



Your future's safe!



Guida alla sicurezza

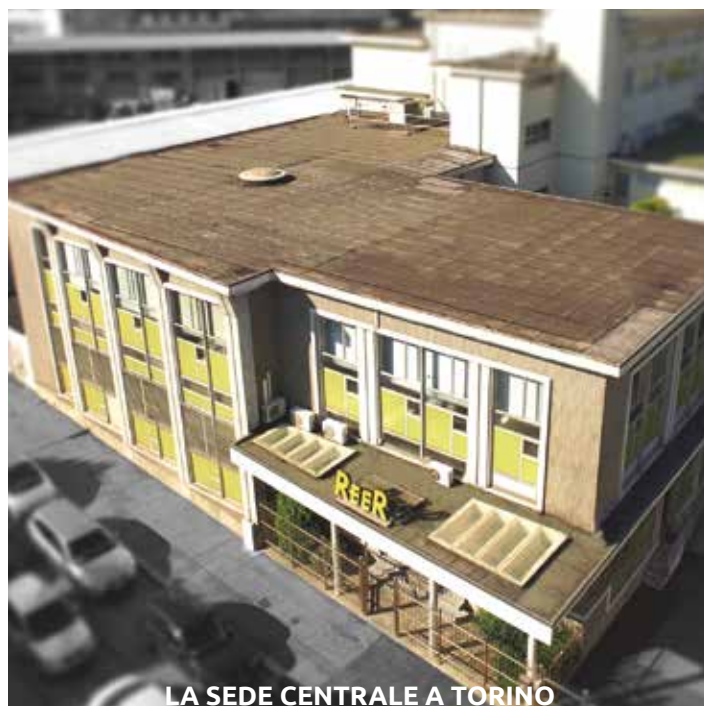
norme per la sicurezza sul lavoro

Dal 1959 il vostro partner tecnologico

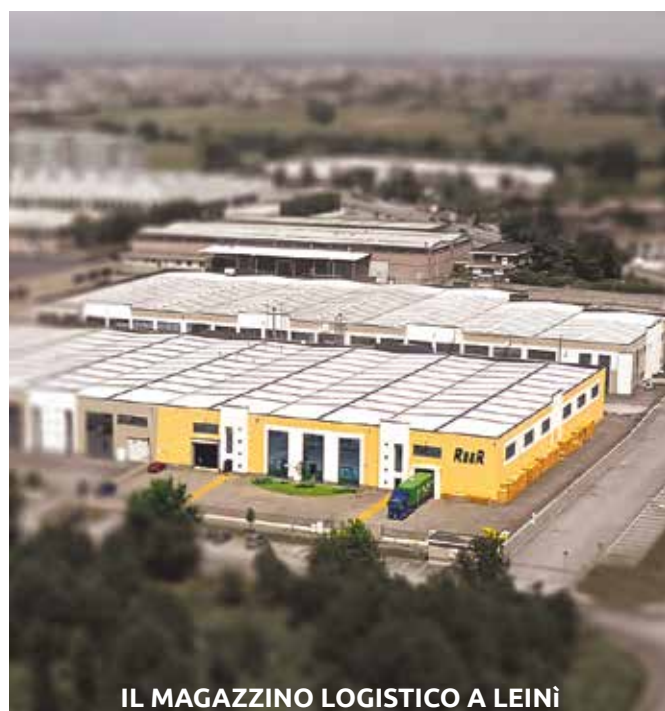
Fondata nel 1959 per la distribuzione di componenti per l'industria, l'illuminazione e l'automazione domestica, a metà degli anni '70 ReeR realizza i primi sensori di sicurezza mentre a pochi anni dopo risalgono le prime barriere fotoelettriche.

Oggi la ReeR è il leader italiano e uno dei maggiori costruttori al mondo di sensori optoelettronici per la sicurezza industriale.

La forte attività di export che accompagna lo sviluppo della Divisione Sicurezza è la testimonianza di una competenza sempre più globale. La rete di distributori qualificati, presente in più di 50 paesi, garantisce un accurato servizio di supporto al cliente.



LA SEDE CENTRALE A TORINO



IL MAGAZZINO LOGISTICO A LEINI

Know how

Conoscenza tecnologica e know how applicativo sono alla base dello spirito della ReeR Divisione Sicurezza.

Il 14% del personale è impiegato nella ricerca e sviluppo con competenze in ambito hardware, software e firmware.

Siamo protagonisti nel processo normativo e partecipiamo a numerosi Comitati Normativi nazionali e internazionali sulla Sicurezza delle Macchine. In tal modo ReeR è sempre all'avanguardia riguardo alla conformità dei propri prodotti.

Sicurezza e Automazione

La sicurezza nell'ambiente di lavoro è irrinunciabile; negli ambienti fortemente automatizzati diventa ulteriormente determinante.

L'esperienza maturata in collaborazione con i leader mondiali nel mercato delle macchine utensili, dell'industria automobilistica, degli impianti di confezionamento e di pallettizzazione, consente a ReeR di offrire un'ampia gamma di dispositivi di sicurezza quali barriere fotoelettriche, controllori programmabili, fotocellule, laser scanner e interfacce in grado di soddisfare ogni necessità applicativa.

ReeR è da sempre all'avanguardia anche nelle barriere optoelettroniche per automazione, misura e controllo.



Le parole chiave

Qualità



Il Sistema Qualità di ReeR è stato certificato in base alla UNI EN ISO 9001: 2008 da TÜV SÜD

- Insourcing di tutte le fasi principali della lavorazione
- Controllo del processo produttivo, qualità, rispetto dei tempi di consegna e competitività
- Il monitoraggio durante l'intera fase produttiva attraverso il sistema informatico aziendale garantisce:
 - Controllo della part list
 - Tracciabilità



Ambiente



L'energia elettrica utilizzata da ReeR proviene interamente da fonti rinnovabili

RoHS è l'acronimo di Restriction of Hazardous Substances (limitazione delle sostanze pericolose). La direttiva RoHS, 2002/95/CE limita l'uso di materiali pericolosi specifici nei prodotti elettrici ed elettronici



Salute e sicurezza sul lavoro



Per ridurre i rischi sul posto di lavoro, ReeR ha messo in atto un sistema di gestione per la salute e la sicurezza dell'ambiente lavorativo BS OHSAS 18001

Processo produttivo innovativo

Controllo del processo produttivo attraverso i criteri della Lean Manufacturing

- Miglioramento continuo
- Produzione snella
- Minimizzazione sprechi
- Miglioramento tempi di consegna
- Gestione materiale ad alta rotazione a scorta



Tipologie di prodotto

Sensori di sicurezza

- Barriere fotoelettriche Tipo 4 e Tipo 2
- Fotocellule
- Switch magnetici
- Encoder incrementali

Controllori configurabili

Laser scanner

Interfacce di sicurezza

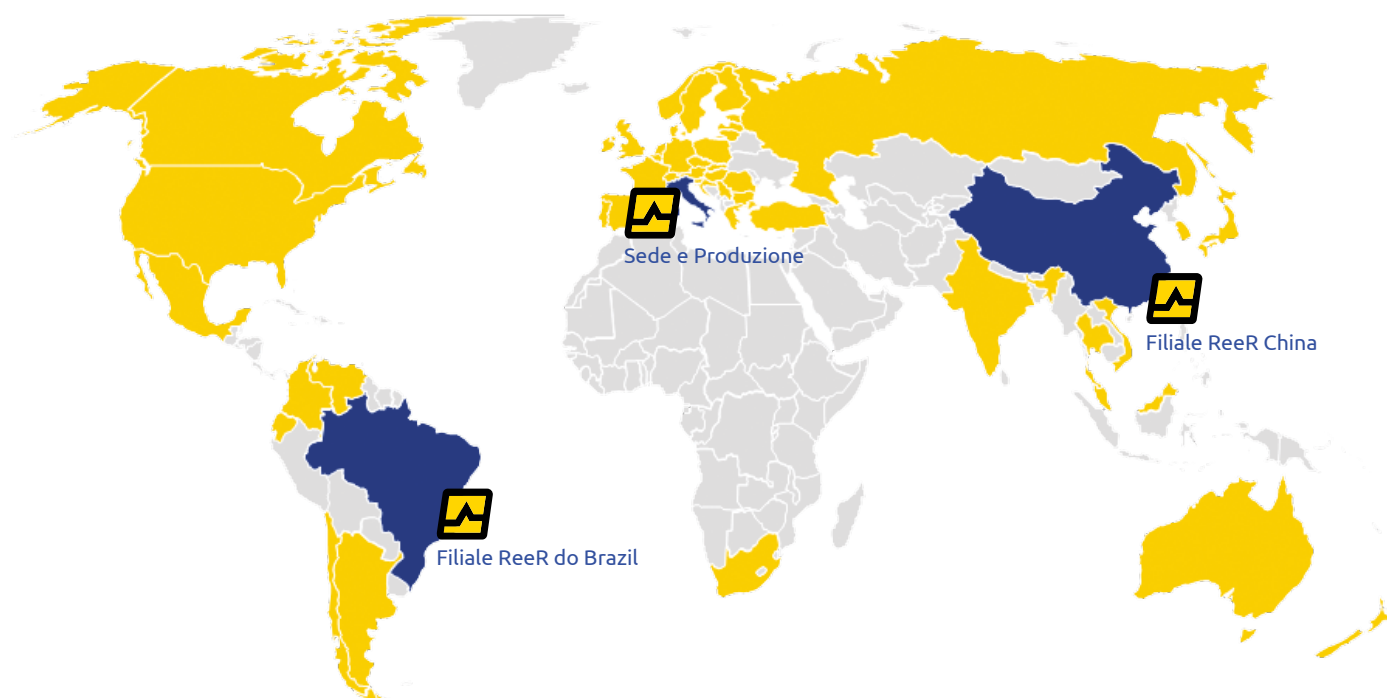
- Controllo velocità SIL3, PL e
- Interfacce per barriere di Tipo 4 e Tipo 2
- Interfaccia per barriere di di Tipo 4 con funzione di Muting integrata
- Controllo arresto di emergenza e ripari mobili
- Comando a 2 mani

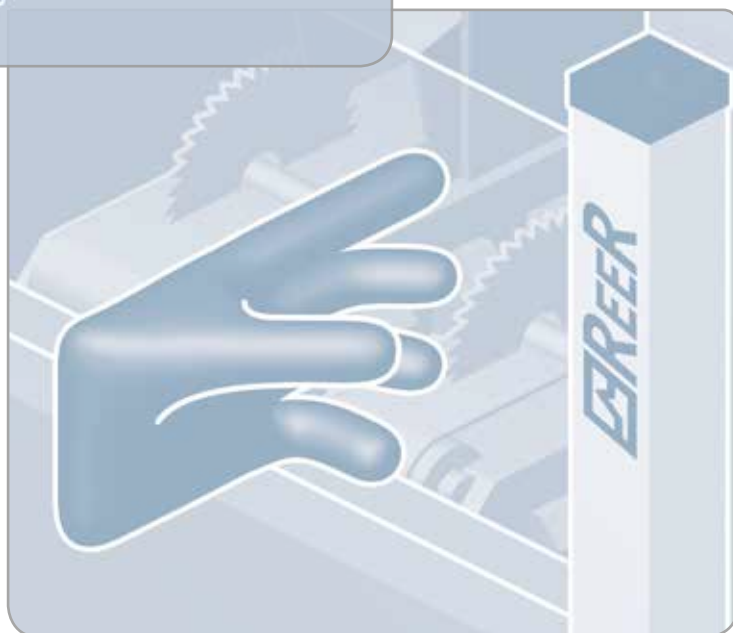
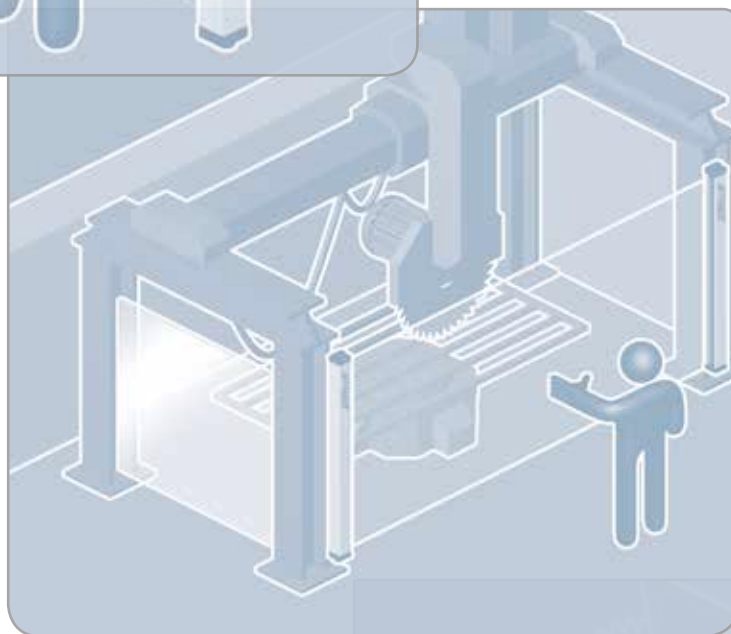
Dispositivi di misura, automazione e controllo

Accessori

Rete vendita

Rete di vendita diretta in Italia e in Cina; 65 distributori nel mondo.





Premessa

Questa guida alla sicurezza si riferisce al complesso di norme che regolano il sistema di controllo in sicurezza delle macchine. In particolare sono prese in considerazione le importanti famiglie di norme che fanno capo alle:

- ISO 13849 "Sicurezza del macchinario" (ambito ISO)
- IEC 61508 "Sicurezza funzionale di impianti elettrici / elettronici / programmabili legati alla sicurezza" (ambito IEC). Quest'ultima norma influisce sulla sicurezza macchine attraverso la IEC 62061 "Sicurezza del macchinario. Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici e programmabili correlati alla sicurezza"
- IEC 61496 "Sicurezza del macchinario: dispositivi elettrosensibili di protezione".

Importanti concetti statistici facenti capo al concetto di probabilità di guasto pericoloso, vengono in tal modo incorporati nei sistemi di controllo di sicurezza delle macchine e nei dispositivi di protezione e danno luogo a nuove classificazioni: parliamo dei PL (Performance Level, in ambito ISO) e dei SIL (Safety Integrity Level, in ambito IEC). PL e SIL vanno ad affiancarsi e per molti versi a sostituirsi all'ormai familiare concetto di categoria descritto nella "vecchia" EN 954-1.

La seconda edizione della specifica tecnica IEC TS 62046 "Applicazione dei dispositivi di protezione per il rilevamento della persona", rappresenta un'utile guida per i costruttori che vogliono utilizzare dispositivi di protezione per la realizzazione dei sistemi di controllo di sicurezza delle macchine.



Direttive europee

Le Direttive Europee si propongono di avvicinare le legislazioni nazionali degli Stati membri in modo da avere regole comuni su aspetti tecnici, fiscali, economici, sanitari ecc. ed agevolare la libera circolazione dei beni, dei servizi e delle persone nell'ambito dell'Unione Europea, nel rispetto di regole comuni riconosciute da tutti gli Stati che ne fanno parte.

In particolare, per quanto riguarda la sicurezza del lavoro, l'armonizzazione delle legislazioni ha fatto grandi e rapidi progressi portandoci ad avere Direttive e Norme di fondamentale importanza.

DIRETTIVE	Definiscono gli obiettivi da raggiungere
	Definiscono i mezzi e le vie per raggiungere gli obiettivi richiesti dalle Direttive
NORME	L'osservanza di una Norma armonizzata conferisce ai prodotti o ai servizi presunzione di conformità alle Direttive
	Fasi per la realizzazione di una Norma: ▪ Formazione di un gruppo di lavoro (WG, Working Group) costituito da esperti della materia da trattare, rappresentanti gli Stati membri ▪ Elaborazione di un progetto di Norma (prEN) che sarà esaminato dai vari Comitati nazionali interessati, per commenti, proposte e successiva approvazione finale ▪ Stesura definitiva del testo di Norma EN, pubblicazione ufficiale e recepimento a livello di ogni Stato

Le Direttive riguardanti la protezione dei lavoratori sono:

- "Direttiva quadro sulla salute e sicurezza sul lavoro" 89/391/CE
- "Direttiva sull'uso delle attrezzature di lavoro" 2009/104/CE e relativi emendamenti e aggiunte

Le Direttive applicabili ai componenti di sicurezza sono:

- "Direttiva Macchine" 2006/42/CE
- "Direttiva Bassa Tensione" 2014/35/UE
- "Direttiva Compatibilità Elettromagnetica" 2014/30/UE
- "Direttiva ATEX" 2014/34/UE

Direttive sociali

Le “Direttive Sociali” 2009/104/EC e 89/391/CEE e recepite in Italia con il Decreto Legislativo 81/08 “Testo Unico Sicurezza” hanno come obiettivo il miglioramento della sicurezza negli ambienti di lavoro.

Le Direttive:

- Determinano le misure di prevenzione da adottare nell’ambiente di lavoro
- Forniscono informazioni su:
 - analisi dei rischi
 - programma di prevenzione e messa in conformità delle macchine
 - procedure per la conformità delle macchine
 - responsabilità del datore di lavoro
 - formazione e addestramento del personale addetto agli impianti
- Impongono agli utenti l’adeguamento del parco macchine esistente in conformità alle disposizioni della Direttiva Macchine

Direttiva macchine

La “Direttiva Macchine” 2006/42/CE è destinata ai costruttori di macchine e componenti di sicurezza ed ha come obiettivi:

- La definizione dei requisiti di sicurezza e tutela della salute per il miglioramento del grado di protezione dei lavoratori addetti a macchine pericolose
- La progettazione, la realizzazione e l’immissione sul mercato dell’Unione Europea di macchine e componenti di sicurezza che rispettino i requisiti minimi di sicurezza stabiliti dalla Direttiva stessa
- La libera circolazione negli Stati membri di macchine e componenti di sicurezza conformi alla Direttiva

La Direttiva Macchine:

- Si applica a macchine e componenti di sicurezza nuovi che vengono venduti, prestati o affittati, ed a macchine usate in caso di vendita, affitto o prestito
- Stabilisce requisiti essenziali di sicurezza relativi alla progettazione e costruzione di macchine e componenti di sicurezza e definisce le procedure per la loro certificazione
- È obbligatoria dal 1 gennaio 1995 per le macchine e dal 1 gennaio 1997 per i componenti di sicurezza
- Dalle date sopraindicate, nell’Unione Europea possono essere commercializzati o messi in servizio solo prodotti conformi alla Direttiva

Procedure per la certificazione

La Direttiva:

- Prevede procedure rigorose per i componenti di sicurezza e per le macchine ad alto rischio (elencate nell’allegato 4 della direttiva stessa)
- Prevede procedure semplificate per macchine a medio e basso rischio (non comprese nell’allegato 4 della direttiva stessa)
- Prevede che il costruttore rediga per ogni prodotto un fascicolo tecnico attestante i principi di sicurezza adottati per la progettazione, realizzazione, trasporto, uso e manutenzione della macchina o del componente di sicurezza

Dichiarazione di conformità

Per certificare la conformità del prodotto alla Direttiva il costruttore deve:

- Apporre il marchio CE sul prodotto
- Allegare una dichiarazione di conformità CE attestante il rispetto della Direttiva

Certificazioni

I certificati CE di tipo hanno una validità di 5 anni (annesso IX par. 9.3); dopodiché occorrerà una nuova verifica per il mantenimento della certificazione.

Direttiva bassa tensione

La "Direttiva Bassa Tensione" 2014/35/UE ha come obiettivo quello di garantire che i materiali elettrici vengano progettati e costruiti in modo da assicurare la protezione delle persone contro i rischi di folgorazione derivanti dal loro uso o dall'influsso di agenti esterni sui materiali elettrici stessi.

La Direttiva si applica a tutto il materiale elettrico destinato ad un utilizzo con tensione nominale fra:

- 50V e 1000V in corrente alternata
- 75V e 1500V in corrente continua

Direttiva compatibilità elettromagnetica

La "Direttiva Compatibilità Elettromagnetica" 2014/30/UE ha come obiettivo che i dispositivi elettrici vengano progettati e costruiti in modo che:

- il livello di emissione elettromagnetica sia limitato e tale da permettere ad altre apparecchiature elettriche di funzionare secondo il loro scopo
- il livello di immunità intrinseca ai disturbi esterni consenta loro di funzionare secondo lo scopo previsto

La Direttiva si applica a tutti i dispositivi elettrici ed elettronici in grado di provocare disturbi elettromagnetici o il cui funzionamento può essere influenzato da interferenze esterne.

Direttiva ATEX

La Direttiva ATEX 2014/34/EU si applica a tutti gli apparecchi destinati ad essere utilizzati in zone a rischio esplosione.

La Direttiva ATEX 2014/34/EU stabilisce i requisiti minimi di sicurezza che devono avere le costruzioni elettriche se impiegate in luoghi classificati pericolosi sotto l'aspetto del rischio di esplosione per presenza di gas o di polveri.

La Direttiva divide le apparecchiature in gruppi e categorie.

Il fabbricante deve decidere, in base all'utilizzo, il gruppo e la categoria di appartenenza.

- Gruppo 1: apparecchi destinati a lavori in sotterraneo nelle miniere e nei loro impianti di superficie
- Gruppo 2: apparecchi destinati ad essere utilizzati in ambienti in cui è probabile che si manifestino atmosfere esplosive

Questi gruppi sono quindi suddivisi in categorie a seconda del livello di protezione da rischio di innesco dell'atmosfera potenzialmente esplosiva.

I prodotti che appartengono al gruppo 2 sono suddivisi in tre categorie:

- Categoria 1: ambienti in cui si rileva, sempre, spesso o per lunghi periodi, un'atmosfera esplosiva dovuta a miscele di aria e gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri
- Categoria 2: ambienti in cui vi è la probabilità che si manifestino atmosfere esplosive dovute a gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri
- Categoria 3: ambienti in cui vi sono scarse probabilità che si manifestino, e comunque solo per breve tempo, atmosfere esplosive dovute a gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri

Organismi accreditati

Gli Organismi accreditati hanno, per ogni Stato membro, un ruolo ispettivo di controllo e di verifica del rispetto e dell'applicazione delle Direttive Europee.

Ogni Stato è responsabile della nomina e del controllo dei propri Organismi.

Essi devono avere la competenza e le risorse necessarie per espletare attività di ispezione, analisi, assistenza tecnica, misurazione ecc.

In Italia l'Organismo autorizzato a svolgere attività di accreditamento è: Accredia. Accredia mantiene un database con l'elenco di tutti gli organismi italiani accreditati per le varie direttive.

Organismi notificati

Gli Organismi notificati sono autorizzati ad esaminare e certificare macchine e componenti di sicurezza in accordo con le Direttive ad essi applicabili.

Ogni stato membro dell'Unione Europea è tenuto a:

- designare gli Organismi notificati indicandone le competenze
- comunicare alla Commissione Europea e agli altri stati membri l'elenco degli Organismi notificati

La Commissione Europea pubblica nella Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (GUCE) una lista di tutti gli Organismi notificati allegando l'elenco dei servizi, delle macchine e/o componenti di sicurezza per cui essi sono autorizzati ad operare.

Gli Stati membri dell'Unione Europea devono verificare che tali Organismi rispettino determinati criteri etici e tecnici.



Norme Armonizzate

- Sono norme tecniche atte a soddisfare i requisiti essenziali delle Direttive
- Sono prodotte dai vari comitati tecnici sotto il mandato della Commissione dell'Unione Europea
- Vengono approvate ed adottate:
 - dal CEN (Comitato di Normalizzazione Europea)
 - o dal CENELEC (Comitato di Normalizzazione Elettrotecnica Europea)
- Sono quindi tradotte e pubblicate nella Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (GUCE) e nella Gazzetta Ufficiale di ogni Paese aderente

Stato delle Norme

prEN indica un progetto di norma non ancora approvato definitivamente

EN indica una norma approvata ed in vigore

TS indica una specifica tecnica

Le Norme Europee legate alla sicurezza si dividono in 3 gruppi:

NORME DI TIPO A

Specificano i principi generali di progettazione applicabili a tutti i tipi di macchine:

Es. **EN ISO 12100** Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio.

NORME DI TIPO B

Si dividono in due categorie:

norme di tipo B1: riguardano un aspetto specifico della sicurezza

Es. **EN ISO 13855** Posizionamento dei dispositivi elettrosensibili di sicurezza in riferimento alla velocità di avvicinamento delle parti del corpo umano
EN ISO 13857 Distanze di sicurezza per la protezione degli arti superiori e inferiori
EN 60204 Sicurezza dell'impianto elettrico a bordo macchina ecc
EN ISO 13849 - 1,2 Elementi dei sistemi di comando relativi alla sicurezza

norme di tipo B2: riguardano i dispositivi di sicurezza

Es. **EN 61496-1** dispositivi elettrosensibili di protezione - principi generali e prove
EN 61496-2 dispositivi elettrosensibili di protezione - particolari requisiti per dispositivi che utilizzano elementi optoelettronici attivi (barriere fotoelettriche)
EN 61496-3 dispositivi elettrosensibili di protezione - particolari requisiti per dispositivi fotoelettrici attivi di protezione che rispondono alla riflessione diffusa (laser scanner)
EN ISO 13850 dispositivi di arresto di emergenza.

NORME DI TIPO C

Riguardano specifici tipi di macchine.

Es. **EN 692** presse meccaniche
EN 693 presse idrauliche
EN 415 macchine per imballaggio
EN 415-4 palettizzatori e depalettizzatori
EN ISO 10218 robot industriali

Una norma di tipo C è prioritaria rispetto alle norme di tipo A e B.

In assenza di norme di tipo C è possibile raggiungere la conformità alla Direttiva utilizzando le norme di tipo A e B.



Le norme e gli enti di certificazione in nord america

L'Ente incaricato di sorvegliare le condizioni di sicurezza sul posto di lavoro è negli Stati Uniti la **Occupational Health and Safety Administration (OSHA)**. Inoltre, i singoli stati dell'Unione possono avere propri organismi di sorveglianza e promulgare normative più rigorose di quelle stabilite dall'OSHA. L'OSHA verifica l'applicazione delle leggi e dei regolamenti che sono in vigore a livello federale e, a sua volta, pubblica degli standard riguardanti l'utilizzo e le caratteristiche dei dispositivi di sicurezza e/o delle macchine utensili.

Un esempio importante di tale attività è lo standard OSHA 1910.217 – Mechanical Power Presses - riguardante le presse meccaniche.

L' **American National Standard Institute (ANSI)** pubblica norme riguardanti la sicurezza delle macchine utensili o particolari aspetti della loro costruzione o del loro funzionamento. Per la preparazione di tali standard, l'ANSI si serve spesso del contributo di associazioni volontarie quali la **Robotic Industry Association (RIA)** o la **Association for Manufacturing Technology (AMT)**.

Esempi di importanti norme ANSI:

Gli standard B11, quali:

- B11.1** Mechanical Power Presses (presse meccaniche).
- B11.2** Hydraulic Power Presses (presse idrauliche).
- B11.3** Power Press Brakes (presse piegatrici).
- B11.4** Shears (cesoie).
- B11.19** Performance Criteria for the Design, Construction, Care and Operation of Safeguarding. When Referenced by other B11 Machine Tool Safety Standards (criteri di progettazione, costruzione, manutenzione e funzionamento dei dispositivi di protezione menzionati in standard B11 riguardanti le macchine utensili).

Altre norme ANSI:

- B20.1** Conveyor Belts – nastri trasportatori.
- ANSI/RIA R15.06** Safety Requirements for Industrial Robots – requisiti di sicurezza dei robot industriali.

In Nord America, diversamente da quanto avviene in Europa, la dichiarazione di conformità alle norme vigenti non viene accettata come autorizzazione per la vendita e l'installazione di apparecchi elettrici.

Prima che una installazione possa essere operativa occorre sempre un controllo sul dispositivo o sull'impianto da parte delle autorità competenti (AHJ- Authorities Having Jurisdiction).

Se però il dispositivo è già certificato (Listed) da parte di un laboratorio riconosciuto (NRTL – Nationally Recognized Testing Laboratory), allora l'autorità competente è autorizzata a non verificare ulteriormente il prodotto. Il marchio di un NRTL assume in questo caso la valenza di conformità del prodotto agli standard di sicurezza.

In Nord America quindi la certificazione, anche se non obbligatoria, rende molto più agevole e sicura la vendita perché rivenditori, ispettori, utilizzatori, autorità locali accettano all'unanimità i prodotti marcati da un NRTL. Vale la pena ricordare ancora che quando una installazione è certificata esistono agevolazioni dal punto di vista assicurativo e maggiori garanzie nel senso che i sindacati potrebbero rifiutarsi di far lavorare i loro iscritti su macchine pericolose non certificate.

L'ente preposto al riconoscimento di un NRTL è l' OSHA.

Gli NRTL devono ottenere l'accreditamento per tutte le sedi nazionali ed estere per tutti i prodotti per i quali sono autorizzati a rilasciare certificazioni.

Per ottenere l'accreditamento occorre, fra l'altro, dimostrare completa indipendenza da utenti, fornitori o rivenditori dei prodotti certificati.

Un NRTL può sviluppare e far approvare sue norme oppure usare norme prodotte da altri NRTL.

Ogni NRTL possiede un marchio univoco.

Fra gli NRTL autorizzati a rilasciare certificazioni per apparecchi e impianti elettrici uno dei più importanti è l'Underwriters Laboratories Inc. (UL).



Il Marchio di Certificazione UL Listed indica che il prodotto è stato sottoposto a test e a valutazioni secondo le norme di sicurezza statunitensi. Il marchio UL Listed generico certifica quindi la conformità ai requisiti antincendio e di sicurezza elettrica.



L'UL certifica anche componenti quali le barriere di sicurezza in base ai propri standard UL 61496-1 e UL 61496-2 che derivano dagli standard internazionali IEC 61496-1,2. Inoltre, i sistemi che incorporano software di sicurezza possono essere certificati secondo la norma specifica ANSI/UL 1998. Per le barriere fotoelettriche di sicurezza (ESPE) è prevista un'apposita marcatura che sancisce la rispondenza alla specifica norma di prodotto e alla ANSI/1998. Le barriere di sicurezza Reer rispondono a tutti questi requisiti e riportano questa marcatura.



L'UL può anche certificare la conformità con gli standard canadesi, per conto del CSA (conferendo l'apposito marchio C-UL oppure il marchio C-UL-US per prodotti diretti sia al mercato canadese che a quello statunitense).

La Canadian Standard Association (CSA) è il principale organismo di standardizzazione canadese, che funge anche da ente di certificazione per quanto riguarda la conformità dei componenti di sicurezza alle norme canadesi.

Come Nationally Recognised Test Laboratory (NRTL) americano, il CSA può testare la conformità di tutti i prodotti sotto la giurisdizione dell'OSHA e conferire il marchio CSA NRTL/C, equivalente al C-US UL; tale marchio si applica per esempio alle barriere di sicurezza.



Valutazione dei rischi

Il rapporto tecnico **ISO/TR 14121 - 2** fornisce una guida pratica per la valutazione dei rischi in conformità alla **EN ISO 12100** con l'obiettivo di scegliere ed adottare le misure di sicurezza più idonee per ridurre o eliminare il rischio.

Un'analoga procedura viene descritta nell'**ANSI Technical Report B11.TR3 - 2000**.

La valutazione dei rischi è suddivisa in 4 fasi:



Fig. 1. Fasi della valutazione dei rischi

1. Determinazione dei limiti di impiego della macchina

Consiste nell'esame di tutti i prevedibili impieghi considerando il livello di addestramento, esperienza o attitudine dell'utente.

2. Identificazione dei fenomeni pericolosi

Consiste nell'identificazione sistematica di:

- Tutti i rischi e gli elementi pericolosi (meccanici, elettrici, chimici ecc.)
- Tutte le situazioni pericolose (carico-scarico manuale, accesso all'impianto ecc.)
- Tutti gli eventi in grado di provocare danni (guasti o anomalie della macchina)

3. Stima del rischio

Si basa su 3 fattori:

- Gravità del danno (reversibile, irreversibile, mortale)
- Frequenza e durata di esposizione al pericolo
- Possibilità di evitare il pericolo riferita a:
 - rapidità di manifestazione dell'evento
 - possibilità di percezione del pericolo e prontezza di riflessi dell'operatore
 - possibilità di fuga

4. Valutazione del rischio

Esamina l'idoneità delle misure di sicurezza adottate

Il sistema di controllo di sicurezza macchine

Quando la sicurezza è subordinata al buon funzionamento del sistema di controllo della macchina, questo deve essere concepito in modo che la probabilità di suoi errori funzionali sia sufficientemente bassa. Se questo non è possibile, gli eventuali errori non devono portare alla perdita della funzione di sicurezza. Per soddisfare questi requisiti è consigliabile utilizzare le norme armonizzate create con il mandato della Commissione Europea (presunzione di conformità). Infatti, l'uso delle norme armonizzate permette di evitare perdite di tempo e costi supplementari nel caso occorra dimostrare la conformità del sistema di controllo di sicurezza ai requisiti essenziali della Direttiva Macchine.

Nel seguito esponiamo i principi fondamentali delle norme – principalmente la ISO 13849-1 e la IEC 62061- che hanno sostituito la EN 954-1 nella regolamentazione dei sistemi di controllo delle macchine.

Nota bene: il rapporto fra le categorie non è in tutti i casi pienamente gerarchico.

Le norme sulla sicurezza funzionale

La **ISO 13849-1** e la **IEC 62061** - Entro i limiti dello scopo e del campo di applicazione queste due norme forniscono presunzione di conformità con i requisiti essenziali 1.2.1 dell'allegato I della direttiva 2006/46/CE.

ISO 13849-1 Sicurezza del macchinario – Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza – Principi generali per la progettazione

La ISO 13849-1 nasce come revisione della EN 954-1.

Le complesse formule matematiche proprie della teoria della affidabilità dei sistemi sono state sostituite da tabelle pre-calcolate.

Alcuni concetti della EN 954 sono stati mantenuti: categorie, ridondanza, monitoraggio.

Alcuni sono stati modificati: grafico dei rischi, scelta delle categorie.

Il ruolo delle categorie non è più centrale come nella EN 954-1.

Al posto delle categorie, per valutare il grado di resistenza ai guasti, viene introdotto il concetto di Livello di prestazione (PL o Performance Level) che sta a indicare la capacità della parte del sistema di controllo della macchina relativo alla sicurezza (indicato di seguito con SRP/CS) di garantire la protezione entro predefinite condizioni di funzionamento.

Il parametro usato per valutare il PL della funzione di sicurezza è la sua Probabilità media di guasto pericoloso/ora. È considerato pericoloso un guasto che, se non rilevato, inibisce la funzione di protezione del sistema.

Sono previsti 5 livelli, da PL a a PL e

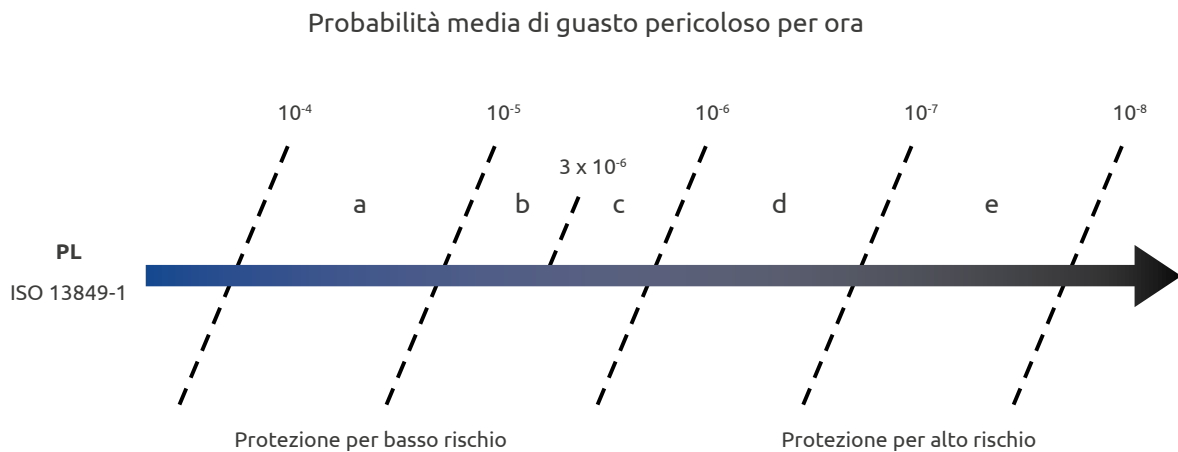


Fig. 2. Tabella 3 di ISO 13849-1

Quanto maggiore è il contributo alla riduzione del rischio tanto più bassa deve essere la **Probabilità di guasto pericoloso del SRP/CS**.

Il PL è funzione della architettura del sistema di controllo, della affidabilità dei componenti, della capacità di rilevare per tempo eventuali guasti interni che potrebbero limitare la funzione di sicurezza e della qualità del progetto.

Il seguente prospetto riassume gli aspetti qualitativi e quantitativi da rispettare se si vuole progettare un sistema di controllo di sicurezza conforme alla ISO 13849-1.

[Consultare anche il glossario a pag 33](#)

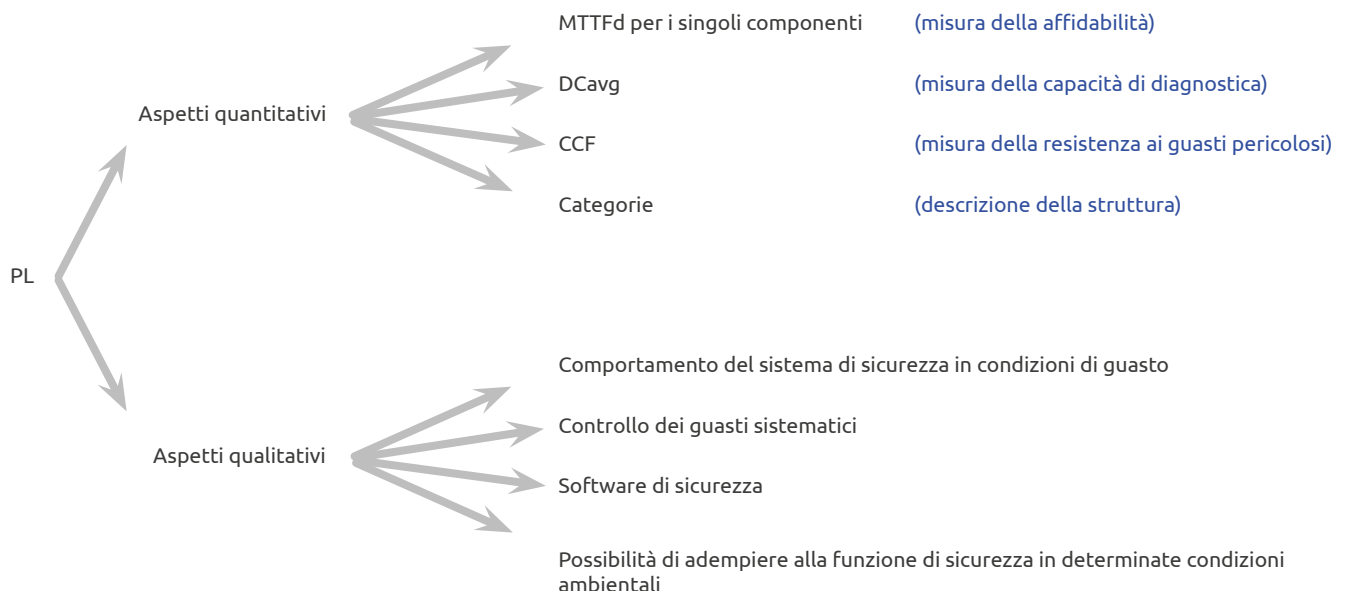


Fig. 3. Aspetti qualitativi e quantitativi da rispettare per progettare un sistema di controllo di sicurezza

Il progettista, per poter dichiarare un determinato valore di PL, deve quindi non solo calcolare la Probabilità media di guasto pericoloso/ora del SRP/CS realizzato, ma deve anche dimostrare di aver ottemperato a tutti i requisiti riguardanti gli aspetti qualitativi stabiliti dalla norma.

Il progetto dovrà poi essere validato utilizzando la ISO 13849-2 "Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 2: Validazione", che definisce le procedure e le condizioni da seguire per la convalida mediante analisi e prove:

- della funzione di sicurezza fornita
- della categoria raggiunta
- del livello di prestazione raggiunto.

IMPORTANTE!

Il valore della Probabilità media di guasto pericoloso/ora è solo uno dei parametri che contribuiscono all'assegnazione del PL. Per poter rivendicare un valore di PL bisogna altresì dimostrare e documentare di aver preso in considerazione e rispettato tutti i requisiti relativi

- al controllo dei guasti sistematici
- all'uso di componenti robusti e affidabili (rispondenti a norme di prodotto, ove disponibili)
- all'uso di norme di buona tecnica
- di aver tenuto conto delle condizioni ambientali in cui dovrà operare il sistema di sicurezza
- nel caso sia stato necessario scrivere software, di aver adottato tutti gli aspetti di organizzazione esemplificati nel modello di sviluppo a V di Fig. 6 della norma ISO 13849-1 e di aver rispettato i requisiti di sviluppo sia per il software applicativo che per quello incorporato.

Il processo di progettazione di un SRP/CS secondo la ISO 13849-1 può essere riassunto nei seguenti otto passi:

1. Individuazione della funzione di sicurezza tramite l'analisi dei rischi
2. Assegnazione del Performance Level richiesto (PL r) tramite il grafico dei rischi
3. Scelta della struttura del sistema (architetture) e delle tecniche di autodiagnosi
4. Realizzazione tecnica del sistema di controllo
5. Calcolo di $MTTF_d$, $DCavg$ e verifica di CCF
6. Calcolo di PL tramite la Tabella 5
7. Verifica del PL (se il PL calcolato è inferiore al PL r occorre ritornare al passo 3)
8. Validazione.

Individuazione della funzione di sicurezza e assegnazione del Performance Level richiesto - PL r

Per ogni funzione di sicurezza individuata (per esempio tramite l'uso della ISO/TR 14121-2 - Risk Assessment) il progettista decide il contributo alla riduzione del rischio che essa deve fornire, ossia il PL r.

Questo contributo non copre il rischio complessivo della macchina, ma solo quella parte del rischio legata alla applicazione di quella particolare funzione di sicurezza.

Il Parametro PL r rappresenta il Livello di Prestazione richiesto per quella funzione di sicurezza.

Il parametro PL rappresenta invece il Livello di prestazione raggiunto dall'hardware che la implementa. Va da sé che il PL dell'hardware deve almeno essere uguale o superiore al PL r stabilito.

Lo strumento che viene utilizzato per stabilire quale dovrà essere il contributo alla riduzione del rischio fornito dalla funzione di sicurezza è un grafico del tipo ad albero delle decisioni che porta ad individuare in modo univoco il valore di PL r. Se vengono individuate più funzioni di sicurezza, per ognuna di esse occorre definire il PL r.

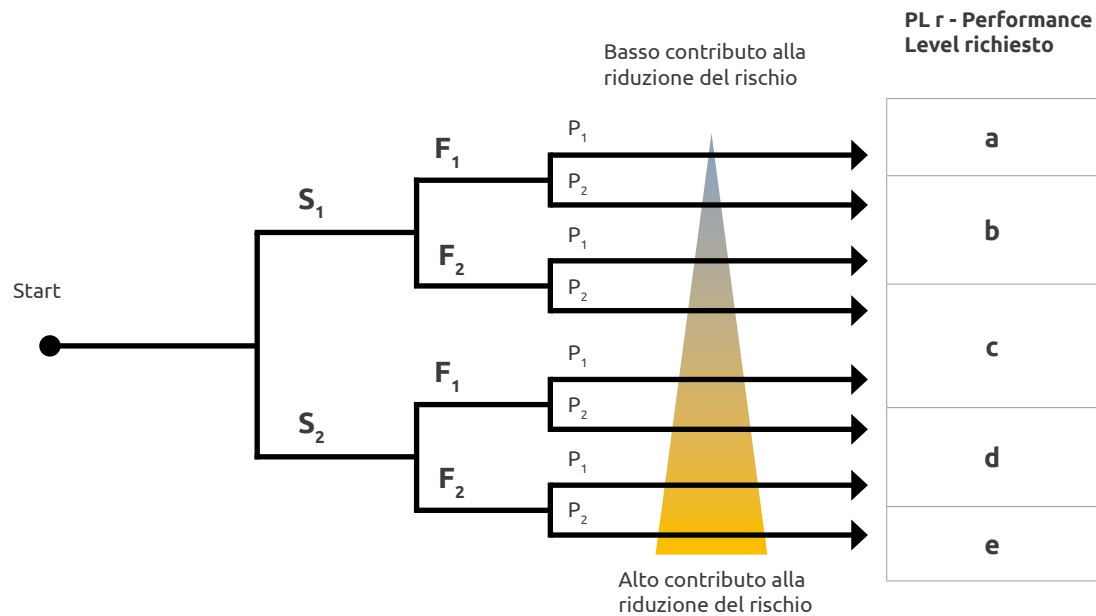


Fig. 4. Grafico delle decisioni per determinare il valore di PL r

S: gravità del danno

S1: reversibile

S2: irreversibile

F: frequenza o tempo di esposizione al rischio

F1: rara / breve

F2: continua / lunga

P: possibilità di evitare il rischio o di limitare il danno

P1: possibile entro certe condizioni

P2: scarsamente possibile



PL r(e) fornisce il più alto contributo alla riduzione del rischio, PL r(a) il più basso.

Realizzazione del sistema di controllo di sicurezza e calcolo del PL

Dopo aver deciso il valore di PL r necessario bisogna progettare un SRP/CS idoneo, calcolare il PL risultante e verificare che sia maggiore o uguale al PL r.

Dalla figura 3 si è visto che per ricavare il valore di PL occorre calcolare la Probabilità media di guasto pericoloso/ora del sistema di controllo progettato. Esistono diversi metodi per effettuare una stima della Probabilità media di guasto pericoloso/ora di un sistema di controllo di sicurezza.

L'uso di questi metodi presuppone che per ogni componente si conosca:

- il tasso di guasto (λ)
- la percentuale di ripartizione del tasso di guasto per tutte le modalità di guasto del componente (es. per un interruttore ad azione positiva: il contatto non si apre quando richiesto = 20% dei casi, il contatto non si chiude quando richiesto = 80% dei casi)
- l'effetto che ha ogni guasto sul comportamento del sistema di sicurezza (es. guasto pericoloso - λ_d oppure guasto non pericoloso - λ_s)
- la percentuale di guasti pericolosi rilevati dalle tecniche automatiche di autodiagnosi implementate rispetto al totale dei guasti pericolosi: $\lambda_{dd} = \lambda_d \times DC$
- la percentuale di guasti pericolosi non rilevati dalle tecniche automatiche di autodiagnosi implementate rispetto al totale dei guasti pericolosi: $\lambda_{du} = \lambda_d \times (1-DC)$.

La ISO 13849-1 semplifica il calcolo fornendo una tabella basata sulla modellazione di Markov nella quale il valore di probabilità media di guasto pericoloso per ora è già precalcolato per diverse combinazioni di Categorie, e di valori di massima di $MTTF_d$ e di DC_{avg} che vengono determinati anch'essi tramite tabelle.

Indicazione di $MTTF_d$	Valori espressi in anni	Definizione DC_{avg}	Valore di DC_{avg}
Basso	$3 \leq MTTF_d < 10$	Nessuna	$DC < 60\%$
Medio	$10 \leq MTTF_d < 30$	Basso	$60\% \leq DC < 90\%$
Alto	$30 \leq MTTF_d < 100$	Medio	$90\% \leq DC < 99\%$
		Alto	$99\% \leq DC$

Selezione della categoria

CATEGORIA	SINTESI DEI REQUISITI	COMPORTAMENTO DEL SISTEMA	PRINCIPIO UTILIZZATO PER CONSEGUIRE LA SICUREZZA
B	Le SRP/CS e/o le loro attrezzature di protezione e i relativi componenti devono essere progettati, costruiti, selezionati, assemblati in conformità alle norme pertinenti in modo che possano resistere alle influenze previste. Si devono utilizzare principi di sicurezza di base	Il verificarsi di un'avaria può portare alla perdita della funzione di sicurezza	Caratterizzato principalmente dalla selezione dei componenti
1	Si devono applicare i requisiti di B. Si devono utilizzare componenti e principi di sicurezza ben provati	Il verificarsi di un'avaria può portare alla perdita della funzione di sicurezza ma la probabilità che si verifichi è minore rispetto alla categoria B	
2	Si devono applicare i requisiti di B e si devono utilizzare principi di sicurezza ben provati. La funzione di sicurezza deve essere controllata a intervalli idonei dal sistema di comando della macchina	Il verificarsi di un'avaria può portare alla perdita della funzione di sicurezza tra i controlli. La perdita della funzione di sicurezza è rilevata dal controllo	Caratterizzato principalmente dalla struttura
3	Si devono applicare i requisiti di B e si devono utilizzare principi di sicurezza ben provati. Le parti legate alla sicurezza devono essere progettate in modo che: - una singola avaria in una di queste parti non porti a una perdita della funzione di sicurezza, e - ogniquale volta ragionevolmente fattibile, sia rilevata la singola avaria	Quando si verifica una singola avaria la funzione di sicurezza è sempre espletata. Alcune ma non tutte le avarie sono rilevate. L'accumulo di avarie non rilevate può portare alla perdita della funzione di sicurezza	
4	Si devono applicare i requisiti di B e si devono utilizzare principi di sicurezza ben provati. Le parti legate alla sicurezza devono essere progettate in modo che: - una singola avaria in una di queste parti non porti a una perdita della funzione di sicurezza, e - la singola avaria sia rilevata durante o prima della successiva richiesta della funzione di sicurezza ma, se tale rilevamento non è possibile, l'accumulo di avarie non rilevate non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza	Quando si verifica una singola avaria la funzione di sicurezza è sempre espletata. Il rilevamento delle avarie accumulate riduce la probabilità della perdita della funzione di sicurezza (DC alta). Le avarie sono rilevate in tempo per prevenire la perdita della funzione di sicurezza	

La resistenza ai guasti delle Cat. B e Cat.1 trae origine dalla robustezza dei componenti (si cerca di evitare il guasto).

La resistenza ai guasti delle categorie 2,3,4 trae origine dalla struttura del sistema (si cerca di controllare il guasto). In particolare si controlla il guasto tramite monitoraggio ciclico per la Cat.2, ridondanza per la Cat.3, ridondanza e monitoraggio per la Cat.4. Alle categorie corrispondono precisi requisiti funzionali. Le modalità di guasto dei componenti sono definite e catalogate. Esiste quindi una esatta corrispondenza fra le categorie e il comportamento del sistema in caso di guasto (approccio deterministico).

Il problema si riconduce quindi alla scelta dell'architettura, al calcolo di DC_{avg} in funzione delle tecniche di autodiagnosi implementate, al calcolo semplificato di $MTTF_d$ del circuito progettato e alla verifica che siano rispettate le condizioni di indipendenza di funzionamento dei canali (CCF) nel caso di architetture ridondanti (Cat. 2,3 e 4).

La combinazione di Categoria e DC_{avg} adottata identifica una delle sette colonne di tabella 5; il valore di $MTTF_d$ calcolato determina quale parte della colonna considerare. Sulla sinistra del grafico si legge poi il valore di PL corrispondente.

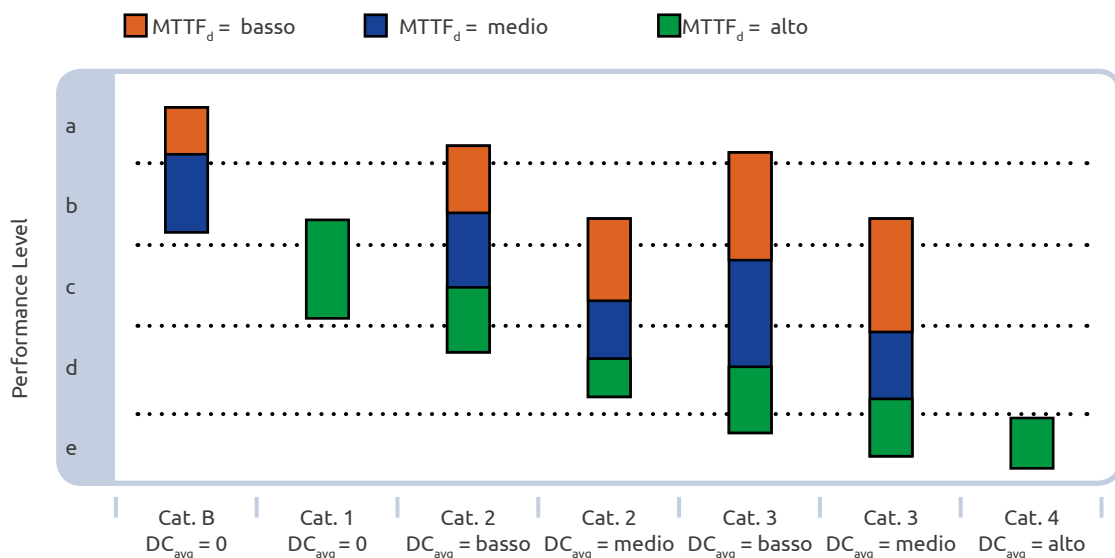


Fig. 5. figura di ISO 13849-1

Può capitare che la parte di colonna scelta comprenda due o tre possibili valori di PL (es. nel caso di Cat. 3, $DC_{avg} = \text{medio}$ e $MTTF_d = \text{low}$ sono possibili i seguenti tre valori: PL b, PL c, PL d); in questi casi, per poter ricavare il valore di PL corretto si usa la tabella K.1 dell'Annesso K della Norma (qui non riportata) che fornisce in modo dettagliato i valori di Probabilità media di guasto pericoloso per ora e PL in funzione del valore puntuale di $MTTF_d$ e della combinazione di Categoria e DC_{avg} implementati.

Come si può vedere dalla figura 5, per ogni Livello di Prestazione richiesto sono possibili più scelte. Ad esempio si veda la tabella 5: per ottenere un sistema con PL pari a "c" sono possibili le seguenti cinque alternative:

1. Categoria 3 con $MTTF_d = \text{basso}$ e DC_{avg} media
2. Categoria 3 con $MTTF_d = \text{medio}$ e DC_{avg} bassa
3. Categoria 2 con $MTTF_d = \text{medio}$ e DC_{avg} media
4. Categoria 2 con $MTTF_d = \text{alto}$ e DC_{avg} bassa
5. Categoria 1 con $MTTF_d = \text{alto}$

Eccezione solo per la parte di uscita del SRP/CS

Se per componenti meccanici, idraulici o pneumatici (o componenti che comprendono tecnologie miste) non sono disponibili dati sull'affidabilità specifici per tale applicazione, il fabbricante della macchina può valutare gli aspetti quantificabili del PL senza alcun calcolo del $MTTF_d$.

In tali casi, il livello di prestazione legato alla sicurezza (PL) è implementato dall'architettura, dalla diagnostica e dalle misure contro il CCF. La tabella seguente mostra il rapporto fra il PL conseguibile e le categorie.

	PFH _d (1/h)	Cat. B	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4
PL a	2*10 ⁻⁵	*	0	0	0	0
PL b	5*10 ⁻⁶	*	0	0	0	0
PL c	1,7*10 ⁻⁶	-	*2	*1	0	0
PL d	2,9*10 ⁻⁷	-	-	-	*1	0
PL e	4,7*10 ⁻⁸	-	-	-	-	*1

* La categoria applicata è raccomandata

0 La categoria applicata è opzionale

- La categoria non è consentita

*1 Si devono utilizzare componenti collaudati o ben provati (confermati dal fabbricante dei componenti per essere idonei per tale applicazione particolare) e ben provati principi di sicurezza.

*2 Si devono utilizzare componenti e principi di sicurezza ben provati. Per i componenti legati alla sicurezza che non sono sorvegliati dal processo, il valore T10d può essere determinato sulla base di dati di collaudo del fabbricante della macchina.

Combinazione di più SRP/CS

Una funzione di sicurezza può essere composta da uno o più SRP/CS, e più funzioni di sicurezza possono utilizzare gli stessi SRP/CS. I singoli SRP/CS, poi, potrebbero essere realizzati con architetture diverse. Se la funzione di sicurezza è realizzata collegando in serie più SRP/CS (es. barriera di sicurezza, logica di controllo, uscita di potenza) e se per ciascuno di essi è noto il PFH_d, allora il PFH_d totale è pari alla somma dei valori di PFH_d dei singoli SRP/CS.

Il PL corrispondente al PFH_d così calcolato è poi limitato da vincoli sistematici (non quantificabili): il PL totale non può essere maggiore del PL più basso di tutti i sottosistemi che compongono la funzione di sicurezza e da aspetti quantificabili: il PL totale non può essere più grande del PL che si ricava dalla Tabella 3 di ISO 13849-1 in corrispondenza del PFH_d sommato (il PFH_d è formato dalla somma di tutti i valori di PFH_d dei singoli SRP / CS).

Se i PFH_d dei singoli SRP/CS non sono noti, la norma fornisce un modo semplice per calcolare il PL totale.

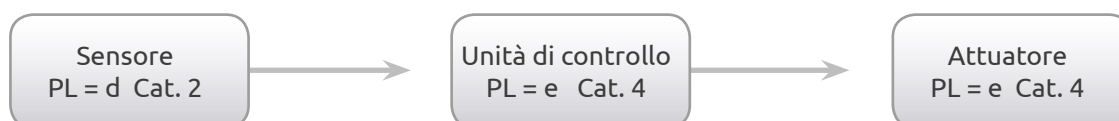
Si identifica la parte col PL più basso (PL low),

Si identifica il numero di parti che hanno PL = PL low

Si inseriscono i dati nella tabella seguente e si ricava il PL totale

PL (low)	n (low)		PL
a	>3	-->	-
	≤ 3		a
b	>2	-->	a
	≤ 2		b
c	>2	-->	b
	≤ 2		c
d	>3	-->	c
	≤ 3		d
e	>3	-->	d
	≤ 3		e

Il PL ricavato tramite questa tabella si riferisce a valori di Probabilità media di guasto pericoloso per ora che si trovano a metà per ognuno degli intervalli di Tabella 3 della ISO 13849-1. Esempio:



Risulta: PL low = d N low = 1 (< 3)

Quindi: PL complessivo = d

Il valore di probabilità media di guasto pericoloso per ora dell'intero sistema sarà un numero compreso fra 1×10^{-6} e 1×10^{-7} (vedere Tabella 3 della ISO 13849-1).

IEC 62061 Sicurezza del macchinario – Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili per il controllo delle macchine

La IEC 62061 è derivata dalla IEC 61508 "Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici/elettronici/elettronici programmabili relativi alla sicurezza".



La IEC 61508 è la norma internazionale di riferimento per la sicurezza funzionale dei sistemi elettrici elettronici ed elettronici programmabili.

È divisa in sette parti. Le prime tre parti stabiliscono i requisiti di sicurezza sia per l'hardware che per il software mentre le rimanenti parti sono informative, di supporto per la corretta applicazione delle prime tre.

La IEC 62061 conserva le caratteristiche della IEC 61508, ne semplifica i requisiti di sicurezza (sia per l'hardware che per il software) adattandoli alle esigenze del macchinario industriale.

Sono presi in considerazione requisiti di sicurezza solo per il funzionamento "high demand mode" (richiesta della funzione di sicurezza maggiore di una volta per anno).

La norma si basa su due concetti fondamentali:

- gestione della sicurezza funzionale
- livello di integrità della sicurezza

Gestione della sicurezza funzionale

Vengono precisati tutti quegli aspetti del processo di progettazione che sono necessari per raggiungere la sicurezza funzionale richiesta, che vanno quindi dall'assegnazione delle prescrizioni di sicurezza, alla documentazione, alla gestione del progetto fino alla validazione dello stesso.

Per ogni progetto dovrà essere redatto, documentato e aggiornato, per quanto necessario, un Piano della sicurezza funzionale.

Il piano della sicurezza funzionale dovrà individuare le persone, i reparti e le risorse responsabili delle attività di progettazione e costruzione del sistema di sicurezza.

Livello di integrità della sicurezza (Safety Integrity Level: SIL)

Vengono fornite una metodologia e delle prescrizioni per:

- specificare i requisiti funzionali per ogni funzione di sicurezza da realizzare
- assegnare il Livello di Integrità della Sicurezza (SIL) per ogni funzione di sicurezza individuata
- consentire la progettazione di un sistema di controllo di sicurezza (SRECS) idoneo alla funzione di sicurezza da realizzare
- validare lo SRECS

Attribuzione del SIL

Per l'assegnazione del SIL si può usare il metodo descritto nell'allegato A (la norma consente tuttavia di avvalersi anche delle tecniche descritte nella IEC 61508-5).

Per ogni pericolo individuato occorre valutare:

- il grado di severità (Se) del possibile danno
- la frequenza e la durata (Fr) di esposizione al pericolo
- probabilità di evento pericoloso (Pr) legata al modo operativo della macchina
- l'evitabilità (Av) del pericolo. Tanto più è difficile evitare il pericolo tanto più alto sarà il numero rappresentativo dell'evitabilità del pericolo

La tabella seguente, che è un estratto del form di figura A.3 della norma IEC 62061, permette di ricavare in modo semplice il SIL da assegnare alla funzione di sicurezza.

Conseguenze	Severità Se	Classe Cl					Frequenza Fr		Probabilità evento pericoloso Pr	Evitabilità Av	
		4	5-7	8-10	11-13	14-15					
Morte, perdita di un occhio o di un braccio	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3	≥ 1 per ora	5	Molto alta	5	
Permanente: perdita di dita	3		OM	SIL 1	SIL 2	SIL 3	< 1 per ora ≥ 1 per giorno	5	Probabile	4	
Reversibile: intervento medico	2			OM	SIL 1	SIL 2	< 1 per giorno ≥ 1 per 2 sett	4	Possibile	3	Impossibile 5
Reversibile: pronto soccorso	1				OM	SIL 1	< 1 per 2 sett ≥ 1 per 1 anno	3	Scarsa	2	Possibile 3
							< 1 per anno	2	Trascurabile	1	Probabile 1

OM (Other Measures) = raccomandato l'uso di altre misure.

La somma dei punteggi ottenuti per gli attributi di frequenza, probabilità e evitabilità fornisce la classe di probabilità del danno:

$$Cl = Fr + Pr + Av$$

Incrociando sulla tabella la classe ottenuta (Cl) con il grado di severità individuato (Se) si ottiene il SIL.

Questo è un processo iterativo. Infatti, in funzione delle misure di protezione adottate, potrebbero variare alcuni parametri (es. Fr o Pr), in questo caso il processo di assegnazione del SIL va ripetuto usando i nuovi valori dei parametri che sono stati modificati.

Sono assegnati tre livelli: **SIL 1, SIL 2, SIL 3**.

Probabilità media di guasto pericoloso per ora (PFH_d)

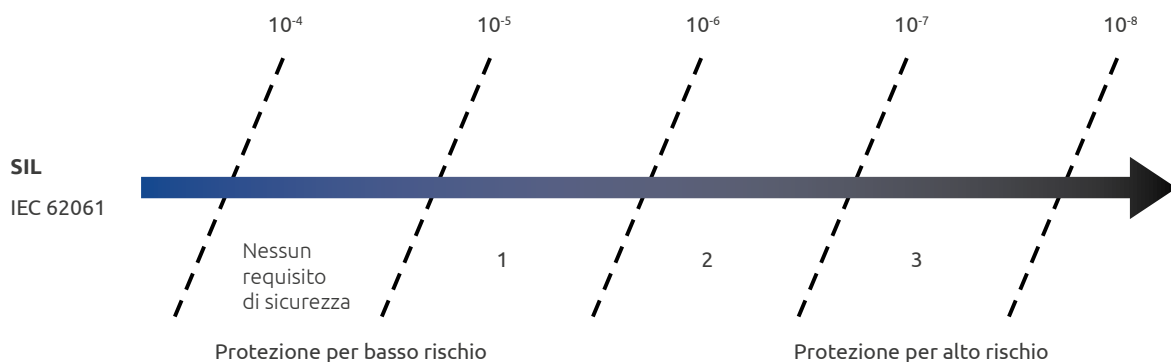


Fig. 6. Tabella 3 della IEC 62061

Il SIL rappresenta quindi il livello di integrità della sicurezza che deve essere attribuito a uno SRECS affinché sia idoneo a svolgere la funzione di sicurezza assegnata e per tutto l'intervallo di tempo stabilito e nelle condizioni d'uso previste.

Il parametro usato per definire il SIL (Safety Integrity Level) è la probabilità di guasto pericoloso/ora (PFH_d).

Maggiore è il SIL, minore è la probabilità che lo SRECS non esegua la funzione di sicurezza richiesta.

Per ogni funzione di sicurezza individuata dall'analisi di rischio deve essere definito il SIL.

Processo di sviluppo e progetto

Ogni funzione di sicurezza individuata dalla analisi di rischio, dovrà essere descritta in termini di:

- requisiti funzionali (modo di funzionamento, tempo di ciclo, condizioni ambientali, tempo di risposta, tipo di interfaccia con altre parti o altre funzioni, livello di immunità EMC, ecc.)
- requisiti di sicurezza (SIL)

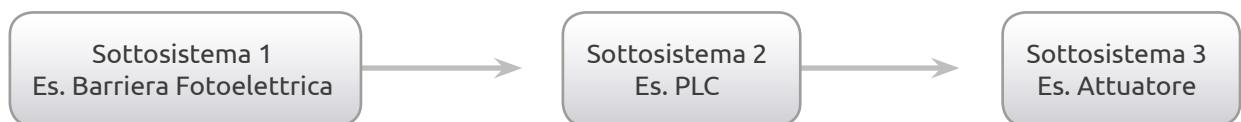
Ogni funzione di sicurezza verrà poi scomposta in blocchi funzionali (es. blocco funzionale delle informazioni di ingresso, blocco funzionale della elaborazione logica delle informazioni, blocco funzionale delle uscite).

Ad ogni blocco funzionale viene associato un sottosistema.

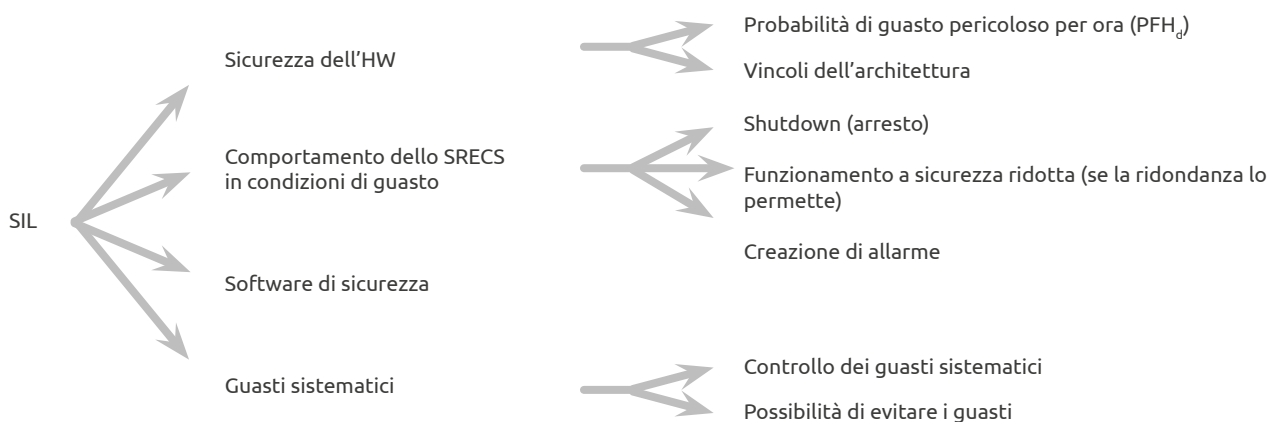
I sottosistemi saranno a loro volta composti da componenti elettrici interconnessi fra di loro; i componenti elettrici sono denominati elementi del sottosistema.

La realizzazione tecnica dello SRECS assumerà quindi una architettura tipica come in figura (qui è rappresentato il caso di un controllo di accesso realizzato tramite barriera fotoelettrica).

Architettura tipica della realizzazione tecnica dello SRECS



Affinché poi lo SRECS soddisfi i requisiti funzionali e di sicurezza individuati, devono essere rispettate le prescrizioni per:



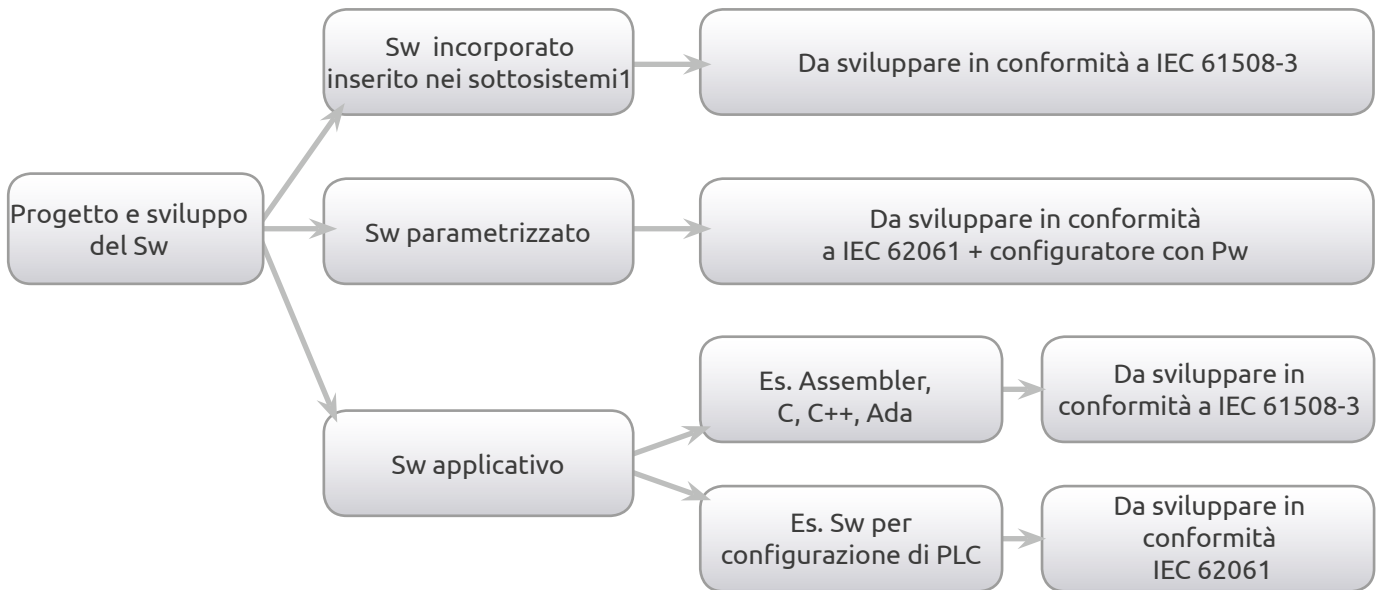
Ogni sottosistema dovrà essere realizzato tramite circuiti elettrici idonei ad ottenere il SIL richiesto.

Il massimo SIL raggiungibile da un sottosistema viene indicato con SILCL (SIL claim).

Il SILCL del sottosistema dipende quindi dal valore di PFH_d , dai vincoli dell'architettura, dal suo comportamento in caso di guasto e dalla possibilità e capacità di controllo dei guasti sistematici.

Software di sicurezza

Nel caso sia stato necessario scrivere software, il codice va sviluppato secondo quanto previsto dalle norme di riferimento in relazione al tipo di software prodotto secondo il seguente schema.



 PLC di sicurezza, safety bus, azionamenti, barriere fotoelettriche di sicurezza e in genere tutti i dispositivi di sicurezza complessi che integrano logica programmabile e che fanno uso di software embedded, se vengono usati per la realizzazione di uno SRP/CS devono essere conformi alle rispettive norme di prodotto, se esistono, e alla IEC 61508 per gli aspetti che riguardano la sicurezza funzionale.

IMPORTANTE!

L'aspetto probabilistico è solo una dei componenti che contribuiscono all'assegnazione del SIL.

Per poter rivendicare un valore di SIL bisogna anche dimostrare e documentare:

- di aver adottato misure gestionali e tecniche idonee per raggiungere la sicurezza funzionale richiesta
- di aver redatto documentato e aggiornato il Piano della sicurezza funzionale
- di aver evitato per quanto possibile guasti sistematici
- di aver valutato (tramite prove e analisi) il comportamento del sistema di sicurezza nelle condizioni ambientali in cui dovrà operare
- di aver sviluppato il software dopo aver adottato tutti gli aspetti di organizzazione previsti.

Calcolo di PFH_d del sottosistema

Per poter calcolare il PFH_d del sottosistema occorrerà prima di tutto scegliere il tipo di architettura (struttura). La norma propone quattro architetture predefinite e per ognuna di esse fornisce una diversa formula semplificata per il calcolo di PFH_d.

Per effettuare questo calcolo si devono utilizzare i seguenti parametri:

- λ_d** = Tasso di guasto pericoloso di ogni elemento del sottosistema.
Si ricava dalla conoscenza del suo tasso di guasto λ , dalla percentuale di ripartizione del tasso di guasto per tutte le sue modalità di guasto e dall'analisi del comportamento del sottosistema in conseguenza del guasto prodotto (guasto pericoloso = λ_d oppure guasto non pericoloso = λ_s).
- T1** = Proof Test. Intervallo di test di prova. Di solito per il macchinario industriale viene fatto coincidere con la durata di vita (20 anni).
- T2** = Intervallo di test delle funzioni di diagnosi svolto dai circuiti interni del SRECS o da altri SRECS. Dipende quindi dal progetto o dai dispositivi usati.
- DC** = Copertura diagnostica (Diagnostic Coverage):
Parametro che rappresenta la percentuale dei guasti pericolosi rilevati rispetto a tutti i guasti pericolosi possibili. DC dipende dalle tecniche di autodiagnosi implementate.
Se si suppone infatti che un guasto può sempre verificarsi (altrimenti non ci sarebbe motivo di definire il λ), che i meccanismi per il rilevamento dei guasti non sono tutti parimenti efficienti e immediati (dipendono dal tipo di guasto, per alcuni guasti può occorrere più tempo), che non è possibile pensare di poter rilevare tutti i guasti, che tuttavia adottando opportune architetture circuitali ed efficaci test è possibile rilevare la maggior parte dei guasti pericolosi, allora si può definire un parametro DC che dà una stima dell'efficienza delle tecniche di auto-diagnosi implementate. La IEC 62061 non fornisce informazioni per ricavare il DC in funzione delle tecniche di diagnosi implementate, ma si possono usare quelle della IEC 61508-2 Allegato A.
- β** = Fattore di guasto per cause comuni. Fornisce una indicazione del grado di indipendenza di funzionamento dei canali di un sistema ridondante.

Dopo aver calcolato il valore di PFH_d del sottosistema tramite le formule proposte dalla norma, dalla Tabella 3 si ricava il SILCL corrispondente e si verifica che sia compatibile con i vincoli imposti dall'architettura scelta. Il SILCL che può raggiungere un determinato sottosistema è limitato dalla tolleranza ai guasti dell'hardware e dal valore di SFF secondo la seguente tabella:

(Tabella 5 di IEC 62061)

Frazione di guasto in sicurezza (SFF)	Tolleranza al guasto dell'hardware		
	0	1	2
SFF < 60%	Non permesso	SIL 1	SIL 2
60% ≤ SFF < 90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% ≤ SFF < 99%	SIL 2	SIL 3	SIL 3
SFF ≥ 99%	SIL 3	SIL 3	SIL 3

La frazione di guasto in sicurezza del sottosistema (SFF) è, per definizione, la frazione del tasso di guasto globale che non comporta un guasto pericoloso

$$SFF = (\sum \lambda_s + \sum \lambda_{dd}) / (\sum \lambda_s + \sum \lambda_{dd} + \sum \lambda_{du})$$

I valori λ_{dd} (tasso di guasto dei guasti pericolosi rilevabili) e λ_{du} (tasso di guasto dei guasti pericolosi che non è possibile rilevare) si ricavano dalla conoscenza della efficacia delle tecniche di diagnosi implementate.

Conoscendo il valore di PFH_d e SILCL di ogni sottosistema è ora possibile calcolare il SIL dello SRECS.

Infatti:

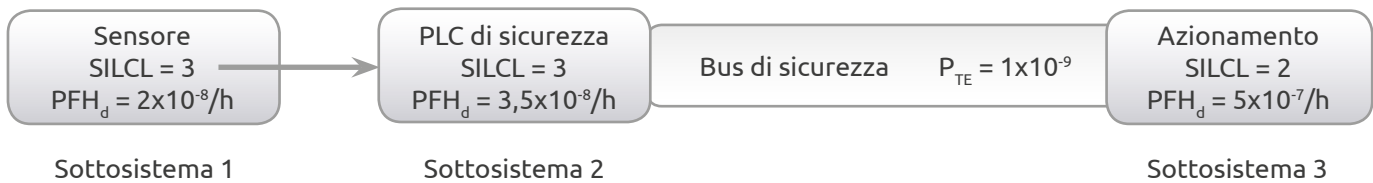
La probabilità di guasto pericoloso/ora globale dello SRECS sarà uguale alla somma delle probabilità di guasto pericoloso/ora dei sottosistemi che concorrono alla sua realizzazione e dovrà includere, se necessario, anche la probabilità di guasto pericoloso per ora (P_{TE}) delle eventuali linee di comunicazione di sicurezza:

$$PFH_d = PFH_{d1} + \dots + PFH_{dN} + P_{TE}$$

Noto il PFH_d , dalla Tabella 3 si ricava il SIL corrispondente.

Il SIL ottenuto dovrà essere poi paragonato ai SILCL dei sottosistemi nel senso che esso potrà essere solo uguale o inferiore al SILCL più basso dei sottosistemi che compongono lo SRECS.

Esempio:



$$PFH_d(sistema) = PFH_d(ss1) + PFH_d(ss2) + PFH_d(ss3) + P_{TE} = 5,56 \times 10^{-7}/h$$

$$SIL = 2$$

Va inoltre ricordato che nel caso che un sottosistema sia condiviso da due o più funzioni di sicurezza che richiedono SIL diversi, esso dovrà soddisfare il SIL maggiore.

Conclusioni

I metodi proposti nella ISO 13849-1 semplificano il calcolo del valore di probabilità media di guasto pericoloso per ora rispetto a quanto richiesto dalla IEC 61508 fornendo un approccio pratico che meglio si adatta alle esigenze del macchinario industriale.

Mantenendo le categorie e altri concetti come quello di "Componente ben provato", viene assicurata una continuità con la EN 954 - 1 del 1996.

L'aver voluto mantenere l'approccio quanto più lineare possibile fa sì che la ISO 13849-1 abbia dei limiti. Se si prevede l'impiego di tecnologie complesse e architetture diverse da quelle stabilite, è più appropriato progettare mediante la IEC 62061.

Se si usano dispositivi e/o sottosistemi che rispondono alla ISO 13849-1 ed altri che rispondono alla IEC 62061, la stessa norma IEC 62061 specifica come incorporarli nello SRECS.

Non è possibile individuare una perfetta corrispondenza biunivoca fra PL e SIL.

È però possibile confrontare la parte probabilistica di PL e SIL perché usano lo stesso concetto: probabilità media di guasto pericoloso per ora, per definire il grado di resistenza ai guasti.

È importante avvertire tuttavia che, anche se il concetto probabilistico usato nelle due norme è lo stesso, il valore di PFH_d che si ottiene può essere leggermente diverso perché i metodi di calcolo sono diversi.

EN ISO 14119

Sicurezza del macchinario - Dispositivi di interblocco associati ai ripari mobili Principi per la progettazione e scelta dei dispositivi

Di seguito alcune delle principali novità introdotte dalla norma

Nuova suddivisione dei dispositivi di interblocco:

Si definisce un dispositivo interbloccato, un interblocco meccanico, elettrico o di altra natura, il cui scopo è impedire il funzionamento delle operazioni pericolose delle macchine, in specifiche condizioni (generalmente fino a quando i ripari non sono chiusi).

Dispositivi di Tipo 1 - Non codificati

Questi possono essere:

- Camme rotanti
- Camme lineari
- Cerniere.

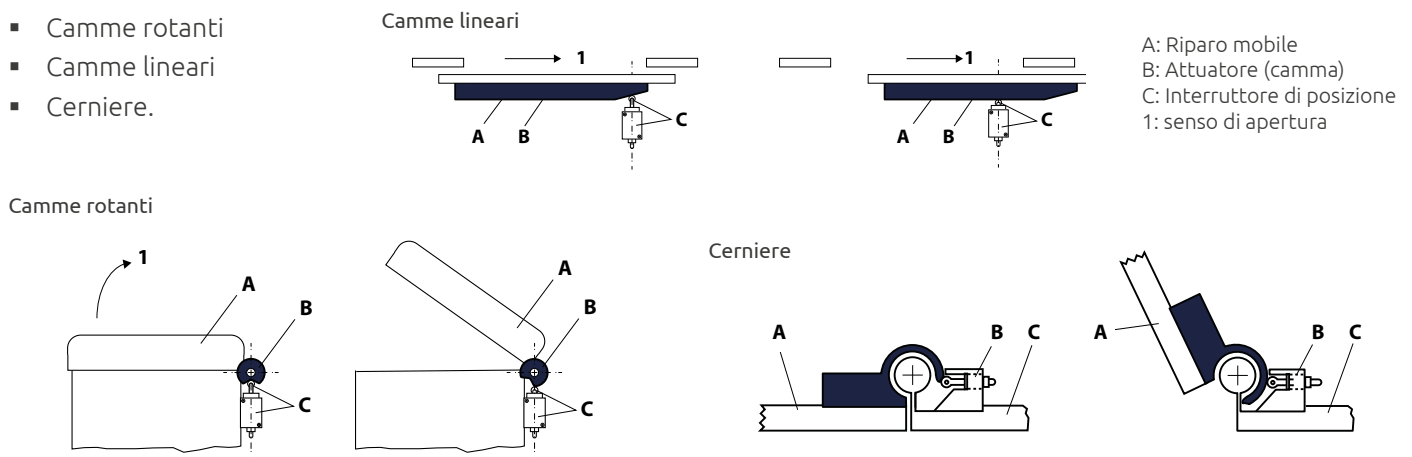


Fig. 7. Dispositivi di Tipo 1 - Non codificati

Dispositivi di Tipo 2 - Codificati

Per attuatore codificato, secondo la ISO 14119:2013, § 3.13 si intende un dispositivo progettato per attivare un determinato sensore ad esempio per mezzo della forma. Esistono tre livelli di codifica:

- Attuatore con livello di codifica basso: attuatore in cui sono disponibili solo da 1 a 9 variazioni della codifica
- Attuatore con livello di codifica medio: attuatore in cui sono disponibili da 10 a 1000 variazioni della codifica
- Attuatore con livello di codifica alto: attuatore in cui sono disponibili più di 1000 variazioni della codifica

Questi possono essere:

- Sensori di posizione con attuatore a linguetta
- Interblocchi a chiave bloccata

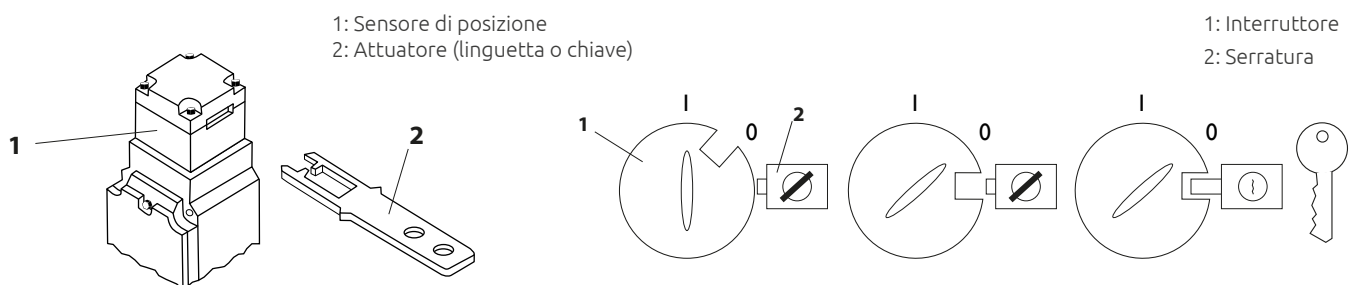


Fig. 8. Dispositivi di Tipo 2 - Codificati

Dispositivi di Tipo 3 - Non codificati

Questi possono essere:

- Induttivi - Azionati dal metallo del riparo
- Magnetici - Azionati da un magnete non codificato
- Capacitivi - Ultrasuoni o ottici

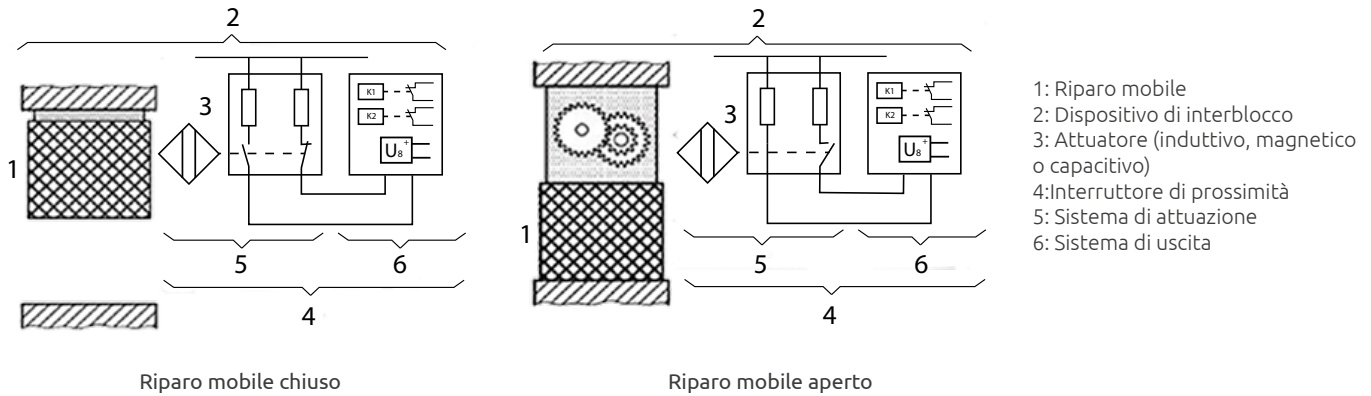


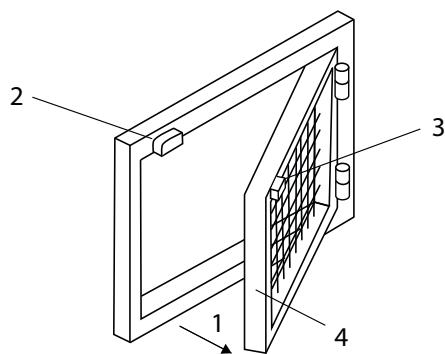
Fig. 9. Dispositivi di Tipo 3 - Non codificati

Dispositivi di Tipo 4 - Codificati

Questi possono essere:

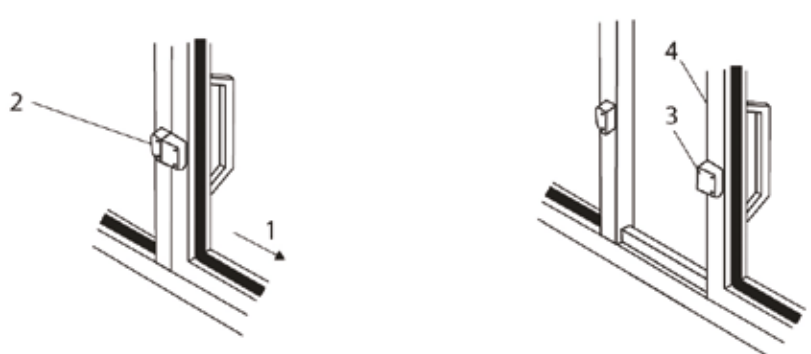
- Magnetici - Azionati da un magnete codificato
- RFID
- Ottici - Azionati da un ottica codificata

Sensore RFDI



- 1: Senso di apertura
2: Dispositivo di interblocco di tipo 4
3: RFID codificato
4: Riparo mobile

Dispositivi di interblocco di tipo 4 con magnete codificato



- 1: Senso di apertura
2: Dispositivo di interblocco di tipo 4
3: Magnete attuatori codificato
4: Riparo mobile

Fig. 10. Dispositivi di interblocco di tipo 4 codificati

La distanza dei ripari

Come per le fotocellule di sicurezza, si deve tenere in considerazione, il tempo di arresto del movimento pericoloso in relazione alla velocità di avvicinamento. Per i valori tipici, fare riferimento alla ISO 13855:2010.

La serie di più contatti elettromeccanici

Si applica ai soli circuiti ridondanti con contatti elettromeccanici normalmente chiusi (N.C.) in serie o normalmente aperti (N.A.) in parallelo.

Fino ad ora, per una serie logica di contatti N.C., si è considerato un $DC=60\%$, permettendo di ottenere un PL d (non un PL e). La mascheratura dei guasti, potrebbe portare ad una copertura diagnostica inferiore e quindi nulla.

Basandosi su $DC = \lambda_{dd} / \lambda_d$ (rapporto tra i guasti pericolosi rilevati e quelli totali) può facilmente portare ad un $DC < 60\%$.

Dispositivi di interblocco che si basano sulla “esclusione di guasto”

La norma specifica che il massimo livello di sicurezza raggiungibile dai dispositivi di interblocco basati sulla “esclusione di guasto”, generalmente, è PL d. Infatti per questi dispositivi esiste la possibilità che un singolo guasto meccanico determini la perdita della funzione di sicurezza.

Ad esempio un guasto meccanico relativo alla chiave (attuatore) o a qualche parte del dispositivo meccanico di blocco può far trasmettere ai contatti elettrici in uscita una falsa informazione.

In alcune circostanze è comunque possibile raggiungere il livello di sicurezza PL e. Si tratta dei casi di “esclusione dei guasti per il blocco della protezione”.

Il livello di sicurezza raggiunto in questi casi non è necessariamente limitato dall'esclusione dei guasti per rottura del dispositivo di bloccaggio meccanico.

Devono però essere verificati specifici requisiti: la forza di ritenuta specificata (FZh) del dispositivo di blocco della protezione deve essere sufficiente per resistere alle forze statiche previste sul bullone di bloccaggio, inoltre è necessario prevenire qualsiasi effetto sul dispositivo di blocco della protezione determinato dalle forze dinamiche dovute al movimento del riparo.

Funzione di interblocco e funzione di bloccaggio

La norma pone l'accento sul fatto che la funzione di interblocco e quella di bloccaggio sono 2 funzioni di sicurezza separate con PLr che possono anche essere diversi (PLr Bloccaggio < PLr interblocco).

Misure per evitare l'elusione del dispositivo di interblocco

I ripari e i dispositivi di protezione delle macchine non devono essere facilmente elusi o resi inefficaci (Direttiva Macchine 2006/42/EC). Sono richiesti provvedimenti per minimizzare la manomissione.

Elusione secondo la ISO 14119:2013, § 3.7 e § 3.8

Per elusione si intende un'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. Per elusione in un modo ragionevolmente prevedibile si intende un'elusione effettuata manualmente o mediante l'utilizzo di attrezzi facilmente disponibili.

Possono essere adottate delle misure per ridurre l'elusione dei dispositivi di interblocco

- Impedire l'accesso agli elementi che costituiscono il dispositivo di interblocco: posizione difficilmente raggiungibile, ostacoli fisici, montaggio in zone nascoste)
- Impedire la sostituzione degli attuatori utilizzando dispositivi di interblocco codificati
- Impedire lo smontaggio o lo spostamento dei dispositivi di interblocco (saldature, incollaggio, rivettatura, ecc..)
- Monitoraggio dello stato del dispositivo di interblocco
- Aggiunta di un ulteriore dispositivo di interblocco con un differente principio di attuazione. In questo caso si potrà verificare la plausibilità dello stato di entrambi i dispositivi

La tabella 3 della norma ISO 14119:2013 specifica le misure aggiuntive anti-manomissione che devono essere adottate a seconda dei dispositivi di interblocco utilizzati.

Misure anti-manomissione nel caso di sensori magnetici a basso livello di codifica (MAGNUS)

Obbligatorio:

- Montaggio in luoghi non raggiungibili, oppure montaggio in zone incassate e non visibili della macchina, oppure monitoraggio dello stato
- Fissaggio dell'attuatore in modo che sia difficile rimuoverlo

Raccomandazioni:

- Un secondo sensore magnetico
- Controllo di plausibilità di entrambi i sensori

Controllo della velocità in sicurezza

I sistemi di controllo della velocità di sicurezza che usano sensori (encoder, proximity) per la misura della velocità, devono essere in grado di rilevare possibili guasti pericolosi dei sensori stessi.

La tabella D.16 della norma IEC EN 61800-5-2 ci fornisce l'elenco dei guasti pericolosi considerati per questi sensori e delle possibili esclusioni di guasto.

- Maggiore sarà la quantità di guasti rilevati dal controllore, più alta sarà la copertura diagnostica e quindi migliore il livello di sicurezza raggiungibile per la funzione considerata.
- La possibilità di applicare l'esclusione dei guasti elimina la necessità di controllarli e aumenta la prestazione di sicurezza raggiungibile.

Combinazioni tra sensori e controllori di sicurezza

Encoder di sicurezza certificati + Sistema di controllo velocità certificato (esempio Mosaic MV)	L'encoder di sicurezza certificato, in combinazione con un sistema di controllo velocità certificato, è conforme a tutti i requisiti indicati nella norma IEC EN 61800-5-2. Rappresenta quindi la soluzione più semplice e sicura per la realizzazione di una funzione di controllo di velocità di sicurezza.	Cat. 4 - SIL 3 – PL e (Encoder SIL 3)
Encoder non di sicurezza + Proximity + Sistema di controllo velocità certificato (esempio Mosaic MV)	Il sistema utilizza 2 sensori non di sicurezza formando un sistema a doppio canale. Il controllore verifica che i due sensori misurino la stessa velocità. Il guasto di uno dei due canali (elettrico o meccanico) provoca una diversità nei valori misurati rilevata dal controllore che genera un segnale di allarme. I due canali non sono omogenei (sensori di diversa tecnologia). Questo riduce la possibilità di guasti di causa comune migliorando il punteggio del fattore CCF (Common Cause Failure). Vedi Norma ISO EN 13849-1*. In relazione ai valori di affidabilità ($MTTF_d$) dei sensori è teoricamente possibile raggiungere un livello massimo di sicurezza pari a SIL3 - PL e. Tale livello deve essere calcolato e verificato secondo la norma EN 13849-1/2.	Cat. 3 - DCavg 90% Livello di sicurezza fino a SIL 3 – PL e
Proximity + Proximity + Sistema di controllo velocità certificato (esempio Mosaic MV)	Il sistema utilizza 2 proximity formando un sistema a doppio canale. Il controllore verifica che i due sensori misurino la stessa velocità. Il guasto di uno dei due canali (elettrico o meccanico) provoca una diversità nei valori misurati rilevata dal controllore che genera un segnale di allarme. I due canali sono omogenei (sensori di uguale tecnologia). Questo può aumentare la possibilità di guasti di causa comune rispetto alla soluzione Encoder + Proximity, rendendo più difficile il raggiungimento del punteggio minimo (65) del fattore CCF (Common Cause Failure). Vedi Norma ISO EN 13849-1*. Il DCavg è 90% solo se alla ruota fonica (ruota dentata) è possibile applicare l'esclusione del guasto meccanico (allentamento o perdita di accoppiamento meccanico con il motore). In relazione ai valori di affidabilità ($MTTF_d$) dei sensori usati è teoricamente possibile raggiungere un livello massimo di sicurezza pari a SIL3 - PL e. Tale livello deve essere calcolato e verificato secondo la norma EN 13849-1/2.	Cat. 3 - DCavg 90% Livello di sicurezza fino a SIL 3 – PL e
Encoder non di sicurezza + Encoder non di sicurezza + Sistema di controllo velocità certificato (esempio Mosaic MV)	Il sistema utilizza 2 encoder non di sicurezza formando un sistema a doppio canale. Il controllore verifica che i due sensori misurino la stessa velocità. Il guasto di uno dei due canali (elettrico o meccanico), provoca una diversità nei valori misurati rilevata dal controllore che genera un segnale di allarme. I due canali sono omogenei (sensori di uguale tecnologia). Questo può aumentare la possibilità di guasti di causa comune rendendo più difficile il raggiungimento del punteggio minimo (65) del fattore CCF (Common Cause Failure). Vedi Norma ISO EN 13849-1*. In relazione ai valori di affidabilità ($MTTF_d$) dei sensori usati è teoricamente possibile raggiungere un livello massimo di sicurezza pari a SIL3 - PL e. Tale livello deve essere calcolato e verificato secondo la norma EN 13849-1-2.	Cat. 3 - DCavg 90% Livello di sicurezza fino a SIL 3 – PL e

Encoder non di sicurezza + Sistema di controllo velocità certificato (esempio Mosaic MV)	Il sistema utilizza 1 encoder non di sicurezza formando un sistema a canale singolo. Il controllore non può effettuare comparazioni e verifiche, quindi il guasto del canale (elettrico o meccanico) potrebbe non essere rilevato.	Cat. B - Liv. di sicurezza fino a PL b
	La soluzione è di Cat.B dove non è prevista alcuna copertura diagnostica (DC_{avg}). Questo limita il livello di sicurezza massimo raggiungibile a PL b. La soluzione potrebbe essere di Cat.1 solo se l'encoder utilizzato fosse considerato un componente ben provato per applicazioni di sicurezza (Well Tried Component - Vedi ISO EN 13849-1 tabella.10).	oppure Cat. 1 - Liv. di sicurezza fino a SIL 1 - PL c
Proximity + Sistema di controllo velocità certificato (esempio Mosaic MV)	Il sistema utilizza 1 proximity formando un sistema a canale singolo. Il controllore non può effettuare comparazioni e verifiche, quindi il guasto del canale (elettrico o meccanico) potrebbe non essere rilevato.	Cat. B - Liv. di sicurezza fino a PL b
	La soluzione è di Cat.B. dove non è prevista alcuna copertura diagnostica (DC_{avg}). Questo limita il livello di sicurezza massimo raggiungibile a PL b. La soluzione potrebbe essere di Cat.1 solo se il proximity utilizzato fosse considerato un componente ben provato per applicazioni di sicurezza (Well Tried Component - rif. EN 13849-1 tab.10).	oppure Cat. 1 - Liv. di sicurezza fino a SIL 1 - PL c

* Norma ISO EN 13849-1 tabella F.1 per il calcolo del punteggio e quantificazione delle misure contro i guasti di causa comune. È necessario raggiungere un punteggio di almeno 65 punti. Valutazione necessaria per le categorie 2, 3 e 4).

 Per tutte le combinazioni è Importante verificare la possibilità di applicare l'esclusione del guasto meccanico (allentamento o perdita di accoppiamento meccanico con il motore) mediante adeguate soluzioni di fissaggio.

Glossario

Sigla	Definizione	Norma di Riferimento	Descrizione
β (Beta)	Common cause failure factor	IEC 62061	Fattore di indipendenza di funzionamento dei canali di un sistema a più canali. È un numero compreso fra 0,1 e 0,01 in funzione del valore di CCF raggiunto.
λ (Lambda)	Failure rate	IEC 62061	Frequenza di guasto dei guasti di tipo casuale. La frequenza del verificarsi dei guasti di tipo casuale nel tempo di un componente viene comunemente indicata col nome di "tasso di guasto" (Failure Rate) e si misura in numero di guasti per unità oraria. Il suo inverso è detto "tempo medio fra i guasti" ed è misurato in ore; è comunemente indicato con la sigla MTBF (Mean Time Between Failures). I guasti casuali sono provocati da improvvise accumulazioni di sollecitazioni oltre la resistenza massima di progetto del componente. Possono capitare ad intervalli casuali e in maniera del tutto inaspettata. La frequenza di guasto presa su tempi sufficientemente lunghi è pressoché costante. I metodi di calcolo del valore di PFH_d descritti nelle due norme si riferiscono solo alla stima dei guasti di tipo casuale. L'unità di misura comunemente usata per indicare il tasso di guasto è il FIT (Failure In Time) che corrisponde a un guasto per miliardo di ore di funzionamento (F=1 quindi significa un guasto ogni 109 ore) .
λ_s	Safe failure rate	IEC 62061	Tasso di guasto dei guasti non pericolosi. I guasti non pericolosi sono quelli che non hanno effetto sulla prestazione di sicurezza del sistema di controllo. In loro presenza il sistema di controllo continua a garantire protezione.
λ_d	Dangerous failure rate	IEC 62061	Tasso di guasto dei guasti che possono portare a funzionamenti pericolosi. I guasti pericolosi sono quelli che impediscono al sistema di controllo di continuare a fornire protezione.
λ_{dd}	Dangerous detected failure rate	IEC 62061	Tasso di guasto dei guasti pericolosi rilevabili. I guasti pericolosi rilevabili sono quelli che possono essere individuati dai sistemi automatici di autodiagnosi.
λ_{du}	Dangerous undetected failure rate	IEC 62061	Tasso di guasto dei guasti pericolosi che non è possibile rilevare. I guasti pericolosi non rilevabili sono quelli che non possono essere rilevati dai sistemi di autodiagnosi interni. Sono quelli che determinano il valore di PFH_d e, di conseguenza, il valore di SIL o PL.
Cat.	Category	ISO 13849-1	La Categoria è il parametro principale che va preso in considerazione per raggiungere un determinato valore di PL. Specifica il comportamento del SRP/CS in relazione alla resistenza ai guasti e al conseguente comportamento in condizioni di guasto. In funzione della disposizione strutturale delle parti vengono definite cinque categorie.
CCF	Common Cause Failure	ISO 13849-1 IEC 62061	Guasto per cause comuni. Guasto risultante da uno o più eventi che provoca il malfunzionamento contemporaneo dei canali di un sistema a due o più canali. Fornisce una indicazione del grado di indipendenza di funzionamento dei canali di un sistema ridondante. Viene valutato assegnando un punteggio. Il massimo punteggio raggiungibile è 100.
DC	Diagnostic Coverage	ISO 13849-1 IEC 62061	Riduzione della probabilità di guasti pericolosi dell'hardware derivanti dal funzionamento dei sistemi automatici di autodiagnosi. Indica quanto il sistema sia efficiente nel rilevare per tempo un proprio eventuale malfunzionamento. Viene espresso con una percentuale compresa fra il 60% e il 99%.
MTTF _d	Mean Time to dangerous Failures	ISO 13849-1	Durata media di funzionamento, espressa in anni, prima che capiti un guasto casuale potenzialmente pericoloso (e non guasto generico). Può essere riferita a un singolo componente, oppure a un singolo canale, oppure al sistema di sicurezza completo.

Sigla	Definizione	Norma di riferimento	Descrizione
PFH _d	Probability of dangerous Failure /Hour	IEC 62061	Probabilità media di guasto pericoloso in 1 h. Rappresenta in modo quantitativo il fattore di riduzione di rischio fornito dal sistema di controllo di sicurezza.
PL	Performance Level	ISO 13849-1	Livello di prestazione. Nella ISO 13849-1, per valutare il grado di resistenza ai guasti viene usato il concetto di "Livello di prestazione" (PL). Rappresenta la capacità da parte di un SRP/CS di svolgere una funzione di sicurezza entro prevedibili condizioni di funzionamento. Sono stabiliti 5 livelli, da PL a a PL e. PL e fornisce il più alto livello di riduzione del rischio, PL a il più basso.
PL r	Performance Level required	ISO 13849-1	Livello di prestazione richiesto. Rappresenta il contributo alla riduzione del rischio che deve fornire ogni funzione di sicurezza implementata nel SRP/CS. Il valore di PL r si determina tramite l'uso del grafico dei rischi.
SIL	Safety Integrity Level	IEC 62061	Livello di integrità della sicurezza. Livello discreto (uno dei tre possibili) che serve per descrivere la resistenza ai guasti di un sistema di controllo di sicurezza secondo la norma IEC 62061, dove il livello 3 garantisce la protezione più elevata e il livello 1 la più bassa.
SILCL	SIL CLaim	IEC 62061	Massimo SIL che può raggiungere un sottosistema in funzione della sua architettura e della sua capacità di rilevamento dei guasti.
SRP/CS	Safety Related Parts of Control Systems	ISO 13849-1	Parte del sistema di controllo della macchina che è in grado di mantenere o portare la macchina in uno stato sicuro in funzione dello stato di determinati sensori di sicurezza.
SRECS	Safety Related Electrical, electronic and programmable electronic Control System	IEC 62061	Sistema di controllo di sicurezza elettrico, elettronico, elettronico programmabile il cui guasto aumenta immediatamente il grado di rischio associato al funzionamento della macchina.
T1	Proof test interval	IEC 62061	Intervallo di test di prova. Il Proof test è una verifica di tipo esterno e manuale che serve per rilevare avarie e decadimenti nelle prestazioni dei componenti che non possono essere rilevate dai sistemi interni di autodiagnosi. L'unità di misura è il tempo (mesi oppure, più comunemente, anni).
T2	Diagnostic test interval	IEC 62061	Intervallo di test delle funzioni di autodiagnosi. Tempo che intercorre fra un test di possibili avarie interne e quello successivo. I test sono condotti in modo automatico da appositi circuiti che possono essere interni allo SRECS oppure appartenere ad altri SRECS. L'unità di misura è il tempo (da millisecondi a ore).
SFF	Safe Failure Fraction	IEC 62061	Frazione del tasso di guasto globale che non comporta un guasto pericoloso. Rappresenta la percentuale di guasti non pericolosi rispetto al numero di guasti totali del sistema di controllo di sicurezza.



Elementi caratteristici

Le barriere fotoelettriche di sicurezza sono dispositivi elettrosensibili di protezione (ESPE) composti da uno o più raggi che emessi da un elemento Emittitore e ricevuti da un elemento Ricevitore, creano un'area immateriale controllata.

Quando il dispositivo di sicurezza scelto è una barriera fotoelettrica (AOPD Active Optoelectronic Protective Device) esso può solo essere di TIPO 2 o di TIPO 4 come stabilito dalla Norma Internazionale IEC 61496 1-2.



I due "Tipi" differiscono per la prestazione di sicurezza garantita in presenza di guasti e sono correlati con le categorie della ISO 13849-1 ma non hanno lo stesso significato perché qui per definire il grado di robustezza ai guasti (safety integrity) oltre agli aspetti legati all'architettura del sistema ed alle tipologie dei guasti dell'hardware e del software vengono presi in considerazione ulteriori parametri caratteristici delle tecnologie di rilevamento usate (sostanzialmente di tipo ottico) e che riguardano principalmente l'immunità da interferenze luminose e le caratteristiche costruttive dei sistemi ottici.

La norma armonizzata IEC EN 61496-1 Ed. 3 e le novità per le barriere di tipo 2

Con la pubblicazione della norma armonizzata IEC EN 61496-1 Ed. 3 non è più possibile usare una barriera di sicurezza di Tipo 2 per funzioni di sicurezza valutate SIL 2 / PL d. Se è richiesto un livello di sicurezza pari a SIL 2 / PL d (o più alto) e si vuole utilizzare ancora una barriera di sicurezza, occorrerà allora usare una barriera fotoelettrica di sicurezza di Tipo 4.

Questo requisito normativo deriva dal fatto che la riduzione del rischio, che può essere ottenuta tramite una barriera fotoelettrica di sicurezza, non è funzione solo del livello di prestazione relativa alla sicurezza delle sue parti elettroniche, ma è determinata anche dalle sue capacità sistematiche (per esempio: influenze ambientali, EMC, prestazione ottica e principio di rilevamento).

Le capacità sistematiche di una barriera fotoelettrica di tipo 2 potrebbero infatti non essere sufficienti per garantire una adeguata riduzione del rischio per applicazioni SIL 2 / PL d. La norma stabilisce anche che l'etichettatura delle barriere di sicurezza di Tipo 2 riporti obbligatoriamente tale limitazione a SIL 1 / PL c.

I valori di PFH_d dichiarati per la parte elettronica di comando del dispositivo non sono invece limitati, perciò nella valutazione globale della funzione di sicurezza è possibile usare il valore di PFH_d fornito dal costruttore del dispositivo anche se questo eccede il range di SIL 1 / PL c.

Altezza protetta

È l'altezza controllata dalla barriera. Se essa è posizionata orizzontalmente tale valore indica la profondità della zona protetta.

Portata

È la massima distanza operativa che può esistere tra emettitore e ricevitore. Nell'utilizzo di specchi deviatori è necessario tenere in considerazione il fattore di assorbimento che ciascuno di essi introduce e che mediamente è del 15%.

Tempo di risposta

È il tempo che la barriera impiega ad inviare il segnale di allarme, una volta intercettata la zona protetta.

BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

Risoluzione

Per tutte le barriere fotoelettriche di sicurezza della ReeR la risoluzione è la dimensione minima che un oggetto deve avere perché questo, attraversando l'area controllata, causi sicuramente l'intervento del dispositivo ed il conseguente arresto del movimento pericoloso della macchina.

- Barriere monoraggio: la risoluzione R è uguale al diametro della lente.
- Barriere multiraggio: la risoluzione R è uguale alla somma del diametro della lente più la distanza tra due lenti.

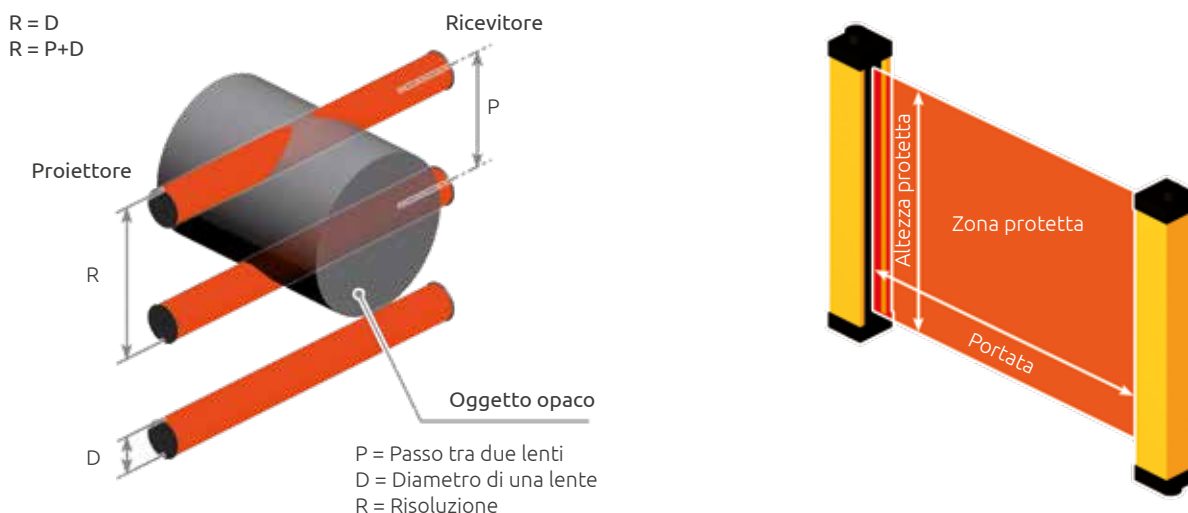
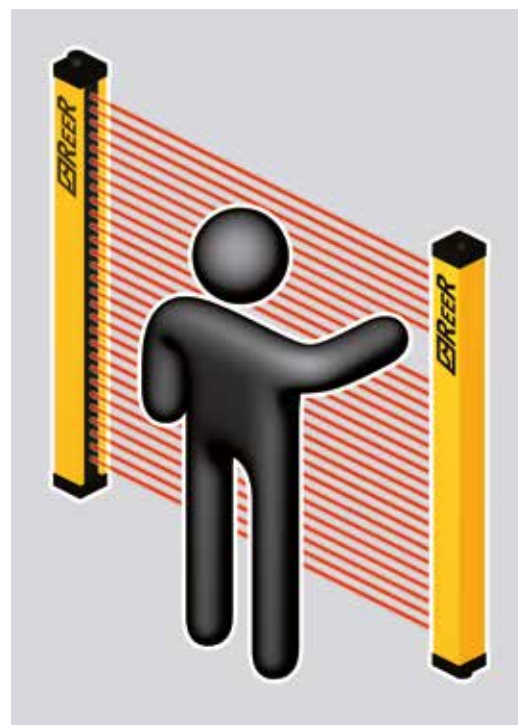


Fig. 11. Risoluzione delle barriere fotoelettroniche

Vantaggi delle barriere fotoelettriche

- Efficace protezione in caso di affaticamento, malessere o distrazione dell'operatore
- Aumento della capacità produttiva della macchina poiché la barriera non richiede lo spostamento manuale di ripari fisici o l'attesa della loro apertura
- Operazioni di carico e scarico macchina più veloci
- Riduzione dei tempi di accesso alle zone operative
- Eliminazione del rischio di manomissione in quanto qualsiasi intervento irregolare sulla barriera provoca l'arresto della macchina
- Installazione semplice e rapida con grande capacità di adattamento sulla macchina anche in caso di successiva variazione di posizionamento
- Possibilità di realizzare protezioni di grandi dimensioni, lineari o perimetrali su più lati a costi molto ridotti
- Praticità e rapidità di manutenzione della macchina poiché non devono essere rimosse protezioni fisiche come griglie, cancelli ecc.
- Miglioramento estetico ed ergonomico della macchina



La specifica tecnica IEC TS 62046 Ed.2 - Applicazione ed integrazione dei Dispositivi Elettrosensibili di protezione al macchinario industriale¹

La specifica tecnica IEC TS 62046 Ed.2 - 2008, fornisce raccomandazioni per l'installazione e l'uso dei Dispositivi Elettrosensibili di Protezione (ESPE).

Si applica quindi principalmente a Barriere Fotoelettriche, Laser Scanner, Bordi e Tappeti sensibili.

Questo documento, che definisce lo stato dell'arte, vuole rispondere alle esigenze del costruttore e dell'utilizzatore della macchina.

La IEC TS 62046 in sostanza disciplina non tanto la costruzione di un dispositivo elettrosensibile, quanto il suo corretto posizionamento ed interfacciamento col macchinario.

L'obiettivo è quello di assicurare che, attraverso una corretta scelta e applicazione del dispositivo di protezione, i rischi di infortunio per l'operatore siano ridotti al minimo possibile.

La IEC TS 62046 tratta nel dettaglio importanti aspetti legati all'uso degli ESPE, quali i criteri di scelta, le modalità d'uso, l'integrazione con il sistema di controllo della macchina, e dà anche indicazioni relative a particolari funzioni delle barriere fotoelettriche di sicurezza quali il Muting e il Blanking.

Questa specifica tecnica fornisce raccomandazioni per l'installazione e l'uso dei Dispositivi Elettrosensibili di Protezione (ESPE). Si applica quindi principalmente a Barriere Fotoelettriche e Laser Scanner.

Questa specifica tecnica serve per far fronte alle esigenze del costruttore e dell'utilizzatore della macchina. La IEC TS 62046 in sostanza disciplina non tanto la costruzione di un dispositivo elettrosensibile, quanto la selezione del modello più idoneo all'applicazione, il suo corretto posizionamento ed il suo corretto interfacciamento col macchinario.

Processo di selezione

L'obiettivo del processo di selezione di un dispositivo di protezione (ESPE) è quello di assicurare che, attraverso una corretta scelta e applicazione del dispositivo (e se necessario tramite l'integrazione di altre misure di sicurezza) i rischi di infortunio per l'operatore siano ridotti al minimo accettabile.

Per poter fare una scelta corretta occorre tener conto dei seguenti fattori che possono influenzare negativamente l'efficacia della protezione:

- caratteristiche della macchina da proteggere
- caratteristiche legate all'ambiente di lavoro nel quale presumibilmente la macchina dovrà operare
- dimensioni e caratteristiche del corpo umano
- modalità d'uso dell'ESPE
- caratteristiche dell'ESPE

¹ In fase di revisione per modifica di indirizzo: da Specifica Tecnica a Norma Internazionale.

Caratteristiche della macchina

Affinché le protezioni fotoelettriche di sicurezza siano efficaci è necessario verificare che siano adatte alla conformazione della zona per forma e dimensioni: larghezza e altezza dell'area di accesso.

Prima di decidere l'utilizzo di un ESPE è necessario tener conto che questi dispositivi non forniscono protezione se:

- la macchina proietta materiali, trucioli o parti lavorate
- emette radiazioni nocive
- parti della superficie raggiungono temperature elevate
- il livello di rumore generato è intollerabile
- è impossibile arrestare la macchina una volta avviata perché questo potrebbe introdurre ulteriori rischi oppure perché a causa del particolare tipo di funzionamento la macchina può essere fermata solo a fine ciclo.

oppure il loro uso può risultare scarsamente efficiente se:

- il tempo di arresto della macchina non è conosciuto oppure è variabile in modo aleatorio a causa di ritardi non quantificabili introdotti dal circuito di comando o a causa di sistemi frenanti sottodimensionati
- non è possibile arrestare la macchina in ogni punto del suo ciclo di lavoro

Caratteristiche ambientali

Occorre valutare attentamente l'ambiente nel quale si presume dovrà lavorare la macchina. Prima della scelta del dispositivo dovranno quindi essere disponibili tutte le informazioni necessarie sull'ambiente di lavoro e sulle possibili variazioni che è ragionevole aspettarsi durante l'arco di vita della macchina.

Una lista non esaustiva di condizioni ambientali che possono influenzare negativamente il funzionamento di un dispositivo di protezione optoelettronico sono le seguenti.

- Interferenze elettromagnetiche
 - scariche elettrostatiche
 - radio frequenze (telefoni portatili)
 - fulmini
- Vibrazioni meccaniche, urti
- Interferenze luminose
 - variazione di luce ambientale
 - superfici riflettenti
 - sorgenti infrarosse pulsate (telecomandi, fotocellule)
- Inquinamento
 - acqua
 - polvere
 - sostanze chimiche corrosive
 - fumi
- Variazioni di temperatura
- Umidità
- Radiazioni

Se poi dovessero esistere particolari condizioni operative come funzionamento all'aperto (nebbia, pioggia, neve) oppure funzionamento in atmosfere potenzialmente esplosive o infiammabili (vernici, segatura), allora potrebbero essere necessari ulteriori requisiti di immunità ambientale che normalmente dovranno essere concordati con il costruttore del dispositivo stesso.

Dimensioni e caratteristiche del corpo umano

Poiché la funzione principale dell'ESPE è quella di rilevare il corpo umano o parti di esso, occorrerà tener conto della sua anatomia (dimensioni delle dita, mani, gambe), della velocità massima prevedibile del loro movimento, del modo di interagire con la macchina.

La risoluzione, cioè l'oggetto minimo rilevabile deve essere funzione della parte del corpo da proteggere (es. dita, mani, gambe, braccia). In genere questa scelta va fatta consultando il catalogo o il manuale istruzioni del produttore dell'ESPE.

Modalità d'uso del dispositivo di protezione

Gli ESPE possono assolvere principalmente alle seguenti funzioni:

- Sensore di attraversamento
- Sensore di presenza
- Sensore combinato di presenza ed attraversamento

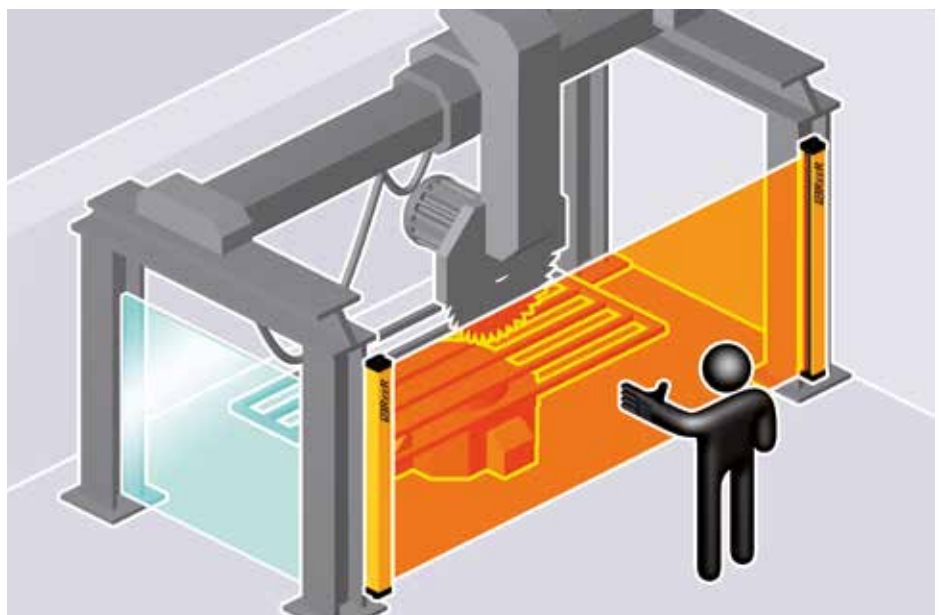
Uso dell'ESPE come sensore di attraversamento

Qualora il dispositivo di protezione venga usato come sensore di attraversamento esso dovrà essere posizionato ad una distanza sufficiente (Distanza di sicurezza) affinché la macchina possa fermarsi (o possa raggiungere uno stato sicuro) prima che qualsiasi parte del corpo raggiunga la zona pericolosa.

Per il calcolo della distanza di sicurezza si dovrà tener conto:

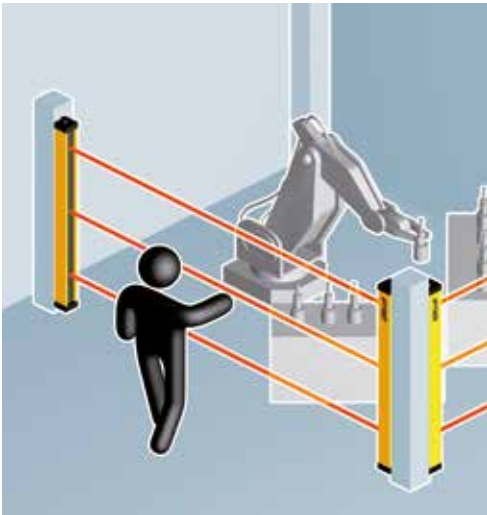
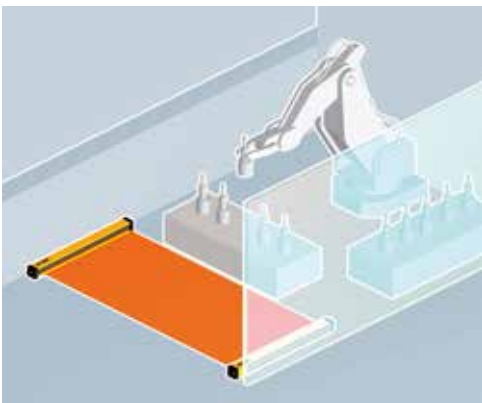
- delle capacità di rilevamento del sensore rispetto alle caratteristiche della parte del corpo umano da rilevare
- della velocità di avvicinamento
- del tempo di risposta dell'ESPE
- del tempo di arresto della macchina misurato nelle condizioni di funzionamento peggiori (massimo carico, massima velocità, eventuali fattori che possono portare ad un deterioramento delle prestazioni di frenata, basse temperature, etc.)
- di eventuali superfici riflettenti che potrebbero, in determinate condizioni, creare un percorso alternativo ai raggi ottici e conseguentemente non permettere al sensore di rilevare l'intrusione

E' importante che il vincolo della distanza di sicurezza venga mantenuto per tutte le direzioni prevedibili di avvicinamento alla zona pericolosa considerando inoltre la massima estensione di tutte le superfici mobili e dell'eventuale movimento del pezzo durante la lavorazione.



BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

Definizione tipo di rilevamento

RILEVAMENTO	CARATTERISTICHE	VANTAGGI
 Dita o mani 	Tipo di rilevamento necessario quando l'operatore deve lavorare a breve distanza dal punto pericoloso. La risoluzione della barriera deve essere tra 14 mm e 40 mm.	Possibilità di ridurre gli ingombri limitando al massimo lo spazio tra protezione e pericolo. Riduzione tempi di carico e scarico macchina. Minore affaticamento operatore, maggiore produttività.
 Rilevamento della presenza del corpo nel controllo accessi 	Tipo di rilevamento ideale per controllo di accessi e protezioni perimetrali su uno o più lati anche su lunghe distanze. La barriera deve essere posta ad almeno 850 mm dal pericolo. Barriera normalmente composta da 2-3-4 raggi.	Costo della protezione molto ridotto grazie ad un numero di raggi limitato. Possibilità di proteggere aree di grandi dimensioni anche con l'uso di più specchi deviatori. Vedi nota in basso
 Presenza in area a rischio 	Tipo di rilevamento realizzato con posizionamento orizzontale della barriera che consente di controllare in modo continuo la presenza di un ostacolo su una determinata area. La risoluzione della barriera dipende dall'altezza del piano di rilevamento, ma in ogni caso non può superare 116 mm.	Possibilità di controllare zone non visibili dai punti di comando della macchina. Possibilità di impedire l'avviamento involontario della macchina mentre l'operatore si trova nella zona pericolosa.



Non deve essere possibile un avviamento involontario della macchina dopo che una persona, avendo attraversato l'area sensibile, venga a trovarsi – non rilevata - all'interno dell'area pericolosa. Metodi idonei per eliminare questo rischio sono:

Uso della funzione di Start/Restart-interlock con comando posizionato in modo che la zona pericolosa sia visibile e che il comando non sia raggiungibile da chi si trova all'interno della zona pericolosa. Il comando di Restart deve essere controllato in sicurezza.

Uso di un sensore di presenza uomo all'interno dell'area pericolosa.

Uso di ostacoli che impediscano alla persona di rimanere – non rilevata - fra la zona protetta dal sensore e la zona pericolosa.

Calcolo della distanza di sicurezza

L'efficacia della protezione dipende fortemente dal corretto posizionamento della barriera rispetto al pericolo

La barriera deve essere posizionata ad una distanza maggiore o uguale alla minima distanza di sicurezza S , in modo che il raggiungimento del punto pericoloso sia possibile solo dopo l'arresto dell'azione pericolosa della macchina.

Il posizionamento deve essere tale da:

- Impedire il raggiungimento del punto pericoloso senza attraversare la zona controllata dalla barriera
- Non consentire la presenza di una persona nella zona pericolosa senza che essa sia rilevata. Per questo caso potrebbe essere necessario ricorrere a dispositivi di sicurezza aggiuntivi (es.: barriere fotoelettriche orizzontali)

La Norma ISO 13855 fornisce gli elementi per il calcolo della distanza di sicurezza.

Se la macchina considerata è soggetta ad una norma specifica di tipo C è necessario fare riferimento a tale norma.

Se la distanza S calcolata risulta eccessiva è necessario:

- ridurre il tempo totale di arresto della macchina
- migliorare la risoluzione della barriera



Fig. 12. Protezione su un lato

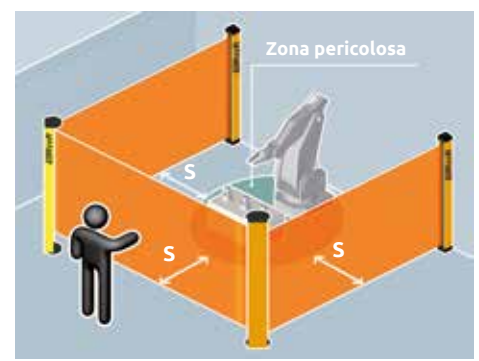


Fig. 13. Protezione su tre lati con l'utilizzo di specchi deviatori

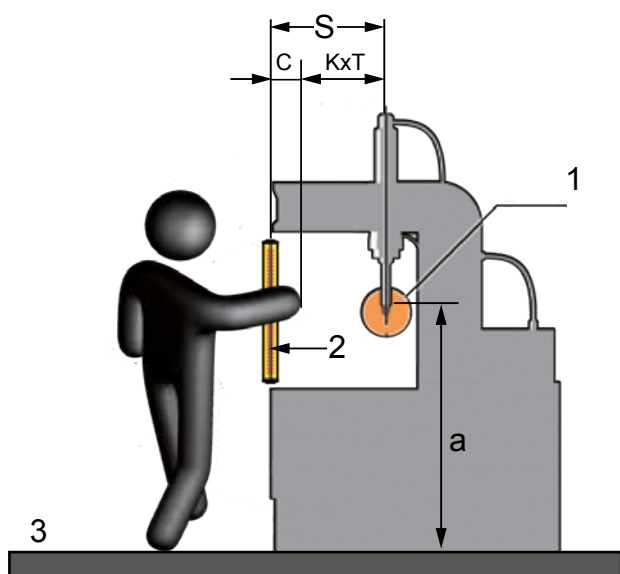
FORMULA GENERALE PER IL CALCOLO DELLA DISTANZA DI SICUREZZA

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

S	distanza minima di sicurezza tra la protezione ed il punto pericoloso, espressa in mm
K	velocità di avvicinamento del corpo o delle parti del corpo, espressa in mm al secondo. I valori di K possono essere: $K = 2000$ mm al secondo per distanze di sicurezza fino a 500 mm $K = 1600$ mm al secondo per distanze di sicurezza superiori a 500 mm
T	tempo totale di arresto macchina formato da: t_1 tempo di risposta del dispositivo di protezione in secondi t_2 tempo di reazione della macchina per l'arresto dell'azione pericolosa, in secondi
C	distanza aggiuntiva espressa in mm

BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

Direzione di avvicinamento perpendicolare al piano protetto $\alpha=90^\circ (\pm 5^\circ)$



- 1. Punto pericoloso
- 2. Piano protetto
- 3. Piano di riferimento
- a. Altezza punto pericoloso
- S. Distanza di sicurezza

Fig. 14. Possibilità di raggiungere il punto pericoloso solo attraverso l'area sensibile



Barriere con risoluzione per rilevamento mani o dita. Risoluzione barriera (d): 14 - 20 - 30 - 40 mm

Calcolo distanza sicurezza:

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

$K = 2000$ o 1600 (vedere calcoli seguenti)

$T = t_1 + t_2$ "FORMULA GENERALE PER IL CALCOLO DELLA DISTANZA DI SICUREZZA" a pagina 42

$$C = 8 \times (d - 14)$$

$$S = 2000 \times T + 8 \times (d - 14)$$

- La distanza S non deve essere inferiore a 100 mm
- Se la distanza S risultante è superiore a 500 mm è possibile ricalcolare la distanza utilizzando $K=1600$ ma in questo caso la distanza non deve comunque essere inferiore a 500 mm

$$S = 1600 \times T + 8 \times (d - 14)$$



Barriere con risoluzione per rilevamento braccia o gambe. Risoluzione barriera (d): 50 - 90 mm

Calcolo distanza sicurezza:

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

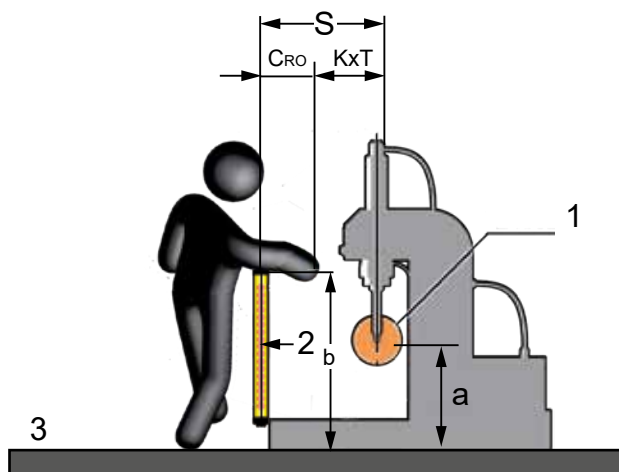
$K = 1600$

$T = t_1 + t_2$ "FORMULA GENERALE PER IL CALCOLO DELLA DISTANZA DI SICUREZZA" a pagina 42

$$C = 850$$

$$S = 1600 \times T + 850$$

BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA



1. Punto pericoloso
2. Piano protetto
3. Piano di riferimento
- a. Altezza punto pericoloso
- b. Altezza bordo superiore barriera
- S. Distanza di sicurezza

Fig. 15. Possibilità di raggiungere il punto pericoloso sporgendosi oltre il bordo dell'area sensibile

Possibilità di raggiungere la zona pericolosa sporgendosi oltre il bordo superiore della zona sensibile di una barriera verticale.

In questo caso il valore di C, denominato " C_{RO} ", si ricava dalla Tabella 1 della ISO 13855:2010.

Calcolo distanza sicurezza:

$$S = K \times T + C_{RO}$$

$K = 2000$ o 1600 (vedere calcoli seguenti)

$T = t_1 + t_2$ "FORMULA GENERALE PER IL CALCOLO DELLA DISTANZA DI SICUREZZA" a pagina 42

C_{RO} = Vedere tabella 2 di seguito

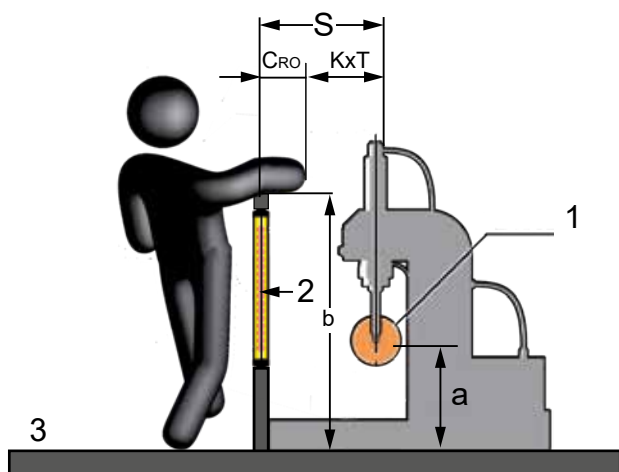
Note:

- Non è ammessa l'interpolazione
- Se le distanze a, b o C_{RO} ricadono fra due valori della tabella occorre usare il maggiore dei due
- Il valore di C_{RO} calcolato usando la Tabella 1 della ISO 13855:2010 va sempre paragonato al valore di C calcolato nel modo "tradizionale" (vedi punto 1). Il valore da adottare sarà il maggiore dei due

Altezza della zona pericolosa "a"	Altezza "b" del bordo superiore della zona protetta dalla barriera fotoelettrica											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Distanza aggiuntiva C_{RO}												
2600	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	800	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

(Tabella 1 della ISO 13855:2010)

BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA



- 1. Punto pericoloso
- 2. Piano protetto
- 3. Piano di riferimento
- a. Altezza punto pericoloso
- b. Altezza bordo superiore protezione
- S. Distanza di sicurezza

Fig. 16. Possibilità di raggiungere il punto pericoloso appoggiandosi alla protezione meccanica e bypassare la barriera

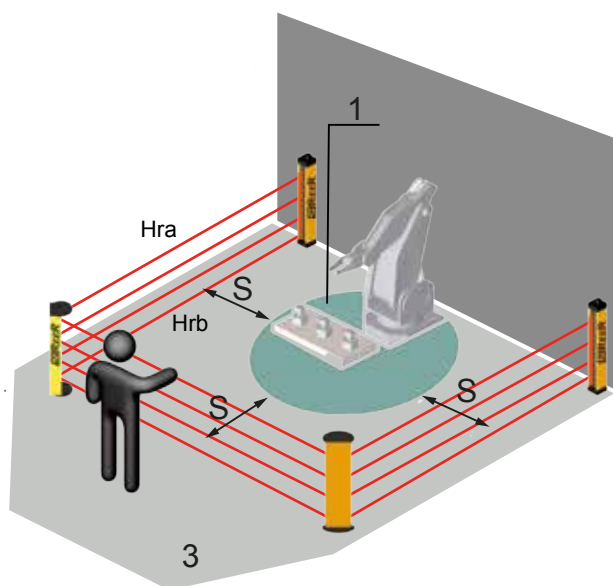
Nel caso di protezioni combinate meccaniche ed elettrosensibili (come in figura), dove sarebbe possibile appoggiarsi alla protezione meccanica e bypassare la barriera

per il calcolo del parametro C occorre utilizzare:

- Tabella 1 (per applicazioni a basso rischio) oppure
- Tabella 2 (per applicazioni ad alto rischio)

della norma ISO 13857:2007 (ex EN 294) al posto della tabella di pagina precedente.

In questo catalogo le due tabelle della norma ISO 13857:2007 (ex EN 294) - Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con arti superiori e inferiori - non sono riportate.



- 1. Punto pericoloso
- 3. Piano di riferimento
- S. Distanza di sicurezza
- Hra. Altezza raggio più alto
- Hrb. Altezza raggio più basso

Fig. 17. Possibilità di raggiungere il punto pericoloso solo attraverso l'area sensibile. Barriere con 2- 3- 4 raggi



Barriere per controllo presenza in area pericolosa.
Barriera con 2 - 3- 4 raggi

Calcolo distanza sicurezza:

$$K = 1600$$

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

$T = t_1 + t_2$ "FORMULA GENERALE PER IL CALCOLO DELLA DISTANZA DI SICUREZZA" a pagina 42

$$C = 850$$

$$S = 1600 \times T + 850$$

Note per barriere a 2 raggi

- H raggio più alto = 900 mm
- H raggio più basso = 400 mm può essere usato solo se permesso dall'analisi del rischio.

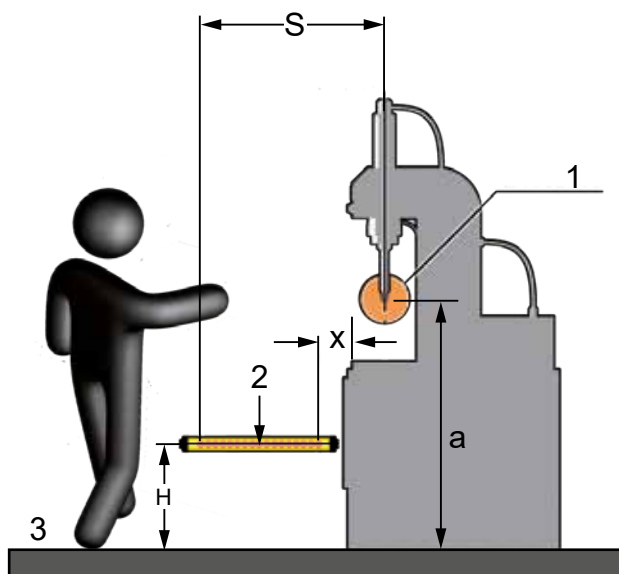
Note per barriere a 3 raggi

- H raggio più basso = 300 mm
- H raggio inter medio = 700 mm
- H raggio più alto = 1100 mm

Note per barriere a 4 raggi

- H raggio più basso = 300 mm
- H raggio intermedio 1 = 600 mm
- H raggio intermedio 2 = 900 mm
- H raggio più alto = 1200 mm

Direzione di avvicinamento parallelo al piano protetto $\alpha = 0^\circ (\pm 5^\circ)$



- 1. Punto pericoloso
- 2. Piano protetto
- 3. Piano di riferimento
- a. Altezza punto pericoloso
- x. Distanza tra la fine della zona di rilevamento e bordo della macchina
- S. Distanza di sicurezza
- H. Altezza zona sensibile

Fig. 18. Barriere orizzontali per controllo presenza in area pericolosa



Barriere orizzontali per controllo presenza in area pericolosa.

Calcolo distanza sicurezza:

$$K = 1600$$

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

$T = t_1 + t_2$ "FORMULA GENERALE PER IL CALCOLO DELLA DISTANZA DI SICUREZZA" a pagina 42

$$C = 1200 - (0,4 \times H)$$

$$S = 1600 \times T + (1200 - 0,4 \times H)$$

Note:

- $C = 1200 - (0,4 \times H)$ deve essere sempre uguale o maggiore di 850 mm
- L'altezza massima permessa è: $H_{\max} = 1000$ mm
- L'altezza H è in rapporto alla risoluzione d della barriera e si calcola con la seguente formula: **$H = 15 \times (d - 50)$**
- Si può utilizzare questa formula in modo inverso anche per calcolare la risoluzione massima utilizzabile alle varie altezze: **$d = H / 15 + 50$** .

La risoluzione massima da utilizzare è per esempio:

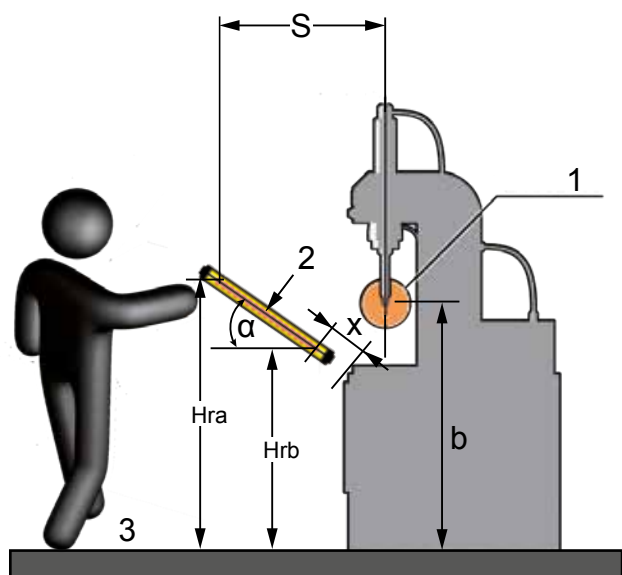
con $H_{\max} = 1000$ mm $d = 116$ mm
con $H_{\min} = 0$ mm $d = 50$ mm

- Qualora l'altezza H sia superiore a 300 mm la possibilità di accesso al di sotto dei raggi deve essere presa in considerazione durante l'analisi dei rischi

Quando si usa la barriera come sensore combinato di presenza e attraversamento, la distanza x deve essere minore o uguale alla capacità di rilevamento.

BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

Direzione di avvicinamento angolare rispetto al piano protetto $5^\circ < \alpha < 85^\circ$



- 1. Punto pericoloso
- 2. Piano protetto
- 3. Piano di riferimento
- a. Altezza punto pericoloso
- S. Distanza di sicurezza
- x. Distanza tra la fine della zona di rilevamento e bordo della macchina
- Hra. Altezza raggio più alto
- Hrb. Altezza raggio più basso



Barriere inclinate per rilevamento delle mani o braccia e controllo presenza in area pericolosa.

Con angolo $\alpha > \pm 30^\circ$ fare riferimento ai casi "direzione di avvicinamento perpendicolare al piano protetto $\alpha = 90^\circ (\pm 5^\circ)$ " a pagina 42.

Con angolo $\alpha < \pm 30^\circ$ fare riferimento al caso "DIREZIONE DI AVVICINAMENTO PARALLELO AL PIANO PROTETTO $\alpha = 0^\circ (\pm 5^\circ)$ " a pagina 46.

Note:

- La distanza S è riferita al raggio più lontano dal punto pericoloso
- L'altezza del raggio più lontano dal punto pericoloso non deve essere superiore a 1000 mm
- Per il calcolo dell'altezza H o della risoluzione d applicare al raggio più basso le seguenti formule:

$$H = 15 \times (d - 50)$$

$$d = H / 15 + 50$$
- Quando si usa la barriera come sensore combinato di presenza e attraversamento, la distanza x deve essere minore o uguale alla capacità di rilevamento

Fig. 19. Possibilità di raggiungere il punto pericoloso attraverso l'area sensibile



Nel calcolo della distanza di sicurezza occorre poi tener conto delle tolleranze d'installazione, dell'accuratezza nella misura dei tempi di risposta e del possibile degrado delle prestazioni dei sistemi frenanti.

È consigliabile aumentare il valore così calcolato almeno del 10% per tener conto delle tolleranze d'installazione, dell'accuratezza nella misura dei tempi di risposta e per il possibile degrado delle prestazioni dei sistemi frenanti.

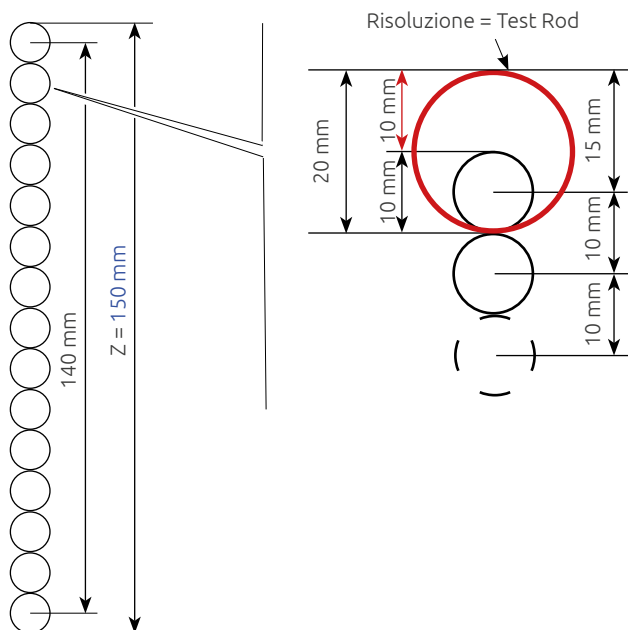
Come si vede dalle formule, il tempo totale di arresto gioca un ruolo importante nel calcolo della distanza di sicurezza; quando è prevedibile un degrado nel tempo del sistema frenante è necessario l'uso di un dispositivo di controllo del tempo di arresto (SPM). Il controllo del tempo di arresto non è necessario quando:

- Il sistema è molto affidabile e non soggetto a deterioramento
- La macchina viene arrestata solo raramente
- È implementato un efficace controllo preventivo del tempo di arresto e dei sistemi di frenata della macchina.

Criteri per la determinazione dell'altezza protetta della barriera

I calcoli di esempio, per determinare l'altezza protetta dalla barriera, sono relativi ai modelli seguenti:

- Modello: EOS 152 A
- Altezza protetta nominale: **160 mm**
- Risoluzione: 20 mm
- Numero di raggi: 15
- Diametro lente: 10 mm



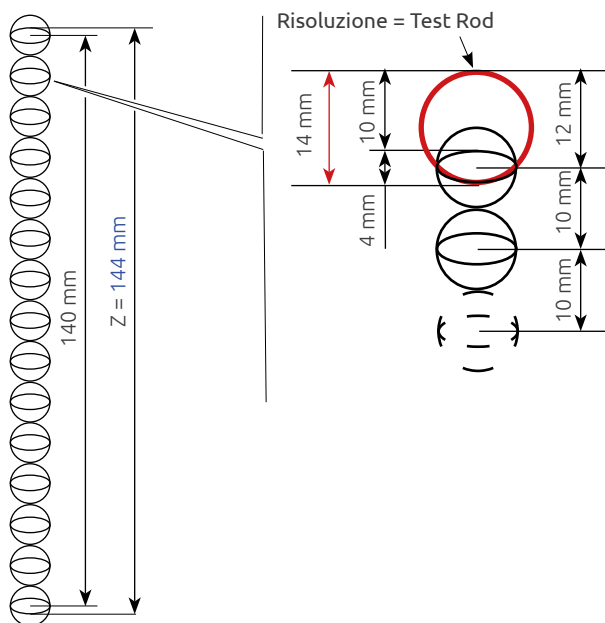
Al fine di tener conto delle dimensioni del "Test Rod" (risoluzione), è necessario aggiungere alla dimensione Z 10 mm ad ogni lato.

Altezza protetta = $150 + 10 + 10 = 170$ mm.

Questo valore viene convenzionalmente arrotondato a 160 mm.

Possiamo utilizzare lo stesso valore nominale di altezza protetta (**160 mm**) per tutte le altre risoluzioni.

- Modello: EOS 151 A
- Altezza protetta nominale: **160 mm**
- Risoluzione: 14 mm
- Numero di raggi: 15
- Dimensioni lente: 10 x 4 mm



Al fine di tener conto delle dimensioni del "Test Rod" (risoluzione), è necessario aggiungere alla dimensione Z 10 mm ad ogni lato.

Altezza protetta = $144 + 10 + 10 = 164$ mm.

Questo valore viene convenzionalmente arrotondato a 160 mm.

Come si può intuire, possiamo utilizzare lo stesso valore nominale di altezza protetta (**160 mm**) anche per la risoluzione 14 mm.

Uso dell'ESPE come sensore di presenza

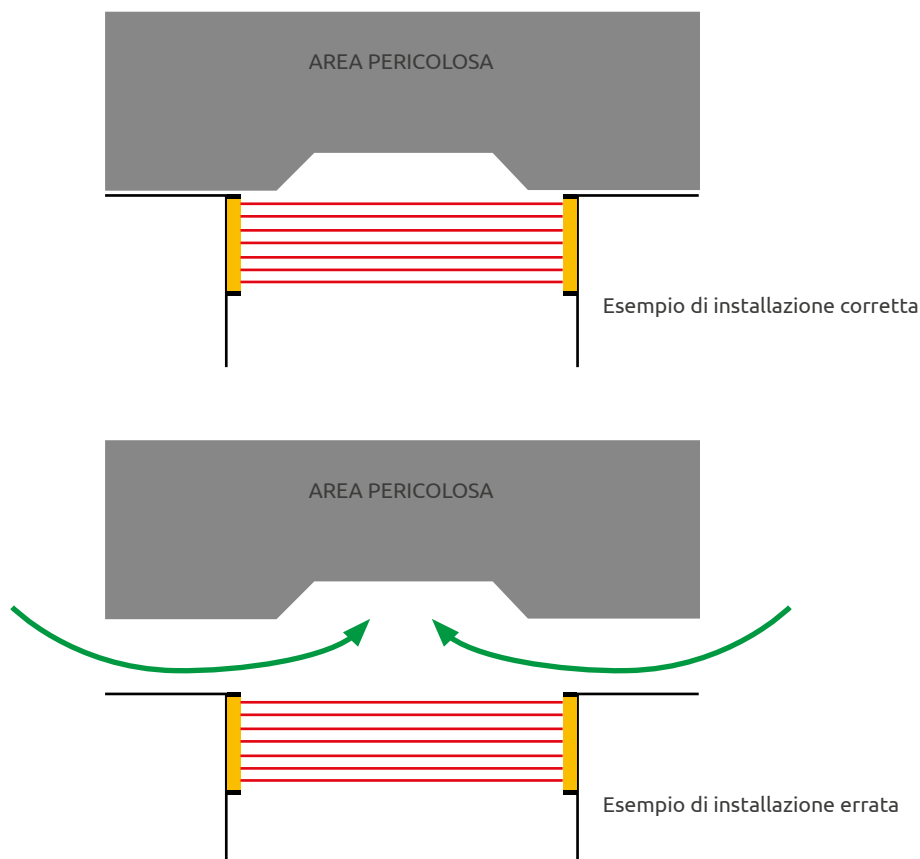
La funzione principale di un dispositivo di protezione usato come sensore di presenza è quello di mantenere la macchina in uno stato sicuro fintanto che una persona o parte di essa si trova all'interno dell'area sensibile.

La zona sensibile dovrà quindi essere configurata in modo tale da non permettere che una persona possa restare all'interno dell'area pericolosa o ad una distanza inferiore alla distanza di sicurezza senza essere rilevata.

Se il dispositivo di protezione assolve solo la funzione di sensore di presenza, esso dovrà essere usato in combinazione con altre misure di sicurezza (es. riparo interbloccato o sensore di attraversamento) per assicurare che la macchina si trovi in uno stato sicuro prima che sia possibile accedervi.

BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

Nel dimensionamento dell'area protetta, oltre al calcolo della distanza di sicurezza, occorre far sì che la zona pericolosa sia raggiungibile solo attraverso l'area sensibile del sensore.



Non deve essere possibile raggiungere l'area pericolosa scavalcando oppure strisciando al di sotto dell'area sensibile o sporgendosi oltre il bordo dell'area sensibile.

Per segregare le parti della macchina non protette dall'ESPE occorrono ripari solidi (interbloccati col circuito di controllo della macchina se possono essere rimossi per permettere l'accesso per manutenzione).

Non deve essere possibile un avviamento involontario della macchina dopo che una persona, avendo attraversato l'area sensibile, venga a trovarsi all'interno dell'area pericolosa.

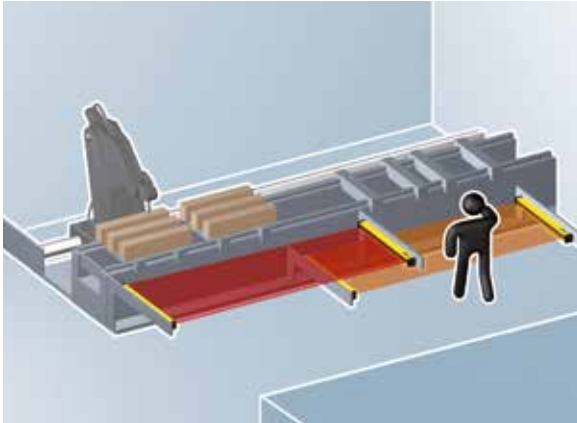
Metodi idonei per eliminare questo rischio sono:

- Uso della funzione di restart-interlock
- Uso di un sensore di presenza uomo all'interno dell'area pericolosa
- Uso di ostacoli che impediscano alla persona di rimanere fra zona protetta e zona pericolosa

Funzione di MUTING

La funzione di Muting è l'esclusione temporanea, automatica ed effettuata in condizioni di sicurezza della barriera di protezione in relazione al ciclo macchina. Esistono fondamentalmente due tipologie di applicazioni:

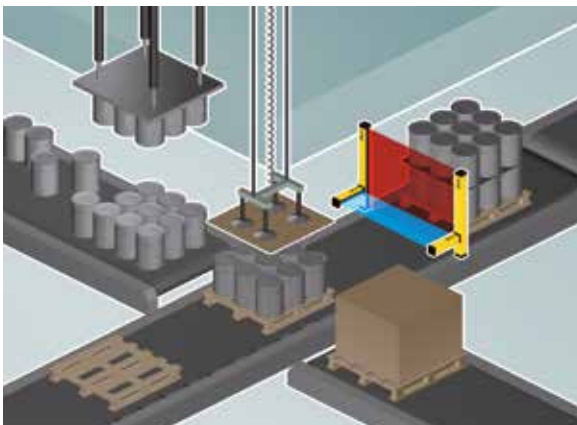
1. Permettere l'accesso di persone all'interno dell'area pericolosa durante la parte non pericolosa del ciclo macchina.



Esempio: Posizionamento o Rimozione del pezzo da lavorare

In relazione alla posizione dell'utensile, che è l'elemento pericoloso, una delle due barriere (quella di fronte alla zona di lavoro utensile) è attiva mentre l'altra è in Muting per consentire all'operatore di procedere alle operazioni di carico / scarico del pezzo da lavorare. La condizione di Muting delle due barriere verrà poi invertita quando l'utensile dovrà lavorare nella parte opposta della macchina.

2. Permettere il transito del materiale ed impedire l'accesso della persona.



Esempio: Uscita pallet dalla zona pericolosa

La barriera di sicurezza è dotata di sensori di Muting in grado di effettuare una efficace discriminazione tra la persona e il materiale autorizzato a transitare attraverso il varco controllato.

I requisiti essenziali riguardanti la funzione di Muting sono descritti nelle seguenti Norme:

- IEC TS 62046 "Applicazione dei dispositivi di protezione per il rilevamento della persona".
- EN 415-10 "Sicurezza della macchine per imballare – Palettizzatori e depalettizzatori".
- IEC 61496-1 "Dispositivi elettrosensibili di protezione".

Prescrizioni generali:

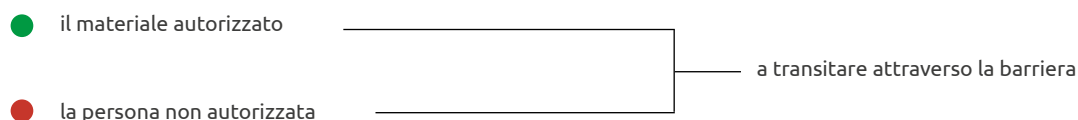
- La funzione di Muting è una sospensione temporanea della funzione di sicurezza che deve essere attivata e disattivata in modo automatico
- Il Livello di sicurezza del circuito che implementa la funzione di Muting deve essere pari a quella della funzione di sicurezza che viene temporaneamente disabilitata in modo che la prestazione di protezione dell'intero sistema non venga diminuita
- L'attivazione e successiva disattivazione della funzione di Muting deve avvenire solo attraverso l'uso di due o più segnali cablati e indipendenti attivati mediante una sequenza temporale o spaziale corretta. Questo fa sì che un singolo guasto non possa attivare la funzione di Muting
- Non deve essere possibile attivare la funzione di Muting quando l'ESPE ha le uscite di sicurezza disattivate
- Non deve essere possibile iniziare una funzione di Muting mediante spegnimento e successiva riaccensione del dispositivo
- Il Muting dovrà essere attivato in un appropriato punto del ciclo macchina e cioè solo quando non esistono rischi per l'operatore
- I sensori di Muting devono essere meccanicamente protetti affinché eventuali urti non ne modifichino l'allineamento

MUTING: impianti di pallettizzazione e movimento materiali

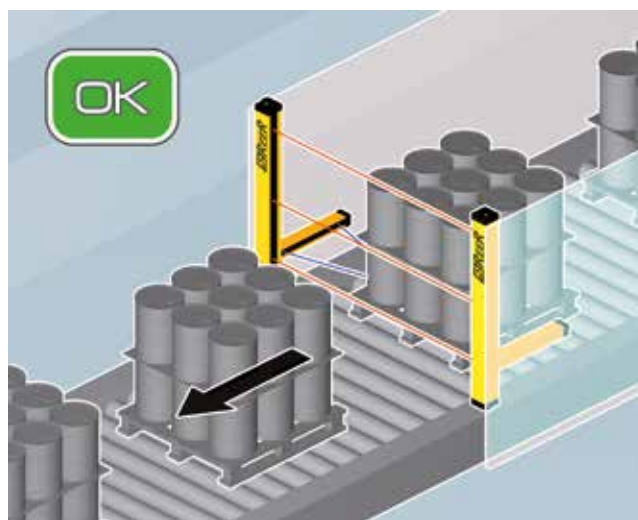
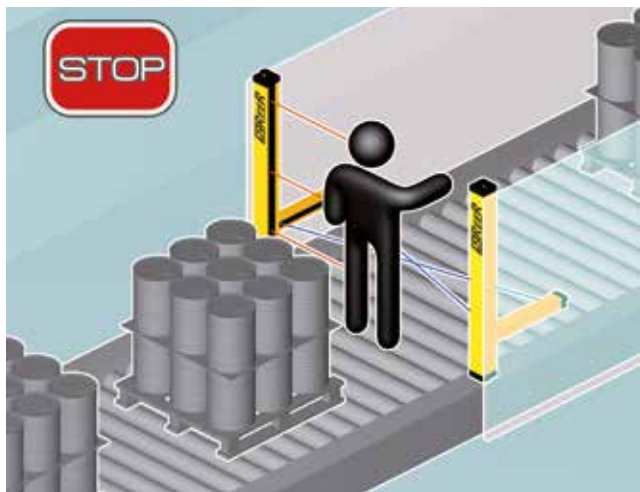
Prescrizioni per il controllo dei varchi:

- Occorre rilevare il carico e non il pallet, altrimenti l'operatore potrebbe attraversare il varco facendosi trasportare dal pallet
- Il tempo di Muting deve essere limitato all'effettivo tempo di transito del materiale attraverso il varco
- La funzione di Muting deve essere limitata nel tempo
- Un disallineamento dei sensori che produca un effetto simile alla loro attivazione non deve permettere una condizione permanente di Muting
- La configurazione scelta ed il posizionamento dei sensori di Muting deve essere tale da permettere una sicura distinzione fra persona e materiale
- Il lay-out del varco e il posizionamento dei sensori e delle protezioni laterali deve essere tale da non permettere il transito di una persona verso la zona pericolosa durante la fase di Muting per tutto il tempo di transito del pallet attraverso il varco

È quindi necessario realizzare un sistema in sicurezza che deve essere in grado di discriminare tra:



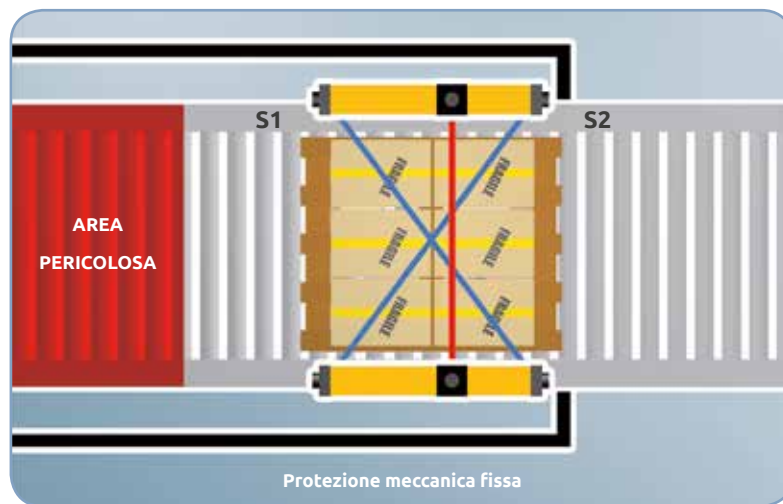
La funzione di Muting può esistere sia in barriere di tipo 2 che di tipo 4.



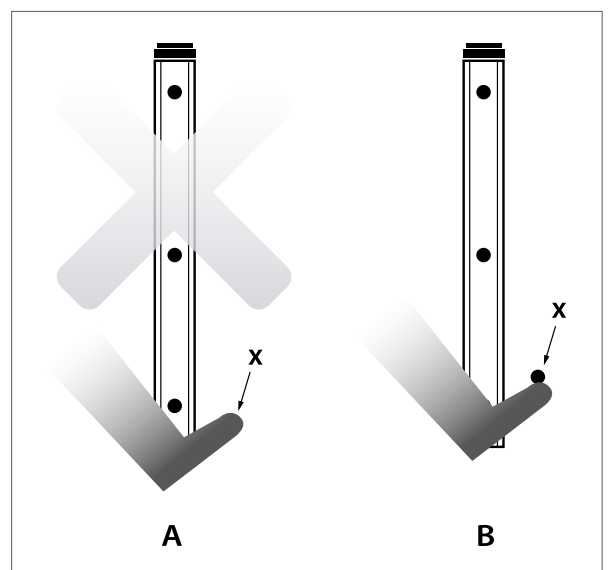
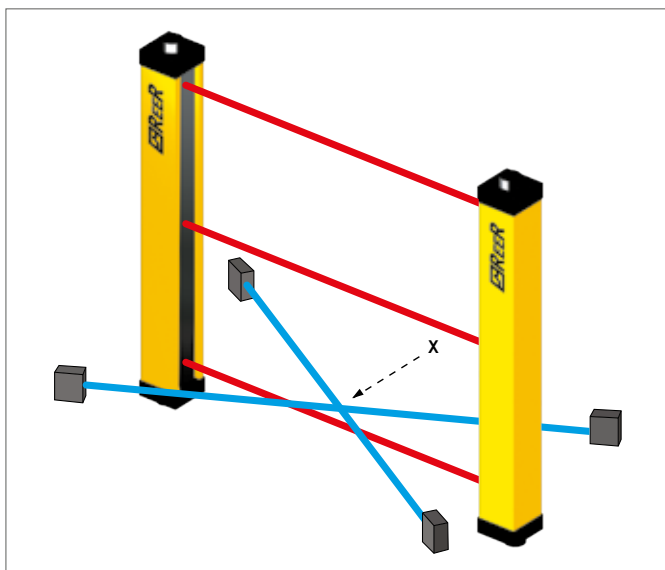
Geometrie più comuni per il posizionamento dei sensori di Muting

Muting a 2 sensori a raggi incrociati – Configurazione a “T” con controllo di contemporaneità e transito bi-direzionale pallet:

- Il punto di incrocio dei due raggi deve rigorosamente trovarsi nella zona pericolosa segregata oltre la barriera
- È obbligatorio un timer di sicurezza che limiti la funzione di Muting al solo tempo necessario al materiale per l'attraversamento del varco
- La funzione di Muting può essere attivata solo se i due sensori di Muting vengono oscurati contemporaneamente: $(t_2(S2) - t_1(S1)) = 4 \text{ secondi max}$
- I due raggi devono essere oscurati con continuità dal pallet per tutto il periodo di transito fra i sensori
- Un oggetto cilindrico opaco $D=500 \text{ mm}$ (corrispondente alle possibili dimensioni di una persona) non deve essere in grado di attivare la funzione di Muting



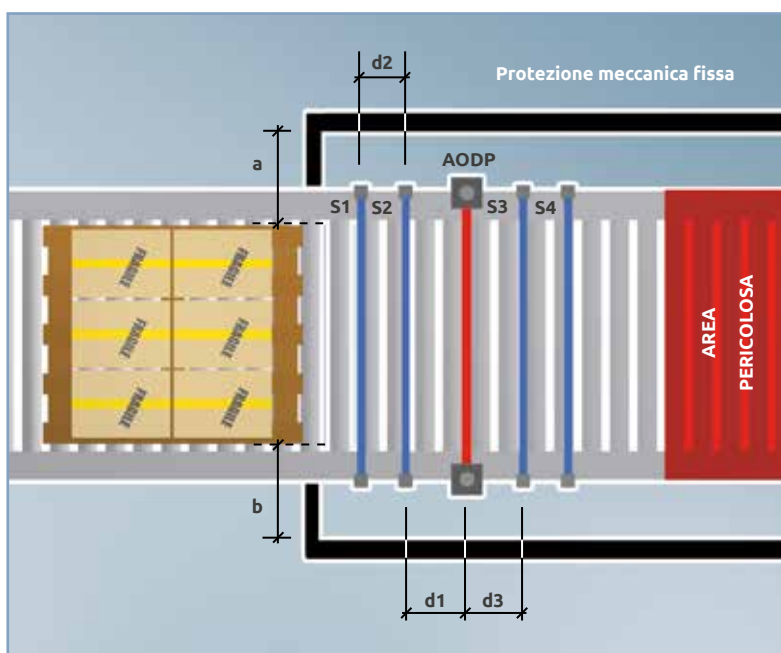
Il punto di incrocio dei due raggi dei sensori di Muting deve essere posizionato più in alto o, al massimo, allo stesso livello del raggio più basso della barriera per evitare la possibilità di manomissioni o attivazioni inconsapevoli del Muting.



BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

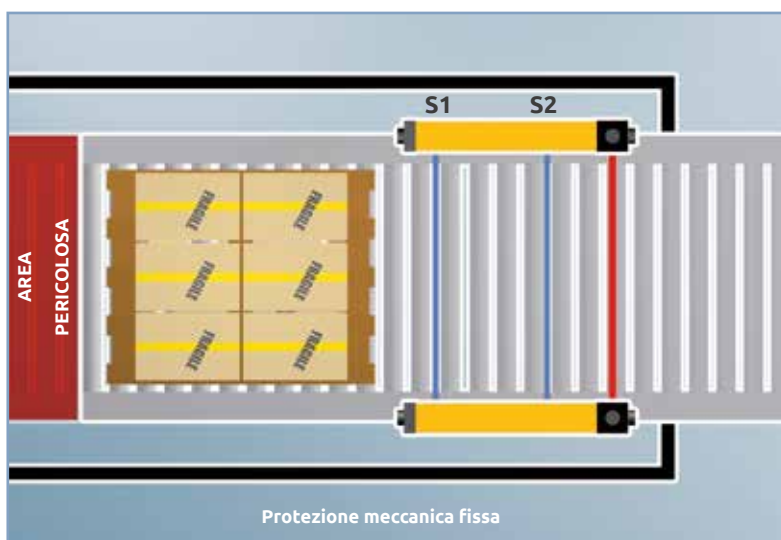
Muting a 4 sensori a raggi paralleli – Configurazione a “T” con controllo di contemporaneità e/o sequenza e transito bi-direzionale pallet:

- Per un breve periodo di tempo i 4 sensori di Muting devono risultare tutti simultaneamente intercettati (occupazione e liberazione sequenziale dei 4 sensori)
- Le distanze fra sensori e barriera fotoelettrica devono rispettare quindi i seguenti valori:
 - $d1$ e $d3 < 200$ mm per evitare che una persona possa entrare senza essere rilevata precedendo o seguendo il pallet durante la fase di Muting
 - $d2 > 250$ mm per evitare che una parte di una persona (gamba, pantalone) oscurando contemporaneamente due sensori possa attivare il Muting.



Muting a 2 sensori a raggi incrociati o paralleli – Configurazione a “L” con controllo di contemporaneità e transito pallet solo in uscita dalla zona pericolosa:

- I sensori di Muting devono essere posizionati oltre la barriera nella zona pericolosa
- La funzione di Muting deve essere disattivata appena la barriera viene liberata e comunque non oltre 4 sec. dal momento in cui viene liberato il primo dei due sensori di Muting. Il timer che controlla i 4 sec. deve essere di sicurezza



Funzione di Blanking

Il Blanking è una funzione ausiliaria delle barriere fotoelettriche di sicurezza che consente, in presenza di determinate condizioni, l'introduzione di oggetti opachi nel campo protetto della barriera senza che questo causi l'arresto della macchina controllata.

Questa funzione è quindi particolarmente utile quando il campo protetto dalla barriera fotoelettrica deve poter essere intercettato dal materiale oggetto della lavorazione oppure da una parte fissa o mobile della macchina.

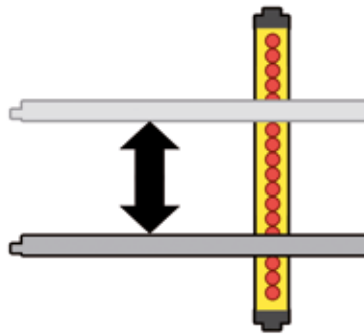
In pratica, è possibile mantenere le uscite di sicurezza della barriera nello stato di ON, e dunque la macchina in funzione, anche se un numero predeterminato di raggi viene intercettato.

Il **Blanking fisso** (fixed Blanking) permette che una parte fissa del campo protetto (per esempio un insieme definito di raggi) venga intercettata, mentre gli altri raggi funzionano normalmente.

Il **Blanking mobile** (floating Blanking) permette all'oggetto intercettato di muoversi liberamente entro il campo protetto occupando un numero definito di raggi, a condizione che i raggi occupati siano adiacenti e che il loro numero non sia più alto di quello previsto in configurazione.

Il **Blanking mobile con obbligo di presenza oggetto** fa sì che, limitatamente alla parte del campo protetto che si trova in Blanking, la barriera funzioni con logica inversa. Ciò vuol dire che la parte in Blanking del campo protetto deve risultare sempre occupata durante la fase di Blanking: pertanto l'oggetto deve trovarsi dentro il campo protetto per far sì che la barriera rimanga in stato di ON. Anche in questo caso l'oggetto può muoversi liberamente entro il campo protetto, purché le condizioni sopra esposte vengano rispettate.

I requisiti riguardanti la funzione di Blanking si possono trovare nella Specifica Tecnica IEC/TS 62046 che descrive i mezzi aggiuntivi necessari a impedire che una persona raggiunga l'area pericolosa attraverso la parte del campo protetto che si trova in Blanking.



ATTENZIONE!

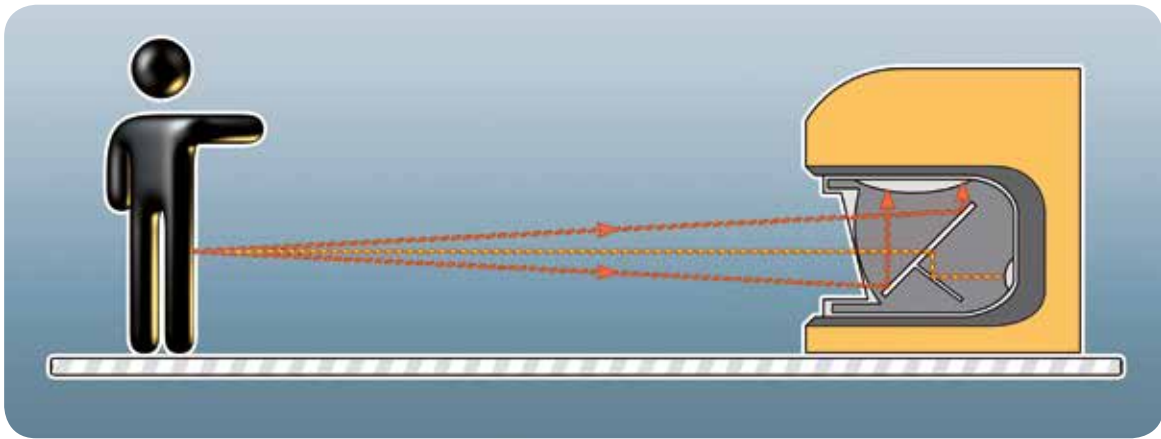
L'utilizzo della funzione di Blanking ed il tipo di configurazione prescelta dipendono dalle caratteristiche dell'applicazione da proteggere. Verificare in base all'analisi dei rischi della propria applicazione se l'uso di tale funzione è permesso o no e quale configurazione è eventualmente possibile usare.

La funzione di Blanking, consentendo l'intercettazione di uno o più raggi, provoca in corrispondenza dei raggi stessi un peggioramento della risoluzione della barriera che deve essere considerato nel calcolo della distanza di sicurezza.

Elementi caratteristici

Il laser scanner (Active Opto-electronic Protective Device responsive to Diffuse Reflection) misura la distanza fra sé e gli oggetti che rientrano nel suo campo di azione per mezzo di quella piccola frazione di energia che viene re-diffusa dagli oggetti stessi in asse con la direzione di emissione.

Gli AOPDDR, non avendo bisogno di un target cooperante per il loro funzionamento, trovano applicazione soprattutto dove l'area protetta è mobile come è il caso degli AGV, oppure dove è necessario variare la posizione e la dimensione dell'area protetta durante il processo produttivo



Con riferimento alla Norma **EN 61496-3**, i laser scanner possono essere classificati come sensori di sicurezza al massimo di Tipo 3.

Con riferimento alle Norme **IEC 61508**, **IEC 62061**, **ISO 13849-1**, gli stessi possono essere usati per realizzare funzioni di sicurezza fino a SIL 2 - PL d.

Con il Laser Scanner è possibile creare aree protette orizzontali, programmabili con precisione e di forma variabile. Ad esempio semicircolare, rettangolare o segmentata e adatte a tutte le applicazioni, senza necessità di utilizzare un riflettore o un ricevitore separato.

È inoltre possibile utilizzare lo scanner posizionato in modo verticale per proteggere il varco di accesso ad una zona pericolosa. In tal caso, secondo **IEC TS 62046**, è obbligatoria la rilevazione del bordo del varco.

L'ingresso o la presenza di una persona o di un eventuale altro ostacolo nella zona controllata di sicurezza producono, attraverso le uscite statiche di sicurezza autocontrollate del dispositivo, un comando di arresto in sicurezza del movimento pericoloso della macchina protetta.

L'occupazione della zona controllata di pre-allarme consente, attraverso un'uscita separata del dispositivo, di inviare un segnale di avviso alla macchina. Questo comando può essere utilizzato per avvisare l'operatore, per esempio mediante un segnale ottico o acustico, dell'avvicinamento alla zona pericolosa oppure, nel caso di applicazione su AGV, per provocare un rallentamento del veicolo prima di un eventuale arresto in caso di occupazione della zona di sicurezza.

I profili delle aree da controllare, così come gli altri parametri di funzionamento, sono impostabili grazie ad un software dedicato di interfaccia utente, installato su laptop o PC e collegato al dispositivo tramite interfaccia seriale.

Il Laser Scanner può anche effettuare il rilievo automatico dell'area da controllare tramite la funzionalità teach-in (auto-apprendimento).

Zone controllate

Zona di sicurezza

È la zona effettivamente protetta, nella quale il laser scanner è in grado di garantire il rilevamento di un ostacolo avente una riflettività minima pari al 1,8%, cioè ogni persona con ogni possibile indumento.

L'occupazione di questa zona provoca la commutazione delle 2 uscite di sicurezza che comandano l'arresto di emergenza della macchina.

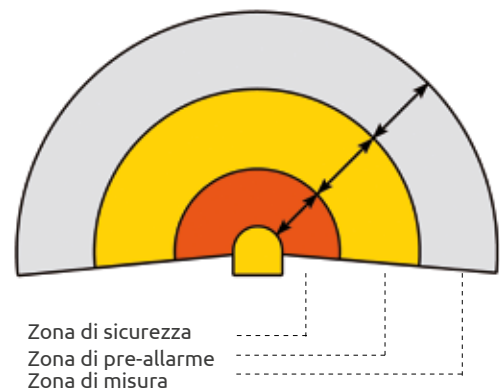
La forma della zona è programmabile secondo le esigenze dell'applicazione.

Zona di pre-allarme

È la zona nella quale il laser scanner è in grado di rilevare la presenza di un ostacolo che si sta avvicinando alla zona di sicurezza.

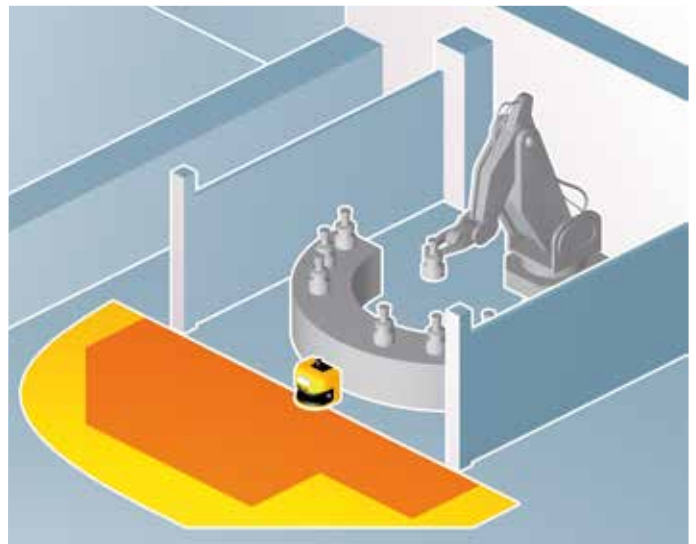
L'occupazione di questa zona provoca la commutazione di un'uscita supplementare che può essere utilizzata per segnalazioni visive o acustiche oppure per procedere al rallentamento di un movimento pericoloso.

La dimensione di questa zona è generalmente maggiore rispetto a quella di sicurezza. Anche in questo caso la forma della zona è programmabile secondo le esigenze dell'applicazione.

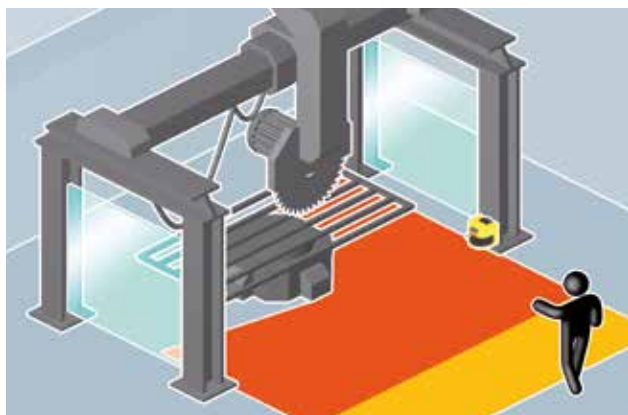


Vantaggi del laser scanner

- Assenza di elementi ricevitori e riflettori
- Zone controllate di forme variabili facilmente programmabili
- Controllo e protezione di aree di grandi dimensioni
- Utilizzo in orizzontale per il rilevamento della presenza del corpo in area pericolosa
- Utilizzo in verticale per il rilevamento delle mani, delle braccia o del corpo nel controllo di accesso
- Utilizzo su veicoli in movimento
- Rilevamento dimensionale, di forma e posizione di oggetti
- Installazione rapida e affidabile.

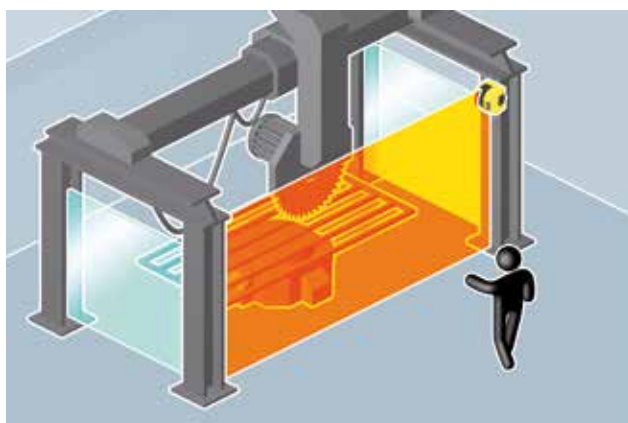


Applicazioni



Controllo di area

È possibile proteggere un'area, anche di grandi dimensioni, posizionando il piano controllato in orizzontale per il rilevamento degli arti inferiori o del corpo.



Controllo di accesso

È anche possibile proteggere un accesso posizionando il piano controllato in verticale per il rilevamento delle mani, delle braccia o del corpo.

Per le applicazioni in verticale come controllo di accesso è obbligatorio il rilevamento del contorno.



Protezione di veicoli a guida automatica (AGV)

La vasta area controllata consente di raggiungere velocità più elevate rispetto alla protezione con bumper.

L'area di pre-allarme permette di diminuire preventivamente la velocità in presenza di ostacoli.

Attraverso l'interfaccia seriale è possibile trasmettere al veicolo i dati misurati dal sensore perché siano utilizzati come ausilio alla navigazione.

Rilevamento dimensionale

Il sensore è prima di tutto uno strumento di misura. È quindi anche possibile utilizzare i dati di misurazione dell'ambiente circostante, sempre disponibili durante il funzionamento, anche per il rilevamento dimensionale, di profilo e di posizione di oggetti nell'automazione industriale.

SENSORI DI SICUREZZA

Sensori RFID di sicurezza

La tecnologia RFID consente ai sensori Magnus RFID di essere individualmente codificati in tre modi diversi, consentendo all'utilizzatore di adottare la tecnologia che più si addice al livello di protezione anti-manomissione richiesto dall'applicazione. Le configurazioni più sicure sono quelle dove ogni sensore è accoppiato con un solo attuatore.

La tecnologia RFID utilizzata consente di raggiungere il livello di sicurezza PL e/SIL 3 (secondo la normativa EN ISO 13849-1) anche quando i sensori vengono connessi in serie.



Sensori Magnetici di sicurezza

I sensori Magnetici della serie Magnus MG devono essere connessi al controllore di sicurezza Mosaic (livello di sicurezza PL e) o alla unità di controllo dedicata MG d1 (livello di sicurezza PL d).

I sensori MG collegati a Mosaic formano un sistema di sicurezza certificato PL e.



Interruttori finecorsa di sicurezza

L'interruttore di sicurezza Safelock viene utilizzato nella protezione del personale monitorando ed interrompendo il circuito di sicurezza durante situazioni di pericolo. Il solenoide blocca o sblocca l'accesso alla zona pericolosa garantendo la sicurezza fino alla fine del potenziale pericolo.

Due versioni disponibili:

- Meccanismo di ritenuta azionato tramite molla e sbloccato da corrente ON. Quando si interrompe la tensione al solenoide, il meccanismo di ritenuta rimane attivo e il riparo di protezione non può essere aperto
- Meccanismo di ritenuta azionato tramite corrente ON e sbloccato tramite molla. Quando si interrompe la tensione al solenoide, il meccanismo di ritenuta viene sbloccato e il riparo di protezione può essere aperto

3 diverse funzioni di sicurezza applicabili secondo la normativa EN ISO 13489-1



Categoria / Livello di sicurezza	Dispositivi di sicurezza
Cat. 1 / PL c	1 Safelock + 1 relè di sicurezza AD SRE3C oppure 1 ingresso del controllore di sicurezza Mosaic
Cat. 3 / PL d	1 Safelock + 1 relè di sicurezza AD SRE3C oppure 2 ingressi del controllore di sicurezza Mosaic + esclusione del guasto (EN ISO 13849-2)
	1 Safelock + 2 Magnus RFID+ 1 relè di sicurezza AD SR1 oppure 2 ingressi del controllore di sicurezza Mosaic
	2 Safelock + 1 relè di sicurezza AD SRE3C oppure 2 ingressi del controllore di sicurezza Mosaic
Cat. 4 / PL e	2 Safelock + 2 relè di sicurezza AD SRE4C oppure 4 ingressi del controllore di sicurezza Mosaic



Rilevamento del dito



Rilevamento della presenza del corpo in area pericolosa



Rilevamento della mano



Rilevamento del corpo nel controllo di accesso

In seguito per ognuna delle applicazioni sopraindicate verranno presentate le appropriate soluzioni realizzate con le apparecchiature della gamma ReeR.

A seconda delle funzioni che il sistema di sicurezza deve svolgere, della risoluzione necessaria o della portata massima, si potrà scegliere tra le varie famiglie di sensori di sicurezza ReeR lo strumento più adatto per la protezione di macchine pericolose.

DEFINIZIONI

Start/Restart interlock: Funzione di interblocco (necessità di riarmo manuale) alla partenza o alla ripartenza della macchina.

EDM: External Device Monitoring; controllo della commutazione dei contattori esterni tramite ingresso di feedback.

Master/Slave: Due o tre barriere possono essere collegate in cascata; tutte le uscite sono gestite da una sola di queste (Master).

Blanking: La barriera può essere programmata per ignorare un solo oggetto di dimensioni definite anche maggiori della risoluzione. Vedere "Funzione di Blanking".

MUTING: La funzione di protezione della barriera può essere inibita sotto determinate condizioni di sicurezza. Vedere "Funzione di Muting".

Modelli I: Modelli con connessioni per sensori di Muting esterni.

Modelli L, T: Modelli con sensori di Muting integrati in kit preassemblati per sola uscita pallet (L) o ingresso/uscita (T).



	EOS 4 A	EOS 4 X	ADMIRAL AD	ADMIRAL AX	ADMIRAL AX BK
Sensore	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera
Livello di sicurezza	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e
Risoluzione (mm)	14	14	14	14	14
Altezza aree controllate (mm)	160 ...1960	160 ...1960	160 ...1810	160 ...1810	160 ...1810
Portata max (m)	6	6	5	5	5
Start/Restart interlock integrato	-	si	-	si	-
EDM integrato	-	si	-	si	-
Blanking	-	-	-	-	si, floating
Versioni Master/Slave	-	si (1/2 slave)	-	si (1 slave)	si, master



	EOS 4 A	EOS 4 X	SAFEGATE SM - SMO	SAFEGATE SMPO	ADMIRAL AD	ADMIRAL AX	ADMIRAL AX BK	JANUS M
Sensore	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera
Livello di sicurezza	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e
Risoluzione(m)	20, 30, 40	20, 30, 40	30, 40	30, 40	20, 30, 40	20, 30, 40	20, 40	30, 40
Altezza aree controllate (mm)	160 ... 2260	160 ... 2260	310 ... 2260	310 ... 2260	160 ... 2260**	160 ... 2260**	160 ... 2260**	310 ... 1810
Portata max (m)	12 o 20	12 o 20	4 o 8	4 o 8	18	18	18	16 o 60
Start/Restart interlock integrato	-	si	si	si	-	si	-	si
EDM integrato	-	si	si	si	-	si	-	si
Blanking	-	-	-	-	-	-	si, floating	-
Muting integrato	-	-	si	si	-	-	-	si
Lampada Muting integrata	-	-	Modello SMO	si	-	-	-	-
Programmabile	-	-	-	si	-	-	-	-
Versioni Master/Slave	-	si (1/2 slave)	-	-	-	si (1 slave)	si master	-
Versioni Long Range	-	-	-	-	-	-	-	si (fino a 60 m)



** Per la famiglia ADMIRAL (modelli AX, AD e AX BK) sono disponibili, su richiesta, barriere di sicurezza con altezza protetta fino a 2260 mm per le risoluzioni (30 mm, 40 mm, 50 mm e 90 mm).

Nel dettaglio le nuove altezze protette sono: 1960 mm, 2110 mm e 2260 mm.

I modelli Master e Slave non sono invece disponibili per queste nuove altezze.

* Versioni VISION VXL e MXL con risoluzione 30 mm: altezza massima area controllata 1210 mm.



JANUS J	LASER SCANNER UAM	LASER SCANNER PHARO	EOS 2 A	EOS 2 X	VISION V	VISION VX	VISION VXL	VISION MXL
Barriera	Laser scanner	Laser scanner	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera
Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 3 SIL 2 – PL d	Tipo 3 SIL 2 – PL d	Tipo 2 SIL 1 – PL c	Tipo 2 SIL 1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c
40	30, 50, 70 selez.	30, 40 selez.	30, 40	30, 40	20, 30, 40	20, 30, 40	30, 40	30, 40
610 ... 1210	-	-	160 ... 2260	160 ... 2260	160 ... 1810	160 ... 1810	160 ... 1810*	160 ... 1810*
16 o 60	5 (raggio)	2,6 (raggio)	12	12	16	18	8	8
si	si	si	-	si	-	si	si	si
si	si	si	-	si	-	si	si	si
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	si
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	si (1/2 slave)	-	si (1 slave)	-	-
si (fino a 60 m)	-	-	-	-	-	-	-	-



	EOS 4 A	EOS 4 X	ADMIRAL AD	ADMIRAL AX	ADMIRAL AX BK	JANUS M	JANUS J
Sensore	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera
Livello di sicurezza	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e
Risoluzione (mm)	50, 90	50, 90	50, 90	50, 90	40, 90	40, 90	40
Altezze aree controllate (mm)	160 ... 2260	160 ... 2260	310 ... 2250**	310 ... 2250**	310 ... 2250**	310 ... 1810	610 ... 1210
Portata max (m)	12 o 20	12 o 20	18	18	18	16 o 60	16 o 60
Start/Restart interlock integrato	-	si	-	si	-	si	si
EDM integrato	-	si	-	si	-	si	si
Blanking	-	-	-	-	si, floating	-	-
Muting integrato	-	-	-	-	-	si	-
Versioni Master/Slave	-	si (1/2 slave)	-	si (1 slave)	si (master)	-	-
Versioni Long Range	-	-	-	-	-	si (fino a 60 m)	si (fino a 60 m)



	EOS 4 A	EOS 4 X	SAFEGATE SM - SMO	SAFEGATE SMPO	ADMIRAL AD	ADMIRAL AX	JANUS M	JANUS J
Sensore	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera
Livello di sicurezza	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SILCL3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e	Tipo 4 SIL 3 – PL e
Numero raggi	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4
Risoluzione (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-
Altezze aree controllate (mm)	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910
Portata max (m)	12 o 20	12 o 20	4 o 12	4 o 12	18	18 o 60	16 o 60	16 o 60
Start/Restart interlock integrato	-	si	si	si	-	si	si	si
EDM integrato	-	si	si	si	-	si	si	si
Muting integrato	-	-	si	si	-	-	si, modelli I, L e T	-
Versioni Master/Slave	-	si (1/2 slave)	-	-	-	si	-	-
Lampada Muting integrata	-	-	Modello SMO	si	-	-	-	-
Programmabile	-	-	-	si	-	-	-	-
Versioni TRX con elemento passivo	-	-	si	si	-	-	si	si
Versioni Long Range	-	-	-	-	-	si (fino a 80 m)	si (fino a 60 m)	si (fino a 80 m)

LASER SCANNER UAM	LASER SCANNER PHARO	EOS 2 A	EOS 2 X	VISION V	VISION VX
Laser scanner	Laser scanner	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera
Tipo 3 SIL 2 – PL d	Tipo 3 SIL 2 – PL d	Tipo 2 SIL 1 – PL c	Tipo 2 SIL 1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c
30, 50, 70 selez.	50, 70 selez.	50, 90	50, 90	50, 90	50, 90
-	-	160 ... 2260	160 ... 2260	310 ... 1810	310 ... 1810
5 (raggio)	4 (raggio)	12	12	16	18
si	si	-	si	-	si
si	si	-	si	-	si
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	si (1/2 slave)	-	si (1 slave)
-	-	-	-	-	-

LASER SCANNER UAM	LASER SCANNER PHARO	EOS 2 A	EOS 2 X	VISION V	VISION VX	VISION VXL	VISION MXL	ILION	ULISSE
Laser scanner	Laser scanner	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Barriera	Raggio singolo	Raggio singolo
Tipo 3 SIL 2 – PL d	Tipo 3 SIL 2 – PL d	Tipo 2 SIL 1 – PL c	Tipo 2 SIL 1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c	Tipo 2 SILCL1 – PL c
-	-	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	-	-
5 (raggio)	4 (raggio)	12	12	16	18 o 60	8	8	8 o 20	6
Si	si	-	si	-	si	si	si	si con unità AU SX o AU SXM	si con unità AU SX o AU SXM
Si	si	-	si	-	si	si	si	si con unità AU SX o AU SXM	si con unità AU SX o AU SXM
-	-	-	-	-	-	-	si	si con unità AU SXM	si con unità AU SXM
-	-	-	si (1/2 slave)	-	si (1 slave)	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	si (fino a 60 m)	-	-	-	-

Poiché l'ESPE sarà integrato nel sistema di controllo di sicurezza della macchina, la scelta del suo Livello di sicurezza dipenderà dal risultato dell'analisi del rischio e conseguentemente dal valore del parametro PL, SIL o Categoria della corrispondente funzione di sicurezza.

Le norme di prodotto (Norme di tipo C) generalmente raccomandano il tipo di ESPE più adatto per ogni funzione di sicurezza interessata. Se non si hanno a disposizione norme di tipo C conviene usare le raccomandazioni contenute nelle norme ISO 13849-1 e IEC 62061. È necessario tener conto che l'integrità di sicurezza complessiva della catena: ingresso-unità di controllo- attuatori, non potrà che essere uguale o inferiore a quella del dispositivo più debole.

Regole per una corretta interconnessione dei dispositivi di protezione al sistema di controllo della macchina

L'interconnessione fra le uscite di sicurezza dell'ESPE (OSSD) ed i dispositivi di arresto della macchina, la disposizione e la scelta dei pulsanti di ripristino deve essere fatta in modo che non venga ridotto o peggio annullato il grado di "safety integrity" assegnato al sistema di controllo di sicurezza della macchina.

L'esempio di figura seguente mostra il caso più comune quello cioè dove il sistema di comando e controllo della macchina (es. Il PLC) non assolve a funzioni di sicurezza. In questo caso il sistema di controllo di sicurezza che gestisce i dispositivi di protezione ad esso connessi deve funzionare in modo indipendente e deve essere collegato fra il PLC e l'organo di arresto della macchina stessa.

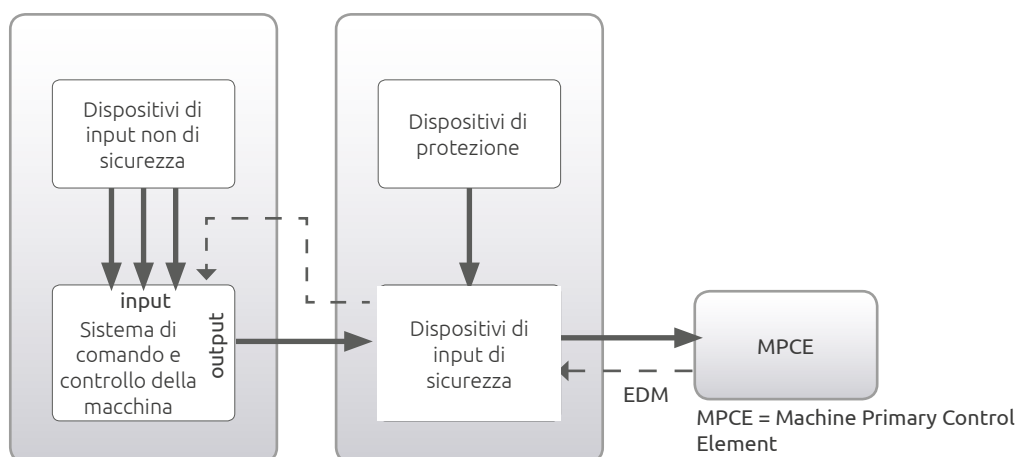


Fig. 20. Sistema di comando e controllo della macchina (es. Il PLC) non assolve a funzioni di sicurezza.

Nel caso invece che la macchina disponga di un sistema centrale di controllo e governo di sicurezza (PLC di sicurezza), come mostrato in figura seguente, conviene che le funzioni operative della macchina e le funzioni di sicurezza attuate dai dispositivi di protezione vengano coordinate dal sistema di sicurezza centrale.

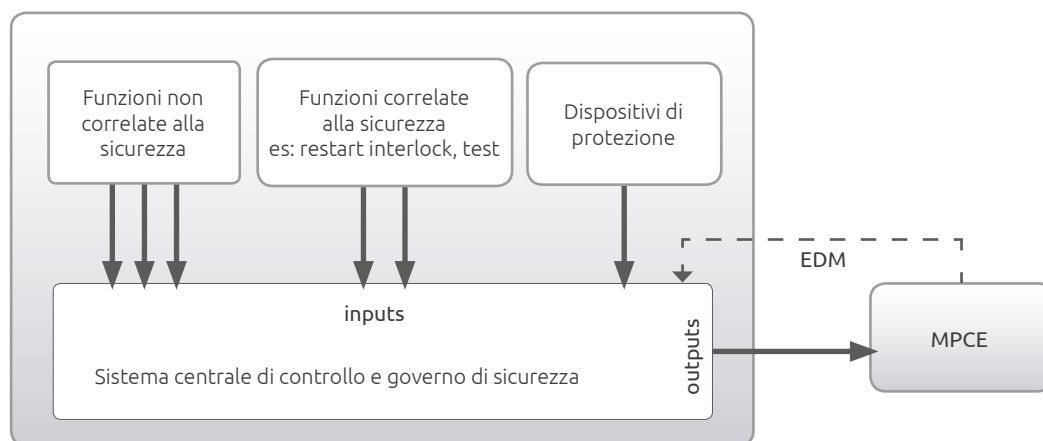


Fig. 21. Sistema centrale di controllo e governo di sicurezza (PLC di sicurezza)



Posizionamento delle barriere di sicurezza per la protezione delle persone negli impianti di pallettizzazione

Questo approfondimento normativo cerca di rispondere a queste 2 domande:

- A che altezza dal piano di riferimento deve essere posizionato il primo raggio della barriera?
- Quale è il criterio di selezione per determinare il numero di raggi della barriera?

Di seguito tre esempi di pallettizzatori dove le barriere di sicurezza sono posizionate:

- Esempio 1
direttamente sul pavimento



- Esempio 2
sul convogliatore sollevato dal pavimento



- Esempio 3
sul convogliatore sollevato da terra ma facilmente accessibile dalla persona per mezzo di scale



Per ognuna di queste condizioni la EN 415-10 stabilisce:

- A che altezza deve essere posizionato il primo raggio della barriera
- Quanti raggi deve avere la barriera stessa

Quando l'apertura comprende il pavimento o un piano facilmente accessibile come nell'esempio seguente gli AOPD devono comprendere almeno 3 raggi disposti in verticale e posizionati a 300mm, 700mm e 1100mm dal piano di accesso.

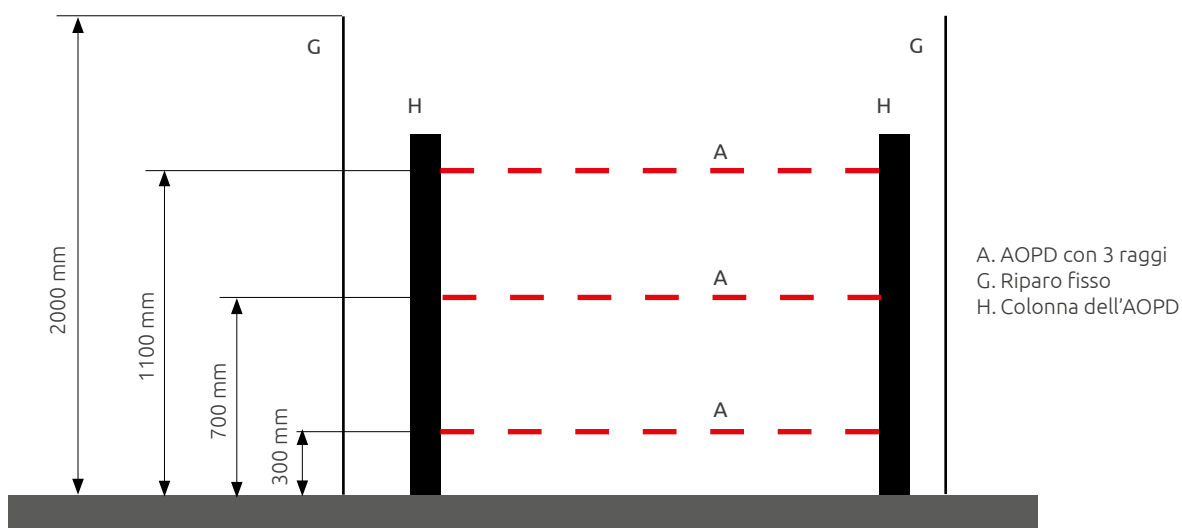


Fig. 22. pavimento o un piano facilmente accessibile

Quando l'apertura si trova su un convogliatore, l'AOPD deve avere almeno due raggi posizionati a 400mm e 900mm dal piano del convogliatore.

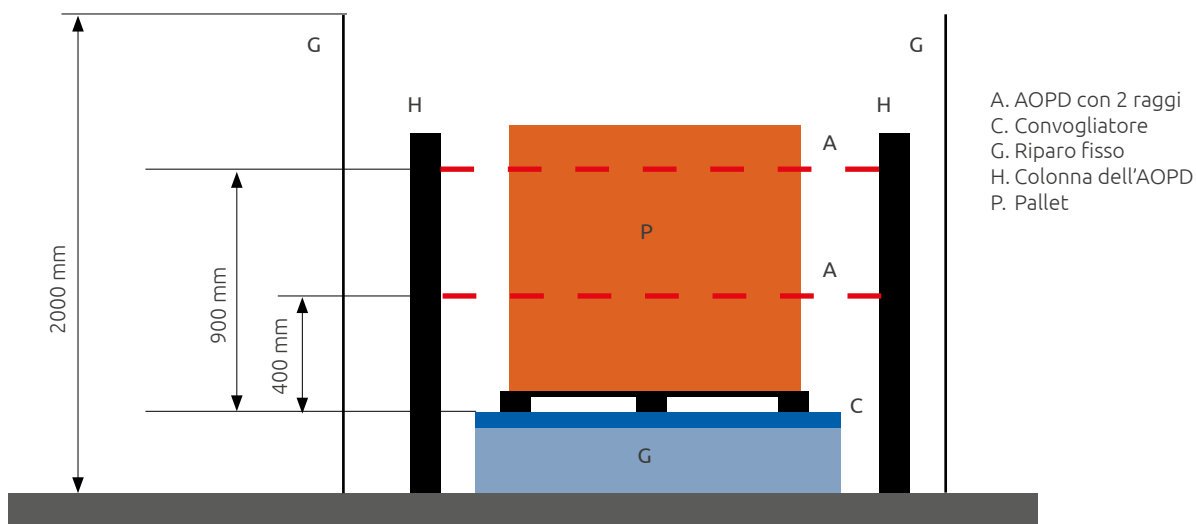


Fig. 23. apertura si trova su un convogliatore

La distanza di sicurezza va calcolata con la formula della ISO 13855:2010: $S = 1600 \times T + 850$

Se è possibile raggiungere il punto pericoloso sporgendosi oltre il raggio più alto allora occorre usare la formula: $S = 1600 \times T + C_{ro}$ (dove C_{ro} si ricava dalla tabella 1 della ISO 13855:2010)

Oppure si sceglie un AOPD con un numero maggiore di raggi.

Utilizzo di ostacoli meccanici

Per impedire che una persona possa "strisciare" sotto il raggio più basso e raggiungere la zona pericolosa senza essere intercettato dall'AOPD si possono usare degli ostacoli meccanici.



Processi termici industriali

Controllo in sicurezza di tutte le applicazioni in cui si utilizzano dei bruciatori o, in generale, dei processi termici industriali. Ad esempio: Forni, Essiccatori per ceramica o cereali, pistole per retrazione, ecc.

Le richieste più comuni per questo tipo di applicazioni sono le seguenti:

- Controllo della fiamma che, secondo la normativa ISO/13849-1 deve raggiungere il livello di sicurezza PL e.
- Controllo pressione gas e olio combustibile (PL d)
- Controllo presenza gas nei tubi dopo il lavaggio (PL d)
- Controllo dello spegnimento delle ventole per l'aria comburente (PL d)



Occorre evidenziare un fattore fondamentale per quanto riguarda questo tipo di applicazioni: non si deve creare una confusione tra il dispositivo "bruciatore" e l'impianto o processo termico in cui questo viene utilizzato.

Il bruciatore deve rispettare delle normative specifiche che richiedono funzioni di lettura analogica della miscela aria gas e molte altre funzioni logiche relative.

Esiste invece la normativa EN 746-2 che regola le applicazioni dei bruciatori e definisce i livelli di sicurezza richiesti e le normative applicabili.

Sensoristica prevista dalla normativa vigente:

- Controllo dello spegnimento della fiamma.
Normalmente vengono utilizzati sensori di presenza fiamma (spesso ottici, non di sicurezza) anche se si dovrebbero utilizzare rilevatori di fiamma SIL3 oppure 2 rilevatori di fiamma SIL2. Più facilmente vengono utilizzati dei sistemi integrati di controllo del bruciatore (BMS) che includono il controllo di fiamma e sono certificati. Il segnale digitale SIL3 o i due segnali SIL2 vengono ricevuti da questi dispositivi
- Pressostati per il controllo della pressione del gas. Esistono solamente SIL2 ma non SIL3
- Sensori per il controllo della temperatura della fiamma pilota (SIL3)
- Sensori per il controllo del lavaggio dei tubi che possono contenere gas (rilevatori di gas SIL2 o SIL3)
- Sensori per il controllo delle ventole di areazione (sensori di portata SIL2)
- Pressostati per il controllo dell'aria comburente (pressostati SIL2)



Lo schema a blocchi rappresentato in figura indica le relazioni tra i diversi componenti dell'impianto.

Nello schema è evidente dove può intervenire un controllore di sicurezza tipo Mosaic. In base agli input forniti dai sensori e dai sistemi di sicurezza le uscite OSSD di Mosaic vanno ad agire sugli erogatori di gas ed aria che permettono la combustione.

Controllo di processo (a)

1. Controllo e strumentazione dell'impianto
 - controllo livelli
 - controllo dei processi
 - regolazioni
 - interfaccia operatore
2. Sistemi di sicurezza
 - e-stop
 - dispositivi di protezione interbloccati
 - lavaggio e controllo tubi
 - unità di controllo del bruciatore
 - controllo ventilazione dei gas di scarico
 - controllo rapporto aria/gas
 - sensori di pressione e di flusso
 - sensori di temperatura

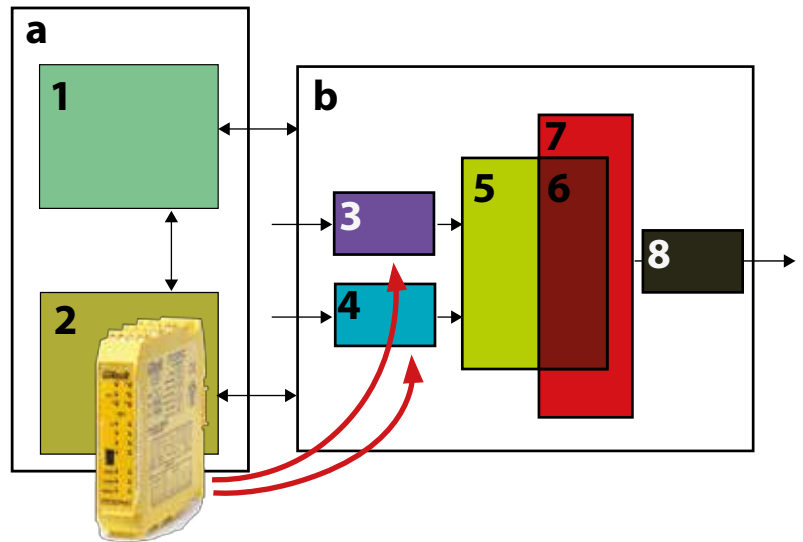


Fig. 24. Schema di apparecchiatura di processo termico industriale

Sistema di riscaldamento (b)

3. Erogazione del combustibile (gas)
4. Erogazione del comburente (aria)
5. Bruciatore e dispositivi per iniezione di gas e aria
6. Camera di combustione
7. Camera per il processo termico
8. Gas di scarico

Le norme di riferimento

La normativa di riferimento per questo tipo di impianti è la EN 746-2 - "Sicurezza per apparecchiature di processo termico industriale - Sicurezza per la combustione e per la movimentazione ed il trattamento dei combustibili" del 2010.

È una norma europea di tipo C e fa parte della serie di 8 norme di sicurezza che compongono la EN 746 "Apparecchiature di processo termico industriale".



La norma EN 746-2 presuppone che l'apparecchiatura non possa dare origine ad atmosfere potenzialmente esplosive e sia posta in luoghi ventilati.

La norma stabilisce i requisiti che deve avere il sistema di protezione e sicurezza per questi dispositivi:

- Il sistema di protezione è un insieme di dispositivi, unità di controllo e circuiti di sicurezza che hanno come scopo principale la protezione delle persone, dell'impianto e dell'ambiente.
- fanno parte del sistema di protezione tutti i componenti richiesti per realizzare le funzioni di sicurezza:
 - Sensori che permettono il monitoraggio dei parametri di funzionamento (temperatura della fiamma, pressione aria, ecc.)
 - Dispositivi che consentono l'interruzione di flusso del combustibile o del comburente (valvole)
 - Dispositivi per il controllo della ventilazione della camera di combustione e di protezione del bruciatore

Tipicamente il sistema di protezione e sicurezza è costituito da sensori, logiche di controllo, dispositivi di attuazione e da un sistema multi-canale che ne permette la comunicazione. È quindi necessario un controllo in sicurezza dei canali di comunicazione e dei dispositivi stessi.

La norma definisce anche le condizioni che devono essere soddisfatte dal sistema di protezione e sicurezza realizzato. Vengono definite 4 condizioni come indicate nella tabella seguente:

Condizione	Componente	Norma di riferimento
Sistema cablato in cui tutti i componenti sono conformi alle normative di prodotto indicate nei paragrafi da 5,2 a 5,6 della norma	Bruciatore	EN 298
	Valvole per controllo di tenuta	EN 1643
	Sensori di pressione	EN 1854
	Valvole automatiche di intercettazione carburante	EN 161
	Dispositivi di regolazione del rapporto aria-gas per bruciatori a gas e apparecchi a gas	EN 12067-2
Sistema cablato con una combinazione di: componenti conformi alle normative di prodotto indicate nei paragrafi da 5,2 a 5,6 della norma componenti conformi ai livelli di sicurezza PL e SIL definiti rispettivamente secondo le norme EN ISO 13849-1 e EN 62061	Bruciatore	EN 298
	Valvole per controllo di tenuta	EN 1543
	Sensori di pressione	EN 1854
	Valvole automatiche di intercettazione carburante	EN 161
	Dispositivi di regolazione del rapporto aria-gas per bruciatori a gas e apparecchi a gas	EN 12067-2
	Funzioni di controllo (esempio pressione del gas e temperatura) realizzate da componenti per i quali non esistono norme di prodotto, devono essere conformi almeno al livello di sicurezza: SIL 2 / PLd	IEC 62061 (SIL)
Sistema basato su di un PLC e da una combinazione di: componenti conformi alle normative di prodotto indicate nei paragrafi da 5,2 a 5,6 della norma componenti conformi ai livelli di sicurezza PL e SIL definiti rispettivamente secondo le norme EN ISO 13849-1 e EN 62061	Funzioni di controllo che possono determinare un rischio immediato in caso di guasto (controlli di fiamma, rapporto gas/aria) realizzate da componenti per i quali non esistono norme di prodotto, devono essere conformi almeno al livello di sicurezza: SIL 3 / PLe	EN ISO 13849 (PL)
	Bruciatore	EN 298
	Valvole per controllo di tenuta	EN 1543
	Sensori di pressione	EN 1854
	Valvole automatiche di intercettazione carburante	EN 161
	Dispositivi di regolazione del rapporto aria-gas per bruciatori a gas e apparecchi a gas	EN 12067-2
	Funzioni di controllo (esempio pressione del gas e temperatura) realizzate da componenti per i quali non esistono norme di prodotto, devono essere conformi almeno al livello di sicurezza: SIL 2 / PLd	IEC 62061 (SIL)
	Funzioni di controllo che possono determinare un rischio immediato in caso di guasto (controlli di fiamma, rapporto gas/aria) realizzate da componenti per i quali non esistono norme di prodotto, devono essere conformi almeno al livello di sicurezza: SIL 3 / PLe	EN ISO 13849 (PL)
	Il software di gestione delle funzioni di sicurezza dovrebbe essere separato dalle altre funzioni di controllo e deve essere conforme ai requisiti delle norme EN ISO 13849 e EN 62061.	
Sistema basato su di un PLC e da componenti tutti conformi ai livelli di sicurezza PLe e SIL 3 definiti rispettivamente secondo le norme EN ISO 13849-1 e EN 62061 compreso il software di gestione	In questo caso il sistema di sicurezza deve essere conforme alle norme EN ISO 13849-1 e EN 62061.	IEC 62061 (SIL)
		EN ISO 13849 (PL)

Protezioni perimetrali

Applicazione combinata delle barriere di sicurezza e degli specchi deviator. Per le protezioni perimetrali fino a 4 lati possono essere utilizzate delle colonne con specchi deviatori in combinazione alla barriere di sicurezza. Un esempio di applicazione è illustrata nella figura seguente.



Fig. 25. Protezione perimetrale di una macchina per taglio laser

La gamma di colonne con specchi deviatori offerta da ReeR è la seguente:

Modelli	FMC-S2	FMC-SB2	FMC-S3	FMC-SB3	FMC-S4	FMC-SB4	FMC-S1700	FMC-S2000
Codice ordinazione	1200620	1200645	1200621	1200646	1200622	1200647	1200625	1200623
Descrizione	specchio unico per barriera a 2 raggi	2 specchi per barriera a 2 raggi	specchio unico per barriera a 3 raggi	3 specchi per barriera a 3 raggi	specchio unico per barriera a 4 raggi	4 specchi per barriera a 4 raggi	altezza controllata fino a 1360 mm	altezza controllata fino a 1660 mm
Altezza totale con base (mm)	1055		1255		1385		1725	2025

Le colonne che utilizzano specchi multipli sono ideali per la realizzazione di protezioni perimetrali di aree pericolose con accessi su più lati che prevedono grandi distanze tra gli elementi di protezione.

Normalmente le barriere utilizzate in questo tipo di applicazioni sono quelle a 2, 3 e 4 raggi per il rilevamento della presenza del corpo in area pericolosa. Sono però utilizzabili anche barriere con altre risoluzioni. In questo caso però non valgono le misure riportate della tabella di pagina seguente ma occorre valutare le distanze di sicurezza a seconda della tipologia di impianto. La disposizione delle barriere di sicurezza e delle colonne con gli specchi deviatori dipendono chiaramente dal tipo e dalle specifiche esigenze del sistema di protezione che si intende realizzare. Ci sono però 3 fattori di cui tener conto nel calcolare le distanze tra barriere di sicurezza e colonne:

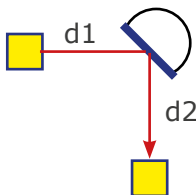
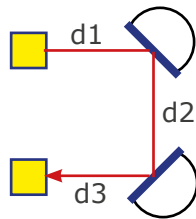
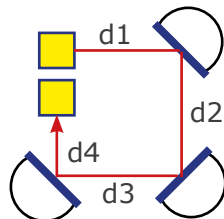
- Divergenza tra i raggi della barriera - Occorre tener conto del fatto che i raggi emessi dall'emettitore della barriera presentano un certo grado di divergenza, quindi non sono mai perfettamente paralleli
- Eventuali problemi di planarità dello specchio - Questo fattore, come il precedente aumenta la sua influenza con l'aumentare delle distanze
- Fattore di assorbimento degli specchi - Per ogni specchio utilizzato occorre tener conto della riduzione di potenza del fascio ottico emesso dall'emettitore della barriera. Fare riferimento allo schema seguente:
 - FMC (S2 - S3 - S4)
 - 15% per barriere con portata fino a 20 m
 - 20% per barriere con portata superiore a 20 m.
 - FMC (SB2 - SB3 - SB4)
 - 10% per barriere con portata fino a 20 m
 - 15% per barriere con portata superiore a 20 m.

Questa riduzione è dovuta alla caratteristiche specifiche dello specchio e tiene conto dello sporco e polvere che si deposita sullo stesso, specie in ambiente industriale. Questo fattore riduce la portata del sistema specchio/barriera.

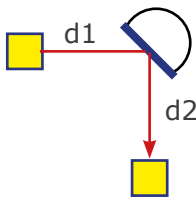
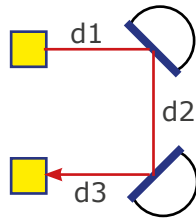
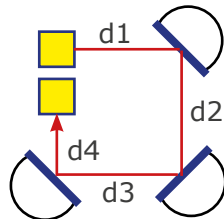
Questi 3 fattori determinano sia la scelta della modello di barriera, sia le distanze minime per il posizionamento degli elementi del sistema di protezione. La tabella seguente intende fornire una guida per:

- la scelta del tipo di colonna e di barriera da utilizzare
- definire le distanze massime permesse per il posizionamento corretto dei dispositivi tenendo conto dei fattori indicati in precedenza e della portata massima della barriera utilizzata

TIPO DI INSTALLAZIONE - SPECCHIO SINGOLO

TIPO DI COLONNA CON SPECCHIO	MODELLO DI BARRIERA DI SICUREZZA	PORTATA BARRIERA			
			Distanza massima	Distanza massima	Distanza massima
FMC S2 FMC S3 FMC S4	EOS	4 - 12 m	$(d1+d2) < 10 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 8,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 6,5 \text{ m}$
	SAFEGATE	4 - 12 m	$(d1+d2) < 10 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 8,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 6,5 \text{ m}$
	EOS H	10 - 20 m	$(d1+d2) < 17 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 14,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 12 \text{ m}$
	ADMIRAL	6 - 18 m	$(d1+d2) < 15 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 13 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 11 \text{ m}$
	VISION	6 - 16 m	$(d1+d2) < 13,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 11,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 9,5 \text{ m}$
	JANUS LR	30 - 60 m			
	ADMIRAL LR	22 - 60 m	$(d1+d2) < 48 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 38 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 30 \text{ m}$
	VISION LR	22 - 60 m			
	JANUS LR ILP	40 - 80 m	$(d1+d2) < 64 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 51 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 41 \text{ m}$

TIPO DI INSTALLAZIONE - SPECCHI INDIPENDENTI

TIPO DI COLONNA CON SPECCHIO	MODELLO DI BARRIERA DI SICUREZZA	PORTATA BARRIERA			
			Distanza massima	Distanza massima	Distanza massima
FMC SB2 FMC SB3 FMC SB4	EOS	4 - 12 m	$(d1+d2) < 11 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 10 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 9 \text{ m}$
	SAFEGATE	4 - 12 m	$(d1+d2) < 11 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 10 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 9 \text{ m}$
	EOS H	10 - 20 m	$(d1+d2) < 18 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 16 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 14,5 \text{ m}$
	ADMIRAL	6 - 18 m	$(d1+d2) < 16 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 14,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 13 \text{ m}$
	VISION	6 - 16 m	$(d1+d2) < 14,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 13 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 11,5 \text{ m}$
	JANUS LR	30 - 60 m			
	ADMIRAL LR	22 - 60 m	$(d1+d2) < 51 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 43 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 36,5 \text{ m}$
	VISION LR	22 - 60 m			
	JANUS LR ILP	40 - 80 m	$(d1+d2) < 68 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 58 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 49 \text{ m}$



Per piccole distanze è sufficiente la colonna con specchio singolo; per distanze maggiori, che amplificano tutti i fattori indicati in precedenza, sono necessari gli specchi multipli che consentono di recuperare le divergenze di parallelismo dei raggi.

[illegible]

[illegible]



REEER *Customer Service*

Mettiamo sempre il cliente al primo posto

Il servizio post-vendita di ReeR supporta i clienti che necessitano di una guida tecnica per quanto riguarda la funzionalità, la gestione e l'installazione dei prodotti

Linea diretta Servizio Clienti

011 24 82 215

Da Lunedì a Venerdì 8.30 - 12.30 e 13.30 - 18.00

in alternativa
aftersales@reer.it

Per ulteriori informazioni consultare il sito www.reersafety.it



Your future's safe!

Oltre 50 anni di qualità ed innovazione

Fondata a Torino nel 1959, ReeR si distingue per il forte contributo all'innovazione e alla tecnologia.

La costante crescita attraverso gli anni consente a ReeR di affermarsi come punto di riferimento globale nel settore della sicurezza per l'automazione industriale.

La Divisione Sicurezza è infatti oggi un leader mondiale nello sviluppo e produzione di sensori optoelettronici di sicurezza e controllori di sicurezza.

ReeR è certificata ISO 9001, ISO 14001 e BS OHSAS 18001.



ReeR SpA
Via Carcano, 32
10153 Torino

T 011 248 2215
F 011 859 867

www.reersafety.it | info@reer.it



Edizione 2 - Rev. 1.0
Settembre 2018
8946221
GUIDA ALLA SICUREZZA - Italiano

Stampato in Italia

