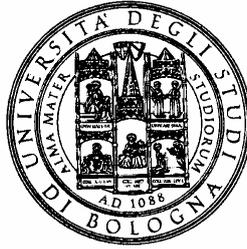


ALMA MATER STUDIORUM – Università di Bologna
La valutazione dei rischi nella progettazione e nell'utilizzo dei prototipi



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITA' DI BOLOGNA

**LA VALUTAZIONE DEI RISCHI NELLA PROGETTAZIONE E
NELL'UTILIZZO DEI PROTOTIPI**

GUIDA OPERATIVA

(a cura del Servizio di Prevenzione e Protezione)

1. **PREMESSA**

La attuale normativa sulla sicurezza ed igiene del lavoro impone che, nello svolgimento della propria attività didattica e di ricerca in laboratorio, il responsabile collabori con il Servizio di Prevenzione e Protezione, con il medico competente e con le altre figure previste dalla suddetta normativa (es. preposti, RLS, lavoratori ecc.) ai fini della valutazione del rischio e dell'individuazione delle conseguenti misure di prevenzione e protezione.

Per i prototipi di macchine, apparecchi ed attrezzature di lavoro, di impianti o di altri mezzi tecnici realizzati ed utilizzati nelle attività di ricerca, di didattica e di servizio (D.M. 363/1998), il responsabile dell'attività deve:

- a) garantire sia la corretta protezione del personale mediante valutazione in sede di progettazione dei possibili rischi connessi con la realizzazione del progetto, sia l'adozione di eventuali specifiche precauzioni da adottare sulla base delle conoscenze disponibili;
- b) predisporre una procedura d'utilizzo, alla quale tutti gli operatori autorizzati e formati devono attenersi, con l'indicazione dei dispositivi di protezione, anche individuali, da adottare e delle manutenzioni da effettuare;
- c) prevedere un registro delle manutenzioni effettuate;
- d) prevedere e mantenere aggiornato l'elenco degli operatori autorizzati.

La procedura d'utilizzo deve considerare non soltanto l'uso normale del prototipo, ma anche l'uso della macchina ragionevolmente prevedibile. La macchina deve essere progettata in modo da evitare che sia utilizzata anormalmente e la procedura deve richiamare l'attenzione dell'utilizzatore sulle controindicazioni nell'uso della macchina che potrebbero, in base all'esperienza, presentarsi.

I prototipi devono essere utilizzati solo da personale opportunamente informato e formato sui possibili rischi (con firma di avvenuta formazione su un registro da conservare a cura del responsabile).

L'utilizzo di un prototipo deve essere reso impossibile ai non autorizzati, adottando opportuni accorgimenti (ad es., chiave di accensione, password di accesso).

Allo scopo di migliorare la programmazione della sicurezza e della tutela della salute è stata predisposta questa guida a supporto dei responsabili in laboratorio primi destinatari degli obblighi di prevenzione e protezione durante lo svolgimento della loro attività didattica e di ricerca in laboratorio.

Si precisa che per laboratorio di intendono "i luoghi o gli ambienti in cui si svolgono attività didattica, di ricerca o di servizio che comportano l'uso di macchine, di apparecchi ed attrezzature di lavoro, di impianti, di prototipi o di altri mezzi tecnici, ovvero di agenti chimici, fisici o biologici".

2. DEFINIZIONI

Si riportano di seguito alcune definizioni riportate nella Norma UNI EN 12100-1:

- **Danno** : Lesione fisica o danno alla salute
- **Pericolo** : Potenziale sorgente di danno.
- **Rischio** : Combinazione della probabilità di accadimento di un danno e della gravità di quel danno.
- **Rischio residuo** : Rischio che rimane dopo aver preso misure di protezione.
- **Misura di protezione** : misura prevista per raggiungere la riduzione del rischio, implementata:
 - dal progettista (progetto intrinsecamente sicuro, protezioni e misure di protezione complementari, informazioni per l'uso)
 - dall'utilizzatore (organizzazione: procedure di lavoro sicuro, sorveglianza, permessi di lavoro; disposizione e uso di mezzi di protezione supplementari; utilizzo di dispositivi di protezione individuale; formazione).

3. DOCUMENTAZIONE

Il costruttore del prototipo deve dimostrare la procedura seguita ed i risultati ottenuti attraverso la documentazione. Essa comprende secondo il caso:

- a) *La descrizione del prototipo per il quale è stata effettuata la valutazione dei rischi (per es. specifiche, limiti, uso inteso) e qualsiasi ipotesi relativa all'uso (per es. carichi, resistenza, coefficienti di sicurezza)*
- b) *I pericoli identificati*
- c) *Le informazioni sulle quali si è basata la valutazione dei rischi*
- d) *Gli obiettivi che le misure di sicurezza devono raggiungere*
- e) *Le misure di sicurezza adottate per eliminare i pericoli identificati o per ridurre i rischi*
- f) *I rischi residui associati al prototipo*
- g) *Il risultato della valutazione finale dei rischi*
- h) *Tipo di formazione e/o addestramento da seguire da parte degli utilizzatori*
- i) *Le schede di sicurezza se vengono impiegate sostanze pericolose*

La documentazione deve essere preparata dal costruttore/progettista del prototipo e messa a disposizione delle persone autorizzate all'utilizzo.

4. INFORMAZIONI PER LA VALUTAZIONE DEI RISCHI

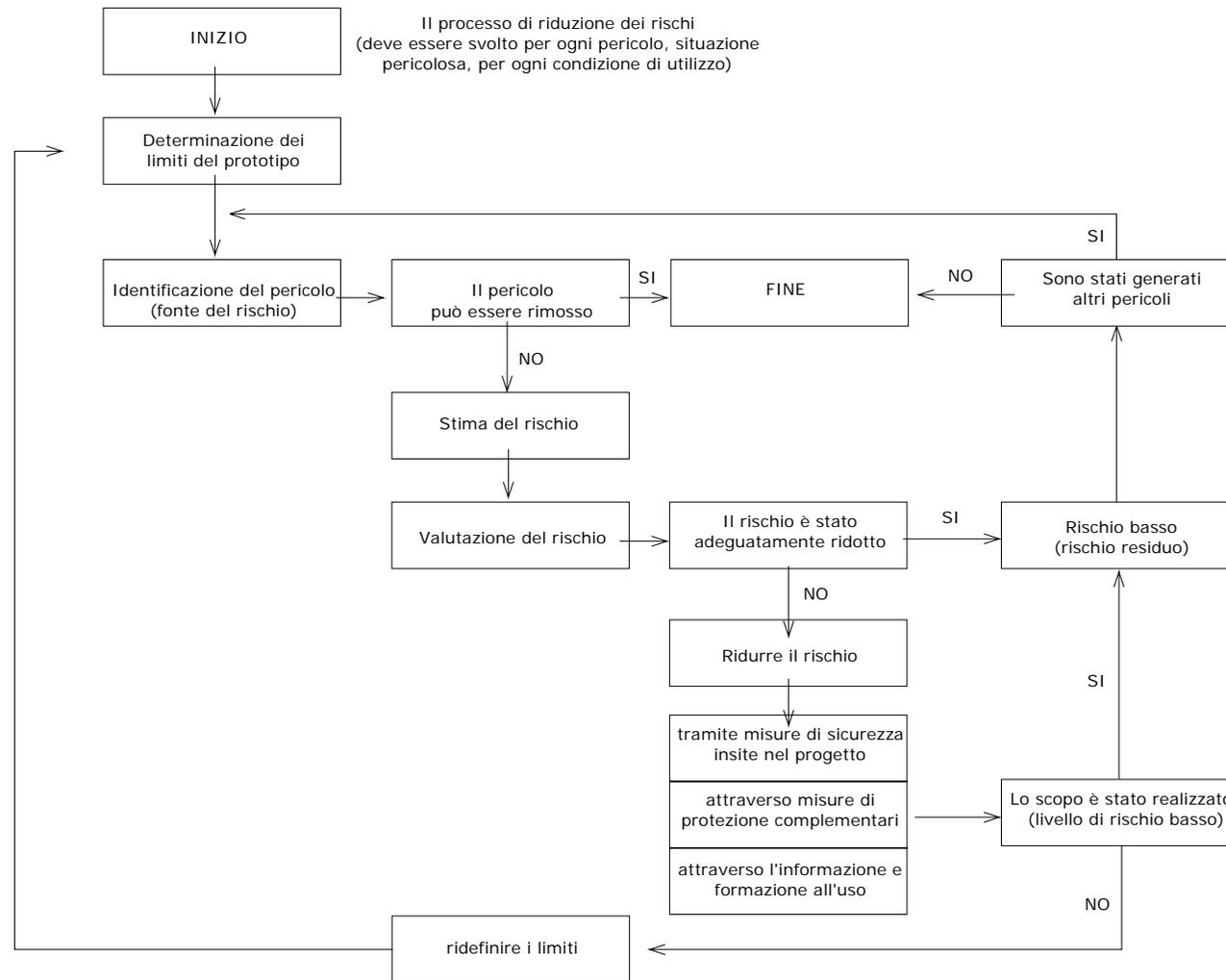
Le informazioni necessarie per effettuare una corretta valutazione dei rischi devono comprendere:

- a) *I limiti del prototipo*
- b) *I disegni di progetto o altri mezzi per stabilire la natura del prototipo*
- c) *Le informazioni concernenti l'alimentazione di energia*
- d) *La casistica degli infortuni e degli incidenti*
- e) *Qualsiasi informazione relativa ai danni alla salute*

L'assenza di una casistica degli infortuni o dei danni alla salute è spesso riscontrabile nella costruzione di un prototipo, pertanto essa non deve generare l'automatica presunzione di un basso rischio.

5. IL PROCESSO DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DEL PROTOTIPO

La sicurezza di una macchina può essere definita come la *capacità di svolgere la sua funzione, di essere trasportata, installata, regolata, mantenuta, smantellata ed eliminata nelle condizioni d'uso previsto specificate nel manuale di istruzioni senza provocare lesioni o danni alla salute*



5.1. DALLA PROGETTAZIONE ALL'UTILIZZO DEL PROTOTIPO

La valutazione dei rischi deve tenere in considerazione i seguenti punti:

Fasi della vita del prototipo

- a) *Costruzione*
- b) *Trasporto e messa in servizio (assemblaggio, installazione, regolazione)*
- c) *Uso (messa a punto, addestramento/programmazione, funzionamento, pulizia, ricerca guasti, manutenzione, messa fuori servizio, smantellamento, eliminazione)*

Uso prevedibile del prototipo

- a) *Uso al quale il prototipo è destinato in conformità con le indicazioni fornite dal progettista e/o costruttore (uso corretto)*
- b) *Uso scorretto ragionevolmente prevedibile, ad esempio:*
 - *Trascuratezza involontaria*
 - *Reazione istintiva durante l'uso, in caso di disfunzioni, incidenti, guasti, etc*
 - *Comportamento dovuto ad un calo di attenzione durante lo svolgimento di un compito*
 - *Comportamento prevedibile dell'operatore meno esperto*
 - *Modi d'uso e tecniche di intervento pericolosi a causa di difficoltà di svolgimento del lavoro dovuti alla prototipo*
 - *Superamento dei limiti del prototipo*

Limiti del prototipo includendo l'uso corretto ed il prevedibile uso scorretto

- a) *Limiti di uso: determinazione dei limiti da non superare nell'utilizzo del prototipo*
- b) *Limiti di spazio: ampiezza movimenti, spazio installazione, interfacce operatore-macchina, etc*
- c) *Limiti di tempo: prevedibile durata della vita della macchina e/o di alcuni suoi componenti (utensili, parti soggette ad usura, componenti elettrici, etc), tenendo conto dell'uso previsto*
- d) *Altri limiti: per esempio, tolleranze alla polvere, condizioni meteorologiche d'uso (temperatura minima e massima, umidità, soleggiamento diretto ecc.), proprietà dei materiali trattati nel processo di lavoro del prototipo ecc.*

Utilizzatori

- a) *livello di formazione, esperienza o capacità prevedibili*
- b) *eventuali limitazioni delle capacità fisiche (vista, udito, forza, ecc.)*
- c) *eventuale esposizione di altre persone ai pericoli associati al prototipo*

5.2. IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI

Devono essere identificati tutti i pericoli, le situazioni e gli eventi pericolosi associati al prototipo nelle seguenti fasi:

- a) *trasporto, assemblaggio e installazione;*
- b) *approvvigionamento;*
- c) *uso;*
- d) *disinstallazione, smontaggio e smaltimento.*

Si riporta in allegato una informativa riguardante ESEMPI DI PERICOLI, SITUAZIONI PERICOLOSE ED EVENTI PERICOLOSI relativi alla sicurezza del macchinario (estratto dalla norma ISO 14121-1:2007).

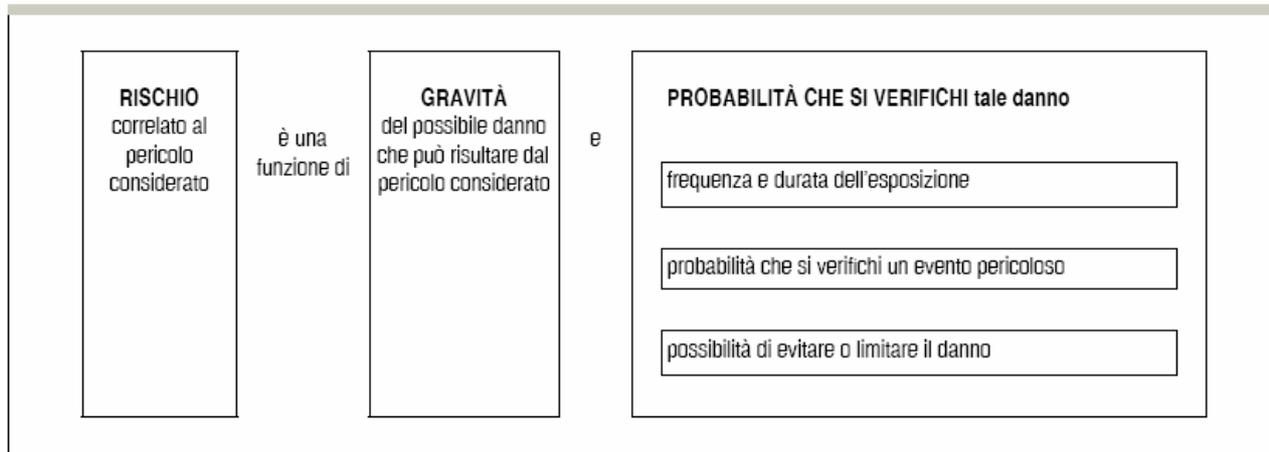
5.3. STIMA DEI RISCHI

Dopo l'identificazione del pericolo si deve eseguire la stima dei rischi per ogni pericolo individuato. Gli aspetti da considerare nella stima del rischio sono:

- a) *Persone esposte*
- b) *Tipo, frequenza e durata dell'esposizione*

- c) *Rapporto fra l'esposizione e gli effetti*
- d) *Fattori umani (interazione persona-macchina e persona-persona)*
- e) *Affidabilità delle dispositivi e/o sistemi di sicurezza*
- f) *Possibilità di neutralizzare o eludere le funzioni di sicurezza (motivi : rallenta la produzione, è difficile da utilizzare, non è riconosciuta o accettata dall'utilizzatore)*
- g) *Capacità di mantenere nel tempo le misure di sicurezza al livello di protezione richiesto*
- h) *Informazioni per l'uso insufficienti*

Il rischio associato ad una situazione particolare o ad un processo tecnico è derivato da una combinazione dei seguenti elementi:



5.4. METODI PER ANALIZZARE I PERICOLI E PER STIMARE I RISCHI

Esistono due tipi fondamentali di analisi dei rischi; uno è chiamato metodo deduttivo e l'altro metodo induttivo. Nel metodo deduttivo, si ipotizza l'evento finale e si ricercano quindi gli eventi che potrebbero provocare l'evento finale (dalla conseguenza alla causa). Nel metodo induttivo, si ipotizza il guasto di un componente. L'analisi successiva identifica gli eventi che tale guasto potrebbe provocare (dalla causa alla conseguenza).

I metodi di analisi dei pericoli e di stima dei rischi elencati all'allegato B della norma UNI EN 1050, ad esempio, sono i seguenti:

- analisi preliminare dei pericoli (PHA, Preliminary Hazard Analysis),
- metodo "WHAT-IF" (cosa succede se...?),
- analisi dei modi di guasto e degli effetti conseguenti (FMEA, Failure Mode and Effects Analysis),
- simulazione dei guasti per i sistemi di controllo,
- metodo MOSAR (Method Organised for a Systematic Analysis of Risks),
- metodo dell'albero dei guasti (FTA, Fault Tree Analysis),
- DELPHI, una tecnica che prevede tra l'altro il ricorso a esperti.

Nell'ingegneria di processo e nella progettazione sono utilizzati diversi altri metodi e tecniche, molti dei quali riguardano anche la protezione contro le esplosioni e sono stati sviluppati per particolari applicazioni in questo campo.

Dalle pubblicazioni si conoscono oltre 20 tecniche di uso comune che sono applicate interamente o in parte in speciali condizioni d'impiego.

La presente linea guida, per l'analisi dei pericoli e la stima dei rischi, considera le indicazioni contenute nel metodo FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) Il metodo è specificato nella norma IEC 60812 (1985) "Tecniche di analisi per l'affidabilità dei sistemi - Procedura per l'analisi dei modi di guasto e dei loro effetti (FMEA)".

Il suddetto metodo è esteso alla gravità delle conseguenze di un guasto sulla sicurezza delle persone (metodo FMECA = *Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*).

Nell'applicazione del metodo FMECA, per ogni guasto riferito al singolo componente, si forniscono i seguenti indici e le relative tabelle di valutazione su:

- *la probabilità che si verifichi la causa del modo di errore/guasto (e quindi del guasto);*
- *la gravità degli effetti dell'errore/guasto;*
- *la rilevabilità dell'errore/guasto.*

La probabilità

La probabilità che si verifichi un danno può essere stimata tenendo conto di :

- a) *Frequenza e durata dell'esposizione delle persone al pericolo*
 - *necessità di accesso alla zona pericolosa (per esempio per normale funzionamento, manutenzione o riparazione),*
 - *natura dell'accesso (per esempio alimentazione manuale di materiali)*
 - *tempo trascorso nella zona pericolosa*
 - *numero delle persone che hanno esigenza di accesso*
 - *frequenza di accesso*
- b) *Probabilità che si verifichi un evento pericoloso*
 - *affidabilità ed altri dati statistici*
 - *casistica degli infortuni e dei danni alla salute*
 - *confronto dei rischi con macchine simili e sicure*
- c) *Possibilità di evitare o limitare il danno in funzione*
 - *della persona che aziona la macchina e della sua esperienza*
 - *della rapidità con la quale si manifesta l'evento pericoloso (improvvisamente, veloce, lento)*
 - *della consapevolezza del rischio e della possibilità di evitarlo (es. segnali di avvertimento, informazioni scritte ecc.)*

SCALA DELLE PROBABILITÀ (P)		
valore	livello	criterio
4	Altamente probabile	<ul style="list-style-type: none"> · Esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno ipotizzato per i lavoratori. · Si sono già verificati danni per la stessa mancanza rilevata nella stessa azienda o in azienda simile o in situazioni operative simili · Il verificarsi del danno conseguente la mancanza rilevata non susciterebbe alcun stupore in azienda
3	Probabile	<ul style="list-style-type: none"> · La mancanza rilevata può provocare un danno, anche se non in modo automatico o diretto · È noto qualche episodio in cui alla mancanza ha fatto seguito il danno · Il verificarsi del danno ipotizzato, susciterebbe una moderata sorpresa in azienda
2	Poco probabile	<ul style="list-style-type: none"> · La mancanza rilevata può provocare un danno solo in circostanze sfortunate di eventi · Sono noti solo rarissimi episodi già verificatisi · Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe grande sorpresa in azienda
1	Improbabile	<ul style="list-style-type: none"> · La mancanza rilevata può provocare un danno per la concomitanza di più eventi indipendenti e poco probabili · Non sono noti episodi già verificatisi · Il verificarsi del danno susciterebbe incredulità

La gravità

La gravità del danno può essere stimata tenendo conto di :

- a) *Natura di ciò che deve essere protetto:*
 - *Persone*
 - *Beni*
 - *Ambiente*
- b) *Gravità delle lesioni o danni alla salute:*

- lievi (normalmente reversibili)
 - gravi (normalmente irreversibili)
 - morte
- c) Entità del danno:
- una o più persone

SCALA DELLA GRAVITÀ DEL DANNO (D)		
valore	livello	criterio
4	Gravissimo	· Infortunio o episodio di esposizione acuta con invalidità totale · Esposizione cronica con effetti totalmente invalidanti
3	Grave	· Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di invalidità parziale · Esposizione cronica con effetti irreversibili e/o parzialmente invalidanti
2	Medio	· Infortunio o episodio di esposizione acuta con inabilità reversibile · Esposizione cronica con effetti reversibili
1	Lieve	· Infortunio o episodio di esposizione acuta con inabilità rapidamente reversibile · Esposizione cronica con effetti rapidamente reversibili

La rilevabilità

La rilevabilità è la capacità del sistema (uomo/macchina) di rilevare e registrare prontamente la manifestazione del guasto considerando:

- a. la strumentazione presente
- b. la possibilità di eseguire controlli in process
- c. le attività di manutenzione preventiva
- d. la sorveglianza

SCALA DELLA RILEVABILITA' (R)		
valore	livello	criterio
4	Improbabile	· probabilità molto bassa di rilevare il guasto. Verifica e controlli non sono in grado di riconoscerne la presenza
3	Ridotta	· moderata probabilità di rilevare il guasto. Verifica e controlli hanno una discreta probabilità di riconoscerne la presenza
2	Normale	· buona probabilità di rilevare il guasto. Verifica e controlli hanno una buona probabilità di riconoscerne la presenza
1	Elevata	· ottima probabilità di rilevare il guasto. Verifica e controlli hanno una elevata probabilità di riconoscerne la presenza.

5.5. LA VALUTAZIONE DEI RISCHI

Dopo la stima dei rischi deve essere effettuata la valutazione dei rischi per determinare se è necessario ridurre i rischi applicando appropriate misure di prevenzione e/o protezione e verificando l'efficienza di tali misure.

Il processo di riduzione del rischio termina al raggiungimento degli obiettivi di riduzione del rischio.

Durante il processo di valutazione dei rischi, i rischi associati al prototipo possono essere confrontati con quelli di macchine simili purché si applichino i seguenti criteri :

- La macchina simile è sicura
- I pericoli e gli elementi di rischio sono confrontabili
- Le specifiche tecniche sono confrontabili
- Le condizioni d'uso sono confrontabili

Per valutare se il livello di sicurezza raggiunto può essere ritenuto accettabile o se è necessario ridurre i rischi presenti si può fare riferimento alla MATRICE DEL RISCHIO qui proposta.

Dal prodotto dei tre fattori si ricava la criticità (C) o indice RPN (*Risk Priority Number*):

$$\text{RPN (C)} = \text{P} \times \text{D} \times \text{R}.$$

L'indice di criticità **RPN** deve essere calcolato per ogni causa di guasto.

Le combinazioni della matrice di rischio sono:

INTERVALLO	TIPO DI RISCHIO
1 - 6	➤ rischio basso (rischio residuo)
7 - 23	➤ rischio medio (rischio che necessita di una azione di intervento organizzativo per ridurlo quali, ad esempio, procedure, informazione, formazione, istruzione, dispositivi di protezione individuale ecc.)
≥ 24	➤ rischio alto (rischio che necessita di una azione di intervento di tipo tecnico ed organizzativo per ridurlo)

5.6. IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI DI RIDUZIONE DEI RISCHI

Il processo di riduzione del rischio può essere concluso al raggiungimento delle seguenti condizioni :

- a) *Il pericolo è stato eliminato o il rischio ridotto mediante : progettazione, usando materiali o sostanze meno pericolosi, le protezioni*
- b) *La protezione scelta fornisce una situazione sicura per l'uso a cui è destinata*
- c) *La protezione scelta è adeguata all'applicazione, in termini di : possibilità di neutralizzazione o elusione, gravità del danno, ostacolo al compito da svolgere*
- d) *Le informazioni relative all'uso inteso del prototipo sono sufficientemente chiare*
- e) *Le procedure operative per l'uso del prototipo sono coerenti con la capacità degli operatori o di altre persone eventualmente esposte*
- f) *I metodi di lavoro sicuro per l'uso del prototipo e le relative esigenze di addestramento sono stati adeguatamente descritti*
- g) *L'utilizzatore è sufficientemente informato sui rischi residui nelle varie fasi della vita del prototipo*
- h) *Se sono raccomandati DPI la necessità di tali dispositivi e le relative esigenze di addestramento sono state adeguatamente descritte*
- i) *Le precauzioni supplementari sono sufficienti*

6. ISTRUZIONI PER L'USO

Le istruzioni per l'uso, intese come l'insieme di mezzi di comunicazione usati separatamente o in combinazione per trasferire le istruzioni all'utilizzatore, possono essere :

- a) *Segnali e dispositivi di avvertimento (lampeggianti, acustici, ...)*
- b) *Marcature, segni grafici, avvertimenti scritti (identificazione, conformità, uso sicuro)*
- c) *Documenti di corredo (trasporto, movimentazione, immagazzinamento, messa in servizio, uso inteso, manutenzione, smaltimento)*

7. RIFERIMENTI NORMATIVI

- *D.Lgs. 626/94*
- *DM 363/98*
- *Norma tecnica ISO 14121-1: 2007*
- *Norma tecnica UNI EN 12100-1/-2:2005*
- *Norma IEC 60812:2006*

8. LA RELAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI NELLA PROGETTAZIONE E NELL'UTILIZZO DEL PROTOTIPO

Di seguito si riporta un elenco di massima dei capitoli e degli argomenti che devono essere sviluppati nella relazione di valutazione dei rischi

1. UBICAZIONE DEI LOCALI E DELLE AREE

Descrizione area

.....
Descrizione locale (altezza, illuminazione e ventilazione naturale, interrato/seminterrato/fuori terra)

.....
Eventuali vincoli presenti (sovraccarichi, utenze elettriche ecc.)

2. DESCRIZIONE DEL PROTOTIPO

Costruzione ed eventuale trasporto

.....
Uso

.....
Limiti

.....
Persone autorizzate

3. IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI, STIMA E VALUTAZIONE DEI RISCHI

4. MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Di tipo tecnico (es. *Protezioni e ripari, dispositivi di sicurezza ecc.*)

.....
Di tipo organizzativo e comportamentale (*istruzioni, informazione ecc.*)

5. PRESENZA DI RISCHI RESIDUI

6. ISTRUZIONI DI SICUREZZA, INFORMAZIONE E FORMAZIONE

.....
NOTA: Per i punti 3, 4, 5 si può utilizzare come supporto la seguente scheda di analisi

Firma del progettista/costruttore

.....

Firma del responsabile attività ricerca

.....

ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI – RACCOLTA DATI

GUASTO COMPONENTE/SISTEMA: _____								
PERICOLO	CAUSA	EFFETTI	P	D	R	RPN	MISURA DA ATTUARE	OBIETTIVO RAGGIUNTO TRAMITE
								<input type="checkbox"/> progettazione sistemi, dispositivi di protezione <input type="checkbox"/> informazioni all'uso chiare <input type="checkbox"/> procedure operative descritte <input type="checkbox"/> metodi di lavoro descritti <input type="checkbox"/> utilizzatore sufficientemente informato sui rischi residui <input type="checkbox"/> utilizzo di DPI e addestramento dell'utilizzatore <input type="checkbox"/> precauzioni supplementari i
							RISCHIO RESIDUO	

Note:

.....

.....

.....

ALLEGATO A

ESEMPI DI SORGENTI POTENZIALI DI DANNO
relativi alla sicurezza del macchinario

(estratto dalla norma ISO 14121-2007).

No.	Type or group	Examples of hazards	
		Origin ^a	Potential consequences ^b
1	Mechanical hazards	<ul style="list-style-type: none"> — Acceleration, deceleration (kinetic energy) — Angular parts — Approach of a moving element to a fixed part — Cutting parts — Elastic elements — Falling objects — Gravity (stored energy) — Height from the ground — High pressure — Machinery mobility — Moving elements — Rotating elements — Rough, slippery surface — Sharp edges — Stability — Vacuum 	<ul style="list-style-type: none"> — Being run over — Being thrown — Crushing — Cutting or severing — Drawing-in or trapping — Entanglement — Friction or abrasion — Impact — Injection — Shearing — Slipping, tripping and falling — Stabbing or puncture — Suffocation
2	Electrical hazards	<ul style="list-style-type: none"> — Arc — Electromagnetic phenomena — Electrostatic phenomena — Live parts — Not enough distance to live parts under high voltage — Overload — Parts which have become live under fault conditions — Short-circuit — Thermal radiation 	<ul style="list-style-type: none"> — Burn — Chemical effects — Effects on medical implants — Electrocutation — Falling, being thrown — Fire — Projection of molten particles — Shock
3	Thermal hazards	<ul style="list-style-type: none"> — Explosion — Flame — Objects or materials with a high or low temperature — Radiation from heat sources 	<ul style="list-style-type: none"> — Burn — Dehydration — Discomfort — Frostbite — Injuries by the radiation of heat sources — Scald

No.	Type or group	Examples of hazards	
		Origin ^a	Potential consequences ^b
4	Noise hazards	<ul style="list-style-type: none"> — Cavitation phenomena — Exhausting system — Gas leaking at high speed — Manufacturing process (stamping, cutting, etc.) — Moving parts — Scraping surfaces — Unbalanced rotating parts — Whistling pneumatics — Worn parts 	<ul style="list-style-type: none"> — Discomfort — Loss of awareness — Loss of balance — Permanent hearing loss — Stress — Tinnitus — Tiredness — Any other (e.g. mechanical, electrical) as a consequence of an interference with speech communication or with acoustic signals
5	Vibration hazards	<ul style="list-style-type: none"> — Cavitation phenomena — Misalignment of moving parts — Mobile equipment — Scraping surfaces — Unbalanced rotating parts — Vibrating equipment — Worn parts 	<ul style="list-style-type: none"> — Discomfort — Low-back morbidity — Neurological disorder — Osteo-articular disorder — Trauma of the spine — Vascular disorder
6	Radiation hazards	<ul style="list-style-type: none"> — Ionising radiation source — Low frequency electromagnetic radiation — Optical radiation (infrared, visible and ultraviolet), including laser — Radio frequency electromagnetic radiation 	<ul style="list-style-type: none"> — Burn — Damage to eyes and skin — Effects on reproductive capability — Genetic mutation — Headache, insomnia, etc.

No.	Type or group	Examples of hazards	
		Origin ^a	Potential consequences ^b
7	Material/ substance hazards	<ul style="list-style-type: none"> — Aerosol — Biological and microbiological (viral or bacterial) agent — Combustible — Dust — Explosive — Fibre — Flammable — Fluid — Fume — Gas — Mist — Oxidizer 	<ul style="list-style-type: none"> — Breathing difficulties, suffocation — Cancer — Corrosion — Effects on reproductive capability — Explosion — Fire — Infection — Mutation — Poisoning — Sensitization
8	Ergonomic hazards	<ul style="list-style-type: none"> — Access — Design or location of indicators and visual displays units — Design, location or identification of control devices — Effort — Flicker, dazzling, shadow, stroboscopic effect — Local lighting — Mental overload/underload — Posture — Repetitive activity — Visibility 	<ul style="list-style-type: none"> — Discomfort — Fatigue — Musculoskeletal disorder — Stress — Any other (e.g. mechanical, electrical) as a consequence of human error

No.	Type or group	Examples of hazards	
		Origin ^a	Potential consequences ^b
9	Hazards associated with environment in which the machine is used	<ul style="list-style-type: none"> — Dust and fog — Electromagnetic disturbance — Lightning — Moisture — Pollution — Snow — Temperature — Water — Wind — Lack of oxygen 	<ul style="list-style-type: none"> — Burn — Slight disease — Slipping, falling — Suffocation — Any other as a consequence of the effect caused by the sources of the hazards on the machine or parts of the machine
10	Combination of hazards	<ul style="list-style-type: none"> — E.g. repetitive activity + effort + high environmental temperature 	<ul style="list-style-type: none"> — E.g. dehydration, loss of awareness, heat stroke

^a One origin of hazards can have several potential consequences.

^b For each type or group of hazard, some potential consequences can be related with several origins of hazards.