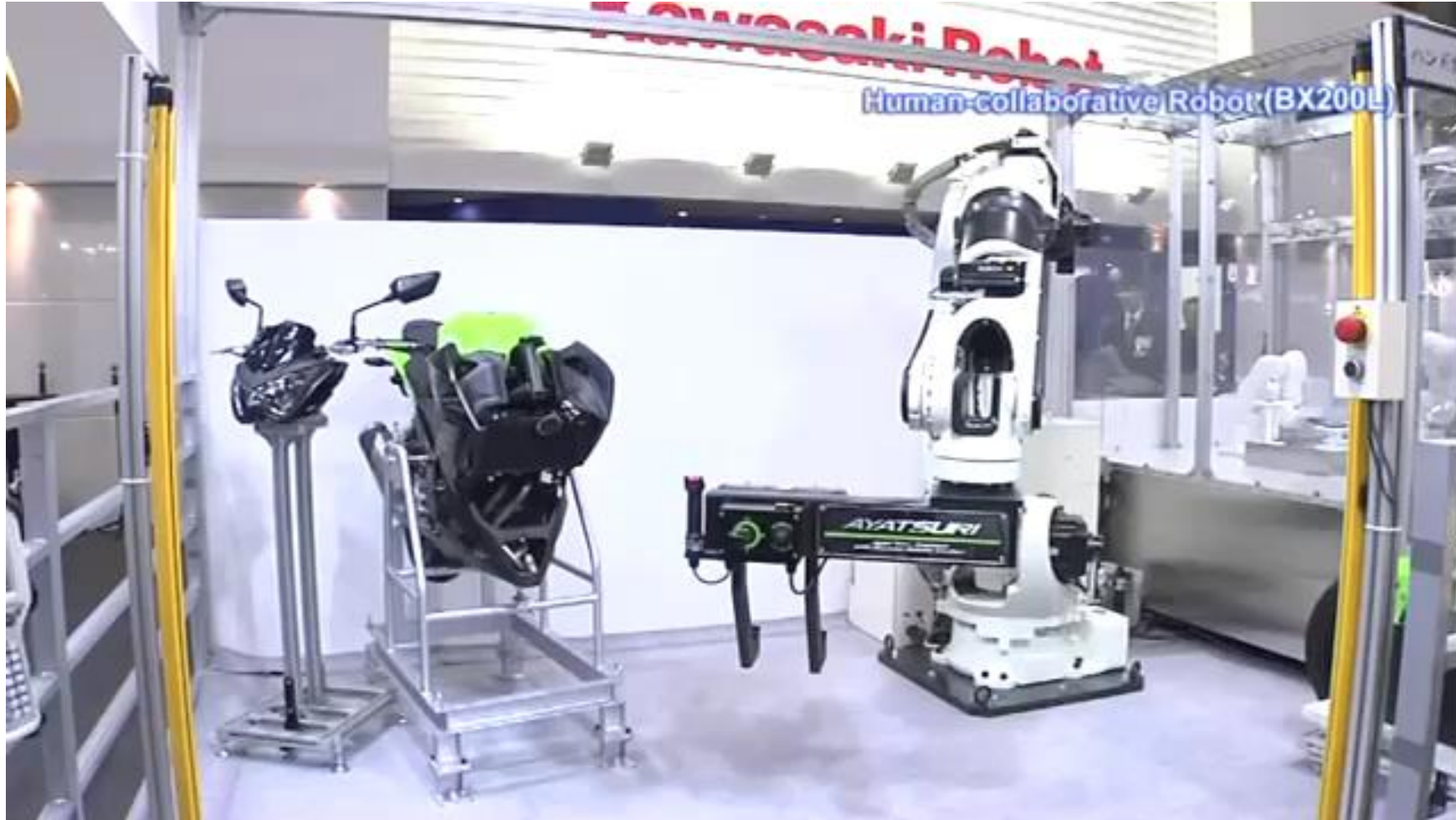
# Guida manuale

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.3)

- Il robot deve disporre di un **controllo di sicurezza della velocità** e di una funzione di arresto monitorato di sicurezza.
- Se la sicurezza dell'operatore dipende dalla limitazione dell'ampiezza del movimento del robot, il robot deve essere dotato di limitazione dello spazio mediante software di sicurezza.
- La sequenza operativa per la guida manuale è la seguente:
  - il robot è pronto per la guida manuale quando entra nell'area di lavoro collaborativa e si ferma con un arresto monitorato di sicurezza; l'operatore può quindi entrare nello spazio di lavoro collaborativo;
  - quando l'operatore ha assunto il controllo del robot con il dispositivo di guida manuale, l'arresto monitorato di sicurezza viene rilasciato e l'operatore svolge l'attività di guida manuale;
  - quando l'operatore rilascia il dispositivo di guida, viene attivato l'arresto monitorato di sicurezza;
  - quando l'operatore è uscito dall'area di lavoro collaborativa, il sistema robot può riprendere il funzionamento non collaborativo.
- **Se l'operatore entra nello spazio di lavoro** collaborativo prima che il robot sia pronto per la guida manuale, viene attivato un **arresto di protezione**.

# Guida manuale

## Esempio



# Requisiti per robot collaborativi

## Monitoraggio di velocità e separazione (UNI EN ISO 10218-1:2012, §5. 10)

- Il robot deve mantenere una determinata velocità e **distanza di separazione dall'operatore**; queste funzioni possono essere realizzate da caratteristiche integrate o da una combinazione di ingressi esterni; il rilevamento del fallimento del mantenimento della velocità o della distanza di separazione determinate devono causare un arresto di sicurezza (vedi §5.5.3); le funzioni di controllo della velocità e della separazione devono essere conformi a §5.4.2.
- **Il robot** è semplicemente un componente in un sistema robotizzato collaborativo e **non è di per sé sufficiente per un funzionamento collaborativo sicuro**; la progettazione di un sistema collaborativo dipende dalla valutazione dei rischi.
- Le velocità relative dell'operatore e del robot devono essere considerate nel calcolo della distanza minima di sicurezza; i requisiti minimi di distanza sono contenuti nella norma UNI EN ISO 13855:2010.

# Monitoraggio di velocità e distanza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.4)

- In questo modo di funzionamento, il robot e l'operatore possono **muoversi contemporaneamente** nello spazio di lavoro collaborativo.
- La riduzione dei rischi si ottiene mantenendo in ogni momento **almeno la distanza di separazione protettiva tra operatore e robot**.
- Durante il movimento il robot non si avvicina all'operatore a meno della distanza di separazione protettiva.
- Quando la distanza di separazione diminuisce ad un valore inferiore alla distanza di separazione protettiva, il robot si arresta.
- Quando l'operatore si allontana **il robot può riprendere automaticamente il movimento** mantenendo almeno la distanza di separazione protettiva.
- Quando il robot riduce la sua velocità, la distanza di separazione protettiva diminuisce in modo corrispondente.

# Monitoraggio di velocità e distanza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.4)

- Il robot deve disporre di un **controllo di sicurezza della velocità** e di una funzione di arresto monitorato di sicurezza.
- Se la sicurezza dell'operatore dipende dalla limitazione dell'ampiezza del movimento del robot, il robot deve essere dotato di limitazione dello spazio mediante software di sicurezza.
- Se la distanza di separazione tra una parte pericolosa del robot e qualsiasi operatore scende al di sotto della distanza di separazione protettiva, il robot deve:
  - attivare un arresto protettivo;
  - attivare altre funzioni legate alla sicurezza, ad esempio arrestare funzioni pericolose degli utensili.
- Le possibilità con cui il sistema di controllo del robot può evitare di violare la distanza di separazione protettiva comprendono, ma non sono limitate a:
  - **riduzione della velocità**, eventualmente seguita da un arresto monitorato di sicurezza;
  - **esecuzione di un percorso alternativo** che non violi la distanza di separazione protettiva, continuando il monitoraggio della velocità e della distanza.

# Monitoraggio di velocità e distanza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.4)

- Le velocità massime consentite e le distanze minime di separazione di **protezione** in un'applicazione possono essere **variabili o costanti**.
- Per valori variabili, le velocità massime consentite e le distanze di separazione di protezione possono essere regolate continuamente in base alle velocità e alle distanze relative del robot e dell'operatore.
- Per valori costanti, la velocità massima consentita e la distanza di separazione protettiva devono essere determinate attraverso la valutazione dei rischi come casi peggiori.

# Requisiti per robot collaborativi

Limitazione della potenza e della forza (UNI EN ISO 10218-1:2012, §5.10)

- Limitazione della potenza e della forza mediante progettazione intrinseca o controllo.
  - La funzione di limitazione della potenza o della forza del robot deve essere conforme a §5.4; se un limite di questi parametri viene superato deve essere effettuato un arresto di sicurezza.
  - **Il robot** è semplicemente un componente in un sistema robotizzato collaborativo e **non è di per sé sufficiente per un funzionamento collaborativo sicuro**; la progettazione di un sistema collaborativo dipende dalla valutazione dei rischi.



# Limitazione di potenza e forza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.5)

- In questo modo di funzionamento, il **contatto fisico tra il robot** (compreso il pezzo da lavorare) **ed un operatore può verificarsi** intenzionalmente o involontariamente.
- Possibilità di contatto tra robot e operatore:
  - situazioni di contatto previste che fanno parte della normale sequenza di lavoro;
  - situazioni di contatto accidentale, che possono essere conseguenza del mancato rispetto di procedure di lavoro, ma senza un guasto tecnico;
  - modalità di guasto che portano a situazioni di contatto.
- Si assume che l'operatore non sia protetto da misure di riduzione del rischio, inclusi dispositivi di protezione individuale.
- **L'esposizione a contatti delle regioni del corpo sensibili**, compresi il cranio, la fronte, la laringe, gli occhi, le orecchie o la faccia, **devono essere evitati per quanto ragionevolmente possibile.**
- **Oggetti con bordi acuminati, affilati o taglienti** quali aghi, cesoie o coltelli e parti che potrebbero causare lesioni **non devono essere presenti nell'area di contatto.**

# Limitazione di potenza e forza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.5)

- Metodi di progettazione sicura **passiva** comprendono, ma non sono limitati a:
  - aumento della superficie di contatto:
    - bordi e angoli arrotondati;
    - superfici lisce;
  - assorbimento dell'energia, estendendo il tempo di trasferimento dell'energia o riducendo le forze di impatto:
    - imbottitura;
    - componenti deformabili;
  - limitazione delle masse in movimento.



# Limitazione di potenza e forza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.5)

- Metodi di progettazione sicura **attiva** comprendono, ma non sono limitati a:
  - limitazione delle forze o delle coppie;
  - limitazione delle velocità delle parti in movimento;
  - limitazione del momento, della potenza meccanica o dell'energia in funzione delle masse e delle velocità;
  - utilizzo di asse controllato da software di sicurezza e funzione di limitazione dello spazio;
  - utilizzo della funzione di arresto monitorato di sicurezza;
  - uso di **dispositivi sensibili** per anticipare o rilevare il contatto (ad esempio la vicinanza o il rilevamento del contatto per ridurre le forze quasi statiche).



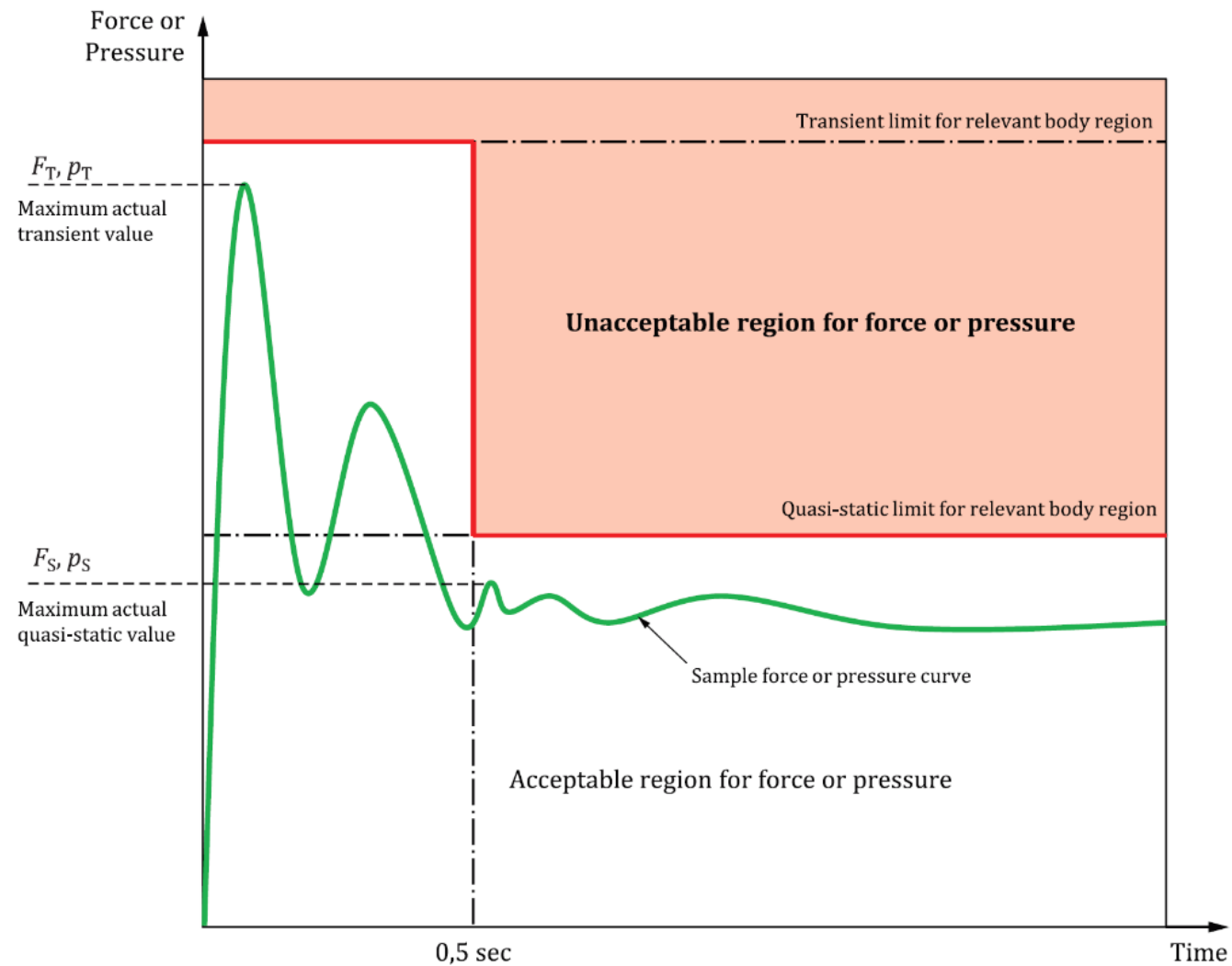
# Limitazione di potenza e forza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.5)

- È possibile che sia richiesta una combinazione di funzioni di sicurezza, ad esempio la funzione di sicurezza di limitazione della forza può essere efficace solo fino ad un determinato limite di velocità; in questo caso, sarebbe necessaria una funzione di sicurezza aggiuntiva per la velocità.
- Ogni evento di bloccaggio tra il robot collaborativo e le regioni del corpo umano deve avvenire in modo tale che **la persona possa sottrarsi autonomamente e facilmente dalla condizione di bloccaggio.**
- I limiti ergonomici possono essere diversi dai limiti biomeccanici; per contatti frequenti o altri casi particolari, i valori limite di soglia applicabili possono essere ulteriormente ridotti a un livello ergonomicamente accettabile.

# Limitazione di potenza e forza

## ISO/TS 15066:2016 (§5.5.5)



# Limiti biomeccanici ISO/TS 15066:2016 (tabella A.2)

Regione del corpo	Area del corpo specifica	Contatto quasi-statico		Contatto transitorio	
		Massima pressione ammissibile [N/cm <sup>2</sup> ]	Massima forza ammissibile [N]	Massimo moltiplicatore della pressione ammissibile	Massimo moltiplicatore della forza ammissibile
Cranio e fronte	Centro della fronte	130	130	Non applicabile	Non applicabile
	Tempia	110		Non applicabile	
Faccia	Muscolo masticatorio	110	65	Non applicabile	Non applicabile
Collo	Muscolo del collo	140	150	2	2
	Settimo muscolo del collo	210		2	
Schiena e spalle	Articolazione della spalla	160	210	2	2
	Quinta vertebra lombare	210		2	
Torace	Sterno	120	140	2	2
	Muscolo pettorale	170		2	
Addome	Muscolo addominale	140	110	2	2
Bacino	Osso pelvico	210	180	2	2
Braccia e articolazioni del gomito	Muscolo deltoide	190	150	2	2
	Omero	220		2	
Avambracci e articolazioni del polso	Radio	190	160	2	2
	Muscolo dell'avambraccio	180		2	
	Nervo del braccio	180		2	

# Limiti biomeccanici ISO/TS 15066:2016 (tabella A.2)

Regione del corpo	Area del corpo specifica	Contatto quasi-statico		Contatto transitorio	
		Massima pressione ammissibile [N/cm <sup>2</sup> ]	Massima forza ammissibile [N]	Massimo moltiplicatore della pressione ammissibile	Massimo moltiplicatore della forza ammissibile
Mani e dita	Polpastrello del dito indice D	300	140	2	2
	Polpastrello del dito indice ND	270		2	
	Articolazione del dito indice D	280		2	
	Articolazione del dito indice ND	220		2	
	Eminenza tenar	200		2	
	Palmo D	260		2	
	Palmo ND	260		2	
	Dorso della mano D	200		2	
	Dorso della mano ND	190		2	
Cosce e ginocchia	Muscolo della coscia	250	220	2	2
	Rotula	220		2	
Parte inferiore delle gambe	Centro dello stinco	220	130	2	2
	Muscolo del polpaccio	210		2	

*D: lato dominante del corpo — ND: lato non dominante del corpo*

# Norma UNI EN ISO 10218-2:2011

Installazione e primo avviamento

# Immissione sul mercato e messa in servizio

## Macchine che necessitano di installazione presso l'utilizzatore

- Particolare attenzione deve essere posta alle macchine che non possono essere completate presso la sede del fabbricante, ma che necessitano di attività di **installazione presso l'utilizzatore**.
- In questo caso la macchina **dovrà essere conforme alla direttiva macchine solamente quando l'installazione è completata**, ovvero quando tutte le misure di sicurezza previste saranno presenti e funzionanti.
- Quindi la **dichiarazione CE** della macchina dovrà essere **emessa solamente una volta terminata questa fase**, momento a partire dal quale la macchina potrà essere messa a disposizione dell'utilizzatore.

# Immissione sul mercato e messa in servizio

## Macchine che necessitano di installazione presso l'utilizzatore

- La guida all'applicazione della direttiva macchine indica:
  - §73 *The **manufacturer** may need to **operate or test the machinery** or parts of it during construction, assembly, installation or adjustment before it is placed on the market or put into service.*
  - *In that case, he must take the **necessary precautions to protect the health and safety of operators and other exposed persons** when carrying out such operations, in accordance with the **national regulations** on health and safety at work and on the use of work equipment implementing the provisions of Directives 89/391/EEC and 2009/104/EC [...].*
  - *However, the machinery concerned **is not required to comply** with the provisions of the Machinery Directive until it is placed on the market or put into service.*
  - §76 *Placing on the market of assemblies of machinery*
  - *Assemblies of machinery that are assembled in user's premises by a person other than the user are considered to be placed on the market **when the assembly operations have been completed** and the assembly is handed over to the user for use [...].*

# Immissione sul mercato e messa in servizio

## Macchine che necessitano di installazione presso l'utilizzatore

- La guida all'applicazione della direttiva macchine indica:
  - §86 *Machinery that is placed on the market in the EU is put into service when it is used in the EU for the first time. This applies to new machines that are completed and tested at the users site (may be referred to as 'in-situ' manufacturing), including both machines the user has built himself or have been built for him by another. [...] The machinery may **need to be tested** as part of the installation and commissioning process for a short and limited period **under the full control of the manufacturer**, which includes the control of the persons involved in the testing. This process may then result in further modifications being required prior to CE marking and the issuing of the Declaration of Conformity. Only then it can be "cleared" for use or production and handed over to the user. This testing process must not be used for production as a way of getting around the legislation. **This testing is considered to be part of the manufacturing process** and not being put into service. However, during this period, full compliance must be fulfilled with the requirements of the national legislation that implements Directive 2009/104/EC concerning the minimum health and safety requirements for the use of work equipment by workers at work.*

# Installazione

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.12)

- Durante le fasi di installazione devono essere utilizzati **mezzi di protezione alternativi** per sopperire alla mancanza dei mezzi di protezione definitivi non ancora installati. Come mezzi di protezione alternativi possono essere utilizzate **catene o pareti portatili**.



- La scelta dei mezzi di protezione alternativi deve tenere in considerazione il livello di istruzione del personale, la tipologia dei rischi presenti, la durata dell'installazione, l'accessibilità della zona alle persone.
- Come minimo devono essere posizionate in loco **barriere** per delimitare le zone pericolose.
- Devono essere fornite istruzioni ed **apposti cartelli di avvertimento in loco**.
- Occorre prevedere una procedura specifica per il primo avviamento ed il collaudo.

# Procedura di primo avviamento

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.12)

- Prima di alimentare il sistema robotizzato, devono essere controllati i seguenti aspetti:
  - montaggio meccanico e stabilità;
  - connessioni elettriche;
  - connessioni dei servizi;
  - connessione delle comunicazioni;
  - sistemi ed equipaggiamenti periferici;
  - dispositivi di limitazione per restringere lo spazio massimo.
- Devono essere fornite istruzioni che tutte le persone escano dallo spazio protetto prima di alimentare il sistema.

# Procedura di primo avviamento

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.12)

- Dopo aver alimentato il sistema, devono essere controllati i seguenti aspetti:
  - funzionamento dei dispositivi e dei circuiti di arresto di emergenza;
  - corretto movimento e limiti per ogni asse;
  - risposta del robot ai principali comandi di movimento;
  - funzionamento dei mezzi di avvertimento sonori e visivi;
  - funzionamento di tutti i dispositivi di protezione;
  - funzionamento dei controlli a velocità ridotta.

# Norme UNI EN ISO 10218-1:2012 & UNI EN ISO 10218-2:2011

Marcatura e istruzioni per l'uso

# Marcatura

## UNI EN ISO 10218-1:2012 (§7.3)

- Il robot deve recare una targa con le seguenti informazioni:
  - nome ed indirizzo completo del fabbricante;
  - designazione della macchina;
  - designazione della serie o del tipo;
  - eventualmente, numero di serie;
  - mese e anno di costruzione;
  - peso della macchina;
  - estensione massima e portata;
  - dati di alimentazione elettrica e, se applicabile, idraulica e pneumatica;
  - se applicabile punti di sollevamento per il trasporto.

# Marcatura

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§7.3)

- L'isola robotizzata deve recare una targa con le seguenti informazioni:
  - nome ed indirizzo completo del fabbricante;
  - designazione della macchina;
  - designazione della serie o del tipo;
  - eventualmente, numero di serie;
  - anno di costruzione;
  - eventualmente, marcatura ATEX.

# Istruzioni per l'uso

## UNI EN ISO 10218-1:2012 (§7.2)

- Le istruzioni per l'uso del robot dovrebbero contenere informazioni in merito a:
  - informazioni sull'installazione di dispositivi di limitazione dei movimenti;
  - **indicazioni di tempi e distanze o angoli di arresto;**
  - spazio di movimento;
  - portata;
  - informazioni per la corretta scelta e montaggio degli utensili;
  - tempi di risposta dei comandi senza fili in caso di perdita della comunicazione;
  - avvertenze sulla necessità di attivare la modalità di funzionamento manuale solamente se nessuna persona è all'interno dello spazio protetto;
  - indicazioni sulla necessità di riattivare ogni misura di sicurezza sospesa prima di attivare la modalità di funzionamento automatica.

# Istruzioni per l'uso

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§7.2)

- Le istruzioni per l'uso dovrebbero contenere le informazioni e le istruzioni necessarie per la sicurezza e il corretto uso del sistema e dovrebbero fornire informazioni e avvertimenti circa i rischi residui.
- **Le informazioni per l'uso dell'isola robotizzata devono includere le istruzioni per l'uso delle unità (macchine e quasi-macchine) costituenti l'isola stessa.**
- Dove richiesto, per mitigare un rischio, le istruzioni devono contenere:
  - requisiti di addestramento del personale;
  - DPI necessari;
  - la necessità di ulteriori ripari e sistemi di protezione (UNI EN ISO 12100:2010).
- Le istruzioni per l'uso per le isole robotizzate dovrebbero essere conformi alla norma UNI EN ISO 12100:2010.

# Istruzioni per l'uso

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§7.2)

- Le istruzioni per l'uso dovrebbero contenere informazioni in merito a:
  - modalità di trasporto, movimentazione ed immagazzinamento;
  - installazione;
  - primo avviamento e collaudo;
  - caratteristiche dell'isola robotizzata;
  - usi previsti e **usi scorretti ragionevolmente prevedibili**;
  - manutenzioni;
  - dismissione;
  - situazioni di emergenza;
  - specifiche dei robot.

# Norme UNI EN ISO 10218-2:2011 & UNI EN ISO 11161:2010

Sistemi di fabbricazione integrati (IMS)

# Sistemi di fabbricazione integrati (IMS)

## UNI EN ISO 10218-2:2011 (§5.9)

- Altre macchine o equipaggiamenti che sono associati al sistema robotizzato **ma non direttamente comandati da esso**, dovrebbero essere considerati nell'analisi dei rischi, come indicato dalla norma **UNI EN ISO 11161:2010**.
- Dove applicabili, potrebbero essere prese in considerazione altre norme di tipo "C".
- L'integrazione di un sistema robotizzato dovrebbe tenere in considerazione sia i pericoli controllati sia quelli non controllati dal robot, ma che competono alle macchine o ai componenti che sono all'interno delle barriere perimetrali.

# Sistemi di fabbricazione integrati (IMS)

## UNI EN ISO 11161:2010

- Un sistema di fabbricazione integrato (linea o impianto) deve essere considerato come una nuova macchina; la norma UNI EN ISO 11161:2010 specifica i requisiti di sicurezza per i **sistemi di fabbricazione integrati (IMS) che incorporano due o più macchine interconnesse tra loro per svolgere uno specifico scopo** (tipicamente una produzione).
- In sede di analisi e valutazione dei rischi (UNI EN ISO 11161:2010, §4), l'integratore deve:
  - specificare i limiti dell'IMS (usi previsti ed usi scorretti ragionevolmente prevedibili);
  - determinare le **esigenze di intervento**, inclusa la loro localizzazione ("task zones") e le vie di accesso.

# Sistemi di fabbricazione integrati (IMS)

UNI EN ISO 11161:2010

- L'analisi dei rischi deve riguardare tutte le situazioni pericolose originate da:
  - **integrazione** delle macchine costituenti l'IMS;
  - **modifiche alle misure di protezione** delle macchine costituenti l'IMS;
  - **modifiche delle modalità di utilizzo** delle macchine costituenti l'IMS.
- L'integratore deve eliminare i pericoli oppure ridurre i rischi a livelli accettabili; per la scelta delle soluzioni più opportune, l'integratore deve applicare i seguenti principi, nell'ordine indicato:
  - eliminare i pericoli in fase di progettazione;
  - ridurre i rischi attraverso l'identificazione e la progettazione delle **zone operative di intervento** (*task zone*);
  - ridurre i rischi mediante l'adozione di misure di protezione, inclusa la realizzazione di **circuiti di comando che intervengono relativamente ad una specifica zona** (*span of control*);
  - ridurre i rischi mediante informazioni per l'uso.

# Zone operative (task zones)

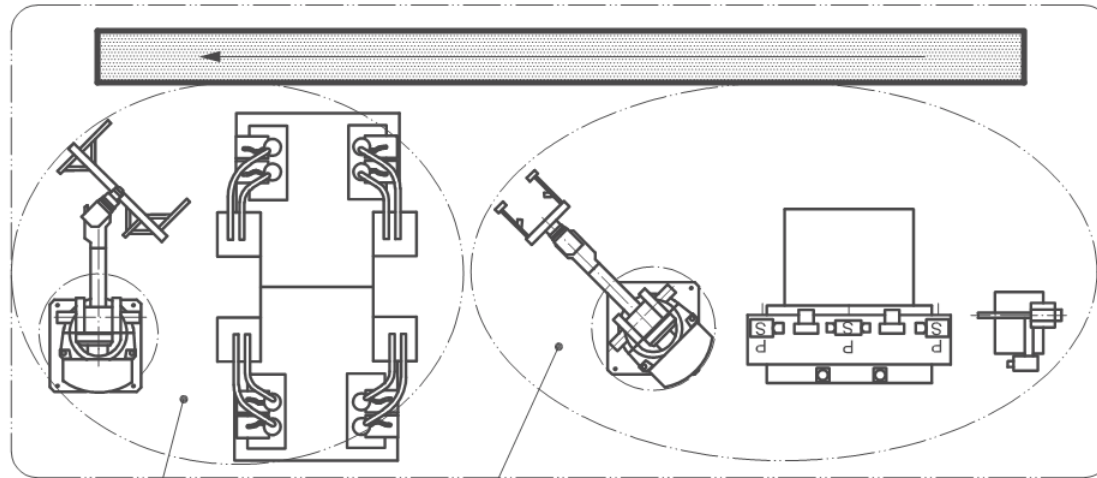
## UNI EN ISO 11161:2010 (§7)

- Per alcuni interventi manuali, potrebbe non essere possibile arrestare l'intero IMS; in questi casi, l'IMS deve essere **segregato in zone** all'interno delle quali l'operatore può operare in sicurezza. In caso di intervento dell'operatore, tale **zona operativa** (task zone) dovrà essere messa in condizioni di sicurezza (ad esempio macchine in arresto) mentre le altre zone potranno continuare ad operare in automatico.
- A partire dal layout dell'IMS è necessario identificare:
  - la localizzazione delle zone operative e le relative vie di accesso;
  - le porzioni di IMS che possono essere arrestate con il resto dell'IMS in funzione;
  - le porzioni di IMS che, se arrestate, comportano l'arresto di tutto l'IMS;
  - le modalità per effettuare in sicurezza tutti gli interventi previsti;
  - le modalità per consentire all'IMS di funzionare durante l'esecuzione degli interventi previsti.

# Zone operative (task zones)

## UNI EN ISO 11161:2010 (§7)

- Ciascuna zona operativa deve essere progettata in modo tale che l'operatore possa facilmente individuare:
  - il perimetro della zona operativa e le relative macchine;
  - le zone nell'ambito di controllo dei circuiti di comando dei diversi dispositivi di protezione (ripristino, arresto di emergenza, sezionatori, ecc.);
  - le interfacce con le altre zone operative;
  - le postazioni di lavoro ed i percorsi.



- 1 Zona operativa A
- 2 Zona operativa B

# Modi di funzionamento

## UNI EN ISO 11161:2010 (§8.4)

- Per quanto possibile, gli interventi manuali dovrebbero essere eseguiti rimanendo all'esterno delle zone protette; quando ciò non è possibile, occorre prevedere dei modi di funzionamento adeguati. Come minimo devono essere previsti due modi di funzionamento:
  - modo **automatico**;
  - modo **manuale**.
- Nel caso in cui l'IMS dovesse avere diversi modi di funzionamento, è necessario prevedere un **dispositivo per la selezione del modo di funzionamento**.
- È necessario inoltre prevedere un'**indicazione del modo di funzionamento selezionato** (ad esempio posizione del selettore di modo, torretta luminosa, visualizzazione a display).

# Ripari e protezioni perimetrali

## UNI EN ISO 11161:2010 (§8.5)

- A meno di indicazioni diverse riportate da norme di tipo C applicabili alle singole macchine, è necessario che i ripari rispettino i seguenti requisiti:
  - relativamente alle aree dove non è richiesto l'accesso, l'altezza dei ripari (fissi o mobili) non dovrebbe essere inferiore a **1400 mm**;
  - relativamente alle aree dove è richiesto l'accesso (ad esempio aree di carico e scarico), l'altezza dei ripari (fissi o mobili) non dovrebbe essere inferiore a **1000 mm**;
  - lo spazio tra il piano di calpestio e l'estremità inferiore del riparo non dovrebbe essere superiore a **200 mm**.

# Disabilitazione delle misure di protezione

## UNI EN ISO 11161:2010 (§8.6)

- Gli interventi manuali sull'IMS dovrebbero essere realizzati come segue:
  - **rimanendo all'esterno** delle zone protette oppure con l'IMS o le sue parti **in arresto**;
  - se quanto sopra non è praticabile, è necessario prevedere un **modo di funzionamento appropriato**; tale modo di funzionamento deve essere ristretto a personale qualificato mediante l'adozione di misure tecniche (ad esempio selettore bloccabile, chiave oppure utensile per l'apertura delle porte);
  - se quanto sopra non è praticabile, è necessario prevedere una **posizione sicura ed un accesso sicuro** (ad esempio per l'osservazione del processo rimanendo all'interno della zona protetta).
- La selezione manuale per la sospensione delle misure di protezione deve essere **bloccabile mediante un selettore a chiave** (oppure mediante misure equivalenti quali password o codici di accesso).
- La sospensione delle misure di protezione dovrebbe essere **limitata temporalmente**.
- Quando le misure di protezione sono sospese, non deve essere possibile avviare dall'esterno movimenti pericolosi.
- L'avvio in automatico dell'IMS deve essere possibile solo dall'esterno della zona protetta e con le misure di protezione attive.

# Disabilitazione delle misure di protezione

## UNI EN ISO 11161:2010 (§8.6)

- Quando le misure di protezione sono sospese, è necessario prevedere altre misure di protezione che forniscano un livello di protezione adeguato. Esempi di altre misure di protezione possono includere:
  - **comando ad azione mantenuta** (ad esempio comando a due mani oppure comando di abilitazione);
  - **velocità ridotta**;
  - **forza ridotta**;
  - **identificazione di una posizione di lavoro sicura con relativo accesso sicuro.**
- Il **dispositivo di abilitazione** deve essere del tipo a **tre posizioni** in accordo alla norma CEI EN 60204-1:2018 (§10.9).
- In linea generale, **dovrebbero sempre essere previsti sia la velocità ridotta sia i comandi ad azione mantenuta**. La **velocità ridotta senza comando di abilitazione ad azione mantenuta** (ad esempio per ragioni ergonomiche) è possibile solamente nel caso in cui l'operatore abbia **adeguati spazi di fuga**. In caso di spazi ristretti ciò non è consentito.

# Disabilitazione delle misure di protezione

## UNI EN ISO 11161:2010 (§8.6)

- Esempi di velocità ridotta sono:
  - meno di 10 mm/s per le presse;
  - meno di 250 mm/s per i robot;
  - meno di 250 mm/s per i pericoli diversi dal cesoiamento;
  - meno di 33 mm/s per i pericoli di cesoiamento.
- La **disabilitazione dei dispositivi di protezione deve essere segnalata**. In aggiunta, devono essere fornite almeno una fra le seguenti misure:
  - un'indicazione dello stato della funzione di sicurezza, dei circuiti e degli attuatori che possono essere causa di pericoli;
  - un'indicazione dello stato degli elementi principali (ad esempio stato del processo, posizione degli elementi, temperatura, velocità).
- In caso di modi di comando locale, il **mezzo di selezione** non deve essere accessibile dall'interno della zona protetta e deve essere posizionato in prossimità della zona controllata.

# Arresto di emergenza

## UNI EN ISO 11161:2010 (§8.11)

- Il comando di arresto di emergenza deve arrestare non solamente la macchina sulla quale è installato ma **anche tutte le macchine a monte e/o a valle il cui funzionamento può generare un rischio.**
- A seguito dell'azionamento del comando di arresto di emergenza di una zona, non devono permanere rischi nelle zone di interfaccia.
- I comandi di arresto di emergenza devono arrestare **tutto l'IMS oppure devono indicare chiaramente quali zone operative arrestano.**
- Tutti i comandi di arresto di emergenza di una zona operativa devono arrestare almeno tutti gli elementi pericolosi della zona operativa stessa.

**UNITRAIN**  
Conoscere e applicare gli standard

– Via Sannio, 2 – 20137 Milano

02 70024379 - 228



[formazione@uni.com](mailto:formazione@uni.com)



[www.uni.com](http://www.uni.com)