



SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA - PARAFULMINI - EQUIPOTENZIALI LPS ESTERNI

EARTHING SYSTEMS - LIGHTNING PROTECTION - EQUIPOTENTIAL
EXTERNAL LPS

QUADERNO TECNICO
TECHNICAL LOG



SATI ITALIA: marchio storico nel settore elettrico industriale italiano

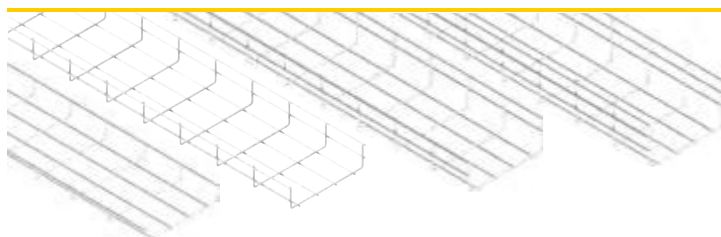
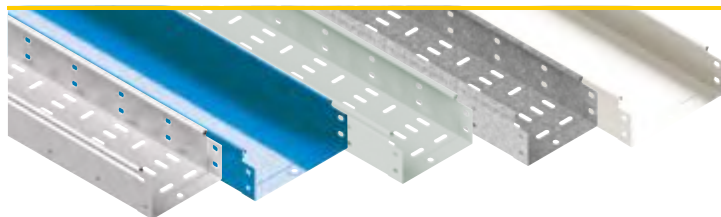
Sati Italia è un brand di grande prestigio e riconosciuto nel settore elettrico industriale italiano, nato negli anni Sessanta a Milano, successivamente entrato a far parte del Gruppo Carpaneto (1991) e oggi parte importante del gruppo DKC.

Un'acquisizione – quella di DKC nel 2021 – che ha il sapore dell'integrazione per rafforzare la leadership del gruppo, mettendo in sinergia competenze, professionalità e presidio territoriale, e rispondendo alle esigenze del mercato con soluzioni altamente competitive e un servizio sempre più puntuale.

I sistemi di canalizzazione metallica portacavi rappresentano il core business di Sati Italia: la **Linea S5**, nella versione chiusa e forata; il sistema di passerella a filo **Linea S2**; il sistema di passerelle a traversini **Linea S3**.

Sistemi di supporto e di sospensione del canale (mensole, profili, giunti, ecc.) completano l'offerta, così come la **Linea Sati Speed**, sistema di strutture componibili caratterizzato da una forte modularità che lo rende molto pratico, veloce ed economico, compatibile con gli accessori dei sistemi di sospensione.

Un ulteriore step integrativo è rappresentato dai **sistemi per impianti di terra, parafulmine ed equipotenziali - LPS Esterni** e i sistemi di **barriere tagliafiamma** per la



protezione passiva; mentre la recente fusione del marchio Procan ha portato all'introduzione di una gamma di soluzioni per la viticoltura con la Linea pali per vigna.

Tra i vanti dell'azienda, rientra un servizio logistico rapido ed efficiente svolto da tre magazzini sviluppati su un'area complessiva di 18 mila mq e dislocati in punti strategici della penisola italiana: a Sizzano (Pavia), per l'area nord-ovest; a Padova, per il nord-est; a Latina, per il centro-sud e per le isole. In queste sedi si trovano anche gli uffici commerciali di Sati Italia, integrati dal gennaio 2021 con la nuova sede di Rivoli (Torino) dove, oltre all'area commerciale, si trovano anche gli uffici amministrativi e di marketing.

La produzione delle principali linee di prodotto è a Latina dove, grazie a impianti di zincatura a caldo dopo lavorazione e di verniciatura a polveri, vengono effettuate anche le lavorazioni di finitura del prodotto: aspetti che si traducono in un importante vantaggio competitivo, garantendo prodotti altamente performanti, unitamente a una risposta veloce e puntuale.

L'organizzazione commerciale, poi, può contare su una rete capillare di 15 filiali per garantire il valore e la professionalità di Sati Italia su tutto il territorio nazionale.

Per informazioni e aggiornamenti:

www.sati.it

SEDI E FILIALI

HEADQUARTERS AND BRANCHES



Sede Legale e filiale commerciale
Headquarters and Sales Branch
Via Ferrero, 7c - 10098 RIVOLI (TO) Italy
Tel.: +39.011.95.90.111
Fax Comm.: +39.011.95.90.200
Fax Amm.: +39.011.95.90.230
www.sati.it



Centro logistico nord-ovest Italia e filiale commerciale
Logistics hub north-west Italy and sales branch
Via Monviso, 5 - 27010 SIZIANO (PV) Italy
Tel. +39.0382.678.311
Fax Commerciale +39.0382.678.312
Fax Amministrazione +39.011.95.90.230
www.sati.it

Centro logistico nord-est Italia e filiale commerciale
Logistics hub north-east Italy and sales branch
Via Nona Strada, 45 Z.I. Nord Padova - 35129 PADOVA - Italy
Tel. +39.049.80.89.120
Fax +39.049.80.89.165
www.sati.it



Centro logistico centro-sud Italia
Logistics hub centre-south Italy
S.S. 148 Pontina Km 81,400 n. 239
04100 BORGO GRAPPA (LT) Italy
Tel. +39.011.95.90.111
Fax +39.011.95.90.200
www.sati.it

Stabilimento di Produzione
Manufacturing Plant
S.S. 148 Pontina Km 81,400
04100 BORGO GRAPPA (LT) Italy
www.sati.it



Per trovare l'Agenzia di zona consultare il sito internet
www.sati.it nella sezione **"Rete Vendita"**.



Sede operativa e di produzione
Operating and production site
Tunisi - Tunisia
www.satitunisia.com

CERTIFICAZIONI DEL SISTEMA QUALITÀ AZIENDALE

COMPANY QUALITY SYSTEM CERTIFICATION



La Qualità come fattore di miglioramento strategico della Sati Italia S.p.A..

La Gestione della Qualità è, da sempre, un impegno costante della politica aziendale della Sati Italia S.p.A..

Impegno che, certificato già dal 1997, si è ulteriormente ampliato con la certificazione ottenuta a ottobre 2020 in conformità alla norma ISO 9001:2015 che mette in risalto:

- la "soddisfazione del cliente" rivolta ai prodotti e servizi della Sati Italia S.p.A.
- la rispondenza dei nostri prodotti alle Direttive CEE per la marcatura **CE**
- la qualità costante dei prodotti, nel rispetto delle norme e specifiche tecniche applicabili.
- **Sati Italia S.p.A. ha ottenuto il rinnovo della certificazione del Sistema di Qualità Aziendale per il triennio 2020 - 2023.**

Sati Italia S.p.A., inoltre, ha ottenuto le certificazioni **ISO 14001:2015 "a sostegno della responsabilità verso l'ambiente"** e la **ISO 45001:2018 "sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro"** per il triennio **2022 - 2025**.

Questo risultato è stato possibile grazie alle disposizioni della direzione aziendale ed all'impegno costante e responsabile delle risorse umane della Sati Italia S.p.A., operando nell'ambito di una strategia fatta di obiettivi, strutture organizzative e mezzi tecnici d'avanguardia.

Quality as a strategic improvement factor of Sati Italia S.p.A.

Quality Management has always been a steadfast commitment for the company policy of Sati Italia S.p.A..

Initially certified in 1997, this pledge has grown with the ISO 9001:2015 certification obtained in October 2020, which highlights:

- *"customer satisfaction" aimed at Sati Italia S.p.A. products and services*
- *the compliance of our products with CEE Directives for marking **CE***
- *the lasting quality of our products, in accordance with applicable technical specifications and standards.*
- **Sati Italia S.p.A. obtained the renewal of the Company Quality System certification for the period 2020 - 2023.**

*Sati Italia S.p.A. has also been certified **ISO 14001:2015 "Environmental management systems"** and **ISO 45001:2018 "Occupational health and safety management systems"** for the three-year period **2022 - 2025**.*

This result was made possible thanks to measures taken by the company management and the constant and responsible commitment of the human resources department at Sati Italia S.p.A., working hard towards a strategy made of goals, organisation structures and cutting edge technical means.

EN 50085-1 / EN 50085-2-1

IP20



IP40



IP44



DIN 4102-12

E90



Determinazione della resistenza al fuoco di un sistema di passerelle metalliche contenenti cavi elettrici che richiedono il mantenimento dell'integrità del circuito durante il prediodo di prova, secondo DIN 4102-12:1998-11: "Fire Resistance of Electric Cable Systems Required to Maintain Circuit Integrity - Requirement and testing".

Determination of the fire resistance of a metal cable tray system containing electrical cables required to maintain circuit integrity during the test period according to DIN 4102-12:1998-11: "Fire Resistance of Electric Cable Systems Required to Maintain Circuit Integrity - Requirement and testing".

SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA, PARAFULMINE ED EQUIPOTENZIALI - LPS ESTERNI

**EARTHING SYSTEMS, LIGHTNING PROTECTION AND
EQUIPOTENTIAL BONDING SYSTEMS - EXTERNAL LPS**

• Sistemi per impianti di terra - note tecniche	pag. 6
Earthling systems - technical notes	
• Sistemi per impianti parafulmini - note tecniche.....	pag. 10
Lightning systems - technical notes	
• Sistemi per collegamenti equipotenziali - note tecniche.....	pag. 16
Equipotential bonding systems - technical notes	
• Sistemi TT per edifici ad uso abitativo e terziario	pag. 18
TT systems for homes and commercial buildings	
• Sistemi TN per industrie, centri commerciali, alberghi	pag. 20
TN systems for industrial plants, shopping centres and hotels	
• Sistemi IT.....	pag. 20
IT Systems	
• Torri Piezometriche	pag. 22
Watering towers	
• Cabine con scaricatori MT.....	pag. 24
Cabins HV/LV equipped with Surge Protective Device	
• Cabine su terreni difficili	pag. 26
Cabins HV/LV on difficult terrain	
• Capannoni Prefabbricati ed Equipotenzialità	pag. 28
Prefabricated Warehouses and Equipotentiality	
• Terre di fondazione - note tecniche.....	pag. 30
Foundation earth electrode - Technical notes	
• Collegamenti impropri ai ferri di armatura del calcestruzzo.....	pag. 33
Improper connections to reinforcements of reinforced concrete	

ESEMPIO DI IMPIANTO DI TERRA / EXAMPLE OF AN EARTHING SYSTEM

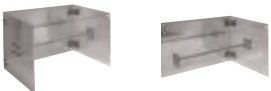
SCELTA DEI COMPONENTI

Esempio di impianto di terra tradizionale: riferimenti ①②③④⑤⑥⑦

Per realizzare un impianto di terra con solo dispersore a piastre componibili PT4 ②A, è sufficiente collegarlo, tramite il morsetto ③, con uno spezzone di tondo ①A alla piastra equipotenziale ④.

È ovvio che gli altri riferimenti citati non sono più necessari.

IMPIANTO CON PIASTRE MODULARI PT4 MODULAR EARTH PLATES STRUCTURE

①A	Spezzone di tondo Round section length	
②A	Dispersori di terra modulari a piastre Modular earth plates	
③	Morsetto per dispersore modulare Clamp for equipotential grounding	
④	Piastra equipotenziale Equipotential bonding bar	
⑦	Collegamento ferri d'armatura Connection reinforcing rods	

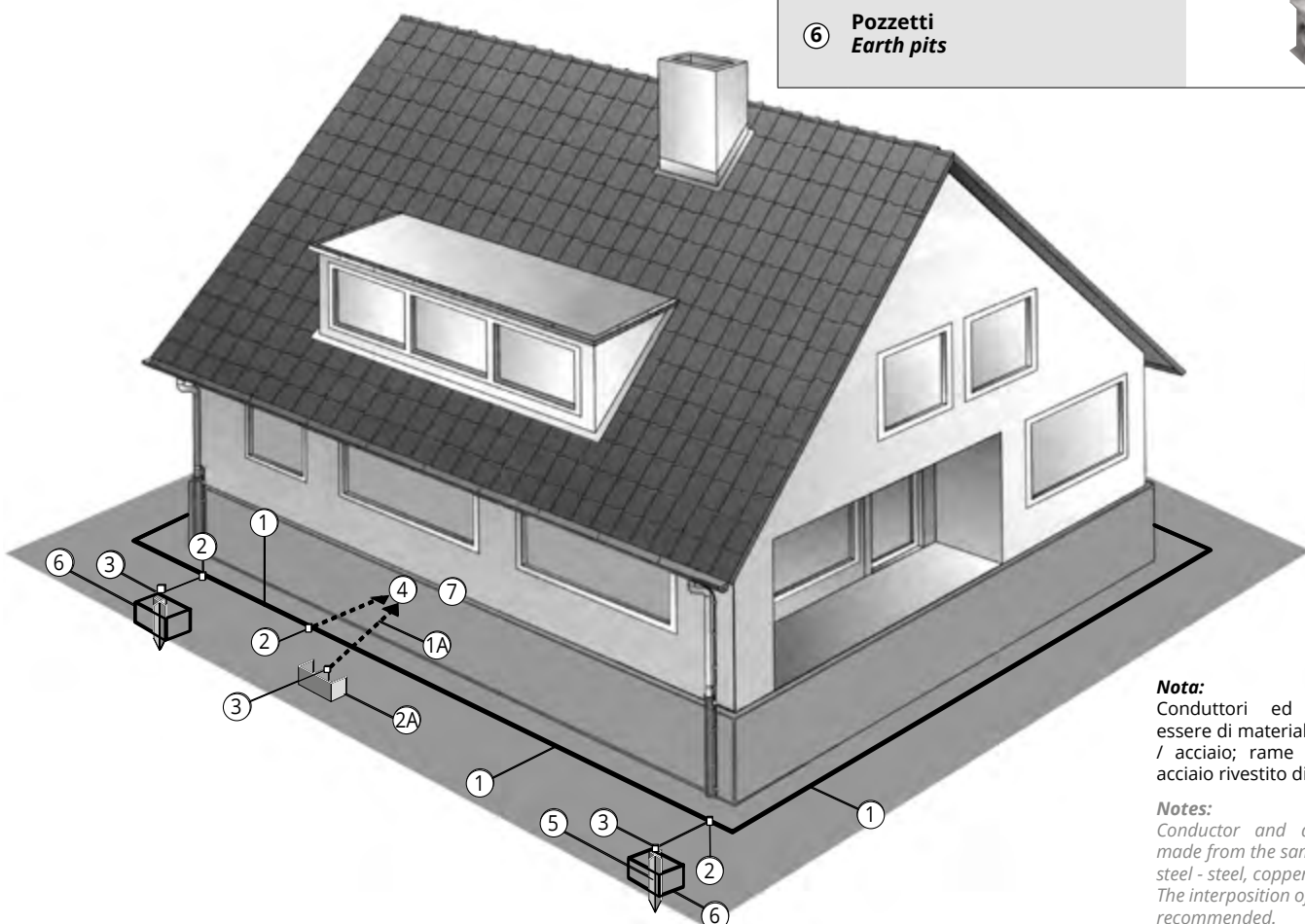
CHOICE OF COMPONENTS

Example of traditional earthing system: look at references in ①②③④⑤⑥⑦ the image below.

However, an earthing system based on a modular earth plates structure PT4 ②A can be implemented by simply connecting the clamp ③ to the equipotential plate ④ with length of round section cable ①A - the other elements obviously become redundant.

IMPIANTO TRADIZIONALE TRADITIONAL SYSTEM

①	Piatto o tondo Tape or round	
②	Morsetti di derivazione Cross-connector clamps	
③	Morsetti Clamps	Per piatto utilizzare vite e dado M 10 in acciaio Inox. For tape use 10 mm, stainless steel, screw and nut. 
④	Piastra equipotenziale Equipotential bonding bar	
⑤	Dispersori a picchetto Earth electrode	
⑥	Pozzetti Earth pits	



Nota:
Conduttori ed accessori devono essere di materiale omogeneo: acciaio / acciaio; rame / rame o ottone / acciaio rivestito di rame.

Notes:
Conductor and accessories must be made from the same material: steel - steel, copper - copper / brass. The interposition of bimetal plates is also recommended.

RIFERIMENTI NORMATIVI / NORMATIVE REFERENCES

Ci sono diverse Norme e Guide del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) che si occupano degli impianti di terra. L'impianto in genere è unico e sembrerebbe che la scelta dei componenti potesse essere univoca. In realtà, proprio per la differenziazione delle Norme è bene identificare se si tratta di un impianto soggetto alla sola applicazione in circuiti di bassa tensione, circuiti di alta tensione oppure impianti per la protezione contro i fulmini. Nelle "Note Tecniche" vengono presentate diverse tabelle per le diverse applicazioni. Le Norme e Leggi di riferimento più importanti sono:

- **Norma CEI 64-8, 7ª edizione 2012** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
- **CEI EN 62305-3** Protezione contro i fulmini "Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
- **CEI EN 50522** "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. (CEI 99-3)".
- **DM 22 gennaio 2008, n. 37** "Riordino delle disposizioni legislative in materia di attività di installazione degli impianti elettrici negli edifici".
- **DPR 462/01** "Procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi".
- **D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81** "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- **Guida CEI 64-12** "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario".
- **Guida CEI 11-37** "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV".
- **Norma CEI 81-5** "Componenti per la protezione contro i fulmini. Parte 1: Prescrizione per i componenti di connessione (Norma CEI EN 50164-1 sostituito da CEI EN 62561-1)".
- **CEI EN 62561 Serie da 1 a 7** "Componenti dei sistemi di protezione contro i fulmini LPSC (Lightning Protection System Components). Si tratta di adeguamenti della Norma europea EN alla Norma internazionale IEC.

In generale si può ritenere che un impianto adatto alla protezione contro i fulmini è adatto anche alle altre applicazioni. Non è vero il contrario.

I componenti per gli LPS vengono provati per resistere all'azione della corrosione ambientale e con un test elettrico impulsivo con forma d'onda 10/350 µs.

Sono previste due classi di prova:

- Classe "H" = 100 kA (10/350).
- Classe "N" = 50 kA (10/350).

In relazione al livello di protezione ed alle correnti di fulminazione presunte si scelgono i componenti.

Dal punto di vista applicativo, queste prestazioni si traducono nelle seguenti applicazioni:

- Per impianti di I/II livello, utilizzare prodotti Classe "H".
- Per impianti di III/IV livello, utilizzare prodotti Classe "N".

The numerous technical standards, developed by the IEC and adopted by the European Committee for Electrotechnical Standardisation (CENELEC), are collectively known as EN 62305. Hundreds of lightning protection specialists from the 28 different member countries that represent CENELEC contributed to the writing of these standards over a period of more than 20 years.

CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) is the Italian Institute in charge of standardization and unification in the electrical, electronic and telecommunications field. Earthing systems, which therefore come under the jurisdiction of CEI, should be regulated according to one set of rules. However, legislation differentiates between low and high voltage circuits and systems for the protection against lightning. Technical notes tables specify which components should be used for each purpose. The main Rules and Regulations are:

- **CEI 64-8** Electrical systems at a rated voltage not exceeding 1000 V c.a. and 1500 V d.c. (CENELEC-HD 60364-5-54; IEC 60364-1).
- **CEI EN 62305-3** Protection Against Lightning; Physical damage to structures and life hazard.
- **CEI EN 62305-1** Protection Against Lightning; General Principle.
- **CEI 64-12** Guidelines for the construction of earthing systems for residential and commercial buildings.
- **CEI 11-37** Guidelines for the construction of earthing systems where consumption is greater than 1 kV (buildings with HV/LV inside).
- **CEI 81-5** Equipment for the protection against lightning. Part 1: Phasing out connection components (CEI EN 62561-1).

In general it can be assumed that a system for protecting against lightning is also suitable for other applications. The reverse is not true.

Components for LPSs undergo tests for resistance to environmental corrosion and are also tested with an electrical pulse waveform of 10/350 microseconds.

There are two classes of test:

- Class "H" = 100kA (10/350).
- Class "M" = 50kA (10/350).

Components are chosen according to the desired level of protection and to expected lightning strike charges.

NOTE TECNICHE / TECHNICAL NOTES

PREMESSA

L'impianto di terra è il piano su cui si costruisce la sicurezza. Non possiamo dire che la sicurezza è legata solamente all'impianto di terra, perché ci sono altri metodi di protezione contro i pericoli di natura elettrica che sono altrettanto validi. Una buona terra associata ad un corretto uso dei collegamenti di equipotenzialità rappresentano la soluzione più utilizzata per raggiungere i migliori livelli di sicurezza.

In questi ultimi anni abbiamo assistito ad uno sforzo comune tra i normatori ed i costruttori di materiali per impianti di terra, atto ad assicurare una risposta tecnica più razionale ed economicamente accettabile per la comunità.

I costruttori hanno prodotto materiali più resistenti alle corrosioni con dimensionamenti logici in relazione alla durata dell'impianto. La tabella sotto riportata mette in evidenza le caratteristiche minime dei principali componenti da utilizzarsi per realizzare un impianto di terra secondo le norme CEI 64-8; 7ª edizione 2012.

Tabella - Dimensioni minime per i dispersori intenzionali realizzati con i materiali comunemente usati dal punto di vista della corrosione e della resistenza meccanica.

INTRODUCTION

An earthing system is the base on which security is built. We cannot strictly say though that safety can only be achieved with an earthing system; because there are other methods related to protection against hazards of electrical origin that are equally valid. However, a sound earthing system, combined with proper use of equipotential bonding connections, is the most popular solution to achieve more guaranteed levels of safety.

In recent years regulatory bodies and manufacturers of materials for earthing systems have made concerted efforts to find more efficient and affordable technological solutions which may benefit consumers. Manufacturers have succeeded in producing materials which are consistently resistant to corrosion for their intended life expectancy of. The table below indicates the minimum requirements for the main components used to build an earthing system according to regulation contained in CEI 64-8; 7th edition 2012.

Table - Minimum dimensions, in relation to corrosion and mechanical strength, for foundation earth electrodes made with commonly used materials.

Materiale Material	Superficie Surface	Tipo di dispersori Type of electrode	Dimensione minima / Minimum dimensions				
			Corpo / Core			Rivestimento / guaina - Plating / sheath	
			Diametro Diameter mm	Sezione Cross-Section mm ²	Spessore Thickness mm	Valore singolo Single value µm	Valore medi Average value µm
Acciaio Steel	Zincato a caldo Hot galvanized steel	Piattina / Strip ^(a)		90	3	63	70
		Profilato / Profile (inc. plates)		90	3	63	70
		Tubo / Pipe	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto Round bar for earth electrode	16			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale Round wire for horizontal earth electrode	10				50
	Guaina di piombo ^(a) With lead sheath	Tondo per dispersore orizzontale Round wire for horizontal earth electrode	8			1000	
	Con guaina di rame estrusa With extruded copper sheath	Barra tonda per picchetto Round bar for earth rod	15			2000	
	Con guaina di rame elettrolitica With electrolytic copper sheath	Barra tonda per picchetto Round bar for earth rod	14,2			90	100
Rame Copper	Nudo Bare	Piattina / Strip		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale Round wire for horizontal earth electrode		25 ^(c)			
		Corda / Stranded cable	1,8 ^(d)	25			
		Tubo / Pipe	20		2		
	Stagnato Tinned	Corda / Stranded cable	1,8 ^(d)	25		1	5
	Zincato Zinc Galvanized	Piattina / Strip		50	2	20	40
	Guaina di piombo ^(a) With lead sheath	Corda / Stranded cable	1,8 ^(d)	25		1000	
		Filo tondo / Round wire		25		1000	

a: Non idoneo per posa diretta in calcestruzzo. Si raccomanda di non usare il piombo per ragioni di inquinamento.

Not suitable for direct embedding in concrete. Use of lead is not recommended due to environmental reasons.

b: Piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati. / Strip, rolled or cut with rounded edges.

c: In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm².

In extreme conditions where experience shows that the risk of corrosion and mechanical damage is extremely low 16 mm² can be used.

d: Per fili singoli. / For single wire.

Nota: Gli stessi componenti sono utilizzabili anche per impianti di terra superiori a 1 kV c.a. (CEI EN 50522).

Note: The same components are also used for earthing system exceeding 1 kV AC (CEI EN 50522).

NOTE TECNICHE / TECHNICAL NOTES

L'IMPIANTO DI TERRA E LA LEGGE 37/08 (EX 46/90)

Da quando è entrata in vigore la legge 46/90 (oggi 37/08), ed in particolare il regolamento di attuazione DPR 447/91, ricorre spesso la domanda se è obbligatorio o meno realizzare l'impianto di terra. Diciamo che forse è più semplice dire quando non è obbligatorio l'impianto di terra. L'impianto di terra può non essere realizzato in tutti gli edifici con **sola** destinazione ad uso abitativo che avevano impianti elettrici costruiti prima del marzo 1990. In tutti gli altri casi **l'impianti di terra è obbligatorio**.

MATERIALI

Utilizzando i materiali da noi forniti è possibile realizzare impianti di terra di ogni tipo, nel rispetto della regolamentazione nazionale ed europea CEI EN.

In particolare, la norma CEI 62305 serie 1-2-3-4, 2ª edizione, richiede che i componenti (LPSC) da utilizzare per l'installazione di impianti contro i fulmini siano conformi alla serie di norme CEI EN 62561 come indicato nelle tabelle successive.

Accanto ai manufatti tradizionali vengono presentati accessori per applicazioni specifiche quali dispersori di profondità modulari prolungabili, piastre per i collegamenti equipotenziali, raccorderie speciali.

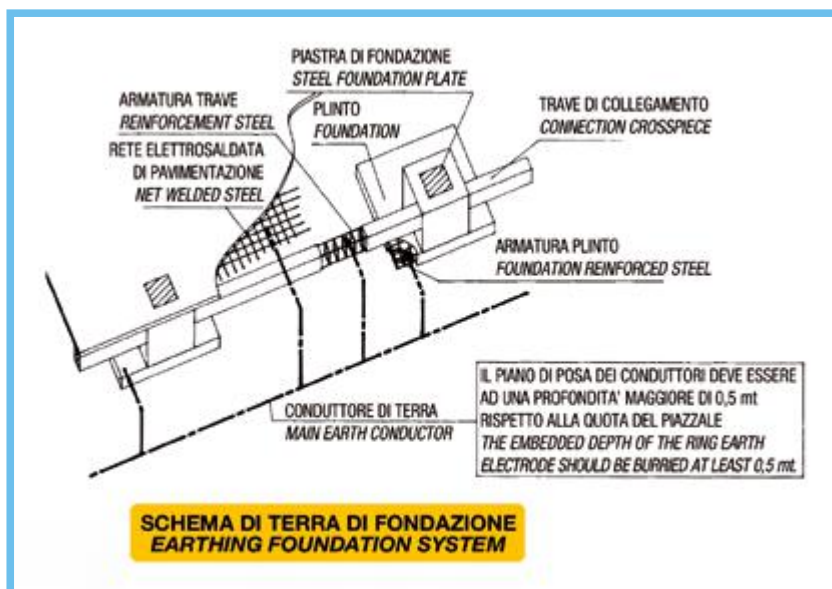
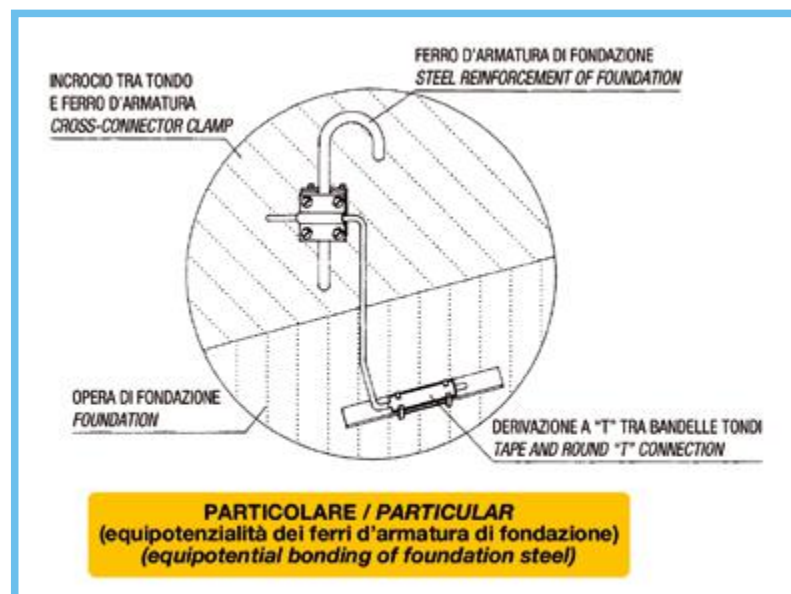
L'uso di questi articoli progettati e realizzati per lo specifico impiego cui sono destinati consente una riduzione dei tempi di installazione ed il raggiungimento della massima affidabilità per l'impianto.

MATERIALS

It is possible to construct earthing systems of all kinds and in accordance with local regulations when using materials supplied by us.

In addition to traditional products we also have a wide range of accessories to suit specific purposes: such as deep electrodes, modular extendable plates, equipotential bonding bar, and non-standard fittings.

When using items which are designed and manufactured for specific use it is possible to achieve a reduction in installation time and obtain higher reliability for the earthing system.



SISTEMI PER IMPIANTI DI PARAFULMINE - LPS ESTERNI

LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS - EXTERNAL LPS

ESEMPIO DI IMPIANTO PARAFULMINE ESTERNO E DI TERRA

EXAMPLE OF AN EXTERNAL LIGHTNING PROTECTION AND EARTHING SYSTEM

SCelta DEI COMPONENTI

Esempio di struttura con tetto piano e bordo superiore rivestito in **acciaio Inox**.

Nota:

Le pagine riportate nei riquadri dei prodotti consentono di identificare altri articoli per la realizzazione di impianti parafulmini di strutture con caratteristiche diverse dall'esempio.

CHOICE OF COMPONENTS

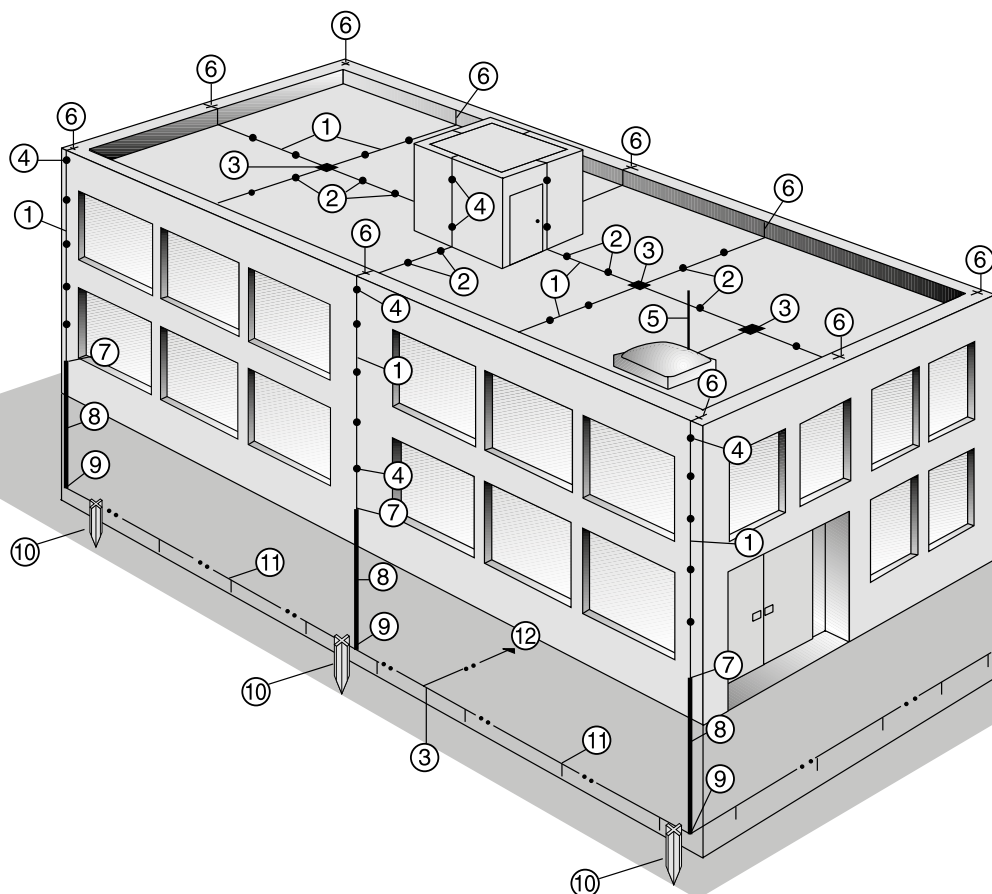
Example: flat roof building with **stainless steel** roof border.

Note:

Page number references help identify products suitable for building lightning protection systems different from the example outlined below.

①	Piatto o tondo <i>Tape or round</i>	
②	Supporti per tetti <i>Roof supports</i>	
③	Giunzioni <i>Cross connector clamps</i>	
④	Supporti per calate <i>Supports for down conductors</i>	
⑤	Aste di captazione <i>Air termination rods</i>	
⑥	Ancoraggi per captatori / calate <i>Clamp support for air termination rods and down conductors</i>	

⑦	Morsetti di sezionamento <i>Sectioning clamp</i>	
⑧	Supporti per barre di adduzione <i>Support for conductor rods</i>	
⑨	Giunzioni tra barre di adduzione e tondi / piatti <i>Tape and round fasteners for conductor rods</i>	
⑩	Dispersori e accessori <i>Earth electrodes and accessories</i>	
⑪	Piatti e tondi <i>Tape and round</i>	
⑫	Piastra per nodo equipotenziale <i>Equipotential bonding bar</i>	



Nota:

Conduttori ed accessori devono essere di materiale omogeneo: acciaio / acciaio; rame / rame o ottone, acciaio rivestito di rame, alluminio rivestito di rame. È utile l'interposizione di lamine bimetalliche per collegamenti tra materiali diversi.

Notes:

Conductor and accessories must be made from the same material: steel - steel, copper - copper / brass. The interposition of bimetal plates is also recommended.

SISTEMI PER IMPIANTI DI PARAFULMINE - LPS ESTERNI

LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS - EXTERNAL LPS

RIFERIMENTI NORMATIVI / NORMATIVE REFERENCES

**SIMBOLI SUGGERITI DAL TECHNICAL REPORT CENELEC:
TR 50469:2005 PER LA PROGETTAZIONE DI IMPIANTI
PARAFULMINE - LPS**

**PICTOGRAM EXPLANATION OF SYMBOLS PROPOSED BY
CENELEC TECHNICAL REPORT 50469:2005 FOR THE DESIGN
OF LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS**

Parti dell'impianto parafulmine:

Parts of a LPS:

Simboli / Symbols	Descrizione / Description	Nome / Remarks
	Asta di captazione <i>Air termination rod or stud</i>	Caratteristiche aggiuntive indicano i materiali e le misure <i>Optional character indicates size and material</i>
	Conduttore orizzontale (esposto) <i>Horizontal conductor (exposed)</i>	Può essere utilizzato anche per i verticali <i>Can also be used for vertical conductors</i>
	Conduttore di terra orizzontale <i>Horizontal earth conductor</i>	Spessori delle linee 2 o 3 volte lo spessore delle linee di rappresentazione dell'edificio. <i>Line thickness about 2 or 3 times the line thickness of the building.</i> <i>Optional character indicates size and material.</i>
	Conduttore orizzontale (nascosto senza contatto di terra) <i>Horizontal conductor (hidden without earth contact)</i>	
	Conduttore per terra di fondazione <i>Foundation earth electrode</i>	
	Simbolo generale di terra <i>Earth electrode (general)</i>	Caratteristiche aggiuntive indicano le misure, tipo e materiale dell'elettrodo. <i>Optional character indicates size and material of electrode.</i>
	Terra con connessioni accessibili <i>Earth electrode with accessible connection</i>	Caratteristiche aggiuntive indicano le misure e tipo dell'elettrodo e cassetta. <i>Optional character indicates size and material of electrode and enclosure.</i>
	Picchetto verticale <i>Vertical earth electrode</i>	Caratteristiche aggiuntive indicano le misure, tipo e materiale dell'elettrodo. <i>Optional character indicates size and material of electrode.</i>
	Collegamenti e terminali <i>Conductor connection or termination</i>	Caratteristiche aggiuntive indicano il tipo di connessione o terminale esempio, morsetto, avvitato, saldato, etc.. <i>Optional character indicates type of connection or termination, eg. clamp, bolt, welded etc..</i>
	Punto di misura <i>Test joint</i>	
	Conduttori in direzione verso l'alto Conduttori in direzione verso il basso Conduttori in direzione verso alto e basso <i>Conductor leading upwards</i> <i>Conductor leading downwards</i> <i>Conductor leading upwards and downwards</i>	
	Conduttore di equipotenzialità <i>Bonding conductor</i>	Specificare il tipo di conduttore. <i>Conductor type to be specified.</i>
	Conduttore di equipotenzialità flessibile <i>Flexible bonding conductor</i>	
	Nodo di equipotenzialità <i>Earth bar or equipotential bonding bar</i>	
	Spinterometri di isolamento <i>Isolating spark gap</i>	Per spinterometri speciali occorrono marchiature aggiuntive per esempio "EX". <i>For non-standard spark gap additional marking necessary, for example with symbol "EX"</i>
	SPD - Limitatori <i>Surge protection device</i>	Caratteristiche aggiuntive dovrebbero essere indicate, tipo di limitatore, etc.. <i>Optional character could indicate the type of protection device.</i>

SISTEMI PER IMPIANTI DI PARAFULMINE - LPS ESTERNI

LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS - EXTERNAL LPS

RIFERIMENTI NORMATIVI / NORMATIVE REFERENCES

MATERIALI PER LA REALIZZAZIONE DI LPS ESTERNI

I materiali utilizzati per impianti di terra soggetti all'applicazione della sola Norma CEI 64-8 (7ª edizione 2012) **sono diversi** dai materiali utilizzati nei dispersori per LPS come evidenziato nelle tabelle seguenti. Morsetti e conduttori devono essere conformi alla Norma EN 50164 e CEI EN 62561-2 e dimensionati per le correnti di fulmine previsti dal livello di protezione nel punto di installazione.

Tabella - Materiali, configurazioni e sezioni minime dei conduttori e delle aste del sistema di captatori, dei picchetti e dei conduttori delle calate^(a)

MATERIALS EMPLOYED TO DESIGN ON EXTERNAL LPS

Earthing system materials employed according to standards set out in CEI 64-8; V2 are different from materials used for LPS electrodes as shown in the following tables.

Clamps and conductors must comply with standards set out in EN 50164 and their dimensions must be in proportion to the level of protection required against lightning strikes at the point of installation.

Table - Materials, configurations and minimum cross-sectional area of air-terminal conductors, air termination rods, earth lead-in rods and down-conductors^(a)

Materiale Material	Configurazione Configuration	Sezione minima ^(a) Cross-sectional area ^(a) mm ²	Commento Recommended dimensions
Rame / Copper Rame stagnato / Tin plated copper ^(b)	Nastro massiccio / Solid tape	≥ 50	2 mm di spessore. / 2 mm thickness.
	Tondo massiccio / Solid round ^(d)	≥ 50	8 mm di diametro. / 8 mm diameter.
	Cordato / Stranded ^{(d)(g)}	≥ 50	1,7 mm di diametro di ciascuno cond. elementare. ^(f) 1,7 mm diameter of each strand. ^(f)
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 176	15 mm di diametro. / 15 mm diameter.
Alluminio Aluminium	Nastro massiccio / Solid tape	≥ 70	3 mm di spessore. / 3 mm thickness.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 50	8 mm di diametro. / 8 mm diameter.
	Cordato / Stranded ^(g)	≥ 50	1,63 mm di diametro di ciascuno cond. elementare. 1,63 mm diameter of each strand.
Lega di alluminio ramata ^(e) Copper coated Aluminum alloy ^(e)	Tondo massiccio / Solid round	≥ 50	8 mm di diametro. / 8 mm diameter.
Lega di alluminio Aluminium alloy	Nastro massiccio / Solid tape	≥ 50	2,5 mm di spessore. / 2,5 mm thickness.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 50	8 mm di diametro. / 8 mm diameter.
	Cordato / Stranded ^(g)	≥ 50	1,7 mm di diametro di ciascuno cond. elementare. 1,7 mm diameter of each strand.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 176	15 mm di diametro. / 15 mm diameter.
Acciaio zincato a caldo Hot dipped galvanized steel	Nastro massiccio / Solid tape	≥ 50	2,5 mm di spessore. / 2,5 mm thickness.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 50	8 mm di diametro. / 8 mm diameter.
	Cordato / Stranded ^(g)	≥ 50	1,7 mm di diametro di ciascuno cond. elementare. 1,7 mm diameter of each strand.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 176	15 mm di diametro. / 15 mm diameter.
Acciaio ramato ^(e) Copper coated steel ^(e)	Tondo massiccio / Solid round	≥ 50	8 mm di diametro. / 8 mm diameter.
	Nastro massiccio / Solid tape	≥ 50	2,5 mm di spessore. / 2,5 mm thickness.
Acciaio inossidabile ^(c) Stainless steel ^(c)	Nastro massiccio / Solid tape	≥ 50	2 mm di spessore. / 2 mm thickness.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 50	8 mm di diametro. / 8 mm diameter.
	Cordato / Stranded ^(g)	≥ 70	1,7 mm di diametro di ciascuno cond. elementare. 1,7 mm diameter of each strand.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 176	15 mm di diametro. / 15 mm diameter.

NOTE: Per l'applicazione dei conduttori, vedere IEC 62305-3. / For the application of the conductors, see IEC 62305-3.

(a) Tolleranza di produzione: -3%.
Manufacturing tolerance: -3%.

(b) Rivestimento minimo per zincatura a caldo o deposito elettrolitico di 1 µm.
Hot dipped or electroplated; minimum thickness coating of 1 µm.

(c) Cromo ≥ 16%; nichel ≥ 8%; carbonio ≤ 0,08%.
Chromium ≥ 16%; nickel ≥ 8%; carbon ≤ 0,08%.

(d) In alcune applicazioni dove la resistenza meccanica non è un requisito essenziale, i 50 mm² (8 mm di diametro) possono essere ridotti a 25 mm² (6 mm di diametro).
50 mm² (8 mm diameter) may be reduced to 25 mm² (6 mm diameter) in certain applications where mechanical strength is not an essential requirement.

(e) Lo spessore della copertura di rame non può essere inferiore a 70 µm con 99,9% contenuto di rame.
Minimum 70 µm radial copper coating of 99,9% copper content.

(f) In alcuni paesi può essere utilizzato il diametro elementare di 1,14 mm.
In some countries 1,14 mm diameter of each strand may be used.

(g) La sezione trasversale del conduttore è determinata misurando la resistenza in accordo a IEC 60228.

The cross sectional area of stranded conductors is determined by the resistance of the conductor according to IEC 60228.

SISTEMI PER IMPIANTI DI PARAFULMINE - LPS ESTERNI

LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS - EXTERNAL LPS

RIFERIMENTI NORMATIVI / NORMATIVE REFERENCES

TABELLA - MATERIALE, CONFIGURAZIONE E SEZIONE TRASVERSALE DI DISPERSORI

TABLE - MATERIAL, CONFIGURATION AND CROSS SECTIONAL AREA OF EARTH ELECTRODES

Materiali Material	Configurazione Configuration	Sezione trasversale / cross sectional area ^(a)			Commento Recommended dimensions
		Diametro picchetto Earth rod diameter mm	Conduttore di Terra Earth Conductor mm ²	Piastra Earth plate cm ²	
Rame / Copper Rame stagnato / Tin plated copper ^(f)	Cordato / Stranded		≥ 50 ⁽ⁱ⁾		1,7 mm di diametro di ciascuno cond. elementare. 1,7 mm diameter of each strand.
	Tondo massiccio / Solid round		≥ 50		8 mm di diametro. / 8 mm diameter.
	Nastro massiccio / Solid tape		≥ 50		2 mm di spessore. / 2 mm thickness.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 176			15 mm di diametro. / 15 mm diameter.
	Tubo / Pipe	≥ 110			20 mm di diametro con 2 mm di spessore della parete. 20 mm diameter with 2 mm wall thickness
	Piastra massiccia / Solid plate			≥ 2500	500 mm x 500 mm con 1,5 mm di spessore. ^(g) 500 mm x 500 mm with 1,5 mm thickness ^(g)
	Piastra a graticcio / Lattice plate ^(d)			≥ 3600	600 mm x 600 mm costituito da 25 mm x 2 mm per la sezione del nastro o 8 mm di diametro per il conduttore tondo. 600 mm x 600 mm consisted of 25 mm x 2 mm section for tape or 8 mm diameter for round conductor
Acciaio zincato a caldo Hot dipped galvanized steel	Tondo massiccio / Solid round		≥ 78		10 mm di diametro. / 10 mm diameter.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 150 ^(b)			14 mm di diametro. / 14 mm diameter.
	Tubo / Pipe	≥ 140 ^(b)			25 mm di diametro con 2 mm di spessore della parete. 25 mm diameter with 2 mm wall thickness
	Nastro massiccio / Solid tape		≥ 90		3 mm di spessore. / 3 mm thickness.
	Piastra massiccia / Solid plate			≥ 2500	500 mm x 500 mm con 3 mm di spessore. 500 mm x 500 mm with 3 mm thickness.
	Piastra a graticcio / Lattice plate ^(d)			≥ 3600	600 mm x 600 mm costituito da 30 mm x 3 mm per la sezione del nastro o 10 mm di diametro per il conduttore tondo. 600 mm x 600 mm consisted of 30 mm x 3 mm section for tape or 10 mm diameter for round conductor
	Profilato / Profile	^(e)			3 mm di spessore. / 3 mm thickness.
Acciaio Bare steel	Cordato / Stranded		≥ 70		1,7 mm di diametro di ciascuno cond. elementare. 1,7 mm diameter of each strand.
	Tondo massiccio / Solid round		≥ 78		10 mm di diametro. / 10 mm diameter.
	Nastro massiccio / Solid tape		≥ 75		3 mm di spessore. / 3 mm thickness.
Acciaio ramato ^(d) Copper coated steel ^(d)	Tondo massiccio / Solid round	≥ 150 ^(b)			14 mm di diametro, con rivestimento minimo di 250 µm in rame, con 99,9% contenuto di rame. 14 mm diameter, if 250 µm minimum radial copper coating, with 99,9% copper content.
	Tondo massiccio / Solid round		≥ 50		8 mm di diametro, con rivestimento minimo di 250 µm in rame, con 99,9% contenuto di rame. 8 mm diameter, if 250 µm minimum radial copper coating, with 99,9% copper content.
	Tondo massiccio / Solid round		≥ 78		10 mm di diametro, con rivestimento minimo di 70 µm in rame, con 99,9% contenuto di rame. 10 mm diameter, if 70 µm minimum radial copper coating, with 99,9% copper content.
	Nastro massiccio / Solid tape		≥ 90		3 mm di spessore, con rivestimento minimo di 70 µm in rame, con 99,9% contenuto di rame. 3 mm thickness, if 70 µm minimum radial copper coating, with 99,9% copper content.
Acciaio inossidabile Stainless steel	Tondo massiccio / Solid round		≥ 78		10 mm di diametro. / 10 mm diameter.
	Tondo massiccio / Solid round	≥ 176 ^(b)			15 mm di diametro. / 15 mm diameter.
	Nastro massiccio / Solid tape		≥ 100		2 mm di spessore. / 2 mm thickness.

NOTE: Per l'applicazione dei conduttori, vedere IEC 62305-3. / For the application of the conductors, see IEC 62305-3.

(a) Tolleranza di produzione: -3%. / Manufacturing tolerance: -3%.

(b) Filettature, se esistenti, devono essere lavorate prima della zincatura. / Threads, where utilized, shall be machined prior to galvanizing.

(c) La ramatura dovrà essere connessa intrinsecamente all'acciaio, lo spessore della protezione può essere misurato con uno strumento elettronico per lo spessore dei rivestimenti. The copper shall be intrinsically bonded to the steel. The coating can be measured using an electronic coating measuring thickness instrument.

(d) Piastre a graticcio devono avere una lunghezza minima degli elementi di 4,8 m. / Lattice plate constructed with a minimum total conductor length of 4,8 m.

(e) Differenti profili sono ammessi con sezioni trasversali minimi di 290 mm², spessore 3 mm, es. dispersori a croce.

(f) Rivestimento minimo di zincatura a caldo o deposito elettrolitico di 1 µm. / Hot dipped or electroplated; minimum thickness coating of 1 µm.

(g) In alcuni paesi, la sezione trasversale può essere ridotta a ≥ 1800 cm² e spessore ≥ 0,8 mm. In some countries, the cross sectional area may be reduced to ≥ 1800 cm² and thickness to ≥ 0,8 mm.

(h) In alcuni paesi, la sezione trasversale può essere ridotta a 125 mm². / In some countries, the cross sectional area may be reduced to 125 mm².

(i) La sezione trasversale del conduttore è determinato misurando la resistenza in accordo a IEC 60228.

The cross sectional area of stranded conductors is determined by the resistance of the conductor according to IEC 60228.

SISTEMI PER IMPIANTI DI PARAFULMINE - LPS ESTERNI

LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS - EXTERNAL LPS

SUGGERIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PARAFULMINE A MAGLIA

RECOMMENDATIONS FOR IMPLEMENTING AN LPS WITH AN AIR TERMINATION MESH

PREMESSA

Prescindendo dal calcolo di probabilità di fulminazione attraverso il quale si definisce la necessità o meno di realizzare l'impianto di parafulmine (LPS), gli elementi fondamentali di una protezione contro le scariche atmosferiche sono: gli organi di captazione (maglia di captazione), le calate ed il dispersore.

MAGLIA DI CAPTAZIONE

Si deve definire un opportuno livello di protezione dell'impianto in base al tipo di edificio ed alla probabilità di fulminazione (norme CEI 81-10/2). A tale proposito le stesse norme CEI classificano gli impianti secondo i livelli di protezione riportati in Tabella 1 (CEI 81-10/1). Definito il livello di protezione e quindi l'efficienza dell'impianto di protezione, la scelta delle dimensioni delle maglie è immediata: vedere Tabella 2 (CEI 81-10/3).

Tabella 1 / Table 1

Livello di protezione Level of protection	Efficienza (*) Efficiency (*)	Corrente di fulmine (kA) Lightning charge (kA)
I	$\leq 0,99$	200
II	$\leq 0,97$	150
III	$\leq 0,91$	100
IV	$\leq 0,84$	100

(*) Per efficienza si intendono i valori riferiti alle probabilità di superamento delle correnti di fulmine.
The efficiency of a protection measure is assumed equal to the probability with which lightning current parameters are inside such range.

Tabella 2 / Table 2

Livello di protezione Level of protection	Dimensioni massime del lato della maglia in metri Maximum length of air termination mesh
IV	20
III	15
II	10
I	5

Con riferimento alla figura si determina la geometria della maglia e la sua lunghezza: vedere esempio in Fig. 1.

Nel posizionamento delle maglie si devono tener presenti i seguenti suggerimenti:

- disporre i conduttori sugli spigoli perimetrali dell'edificio;
- le maglie così create non devono avere dimensioni superiori a quanto indicato nella Tabella 2.

La sezione minima degli elementi di captazione dovrà essere di almeno 50 mm² per tondi in acciaio zincato, e di 50 mm² (spessore 2,5 mm) per piatti in acciaio zincato.

I supporti delle maglie devono essere distanziati di 1 m circa gli uni dagli altri.

- I corpi metallici del tetto devono essere collegati alla maglia.
- I volumi che fuoriescono dal tetto (es. camini) devono essere protetti con un'asta di captazione posizionata in modo che il suo cono di protezione copra detto volume (CEI 81-10/3).
- Le parti metalliche suscettibili a modifiche quali: grondaie, ornamenti, ringhiere, non possono essere utilizzate come componenti naturali, ma dovranno essere considerate come corpi metallici e quindi collegate alla maglia.
- Le coperture metalliche in lamiera possono essere utilizzate come captatori purché sia verificata la continuità elettrica; se il committente accetta l'eventuale perforazione in caso di fulminazione, lo spessore della copertura metallica, in rame o acciaio, deve essere di almeno 0,5 mm. Nel caso non sia ammessa la perforazione della copertura, lo spessore dovrà essere di almeno 4 mm per l'acciaio e di 5 mm per il rame.

INTRODUCTION

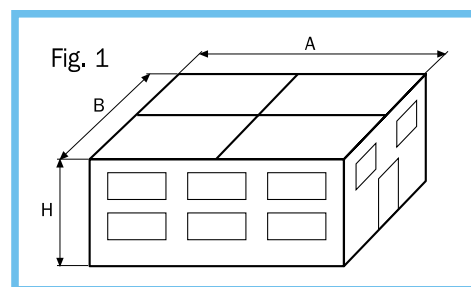
When the need arises to install a lightning protection system, according to probabilistic models, the key elements providing protection against lightning are: the air termination mesh, the down conductors and the earth electrode.

AIR TERMINATION MESH

An appropriate level of protection is calculated according to the type of building and the likelihood of a lightning strike (IEC 62305-2).

In this respect CEI rules are also applied to classify systems according to the levels of protection they afford as shown in Table 1 (IEC 62305-1).

Once the level of protection, and therefore the efficiency of protection, is calculated the choice of mesh size can be easily derived: see Table 2.



Esempio:

Livello IV lato maglia:
20 m max
A = 28 m; B = 25 m; H = 15 m.
Lunghezza totale del captatore:
28 x 3 + 25 x 3 = 159 m.

Example:

Level IV length of mesh:
20 m maximum
A = 28 m; B = 25 m; H = 15 m.
Total length of the air termination mesh:
28 x 3 + 25 x 3 = 159 m.

The shape of the mesh and its length are determined with reference to the shape and dimensions of the building: see example in Figure 1.

When positioning the mesh the following must be kept in mind:

- conductors should be arranged on the outer edges of the building;
- the mesh thus created should not extend beyond that what is shown in Table 2.

The minimum size of the cross-section of the air termination elements must be at least 50 mm² for galvanized steel round, and 50 mm² (2.5 mm) for galvanized steel tape.

The mesh supports should be spaced approximately 1 m from each other.

- Metal elements on the roof must be connected to the mesh.
- Building elements projecting out of the roof (eg. chimneys) must be protected with air termination rods so that the cone of protection covers the above mentioned volume (IEC 62305-3).
- Metal parts susceptible to changes such as: gutters, decorations, railings, cannot be used as a natural component, but must be regarded as pieces of metal and therefore must be connected to the mesh.
- Metal sheet roofing can be used as sensors provided that electrical continuity is verified. If the client accepts that in the event of lightning perforation to the metal sheet will occur, then the thickness of the metal cover, copper or steel, must be at least 0.5 mm. If perforation of the metal cover is not contemplated, the thickness should be at least 4 mm for steel and 5 mm for copper.

SISTEMI PER IMPIANTI DI PARAFULMINE - LPS ESTERNI

LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS - EXTERNAL LPS

SUGGERIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PARAFULMINE A MAGLIA

RECOMMENDATIONS FOR IMPLEMENTING AN LPS WITH AN AIR TERMINATION MESH

CALATE

- Prevedere almeno due calate quando l'LPS non è isolato. Se l'LPS è isolato occorre prevedere una calata per ogni sostegno perimetrale della maglia.
- E' consigliabile prevedere una calata ed eventualmente un anello intermedio tenendo conto della Tabella 3.
- Le parti metalliche suscettibili a modifiche, ad esempio i pluviali, non possono essere utilizzati come calate naturali, ma come corpi metallici.
- L'inserimento di più calate e di anelli di interconnessione consente di ridurre il numero di collegamenti equipotenziali in quanto si riducono le distanze di sicurezza «s».
- Questo parametro deve essere definito in fase progettuale dell'impianto parafulmine (LPS esterno).
- La sezione minima delle calate è quella indicata in Tabella 4.
- Per evitare precoci corrosioni è consigliabile distanziare le calate dai muri con idonei supporti.
- I supporti per l'ancoraggio delle calate devono essere distanziati di almeno 1 m gli uni dagli altri.
- Le calate possono essere intubate o messe sotto intonaco.
- Ogni calata deve essere munita di apposito morsetto di sezionamento.
- Dopo il morsetto di sezionamento è consigliabile, nella parte interrata, l'utilizzo di idonee barre di adduzione al fine di migliorare la resistenza meccanica del LPS e la corrosione del terreno che nei primi 50 cm è particolarmente aggressiva.

Tabella 3 / Table 3

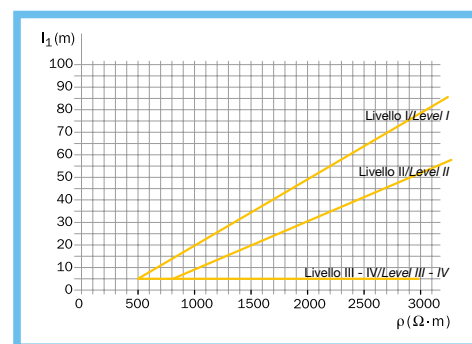
Classe LPS Class of LPS	Distanze tipiche Standard distances
I	10 m
II	10 m
III	15 m
IV	20 m

Tabella 4 / Table 4

Materiale Material	Dimensioni Dimensions
Rame o Rame Stagnato: Copper or tinned copper:	
• Nastro / Spessore Tape/thickness	50 mm ² / 2 mm
• Corda / Diam. per filo Stranded/diameter	50 mm ² / 1,7 mm
Acciaio Zincato: Galvanized steel:	
• Nastro / Spessore Tape/thickness	50 mm ² / 2,5 mm
• Tondo / Diametro Stranded/diameter	50 mm ² / 8 mm

DOWN CONDUCTORS

- Provide at least two down conductors if an LPS is not isolated. Conversely, a down conductor for each support of the perimeter of the mesh must be provided for when an LPS is isolated.
- It is advisable to provide for a down conductor, and possibly a middle ring, as shown in Table 3.
- The metal parts susceptible to changes, such as drains, cannot be used as natural conductors and therefore must be regarded as pieces of metal.
- The inclusion of multiple down conductors and rings of interconnection can reduce the number of equipotential connectors as the distance security 's' is reduced.
- This parameter must be calculated during the planning phase of the LPS (external).
- The minimum section of the conductors is shown in Table 4.
- To prevent premature corrosion it is advisable to provide space between the down conductors and the walls, using appropriate supports.
- Supports for anchoring the down conductors must be spaced at least 1 m from each other.
- The conductors may be ducted or plastered over.
- All down conductors must be provided with appropriate equipotential bonding bars.
- The use of appropriate bonding bars, to be positioned after the equipotential bonding bar in the ground, is recommended in order to improve the mechanical resistance of a LPS and reduce corrosion at ground level, which is particularly aggressive in the top 50 cm.



Lunghezza minima di elementi del dispersore in funzione dei livelli di protezione.
I livelli III e IV sono indipendenti dalla resistività del suolo.

The minimum lengths of horizontal electrodes shown in the figure.
Protection level III and IV are independent of the soil resistivity.

DISPERSORI

- Se l'impianto di terra è già stato realizzato ed il valore di R_t è $\leq 10 \Omega$, è sufficiente collegare le calate su detto impianto compatibilmente con la geometria del LPS.
- La norma CEI 81-10/3 prevede due tipi di dispersori:
 - dispersore di tipo A;
 - dispersore di tipo B.
- Tipo A ad elementi singoli (un elemento per ogni calata) verticali o orizzontali. Per il dimensionamento del singolo dispersore, consultare il diagramma in Figura 2 della norma CEI 81-10/3.
- In questo diagramma sono riportate le lunghezze l_1 in funzione della resistività del suolo e del livello di protezione.
- Tipo B ad anello interrato almeno per l'80% della sua lunghezza e collegato alle calate. Il dimensionamento è rilevabile sempre dalla Figura 2 della norma CEI 81-10/3.
- Il raggio r del cerchio equivalente dell'anello deve essere calcolato con la formula:

$$r = \sqrt{\frac{\text{area in pianta della struttura (m}^2\text{)}}{\pi}}$$

Se " r " risulterà inferiore a l_1 (v. Fig. 2) si dovrà integrare ad ogni calata un dispersore verticale di lunghezza l_v pari a:

$$l_v = \frac{l_1 - r \text{ (calcolato)}}{2}$$

Se r sarà superiore a l_1 , non necessiterà alcuna integrazione.

Per le dimensioni dei materiali dei dispersori, consultare le tabelle a pag. 8 e 13.

EARTHING ELECTRODE

- If an earthing system has already been built and the value of R_t is $\leq 10 \Omega$, an appropriate solution would be to connect the down conductors on that system in a fashion compatible with the shape of the LPS.
- CEI 81-10/3 contemplates two types of earthing electrodes:
 - Earthing electrode type A;
 - Earthing electrode type B.
- Type A is made up of single elements (one element for each down conductor) vertical or horizontal. For the dimensions of the single earthing electrode, see the diagram in Figure 2 of the IEC 62305-3.
- This diagram shows the lengths l_1 in relation to the resistivity of the soil and the level of protection required.
- Type B is composed of a ring buried at least 80% of its length and connected to the connectors. The dimensions can also be derived from Rule IEC 62305-3 (Fig. 2). The equivalent radius r of the circle of the ring is calculated using the formula:

$$r = \sqrt{\frac{\text{area covered by the building (m}^2\text{)}}{\pi}}$$

If " r " is less than l_1 (Fig. 2) a vertical earthing electrode, whose length is calculated according to the formula below, should be attached to each down connector:

$$l_v = \frac{l_1 - r \text{ (calculated)}}{2}$$

If r is more than l_1 , it is not necessary to attach it to the earthing electrode.

Refer to the pages 8 and 13 for material and dimensions of the earthing electrode.

NOTE TECNICHE / TECHNICAL NOTES

EQUIPOTENZIALITÀ

Possiamo affermare che la sicurezza data dall'impianto di terra è più legata alla sua equipotenzialità che al valore in assoluto della R_E .

È importante che nello stesso impianto ci sia un nodo equipotenziale di riferimento al quale devono fare capo tutti i conduttori di protezione dei circuiti elettrici e le connessioni delle masse estranee dell'impianto, e l'eventuale neutro del sistema **TN**. Nel quadro elettrico principale di distribuzione dell'energia deve sempre esistere una piastra equipotenziale di terra.

Molto spesso accade che nei collegamenti tra le masse estranee si commettano degli errori grossolani di interconnessione, generando delle correnti galvaniche molto dannose che nell'arco di pochi anni producono perforazioni delle tubazioni, corrosione dei dispersori, corrosione dei collegamenti.

Un esempio: se partiamo da un nodo equipotenziale con un unico conduttore di rame ed andiamo a collegare insieme tubi di acciaio zincato, tubazioni del riscaldamento di rame, e così via, creiamo una catena di giunzioni galvaniche tra metalli diversi. Il risultato finale sarà una forte corrosione di tutti i componenti ferrosi.

Se si utilizzano conduttori di collegamento di natura diversa può risultare utile l'uso di piastre equipotenziali in acciaio inossidabile o zincato a caldo, con fori per i capicorda o con morsetti di ottone o ottone nichelato, per attenuare eventuali giunzioni galvaniche.

L'equipotenzialità non sempre si ottiene tramite un collegamento diretto, in molti casi l'equipotenzialità si ottiene attraverso l'interposizione di limitatori di sovratensione.

Riportiamo alcuni esempi: se abbiamo delle tubazioni che trasportano fluidi pericolosi quali gas e benzina, può capitare che lungo la tubazione, nelle zone di pompaggio, ci siano dei giunti isolanti che separano il tratto di tubazione interrata soggetto alla protezione catodica. In questi giunti non è possibile ripristinare la continuità direttamente con un collegamento metallico; si verrebbe ad annullare una buona parte della protezione catodica. In questi punti, sarà necessario inserire dei limitatori di tensione di tipo spinterometrico, a prova di esplosione o di tipo normale a seconda che si tratti di un fluido pericoloso o no come l'acqua o altro. Un altro esempio di collegamento equipotenziale tramite limitatori sono le linee elettriche, siano esse di potenza o di segnale.

Infatti le linee elettriche sono delle «masse estranee» particolari rispetto a tutti i fenomeni di sovratensione che si sviluppano nelle linee stesse colpite da fulminazione diretta o indiretta.

Il caso più facilmente comprensibile è costituito dalla linea elettrica che alimenta un edificio provvisto di impianto base del parafulmine.

Nell'istante in cui l'edificio viene colpito dalla scarica atmosferica tutto il sistema di terra e tutte le masse estranee alzano il loro potenziale rispetto ai punti del terreno posti ad una certa distanza rispetto all'edificio e rispetto alle linee elettriche entranti.

Per evitare che la sovratensione possa scaricarsi sulla linea è obbligatorio installare all'ingresso, nel punto più vicino al nodo equipotenziale, dei limitatori di sovratensione che abbiano una capacità di scarica idonea (CEI 81-10/2 e CEI 81-10/4).

DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

I conduttori equipotenziali necessari per il collegamento delle masse estranee a livello del terreno sono quelli principali.

Tali conduttori svolgono la funzione di collegamento fra collettore principale di terra ed un certo numero di masse estranee.

Per questi conduttori, la norma prescrive le seguenti sezioni minime: metà della sezione del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm²; non è richiesto che la sezione superi 25 mm² se il conduttore equipotenziale è di rame, o se il conduttore è di materiale diverso, presenta una sezione di conduttanza equivalente.

EQUIPOTENTIAL BONDING

It is fair to say that the security of an earthing system is related to its equipotential bonding to a larger extent than to the absolute value of R_E .

*It is important that there should be an equipotential node reference for each earthing system to which all protective conductors of electrical circuits as well as ground connections outside the system and any neutral system **TN** are linked. As part of the main electrical distribution there must always be an equipotential earth plate.*

It is very often the case that mistakes are made when different material of earthing systems are connected together. This results in galvanic currents being generated that are extremely damaging and which, in the space of only a few years, can produce perforations of the pipes as well as corrosion of the earth electrodes and of the connections.

For example: if an equipotential node with a single copper bonding conductor is connected to galvanized steel pipes, copper pipes of the heating system, and so on, a chain of galvanic junctions is created between the different metals. This results in an aggressive corrosion of all components containing iron. If different kinds of connection wires are used it would be useful to utilise a stainless steel or hot-galvanized plate bonding, with holes for the lugs or clamps of brass or nickel plated brass, to mitigate any galvanic joints.

Equipotential bonding is not always obtained through a direct link. In many cases it is gained through the interposition of SPD for limitation of overvoltage.

For example: pipes carrying hazardous fluids, such as gas or petrol, may have in proximity of the pumping areas some insulated joints separating the section of underground pipe subject to cathodic protection. It is not possible to restore direct continuity for these joints with a wired connection, as this would offset a good part of the cathodic protection. In such cases it is necessary to insert surge-type spark gaps, explosion-proof or normal type, according to the type of fluid flowing in the pipe.

Power lines, whether power or signal, are another example of an equipotential bonding connection by way of surge protective devices.

Power lines are in fact "external earthing" with respect to all overvoltage phenomena that develop in the same lines affected by direct or indirect lightning strikes.

The most easily understood is the power line that feeds a building equipped with the basic system of external LPS.

The moment the building is struck by the atmospheric discharge the whole earthing system and all external earthing raise their potential with reference to the points in the ground placed at a certain distance from the building and to the incoming power lines. In order to prevent over-voltage on the line, surge protective devices having a discharge capacity (IEC 62305-2 and IEC 62305-4) must be installed at the point closest to the equipotential bonding.

DIMENSIONS OF BONDING CONDUCTORS

The equipotential connectors needed to bond the external earthing at ground level are the main ones.

These cables serve as the link between the main earthing point and a number of external earthing connections.

For these connectors, normative prescribes the following minimum diameters: half of the diameter of the largest protection conductor in the system with a minimum diameter of 6 mm² and up to a maximum of 25 mm² if the bonding conductor is copper, or if the bonding is made of different materials or has equivalent conductance.



SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA, PARAFULMINE ED EQUIPOTENZIALI - LPS ESTERNI

**EARTHING SYSTEMS, LIGHTNING PROTECTION AND
EQUIPOTENTIAL BONDING SYSTEMS - EXTERNAL LPS**

- **Sistemi TT per edifici ad uso abitativo e terziario pag. 18**
TT systems for homes and commercial buildings
- **Sistemi TN per industrie, centri commerciali, alberghi pag. 20**
TN systems for industrial plants, shopping centres and hotels
- **Sistemi IT..... pag. 20**
IT Systems
- **Torri Piezometriche pag. 22**
Watering towers
- **Cabine con scaricatori MT..... pag. 24**
Cabins HV/LV equipped with Surge Protective Device
- **Cabine su terreni difficili pag. 26**
Cabins HV/LV on difficult terrain
- **Capannoni Prefabbricati ed Equipotenzialità pag. 28**
Prefabricated Warehouses and Equipotentiality

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE

Vengono rappresentate una serie di esempi che raccolgono le diverse tipologie di impianti di terra in relazione al sistema di distribuzione ed alle necessità di servizio dell'impianto elettrico. Si tratta di applicazioni realizzate che possono contribuire a risolvere alcuni problemi pratici della progettazione e della installazione di impianti.

Negli esempi riportati sono stati proposti materiali volutamente eterogenei per consentire all'utente una scelta mirata che tenga conto della loro compatibilità. Si ricorda che i migliori risultati di durata dell'impianto si ottengono con materiali omogenei.

SISTEMI TT PER EDIFICI AD USO ABITATIVO E TERZIARIO

Come si nota in dis. 5.1 si tratta certamente dell'impianto più semplice da realizzare in quanto il valore della resistenza di terra da raggiungere è solitamente:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_d}$$

dove

U_L = 50 V per ambienti ordinari.

U_L = 25 V per cantieri, locali ad uso medico, locali agricoli in presenza di bestiame.

R_E = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse in ohm.

I_d = corrente nominale differenziale del dispositivo di protezione a monte del sistema di distribuzione.

where

U_L = 50 V for ordinary environments.

U_L = 25 V for building sites, medical structures, agricultural structures for livestock.

R_E = total resistance of earth electrodes and conductors of earthing protection in ohm.

I_d = rated residual current circuit breakers of the protection device upstream of the distribution system.

È diventata una prassi comune l'impiego dei differenziali nei sistemi **TT**, e consideriamo che dal punto di vista tecnico-economico rappresentino la soluzione migliore.

L'impianto di terra sarà certamente semplice, perché saranno sufficienti impianti con R_E compresa tra qualche decina e qualche centinaio di ohm. Anche in terreni difficili sarà sufficiente utilizzare alcuni picchetti verticali (2÷4) conficcati a distanza almeno 2L se con L indichiamo la lunghezza del picchetto singolo. In alternativa un dispersore a piastra di tipo PT4 A + B sarà già sufficiente. Ricordiamo che ad esempio piantare due picchetti verticali accostati nello stesso pozzetto non ha un effetto migliorativo sul valore finale di R_E .

Si ricorda inoltre che la migliore soluzione tecnica è quella di utilizzare i dispersori intenzionali DA associati a dispersori naturali DN perché mentre i primi sono sempre verificabili e servono unicamente allo scopo della dispersione; i secondi possono subire modifiche non sempre controllabili.

Un argomento spesso dibattuto è quello dell'utilizzo o meno dei pozzetti di ispezione. Dal punto di vista delle norme non è necessario avere una ispezionabilità degli elementi del dispersore, mentre dal punto di vista della manutenzione e della verifica dell'efficienza dell'impianto il pozzetto può essere utile: rende visibile lo stato di corrosione dei singoli componenti, permette inoltre l'integrazione dei dispersori verticali prolungabili.

A number of examples are provided which describe different types of earthing systems in relation to distribution and requirements of the electrical system. The examples were chosen so as to help solve practical problems in the planning and deploying of earthing systems.

Different materials were deliberately chosen in the examples shown. This is intended to facilitate an informed selection of materials by taking into account their compatibility. It is worth remembering that best results, as far as durability of the system is concerned, are obtained with homogeneous materials.

TT SYSTEMS FOR HOMES AND COMMERCIAL BUILDINGS

TT systems are certainly the easiest system to implement, as shown in diagram 5.1 because the value of earthing resistance is usually achieved by:

SEGNII GRAFICI DEGLI SCHEMI ELETTRICI PER IMPIANTI DI TERRA

PICTORIAL SYMBOLS FOR ELECTRICAL DRAWING OF EARTHING SYSTEMS

	Linea sotterranea Underground line
	Conduttore neutro (N) Neutral conductor (N)
	Conduttore di protezione (PE) Protective conductor (PE)
	Conduttore neutro avente anche funzioni di conduttore di protezione (PEN) Neutral conductor which also functions as a protective conductor (PEN)
	Giunzione / derivazione Junction / branch
	Giunzione di conduttore Conductor junction
	Accesso ad una camera di giunzione Access to a junction chamber
	Terra - Segno generale (E) Earth - Overall Score (E)
	Terra senza rumore (TE) Earth without noise (TE)
	Terra di protezione Earth protection
	Equipotenzialità Equipotential point
	Anodo di protezione, ad es. al magnesio Anode protection, eg. Magnesium

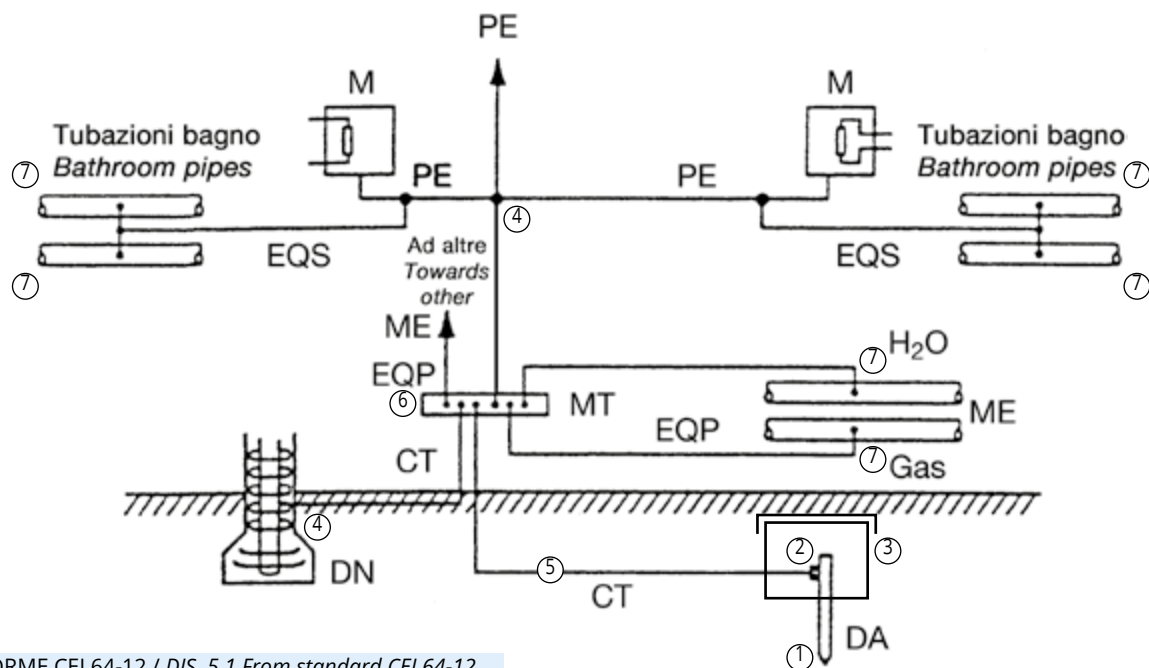
LEGENDA

EXPLANATION OF ABBREVIATIONS

DA	Dispersore intenzionale Intentional earth electrode
DN	Dispersore di fatto Natural earth electrode
CT	Conduttore di terra Earth conductor
EQP	Conduttore equipotenziale principale Main bonding conductor
EQS	Conduttore equipotenziale supplementare Supplementary bonding conductor
PE	Conduttore di protezione Protective conductor
MT	Collettore (o nodo) principale di terra Main (or node) bonding bar
M	Massa (elettrodomestici, computer, ecc.) Earth (appliances, computers, etc.)
ME	Massa estranea External earth

SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA - PARAFULMINI - EQUIPOTENZIALI EARTHING SYSTEMS - LIGHTNING PROTECTION - EQUIPOTENTIAL

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE



DIS. 5.1 DA NORME CEI 64-12 / DIS. 5.1 From standard CEI 64-12

1 Dispersori intenzionali Intentional earth electrodes	
	3020002
	3020052
	3010001 ... 3010005
	3060001 PT4/A
	3060002 PT4/B
	3050001

2 Morsetti di allacciamento ad dispersori Clamps for connection to earth electrodes	
	3110042
	3110251
3 Pozzetto d'ispezione Earth pit	
	3111902 3111922
4 Morsetti Clamps	
	3110503
	5060151 ... 5040157
	5070054 ... 5070056

5 Conduttore di terra Earth conductor	
	3120022
	3130001
6 Collettore (nodo) principale di terra Main (node) bonding bar	
	3110913
	3110851 ... 3110872
	3110912
7 Fissatubo Pipe clamp	
	3111651 ... 3111658

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE

SISTEMI TN PER INDUSTRIE, GRANDI CENTRI COMMERCIALI, ALBERGHI

Nel dis. 5.2A è indicato un tipico esempio di impianto di terra per insediamenti che ricevono l'energia elettrica in **MT** e che hanno quindi una cabina **MT / BT** nel punto di consegna.

In questo caso l'impianto di terra ha spesso una configurazione molto estesa ed il valore di R_E dovrà essere coordinato con le correnti di guasto e con i tempi di intervento delle protezioni di **MT**. Questi impianti dovranno essere conformi alle norme CEI 99-3.

Ad esempio se l'ente distributore informa che la corrente di guasto I_g è pari a 130A ed il tempo di intervento delle protezioni **MT** è di 0,550 sec., si deduce dai valori limite indicati dalla norma, che la tensione nominale ammessa è di 185 V (si veda il grafico).

Per non superare questa tensione la R'_E dovrà essere:

$$R'_E \leq \frac{185}{130} \leq 1,42 \text{ ohm}$$

Supponiamo di aver eseguito l'impianto di terra secondo i criteri indicati nel progetto iniziale di massima e di aver raggiunto una R_E misurata di 1,85 ohm. Perché l'impianto possa scendere a 1,42 ohm sarà necessario aggiungere elementi aggiuntivi al dispersore per un valore complessivo di:

$$RX = \frac{R'_E \times R_T}{R_E - R'_E} = \frac{1,42 \times 1,85}{1,85 - 1,42} = 6,10 \text{ ohm}$$

dove

RX = valore del dispersore integrativo.

R'_E = valore da raggiungere.

R_T = valore rilevato durante la realizzazione o la verifica.

Conoscendo la resistività del terreno di posa e utilizzando le formule di dimensionamento si potranno progettare degli elementi aggiuntivi che complessivamente formino nuovi dispersori di 6,10 ohm. Questi nuovi dispersori dovranno essere posti in terreni non influenzati dai conduttori già interrati.

Nell'esempio non è stato possibile utilizzare i ferri del calcestruzzo armato (c.a.) in quanto la struttura è costruita in prossimità del mare per cui tutte le fondazioni sono state rivestite di bitume e di pellicole di materiale plastico termosaldato, perciò isolate rispetto al terreno. È un caso tipico in cui non si possono usare le terre di fondazione. Un particolare accorgimento è stato adottato per collegare la terra della cabina di consegna **MT** con la cabina interna **MT / BT**. Oltre ad un conduttore di rame nudo posto nello scavo di posa dei cavi **MT** è stato posizionato parallelamente un ulteriore conduttore sempre di rame ma totalmente isolato. È un accorgimento prudenziale, ma tra i conduttori isolati, le calze dei cavi **MT** e le trecce nude, il collegamento è assicurato anche in ambiente fortemente corrosivo come è quello marino.

TN SYSTEMS FOR INDUSTRIAL PLANTS, LARGE SHOPPING CENTRES AND HOTELS

*In diagram 5.2A typical example of an earthing system is shown for installations which receive electrical energy into **HV** and which have therefore a **HV / LV** at the point of delivery. In such cases the earthing system has often an extensive configuration and the value of R_E should correspond to the fault currents and the protection time of **HV**. These systems must comply with CEI 99-3.*

*For example, if the electrical utility reports that the current fault I_g is equal to 130 A and the operating time of **HV** protection is 0.550 sec. it follows, from the limit values legally allowed, that the permissible rated voltage is 185 V (see chart).*

In order to stay within this limit R'_E should be:

If the earthing system has been implemented in accordance with the criteria stated in the original draft guidelines and R_E of 1.85 ohms has been achieved, in order to lower R_E to 1.42 ohm additional elements to the earth electrode will be needed to a value total:

RX = value of additional earth electrode.

R'_E = value to be reached.

R_T = value obtained during construction or testing.

Knowing soil resistivity, additional elements that together form new electrodes to 6.10 ohms can be designed with the use of formulas to work out their dimensions. These new electrodes should be inserted in positions which are not already influenced by existing electrodes.

It is not always possible to utilise the steel of reinforced concrete. A case in point would be a building in close proximity to the sea; because all the foundations would be coated with tar and sealed with plastic film, and therefore would be isolated from the ground.

*This is a typical example where it is not possible to make use of the natural steel elements of the foundation concrete. Consequently a special measure was adopted to connect the earth of the main power line **HV** to the power sub distribution of the internal cabin **HV / LV**: in addition to a bare copper conductor in the excavation of the cable **HV**, another copper conductor was placed in parallel but totally isolated. It is a preventative measure which guarantees the connection even in highly corrosive marine environments since it relies not only on the insulated wires but also on covering the cables **HV** and the bare stranded.*

SISTEMI IT

Dal punto di vista impiantistico gli impianti di terra dei sistemi **IT** non sono diversi dai sistemi **TN**, la differenza è nel collegamento del neutro del trasformatore che può mancare totalmente, oppure essere collegato tramite una resistenza R che è in grado di limitare le sovratensioni che si generano nelle fasi a causa dei guasti induttivi verso terra.

L'impianto di terra ha due importanti funzioni:

- limitare le sovratensioni
- collegare tra loro le masse in equipotenzialità

In quest'ultimo caso i conduttori di terra **CT** diventano dei conduttori di protezione **PE**, per cui il loro dimensionamento deve tener conto della massima corrente del doppio guasto.

Molti impianti di tipo **TN** diventano **IT** quando hanno un gruppo elettrogeno con neutro isolato che alimenta delle utenze preferenziali in caso di mancanza della rete usuale.

In questa configurazione si devono riverificare le condizioni di sicurezza dell'impianto contro i contatti indiretti perché la condizione iniziale $Z_s \leq \frac{U_0}{I(a)}$ non è più applicabile, ma dovrà essere

accertata la condizione $\frac{Z_s \leq U_0}{2I(a)}$ tipica dei

sistemi **IT** con neutro distribuito.

(Norme CEI 64-8/4; paragrafo 413.1.5.4).

IT SYSTEMS

*An **IT** earthing system is no different from a **TN** one except that the neutral connection of the transformer may be missing altogether, or be connected by a resistance R which is able to control power surges that may be generated as a result of inductive voltage drops. The earthing system in this instance has two important functions:*

- limit power surges
- ensure equipotential bonding between earthing points.

*As far as the latter function is concerned, the grounding conductors **CT** become **PE** protective conductors, and thus their size must be worked out accordingly to the current maximum of double failure.*

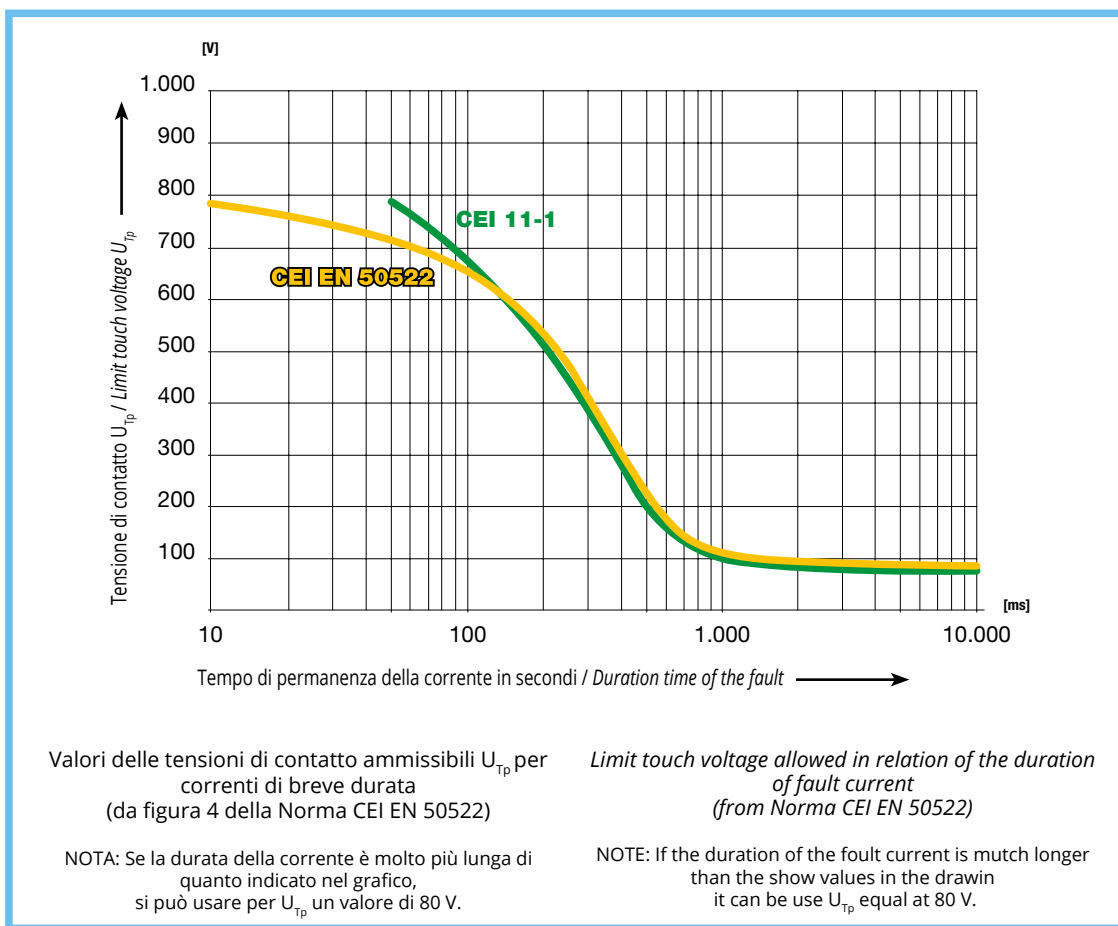
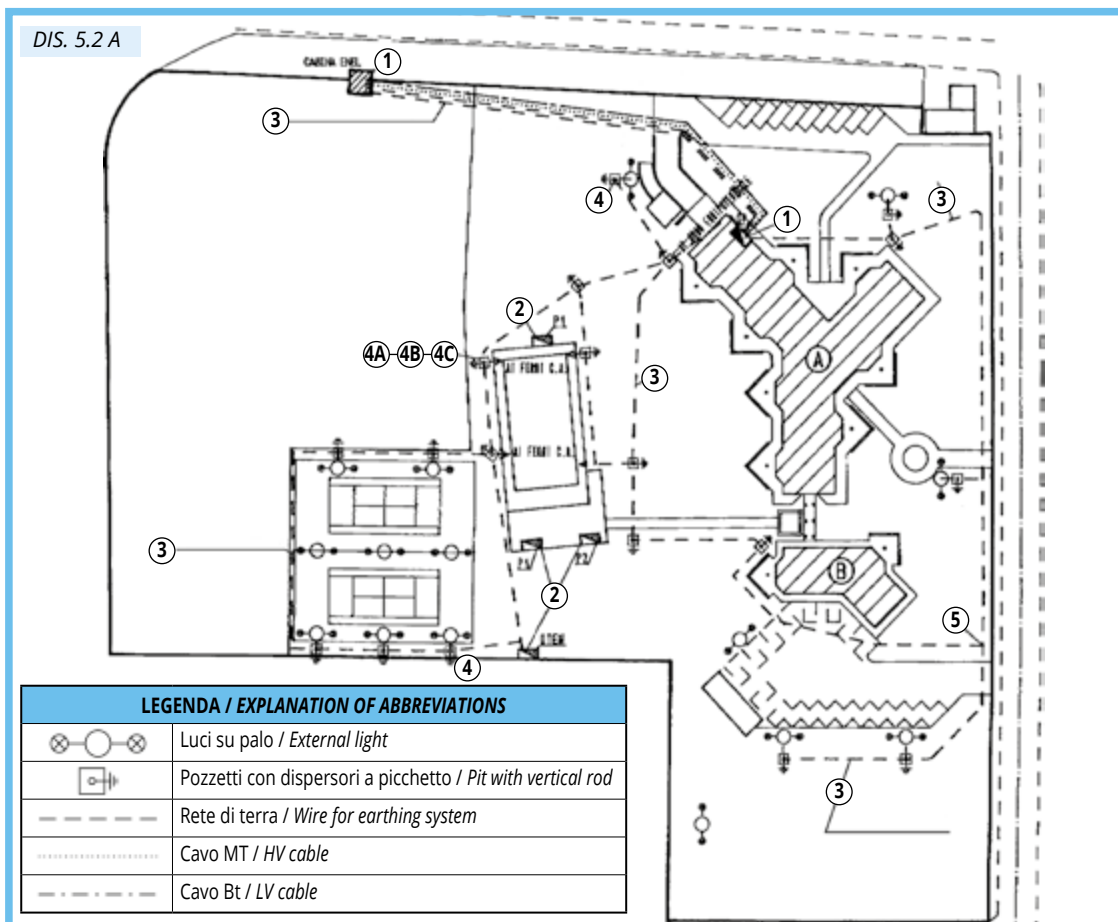
*Many **TN** systems convert to **IT** when they switch to a generator, with isolated neutral, that powers essential services in case of failure of the main network. In this configuration, it is essential to verify the safety of the system because the initial state $Z_s \leq \frac{U_0}{I(a)}$ is no longer applicable $\frac{Z_s \leq U_0}{2I(a)}$*

*which is typical of **IT** systems with neutral distributed, must therefore be established in such cases (CEI 64-8/4; paragraph 413.1.5.4).*

SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA - PARAFULMINI - EQUIPOTENZIALI EARTHING SYSTEMS - LIGHTNING PROTECTION - EQUIPOTENTIAL

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE

1	Piastra equipotenziale <i>Equipotential bonding bar</i>
	3110851
2	Piastra equipotenziale <i>Equipotential bonding bar</i>
	3110913
3	Tondo in acciaio zincato <i>Round solid steel</i>
	3130001
4	Picchetto di profondità <i>Earth rod</i>
	3030002 3020001
4A	Morsetto per picchetto <i>Collar clamp</i>
	3110202
4B	Puntale per infissione <i>Driving tip</i>
	3110402
4C	Bandella ramata <i>Earth tape</i>
	3120045
5	Derivazioni <i>Clamps</i>
	3110141
	3110221
	3110611



ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE

TORRI PIEZOMETRICHE

Anche nelle torri piezometriche l'impianto di terra, ed i collegamenti tra le masse devono assolvere a due funzioni fondamentali (vedi dis.):

- la protezione contro le scariche atmosferiche;
- l'equipotenzialità del sistema.

Dal punto di vista delle scariche atmosferiche ci troviamo nelle stesse condizioni di tutte le strutture alte e strette, per cui il dispersore molte volte è di tipo B con un anello di raggio inferiore ad L_1 e sarà integrato con picchetti verticali messi preferibilmente in corrispondenza delle calate del parafulmine. Supponiamo infatti di avere un terreno con una resistività $\rho = 300\Omega \times m$.

Il valore di L_1 sulla norma CEI 81-10 parte 3 è pari a 5 m, ma spesso il raggio equivalente dell'anello è inferiore a 5 m, supponiamo che sia solamente 3,5 m, il dispersore dovrà essere integrato con picchetti verticali di lunghezza pari a:

$$L = \frac{5 - 3,5}{2} = 0,75 \text{ m}$$

Quanto all'equipotenzialità si dovranno collegare ad un nodo principale di terra tutte le masse estranee, quali le tubazioni dell'acqua e le scale metalliche di ispezione.

Il circuito elettrico di alimentazione delle utenze interne dovrà essere di tipo SELV in quanto si tratta generalmente, di "Luoghi conduttori ristretti" (CEI 64-8/7 Sezione 706).

Secondo i criteri indicati nella Norma CEI 81-10 parte 3, la geometria delle lunghezze del dispersore non è strettamente necessaria se l'impianto ha una resistenza totale di terra $R_E < 10 \Omega$.

Questo aspetto è valido solamente per il dispersore dei fulmini e non per le applicazioni soggette alla Norma CEI 99-3.

WATER TOWERS

The earthing system and connections between the earthing points in water towers must also fulfill the two basic functions (see drawing):

- protection against lightning;
- the equipotential earthing of the system.

When it comes to lightning, all tall and narrow structures have similar characteristics. Therefore, if the earth electrode is of type C with a ring radius less than L_1 , it should be integrated with vertical earth electrodes placed preferably in correspondence with the down conductors.

For example, supposing the soil has a tested resistivity of $\rho = 300\Omega \times m$.

The value of L_1 , according to the IEC 81-1 norm is 5 m, but often the equivalent radius of the ring is less than 5 m, perhaps it is only 3.5 m. The earth electrode therefore must be integrated with vertical rods having a length of:

As far as equipotentiality is concerned, all external elements, such as water pipes and metal ladders for carrying out inspections, must be bonded to the main root node of the earthing system. The internal electrical circuit must be SELV type as water towers are generally restricted areas without direct connection to other buildings. (CEI 64-8/7 Section 706).

Moreover, according to the criteria set out in IEC 81-10 Part 3, an additional length of the earth electrode is not necessary if the plant has a R_E of $< 10 \Omega$.

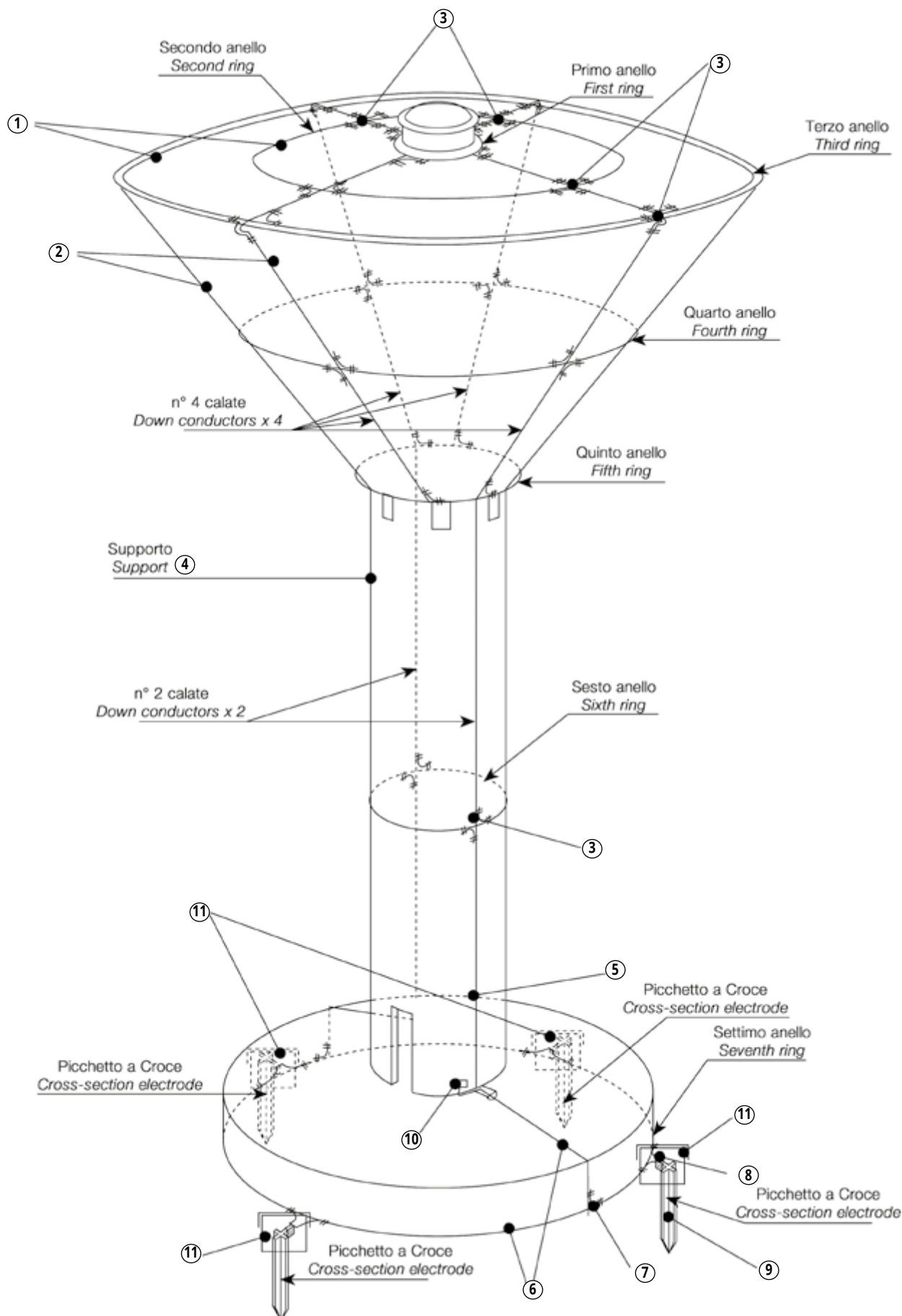
This is only valid for the earth electrode relating to lightning strikes and not for applications subject to CEI 99-3.

1	Tondo Earth solid round
	3130001
2	Bandella Earth tape
	3120022
3	Morsetti di derivazione Clamps
	3110503
	3110701
4	Supporto per bandella Support for tape
	3111011

5	Morsetti Clamps
	3111412
	3110802
	3111405
6	Bandella Earth tape
	3120022 3120031
7	Derivazione a croce per bandella Cross clamp
	3110552

8	Morsetti Clamps
	3110261
	3110268
9	Picchetti Earth cross profile
	3010001 ... 3010005
10	Piastre equipotenziali Equipotential bonding bar
	3110913
	3110912
	3110851
	3110872
11	Pozzetto d'ispezione Inspection well
	3111902 3111922

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE



ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE

CABINE CON SCARICATORI MT

Nel disegno è illustrato un tipico esempio di cabina **MT** con gli scaricatori installati all'arrivo linea.

La configurazione del dispersore sarà del tutto simile a quelle necessarie per gli impianti di parafulmine, e cioè, costituite almeno da un anello intorno alla cabina ed integrata con elementi aggiuntivi nel punto di collegamento del conduttore di terra degli scaricatori. Usualmente si ottengono delle buone limitazioni delle sovratensioni con valori di R_E inferiori a 10 Ω . È ovvio che il valore di R_E dovrebbe essere coordinabile con il valore dei tempi di intervento delle protezioni **MT** e con le correnti di guasto di **MT** tipiche della linea (si veda sistema **TN**). Nell'applicazione pratica questi coordinamenti sono difficilmente raggiungibili a causa dei terreni di posa ad elevata resistività.

È necessario ricorrere alle verifiche delle tensioni di passo e contatto come indica la Norma CEI 99-3 (ex CEI 11-1) anche CEI EN 50522.

POWER DISTRIBUTION CABINS SURGE PROTECTIVE DEVICE HV

The drawing shows a typical example of SPD **HV** installed on the arrival line.

The configuration of the earth will be very similar to that which is necessary for lightning protection systems. It consists, therefore, of at least one ring around the cabin which is supplemented with additional elements at the point of connection with the earth conductor of the SPD. Usually, limitations of surge values of R_E lower than 10 Ω are obtained. It is obvious that the value of R_E must correspond with the value of intervention time of **HV** protection and the typical **HV** fault currents of the line (see **TN** system).

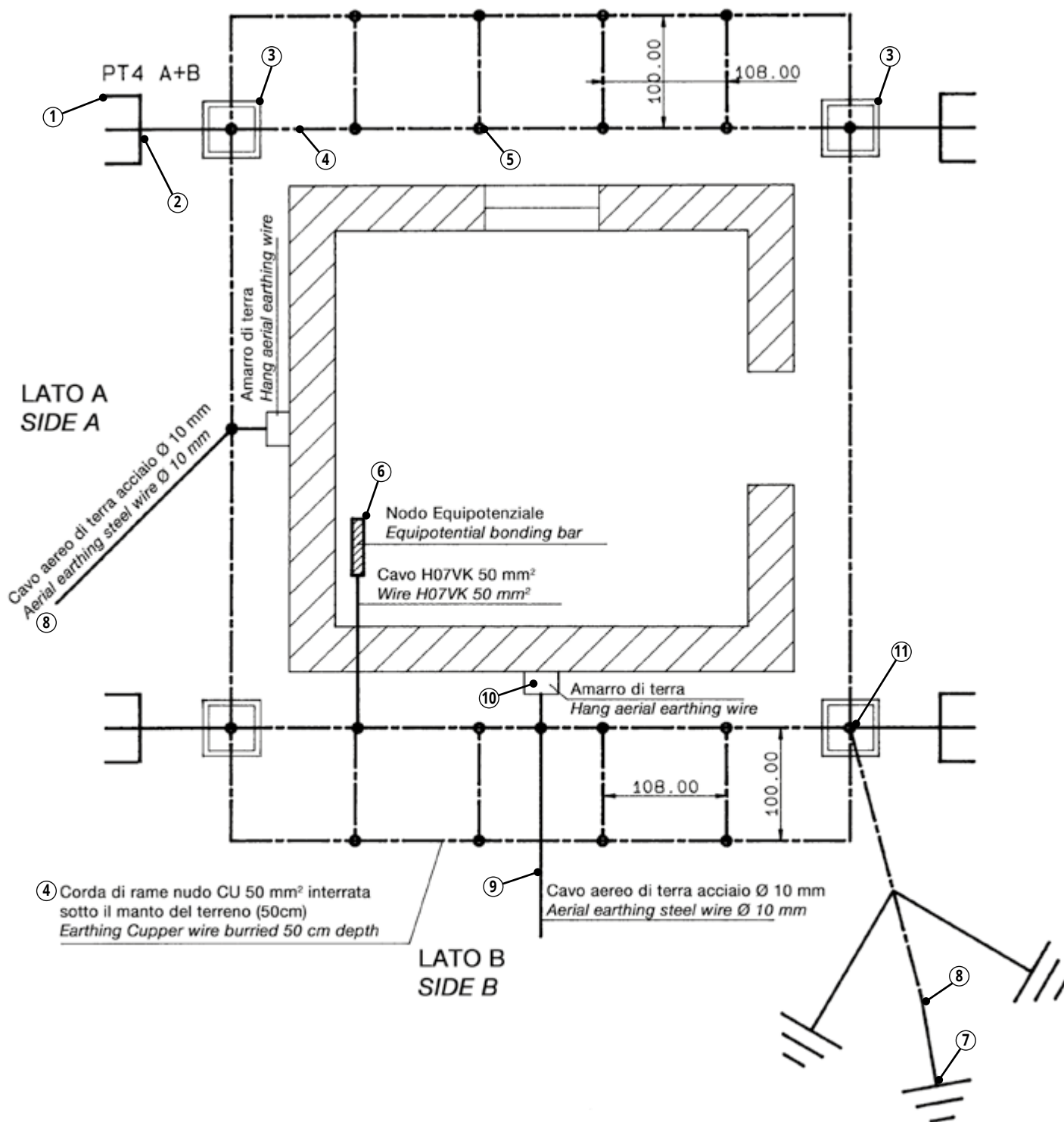
In practice, these coordinates are difficult to reach due to high soil resistivity.

It is necessary therefore to test step voltages and touch as shown in CEI 99-3 also CEI EN 50522.

① Dispersori a piastra Earthing plate	
	3060001
	3060002
	3050001
② Morsetto Bonding clamps	
	3110261
③ Pozzetto ispezionabile Inspection well	
	3111922 3111902
④ Tondo Earthing solid round	
	3130011
⑤ Derivazioni Clamps	
	3110141
	3110221
	3110611
⑥ Piastre equipotenziali Equipotential bonding bar	
	3110912
	3110913
	3110851
	3110872

⑦ Picchetto Earthing rods	
	3030002 3020102
⑧ Morsetti per picchetti Clamps for Earthing rods	
	3110202
	3110141
⑨ Fune spiroidale Earthing rope	
	5070001
⑩ Accessori per testate di funi Accessories for rope	
	5070105
	5070154
	5070054
⑪ Derivazioni a croce Cross clamps	
	3110701
	3110503

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE



NOTA: La posizione ed il numero esatto dei dispersori PT4 a piastra e a picchetto di profondità sarà definita sul luogo in relazione alla natura del terreno.

Considerando un terreno con resistività $50 \Omega \times m$ si stimano necessari:
 n° 3 picchetti $L = 3 m$
 corda di rame nudo $L = 100 m$
 n° 4 PT4 o equivalenti piastre

NOTE: How positioning the earthing plate PT4 and the vertical rod will be related to the find of soil.

If we consider a resistivity soil of $50 \Omega \times m$ we estimate:
 n° 3 vertical electrode rod lenght $L = 3 m$
 $L = 100 m$ of copper wire embedded in soil
 n° 4 PT4 or equivalent number of steel plate

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE

CABINE SU TERRENI DIFFICILI

Intendiamo per terreni difficili tutti quelli che presentano una elevata resistività 2000 - 3000 $\Omega \times m$. ed oltre.

In queste condizioni è impensabile aggiungere nel luogo di edificazione della cabina, un dispersore coordinabile con le correnti di guasto della linea.

Una soluzione è costituita dalla possibilità di collegarsi ad un impianto di terra distante, realizzato in terreni più conducibili, confidando sulla integrità del conduttore di trasferimento della terra lontana.

Per esempio nelle cave di escavazione del marmo il problema è davvero di difficile soluzione. Una buona tecnologia è rappresentata dall'impiego dei dispersori a piastra PT4 A + B +... componibili posati in letti di posa creati con terreni conduttori di riporto o miscelati con sali aggiuntivi tipo **GELOSAL**. Si ottengono dei dispersori che hanno valori dell'ordine delle decine di ohm, che sono validi per un coordinamento con differenziali tenendo come tensione limite 25 V, è un ambiente assimilabile a quelli di cantiere. Si dovrà comunque ricorrere ad un controllo delle tensioni di passo e contatto (vedi dis. 6.8.1.).

CABINS HV / LV SITUATED ON DIFFICULT TERRAIN

Difficult terrain typically shows high resistivity: 2000 - 3000 $\Omega \times m$ and beyond. In these conditions it is impossible to add an earth electrode, working in harmony with the currents of line failure, in the vicinity of the cabin sited on such soil. One solution would be to connect to an earthing system further away where the soil is more conductive.

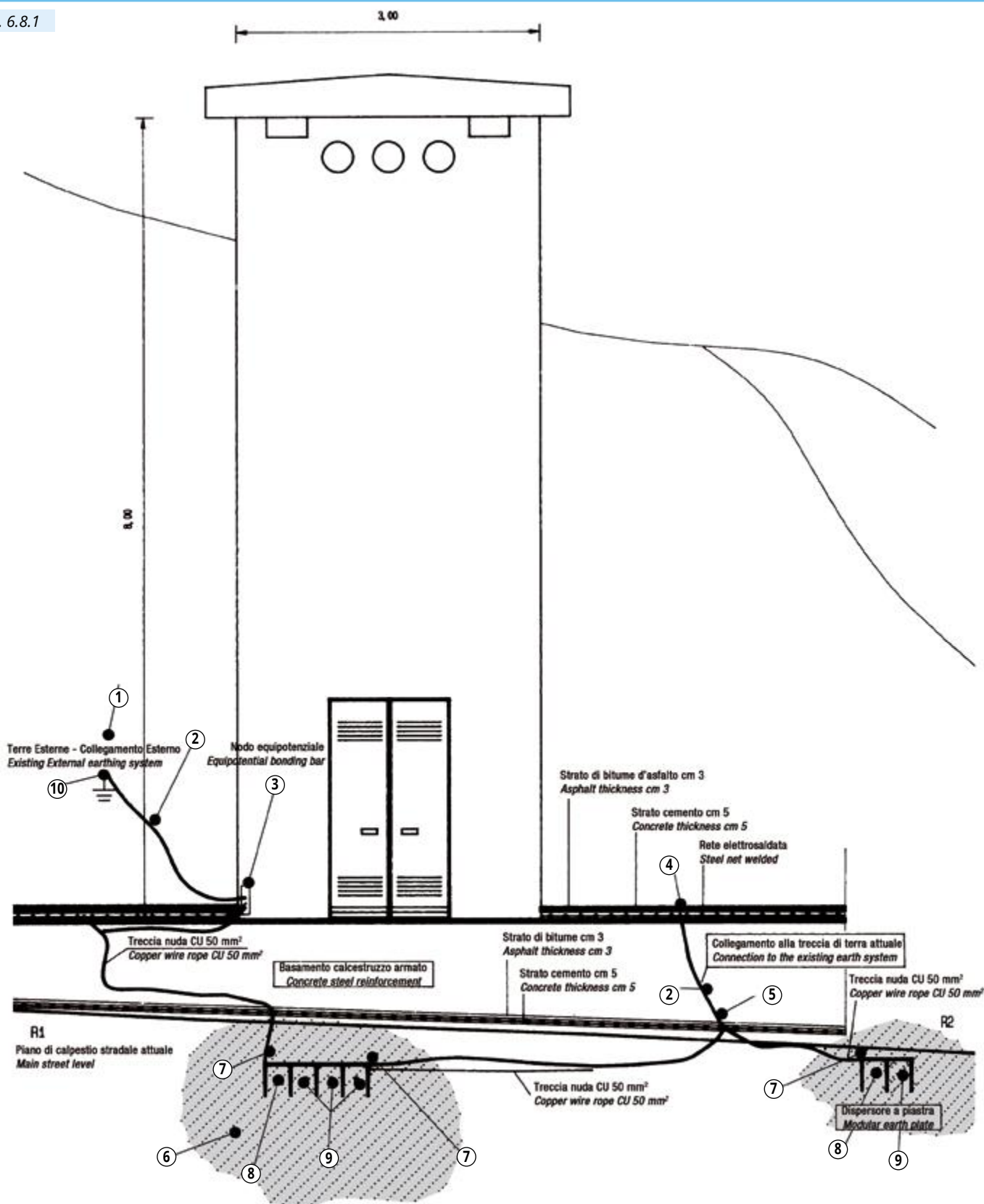
For example, in marble quarries the problem is very difficult to solve. Good technology is represented by the use of electrode plates PT4 A + B + ... laid in modular installation fashion in soil mixed with salt of type **GELOSAL**. Electrodes that have values in the tens of ohms are used, which are good for working in harmony with differential limit voltage of 25 V. Use of a control step and touch voltages will also be needed. (see drawing 6.8.1.).

① Morsetto - Giunzione Clamps	
	5060153 ... 5060157
	3110611
② Tondo Earth solid round	
	3130001
	3120022
③ Piastre equipotenziali Equipotential bonding bar	
	3110912
	3110851
	3110872
④ Morsetto Reinforced steel clamp	
	3110118
⑤ Morsetti Clamp	
	5060153 ... 5060157
⑥ Soluzioni saline Saline solution	
	3110951

⑦ Morsetto Bonding clamp	
	3110261
⑧ ⑨ Dispersore a piastra Earthing plate	
	3060001
	3060002
	3050001
⑩ Puntazze Earth rods	
	3010001 ... 3010005
	3030002
	3020101
	3040001

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE

DIS. 6.8.1



NOTA: Terreno di posa dei dispersori di tipo argilloso o agricolo miscelato con sali GELOSAL.

NOTE: Additional soil with high conductivity with addition of Saline Solution GELOSAL.

SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA - PARAFULMINI - EQUIPOTENZIALITÀ EARTHING SYSTEMS - LIGHTNING PROTECTION - EQUIPOTENTIAL

ESEMPIO DI APPLICAZIONE / APPLICATION EXAMPLE

CAPANNONI PREFABBRICATI ED EQUIPOTENZIALITÀ

Come abbiamo già detto in altri esempi di applicazioni, l'impianto di terra dovrebbe essere già dimensionato e messo in opera dai primi interventi delle diverse fasi di costruzione. Questo orientamento è sempre valido ma diventa particolarmente efficace quando si utilizzano strutture in calcestruzzo armato prefabbricato.

In questo caso si raggiungono ben tre obiettivi difficilmente realizzabili ad opera strutturale costruita:

- L'impianto di terra, fondamentale per la protezione contro i contatti indiretti, per impianti elettrici MT/BT (CEI 64-8; CEI 99-3).
- Un'accurata equipotenzialità di sistema tra tutte le masse, masse estranee e collegamenti di SPD per impianti interni di protezione contro i fulmini e le sovratensioni (LPS interno) norma CEI EN 62305-4.
- Predisposizione delle calate e dei dispersori per la protezione esterna contro le fulminazioni dirette, LPS esterno, per qualunque destinazione d'uso della struttura norma CEI EN 62305-3.

Queste realizzazioni, ad avanzamento dell'opera, risulteranno altamente efficaci riducendo fortemente i costi previsti per interventi successivi. In particolare i ferri dei calcestruzzi delle parti prefabbricate non potranno più essere equipotenzializzati rendendo così critiche le distribuzioni dei frazionamenti delle correnti di fulminazione. Una tale struttura, senza interventi successivi costosi, non potrà essere utilizzata per ospitare apparecchiature sensibili alle sovratensioni.

PREFABRICATED WAREHOUSES AND EQUIPOTENTIALITY

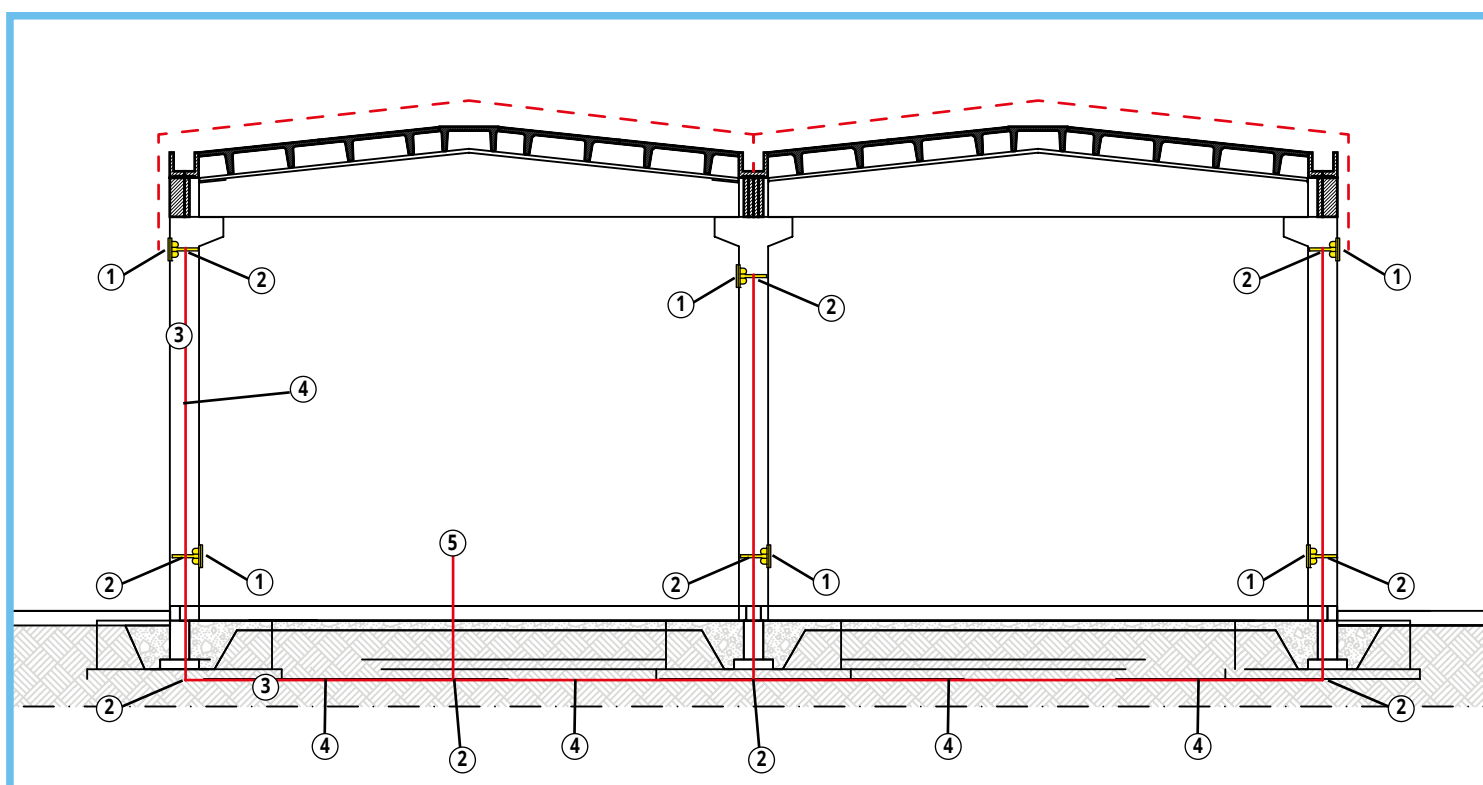
As already mentioned in other application examples, the earthing system should already be sized and installed during the initial construction stages. This approach is still valid but it becomes particularly effective when using prefabricated reinforced concrete structures.

In this case you can reach three objectives, which would be difficult to achieve when the structure is already built:

- The earthing system, vital for protection against indirect contact, for MT/BT electrical systems (IEC 64-8, IEC 99-3).
- Accurate system equipotentiality through all the conductive parts, extraneous conductive parts and SPD connections for internal lightning and overvoltage protection systems (internal LPS) IEC 62305-4.
- Installation of the down-conductor system and earth electrodes for external protection against direct lightning, external LPS, for any intended use of the structure in compliance with IEC 62305-3.

These installations, as the building work continues, will be highly effective, greatly reducing the expected costs of subsequent interventions. In particular, the concrete iron of the prefabricated parts can no longer be equipotentialised, thus making the distribution of fractions of lightning strike currents critical. Such a structure, without subsequent expensive interventions, cannot be used to accommodate equipment sensitive to overvoltage.

1	Piastre equipotenziale per superfici piane Wall earthing receptacle		3110114
1	Supporto terminale End clamp		3111405 3111406
2	Morsetto Clamp		3110521 3110522
3	Acciaio Zincato a caldo / Rame Hot-dip galvanized steel / Copper		3130001 3130041
4	Morsetto Reinforced steel clamp		3110117
5	Piastre equipotenziali Equipotential bonding bar		3110912



SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA, PARAFULMINE ED EQUIPOTENZIALI - LPS ESTERNI

**EARTHING SYSTEMS, LIGHTNING PROTECTION AND
EQUIPOTENTIAL BONDING SYSTEMS - EXTERNAL LPS**

- **Terre di fondazione - note tecniche..... pag. 30**
Foundation earth electrode - Technical notes
- **Collegamenti impropri ai ferri di armatura del calcestruzzo..... pag. 33**
Improper connections to reinforcements of reinforced concrete

SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA - PARAFULMINI - EQUIPOTENZIALI EARTHING SYSTEMS - LIGHTNING PROTECTION - EQUIPOTENTIAL

TERRE DI FONDAZIONE / FOUNDATION EARTH ELECTRODE

Per le nuove costruzioni è utile realizzare gli impianti di terra sfruttando i collegamenti ai ferri della armatura del calcestruzzo armato delle fondazioni (dispersori di fatto). Utilizzando i morsetti ed i conduttori presenti in questi esempi si ottengono i migliori risultati sia dal punto di vista economico che tecnico. Le terre di fondazione sono utilizzabili per applicazioni contro i contatti diretti/indiretti e per i dispersori degli LPS.

For new buildings it's useful to realize the earth systems, using the connections to the iron armor of the reinforced concrete foundation (de facto foundation-earth electrode). Using the terminals and conductors in these examples, we get the best results both in terms of economic and technical. The foundation earths are used for applications against direct and indirect contacts and for the foundation earth electrodes of LPS.



Installazione di bandella passante nell'intorno perimetrale delle fondazioni assicurandosi che sia ricoperta con almeno 50 mm di cemento durante la fase di getto.

Install the tape by passing it around the external perimeter of the foundation making sure that it will be surrounded at least with 50 mm of concrete during its injection.



Iniziare a collegare in equipotenzialità i ferri di fondazione con un morsetto 3110117 tra la bandella ed i ferri.

Initially bond the foundation clamp code 3110117 on one reinforcement bar by using one terminal of the reinforcement clamp.



Utilizzando il morsetto come supporto passante bloccare la bandella stringendo fortemente con una chiave.

After supporting the clamp the installer should pass the tape through the second terminal of the reinforcement clamp and tight it steady.



Dettaglio di fissaggio e supporto della bandella al ferro di armatura con il morsetto 3110117. Questo fissaggio dovrà essere ripetuto ad ogni spezzone di ferro (da 2 a 4 m).

Detail of supporting the tape conductor on the reinforcement bars by using the reinforcement clamp 3110117, this connection should be repeated every 2 m.

NOTA GENERALE

L'installazione dei morsetti per terre di fondazione dovrà essere fatta in modo che i dadi di serraggio M 10 sia montati tutti dallo stesso lato e raggiungibili.

GENERAL NOTE

The installation of the reinforcement clamps in the foundation earthing should be in a way that both nuts of the M 10 screws look on the same direction allowing the installer to have easy access to both screws.

TERRE DI FONDAZIONE / FOUNDATION EARTH ELECTRODE



Dettaglio di fissaggio e supporto della bandella al ferro di armatura con il morsetto 3110117. Questo fissaggio dovrà essere ripetuto ad ogni spezzone di ferro (da 2 a 4 m).

Detail of supporting the tape conductor on the reinforcement bars by using the reinforcement clamp 3110117, this connection should be repeated every 2 m.



Una buona pratica di installazione non dovrebbe formare angoli piegati a 90° ma lasciare curve ampie arrotondate, per esempio utilizzando due morsetti di fissaggio nei due lati dei ferri di armatura.

For best practice the tape when changing directions should not form 90° vertical corners instead it should form a wide vertical angle, also between the two edges of the corner it is advisable to use additional reinforcement clamps.



Il proseguimento della bandella di equipotenzialità deve essere realizzato con connettori per giunzione parallele del tipo 3110552.

The extension of the tape may be succeed by using parallel connection tape clamps with code 3110552.



Anche i conduttori tondi da 8 - 10 mm possono essere manipolati con attrezzi di raddrizzamento come mostra la figura.

Awaiting conductors from the foundation earth electrode inside the structure from equipotential bonding. These may be out of galvanized steel with round conductor 8 or 10 mm, which may be straightened.

In accordo le nuove Norme Europee i conduttori di collegamento tra l'impianto di fondazione e i terminali esterni sono chiamati "conduttori di terra" (HD 60364-5-54).

According to the new European standards awaiting conductors from the earth electrode connecting either the main earth terminal are called earthing conductors (HD 60364-5-54).

TERRE DI FONDAZIONE / FOUNDATION EARTH ELECTRODE



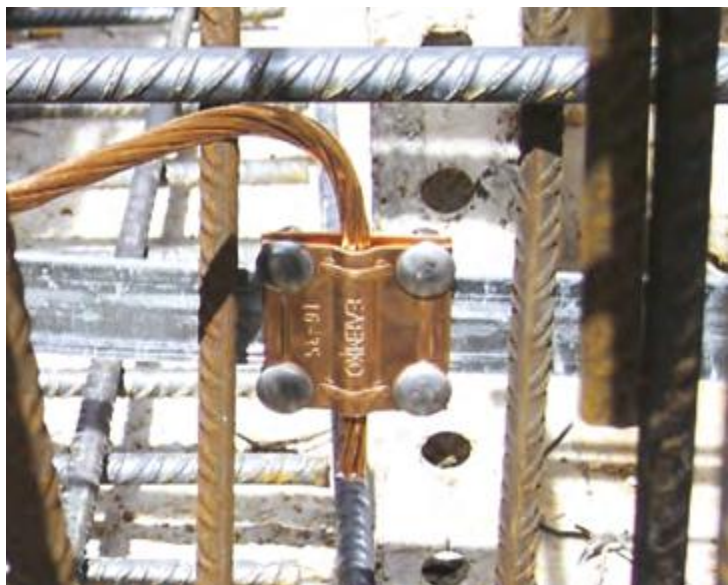
Connessioni tra i conduttori di terra con le bandelle di equipotenzialità della terra di fondazione con morsetto 3110504.

Connection between the earthing conductor (awaiting conductor) with the tape by using a cross clamp with code 3110504.



I conduttori di terra zincati dovrebbero essere collegati alle armature di fondazione utilizzando morsetti del tipo 3110117 ogni 2 metri fino ai terminali esterni.

The galvanised earth conductors should be bonded to the reinforcement rods by using the reinforcement clamps 3110117 at least every 2 m until the earth terminal.



I conduttori di terra che vanno direttamente ai quadri elettrici devono essere preferibilmente di rame. I morsetti tra le bandelle ed i conduttori rotondi possono essere di sezione pari a 1635 mm² con il codice 3110671 oppure 5070 mm² con il codice 3110672.

Earthing conductors, which are driven to the main distribution board panel are preferable copper conductors. The connection between the tape and the round earth conductors may be done by using a cross clamp with code 3110671, for conductors 1635 mm² and 3110672 for conductors 5070 mm².



Il conduttore di terra di rame dovrebbe essere collegato ai ferri di armatura con il morsetto apposito codice 3110119 almeno ogni 2 metri fino al terminale di terra dell'impianto di terra.

The copper earth conductors should be bonded with the reinforcement rods by using the reinforcement clamp with code 3110119 at least every 1 m up to the connection point with the earth terminal.

TERRE DI FONDAZIONE / FOUNDATION EARTH ELECTRODE



Prima di connettere i conduttori di terra ai terminali esterni, gli stessi dovrebbero essere fissati ai casseri di legno delle fondazioni del calcestruzzo, attraverso due chiodi su due fori appositi a lato dei terminali a vite che rimangono a vista sulla superficie esterna (3110114).

Before the connection between the earth conductor and the earth terminal, the terminal should be fixed on the wooden mould by using two nails passing them through the two holes, which are on both sides of the earth terminal (3110114).



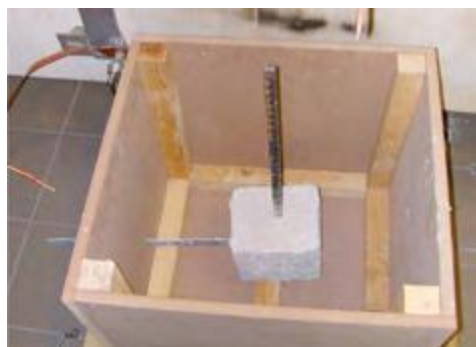
La connessione tra il terminale di terra ed i conduttori di terra potrà essere realizzata con morsetti passanti codice 3110672 adatti per conduttori da 16 a 35 mm² e codice 3110114 per diametri Ø 8 ÷ 10 mm.

Connection between the earth terminal and the earth conductor by using the cross clamp with code 3110672, for conductors 16 to 35 mm² and 3110114 for conductors 50 ÷ 70 mm² or Ø 8 ÷ 10 mm.

COLLEGAMENTI IMPROPRI AI FERRI DI ARMATURA DEL CALCESTRUZZO ARMATO IMPROPER CONNECTIONS TO REINFORCEMENTS OF REINFORCED CONCRETE

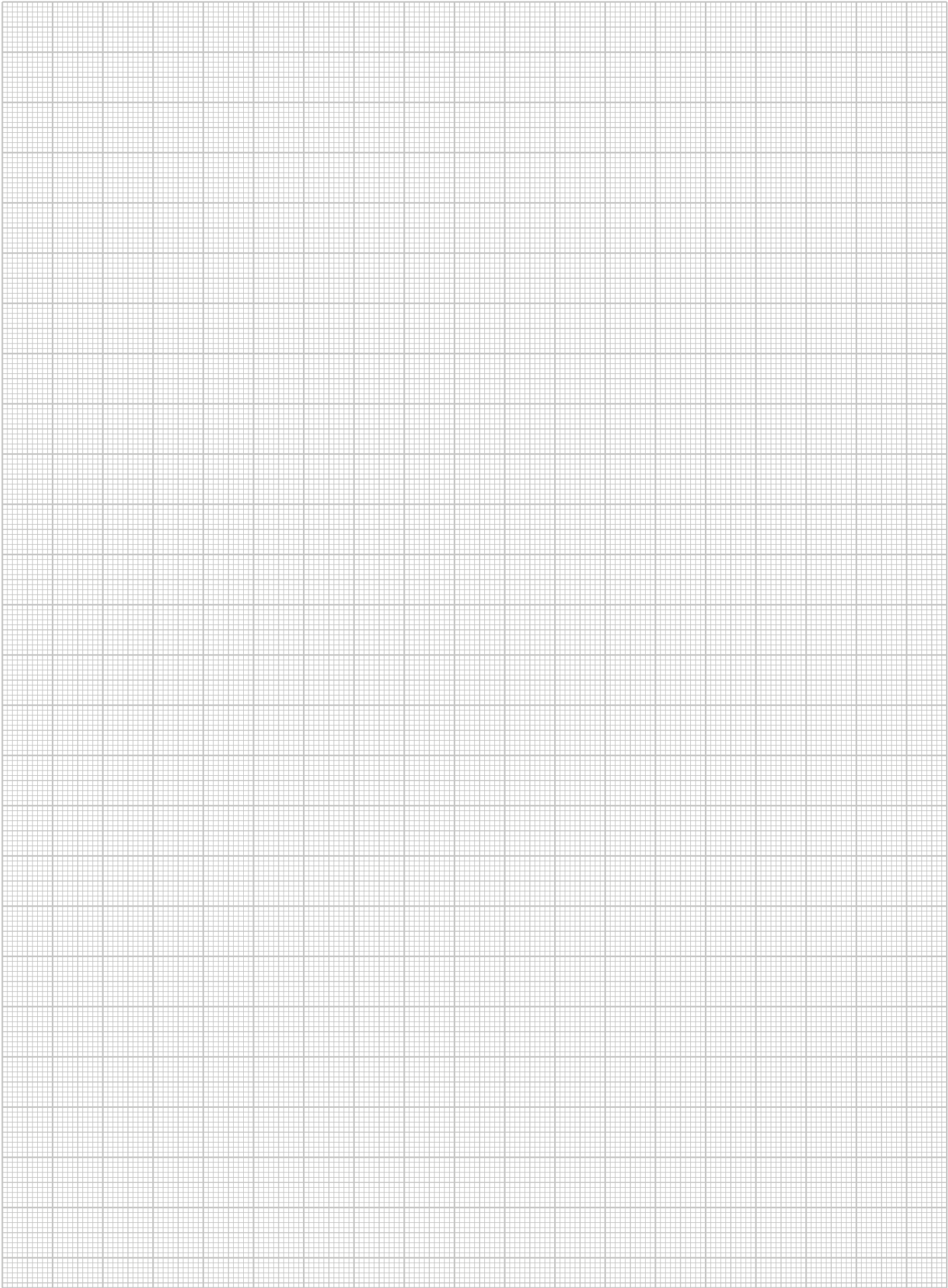
I collegamenti tra i ferri del calcestruzzo armato ed i conduttori di terra possono essere realizzati con i morsetti sopraindicati. Detti morsetti sono in genere provati rispetto alle correnti transitorie od impulsive per resistere sia agli effetti termici che agli effetti elettrodinamici. Correnti di qualche decina di kA sono tipiche della loro funzionalità e delle correnti di guasto in frequenza ed impulsive previste. Utilizzando collegamenti impropri ed improvvisati, si rischia di creare rotture e crepature sui calcestruzzi armati di posa dei ferri stessi. Così facendo annulliamo i vantaggi della applicazione. Sono illustrate alcune immagini di quanto rilevato nei test specifici, in particolare, quando sono previste correnti di fulminazione sulla struttura. Per una corretta installazione si considerano utili collegamenti orizzontali e verticali ogni 5 m. con tali misure si raggiungono ottimi risultati anche contro gli effetti del LEMP.

The connections between the rods of the reinforced concrete and the ground conductors can be made by the above terminals. These terminals are usually tested in respect to the temporary or impulsive currents to resist of both thermal or electrodynamic effects. Currents of a few tens of kA are typical of their functionality and of provided fault currents in frequency and impulsive currents. Using improper and improvised connections, there is a danger to create cracks and fissures on the reinforced concrete by laying the rods. In so doing we cancel the benefits of application. Some images of what learnt in the specific tests are illustrated, especially when current of a lightning strike on the structure are foreseen. For a proper installation, useful horizontal and vertical connections are considered every 5 meters. With these measures, excellent results, even against the LEMP-effects, can be achieved.



30 kA
10/350µs







Via Ferrero, 7c - 10098 Rivoli (TO) Italy
Tel. +39 011.95.90.111
Fax Comm.: +39 011.95.90.200
Fax Amm.: +39 011.95.90.230
info.sati@sati.it

