

APPENDICE

APPENDIX



Appendice A. I materiali plastici

Appendix A. The plastic materials

La plastica è il termine con cui comunemente si designano i materiali polimerici. La differenza tra un polimero e la plastica è che il primo può essere definito da una formula chimica, mentre la plastica è una miscela di un polimero (o più di uno) con additivi vari che ne cambiano le caratteristiche, lo rendono meglio lavorabile e ne aumentano la resistenza chimica e/o meccanica. Otto fra i più importanti polimeri derivano dalla lavorazione di tre prodotti chimici di base, a loro volta derivati dalla virgin-nafta.

L'etilene C_2H_4

- La sua polimerizzazione forma polietilene ad alta densità (HDPE), polietilene a bassa densità (LDPE) o polietilene lineare a bassa densità (LLDPE).
- La sua reazione con il cloro forma il cloruro di vinile, la cui polimerizzazione forma il polivinilcloruro (PVC).
- La sua reazione con il benzene forma lo stirolo, la cui polimerizzazione forma il polistirolo (PS).
- La sua reazione con l'ossigeno forma l'ossido di etilene ed un'ulteriore reazione e la polimerizzazione formano il polietilentereftalato (PET).

Il propilene C_3H_6

- La sua polimerizzazione forma il polipropilene (PP).
- La sua reazione con l'ossigeno forma l'ossido di propilene e ulteriori reazioni e polimerizzazione formano i poliuretani (PUR).

Il butadiene C_4H_6

- La sua polimerizzazione forma il polibutadiene (gomma sintetica)

Nonostante si presentino sotto diverse forme, esistono soltanto due tipi di materie plastiche: le termoplastiche ed le termoindurenti.

Plastics is the common name for polymeric materials. The difference between a polymer and plastics is that the first can be defined by a chemical formula, while plastics is a mixture of one (or more) polymer with various additives which change its features, making it more workable and increasing its chemical and/or mechanical resistance. Eight polymers, among the most important ones, result from the processing of three base chemical products, coming out from virgin-naphtha.

Ethylene C_2H_4

- Its polymerization forms high-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE) or low-density linear polyethylene (LLDPE).
- Its reaction with chlorine forms vinyl chloride, whose polymerization makes the polyvinyl chloride (PVC).
- Its reaction with benzene forms styrene, whose polymerization forms polystyrene (PS).
- Its reaction with oxygen forms ethylene oxide and a further reaction and polymerization form polyethylene Poly Ethylene Terephthalate (PET).

Propylene C_3H_6

- Its polymerization forms polypropylene (PP).
- Its reaction with oxygen forms propylene oxide and further reactions and polymerization form the polyurethanes (PUR).

Butadiene C_4H_6

- Its polymerization forms polybutadiene (synthetic rubber).

Even if they have various forms, only two types of plastic materials exist: thermoplastic and thermosetting.

A.1 Materie plastiche termoplastiche (thermoplastic)

Thermoplastic materials (thermoplastic)

Sono materie plastiche che si rammoliscono se riscaldate e si induriscono nuovamente mediante raffreddamento. I materiali termoplastici possono essere lavorati (stampati, estrusi, ecc.) quando diventano sufficientemente caldi. Questo nome li differenzia da altri materiali (esempio i reticolati) che dopo la formatura non si possono più fondere. Queste materie vengono definite polimeri termoplastici in quanto mantengono le loro proprietà plastiche. Le loro molecole sono costituite da lunghe catene unite fra loro da legami abbastanza deboli da poter essere spezzati mediante il riscaldamento. Dopo il riscaldamento, le catene sono libere di spostarsi e unirsi in nuove forme e, con il raffreddamento, i legami deboli si ricreano e il materiale termoplastico assume la nuova forma. Alcuni materiali termoplastici:

- Polietilene
- Polipropilene
- Polistirene
- Poliesteri
- Policarbonato
- PVC
- Nylon
- Polimetilmetacrilato

These plastic materials soften if heated and hardened again through cooling. The thermoplastic materials can be processed (molded, extruded, etc.) when they are hot enough. The name distinguishes them from other materials (such as the cross-linked ones), which after molding cannot be melted anymore. These materials are called thermoplastic polymers, as they maintain their plastic properties. Their molecules are made of long chains which are linked by bonds so weak that can be broken by heating. After the heating, the chains can move freely and get together again under new shapes and, by cooling, the weak bonds are re-created and the thermoplastic material takes the new shape. Some thermoplastic materials are:

- Polyethylene
- Polypropylene
- Polystyrene
- Polyesters
- Polycarbonate
- PVC
- Nylon
- Polymethylmethacrylate

A.2 Materie plastiche termoindurenti (thermoset)

Thermosetting materials (thermoset)

Sono materie plastiche che, una volta formate, non possono più essere rammollite. I tipici materiali termoindurenti sono i polimeri reticolati vengono normalmente stampati o formati prima di essere reticolati. Una volta effettuata la reticolazione l'oggetto non può più essere modificato nella sua forma. Per la loro specifica composizione i materiali termoindurenti hanno un'elevata stabilità termica, per cui vengono usati per la produzione di manufatti in grado di resistere ad alte temperature. Queste materie vengono definite polimeri termoindurenti in quanto la loro forma, una volta creata, non può più essere alterata attraverso il riscaldamento. Le loro molecole sono costituite da lunghe catene unite fra loro da legami chimici molto forti e che non è possibile spezzare mediante il riscaldamento. Di conseguenza, i materiali termoindurenti mantengono sempre la loro forma originale. Alcuni materiali termoindurenti:

- Polietilene reticolato
- Poliesteri insaturi
- Poliuretani
- Resine alchidiche
- Resine alliliche
- Resine fenoliche
- Resine epossidiche
- Resine furaniche
- Resine melamminiche
- Resine ureiche
- Politetrafluoroetilene (PTFE-Teflon)

These plastic materials, once molded, cannot be softened anymore. The typical thermosetting materials are the cross-linked polymers which are normally molded before being cross-linked. Once the cross-linking has been carried out, the object cannot be reshaped anymore. Due to their particular composition, the thermosetting materials have a high thermal stability; this is the reason why they are employed for the manufacturing of products resisting to high temperatures. These materials are called thermosetting polymers, as their shapes, once molded, cannot be modified by heating. Their molecules are made of long chains linked by strong chemical bonds which cannot be broken by the heating. As a consequence, the thermosetting materials always maintain their original shape. Here are some thermosetting materials:

- *Cross-linked polyethylene*
- *Unsaturated polyesters*
- *Polyurethanes*
- *Alkyd resins*
- *Allyl resins*
- *Phenolic resins*
- *Epoxy resins*
- *Furanic resins*
- *Melaminic resins*
- *Ureic resins*
- *Polytetrafluoroethylene (PTFE-Teflon)*

Appendice B. Scelta e dimensionamento del raceway

Appendix B. Raceway's selection and sizing

B.1 Scelta del raceway

Raceway's selection

La selezione del raceway deve basarsi sulle sue caratteristiche, l'applicazione e i requisiti di installazione richiesti. L'elenco indicato nella seguente tabella contiene i raceway e le relative caratteristiche principali in accordo a quanto specificato nel NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) e NFPA 79.

The raceway's selection should be based on the raceway characteristics, application and installation requirements. The list below contains the raceways according to NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) and NFPA 79.

Tabella B.1. Elenco dei raceways

Table B.1. Raceways' list

Raceway	Flessibile o rigido <i>Flexible or rigid</i>	Applicazione <i>Applications</i>	Zone a pericolo di esplosione <i>Hazardous locations</i>	Riferimenti norma <i>Standard reference</i>
Guaine plastiche corrugate LFNC-C (High Line) <i>Plastic corrugated conduit LFNC-C (High Line)</i>	Flessibile <i>Flexible</i>	- Protezione ai vapori, ai liquidi e ai solidi. - Luoghi esposti o nascosti. - Lunghezza $\leq 1,8$ m (6 ft). <i>Vapors, liquids and solids protection.</i> <i>Exposed or concealed locations.</i> <i>Length $\leq 1,8$ m (6 ft).</i>	Class I - Div. 2 Class II - Div. 1 & 2 Class III - Div. 1 & 2	NFPA 70 Art. 356 NFPA 79 Art. 13.5.5
Guaine rinforzate LFNC-B <i>Reinforced conduits LFNC-B</i>	Flessibile <i>Flexible</i>	- Protezione ai vapori, ai liquidi e ai solidi. - Luoghi esposti o nascosti. <i>Vapors, liquids and solids protection.</i> <i>Exposed or concealed locations.</i>	Class I - Div. 2 Class II - Div. 1 & 2 Class III - Div. 1 & 2	NFPA 70 Art. 356 NFPA 79 Art. 13.5.5
Guaine rinforzate LFNC-A <i>Reinforced conduits LFNC-A</i>	Flessibile <i>Flexible</i>	- Protezione ai vapori, ai liquidi e ai solidi. - Luoghi esposti o nascosti. - Lunghezza $\leq 1,8$ m (6 ft). <i>Vapors, liquids and solids protection.</i> <i>Exposed or concealed locations.</i> <i>Length $\leq 1,8$ m (6 ft).</i>	Class I - Div. 2 Class II - Div. 1 & 2 Class III - Div. 1 & 2	NFPA 70 Art. 356 NFPA 79 Art. 13.5.5
Guaine metalliche rivestite LFMC <i>Coated metal conduit LFMC</i>	Flessibile <i>Flexible</i>	- Protezione ai vapori, ai liquidi e ai solidi. - Luoghi esposti o nascosti. <i>Vapors, liquids and solids protection.</i> <i>Exposed or concealed locations.</i>	Class I - Div. 2 Class II - Div. 1 & 2 Class III - Div. 1 & 2	NFPA 70 Art. 350 NFPA 79 Art. 13.5.4.3
Guaine metalliche FMC <i>Metal conduit FMC</i>	Flessibile <i>Flexible</i>	- Luoghi esposti o nascosti. - No in ambienti umidi, no gettato nel calcestruzzo. <i>Exposed or concealed locations.</i> <i>No in wet locations, no embedded in poured concrete.</i>	Class I - Div. 2	NFPA 70 Art. 348 NFPA 79 Art. 13.5.4.2
Tubazioni elettriche metalliche non filettate EMT <i>Unthreaded Electrical Metallic Tubing Type EMT</i>	Rigido <i>Rigid</i>	- Luoghi esposti o nascosti. - Protezione alla corrosione. - Ambienti umidi. - Come sistema di messa a terra. <i>Exposed or concealed locations.</i> <i>Corrosion protection.</i> <i>Wet locations.</i> <i>As equipment grounding conductor.</i>	Class II - Div. 2 Class III - Div. 1 & 2	NFPA 70 Art. 358 NFPA 79 Art. 13.5.3.2.4
Tubazioni elettriche metalliche filettate RMC <i>Threaded Electrical Rigid Metal Conduit RMC</i>	Rigido <i>Rigid</i>	- Per tutte le condizioni atmosferiche. - Nel calcestruzzo o a diretto contatto con il terreno. - Ambienti umidi. - Come sistema di messa a terra. <i>All atmospheric conditions.</i> <i>In concrete and in direct contact with the earth.</i> <i>Wet locations.</i> <i>As equipment grounding conductor.</i>	Class I - Div. 1 & 2 Class II - Div. 1 & 2 Class III - Div. 1 & 2	NFPA 70 Art. 344 NFPA 79 Art. 13.5.3.2.2
Tubazioni elettriche metalliche filettate IMC <i>Threaded Electrical Rigid Metal Conduit IMC</i>	Rigido <i>Rigid</i>	- Per tutte le condizioni atmosferiche. - Nel calcestruzzo o a diretto contatto con il terreno. - Ambienti umidi. - Come sistema di messa a terra. <i>All atmospheric conditions.</i> <i>In concrete and in direct contact with the earth.</i> <i>Wet locations.</i> <i>As equipment grounding conductor.</i>	Class I - Div. 1 & 2 Class II - Div. 1 & 2 Class III - Div. 1 & 2	NFPA 70 Art. 342 NFPA 79 Art. 13.5.3.2.3

Nota. Fare sempre riferimento alle norme NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) e NFPA 79.

Note. Always do reference to the NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) and NFPA 79 Standards.

B.2 Dimensionamento del raceway

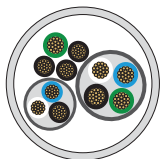
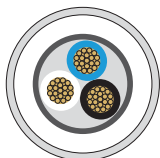
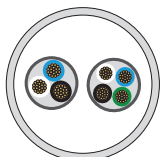
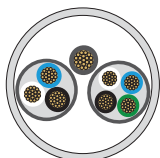
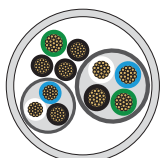
Raceway's sizing

La dimensione del raceway deve essere scelta per evitare danni all'isolamento dei cavi quando questi vengono posati al loro interno. Il capitolo 9 del NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) e il capitolo 13.5 del NFPA 79 rappresentano i riferimenti per determinare il grado di riempimento massimo consentito all'interno dei raceway quando si devono posare insieme conduttori anche di diversa tipologia e dimensione. Il grado di riempimento dipende dal numero di cavi o conduttori nel raceway e dalla sua lunghezza.

Raceway's size must be selected to avoid damaging cables' insulation when they are pulled into the raceway. Chapter 9 of the NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) and Chapter 13.5 of NFPA 79 are the references for determining allowable filling ratio in raceways where cables or conductors of different sizes are mixed together. The filling ratio is depending on the number of cables or conductors in the raceway and the length of the raceway.

Tabella B.2. Grado di riempimento nei raceways

Table B.2. Filling ratio in raceways

Norma Standard	Lunghezza del raceway Raceway's length	Numero di cavi Number of cables	Grado di riempimento Filling ratio	Esempio Example
NFPA 79	Tutte All	Tutti All	50%	
NFPA 70	> 600 mm (24")	1	53%	
		2	31%	
		>2	40%	
	≤ 600 mm (24")	Tutti All	60%	

Di seguito vengono esposti alcuni esempi di dimensionamento dei raceway.

Here below some raceway's sizing examples.

Esempio 1. Calcolare il numero di cavi unipolari THHW MTW (Serie 1050S) 14 AWG (diametro esterno 6,5 mm) che possono essere posati in un raceway LFNC-C avente diametro nominale 3/4" considerando che il campo di applicazione sia coperto dalla norma NFPA 70 e la lunghezza del raceway sia superiore a 600 mm.

Example 1. Calculate the number of single core cables THHW MTW (Series 1050S) 14 AWG (outside diameter 6,5 mm) which can be laid in a LFNC-C raceway having a nominal diameter 3/4" whereas the scope is covered by NFPA 70 and the length of the raceway is greater than 600 mm.

Dalle tabelle dimensionali della guaina plastica corrugata LFNC-C avente diametro nominale 3/4" si rileva una sezione interna di 377 mm². Ipotizzando che il numero di conduttori sia superiore a 2, il grado di riempimento consentito è 40% e quindi la sezione utile è 0,40·377 mm² = 150,8 mm².

La sezione occupata da un cavo unipolare di diametro esterno 6,5 mm è pari a 33,17 mm² pertanto il numero massimo di conduttori che si possono posare è 150,8 mm²/33,17 mm² = 4,54 quindi 4.

From the dimensional table of plastic corrugated conduit LFNC-C having a nominal diameter of 3/4" it detects an internal cross-section of 377 mm². Assuming that the number of conductors is greater than 2, the filling ratio allowed is 40%, and then the useful section is 0,40·377 mm² = 150,8 mm².

The cross-section of a conductor of external diameter 6,5 mm is equal to 33,17 mm² therefore the maximum number of cables that can be laid is 150,8 mm²/33,17 = 4,54 mm² then 4.

Esempio 2. Individuare il diametro di un raceway tipo EMT che deve contenere 3 cavi 2x2,5 mm² e 5 cavi 2x1 mm² entrambi della Serie 340 considerando che il campo di applicazione sia coperto dalla norma NFPA 79.

Example 2. Find the diameter of a EMT raceway that contains 3 cables 2,5 mm² and 5 cables 1 mm² both Series 340 whereas the scope is covered by NFPA 79.



Dalle tabelle dimensionali della Serie 340 si ricava il diametro esterno dei cavi e quindi la sezione occupata:

- cavo 2,5 mm², diametro esterno 7,5 mm, sezione occupata 44,15 mm²
- cavo 1 mm², diametro esterno 5,7 mm, sezione occupata 25,50 mm²

La sezione totale occupata è pertanto $3 \cdot 44,15 \text{ mm}^2 + 5 \cdot 25,50 \text{ mm}^2 = 259,95 \text{ mm}^2$. Considerando che il grado di riempimento deve essere del 50% la sezione utile del raceway deve essere almeno pari a $259,95 \text{ mm}^2 / 0,50 = 519,9 \text{ mm}^2$. Dalle tabelle dimensionali dei raceway EMT si rileva che il prodotto più adatto ha un diametro nominale di 1".

From the dimensional table of Series 340 the outer diameters of the selected cables and then the cross-sections are:

- 2,5 mm², outside diameter 7,5 mm, cross-section 44,15 mm²
- 1 mm², outer diameter 5,7 mm, cross-section 25,50 mm²

The total cross-section occupied is therefore $3 \cdot 44,15 \text{ mm}^2 + 5 \cdot 25,50 \text{ mm}^2 = 259,95 \text{ mm}^2$. Whereas the filling ratio shall be 50%, the useful section of the raceway must be at least equal to $259,95 \text{ mm}^2 / 0,50 = 519,9 \text{ mm}^2$. From the dimensional table of EMT raceway can be seen that the most suitable product has a nominal diameter of 1".

Appendice C. Scelta e dimensionamento delle canaline (cable trays)

Appendix C. Cable trays' selection and sizing

C.1 Introduzione

Introduction

Le canaline (cable trays) sono elementi o insieme di elementi e accessori che formano un sistema strutturale utilizzato per fissare in modo sicuro cavi e raceway. La scelta del tipo di canalina si deve basare sulle caratteristiche tecniche, l'applicazione e i requisiti di installazione richiesti. NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) e NEMA VE 1 rappresentano i documenti di riferimento per l'impiego delle canaline (cable trays); di seguito vengono esposte le linee guida essenziali per la scelta e il dimensionamento.

The cable tray is a unit or assembly of units or sections and associated fittings forming a structural system used to securely fasten or support cables and raceways. The cable tray's selection should be based on the characteristics, application and installation requirements. NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) and NEMA VE 1 are the reference documents for the use of cable trays; here below a guide line for the selection and the sizing of cable trays.

C.2 Dimensionamento delle canaline

Cable trays' sizing

La scelta della dimensione della canalina viene fatta sulla base dell'articolo 392.22 del NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) che in relazione alle diverse condizioni di installazione definisce i diversi criteri di calcolo. Negli schemi che seguono vengono riassunti tali criteri escludendo quelli che non sono di interesse per il presente documento.

The choice of the cable tray's size is made on the basis of Article 392.22 of NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) that, in relation to the different installation conditions, defines the different calculation criteria. The following schemes summarize these criteria excluding those that are not of interest for the scope of the present document.

Criteri di dimensionamento delle canaline ventilate, a scaletta o a filo per cavi multipolari con tensioni uguali o inferiori a 2000 V

Ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays' sizing criteria for multiconductor cables rated 2000 V or less

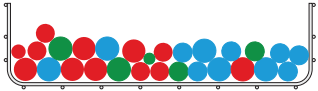
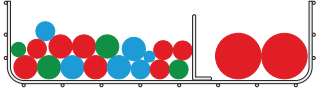
Canaline ventilate, a filo o a scaletta <i>Ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays</i>			
Tipologia di cavi <i>Cable type</i>	Sezione dei cavi <i>Cables' size</i>	Criterio di dimensionamento <i>Sizing criteria</i>	Rif. NEC <i>NEC Reference</i>
Insieme misto di cavi multipolari di potenza, segnale e controllo <i>Power, signal and control multiconductor cables mixture</i>	$\geq 4/0$ AWG	La somma dei diametri dei cavi deve essere inferiore alla larghezza della canalina e i cavi devono essere installati su singolo strato. <i>The sum of the cables' diameters shall not exceed the cable tray width, and the cables shall be installed in a single layer.</i> 	Art. 392.22(A)(1)(a)
	$< 4/0$ AWG	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.1). <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.1) for the appropriate cable tray width.</i> 	Art. 392.22(A)(1)(b)
	Tutte <i>Any</i>	La somma delle sezioni di tutti i cavi di sezione inferiori a 4/0 AWG non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.2) che viene calcolata sulla base delle aree occupate dai cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG. I cavi di sezione uguale o maggiore a 4/0 AWG devono essere installati su singolo strato e nessun altro cavo deve essere posato al di sopra. <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables smaller than 4/0 AWG shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.2) that is based on the cross-sectional areas of the cables equal or larger than 4/0 AWG. The 4/0 AWG and larger cables shall be installed in a single layer, and no other cables shall be placed on them.</i> 	Art. 392.22(A)(1)(c)
Solo cavi multipolari di segnale e controllo <i>Signal and control multiconductor cables only</i>	Tutte <i>Any</i>	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare il 50% della sezione interna della canalina. La profondità di 150 mm (6") deve essere utilizzata per calcolare la sezione interna di tutte le canaline aventi una profondità superiore a 150 mm (6"). <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed 50% of the interior cross-sectional area of the cable tray. A depth of 150 mm (6") shall be used to calculate the allowable interior cross-sectional area of any cable tray that has a usable inside depth of more than 150 mm (6").</i> 	Art. 392.22(A)(2)

Tabella C.1. Massima area di riempimento della canalina a scaletta, a filo o ventilata - Art. 392.22(A)(1)(b)

Table C.1. Maximum allowable fill area for ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays - Art. 392.22(A)(1)(b)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	1.500	2,5
100	4,0	3.000	4,5
150	6,0	4.500	7,0
200	8,0	6.000	9,5
225	9,0	6.800	10,5
300	12,0	9.000	14,0
400	16,0	12.000	18,5
450	18,0	13.500	21,0
500	20,0	15.000	23,5
600	24,0	18.000	28,0
750	30,0	22.500	35,0
900	36,0	27.000	42,0

Tabella C.2. Massima area di riempimento della canalina a scaletta, a filo o ventilata - Art. 392.22(A)(1)(c)

Table C.2. Maximum allowable fill area for ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays - Art. 392.22(A)(1)(c)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	$1.500 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$2,5 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
100	4,0	$3.000 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$4,5 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
150	6,0	$4.500 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$7,0 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
200	8,0	$6.000 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$9,5 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
225	9,0	$6.800 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$10,5 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
300	12,0	$9.000 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$14,0 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
400	16,0	$12.000 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$18,5 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
450	18,0	$13.500 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$21,0 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
500	20,0	$15.000 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$23,5 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
600	24,0	$18.000 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$28,0 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
750	30,0	$22.500 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$35,0 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
900	36,0	$27.000 - 30 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$42,0 - 1,2 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$

Nota. $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ è la somma di tutti i diametri dei cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG posati nella stessa canalina.

Nota. $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ is the sum of the diameters of all cables equal or larger than 4/0 AWG in the same cable tray.

Esempio 1. Determinare la larghezza della canalina a filo che deve accogliere i cavi di potenza indicati in tabella.

Example 1. Select the width of the wire mesh cable tray containing the power cables specified in the table below.

Sezione Size	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n
3x4/0 AWG	51,8	5
3x350 kcmil	68,1	2
4x500 kcmil	86,4	2

Si tratta di una canalina aperta contenente cavi di potenza di sezione maggiore o uguale a 4/0 AWG e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(A)(1)(a) del NEC: "La somma dei diametri dei cavi deve essere inferiore alla larghezza della canalina e i cavi devono essere installati su singolo strato."

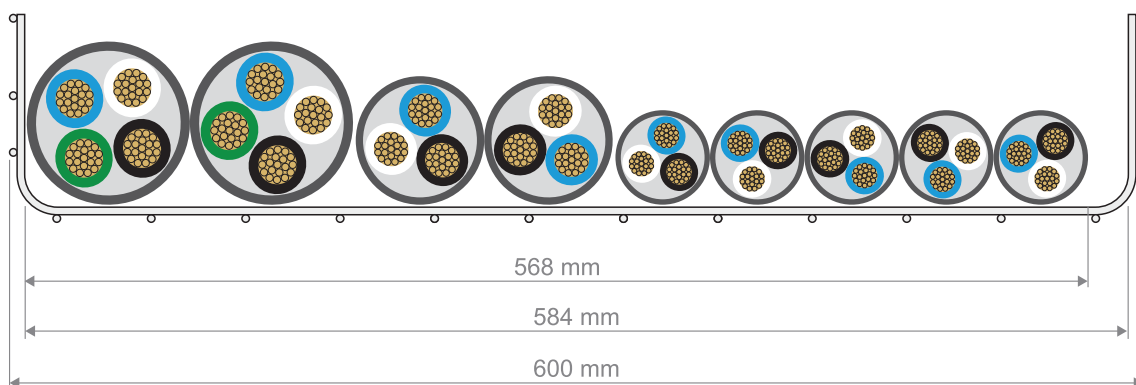
It is a wire mesh cable tray containing power cables with section greater than or equal to 4/0 AWG, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(A)(1)(a) of NEC: "The sum of the cables' diameters shall not exceed the cable tray width, and the cables shall be installed in a single layer."

Si calcola pertanto la somma di tutti i diametri dei cavi.

The sum of the cables' diameters is calculated as follow.

Sezione Size	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n	Somma dei diametri esterni Sum of external diameters $\sum D$ [mm]
3x4/0 AWG	51,8	5	$51,8 \cdot 5 = 259,0$
3x350 kcmil	68,1	2	$68,1 \cdot 2 = 136,2$
4x500 kcmil	86,4	2	$86,4 \cdot 2 = 172,8$
			568,0

È necessaria una canalina a filo da 600 mm di larghezza esterna che con filo 4 mm ha una larghezza interna di 584 mm.
A 600 mm width wire mesh cable tray (4 mm thickness and 584 mm internal width) is required.



Esempio 2. Determinare la larghezza della canalina ventilata che deve accogliere i cavi (potenza e controllo) indicati in tabella.

Example 2. Select the width of the ventilated cable tray containing the (power and control) cables specified in the table below.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n
2x22 AWG	4,4	10
12x18 AWG	11,2	6
10x16 AWG	14	6
3x14 AWG	9	5
4x6 AWG	20,8	4

Si tratta di una canalina aperta contenente cavi di potenza e controllo di sezione inferiore a 4/0 AWG e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(A)(1)(b) del NEC: "La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare la massima area di riempimento della canalina."

It is a ventilated cable tray containing power and control cables with section greater than or equal to 4/0 AWG, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(A)(1)(b) of NEC: "The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area for the appropriate cable tray width."

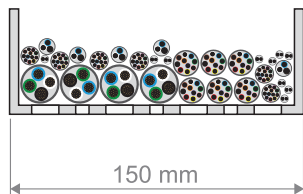
Si calcola pertanto la somma delle sezioni dei cavi.

The sum of the cables' cross-sectional area is calculated as follow.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n	Sezione dei cavi Cross-sectional area S [mm²]	Somma delle sezioni Sum of cross-sectional area ΣS [mm²]
2x22 AWG	4,4	10	15,2	15,2 · 10 = 152,1
12x18 AWG	11,2	6	98,5	98,5 · 6 = 591,1
10x16 AWG	14	6	153,9	153,9 · 6 = 923,6
3x14 AWG	9	5	63,6	63,6 · 5 = 318,1
4x6 AWG	20,8	4	339,8	339,8 · 4 = 1.359,2
				3.344

Utilizzando la tabella C.1 si ricerca la larghezza della canalina avente un'area di riempimento superiore o uguale a quella calcolata. Si rileva che la canalina più adatta deve avere una larghezza di 150 mm in quanto $4500 \text{ mm}^2 > 3.344 \text{ mm}^2$.

Using the table C.1, the appropriate cable tray's width can be found comparing the allowable fill area that must equal or greater than the calculated one. The most suitable cable tray must have a width of 150 mm as $4500 \text{ mm}^2 > 3.344 \text{ mm}^2$.



Criteri di dimensionamento delle canaline non ventilate per cavi multipolari con tensioni uguali o inferiori a 2000 V

Solid bottom cable trays' sizing criteria for multiconductor cables rated 2000 V or less

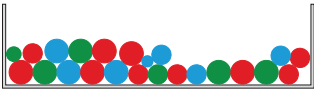
Canaline non ventilate Solid bottom cable trays			
Tipologia di cavi Cable type	Sezione dei cavi Cables' size	Criterio di dimensionamento Sizing criteria	Norma Standard
Insieme misto di cavi multipolari di potenza, segnale e controllo Power, signal and control multiconductor cables mixture	$\geq 4/0$ AWG	La somma dei diametri dei cavi deve essere inferiore al 90% della larghezza della canalina e i cavi devono essere installati su singolo strato. <i>The sum of the diameters of all cables shall not exceed 90% of the cable tray width, and the cables shall be installed in a single layer.</i> 	Art. 392.22(A)(3)(a)
	$< 4/0$ AWG	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.3). <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.3) for the appropriate cable tray width.</i> 	Art. 392.22(A)(3)(b)
	Tutte Any	La somma delle sezioni di tutti i cavi di sezione inferiore a 4/0 AWG non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.4) che viene calcolata sulla base delle aree occupate dai cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG. I cavi di sezione uguale o maggiore a 4/0 AWG devono essere installati su singolo strato e nessun altro cavo deve essere posato al di sopra. <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables smaller than 4/0 AWG shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.4) that is based on the cross-sectional areas of the cables equal or larger than 4/0 AWG. The 4/0 AWG and larger cables shall be installed in a single layer, and no other cables shall be placed on them.</i> 	Art. 392.22(A)(3)(c)
Solo cavi multipolari di segnale e controllo Signal and control multiconductor cables only	Tutte Any	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare il 40% della sezione interna della canalina. La profondità di 150 mm (6") deve essere utilizzata per calcolare la sezione interna di tutte le canaline aventi una profondità superiore a 150 mm (6"). <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed 40% of the interior cross-sectional area of the cable tray. A depth of 150 mm (6") shall be used to calculate the allowable interior cross-sectional area of any cable tray that has a usable inside depth of more than 150 mm (6").</i> 	Art. 392.22(A)(4)

Tabella C.3. Massima area di riempimento della canalina non ventilata - Art. 392.22(A)(3)(b)

Table C.3. Maximum allowable fill area for solid bottom cable trays - Art. 392.22(A)(3)(b)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	1.200	2,0
100	4,0	2.300	3,5
150	6,0	3.500	5,5
200	8,0	4.500	7,0
225	9,0	5.100	8,0
300	12,0	7.100	11,0
400	16,0	9.400	14,5
450	18,0	10.600	16,5
500	20,0	11.800	18,5
600	24,0	14.200	22,0
750	30,0	17.700	27,5
900	36,0	21.300	33,0

Tabella C.4. Massima area di riempimento della canalina non ventilata - Art. 392.22(A)(3)(c)

Table C.4. Maximum allowable fill area for solid bottom cable trays - Art. 392.22(A)(3)(c)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	$1.200 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$2,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
100	4,0	$2.300 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$3,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
150	6,0	$3.500 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$5,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
200	8,0	$4.500 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$7,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
225	9,0	$5.100 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$8,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
300	12,0	$7.100 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$11,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
400	16,0	$9.400 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$14,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
450	18,0	$10.600 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$16,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
500	20,0	$11.800 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$18,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
600	24,0	$14.200 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$22,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
750	30,0	$17.700 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$27,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
900	36,0	$21.300 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$33,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$

Nota. $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ è la somma di tutti i diametri dei cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG posati nella stessa canalina.

Nota. $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ is the sum of the diameters of all cables equal or larger than 4/0 AWG in the same cable tray.

Esempio 3. Determinare la larghezza della canalina non ventilata che deve accogliere i cavi (potenza e controllo) indicati in tabella.

Example 3. Select the width of the solid bottom cable tray containing the (power and control) cables specified in the table below.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n
3x350 kcmil	68,1	2
4x500 kcmil	86,4	1
3x14 AWG	9	20
4x6 AWG	20,8	16

Si tratta di una canalina non ventilata contenente cavi di potenza e controllo di sezione sia superiore che inferiore a 4/0 AWG e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(A)(3)(c) del NEC: "La somma delle sezioni di tutti i cavi di sezione inferiori a 4/0 AWG non deve superare la massima area di riempimento della canalina che viene calcolata sulla base delle aree occupate dai cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG. I cavi di sezione uguale o maggiore a 4/0 AWG devono essere installati su singolo strato e nessun altro cavo deve essere posato al di sopra".

It is a solid bottom cable tray containing power and control cables with section greater than, equal and lower than 4/0 AWG, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(A)(3)(c) of NEC: "The sum of the cross-sectional areas of all cables smaller than 4/0 AWG shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area that is based on the cross-sectional areas of the cables equal or larger than 4/0 AWG. The 4/0 AWG and larger cables shall be installed in a single layer, and no other cables shall be placed on them".

Si calcola pertanto la somma dei diametri e delle sezioni dei cavi.

The sum of the cables' diameters and cables' cross-sectional area are calculated as follow.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n	Somma dei diametri esterni Sum of external diameters $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ [mm]	Sezione dei cavi Cross-sectional area S [mm ²]	Somma delle sezioni Sum of cross-sectional area $\sum S_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ [mm ²]
3x350 kcmil	68,1	2	$68,1 \cdot 2 = 136,2$		
4x500 kcmil	86,4	1	$86,4 \cdot 1 = 86,4$		
3x14 AWG	9	20		63,6	1.272
4x6 AWG	20,8	16		339,8	5.436,8
			222,6		6.708,8

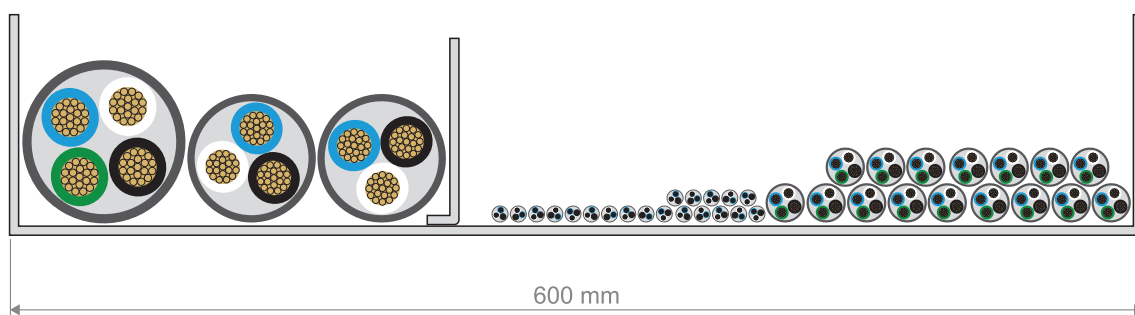
Elaborando la tabella C.4, si calcolano le massime aree di riempimento mediante la formula indicata utilizzando la somma dei diametri esterni dei cavi aventi sezione maggiore o uguale a 4/0 AWG e quindi $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 222,6 \text{ mm}$ (e analogamente $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 8,76 \text{ inch}$).

The maximum allowable fill areas of table C.4 can be calculated by the shown formula using the sum of external diameters of the cables having the size larger or equal than 4/0 AWG, that is $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 222,6 \text{ mm}$ (and, similarly, $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 8,76 \text{ inch}$).

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	-4.365	-7
100	4,0	-3.265	-5
150	6,0	-2.065	-3
200	8,0	-1.065	-2
225	9,0	-465	-1
300	12,0	1.535	2
400	16,0	3.835	6
450	18,0	5.035	8
500	20,0	6.235	10
600	24,0	8.635	13
750	30,0	12.135	19
900	36,0	15.735	24

Si ricerca quindi la larghezza della canalina avente un'area di riempimento superiore o uguale a quella calcolata sommando le sezioni dei cavi aventi sezione inferiore a 4/0 AWG. Si rileva che la canalina più adatta deve avere una larghezza di 600 mm in quanto $8.635 \text{ mm}^2 > 6.708 \text{ mm}^2$.

The cable tray's width must be the one having a fill area greater than or equal to the sum of the cross-sectional areas of all cables smaller than 4/0 AWG. The most suitable cable tray has a width of 600 mm as $8.635 \text{ mm}^2 > 6.708 \text{ mm}^2$.



È possibile valutare la capacità residua che la canalina può gestire nel caso in cui fosse necessario aggiungere ulteriori cavi in futuro.

Tale capacità si calcola in modi diversi a seconda che l'aggiunta sia di cavi aventi sezioni maggiori o minori di 4/0 AWG.

Per valutare la capacità di ampliamento per cavi aventi sezioni maggiori di 4/0 AWG è necessario calcolare a ritroso la somma dei diametri dei cavi considerando un'area di riempimento pari alla somma delle sezioni dei cavi aventi sezione inferiore a 4/0 AWG:

$$14.200 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 6.708,8 \text{ mm}^2$$

da cui si ricava $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 299,6 \text{ mm}$ che corrisponde ad una capacità di ampliamento del 34% (data dal rapporto $299,6 / 222,6 = 1,346$).

Al contrario, per calcolare la capacità di riempimento per cavi aventi sezioni inferiori di 4/0 AWG è sufficiente eseguire il rapporto fra l'area di riempimento massima disponibile e l'area di riempimento attuale ($8.635 / 6.708,8 = 1,287$) ottenendo una capacità di ampliamento pari al 28%.

It is possible to estimate the residual fill area that the cable tray can handle in case it is necessary to add additional cables in the future. This capacity is calculated in different ways depending on whether the sections of cables that are required to add (larger or smaller than 4/0 AWG).

To evaluate the expansion capacity for cables having sections equal or larger than 4/0 AWG it is necessary to calculate backwards the sum of the diameters of the cables whereas the fill area is the one previously calculated:

$$14.200 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 6.708,8 \text{ mm}^2$$

then $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 299,6 \text{ mm}$ which corresponds to a capacity of expansion of 34% (given by the ratio $299,6 / 222,6 = 1.346$).

On the contrary, in order to calculate the fill area for cables having sections smaller than 4/0 AWG just run the ratio of the maximum allowable fill area and the previously calculated fill area ($8.635 / 6.708,8 = 1,287$) to obtain a capacity expansion of 28%.

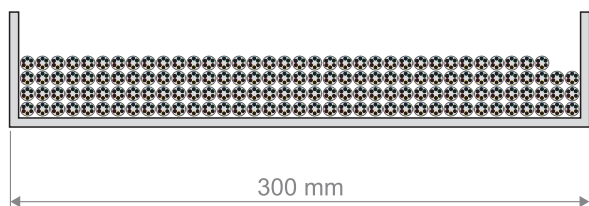
Esempio 4. Determinare il numero massimo di cavi di segnale 6x21 AWG ($D = 7,9 \text{ mm}$) che possono essere posati in una canalina non ventilata di 300 mm di larghezza e 60 mm di profondità.
Example 4. Calculate the maximum number of signal cables 6x21 AWG ($D = 7,9 \text{ mm}$) which can be laid in a 300 mm width and 60 mm deep solid bottom cable tray.

Si tratta di una canalina non ventilata contenente solo cavi di segnale e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(A)(4) del NEC: "La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare il 40% della sezione interna della canalina. La profondità di 150 mm (6") deve essere utilizzata per calcolare la sezione interna di tutte le canaline aventi una profondità superiore a 150 mm (6").

It is a solid bottom cable tray containing control cables, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(A)(4) of NEC: "The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed 40% of the interior cross-sectional area of the cable tray. A depth of 150 mm (6") shall be used to calculate the allowable interior cross-sectional area of any cable tray that has a usable inside depth of more than 150 mm (6")."

La sezione di un cavo è pari a 49 mm^2 mentre la sezione interna della canalina è pari a $300 \cdot 60 = 18.000 \text{ mm}^2$, di questa si deve considerare il 40% da cui si ricava il numero massimo di cavi che si possono posare $18.000 \cdot 0,40 / 49 = 146$ cavi in fasci da $300 / 7,9 = 37$ cavi.

The cross-sectional of a cable is equal to 49 mm^2 while the section of the cable tray is equal to $300 \cdot 60 = 18.000 \text{ mm}^2$, considering the 40% of the cable tray's section the maximum number of cables can be calculated as $18.000 \cdot 0,40 / 49 = 146$ cables in layers of $300 / 7,9 = 37$ cables.



Criteri di dimensionamento delle canaline ventilate, a filo o a scaletta per cavi unipolari con tensioni uguali o inferiori a 2000 V Ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays' sizing criteria for single-conductor cables rated 2000 V or less

Canaline ventilate, a filo o a scaletta Ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays			
Tipologia di cavi Cable type	Sezione dei cavi Cables' size	Criterio di dimensionamento Sizing criteria	Norma Standard
	< 1/0 AWG	Non consentito. Not allow.	Art. 392.10
	$\geq 1000 \text{ kcmil}$	La somma dei diametri di tutti i cavi unipolari deve essere inferiore alla larghezza della canalina ed i cavi devono essere installati in un unico strato. I cavi che sono raccolti insieme e che identificano un singolo circuito possono essere installati su più di uno strato. <i>The sum of the diameters of all single-conductor cables shall not exceed the cable tray width, and the cables shall be installed in a single layer. Conductors that are bound together to comprise each circuit group shall be permitted to be installed in other than a single layer.</i>	Art. 392.22(B)(1)(a)
Insieme di cavi unipolari Single-conductor cables	$250 \div 900 \text{ kcmil}$		
	$250 \div 900 \text{ kcmil}$	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.5). <i>The sum of the cross-sectional areas of all single-conductor cables shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.5) for the appropriate cable tray width.</i>	Art. 392.22(B)(1)(b)
	$\geq 1000 \text{ kcmil}$ e/and $250 \div 900 \text{ kcmil}$		
	$\geq 1000 \text{ kcmil}$ e/and $250 \div 900 \text{ kcmil}$	La somma delle sezioni di tutti i cavi di sezione inferiori a 1000 kcmil non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.6). <i>The sum of the cross sectional areas of all cables smaller than 1000 kcmil shall not exceed the maximum allowable fill cable tray area (Table C.6) for the appropriate cable tray width.</i>	Art. 392.22(B)(1)(c)
Se uno è If any are 1/0 ÷ 4/0 AWG			
		La somma dei diametri di tutti i cavi unipolari deve essere inferiore alla larghezza della canalina. <i>The sum of the diameters of all single conductor cables shall not exceed the cable tray width.</i>	Art. 392.22(B)(1)(d)

Tabella C.5. Massima area di riempimento della canalina non ventilata - Art. 392.22(B)(1)(b)

Table C.5. Maximum allowable fill area for solid bottom cable trays - Art. 392.22(B)(1)(b)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	1.400	2,0
100	4,0	2.800	4,5
150	6,0	4.200	6,5
200	8,0	5.600	8,5
225	9,0	6.100	9,5
300	12,0	8.400	13,0
400	16,0	11.200	17,5
450	18,0	12.600	19,5
500	20,0	14.000	21,5
600	24,0	16.800	26,0
750	30,0	21.000	32,5
900	36,0	25.200	39,0

Tabella C.6. Massima area di riempimento della canalina non ventilata - Art. 392.22(B)(1)(c)

Table C.6. Maximum allowable fill area for solid bottom cable trays - Art. 392.22(B)(1)(c)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	$1.400 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$2,0 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
100	4,0	$2.800 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$4,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
150	6,0	$4.200 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$6,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
200	8,0	$5.600 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$8,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
225	9,0	$6.100 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$9,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
300	12,0	$8.400 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$13,0 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
400	16,0	$11.200 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$17,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
450	18,0	$12.600 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$19,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
500	20,0	$14.000 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$21,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
600	24,0	$16.800 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$26,0 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
750	30,0	$21.000 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$32,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
900	36,0	$25.200 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$39,0 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$

Nota. $\sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$ è la somma di tutti i diametri dei cavi di sezione uguale o superiore a 1000 kcmil posati nella stessa canalina.

Nota. $\sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$ is the sum of the diameters of all cables equal or larger than 1000 kcmil in the same cable tray.

Esempio 5. Determinare la larghezza della canalina a filo che deve accogliere i cavi unipolari indicati in tabella.

Example 5. Select the width of the wire mesh cable tray containing the single conductor cables specified in the table below.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n
1x4/0 AWG	16	10
1x500 kcmil	26	5
1x1000 kcmil	34	5

Si tratta di una canalina aperta contenente cavi unipolari di varie sezioni tra cui quelle comprese tra 1/0 AWG e 4/0 AWG e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(B)(1)(d) del NEC: "La somma dei diametri di tutti i cavi unipolari deve essere inferiore alla larghezza della canalina."

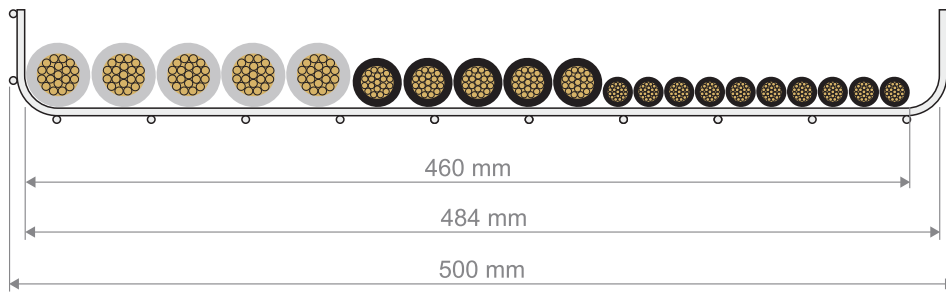
It is a wire mesh cable tray containing single conductor cables with different sections including those between 1/0 AWG and 4/0 AWG, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(B)(1)(d) of NEC: "The sum of the diameters of all single conductor cables shall not exceed the cable tray width."

Si calcola pertanto la somma di tutti i diametri dei cavi.

The sum of the cables' diameters is calculated as follow.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n	Somma dei diametri esterni Sum of external diameters $\sum D$ [mm]
1x4/0 AWG	16	10	$16 \cdot 10 = 160$
1x500 kcmil	26	5	$26 \cdot 5 = 130$
1x1000 kcmil	34	5	$34 \cdot 5 = 170$
			460

È necessaria una canalina a filo da 500 mm di larghezza esterna che con filo 4 mm ha una larghezza interna di 484 mm.
A 500 mm width wire mesh cable tray (4 mm thickness and 484 mm internal width) is required.



Appendice D. Costruzione e impiego dei pittogrammi

Appendix D. Production and use of safety labels

D.1 Introduzione

Introduction

La sicurezza degli addetti deve essere sempre considerata al primo posto nella progettazione e realizzazione di un impianto, una macchina o una attrezzatura. In un ambiente industriale vi sono molti pericoli: parti meccaniche in movimento, energia elettrica, energia pneumatica, energia idraulica, superfici calde, rumore e gli addetti devono essere correttamente protetti da questi pericoli ma anche istruiti ed informati. Anche quando vengono realizzate barriere di sicurezza, protezioni o accorgimenti meccanici per ridurre i rischi degli addetti, permangono sempre dei rischi residui... ed è proprio nei confronti di questi rischi residui che i pittogrammi di sicurezza giocano un ruolo fondamentale. L'applicazione dei pittogrammi di sicurezza deve essere preceduta da una attenta analisi dei pericoli e dei rischi associati che si possono verificare. Punto focale di questa analisi è la valutazione dei rischi residui che permangono dopo le protezioni adottate nella fase di progetto del prodotto e per i quali è necessario impiegare segnali di sicurezza. È tuttavia da evitare qualunque eccesso nell'impiego di tali segnaletiche per non generare difficoltà di lettura che non contribuirebbero ad un avvertimento efficiente ed efficace.

The safety of workers must always be a prime consideration in the design and construction of a plant, machinery or equipment. In an industrial environment, there are many hazards: moving mechanical parts, electricity, pneumatic power, hydraulic power, hot surfaces, noise, and employees must be properly protected from these hazards but also informed and trained. Even when safety barriers, guards or mechanical devices are in place, some residual risks still remain... and it is against these residual risks that the safety labels play an important role. The application of the safety labels must be preceded by a careful analysis of the hazards and associated risks that can occur. The focus of this analysis is the assessment of the residual risks that remain after the protections adopted in the design stage of the machinery and for which it is necessary to use safety signs. However it is necessary to avoid any excess in the use of safety labels to not generate trouble in reading efficiently the messages.

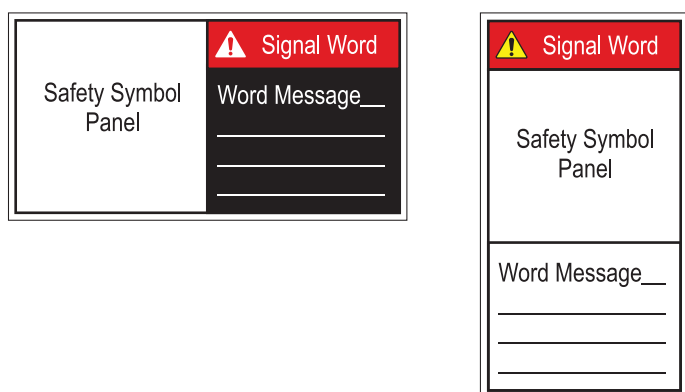
D.2 Struttura grafica dei pittogrammi

Safety labels' layout

La norma ANSI Z535.4 "Product Safety Signs and Labels" regola la produzione dei segnali di sicurezza e fornisce una guida per l'applicazione di tali segnali atti ad indicare i potenziali o imminenti pericoli nell'uso del prodotto. I pittogrammi di sicurezza devono segnalare alla persona il tipo di pericolo, il livello di gravità del pericolo, le conseguenze e come evitare il pericolo. La norma americana specifica come comunicare in modo efficiente ed efficace tutte queste informazioni. La norma classifica inoltre i pittogrammi di sicurezza secondo il livello di rischio (hazard) di una situazione ed in particolare sulla probabilità e sulla gravità del danno che questa può causare se non evitata. Un pittogramma consiste di tre parti principali distinte: il tipo di avvertenza (o signal word) che definisce il livello di rischio, il messaggio (o word message) e il pannello contenente il simbolo rappresentativo dell'avvertenza (o safety symbol panel).

The ANSI Z535.4, "Product Safety Signs and Labels" regulates safety labels' production and provides guidance for the application of these signals that must be capable of indicating the potential or imminent dangers. The safety labels must inform the person about the type of hazard, level of risk, how to avoid the hazard and the consequences in not respecting the rules. The American Standard specifies how to communicate efficiently and effectively all of this information. The Standard also classifies safety labels according to the level of risk of a situation and in particular on the probability and severity of the damage this can cause if not avoided. A safety label consists of three distinct main parts: the signal word that defines the level of risk, the word message and the safety symbol panel.

Figura D.1. Esempi di struttura di pittogrammi
Figure D.1. Examples of safety labels typical structure



Signal word

È il testo che identifica il livello di rischio e deve contenere il simbolo di rischio fisico alle persone nel caso in cui esso sussista. Il "signal word" è composto da un triangolo all'interno del quale vi è un punto esclamativo e dal testo del livello di rischio. Il significato del signal word è quello di mettere in allerta l'utente circa i potenziali danni personali che possono generarsi dall'uso scorretto del prodotto o dal non rispetto delle istruzioni d'uso e manutenzione. Il significato è: "Obbedisci a tutti i messaggi di sicurezza che seguono questo simbolo per evitare possibili danni o morte". Ogni signal word viene indicato con colorazioni particolari e sempre con testo in maiuscolo; esistono tuttavia pittogrammi che non indicano propriamente rischi ma che hanno esclusivamente funzione informativa.

It is the text that identifies the level of risk and must contain the symbol of physical risk to persons in case it exists. The signal word is composed of an exclamation mark within a triangle and of the text of the risk level. The meaning of the signal word is to alert the user about potential personal injury that may arise from the misuse of the product and in case the instructions for use and maintenance are not observed. Its meaning is: "Obey all safety messages that follow this symbol to avoid possible injury or death". Each signal word is indicated with special colors and always with uppercase text, however there are safety labels that do not indicate risk but which have a purely informative meaning.

Figura D.2. Tipi di Signal Word
Figure D.2. Types of Signal Word

	PERICOLO Indica una situazione di rischio imminente che, se non evitata, causa morte o danno grave. <i>DANGER indicates a hazardous situation which, if not avoided, will result in death or serious injury.</i>
	AVVERTENZA Indica una situazione di rischio potenziale che, se non evitata, può causare morte o danno grave. <i>WARNING indicates a hazardous situation which, if not avoided, could result in death or serious injury.</i>
	ATTENZIONE Indica una situazione di rischio potenziale che, se non evitata, potrebbe causare danni di minore o modesta entità. <i>CAUTION indicates a hazardous situation which, if not avoided, could result in minor or moderate injury.</i>
	AVVISO Viene utilizzato per affrontare le pratiche non legate a lesioni fisiche. <i>NOTICE is used to address practices not related to physical injury.</i>
	ISTRUZIONI DI SICUREZZA (o equivalente) Sono segnali che indicano specifiche istruzioni o procedure relative alla sicurezza. <i>SAFETY INSTRUCTION (or equivalent) signs indicate specific safety-related instructions or procedures.</i>

Word Message

È il messaggio che identifica il pericolo, indica come evitarlo e quali conseguenze può avere se non lo si evita. Le informazioni devono essere presentate tenendo in considerazione alcune regole basilari.

1. Le informazioni devono essere concise e facilmente comprensibili. Questo significa scegliere parole che identifichino accuratamente il rischio e le azioni da intraprendere e che siano comprensibili dalle persone alle quali è rivolto il messaggio.
2. L'ordine con cui queste informazioni sono presentate non è fisso e dipende dal target di persone alle quali è indirizzato ed il livello di reattività richiesto per evitare il rischio. Come regola generale si pone il messaggio di pericolo per primo e comunque sempre quando si devono elencare numerose azioni per evitarlo. In altri casi è possibile porre l'azione per evitare il pericolo prima dello stesso messaggio di pericolo e questo avviene quando è necessario comunicare immediatamente le precauzioni da tenere.
3. Evitare di utilizzare termini quali "tu" o "tuo" ("you" or "your"), porre quindi sempre il soggetto seguito dal verbo e poi dall'oggetto.
4. Quando il testo è composto da più messaggi questi possono essere separati da spazio sufficiente per renderlo facilmente leggibile. È consentito l'uso di segni distintivi per rendere più leggibile l'elenco dei messaggi (es. cerchi neri prima di ogni frase).
5. È preferibile l'allineamento del testo a sinistra ed è sconsigliato l'uso del testo giustificato.
6. È sconsigliato l'uso di testo completamente in maiuscolo poiché difficile da leggere.
7. Il messaggio deve essere con lettere di colore nero su sfondo bianco o di colore bianco su sfondo nero.

This is the message that identifies the hazard and indicates how to avoid it and what are the implications if it is not avoided. The information contained in the word message should be presented taking into account some basic rules .

1. *The information must be concise and easily understood. This means choosing words that accurately identify the risk and actions to be taken and that are understandable by the people to whom the message is addressed .*
2. *The order in which the content appears is not fixed and depends on the target audience to whom it is addressed and the level of responsiveness required to avoid the risk. As a general rule, the hazard message should come first when there are many actions to avoid it. In other cases it is possible to put an action to avoid the hazard before the hazard message and that's when you need to communicate immediately the precautions to be taken .*
3. *Avoid using the subject "you" or "your", then always place the subject followed by the verb , and then the object.*
4. *When the text is composed by more messages these can be separated by enough space to make it easily readable. The use of bullets may be considered to help separate portions of the word message and to make it easier to read (eg. black circles before each sentence).*
5. *It is preferable to align the text to the left and is not recommended the use of justified text .*
6. *It is not recommended to use text fully capitalized as difficult to read.*
7. *The message should be with black letters on white background or white on black background.*

Safety Symbol Panel

Il safety symbol panel contiene il simbolo di sicurezza e viene usato per comunicare graficamente parte del contenuto del messaggio. È importante che il disegno sia facilmente comprensibile e che comunichi effettivamente il messaggio.

I pittogrammi devono contenere informazioni facilmente comprensibili da chi utilizza la macchina o ne fa la manutenzione. Le norme suggeriscono comunque di inserire nelle istruzioni di prodotto le informazioni necessarie per comprendere i simboli ed i messaggi utilizzati nei pittogrammi applicati. Questo consente all'utente di riconoscere meglio ed istantaneamente il significato dei simboli di sicurezza utilizzati.

The safety symbol panel contains the safety symbol and is used to graphically communicate the content of the message. It is important that the symbol is easily understandable and that actually communicates the message.

It is essential that the safety labels are easily understandable by those who use the machinery or makes maintenance. The Standard, however, suggests to include in the instructions of the machinery all the necessary information to understand the meaning of the signals and the messages used in safety labels. This allows the user to recognize instantly the meaning of the safety labels used.

D.3 Traduzione dei Signal Words

Translation of Signal Words

Per alcune lingue la traduzione dei Signal Words è suggerita nella tabella seguente.
For some languages, the translation of the Signal Words is suggested in the following table.

Tabella D.1 Traduzione dei Signal Words
Table D.1 Translation of Signal Words

English <i>Inglese</i>	DANGER	WARNING	CAUTION	NOTICE
Danese <i>Danish</i>	FARE	ADVARSEL	FORSIGTIG	VARSEL
Olandese <i>Dutch</i>	GEVAAR	WAAESCHUWING	VOORZICHTIG	LET OP
Estone <i>Estonian</i>	OHT	HOIATUS	ETTEVAATUST	TEATE
Finlandese <i>Finnish</i>	VAARA	VAROITUS	VAROITUS	ILMOITUS
Francese <i>French</i>	DANGER	AVERTISSEMENT	ATTENTION	AVIS
Tedesco <i>German</i>	GEFHR	WARNUNG	VORSICHT	HINWEIS
Italiano <i>Italian</i>	PERICOLO	AVVERTENZA	ATTENZIONE	AVVISO
Norvegese <i>Norwegian</i>	FARE	ADVARSEL	FORSIKTIG	VARSEL
Portoghese <i>Portuguese</i>	PERIGO	AVISO	CUIDADO	AVISO
Sloveno <i>Slovenian</i>	NEVARNOST	OPOZORILO	POZOR	OBVESTILO
Spagnolo <i>Spanish</i>	PELIGRO	ADVERTENCIA	ATENCIÓN	AVISO
Svedese <i>Swedish</i>	FARA	VARNING	VARNING	MEDDELANDE

D.4 Distanza di visibilità di sicurezza

Safe viewing distance

Particolare attenzione deve essere posta nei confronti della leggibilità del messaggio in termini di distanza di visibilità di sicurezza (safe viewing distance), quest'ultima definita come la distanza alla quale una persona può leggere il pittogramma ed avere il tempo di seguire le indicazioni contenute per evitare il pericolo. La distanza di visibilità di sicurezza è legata alle dimensioni dei caratteri utilizzati ed in particolare alla loro altezza che dipendono da diversi fattori fra cui scarsità di luce, condizioni di lettura sfavorevoli, necessità di dare maggior risalto al messaggio, rendere leggibile il messaggio a distanze superiori a quelle minime, rendere leggibile il messaggio anche a persone con difetti di vista. In tabella è indicata la relazione tra altezza dei caratteri e distanza di visibilità di sicurezza raccomandata per condizioni di leggibilità favorevoli e non favorevoli.

Particular attention should be given to the readability of the message in terms of safe viewing distance defined as the distance at which a person can read the safety label and have the time to follow the message to avoid the hazard. The safe viewing distance is related to the size of the letters used and in particular to their height that depends on several factors including the lack of light, unfavorable reading conditions, the need to give greater prominence to the message, making the message readable at distances greater than the minimum, to make the message readable to people with reading difficulties. The table shows the relation between the height of the characters and the safe viewing distance recommended for favorable and unfavorable conditions.

Tabella D.2 Distanza di visibilità di sicurezza e altezza dei caratteri
Table D.2 Safe viewing distance and letter height

Distanza di visibilità di sicurezza <i>Safe viewing distance</i> [m]	Altezza dei caratteri in condizioni di lettura favorevoli <i>Letter height for favorable reading conditions</i> [mm]	Altezza dei caratteri in condizioni di lettura sfavorevoli <i>Letter height for unfavorable reading conditions</i> [mm]
0,5	3,3	3,5
0,75	4,4	5,3
1	5,0	7,0
1,25	5,7	8,8
1,5	6,3	10,5
1,75	6,9	12,3
2	7,5	14,0
2,25	8,2	15,8
2,5	8,8	17,5

D.5 Impiego dei pittogrammi

Use of safety labels

Per l'applicazione dei segnali di pericolo si ricordi di verificare l'esistenza di linee guida, norme, regolamenti o codici governativi locali, statali o federali che possono integrare le normative ANSI. I pittogrammi devono essere applicati in zone dove siano facilmente visibili e leggibili da chiunque si avvicini e in un punto tale per cui la persona possa reagire tempestivamente per intraprendere le azioni necessarie ad evitare il pericolo.

Quando possibile, devono essere applicati in zone protette dal rischio di danneggiamento, abrasione, aggressione chimica, polvere o altro che ne alteri la visibilità e la lettura. Il campo di temperatura di impiego dei pittogrammi standard va da -40°C a +60°C (sono disponibili versioni per impieghi a temperature più alte) purché non vi sia una distribuzione disuniforme delle temperature che influisca negativamente sulla dilatazione termica del materiale.

Le superfici sulle quali vengono applicati i pittogrammi devono essere pulite, lisce e prive di grassi, oli o prodotti chimici che ne riducano l'adesione. La norma prevede che i pittogrammi di sicurezza vengano regolarmente controllati e puliti per assicurarne una buona leggibilità alla distanza di sicurezza. Quando i prodotti sono sottoposti a condizioni ambientali estreme o comunque quando i pittogrammi di sicurezza non rispettano più le condizioni di visibilità richieste essi devono essere sostituiti.

For the application of the safety labels, it is recommended to verify the existence of guidelines, rules, regulations or government, state or federal laws that can integrate ANSI standards. The safety labels are to be applied in areas where they are easily visible and legible by anyone who approaches and at a point such that the person can react quickly to take the necessary action to avoid the danger.

When possible, they should be applied in areas protected from the risk of damage, abrasion, chemical attack, dust or anything else that would affect the visibility and reading. The temperature range of use of standard safety labels is from -40°C to +60°C (versions are available for use at higher temperatures) provided that there is not an unequal distribution of temperatures that negatively affects the thermal expansion of the material.

The surfaces on which the safety labels are applied must be clean, smooth and free of grease, oil or chemicals that will reduce adhesion. The Standard requires that the safety labels are regularly checked and cleaned to ensure good readability at a safe distance. When the products are subjected to extreme environmental conditions or when the safety labels no longer fulfill the conditions of visibility required they must be replaced.

D.6 Selezione dei pittogrammi

Selection of safety labels

I pittogrammi vengono selezionati sulla base del rischio che deriva dal non aver seguito il messaggio di sicurezza. Il livello di rischio determina la "signal word" e i relativi colori. Questa appendice fornisce una guida per la selezione della "signal word" più appropriata all'applicazione.

Per la selezione dei pittogrammi è necessario classificare la gravità del danno in morte o lesioni gravi oppure in lesioni moderate o lievi.

Morte o lesioni gravi: sono i casi in cui si presenta la perdita permanente di un arto, di una funzione o la deturpazione, in cui la cura medica richiesta è prolungata, si hanno lunghi periodi di invalidità, notevole dolore e la sofferenza per lunghi periodi di tempo (amputazioni, gravi ustioni, perdita o deterioramento della vista o dell'udito).

Lesioni moderate o lievi: non include la morte o lesioni gravi, in genere non comporta l'invalidità permanente, la deturpazione o dolore persistente. Le lesioni moderate o lievi sono, per esempio, tagli, graffi e irritazioni.

Quando il risultato di un evento è compreso in più di una delle classificazioni di gravità del danno, deve essere usata la classificazione più grave. Ad esempio, un evento che provoca sia lieve infortunio a una parte del corpo che lesioni gravi a un arto deve essere classificato come "morte o lesioni gravi".

Signal words are selected based on the risk that results from not following the safety message. The level of risk determines the signal word and its color. This appendix provides a guidance for selecting signal words.

There are two classifications for severity of harm: death or serious injury, and moderate or minor injury.

Death or serious injury: permanent loss of function or significant disfigurement, substantial and prolonged medical treatment required, long periods of disability, considerable pain and suffering over long periods of time (ie amputations, severe burns, loss or impairment of vision or hearing).

Moderate or minor injury: does not include death or serious injury, typically does not result in permanent disability, significant disfigurement or pain. Moderate or minor injury are, for example, cuts, scratches and irritation

When the outcome of an event includes results falling into more than one of the severity classifications, the most severe classification should be used. For example, an event that results in both minor injury to one body part and serious injury to another should be classified as "serious injury or death".

When the outcome of an event is included in more than one of the classifications of severity of harm, the most severe classification should be used. For example, an event that causes both minor injury to a body part and a serious injury to another must be classified as "death or serious injury."

Tabella D.3 Schema di selezione del Signal Word

Table D.3 Selection scheme of Signal Words

Lesioni fisiche sono una possibilità credibile. <i>Physical injury is a credible possibility.</i>				
Morte o lesioni gravi sono una possibilità credibile. <i>Death or serious injury is a credible possibility.</i>				
Se la situazione pericolosa non viene evitata, l'incidente è quasi certo. <i>If the hazardous situation is not avoided the accident is expected to happen with near certainty.</i>				
In caso di incidente, morte o lesioni gravi sono quasi certe. <i>If accident occurs death or serious injury is expected to happen with near certainty.</i>	In caso di incidente, morte o lesioni gravi sono possibili ma non sono certe. <i>If accident occurs death or serious injury is possible but not nearly certain.</i>	Se la situazione pericolosa non viene evitata, l'incidente è possibile ma non è certo. <i>If the hazardous situation is not avoided the accident is possible but not nearly certain.</i>	Morte o lesioni gravi non sono una possibilità credibile. Lesioni lievi o moderate sono possibili. <i>Death or serious injury is not a credible possibility. Minor or moderate injury is possible.</i>	Lesioni fisiche non sono una possibilità credibile. <i>Physical injury is not a credible possibility.</i>
 DANGER	 WARNING	 WARNING	 CAUTION	 NOTICE

D.7 Il simbolo del Signal Word

The symbol of the Signal Word

Il simbolo contenuto nel Signal Word indica un pericolo. E' composto da un triangolo equilatero che circonda un punto esclamativo. Il simbolo (safety alert symbol) viene utilizzato solo su etichette di pericolo, non è usato con etichette di avviso o di istruzione. Il simbolo può avere realizzato in modi diversi in relazione con il tipo di pittogramma. Il simbolo costituito da un triangolo con sfondo giallo è utilizzato per consentire compatibilità con alcune normative internazionali fra cui ISO 3864-1 e ISO 3864-2.

The symbol contained in the Signal Word indicates a hazard. It is composed of an equilateral triangle surrounding an exclamation mark. The safety alert symbol is only used on hazard alerting labels, it is not used on notice and instruction labels. The symbol can be printed in different ways in relation with the type of safety label. The symbol made from a triangle with a yellow background and black exclamation mark is used to allow compatibility with some international standards including ISO 3864-1 and ISO 3864-2.



Opzioni adatte per i pittogrammi di tipo PERICOLO.
Options for DANGER safety labels.



Opzioni adatte per i pittogrammi di tipo AVVERTENZA.
Options for WARNING safety labels.



Opzioni adatte per i pittogrammi di tipo ATTENZIONE.
Options for CAUTION safety labels.

Appendice E. Conduttori elettrici, sezioni e diametri

Appendix E. Wires, Sizes and AWG diameters

E.1 Misura dei conduttori elettrici, sezioni e diametri

AWG and kcmil wires' sizes measurement

L'America Wire Gauge (AWG) è utilizzato negli Stati Uniti ed in altre nazioni come metodo standard per l'identificazione dei diametri di conduttori elettrici. L'aumento dei valori corrisponde alla diminuzione del diametro del conduttore; l'utilizzo di questa unità di misura deriva dal tipo di lavorazione che viene effettuata sul conduttore; conduttori molto fini (per esempio 30 AWG) richiedono numerosi passaggi di trafilatura mentre conduttori più grossi hanno passaggi più ridotti e di conseguenza l'AWG che li identifica è più basso.

Per definizione 36 AWG equivale ad un conduttore di diametro di 0,005 pollici mentre 4/0 AWG equivale ad un diametro di 0,46 pollici. I diametri aumentano di $0,46/0,005 = 92$ volte regolarmente suddivisi in 39 sezioni. Quindi il diametro di un conduttore avente una sezione di x AWG è dato da:

$$d_n = 0,005 \cdot 92^{\frac{36-x}{39}} \text{ [inch]}$$

mentre la sezione è

$$A_n = \frac{\pi}{4} \cdot d_n^2 = 0,000019635 \cdot 92^{\frac{36-x}{19,5}} \text{ [inch}^2\text{]}$$

dove per sezioni di m/0 AWG si deve usare $x = -(m-1)$ nelle formule precedenti.

The American Wire Gauge (AWG) is used in the United States and in other countries as a standard method of denoting wire diameter. Increasing gauge numbers give decreasing wire diameters; the use of this unit of measure derives from the type of processing carried out on the wire; very fine wire (for example 30 AWG) requires far more passes through the drawing dies than greater wires which, consequently, have a lower AWG identifying them. By definition, 36 AWG has the same value of a wire with 0,005 inches diameter, while 4/0 AWG has the same value of a 0,46 inches diameter. The diameters increase of $0,46/0,005 = 92$ times regularly divided in 39 Sizes. Therefore, the diameter of a wire with a x AWG Size is given as follows:

$$d_n = 0,005 \cdot 92^{\frac{36-x}{39}} \text{ [inch]}$$

while the Size is

$$A_n = \frac{\pi}{4} \cdot d_n^2 = 0,000019635 \cdot 92^{\frac{36-x}{19,5}} \text{ [inch}^2\text{]}$$

for m/0 AWG Size, use $x = -(m-1)$ in the above formulas.

Tabella E.1a. Sezioni AWG e conversione in mm²

Table E.1a. AWG Size and conversion mm²

AWG	Diametro - Diameter		Area [mm²]
	[inch]	[mm]	
40	0,0031	0,07987	0,00501
39	0,0035	0,08969	0,00632
38	0,0040	0,1007	0,00797
37	0,0045	0,1131	0,0100
36	0,0050	0,1270	0,0127
35	0,0056	0,1426	0,0160
34	0,0063	0,1601	0,0201
33	0,0071	0,1798	0,0254
32	0,0080	0,2019	0,0320
31	0,0089	0,2268	0,0404
30	0,0100	0,2546	0,0509
29	0,0113	0,2859	0,0642
28	0,0126	0,3211	0,081
27	0,0142	0,3606	0,102
26	0,0159	0,4049	0,129
25	0,0179	0,4547	0,162
24	0,0201	0,5106	0,205
23	0,0226	0,5733	0,258
22	0,0253	0,6438	0,326
21	0,0285	0,7229	0,410
20	0,0320	0,8118	0,518
19	0,0359	0,9116	0,653
18	0,0403	1,024	0,823
17	0,0453	1,150	1,04
16	0,0508	1,291	1,31
15	0,0571	1,450	1,65
14	0,0641	1,628	2,08
13	0,0720	1,828	2,62
12	0,0808	2,053	3,31

AWG	Diametro - Diameter		Area [mm ²]
	[inch]	[mm]	
11	0,0907	2,305	4,17
10	0,1019	2,588	5,26
9	0,1144	2,906	6,63
8	0,1285	3,264	8,37
7	0,1443	3,665	10,5
6	0,1620	4,115	13,3
5	0,1819	4,621	16,8
4	0,2043	5,189	21,2
3	0,2294	5,827	26,7
2	0,2576	6,544	33,6
1	0,2893	7,348	42,4
0(1/0)	0,3249	8,251	53,5
00(2/0)	0,3648	9,266	67,4
000(3/0)	0,4096	10,40	85
0000(4/0)	0,4600	11,68	107
00000(5/0)	0,5165	13,12	135
000000(6/0)	0,5800	14,73	170

Le sezioni molto grandi vengono espresse in kcmil secondo la tabella seguente:

The larger Sizes are given in kcmil according to the following table:

Tabella E.1b. Sezioni kcmil e conversione in mm²

Table E.1b. kcmil Sizes and conversion in mm²

kcmil	Diametro - Diameter		Area [mm ²]
	[inch]	[mm]	
250	0,50	12,7	127
300	0,55	13,9	152
350	0,59	15,0	177
400	0,63	16,1	203
450	0,67	17,0	228
500	0,71	17,9	253
550	0,74	18,8	279
600	0,77	19,7	304
650	0,81	20,5	329
700	0,84	21,3	355
750	0,87	22,0	380
800	0,89	22,7	405
900	0,95	24,1	456
1000	1,00	25,4	507
1200	1,10	27,8	608
1250	1,12	28,4	633
1500	1,22	31,1	760
1750	1,32	33,6	887
2000	1,41	35,9	1010

E.2 Conduttori elettrici secondo CEI IEC 60228

Wires according to CEI IEC 60228

La norma CEI IEC 60228 definisce le caratteristiche dei conduttori flessibili di classe 5 e 6 nel modo seguente:

- I conduttori flessibili sono realizzati in rame rosso o stagnato.
- I fili elementari in ogni conduttore devono avere lo stesso diametro.
- Il diametro dei fili elementari presenti in ogni conduttore non deve superare il valore indicato nelle tabelle seguenti.
- La resistenza ohmica di ciascun conduttore non deve superare il valore indicato nelle tabelle seguenti.

The CEI IEC 60228 standard defines the characteristics of the flexible wires of class 5 and 6 as follows:

- The flexible wires are made of red or tinned copper.
- The inner copper conductor in each wire must have the same diameter.
- The diameter of the inner copper conductor must not go over the value indicated in the following tables.
- The ohmic resistance of each wire must not exceed the value indicated in the following tables.

Tabella E.2a. Caratteristiche dei conduttori flessibili in rame di classe 5 per la produzione di cavi secondo EN 60228:2005

Table E.2a. Characteristics of the copper flexible wires, class 5, for the production of cables according to EN 60228:2005

Sezione nominale [mm ²] Nominal Size	Massimo diametro del filo elementare Maximum diameter of the elementary wire	Massima resistenza ohmica del conduttore a 20°C Maximum ohmic resistance of the wire at 20°C [Ω /mm ²]	
		Rame rosso Bare copper	Rame stagnato Tinned copper
0,5	0,21	39,0	40,1
0,75	0,21	26,0	26,7
1,0	0,21	19,5	20,0
1,5	0,26	13,3	13,7
2,5	0,26	7,98	8,21
4	0,31	4,95	5,09
6	0,31	3,30	3,39
10	0,41	1,91	1,95
16	0,41	1,21	1,24
25	0,41	0,780	0,795
35	0,41	0,554	0,565
50	0,41	0,386	0,393
70	0,51	0,272	0,277
95	0,51	0,206	0,210
120	0,51	0,161	0,164
150	0,51	0,129	0,132
185	0,51	0,106	0,108
240	0,51	0,0801	0,0817
300	0,51	0,0641	0,0654
400	0,51	0,0486	0,0495
500	0,61	0,0384	0,0391
630	0,61	0,0287	0,0292

Tabella E.2b. Caratteristiche dei conduttori flessibili in rame di classe 6 per la produzione di cavi secondo EN 60228:2005

Table E.2b. Characteristics of the copper flexible wires, class 6, for the production of cables according to EN 60228:2005

Sezione nominale [mm ²] Nominal Size	Massimo diametro del filo elementare [mm] Maximum diameter of the elementary wire	Massima resistenza ohmica del conduttore a 20°C Maximum ohmic resistance of the wire at 20°C [Ω /mm ²]	
		Rame rosso Bare copper	Rame stagnato Tinned copper
0,5	0,16	39,0	40,1
0,75	0,16	26,0	26,7
1,0	0,16	19,5	20,0
1,5	0,16	13,3	13,7
2,5	0,16	7,98	8,21
4	0,16	4,95	5,09
6	0,21	3,30	3,39
10	0,21	1,91	1,95
16	0,21	1,21	1,24
25	0,21	0,780	0,795
35	0,21	0,554	0,565
50	0,31	0,386	0,393

Sezione nominale [mm²] <i>Nominal Size</i>	Massimo diametro del filo elementare [mm] <i>Maximum diameter of the elementary wire</i>	Massima resistenza ohmica del conduttore a 20°C <i>Maximum ohmic resistance of the wire at 20°C [Ω /mm²]</i>	
		Rame rosso <i>Bare copper</i>	Rame stagnato <i>Tinned copper</i>
70	0,31	0,272	0,277
95	0,31	0,206	0,210
120	0,31	0,161	0,164
150	0,31	0,129	0,132
185	0,41	0,106	0,108
240	0,41	0,0801	0,0817
300	0,41	0,0641	0,0654

E.3 Correlazione tra le sezioni dei conduttori in AWG e IEC *Wires, correlations between AWG and IEC Sizes*

Tabella E.3 Correlazione tra le sezioni dei cavi in mm² (IEC) e in AWG
Table E.3 Correlation between mm² (IEC) and AWG cable Sizes

Sezioni <i>Sizes</i>		Sezione equivalente <i>Equivalent area [mm²]</i>		
[mm²]	[AWG]	[mm²]	[inch²]	[kcmil]
0,2		0,196	0,000304	387
	24	0,205	0,000317	404
0,3		0,283	0,000438	558
	22	0,324	0,000504	640
0,5		0,5	0,000775	987
	20	0,519	0,000802	1020
0,75		0,75	0,001162	1480
	18	0,823	0,001272	1620
1		1	0,00155	1973
	16	1,31	0,002026	2580
1,5		1,5	0,002325	2960
	14	2,08	0,003228	4110
2,5		2,5	0,003875	4934
	12	3,31	0,005129	6530
4		4	0,0062	7894
	10	5,26	0,008152	10380
6		6	0,0092	11841
	8	8,37	0,012967	16510
10		10	0,0155	19735
	6	13,3	0,02061	26240
16		16	0,0248	31576
	4	21,1	0,03278	41641
25		25	0,0388	49338
	2	33,6	0,0521	66310
35		35	0,0542	69073
	1	42,4	0,0657	83677
50		47	0,0728	92756

Esempio

Un conduttore avente sezione 10 mm² può essere utilizzato come conduttore 8 AWG in quanto la sezione equivalente di quest'ultimo è 8,37 mm² ≤ 10 mm².

Example

A 10 mm² wire can be used as an 8 AWG wire due to the equivalent area that is 8,37 mm² ≤ 10 mm².

E.4 Sezioni minime dei conduttori secondo EN 60204-1

Minimum cross-Sizeal areas of copper conductors according to EN 60204-1

Tabella E.4. Sezioni minime dei conduttori di rame in funzione del tipo di applicazione secondo EN 60204-1:2006

Table E.4. Minimum cross-Sizeal areas of copper conductors by application according to EN 60204-1:2006

Luogo <i>Location</i>	Applicazione <i>Application</i>	Sezione minima [mm²] in funzione del tipo di cavo <i>Minimum cross-Sizeal area [mm²] by type of cable</i>				
		Unipolare <i>Single core</i>		Multipolare <i>Multicore</i>		
		Flessibile Classe 5 o 6 <i>Flexible Calss 5 or 6</i>	A filo unico (Classe 1) o cordato (Classe 2) <i>Solid (Class 1) or stranded (Class 2)</i>	Due poli, schermato <i>Two cores, shielded</i>	Due poli, non schermato <i>Two cores, not shielded</i>	Tre o più poli, schermato o non schermato <i>Three or more cores, shielded or not</i>
Cablaggi all'esterno degli involucri di protezione <i>Wiring outside protecting enclosures</i>	Circuiti di potenza, fissi <i>Power circuits, fixed</i>	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	Circuiti di potenza, soggetti a movimenti frequenti <i>Power circuits, subjected to frequent movements</i>	1,0	-	0,75	0,75	0,75
	Circuiti di comando <i>Control circuits</i>	1,0	1,0	0,2	0,5	0,2
	Comunicazione dati <i>Data communication</i>	-	-	-	-	0,08
Cablaggi all'interno degli involucri <i>Wiring inside enclosures</i>	Circuiti di potenza (connessioni non sog- gette a mutamenti) <i>Power circuits (connections and moved)</i>	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Circuiti di comando <i>Control circuits</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Comunicazione dati <i>Data communication</i>	-	-	-	-	0,08

Appendice F. I gradi di protezione degli involucri

Appendix F. Degrees of protection provided by enclosures

Di seguito vengono analizzate le normative di riferimento che specificano i gradi di protezione degli involucri per materiali ed apparecchiature elettriche sia per il mercato europeo che per quello nord americano con lo scopo di cercare di chiarire la definizione dei gradi di protezione e una correlazione, se possibile, fra i requisiti europei e quelli americani.

Herewith will be analysed all the reference standards specifying the degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment and materials both for the European and for the North American markets, with the aim of clarifying the definition of the degrees of protection and a correlation, if possible, between the European and the American requirements.

F.1. Grado di protezione IP

Degree of protection IP

La norma europea EN 60529 e la norma tedesca DIN 40050 Parte 9 costituiscono, in combinazione, un documento esaustivo per quel che riguarda i gradi di protezione degli involucri. L'obiettivo di queste norme è quello di:

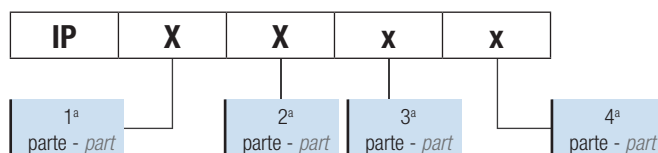
- 1) Definire i gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche in relazione a:
 - a) Protezione di persone contro il contatto con parti pericolose all'interno degli involucri;
 - b) Protezione delle apparecchiature contenute negli involucri contro l'ingresso di corpi solidi;
 - c) Protezione delle apparecchiature contenute negli involucri contro l'ingresso dannoso dell'acqua.
- 2) Designare e classificare i gradi di protezione.
- 3) Stabilire i requisiti per ciascuna designazione.
- 4) Definire le prove di verifica.

Queste norme classificano i gradi di protezione degli involucri attraverso il codice IP. Il codice IP (International Protection oppure Ingress Protection) è costituito da 4 parti caratteristiche che identificano e caratterizzano il grado di protezione di un involucro.

The European EN 60529 standard and the German DIN 40050 standard, part 9, are, combined, an exhaustive document as concerns the degrees of protection provided by enclosures. The object of this standard is to give:

- 1) Definitions for the degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment as regards:
 - a) Protection of persons against contact with hazardous parts inside the enclosures;
 - b) Protection of the equipment inside the enclosures against ingress of solid foreign objects;
 - c) Protection of the equipment inside the enclosures against the harmful effects due to the ingress of water.
- 2) Designations and classification for the degrees of protection
- 3) Requirements for each designation
- 4) Tests to be performed

These Standards classify the degree of protection of the enclosures with the IP code. The IP code (International Protection or Ingress Protection) is made by 4 parts which identify and characterize the degree of protection provided by the enclosure.



Prima parte, indica la protezione dell'individuo contro la penetrazione di corpi solidi e contro l'accesso anche attraverso attrezzi impugnati da una persona.

First part indicates the protection of the equipment against the ingress of solid foreign objects and the protection against access to hazardous parts also by means of tools in the hands of a person.

Tabella F.1. Definizione della prima parte del codice IP

Table F.1. Definition of the first part of the IP code

Livello Level	Definizione Definition	Effetti Effects
IP0_	Non protetto. Non-protected.	Non protetto. Non-protected.
IP1_	Protetto contro corpi solidi di diametro ≥ 50 mm. Protected against solid foreign objects ≥ 50 mm in diameter.	Protetto contro l'accesso col dorso della mano. Protected against access with the back of hand.
IP2_	Protetto contro corpi solidi di diametro $\geq 12,5$ mm. Protected against solid foreign objects $\geq 12,5$ mm in diameter.	Protetto contro l'accesso con un dito. Protected against access with a finger.
IP3_	Protetto contro corpi solidi di diametro $\geq 2,5$ mm. Protected against solid foreign objects $\geq 2,5$ mm in diameter.	Protetto contro l'accesso con un utensile, per esempio un cacciavite. Protected against access with a tool, for instance with a screwdriver.
IP4_	Protetto contro corpi solidi di diametro ≥ 1 mm. Protected against solid foreign objects ≥ 1 mm in diameter.	Protetto contro l'accesso con un filo. Protected against access with a wire.
IP5_	Protetto parzialmente contro la polvere. La penetrazione non è totalmente esclusa, ma essa non deve inficiare il buon funzionamento dell'apparecchiatura o pregiudicarne la sicurezza. Partially dust-protected. Ingress of dust is not totally prevented, but the dust must not enter in sufficient quantity to interfere with satisfactory operation of the equipment or compromise its safety.	Protetto parzialmente contro l'accesso di polvere o di un filo sottile. Ingress of dust is not totally prevented, protected against access with a thin wire.
IP6_	Protetto totalmente contro la polvere. Dust-tight. Protection against ingress of dust.	Totalmente protetto dalla polvere. No ingress of dust, complete protection against contact (dust tight).

Seconda parte, indica il grado di protezione contro gli effetti dannosi sull'apparecchiatura dovuti alla penetrazione di acqua nell'involucro. Se non è prevista protezione contro l'ingresso di acqua la cifra deve essere sostituita dalla lettera X. Questa parte può essere costituita da livelli aggiuntivi presenti nella norma DIN 40050-9.

Second part indicates the degree of protection against the harmful effects due to the ingress of water inside the enclosure. If a protection against the ingress of water is not foreseen, the characteristic numeral must be replaced by letter X. This part may consist of additional levels contained in the DIN 40050-9 standard.

Tabella F.2. Definizione della seconda parte del codice IP

Table F.2. Definition of the second part of the IP code

Livello <i>Level</i>	Definizione <i>Definition</i>	Norma <i>Standard</i>
IP_0	Non protetto. <i>Non-protected.</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_1	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua. <i>Protected against the vertical water dripping.</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_2	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua con inclinazione dell'involucro fino a 15°. <i>Protected against the water dripping when the enclosure is tilted at an angle up to 15°.</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_3	Protetto contro la pioggia (con inclinazione dell'involucro fino a 60°). <i>Protected against rain (enclosure tilted up to 60°).</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua (acqua spruzzata da tutte le direzioni). <i>Protected against spraying (water sprayed from any direction).</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_4K	Protetto contro gli spruzzi d'acqua ad alta pressione (da tutte le direzioni). <i>Protected against high-pressure water spray (from any direction).</i>	DIN 40050-9
IP_5	Protetto contro i getti d'acqua (da tutte le direzioni). <i>Protected against water jets (from any direction).</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_6	Protetto contro i getti d'acqua potenti (da tutte le direzioni). <i>Protected against powerful water jets (from any direction).</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_6K	Protetto contro i getti d'acqua potenti ad alta pressione (acqua in getto potente da tutte le direzioni). <i>Protected against powerful high-pressure jetting (from any direction).</i>	DIN 40050-9
IP_7	Protetto contro gli effetti dell'immersione temporanea (fino a 1 m). <i>Protected against the effects of temporary immersion (up to 1 m).</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_8	Protetto contro gli effetti dell'immersione continua (oltre 1 m). <i>Protected against the effects of continuous immersion (beyond 1 m).</i>	EN 60529, DIN 40050-9
IP_9K	Protetto contro getti di lavaggio ad alta pressione o vapore acqueo (da tutte le direzioni). <i>Protected against high-pressure jets or steam (from any direction).</i>	DIN 40050-9

L'integrazione con la norma DIN consente designazioni aggiuntive che permettono di identificare prodotti con elevati standard qualitativi, quali per esempio le guaine plastiche corrugate di protezione per cavi e relativa raccorderia. La prova mediante getto ad alta pressione (circa 80 bar) consente di definire il prodotto conforme al grado di protezione IP 69K (6 = protezione totale contro la polvere e l'accesso mediante un filo, 9K = protezione contro gli effetti dannosi di getti d'acqua di lavaggio ad alta pressione).

The integration with DIN standard allows additional designations which permit to identify the products with high qualitative standards, such as the corrugated plastic conduits for the protection of cables and pertinent fittings. The test with high-pressure jets (about 80 bar) permits to define the product as IP 69K degree of protection (6 = total protection against dust and access with a wire, 9K = Protection against the harmful effects due to the high-pressure jets).

Terza parte, è la prima lettera addizionale ed indica il grado di protezione contro l'accesso umano a parti pericolose. Essa viene utilizzata nel caso in cui la protezione contro l'accesso a parti pericolose da parte delle persone è effettivamente superiore a quella indicata dalla prima parte, quando quindi non vi è corrispondenza tra il grado di protezione delle persone contro l'accesso a parti pericolose e il grado di protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei; oppure quando non è indicato il grado di protezione contro l'ingresso di corpi solidi (quindi la prima parte è sostituita da una X) ma solo il grado di protezione contro l'accesso umano.

Third part is the first additional letter and indicates the degree of protection for persons against the access to hazardous parts. It is used when the protection for persons against access to hazardous parts is higher than the one indicated by the first part, usually when there is no coincidence between the degree of protection for persons and the degree of protection against the ingress of solid foreign objects; when the degree of protection against solid foreign objects is not indicated (the first part is replaced by a X), but only the degree of protection for persons.

Tabella F.3. Definizione della terza parte del codice IP

Table F.3. Definition of the third part of the IP code

Livello <i>Level</i>	Definizione <i>Definition</i>
a	Protetto contro l'accesso col dorso della mano. <i>Protected against access with the back of hand.</i>
b	Protetto contro l'accesso con un dito. <i>Protected against access with a finger.</i>
c	Protetto contro l'accesso con un utensile, per esempio un cacciavite. <i>Protected against access with a tool, for instance with a screwdriver.</i>
d	Protetto contro l'accesso con un filo. <i>Protected against access with a wire.</i>

Quarta parte, dopo la seconda cifra caratteristica o dopo la lettera supplementare, può essere presente una lettera addizionale che fornisce informazioni ulteriori sulla protezione del materiale.
Fourth part, after the second part or after the supplementary letter, an additional letter can be appended to provide further information related to the protection of the device.

Tabella F.4. Definizione della quarta parte del codice IP

Table F.4. Definition of the fourth part of the IP code

Livello <i>Level</i>	Definizione <i>Definition</i>
f	Resistente agli olii. <i>Oil resistant.</i>
H	Apparecchiatura ad alta tensione. <i>High-voltage equipment.</i>
M	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua quando le sue parti sono in movimento. <i>Tested against the harmful effects due to the ingress of water when its movable parts are in motion.</i>
S	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua quando le sue parti non sono in movimento. <i>Tested against the harmful effects due to the ingress of water when its movable parts are not in motion.</i>
W	Adatto all'uso in condizioni atmosferiche specifiche e dotato di misure o procedimenti protettivi addizionali. <i>Suitable for use under specific atmospheric conditions and provided with additional protective measures or proceedings.</i>

F.2. Grado di protezione NEMA

Degree of protection NEMA

Negli Stati Uniti d'America il grado di protezione degli involucri viene definito attraverso il "Type" (tipo di involucro) in accordo alla classificazione NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Quest'ultima, a differenza delle prescrizioni delle norme europee, include condizioni specifiche quali la corrosione, la ruggine, il ghiaccio, gli olii e i fluidi refrigeranti; la classificazione NEMA prende inoltre in considerazione usi in ambienti interni, esterni e in zone a pericolo di esplosione. Nelle tabelle che seguono vengono indicati i tipi (Type) di involucri e le condizioni alle quali viene fornita protezione sia per ambienti pericolosi che per ambienti non pericolosi.

On the USA market the enclosures' degrees of protection is defined by the "Type" (type of enclosure) according to NEMA (National Electrical Manufacturers Association) classification. NEMA, unlike the European standards, includes specific conditions such as corrosion, rust, ice, oils and coolants; the NEMA classification takes also into consideration uses for indoor, outdoor and hazardous locations. In the following tables are indicated the Types of Enclosure and the conditions under which they provide protection in nonhazardous and hazardous locations.

Tabella F.5. Tipi (Type) di involucri per uso in ambienti non pericolosi

Table F.5. Type of enclosure for use in nonhazardous locations

Condizioni alle quali viene fornita protezione <i>Provides protection against the following conditions</i>	Tipo di involucro <i>Type of Enclosure</i>															
	1 ^(a)	2 ^(a)	3	3X	3R ^(a)	3RX ^(a)	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Ambienti interni <i>Indoor</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ambienti esterni <i>Outdoor</i>			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			
Accesso a parti pericolose <i>Access to hazardous parts</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di corpi solidi estranei (sporcizia che cade) <i>Ingress of solid foreign objects (falling dirt)</i>	•	•							•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di corpi solidi estranei (deposito di polveri in sospensione, filamenti, fibre e composti volatili ^(b)) <i>Ingress of solid foreign objects (settling airborne dust, lint, fibers, and flyings ^(b))</i>									•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di corpi solidi estranei (polveri in circolazione, filamenti, fibre e composti volatili ^(b)) <i>Ingress of solid foreign objects (circulating dust, lint, fibers, and flyings ^(b))</i>									•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di corpi solidi estranei (polveri soffiate dal vento, filamenti, fibre e composti volatili ^(b)) <i>Ingress of solid foreign objects (windblown dust, lint, fibers, and flyings ^(b))</i>			•	•			•	•	•	•		•	•			
Ingresso di acqua (gocce e spruzzi leggeri) <i>Ingress of water (dripping and light splashing)</i>		•							•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di acqua (pioggia, neve, nevischio ^(c)) <i>Ingress of water (rain, snow, and sleet ^(c))</i>			•	•	•	•	•	•	•	•		•	•			
Ingresso di acqua (lavaggi e spruzzi) <i>Ingress of water (hosedown and splashing water)</i>									•	•		•	•			
Nevischio ^(d) <i>Sleet ^(d)</i>							•	•								
Ingresso d'acqua (immersion temporanea occasionale) <i>Ingress of water (occasional temporary submersion)</i>												•	•			
Ingresso d'acqua (immersion prolungata occasionale) <i>Ingress of water (occasional prolonged submersion)</i>													•			
Infiltrazioni di olii e refrigeranti <i>Oil and coolant seepage</i>														•	•	•
Spruzzi e schizzi di olii e refrigeranti <i>Oil or coolant spraying and splashing</i>																•
Agenti corrosivi <i>Corrosive agents</i>				•		•		•		•			•			

(a) Questi involucri possono essere ventilati.

(b) Queste fibre e composti volatili non sono intesi come materiali e non sono da considerare come fibre e composti volatili in Classe III. Per maggiori informazioni sulle fibre e i composti volatili infiammabili in Classe III fare riferimento all'Articolo 500 del National Electrical Code (NEC).

(c) Non è richiesto che i meccanismi operativi esterni siano funzionanti quando l'involucro è coperto di ghiaccio.

(d) È richiesto che i meccanismi operativi esterni siano funzionanti quando l'involucro è coperto di ghiaccio.

(a) These enclosures may be ventilated.

(b) These fibers and flyings are nonhazardous materials and are not considered Class III type ignitable fibers or combustible flyings. For Class III type ignitable fibers or combustible flyings see the National Electrical Code, Article 500.

(c) External operating mechanisms are not required to be operable when the enclosure is ice covered.

(d) External operating mechanisms are operable when the enclosure is ice covered.

Tabella F.6. Tipi (Type) di involucri per uso in zone pericolose
Table F.6. Type of enclosure for use in hazardous locations

Tipo di ambiente e componenti presenti nell'ambiente al quale viene fornita protezione ^(a) Provides protection against the following typical chemicals contained in atmosphere and for the specified ambient type ^(a)	Zona pericolosa corrispondente Related hazardous locations	Tipo di involucro ^(b) Type of Enclosure ^(b)			
		7	8	9	10
Ambienti interni Indoor	-	•	•	•	cfr. ^(d)
Ambienti esterni Outdoor	-		•		cfr. ^(d)
Acetilene Acetylene	Class I Group A	•	•		
Idrogeno, gas manifatturato Hydrogen, manufactured gas	Class I Group B	•	•		
Etere etilico, etilene, ciclopropano Diethyl ether, ethylene, cyclopropane	Class I Group C	•	•		
Benzina, esano, butano, nafta, propano, acetone, toluene, isoprene Gasoline, hexane, butane, naphtha, propane, acetone, toluene, isoprene	Class I Group D	•	•		
Polvere metallica Metal dust	Class I Group E			•	
Nero di carbone, polvere di carbone, polvere di coke Carbon black, coal dust, coke dust	Class II Group F			•	
Farina, amido, polvere di grano Flour, starch, grain dust	Class II Group G			•	
Fibre, composti volatili ^(c) Fibers, flyings ^(c)	Class III Group G			•	
Metano con o senza polvere di carbone Methane with or without coal dust	MSHA ^(d)				•

(a) Se l'installazione dei Type 7, 8, 9 e 10 è all'esterno e/o è richiesta una protezione supplementare per le condizioni di Tabella I.5, è necessario un involucro di tipo combinato.

(b) A causa delle caratteristiche del gas, del vapore o della polvere, un prodotto adatto per una Classe o Gruppo può non essere adatto per un'altra Classe o Gruppo a meno che non sia marcato sul prodotto.

(c) Per le fibre ed i composti volatili infiammabili in Classe III fare riferimento all'Articolo 500 del National Electrical Code (NEC).

(d) Mine Safety and Health Administration, 30 CFR, Part 18.

(a) If the installation of Type 7, 8, 9 and 10 is outdoors and/or additional protection is required by Table I.5, a combination-type enclosure is required.

(b) Due to the characteristics of the gas, vapor, or dust, a product suitable for one Class or Group may not be suitable for another Class or Group unless marked on the product.

(c) For Class III type ignitable fibers or combustible flyings see the National Electrical Code, Article 500.

(d) Mine Safety and Health Administration, 30 CFR, Part 18.

F.3. Correlazione tra gradi di protezione **Conversion between degrees of protection**

Il documento NEMA n. 250 (appendice A) fornisce una correlazione tra i tipi di involucri riconosciuti ed i gradi di protezione degli involucri secondo la classificazione europea (grado IP). Poiché la norma europea non prevede specifici gradi di protezione contro il danno meccanico delle apparecchiature elettriche, i rischi di esplosione o condizioni particolari quali la condensa, vapori corrosivi, ecc. la correlazione con i gradi di protezione IP non è univoca e vincolante. I gradi di protezione definiti dalle norme IEC sono formati dalle lettere IP seguite da due parti numeriche. La prima parte caratteristica indica il grado di protezione fornito dall'involucro contro l'accesso a parti pericolose e la penetrazione di corpi solidi. La seconda parte caratteristica indica il grado di protezione fornito dall'involucro rispetto agli effetti dannosi prodotti dalla penetrazione di acqua. Le seguenti tabelle forniscono una correlazione degli involucri definiti da NEMA (Type) e la classificazione IEC (IP) e si basa sul concetto che i tipi di involucri NEMA soddisfano o superano i requisiti di prova delle relative classificazioni IEC associate, per questo motivo le tabelle non possono essere usate per operare una conversione da classificazione IEC (IP) al tipo (Type) di involucro NEMA.

The NEMA standard n.250 (Appendix A) gives a correlation among the recognized enclosures and the degrees of protection of the enclosures according to IP classification. As the European standard does not specify degrees of protection against the mechanical damage of equipment, risk of explosion or particular conditions such as moisture, corrosive vapors, etc., the correlation with the IP degrees of protection is not univocal and binding. The IEC designation consists of the letters IP followed by two numerals. The first characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure with respect to persons and solid foreign objects entering the enclosure. The second characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure with respect to the harmful ingress of water.

The following tables provide an equivalent conversion from the enclosure NEMA Type numbers to the IEC enclosure classification designations IP. The enclosure type numbers meet or exceed the test requirements for the associated IEC classification; for this reason the tables cannot be used to convert from IEC classifications to enclosure NEMA Type numbers.

Tabella F.7. Correlazione della classificazione NEMA con la prima parte del codice IP
Table F.7. Conversion of NEMA enclosures with the first part of the IP code.

Prima parte del codice IP First part of the IP code	Tipo (Type) di involucro NEMA NEMA Type of Enclosure															
	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
IPO_	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP1_	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Prima parte del codice IP <i>First part of the IP code</i>	Tipo (Type) di involucro NEMA <i>NEMA Type of Enclosure</i>															
	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
IP2_	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP3_			•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP4_			•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP5_			•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP6									•	•		•	•			

Tabella F.8. Correlazione della classificazione NEMA con la seconda parte del codice IP

Table F.8. Conversion of NEMA enclosures with the second part of the IP code.

Seconda parte del codice IP <i>Second part of the IP code</i>	Tipo di involucro NEMA <i>NEMA Type of Enclosure</i>																
	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13	
IP_0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
IP_1		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
IP_2		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
IP_3			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
IP_4			•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	
IP_5			•	•			•	•	•	•		•	•				
IP_6									•	•		•	•				
IP_7												•	•				
IP_8												•	•				

Per comodità si riportano in tabella i tipi di involucri NEMA ed i relativi massimi gradi di protezione IP corrispondenti.

For convenience, the table below sets the NEMA Types of enclosures and the correspondent maximum degree of protection IP.

Tabella F.9. Correlazione della classificazione NEMA con il massimo grado di protezione IP corrispondente.

Table F.9. Conversion of NEMA enclosures with the correspondent maximum degree of protection IP.

Tipo di involucro NEMA NEMA Type of Enclosure	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Grado di protezione IP IP Degree of protection	IP20	IP22	IP55	IP55	IP24	IP24	IP55	IP55	IP66	IP66	IP53	IP67	IP68	IP54	IP54	IP54

Esempio

È specificato il grado di protezione IP65 per un involucro, quali sono i tipi (Type) di involucri NEMA che soddisfano o superano i requisiti per questo grado di protezione?

Example

A IP65 degree of protection is defined, what are the types (Type) of NEMA enclosures that meet or exceed the requirements for this degree of protection?

Utilizzando la tabella F.7 si individuano i tipi di involucri NEMA che soddisfano la prima parte del codice IP mentre con la tabella I.8 quelli che soddisfano la seconda parte del codice IP.

Using table F.7 identifies the NEMA types of enclosures that satisfy the first part of the IP code, with table I.8 those which satisfy the second part of the IP code.

Correlazione Conversion	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
IP6__									•	•		•	•			
IP_5			•	•			•	•	•	•		•	•			
Nella riga sotto si indicano i tipi di involucri in comune. On the row below only the common type of enclosures are listed																
IP65									•	•		•	•			

Quindi i tipi (Type) 4, 4X, 6 e 6P soddisfano o superano i requisiti richiesti per il grado di protezione IP65.

Finally the NEMA types 4, 4X, 6 and 6P meet or exceed the requirements for the degree of protection IP65.

Appendice G. Classi di infiammabilità

Appendix G. Flammability rating

UL 94 è una norma prodotta dall'Istituto americano Underwriters Laboratories che definisce il test e le classi di infiammabilità per le materie plastiche. La norma classifica le materie plastiche in funzione del loro comportamento al fuoco, dalla meno resistente alla più resistente alla fiamma.

UL 94 is a plastics flammability standard released by Underwriters Laboratories of the USA.

The standard classifies plastics according to how they burn in various orientations and thicknesses, from the least flame-retardant to most flame-retardant.

Classe HB – Combustione su provino orizzontale

Class HB – Horizontal burning test

Il provino è posizionato orizzontalmente ed esposto alla fiamma di un Bunsen ($h = 20\text{ mm}$) per 30 secondi. Viene registrata l'ignizione e la combustione. La classificazione HB è definita sulla base della velocità di combustione dei provini di spessore fino a 13 mm (6 provini di 125 mm x 13 mm di dimensione).

I criteri di attribuzione della classe UL 94 HB:

- la velocità di combustione dei provini di spessore tra 3 e 13 mm su una distanza di 75 mm è $\leq 40\text{ mm/min}$ oppure
- la velocità di combustione dei provini di spessore fino a 3 mm su una distanza di 75 mm è $\leq 75\text{ mm/min}$ oppure
- la combustione si deve arrestare prima della marcatura dei 100 mm.

The specimen is placed horizontally and exposed to a Bunsen burner flame ($h = 20\text{ mm}$) for 30 seconds.

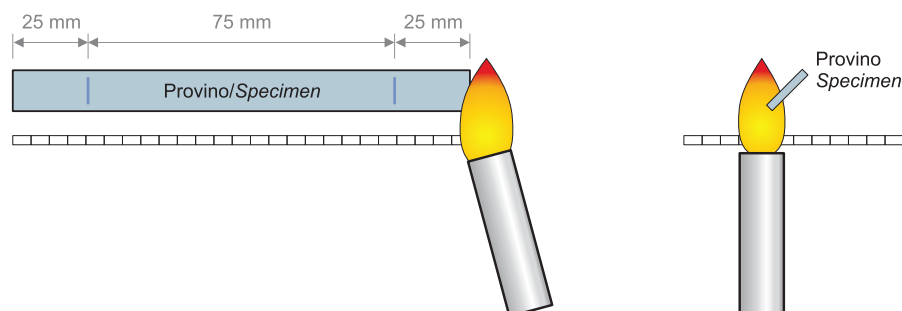
Any ignition or burning is noted. A HB classification is awarded on the basis of the burning rate of specimens (6 test specimens 125 mm x 13 mm) up to 13 mm thick.

Assessment criteria for UL 94 HB are:

- *burning rate of specimens between 3 and 13 mm thick over a distance of 75 mm is $\leq 40\text{ mm/min}$ or*
- *burning rate of specimens up to 3 mm thick over a distance of 75 mm is $\leq 75\text{ mm/min}$ or*
- *burning must cease before the 100 mm mark.*

Figura G.1. Combustione su provino orizzontale

Figure G.1. Horizontal burning test



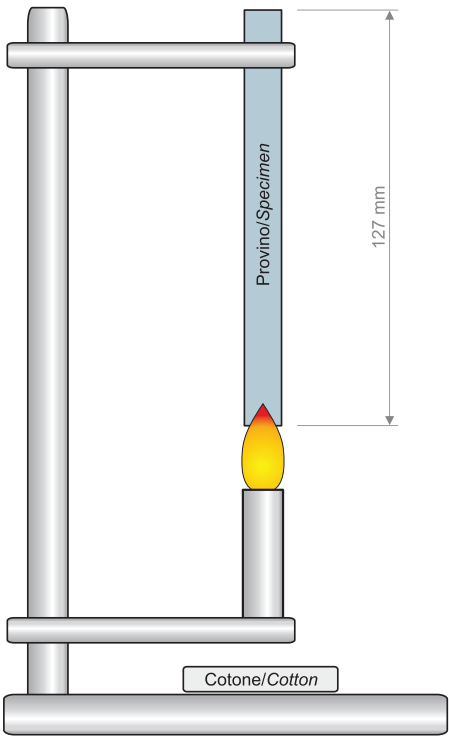
Classi V0, V1 e V2 – Combustione su provino verticale
Class V0, V1 e V2 – Vertical burning test

In questo test il provino è posizionato verticalmente ed esposto alla fiamma di un Bunsen ($h = 20\text{ mm}$) per due periodi di 10 secondi (il secondo periodo è applicato dopo estinzione della fiamma). I criteri di attribuzione della classe sono il tempo di combustione, il tempo totale di combustione e il gocciolamento di particelle combuste di provini di spessore fino a 13 mm (10 provini di 125 mm x 13 mm di dimensione).

In this test the specimen is placed vertically and exposed to a Bunsen burner flame ($h = 20$) for two periods of 10 seconds (the second period is applied after extinction). The assessment criteria are burning time, total burning time and the dropping of burning particles of specimens (10 test specimens 125 mm x 13 mm) up to 13 mm thick as follows.

Classe Classification	V0	V1	V2
Tempo di combustione dopo ogni applicazione della fiamma Burning time after each flame application	$\leq 10\text{ sec}$	$\leq 30\text{ sec}$	$\leq 30\text{ sec}$
Tempo totale di combustione del lotto di provini Total burning time per batch	$\leq 50\text{ sec}$	$\leq 250\text{ sec}$	$\leq 250\text{ sec}$
Combustione per tutta l'altezza del provino Burning up to the clamp	No	No	No
Combustione ed incandescenza dopo seconda applicazione della fiamma Burning and glowing time after second flame application	$\leq 30\text{ sec}$	$\leq 60\text{ sec}$	$\leq 60\text{ sec}$
Ignizione del panno di cotone Ignition of cotton wadding	No	No	Si Yes

Figura G.2. Combustione su provino verticale
Figure G.2. Vertical burning test



Appendice H. Prodotti Listed o prodotti Recognized

Appendix H. Listed or Recognized products

Nella ricerca quotidiana di componenti da installare negli impianti di automazione, ci si trova molto spesso di fronte a componenti che differiscono tra loro per la tipologia di omologazione. Alcuni prodotti sono classificati come Recognized ed altri come Listed; vediamo di seguito quali sono le differenze.

During the daily research of components to be installed in the automation systems, we often find various components which differ as concerns standard approvals. Some products are classified as "Recognized" and others as "Listed"; here are the differences as follows:

H.1. I prodotti Listed

Listed products

Il marchio UL Listed, è sicuramente il marchio più comunemente adottato per le apparecchiature destinate agli utenti finali ma non dimentichiamo che non è l'unico che possiamo trovare sul mercato, ne esistono degli altri quali ad esempio il marchio ETL Listed e CSA Listed che hanno eguale valore dal punto di vista normativo. Se un prodotto riporta questi marchi, significa che esso risponde ai requisiti di sicurezza che sono in primo luogo basati sugli Standards di Sicurezza pubblicati dall'ANSI (American National Standard Institute) ossia l'Istituto Nazionale Americano di normazione che a sua volta recepisce le prescrizioni emesse dai vari enti quali UL, ETL, CSA, NEMA o altri organismi accreditati. Significa inoltre che il prodotto è stato verificato attraverso una serie di test ed analisi eseguite nei laboratori di prova NRTL (National Recognized Testing Laboratories) quali UL, CSA, TUV, ETL che a loro volta sono Istituti riconosciuti dall'OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ovvero l'Istituto Nazionale Americano che si occupa di sicurezza negli ambienti di lavoro.

Questo marchio è visibile comunemente su prodotti finiti destinati all'utente utilizzatore e sono prodotti quali elettrodomestici, apparecchiature per computer, forni, rilevatori di fumo e di monossido di carbonio, estintori, giubbotti salvagente, vetri antiproiettile e migliaia di altri prodotti.

Tipici esempi del settore dell'automazione industriale sono i computer industriali, gli azionamenti per motori elettrici, i fusibili ed i portafusibili oppure le guaine flessibili metalliche ed i relativi raccordi destinate alla protezione di cavi per il collegamento dei motori o di apparecchiature in genere. Oppure ancora i tray cable che sono cavi realizzati per le connessioni tra le canaline posa cavi (cable tray) e l'apparecchiatura; sono, in sostanza, tutti prodotti il cui impiego o la destinazione d'uso è ben specificata da normative di riferimento.

Il marchio UL Listed su un prodotto è riconoscibile attraverso un elemento fondamentale: il marchio circolare UL ed il nome del produttore, il nome commerciale o un numero che identifica il produttore e possono essere seguiti da altri due elementi: la parola "LISTED" in lettere maiuscole e il nome del prodotto (es. "lampada portatile", "portafusibile", ecc.).

Il marchio UL Listed preceduto dalla lettera "C" indica che il prodotto è specifico per il mercato Canadese. I prodotti con questo tipo di marchio sono stati valutati e verificati secondo i requisiti di sicurezza Canadesi che possono essere, per alcuni aspetti, diversi da quelli adattati negli Stati Uniti.

Il marchio UL Listed preceduto dalla lettera "C" e seguito dalla sigla "US" indica la conformità del prodotto sia ai requisiti normativi Canadesi che a quelli degli Stati Uniti.

UL Listed mark is for sure the most commonly used mark for the equipment assigned to final users, but it is not the only one available on the market. There are other marks such as ETL Listed and CSA Listed, having the same value from the normative point of view. If a product has one of these marks, it means that it complies with the safety requirements based on the Safety Standards published by ANSI (American National Standard Institute), that is, the American national standard institute which acknowledges, in its turn, the rules of various institutes such as UL, ETL, CSA, NEMA or other reliable authorities. Furthermore, it means that the product has been verified through a series of tests and analysis carried out at NRTL (National Recognized Testing Laboratories) laboratories, such as UL, CSA, TUV, ETL, which are institutes recognized by OSHA (Occupational Safety and Health Administration), the American national institute dealing with safety at work. This mark can be seen usually on finished products addressed to the users, such as electric household appliances, equipment for computers, ovens, smoke and carbon monoxide alarms, fire extinguishers, life jackets, bullet-proof glass and thousands of other products.

Typical examples of products belonging to the industrial automation sector are the industrial computers, the actuators for electrical motors, fuses and fuseholders, or the flexible metal conduits and pertinent fittings intended to protect the cables for the connection of motors or equipment. Besides, there are tray cables, which are cables made for the connection of cable trays with the equipment; they are all products whose use is specified by reference standards.

The UL Listed mark on a product can be recognized through a fundamental feature: the round UL mark and the name of the manufacturer, the trade name or a number identifying the manufacturer, which can be followed by other two elements: the "LISTED" word in capital letters and the name of the product (e.g. "portable lamp", "fuseholders", etc.).

UL Listed mark with before a "C" letter, means that the product is specific for the Canadian market. Products with this kind of mark have been evaluated and tested in compliance with the Canadian safety requirements which, in some respects, can differ from the ones applied in the United States.

UL Listed mark with before a "C" letter and the "US" abbreviation after, indicates the product compliance with both Canadian and United States requirements.



H.2. I prodotti Recognized

Recognized products

Il marchio UL Recognized è un marchio che l'utente finale difficilmente vede poiché è utilizzato specificatamente per i componenti che costituiscono gli elementi base di prodotti o sistemi più ampi. Questi componenti, proprio perché componenti di base, possono avere delle restrizioni sulle loro funzionalità o possono essere incompleti nella loro costruzione. Essi differiscono nella sostanza dai prodotti Listed perché riportano sempre nella loro stessa certificazione, una "condizione di accettabilità"; significa che la loro idoneità dipende dall'impiego che il costruttore ne fa, da come egli, ad esempio, li dimensiona rispetto al sistema nel quale vengono inseriti.

Questo marchio si trova su numerosissimi prodotti quali alimentatori, interruttori, circuiti stampati e alcune tipologie di attrezzature industriali di controllo e numerosi altri prodotti. Un esempio tipico è quello dei cavi unipolari style 1015/1284 per il cablaggio interno delle apparecchiature o di alcune lampade di illuminazione; prodotti la cui destinazione d'uso non è definita da norme di riferimento e il cui impiego copre un ventaglio piuttosto ampio di possibilità.

Anche nel caso del prodotto Recognized, il marchio UL Recognized è riconoscibile attraverso un elemento fondamentale: il marchio UR, il nome del produttore, il nome commerciale o un numero che identifica il produttore.

I prodotti destinati al mercato Canadese riportano il marchio UL Recognized preceduto dalla lettera "C". Anche per il marchio UL Recognized vi è la possibilità della conformità contemporanea ai requisiti Canadesi e degli Stati Uniti, in questo caso il marchio è preceduto dalla lettera "C" e seguito dalla sigla "US".

The UL Recognized mark can be hardly seen by the user, as it is used in particular for components being the basic elements of greater products or systems. Being basic components, they can have restricted functional characters or incomplete structure. They differ from the Listed products for the fact that in their own standard a "condition of acceptability" is always reported: that means, that their suitability depends on how the manufacturer uses them, for instance how he measures them as regards the system they are inserted in. This mark can be found on several products such as feeders, switches, printed circuits and some types of industrial control equipment and other numerous products. A typical example is the one of the single core cables style 1015/1284 for the internal wire harness of equipment or lamps; they are products whose destination is not specified by reference standards and their use covers a wide range of possibilities.

Also in case of a Recognized product, the UL Recognized mark can be recognized through some fundamental elements: the UR mark, the name of the manufacturer, the trade name or a number identifying the manufacturer.

The products for the Canadian markets show the UL Recognized mark with a "C" letter before. Also for the UL Recognized mark there is the possibility of a simultaneous compliance with the Canadian and the United States requirements, and in this case the mark has a "C" letter before and a "US" abbreviation after.



H.3. Differenza fra prodotti Listed e prodotti Recognized *Difference between Listed products and Recognized products*

Come esempio si consideri una vasca idromassaggio; se si individua una etichetta con il marchio UL Listed e le altre informazioni definite precedentemente, allora la vasca idromassaggio, che è il prodotto finale, risponde ai requisiti stabiliti dalla norma UL 1563, Electric Spas, Equipment Assemblies and Associated Equipment.

Se invece non si individua il marchio UL Listed sul prodotto, da una analisi più attenta, si potrebbe rilevare che alcuni componenti della vasca idromassaggio, come la pompa, il sistema di controllo o il filtro hanno il marchio UL Recognized. Alcuni costruttori potrebbero affermare che, poiché i componenti sono UL Recognized, allora il prodotto in cui essi sono installati risponde a tutti i requisiti necessari. Ma questo non sempre è vero poiché il marchio UL Recognized significa che il componente "da solo" risponde ai requisiti per un uso specifico e limitato e solo il marchio UL Listed applicato sul prodotto, in questo caso sulla vasca idromassaggio, indica che il prodotto stesso risponde ai requisiti di una norma specifica.

In conclusione possiamo affermare che il marchio UL Recognized copre la verifica e la valutazione di componenti che sono incompleti o le cui funzionalità sono ristrette. Essi potrebbero essere idonei se utilizzati come componente di una determinata macchina ma non in una esattamente uguale se installata in una zona a pericolo di esplosione od in una zona per la quale esistono delle norme specifiche che ne regolano l'installazione. Questi componenti saranno utilizzati in prodotti completi o sistemi UL Listed. In ogni caso i prodotti finiti possono sempre essere soggetti a valutazione da parte degli AHJs (Authorities Having Jurisdiction) ovvero gli enti Americani di controllo sulle installazioni. Qualora il prodotto finito sia Listed la verifica si limita alla constatazione della presenza del marchio ed alla correttezza dell'installazione, nel caso in cui il prodotto non sia Listed la verifica può spingersi fino al controllo dell'idoneità di ogni singolo componente rispetto alla funzionalità, alla destinazione d'uso ed all'installazione del prodotto finito.

La distinzione fra componente e prodotto finito è il punto critico tra la certificazione di un componente e la certificazione di un prodotto finito nel quale il componente viene utilizzato. Ritornando all'esempio della vasca idromassaggio, l'uso di componenti UL Recognized all'interno di un prodotto finito non significa ne che il prodotto stesso sia UL Listed, ne che risponda alle norme di riferimento per quel tipo di prodotto.

As an example, see a hydromassage tub: if there is a label with a UL Listed mark on it and all the other previously mentioned information, it means that the hydromassage tub, which is the end product, meets the requirements of UL 1563 standard, Electric Spas, Equipment Assemblies and Associated Equipment.

If, otherwise, the UL Listed mark cannot be found on the product, after a careful consideration, it could be possible to find out that some components of the hydromassage tub, such as the pump, the control system or the filter show the UL Recognized mark. Some manufacturers could say that, as the components are UL Recognized marked, the product they are installed in meets the necessary requirements. This is not always true, because the UL Recognized mark means that the single component meets the requirements for a specific and limited use, and just the UL Listed mark applied on the product, in this case on the hydromassage tub, indicates that the product as a whole meets the standard requirements.

To sum up, we can say that the UL Recognized mark covers the check and evaluation of components which are incomplete or have reduced functionalities. They could be suitable if used as components of a certain machine, but they are unfit if that same machine is installed in a burst hazard location or in a place where the installation must follow specific standards. These components will be used with complete finished products or UL Listed systems. In any case, the finished products can be always subject to evaluation by AHJs (Authorities Having Jurisdiction), that is, the American inspection institutions for installations. When the finished product is Listed, the inspection is limited to recognition of the mark presence and right installation; in case the product is not Listed, the inspection can include also the verification of suitability for each single component as regards functionality, use and installation of the end-item.

The distinction between a component and the end-item is the critical point between the certification of one component and the certification of the end-item, where the component is used. So, going back to the example of the hydromassage tub, the use of UL Recognized components within a end-item does not mean neither that the product is UL Listed, nor that it is in compliance with the reference standard regarding that kind of product.

Appendice I. Hazardous locations

Appendix I. Hazardous locations

L'ANSI/NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) definisce le aree pericolose (hazardous locations) come quelle aree dove può sussistere il pericolo di incendio o di esplosione a causa di gas infiammabili, vapori infiammabili, liquidi infiammabili, polveri combustibili o fibre o volatili combustibili. Il NEC dedica molta attenzione alle hazardous locations perchè le apparecchiature elettriche possono diventare origine di incendi all'interno di queste aree. Gli articoli dal 500 al 504 e dal 510 al 517 forniscono una classificazione e le regole di installazione per l'uso di apparecchiature elettriche all'interno delle hazardous locations.

Il sistema di classificazione delle hazardous locations avviene su tre livelli: tipo di area, condizione del pericolo e natura del materiale presente nell'area.

I tipi di hazardous locations sono tre.

Il primo tipo di area, definita Class I, è quella in cui vi è la presenza di gas o vapori in atmosfera in quantità tali da far sussistere il rischio di esplosione che può essere innescata dalla presenza di apparecchiature elettriche o di altra natura.

Il secondo tipo di area, definita Class II, è quella in cui vi sono polveri combustibili, eventualmente anche in sospensione nell'aria, che possono causare un'esplosione.

Il terzo tipo di area, definita Class III, è quella in cui vi è la presenza di fibre o volatili facilmente combustibili generate in seguito al trattamento, immagazzinamento o la trasformazione di alcune tipologie di materiali. In questo caso le fibre o i volatili possono raccogliersi intorno al macchinario e, una volta riscaldate, possono incendiarsi a causa di una scintilla o di parti metalliche eccessivamente calde.

Oltre al tipo il NEC definisce le condizioni per cui sussiste il pericolo. I materiali presenti nell'area possono essere pericolosi sotto differenti condizioni, per semplicità il NEC suddivide queste condizioni in condizioni normali, definite Division 1, e condizioni anormali, definite Division 2. In condizioni normali il pericolo sussiste costantemente durante la produzione o durante frequenti attività di riparazione o di manutenzione. Quando invece il materiale pericoloso è confinato all'interno di sistemi chiusi (per esempio dei contenitori) ed è presente in atmosfera solo a causa di una rottura, una perdita o una operazione errata allora la condizione viene definita anormale.

Infine il NEC definisce la natura dei materiali pericolosi presenti nell'area raggruppandoli in funzione della temperatura di combustione, della pressione di esplosione o di altre caratteristiche di infiammabilità (Group A, B, C, D, E, F, G).

Immaginiamo di dover classificare un'area in cui viene immagazzinato del GPL in serbatoi chiusi. Il GPL è un gas e quindi la zona di immagazzinamento rientra nel tipo definito Class I; il gas può essere presente in atmosfera solo in seguito ad una perdita o ad una rottura accidentale di uno o più serbatoi e quindi si tratta di una condizione anormale definita Division 2. Infine il materiale, gas di petrolio liquefatto, rientra nel Group D come si può facilmente individuare dalla tabella che segue.

In Europa le aree pericolose vengono classificate dalla norma EN 60079-10 ed in Canada dal Canadian Electrical Code.

The ANSI/NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) defines the Hazardous Locations as locations where fire or explosion hazards may exist due to flammable gases or vapors, flammable liquids, combustible dust, or ignitable fibers or flyings. The NEC pays attention to the hazardous locations because the electrical equipment can become source of ignition in these volatile areas. Articles 500 through 504, and 510 through 517 provide classification and installation standards for the use of electrical equipment in these locations.

Hazardous locations are classified in three ways: location types, danger condition and nature of the material in the location.

There are three types of hazardous locations.

The first type of location, Class I, is an area where flammable gases or vapours in the air are present in concentrations suitable to produce, which could be ignited if an electrical or other source of ignition is present.

The second type of location, Class II, is the area made hazardous by the presence of combustible dust, suspended in the atmosphere, which can cause an explosion.

The third type of location, Class III, is the area where there are easily-ignitable fibers or flyings present, due to the types of materials being handled, stored or processed. In this case the fibers or the flyings can collect around machinery where heat, a spark or hot metals parts can ignite them.

In addition to the types of hazardous locations, the NEC concerns itself with the kind of conditions under which the hazard is present. The hazardous materials may exist in several different kinds of conditions which, for simplicity, the NEC describe as normal conditions, Division 1, and abnormal conditions, Division 2. In the normal condition, the hazard would be expected to be present in everyday production operations or during frequent repair and maintenance activity. While, when the hazardous material is expected to be confined within closed systems (e.g. containers) and is present in the atmosphere only through accidental rupture, breakage or unusual faulty operation, the situation could be called abnormal.

Finally, the NEC defines the nature of the hazardous materials which are present in the location, grouping them according to the ignition temperature, the explosion pressure and other flammable characteristics (Group A, B, C, D, E, F, G).

An example: how would we classify a storage area where LP gas is contained in closed containers? LP gas is a Class I substance; the gas would be present in the atmosphere only if a leakage or an accidental rupture of one or more containers occurred, so it is an abnormal condition, Division 2. Finally, the material, liquid petroleum gas, belongs to Group D material, as shown in the following table.

In Europe the hazardous locations are classified by EN 60079-10 standard, and in Canada by the Canadian Electrical Code.

Tabella I.1. Hazardous locations secondo l'Art. 500 del NFPA 70 (NEC) - Ed. 2008/2011

Table I.1. Hazardous locations according to Art. 500 of NFPA 70 (NEC) - Ed. 2008/2011

Tipo di area Type of location	Condizione del pericolo Hazardous condition	Natura del materiale Nature of the material	Esempi Examples
Class I (Art. 501 del NEC) Sono aree in cui la presenza di gas o vapori infiammabili in aria è (o può essere) tale da produrre miscele esplosive o infiammabili. Class I (Art. 501 of NEC) <i>Locations in which flammable gases or vapors are or may be present in the air in quantities sufficient to produce explosive or ignitable mixtures.</i>	Division 1 Sono aree in cui, in condizioni normali, la concentrazione pericolosa di gas o vapori infiammabili è presente in modo continuo, intermittente o periodico. Oppure sono aree in cui la concentrazione pericolosa di gas o vapori infiammabili può essere presente frequentemente a causa di operazioni di riparazione, manutenzione o a causa di una perdita. Oppure sono aree in cui un guasto o un difetto nell'operatività della macchina o del processo può rilasciare concentrazioni pericolose di gas o vapori infiammabili. Division 2 Sono aree in cui liquidi volatili infiammabili o gas infiammabili sono trattati, processati o usati ma sono normalmente tenuti in contenitori chiusi e possono fuoriuscire solo per una rottura accidentale. Oppure sono aree in cui la concentrazione pericolosa di gas o vapori sono normalmente soggetti a sistemi di ventilazione meccanica e possono diventare pericolosi in seguito al guasto del sistema di ventilazione. Oppure sono aree adiacenti alle aree Class I, Division 1. Division 1 <i>Locations in which ignitable concentrations of flammable gases or vapors can exist under normal operating conditions. Or in which ignitable concentrations of such gases or vapors may exist frequently because of repair or maintenance operations or because of leakage. Or in which breakdown or faulty operation of equipment or processes might release ignitable concentrations of flammable gases or vapors and might also cause simultaneous failure of electrical equipment in such a way as to directly cause the electrical equipment to become a source of ignition.</i> Division 2 <i>Locations in which volatile flammable liquids or flammable gases are handled, processed, or used, but in which the liquids, vapors, or gases will normally be confined within closed containers or closed systems from which they can escape only in case of accidental rupture or breakdown of such containers or systems or in case of abnormal operation of equipment. Or in which ignitable concentrations of gases or vapors are normally prevented by positive mechanical ventilation and which might become hazardous through failure or abnormal operation of the ventilating equipment. Or that is adjacent to a Class I, Division 1 location, and to which ignitable concentrations of gases or vapors might occasionally be communicated unless such communication is prevented by adequate positive-pressure ventilation from a source of clean air and effective safeguards against ventilation failure are provided.</i>	Group A Atmosfere contenenti acetilene. Group B Atmosfere contenenti idrogeno o materiali dalle caratteristiche simili. Group C Atmosfere contenenti etilene o materiali dalle caratteristiche simili. Group D Atmosfere contenenti butano, benzina, gas naturale, propano. Group A <i>Atmospheres containing acetylene.</i> Group B <i>Atmospheres containing hydrogen or other materials with similar characteristics.</i> Group C <i>Atmospheres containing ethylene or other materials with similar characteristics.</i> Group D <i>Atmospheres containing butane, gasoline, natural gas and propane.</i>	All'interno di questa classificazione vi sono le raffinerie di petrolio, i depositi e i distributori di benzina; gli stabilimenti per la pulizia a secco dove possono essere presenti vapori provenienti dai fluidi di pulizia; gli hangar per aerei e le aree per i rifornimenti; le aree per il deposito e la distribuzione di GPL o gas naturale. Tutte queste aree richiedono attrezzature e componenti speciali omologati in Class I. <i>Within this classifications there are the petroleum refineries, petrol pumps and storages; plants for dry cleaning where could be present vapours coming out from the cleaning fluids; hangars for airplanes and petrol stations; areas for the stowage and distribution of LP gas or natural gas.</i> <i>All these areas require special equipments and components homologated in Class I.</i>

Tipo di area <i>Type of location</i>	Condizione del pericolo <i>Hazardous condition</i>	Natura del materiale <i>Nature of the material</i>	Esempi <i>Examples</i>
Class II (Art. 502 del NEC) Sono aree in cui sono presenti miscele esplosive di aria e polveri combustibili.	Division 1 Sono aree in cui, in condizioni normali, le polveri combustibili in quantità esplosive o infiammabili sono o possono essere in sospensione in modo continuo, intermittente o periodico. Oppure sono aree dove guasti meccanici o operazioni errate di macchine o attrezzature possono generare miscele esplosive o infiammabili. Oppure sono aree in cui sono presenti polveri combustibili elettricamente conduttive.	Group E Atmosfere contenenti polveri metalliche quali quelle di alluminio o magnesio.	All'interno di questa classificazione vi sono impianti di trasporto di cereali, mulini, impianti per la produzione di farina; impianti per la produzione, l'impiego o l'immagazzinamento di polveri di alluminio o magnesio; macchine per la produzione di plastiche, medicinali e fuochi di artificio; impianti per la produzione di caramelle e la lavorazione dello zucchero; stabilimenti per il trattamento o la trasformazione del carbone. All'interno di questa classificazione rientrano gli impianti per la produzione di tessuti o la lavorazione del cotone; macchine per la lavorazione o il taglio del legno e la produzione di segatura o fibra di vetro.
Class II (Art. 502 of NEC) <i>Locations hazardous because of the presence of combustible dust.</i>	Division 2 Sono aree dove esistono depositi di polveri combustibili che non sono in sospensione nell'aria ma sono sufficientemente pesanti da interferire con i sistemi di dissipazione del calore delle attrezzature elettriche. Oppure sono aree dove esistono depositi di polveri combustibili che possono prendere fuoco a causa di scariche elettriche, scintille o materiali che bruciano dovuti alle apparecchiature elettriche.	Group F Atmosfere contenenti combustibili quali il carbone.	
	Division 1 <i>Locations in which combustible dust is in the air under normal operating conditions in quantities sufficient to produce explosive or ignitable mixtures.</i> <i>Or where mechanical failure or abnormal operation of machinery or equipment might cause such explosive or ignitable mixtures to be produced, and might also provide a source of ignition through simultaneous failure of electric equipment, through operation of protection devices, or from other causes.</i> <i>Or in which Group E combustible dusts may be present in quantities sufficient to be hazardous.</i>	Group E <i>Atmospheres containing metal dusts such as aluminium or magnesium dust.</i>	<i>Within this classification are transport systems for grain, mills, system for flour production; systems for the production, the use of the storage of aluminium or magnesium dusts; machinery for the manufacturing of plastics, medicinal, fireworks; systems for sweets production and sugar processing; plants for carbon treatment and transformation.</i>
	Division 2 <i>Locations in which combustible dust due to abnormal operations may be present in the air in quantities sufficient to produce explosive or ignitable mixtures.</i> <i>Or where combustible dust accumulations are present but are normally insufficient to interfere with the normal operation of electrical equipment or other apparatus, but could as a result of infrequent malfunctioning of handling or processing equipment become suspended in the air.</i> <i>Or in which combustible dust accumulations on, in, or in the vicinity of the electrical equipment could be sufficient to interfere with the safe dissipation of heat from electrical equipment, or could be ignitable by abnormal operation or failure of electrical equipment.</i>	Group G <i>Atmospheres containing flour, starch, grain and similar materials.</i>	

Tipo di area <i>Type of location</i>	Condizione del pericolo <i>Hazardous condition</i>	Natura del materiale <i>Nature of the material</i>	Esempi <i>Examples</i>
Class III (Art. 503 del NEC) Sono aree in cui c'è la presenza di fibre o volatili facilmente infiammabili ma che non sono in sospensione nell'aria in quantità tali da produrre miscele infiammabili. Class III (Art. 503 of NEC) <i>Locations hazardous because of the presence of easily ignitable fibers or flyings, but in which such fibers or flyings are not likely to be in suspension in the air in quantities sufficient to produce ignitable mixtures.</i>	Division 1 Sono aree nelle quali fibre facilmente infiammabili o materiali che generano volatili sono trattati, prodotti o usati. Division 2 Sono aree nelle quali fibre facilmente infiammabili sono immagazzinate o trattate (eccetto che nel processo di produzione). Division 1 <i>Locations in which easily ignitable fibers or materials producing combustible flyings are handled, manufactured, or used.</i> Division 2 <i>Locations in which easily ignitable fibers are stored or handled other than in the process of manufacture.</i>	Nessun raggruppamento. <i>No group.</i>	All'interno di questa classificazione rientrano gli impianti per la produzione di tessuti o la lavorazione del cotone; macchine per la lavorazione o il taglio del legno e la produzione di segatura o fibra di vetro. <i>Within this classifications are included the systems for the production of fabrics or for cotton processing; machinery for wood processing or cutting and for the production of sawdust or fiber glass.</i>

Con esplicito riferimento a quanto esposto nel capitolo relativo ai gradi di protezione degli involucri, gli standard relativi alle hazardous locations definiscono i TYPE degli involucri che possono essere utilizzati per dette aree.

With explicit reference to the chapter concerning the degrees of protection of the enclosures, the standards concerning the hazardous locations define the TYPE of enclosures which can be used for such locations.

Tabella I.2. Classificazione NEMA degli involucri da impiegare nelle hazardous locations

Table I.2. NEMA classification of enclosures to be used in the hazardous locations

Type	Tipo di involucri per indoor use in hazardous locations <i>Type of enclosures for indoor use in hazardous locations</i>
NEMA 7	Involucri costruiti per uso interno in zone classificate come Class I, Division 1, Group A, B, C o D. Sono involucri costruiti per contenere esplosioni interne senza causare danni esterni. <i>Enclosures for indoor use in locations classified as Class I, Division 1, Group A, B, C or D. Enclosures constructed to contain internal explosions without causing external damages.</i>
NEMA 8	Involucri costruiti per uso interno o esterno in zone classificate come Class I, Division 1, Group A, B, C o D. Sono involucri costruiti per prevenire la combustione attraverso l'uso di apparecchiature immerse in olio. <i>Enclosures for indoor or outdoor use in locations classified as Class I, Division 1, Group A, B, C or D. Enclosures constructed to prevent the combustion through the use oil-immersed equipment.</i>
NEMA 9	Involucri costruiti per uso interno in zone classificate come Class II, Division 1, Group E, F o G. Sono involucri costruiti per prevenire l'innesco di polveri combustibili. <i>Enclosures for indoor or outdoor use in locations classified as Class I, Division 1, Group A, B, C or D. Enclosures constructed to prevent the combustion through the use oil-immersed equipment.</i>
NEMA 10	Involucri costruiti per rispondere ai requisiti delle Mine Safety and Health Administration, 30 CFR, Part. 18. Sono involucri costruiti per contenere esplosioni interne senza causare danni esterni. <i>Enclosures meeting the requirements of the Mine Safety and Health Administration, 30 CFR, Part. 18. Enclosures constructed to contain internal explosions without causing external damages.</i>

Appendice J. Riferimenti normativi

Appendix J. Standard reference

Tabella J.1. Elenco delle principali normative di riferimento

Table J1. List of the main references standards

Norma Standard	Descrizione Description
ANSI C37.20	Switch gear assemblies and metal-enclosed bus
ANSI C80.1	Electrical Rigid Steel Conduit (ERSC)
ANSI C80.3	Steel Electrical Metallic Tubing (EMT)
ANSI C80.6	Electrical Intermediate Metal Conduit (EIMC)
ANSI Z535-4	Product Safety Signs and Labels
ANSI/NFPA 70	National Electrical Code
ANSI/NFPA 79	Electrical Standard for Industrial Machinery
ASTM A123/123M	Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products
ASTM-D 1000	Standard Test Method for Pressure-Sensitive Adhesive-Coated Tapes Used for Electrical and Electronic Applications
ASTM-D 149	Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies
ASTM-D 150	Standard Test Methods for AC Loss Characteristics and Permittivity (Dielectric Constant) of Solid Electrical Insulation
ASTM-D 2303	Standard Test Methods for Liquid-Contaminant, Inclined-Plane Tracking and Erosion of Insulating Materials
ASTM-D 257	Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials
ASTM-D 2671	Standard Test Methods for Heat-Shrinkable Tubing for Electrical Use
ASTM-D 412	Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers-Tension
ASTM-D 570	Standard Test Method for Water Absorption of Plastics
ASTM-D 635	Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position
ASTM-D 638	Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
ASTM-D 792	Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement
ASTM-E 28	Standard Test Methods for Softening Point of Resins Derived from Naval Stores by Ring-and-Ball Apparatus
ASTM-G 21	Standard Practice for Determining Resistance of Synthetic Polymeric Materials to Fungi
ASTM-G 53	Practice for Operating Light- and Water-Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials
CEI 15-26	Electrical insulation. Thermal evaluation and designation
CSA C22.2 No. 227.2.1-04	Liquid-Tight Flexible Nonmetallic Conduit
CSA C22.2 No. 227.3-05	Nonmetallic Mechanical Protection Tubing (NMPT)
CSA C22.2 No. 83.1-07	Electrical Metallic Tubing - Steel
CSA C22.2 No.126.1-09	Metal cable tray systems
DIN 40050	Road vehicles; degrees of protection (IP-code); protection against foreign objects; water and contact; electrical equipment
DIN 53474	Testing of plastics, rubber and elastomers - Determination of the chlorine content
EN 60228	Conductors of insulated cables
EN 60243	Electrical Strength of Insulating Materials – Test Methods
EN 60529	Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
EN 60707	Flammability of solid non-metallic materials when exposed to flame sources. List of test methods.
EN 61386	Conduit systems for cable management.
EN 61537	Cable management. Cable tray systems and cable ladder systems.
FMVSS 302	Flammability of Interior Materials - Passenger Cars, Multipurpose Passenger Vehicles, Trucks, and Buses
IEC 60684-2	Flexible insulating sleeving
ISO 180/1C	Plastics - Determination of Izod impact strength
ISO 37	Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of tensile stress-strain properties
ISO 527	Determination of tensile properties
ISO R 1183	Plastics - Methods for determining the density and relative density (specific gravity) of plastics excluding cellular plastics
ISO R 527	Plastics - Determination of tensile properties
ISO-62	Plastics - Determination of water absorption
NEMA 250	Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)
NEMA FB1	Fittings, Cast Metal Boxes, and Conduit Bodies for Conduit, Electrical Metallic Tubing, and Cable
NEMA VE 1	Metal Cable Tray Systems
NEMA VE 2	Cable Tray Installation Guidelines
NEMA WD-6	Locking Plugs and Receptacles
UL 1	Flexible Metal Conduit
UL 1063	Machine-Tool Wires and Cables
UL 1242	Electrical Intermediate Metal Conduit - Steel
UL 1563	Metal-Cable Cables
UL 1581	Reference Standard for Electrical Wires, Cables, and Flexible Cords

Norma Standard	Descrizione Description
UL 1598	Luminaire
UL 1660	Liquid-Tight Flexible Nonmetallic Conduit
UL 1685	Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cables
UL 1696	Nonmetallic Mechanical Protection Tubing (NMPT)
UL 2225	Cables and Cable-Fittings For Use In Hazardous (Classified) Locations
UL 224	Extruded Insulating Tubing
UL 248-4	Low-Voltage Fuses - Part 4: Class CC Fuses
UL 248-6	Low-Voltage Fuses - Part 6: Class H Non-Renewable Fuses
UL 248-8	Low-Voltage Fuses - Part 8: Class J Fuses
UL 248-9	Low-Voltage Fuses - Part 9: Class K Fuses
UL 360	Liquid-Tight Flexible Metal Conduit
UL 4248-12	Fuseholders - Part 12: Class R
UL 4248-4	Fuseholders - Part 4: Class CC
UL 4248-6	Fuseholders - Part 6: Class H
UL 4248-8	Fuseholders - Part 8: Class J
UL 498	Attachment Plugs and Receptacles
UL 50	Enclosures for Electrical Equipment
UL 508	Industrial Control Equipment
UL 508A	Industrial Control Panels
UL 514B	Conduit, Tubing, and Cable Fittings
UL 6	Electrical Rigid Metal Conduit - Steel
UL 758	Appliance Wiring Material
UL 797	Electrical Metallic Tubing - Steel
UL 83	Thermoplastic-Insulated Wires and Cables
UL 886	Outlet Boxes and Fittings for Use in Hazardous (Classified) Locations
UL 94	Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances
UL 943	Ground-Fault Circuit-Interrupters
UL 969	Marking and Labeling Systems
VDE 0303	Electric strength of insulating materials
VDE 0472	Testing of cables, wires and flexible cords
VG 95343	Heat shrinkable components

Appendice K. Definizioni Appendix K. Definitions

Tabella K.1. Sigle e definizioni

Table K.1. Abbreviations and definitions

Sigla Abbreviation	Definizione Definition	Note/osservazioni/descrizioni Remarks/description
AHJs	Authorities Having Jurisdiction. An organization, office, or individual responsible for enforcing the requirements of a code or standard, or for approving equipment, materials, an installation, or a procedure.	
Ampacity	The maximum current, in amperes, that a conductor can carry continuously under the conditions of use without exceeding its temperature rating.	Vedi NEC. See NEC.
ANSI	American National Standards Institute	Istituto nazionale Americano di normazione American National Standards Institute
Appliance	A piece of utilization equipment that incorporates both controls and loads (rif. UL 508a).	
Attachment Plugs, Fuseless	This category covers adapters, appliance couplers, appliance and flatiron plugs, attachment plugs, cord connectors, male inlets (equipment inlets, motor attachment plugs), nonseparable attachment plugs, separable attachment plugs, shore power inlets and table taps. These devices do not incorporate switches or overcurrent protection.	
AWG	American Wire Gauge size	
AWM	Appliance Wiring Material, multitude of types and constructions for specific applications that may not meet specific or all UL requirements for a given type in a UL standard	
Branch circuit	The conductors and components following the last overcurrent protective device protecting a load (rif. UL 508a).	
Cable Sealing Fittings for Use in Hazardous Locations	This category covers combination termination and sealing fittings for threaded connection of cables to equipment in Class I, Division 1 and Division 2, and/or Class II, Division 1 and 2 hazardous locations, as indicated in the individual Listings. They are intended for use only with sealing compound as specified by the manufacturer in instructions furnished with the fitting. These devices are intended for use in sealing the conductors and outer jackets of Listed cables of the type indicated in the individual Listings. No splices of conductors are intended to be made in the fitting. Restrictions on position and/or location of the sealing fitting are indicated in the manufacturer's instructions.	
Cable Tray System	A unit or assembly of units or sections and associated fittings forming a structural system used to securely fasten or support cables and raceways.	Vedi NEC. See NEC.
Cable Tray, Ladder	A fabricated structure consisting of two longitudinal side rails connected by individual transverse members (rungs).	Vedi NEMA VE 2. See NEMA VE 2.
Cable Tray, Solid-bottom or Non-Ventilated	A fabricated structure consisting of a bottom without ventilation openings within integral or separate longitudinal side rails.	Vedi NEMA VE 2. See NEMA VE 2.
Cable Tray, Trough or Ventilated	A fabricated structure consisting of integral or separate longitudinal rails and a bottom having openings sufficient for the passage of air and utilizing 75% or less of the plan area of the surface to support cables where the maximum open spacings between cable support surfaces of transverse elements do not exceed 100 millimeter (mm) (4 inch (in)) in the direction parallel to the tray side rails.	Vedi NEMA VE 2. See NEMA VE 2.
Cable Tray, Wire Mesh	A manufactured wire mesh tray consisting of steel wires welded at all intersections. Longitudinal wires located on the exterior of the tray are spaced at a maximum of 50 mm (2 in), and transverse wires are spaced at a maximum of 100 mm (4 in).	Vedi NEMA VE 2. See NEMA VE 2.
Cartridge Fuses, Nonrenewable	This category covers nonrenewable cartridge-enclosed fuses, rated as follows: 250 V (0 - 600 A), 300 V (0 - 1200 A), 600 V (0 - 6000 A). The fuse classes are further categorized... These fuses are intended for use on ac circuits only, unless also marked with a dc voltage rating. These fuses are suitable for branch circuit, feeder and service overcurrent protection in accordance with ANSI/NFPA 70, "National Electrical Code". The term "current-limiting" indicates that a fuse, when tested on a circuit capable of delivering a specific short-circuit current (rms amps symmetrical) at rated voltage, will start to melt within 90 electrical degrees and will clear the circuit within 180 electrical degrees (1/2 cycle). Because the time required for a fuse to melt is dependent on the available current of the circuit, a fuse that may be current-limiting when subjected to a specific short-circuit current (rms amps symmetrical) may not be current-limiting on a circuit of lower maximum available current. Class K fuses incorporate dimensional features equivalent to, and are thus interchangeable with, Class H fuses. Class R fuses incorporate features that permit their insertion into Class H and K fuseholders. They are also provided with a feature that allows their insertion into rejection-type fuseholders designed to accept only Class RK1 or RK5 fuses. All classes covered under this category (with the exception of Class H) are further classified as to their maximum peak let-through current (IP) and maximum clearing ampere-squared seconds (I ² t) as follows. These tables indicate the maximum permissible let-through values obtained when the fuse is connected to a circuit capable of providing the indicated available current.	
CEC	Canadian Electrical Code	Codice elettrico Canadese riportante le norme di installazione Canadian Electrical Code reporting the installation standards

Sigla <i>Abbreviation</i>	Definizione <i>Defintion</i>	Note/osservazioni/descrizioni <i>Remarks/description</i>
CFR	Code of Federal Regulation	Codice civile Americano <i>American Civil Code</i>
cmil	Circular Mills	Il Circular Mil è l'unità di area usata specificatamente per definire la sezione circolare di un conduttore o di un cavo; è l'area equivalente di un cerchio il cui diametro è 0,001 pollici. Per convertire i Circular Mills in millimetri quadrati è necessario moltiplicare per $5,067 \cdot 10^{-4}$. <i>Circular Mil is the unit of area specifically used to define the circular section of a conductor or of a cable; it is the equivalent area of a circle with a diameter of 0,001 inches. To change the Circular Mills in square millimetres, multiply by $5,067 \cdot 10^{-4}$.</i>
Conduit Body	A separate portion of a conduit or tubing system that provides access through a removable cover(s) to the interior of the system at a junction of two or more sections of the system or at a terminal point of the system.	Vedi NEC. <i>See NEC.</i>
Control circuit	A circuit that carries the electric signals directing the performance of a controller, and which does not carry the main power circuit. A control circuit is, in most cases, limited to 15 amperes (rif. UL 508a).	
CSA	Canadian Standards Association	Istituto Canadese di normazione <i>Canadian Standards Institute</i>
EMT	Electrical Metallic Tubing. An unthreaded thinwall raceway of circular cross section designed for the physical protection and routing of conductors and cables and for use as an equipment grounding conductor when installed utilizing appropriate fittings. EMT is generally made of steel (ferrous) with protective coatings or aluminum (nonferrous).	Vedi NEC. <i>See NEC.</i>
Enclosure	The case or housing of apparatus, or the fence or walls surrounding an installation to prevent personnel from accidentally contacting energized parts or to protect the equipment from physical damage.	Vedi NEC. <i>See NEC.</i>
Field wiring	Conductors to be installed by others to connect the industrial control panel to source(s) of supply, remote control devices, and loads (rif. UL 508a).	
Flexible Metal Conduit, Liquid-tight	This category covers liquid-tight flexible metal conduit in trade sizes 3/8 to 4 (metric designators 16 to 103) inclusive, for installation in accordance with Article 350 of ANSI/NFPA 70, "National Electrical Code" (NEC). Liquid-tight flexible metal conduit is intended for use with conductors in circuits of 600 V nominal or less. This product may also be used for installation of conductors in motor circuits, and for electric signs and outline lighting in accordance with the NEC.	
Flexible Nonmetallic Conduit, Liquid-tight	This category covers liquid-tight flexible nonmetallic conduit, in trade sizes 3/8 in. to 4 (metric designators 16 to 103) inclusive, for installation in accordance with Article 356 of ANSI/NFPA 70, "National Electrical Code" (NEC), for conductors in circuits of 600 V, nominal, or less. This product may also be used for installation of conductors for electric signs and outline lighting in accordance with the NEC.	
FMC	Flexible Metal Conduit. A raceway of circular cross section made of helically wound, formed, interlocked metal strip.	Vedi NEC. <i>See NEC.</i>
FMT	Flexible Metallic Tubing. A raceway that is circular in cross section, flexible, metallic, and liquidtight without a nonmetallic jacket.	Vedi NEC. <i>See NEC.</i>
FNMC	Liquid-tight Flexible Nonmetallic Conduit	È la sigla alternativa alla LFNC. <i>This is the alternative abbreviation of LFNC.</i>
Fuseholders, Cartridge Fuse	This category covers fuseholders intended for use with Class CC, G, H, J, K, and T cartridge fuses. A Class CTL (current-limiting) cartridge fuseholders has the physical size, configuration or other means which, in conjunction with the physical means provided in a Class CTL assembly, is designed to prevent the installation of more fuseholder poles than the number for which the assembly is designed and rated. An interrupting rating on a fuseholder included in a piece of equipment does not automatically qualify the equipment in which the fuseholder is installed for use on circuits with higher available currents than the rating of the equipment itself.	
GFCI	Ground-Fault Circuit Interrupter. A device intended for the protection of personnel that functions to de-energize a circuit or portion thereof within an established of time when a current to ground exceeds the values established for a Class A device.	Vedi NEC. <i>See NEC.</i>
HAR	Harmonized Cordage	
Industrial control panel for general use	A control panel intended to be installed in accordance with the general use requirements in Chapter 4 of the National Electrical Code, ANSI/NFPA 70 (rif. UL 508a).	
Industrial Control Panels - Component	This category covers the following component devices: - Incomplete electrical assemblies of industrial control equipment, including cabinet lighting accessories, cabinet heater accessories, ventilating fan accessories, controllers and interface connectors - Industrial control panel enclosures with standard equipment cutouts - Industrial control panel enclosure kits supplied as unassembled pieces Industrial control panel enclosure accessories, including louver kits, filter kits, observation window kits, hole seals, and gasket materials	

Sigla Abbreviation	Definizione Definition	Note/osservazioni/descrizioni Remarks/description
IMC	Intermediate Metal Conduit. A steel threadable raceway of circular cross section designed for the physical protection and routing of conductors and cables and for use as an equipment grounding conductor when installed with its integral or associated coupling and appropriate fittings.	Vedi NEC. See NEC.
ITC	Instrumentation Tray Cable	Vedi NEC. See NEC.
kcmil	Kilo Circular Mils	1 kcmil = 1000 cmil
LFMC	Liquidtight Flexible Metal Conduit. A raceway of circular cross section having an outer liquidtight, nonmetallic, sunlight-resistant jacket over an inner flexible metal core with associated couplings, connectors, and fittings for the installation of electric conductors.	Vedi NEC. See NEC.
LFNC	Liquid-tight Flexible Nonmetallic Conduit. A raceway of circular cross section of various types.	Vedi NEC. See NEC.
LFNC-A	Liquid-tight Flexible Nonmetallic Conduit - Type A. A smooth seamless inner core and cover bonded together and having one or more reinforcement layers between the core and covers.	
LFNC-B	Liquid-tight Flexible Nonmetallic Conduit - Type B. A smooth inner surface with integral reinforcement within the conduit wall.	
LFNC-C	Liquid-tight Flexible Nonmetallic Conduit - Type C. A corrugated internal and external surface without integral reinforcement within the conduit wall.	
MC	Metal Clad. Metal clad cable is a factory assembly of one or more insulated circuit conductors with or without optical fiber members enclosed in an armor of interlocking metal tape, or a smooth or corrugated metallic sheath	Vedi NEC. See NEC.
MC-HL	Metal Clad for Hazardous Locations	Vedi NEC. See NEC.
MCM	Thousands Circular Mils	MCM è una vecchia abbreviazione utilizzata per identificare 1000 Circular Mils, la sigla che si preferisce utilizzare oggi è kcmil. Quindi 300 MCM = 300 kcmil = 152 mm². MCM is an old abbreviation used to identify 1000 Circular Mils, today it is more used the abbreviation kcmil. So 300 MCM = 300 kcmil = 152 mm².
MTW	Machine Tool Wire, 90°C to 105°C, 600 volt rated thermoplastic insulated wire	
NEC	ANSI/NFPA 70 "National Electrical Code"	Codice elettrico Americano riportante le norme di installazione American Electrical Code reporting the installation standards
NEMA	National Electrical Manufactures Association	
NFPA	National Fire Protection Association	Vigili del fuoco Firemen
NRTL	National Recognized Testing Laboratory	Laboratori certificati per il rilascio delle certificazioni di prodotto Certified laboratories for the issue of product standards
OSHA	Occupational Safety and Health Association	Organismo federale di controllo per la sicurezza sui posti di lavoro Federal inspection body for working safety
Overcurrent protection	A device designed to open a circuit when the current through it exceeds a predetermined value. The ampere rating of the device is selected for a circuit to terminate a condition where the current exceeds the rating of conductors and equipment due to overloads, short circuits and faults to ground (rif. UL 508a).	
Overload protection	Protection required for motor circuits that will operate to prohibit excessive heating due to running overloads and failure to start (rif. UL 508a).	
PLTC	Power-limited Tray Cable	Vedi NEC. See NEC.
Power circuit	Conductors and components of branch and feeder circuits (rif. UL 508a).	
Raceway	An enclosed channel of metallic or nonmetallic materials designed expressly for holding wires, cables, or busbars.	Vedi NEC. See NEC.
RMC	Rigid Metal Conduit. A threadable raceway of circular cross section designed for the physical protection and routing of conductors and cables and for use as an equipment grounding conductor when installed with its integral or associated coupling and appropriate fittings.	Vedi NEC. See NEC.
TC	Tray Cable. Power and control tray cable is a factory assembly of two or more insulated conductors, with or without associated bare or covered grounding conductors under a non-metallic sheath, for installation in cable tray, in raceways or where supported by a messenger wire.	Vedi NEC. See NEC.

Sigla <i>Abbreviation</i>	Definizione <i>Defintion</i>	Note/osservazioni/descrizioni <i>Remarks/description</i>
TC-ER	Tray Cable – Exposed Run	Cavi TC rispondenti ai requisiti di resistenza all'impatto richiesti per i cavi Type MC. Questi cavi possono essere impiegati per le connessioni tra le canaline posa cavi (cable tray) e le apparecchiature senza l'impiego di condotti metallici di protezione (Metal Conduits) o cavi armati (Type MC). Sono cavi che possono essere utilizzati senza protezione. <i>TC cables in compliance with the necessary impact resistance requirements of Type MC cables. These cables can be employed for the connections between cable trays and equipment without using protective Metal Conduits or armored cables (Type MC). These cables can be used without protection.</i>
THHN	Indicates a single conductor having flame-retardant and heat-resistant thermoplastic insulation with a jacket of extruded nylon or equivalent material. The wire is rated 90°C dry only.	
THWN	Indicates a single conductor having flame-retardant, moisture- and heat-resistant thermoplastic insulation with a jacket of extruded nylon or equivalent material. The wire is rated 75°C wet or dry. THWN wire suitable for exposure to mineral oil and to liquid gasoline and gasoline vapors at ordinary ambient temperature is marked "Gasoline and Oil Resistant I" if suitable for exposure to mineral oil at 60°C, or "Gasoline and Oil Resistant II" if the compound is suitable for exposure to mineral oil at 75°C. Gasoline resistant wire has been tested at 23°C when immersed in gasoline. It is considered inherently resistant to gasoline vapors within the limits of the temperature rating.	
Tubing, Mechanical Protection – Component	This category covers tubing that may be used for the support, routing and mechanical protection of insulated wire. The tubing is intended to be used to interconnect separate component assemblies or consoles of electrical devices, such as medical or X-ray equipment. The mechanical protection afforded the internal wiring contained within the tubing is considered equivalent to the protection provided by a type SJT flexible cord.	
UL	Underwriters Laboratories	Laboratorio certificato per il rilascio delle certificazioni di prodotto <i>Certified Laboratory for the issue of product certifications</i>

Appendice L. **Appendix L.**

Simboli e marchi **Symbols and marks**

Simbolo <i>Symbol</i>	Sigla <i>Abbreviation</i>	Descrizione <i>Description</i>
	CSA	Canadian Standards Association - Canada
	RoHS	Restriction of Hazardous Substances Directive - Europe
	UL	UL Listed - Underwriters Laboratories - USA
	UR	UL Recognized - Underwriters Laboratories - USA
	GOST-R	Gosudarstvennyy standart - Russia
	ANSI	American National Standards Institute - USA

Appendice M. Unità di misura

Appendix M. Unites of measurement

Tabella M.1. Lunghezze

Table M.1. Lengths

metro - meter	m	1 m = 0,001 km = 39,37 in = 3,28 ft = 1,09 yd
centimetro - centimetre	cm	1 cm = 0,01 m = 0,3937 in = 0,0328 ft = 0,0109 yd
chilometro - kilometre	km	1 km = 1000 m = 1093,61 yd = 0,5396 naut mi = 0,62137 mi
pollice - inch	1", in	1 in = 0,0833 ft = 0,0278 yd = 2,54 cm = 0,0254 m
piede - foot	1', ft	1 ft = 12 in = 0,333 yd = 30,48 cm = 0,3048 m
iarda - yard	yd	1 yd = 3 ft = 36 in = 91,44 cm = 0,9144 m
miglio marino - nautical mile	naut mi	1 naut mi = 1,853 km = 1853,18 m = 2026,67 yd = 1,151 mi
miglio terrestre US - mile	mi	1 mi = 1,609 km = 1609,35 m = 1760 yd = 0,868 naut mi
palmo - hand	hand	1 hand = 4 in = 0,3332 ft = 0,111 yd = 10,16 cm = 0,1016 m
spanna - span	span	1 span = 9 in = 0,7497 ft = 0,25 yd = 22,86 cm = 0,2286 m

Tabella M.2. Superficie

Table M.2. Surface

metro quadrato square meter	m ²	1 m ² = 10000 cm ² = 0,0001 ha = 1550 in ² = 10,76 ft ² = 1,196 yd ²
centimetro quadrato square centimetre	cm ²	1 cm ² = 0,0001 m ² = 0,155 in ² = 0,0011 ft ² = 0,00012 yd ²
chilometro quadrato square kilometre	km ²	1 km ² = 1000000 m ² = 100 ha = 0,386 mi ² = 247,105 ac
ara - are	a	1 a = 100 m ² = 0,01 ha = 1076,39 ft ² = 119,599 yd ² = 0,0000386 mi ² = 0,024 ac
ettaro - hectare	ha	1 ha = 100 a = 10000 m ² = 0,01 km ² = 107639,1 ft ² = 0,0039 mi ² = 2,47 ac
pollice quadrato - square inch	in ²	1 in ² = 0,00694 ft ² = 6,4516 cm ²
piede quadrato - square foot	ft ²	1 ft ² = 0,092 m ² = 144 in ² = 0,111 yd ²
iarda quadrata - square yard	yd ²	1 yd ² = 0,836 m ² = 8361,27 cm ² = 9 ft ² = 1296 in ² = 0,0002 ac
miglio quadrato - square mile	mi ²	1 mi ² = 2,59 km ² = 259 ha = 640 ac
acro - acre	ac	1 ac = 4046,86 m ² = 0,0040 km ² = 0,40 ha = 40,47 a = 43.560 ft ² = 4840 yd ² = 0,00156 mi ²

Tabella M.3. Volume

Table M.3. Volume

metro cubo - cubic meter	m ³	1 m ³ = 1000 dm ³ = 35,3146 ft ³ = 61023,744 in ³ = 1,308 yd ³ = 264,20 galUS = 219,97 galUK
decimetro cubo; litro cubic decimetre; litre	dm ³	1 dm ³ = 1 l = 0,001 m ³ = 61,024 in ³ = 0,0353 ft ³ = 0,00131 yd ³ = 0,26417 galUS = 0,21997 galUK
centimetro cubo cubic centimetre	cm ³ , cc	1 cm ³ = 0,001 dm ³ = 0,001 l = 0,061 in ³ = 0,000264 galUS = 0,00022 galUK
pollice al cubo - cubic inch	in ³	1 in ³ = 0,0000164 m ³ = 0,0164 dm ³ = 0,0005787 ft ³ = 0,0043 galUS = 0,0036 galUK
piede al cubo - cubic foot	ft ³	1 ft ³ = 0,02832 m ³ = 28,32 dm ³ = 1728 in ³ = 0,037 yd ³ = 7,48 galUS = 6,23 galUK
iarda al cubo - cubic yard	yd ³	1 yd ³ = 0,764 m ³ = 764,55 dm ³ = 46656 in ³ = 27 ft ³ = 201,97 galUS = 168,18 galUK
gallone americano - gallon US	galUS	1 galUS = 0,00378 m ³ = 3,785 dm ³ = 231 in ³ = 0,134 ft ³ = 0,0049 yd ³ = 0,833 galUK
gallone inglese - gallon UK	galUK	1 galUK = 0,00455 m ³ = 4,546 dm ³ = 277,42 in ³ = 0,16 ft ³ = 0,0059 yd ³ = 1,2 galUS

Tabella M.4. Pressione

Table M.4. Pressure

pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ² , 1 kPa = 0,01 bar = 0,1 N/cm ² = 0,10 mH ₂ O = 7,5 mmHg = 0,0099 atm = 0,145 psi = 0,02088 lbf/ft ² = 0,334 ftH ₂ O
bar	bar	1 bar = 100000 Pa = 100 kPa = 1,0197 kg/cm ² = 10,198 mH ₂ O = 750 mmHg = 0,987 atm = 14,5 psi = 33,455 ftH ₂ O
millibar	mbar	1 mbar = 100 Pa = 0,010 mH ₂ O = 0,750 mmHg = 0,00102 kg/cm ² = 0,0145 psi = 2,088 lbf/ft ² = 0,033 ftH ₂ O
millimetri di mercurio millimetres of mercury	mmHg	1 mmHg = 133,322 Pa = 0,133 kPa = 0,00133 bar = 0,0136 mH ₂ O = 0,00131 atm = 0,00136 kg/cm ² = 0,01934 psi = 2,78 lbf/ft ² = 0,045 ftH ₂ O
atmosfera tecnica = kgf/cm ² technical atmosphere = kgf/cm ²	at, kg/cm ²	1 at = 1 kg/cm ² = 735,56 mmHg = 10 mH ₂ O = 98066,50 Pa = 98,067 kPa = 0,981 bar = 0,968 atm = 14,22 psi = 2048,16 lbf/ft ² = 32,81 ftH ₂ O
atmosfera metrica metric atmosphere	atm	1 atm = 101325 Pa = 760 mmHg = 1,033 at = 10,33 mH ₂ O = 1,01 bar = 14,696 psi = 2116,22 lbf/ft ² = 33,9 ftH ₂ O
metri colonna d'acqua meters column of water	mH ₂ O	1 mH ₂ O = 9806 Pa = 0,09806 bar = 73,55 mmHg = 0,9806 N/cm ² = 0,09678 atm = 0,0999 at = 1,4224 psi = 204,8 lbf/ft ² = 3,28 ftH ₂ O

piedi di colonna d'acqua <i>foot of water</i>	ftH ₂ O	1 ftH ₂ O = 2988,87 Pa = 0,0299 bar = 0,3048 mH ₂ O = 22,419 mmHg = 0,0295 atm = 0,03048 kg/cm ² = 0,4335 psi = 62,42 lbf/ft ²
pounds per pollice quadrato <i>pounds per square inch</i>	psi	1 psi = 6894,76 Pa = 6,894 kPa = 0,069 bar = 0,703 mH ₂ O = 51,715 mmHg = 0,689 N/cm ² = 0,068 atm = 0,0703 kg/cm ² = 144 lbf/ft ² = 2,31 ftH ₂ O
pounds per piede quadrato <i>pounds per square foot</i>	lbf/ft ²	1 lbf/ft ² = 2988,87 Pa = 2,99 kPa = 0,0299 bar = 0,3048 mH ₂ O = 22,418 mmHg = 0,299 N/cm ² = 0,0295 atm = 0,0305 at = 0,433 psi = 62,424 lbf/ft ²

Tabella M.5. Portata in volume
Table M.5. Capacity and volume

metri cubi al secondo <i>cubic meters per second</i>	m ³ /s	1 m ³ /s = 60 m ³ /min = 3600 m ³ /ora = 1000 l/s = 60000 l/min = 6102374,42 in ³ /s = 2118,88 ft ³ /min = 15850,32 gpm = 13198,13 l gpm
metri cubi al minuto <i>cubic meters per minute</i>	m ³ /min	1 m ³ /min = 0,0167 m ³ /s = 60 m ³ /h = 16,67 l/s = 1000 l/min = 35,31 ft ³ /min = 264,17 gpm = 219,97 l gpm
metro cubo all'ora <i>cubic meters per hour</i>	m ³ /h	1 m ³ /h = 0,000278 m ³ /s = 0,0167 m ³ /min = 0,28 l/s = 16,67 l/min = 1017,06 in ³ /min = 0,588 ft ³ /min = 4,40 gpm = 3,66 l gpm
litri al secondo <i>litres per second</i>	l/s	1 l/s = 0,001 m ³ /s = 0,06 m ³ /min = 3,6 m ³ /h = 60 l/min = 3661,42 in ³ /min = 2,12 ft ³ /min = 15,85 gpm = 13,198 l gpm
litri al minuto <i>litres per minute</i>	l/min	1 l/min = 0,001 m ³ /min = 0,06 m ³ /h = 0,0167 l/s = 61,024 in ³ /min = 0,035 ft ³ /min = 0,264 gpm = 0,22 l gpm
pollice cubo al minuto <i>cubic inch per minute</i>	in ³ /min	1 in ³ /min = 0,00027 l/s = 0,016 l/min = 0,00058 ft ³ /min = 0,0043 gpm = 0,0036 l gpm
piede cubo al minuto <i>cubic foot per minute</i>	ft ³ /min	1 ft ³ /min = 0,00047 m ³ /s = 0,028 m ³ /min = 1,7 m ³ /h = 0,472 l/s = 28,32 l/min = 1728 in ³ /min = 7,48 gpm = 6,23 l gpm
gallone al minuto <i>gallon per minute</i>	gpm	1 gpm = 0,0038 m ³ /min = 0,227 m ³ /h = 0,063 l/s = 3,785 l/min = 231 in ³ /min = 0,134 ft ³ /min = 0,833 l gpm
gallone imperiale al minuto <i>imperial gallon per minute</i>	l gpm	1 l gpm = 0,000076 m ³ /s = 0,00454 m ³ /min = 0,273 m ³ /h = 0,076 l/s = 4,55 l/min = 277,42 in ³ /min = 0,16 ft ³ /min = 1,2 gpm

Tabella M.6. Velocità
Table M.6. Speed

metri al secondo <i>meters per second</i>	m/s	1 m/s = 60 m/min = 3,6 km/h = 39,37 in/s = 2362,2 in/min = 3,28 ft/s = 196,85 ft/min = 2,237 mi/h = 1,94 kn
kilometri all'ora <i>kilometres per hour</i>	km/h	1 km/h = 0,278 m/s = 16,67 m/min = 10,963 in/s = 656,17 in/min = 0,91 ft/s = 54,68 ft/min = 0,62 mi/h = 0,54 kn
metri al minuto <i>meters per minute</i>	m/min	1 m/min = 0,0167 m/s = 0,06 km/h = 0,66 in/s = 39,37 in/min = 0,0547 ft/s = 3,28 ft/min = 196,85 ft/h = 0,037 mi/h = 0,032 kn
pollice al secondo <i>inch per second</i>	in/s	1 in/s = 0,0254 m/s = 1,524 m/min = 0,091 km/h = 60 in /min = 0,083 ft/s = 5 ft/min = 300 ft/h = 0,057 mi/h = 0,049 kn
pollice al minuto <i>inch per minute</i>	in/min	1 in/min = 0,0254 m/min = 0,001524 km/h = 0,167 in/s = 0,0014 ft/s = 0,083 ft/min = 5 ft/h
piedi al secondo <i>foot per second</i>	ft/s	1 ft/s = 0,305 m/s = 18,288 m/min = 1,097 km/h = 12 in/s = 720 in/min = 60 ft/min = 0,68 mi/h = 0,59 kn
piedi al minuto <i>foot per minute</i>	ft/min	1 ft/min = 0,00508 m/s = 0,3048 m/min = 0,0183 km/h = 0,2 in/s = 12 in/min = 0,0167 ft/s = 60 ft/h = 0,011 mi/h = 0,0099 kn
piedi per ora <i>foot per hour</i>	ft/h	1 ft/h = 0,005 m/min = 0,0033 in/s = 0,2 in/min = 0,0167 ft/min
miglia all'ora <i>mile per hour</i>	mi/h	1 mi/h = 0,447 m/s = 26,82 m/min = 1,609 km/h = 17,6 in/s = 1056 in/min = 1,47 ft/s = 88 ft/min = 0,87 kn
miglia nautiche per ora = nodo <i>nautical mile per hour = knot</i>	kn	1 kn = 0,51 m/s = 30,89 m/min = 1,85 km/h = 20,27 in/s = 1216 in/min = 1,69 ft/s = 101,33 ft/min = 1,15 mi/h

Tabella M.7. Velocità angolare
Table M.7. Angular velocity

radianti al secondo <i>radiant per second</i>	rad/s	1 rad/s = 60 rad/min = 0,159 giri/s = 9,55 giri/min
radianti al minuto <i>radiant per minute</i>	rad/min	1 rad/min = 0,0167 rad/s = 0,0026 giri/s = 0,159 giri/min
giri al secondo <i>revolutions per second</i>	giri/s	1 giro/s = 60 giri/min = 6,283 rad/s = 376,99 rad/min
giri al minuto <i>revolutions per minute</i>	giri/min	1 giro/min = 0,0167 giri/s = 0,1047 rad/s = 6,283 rad/min

Tabella M.8. Accelerazione

Table M.8. Acceleration

metro al secondo quadrato <i>meter per square second</i>	m/s ²	1 m/s ² = 100 cm/s ² = 0,001 km/s ² = 3,28 ft/s ² = 39,37 in/s ² = 0,00062 mi/s ²
centimetro al secondo quadrato <i>centimetre per square second</i>	cm/s ²	1 cm/s ² = 0,01 m/s ² = 0,00001 km/s ² = 0,0328 ft/s ² = 0,394 in/s ²
kilometro al secondo quadrato <i>kilometre per square second</i>	km/s ²	1 km/s ² = 1000 m/s ² = 100000 cm/s ² = 3280,84 ft/s ² = 39370,08 in/s ² = 0,621 mi/s ²
piedi al secondo quadrato <i>foot per square second</i>	ft/s ²	1 ft/s ² = 0,3048 m/s ² = 30,48 cm/s ² = 12 in/s ²
pollici al secondo quadrato <i>inch per square second</i>	in/s ²	1 in/s ² = 0,0254 m/s ² = 2,54 cm/s ² = 0,083 ft/s ²
miglia al secondo quadrato <i>mile per square second</i>	mi/s ²	1 mi/s ² = 1609,34 m/s ² = 1,609 km/s ² = 5280 ft/s ² = 63360 in/s ²

Tabella M.9. Forza - Peso

Table M.9. Force - Weight

Newton	N	1 N = 0,102 kgf = 0,0001 t = 0,2248 lbf = 3,597 ozf
kilogrammo forza; kilogrammo peso <i>kilogram force; kilogram weight</i>	kgf; kgp	1 kgf = 9,81 N = 0,001 t = 2,204 lbf = 35,27 ozf
tonnellata peso - <i>ton weight</i>	t	1 t = 9'806,65 N = 1'000 kgf = 2'204,62 lbf = 35'274 ozf
kilopound	kp	1 kp = 4'448 N = 453,59 kgf = 1'000 lbf = 16'000 ozf
libbra - <i>pound force</i>	lbf	1 lbf = 4,448 N = 0,454 kgf = 16 ozf
oncia - <i>ounce force</i>	ozf	1 ozf = 0,278 N = 0,028kgf = 0,0625 lbf
libbra al piede - <i>pound feet</i>	lbf/ft	1 lbf/ft = 1,4881 kgf/m

Tabella M.10. Potenza

Table M.10. Power

kilowatt	kW	1 kW = 1,36 CV = 1,34 hp = 737,56 lbf-ft/s = 44253,7 lbf-ft/min = 859,84 kcal/h = 3412,14 btu/h = 101,97 kgf-m/s
cavallo vapore <i>horsepower</i>	CV	1 CV = 0,735 kW = 0,986 hp = 75 kg-m/s = 542,47 lbf-ft/s = 632,41 kcal/h = 2509,62 btu/h = 75 kgf-m/s
kilogrammo forza per metri al secondo <i>kilogram force per meter per second</i>	kgf · m/s	1 kgf-m/s = 0,01 kW = 0,013 CV = 0,013 hp = 7,23 lbf-ft/s = 433,98 lbf-ft/min = 8,43 kcal/h = 33,46 btu/h
kilocaloria all'ora <i>kilogram calorie per hour</i>	kcal/h	1 kcal/h = 0,0012 kW = 0,0016 CV = 0,00156 hp = 0,8578 lbf-ft/s = 51,47 lbf-ft/min = 3,97 btu/h = 0,12 kgf-m/s
cavallo vapore <i>horsepower</i>	HP	1 HP = 1,014 CV = 0,746 kW = 550 lbf-ft/s = 33000 lbf-ft/min = 641,19 kcal/h = 2544,43 btu/h = 76,04 kgf-m/s
piedi libbre al secondo <i>foot pound force per second</i>	lbf · ft/s	1 lbf-ft/s = 0,0013 kW = 0,0018 CV = 0,0018 hp = 60 lbf-ft/min = 1,166 kcal/h = 4,63 btu/h = 0,138 kgf-m/s
piedi libbre al minuto <i>foot pound force per minute</i>	lbf · ft/min	1 lbf-ft/min = 0,000023 kW = 0,0167 lbf-ft/s = 0,019 kcal/h = 0,077 btu/h = 0,0023 kgf-m/s
unità termica britannica all'ora <i>british thermal unit per hour</i>	BTU/h	1 btu/h = 0,00029 kW = 0,216 lbf-ft/s = 12,97 lbf-ft/min = 0,25 kcal/h = 0,030 kgf-m/s

Tabella M.11. Lavoro - Energia - Momento - Coppia - Calore

Table M.11. Work - Energy - Moment - Torque - Heat

joule	J	1 J = 1N·m = 0,102 kgf-m = 0,00024 kcal = 8,85 lbf-in = 0,74 lbf-ft = 0,00095 BTU
kilogrammo forza per metro <i>kilogram force per meter</i>	kgf-m	1 kgf-m = 9,807 J = 0,0023 kcal = 86,80 lbf-in = 7,233 lbf-ft = 0,0093 BTU
cavallo vapore per ora <i>horsepower per hour</i>	CV-h	1 CV-h = 270000 kgf-m = 0,736 kW-h = 632,41 kcal = 2509 BTU
kilocaloria - <i>kilogram calorie</i>	kcal	1 kcal = 4,1868 kJ = 426,93 kgf-m = 0,0016 CV-h = 0,0012 kW-h = 37056,3 lbf-in = 3088 lbf-ft = 3,97 BTU
kilowatt per ora - <i>kilowatt per hour</i>	kW-h	1 kW-h = 3600 kJ = 1,36 CV-h = 859,8 kcal = 3412,14 BTU
libbre per pollice <i>pound force inch</i>	lbf-in	1 lbf-in = 0,113 J = 0,0115 kgf-m = 0,083 lbf-ft = 0,0001 BTU
libbre per piede <i>pound force foot</i>	lbf-ft	1 lbf-ft = 1,356 J = 0,138 kgf-m = 0,324 cal = 12 lbf-in = 0,0013 BTU
cavalli vapore per ora <i>horse power hour</i>	HP-h	1 HPh = 2,684 MJ = 641,19 kcal = 1,014 CV-h = 0,746 kW-h = 1980000 lbf-ft = 2544,43 BTU
unità termica britannica <i>british thermal unit</i>	BTU	1 BTU = 1055,056 J = 107,58 kgf-m = 0,0004 CV-h = 0,252 kcal = 0,00029 kWh = 9338,03 lbf-in = 778,17 lbf-ft

Tabella M.12. Densità

Table M.12. Density

kilogrammo su metro cubo <i>kilogram per cubic meter</i>	kg/m ³	1 kg/m ³ = 0,001 kg/dm ³ = 0,001 t/m ³ = 0,001 g/cm ³ = 0,062 lb/ft ³ = 0,00075 tn/yd ³ = 0,00084 s tn/yd ³ = 0,133 oz/gal
kilogrammo su decimetro cubo <i>kilogram per cubic decimetre</i>	kg/dm ³	1 kg/dm ³ = 1000 kg/m ³ = 0,001 g/cm ³ = 1 t/m ³ = 1 g/cm ³ = 62,42 lb/ft ³ = 0,036 lb/in ³ = 133,53 oz/gal
tonnellata su metro cubo <i>ton per cubic meter</i>	t/m ³	1 t/m ³ = 1000 kg/m ³ = 1 kg/dm ³ = 0,001 kg/cm ³ = 1 g/cm ³ = 62,43 lb/ft ³ = 0,036 lb/in ³ = 0,752 tn/yd ³ = 0,843 s tn/yd ³ = 133,53 oz/gal
libbre su piedi al cubo <i>pound per cubic foot</i>	lb/ft ³	1 lb/ft ³ = 16,018 kg/m ³ = 0,016 kg/dm ³ = 0,016 t/m ³ = 0,016 g/cm ³ = 0,00058 lb/in ³ = 0,012 tn/yd ³ = 0,0135 s tn/yd ³ = 2,14 oz/gal
libbre su pollici al cubo <i>pound per cubic inch</i>	lb/in ³	1 lb/in ³ = 27,68 kg/dm ³ = 0,02768 kg/cm ³ = 27,68 t/m ³ = 27,68 g/cm ³ = 1728 lb/ft ³ = 20,83 tn/yd ³ = 23,33 s tn/yd ³ = 3696 oz/gal
once su gallone <i>ounce per gallon</i>	oz/gal	1 oz/gal = 7,489 kg/m ³ = 0,00749 kg/dm ³ = 0,00749 t/m ³ = 0,00749 g/cm ³ = 0,467 lb/ft ³ = 0,00027 lb/in ³ = 0,00563 tn/yd ³ = 0,0063 oz/gal

Tabella M.13. Temperatura

Table M.13. Temperature

Kelvin	K	$K = ^\circ C + 273,15$, $K = 1,8 \cdot ^\circ R$, $K = (5/9) \cdot ^\circ F + (459,67/1,8)$
grado centigrado <i>Centigrade degree</i>	$^\circ C$	$^\circ C = (^\circ F - 32) \cdot 5/9$, $^\circ C = K - 273,15$, $^\circ C = (5/9) \cdot ^\circ F - (32/1,8)$
grado Fahrenheit <i>Fahrenheit degree</i>	$^\circ F$	$^\circ F = 9/5 \cdot ^\circ C + 32$, $^\circ F = ^\circ R - 459,67$, $^\circ F = (9/5) \cdot K - 459,67$
grado Rankine <i>Rankine degree</i>	$^\circ R$	$^\circ R = (5/9) K$, $^\circ R = 491,67 + (9/5) \cdot ^\circ C$, $^\circ R = 459,67 + ^\circ F$

COMPONENTI PER IL BORDO MACCHINA E L'AUTOMAZIONE



Cavi unipolari
Single core cables



Cavi multipolari per posa fissa
Cables for fixed applications



Cavi multipolari per posa mobile
Cables for dynamic applications



Cavi per trasmissione dati
Data transmission cables



Cavi UL listed
UL listed cables



Raccordi e sistemi passacavo
Fittings and cable entry systems



Fascette di cablaggio
Cable ties



Guaine termorestringenti
Heat shrinkable tubings



Guaine non termorestringenti
Non-shrinkable tubings



Nastri
Tapes



Guaine corrugate
Corrugated conduits



Guaina rinforzata
Reinforced conduits



Canaline e tubazioni rigide
Cable trays and metal conduits



Fusibili e portafusibili
Fuses and fuseholders



Pittogrammi di sicurezza
Safety labels



Lampade, prese, spine
Luminaires, plugs

[illegible]



Si suggerisce di verificare l'esistenza di versioni più aggiornate del presente documento visitando il nostro sito internet alla pagina www.tekima.it/centro-download/.
We suggest to check for newer versions of this document visiting the page www.tekima.it/en/download-center/.

Questo documento ha lo scopo di presentare l'intera gamma di prodotti destinati al mercato dell'automazione industriale e di fornire informazioni tecniche generali che non devono essere intese come esaustive degli argomenti trattati. Ogni scelta che può influenzare il buon funzionamento di una apparecchiatura, una macchina o un impianto deve essere presa consultando personale tecnico qualificato.

Tekima S.r.l. non garantisce della completezza, dell'aggiornamento e dell'accuratezza dei dati contenuti in questo documento e che possono essere soggetti a modifica o cancellazione in qualsiasi momento e senza alcun preavviso.

Tekima S.r.l. non si assume nessuna responsabilità in caso di danni diretti o indiretti a persone o cose o perdita di profitto dovuto ad un uso improprio o in caso di inosservanza delle raccomandazioni e dei limiti di impiego del prodotto.

I contenuti estratti dalle normative ANSI/NFPA sono di proprietà esclusiva della National Fire Protection Association.

I contenuti estratti dalle normative UL sono di proprietà esclusiva di Underwriter's Laboratories Inc.

I marchi "Tekima", "ANSI", "UL Listed", "UL Recognized", "CSA", "Desina", sono marchi registrati.

Le immagini e le marcature dei prodotti sono puramente indicative.

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta senza il consenso scritto della Società Tekima S.r.l.

The aim of this document is to introduce the whole product range destined to the industrial automation market, and to give general technical information which have not to be considered as exhaustive of the topics discussed. Any choice which could affect the good operation of equipment, machines or systems, has to be made by seeking the advice of qualified technicians.

Tekima S.r.l. does not guarantee the completeness, updating and accuracy of the data contained in this document, which could be subject to amendment or cancellation in any moment and without advice.

Tekima S.r.l. cannot be held responsible either in case of direct and indirect injuries or damages to property, or in case of profit loss due to an improper use of the product or non-observance of recommendations and use limitations.

The extracts from ANSI/NFPA standards are exclusive property of National Fire Protection Association.

The extracts from UL standards are exclusive property of Underwriter's Laboratories Inc.

"Tekima", "ANSI", "UL Listed", "UL Recognized", "CSA", "Desina" marks are registered trademarks.

The images and the marking of the products are indicative.

All rights reserved. Reproduction or copying of any part of this publication is strictly forbidden without the written consent of Tekima S.r.l.

Tekima: Prodotti per il bordo macchina - Ottobre 2014

Tekima: Field-installed components - October 2014

Art Direction e realizzazione: IDEAgency (BS)



Tekima S.r.l. Via Galileo Galilei - Trav. III, 24
25010 San Zeno Naviglio - Brescia - Italia
Tel.: +390302161293 - Fax: +390302161612
info@tekima.it - www.tekima.biz