I cavi interrati

di *Gianluigi Saveri*

Pubblicato il: 18/04/2004
Aggiornato al: 18/04/2004

Collocati direttamente **nel terreno**, posati in **tubi**, in **condotti**, in **cuniculi** di calcestruzzo, devono essere dotati di una **guaina protettiva** per resistere alle sollecitazioni e ai danni da agenti esterni.

1. Generalità

Un **cavo elettrico** è essenzialmente costituito da un **insieme di isolanti** e di **parti metalliche conduttrici** (figura 2.1).



Fig.2.1: Parti costituenti un cavo

Il **conduttore** destinato a portare la corrente e l'isolante in intimo contatto che lo riveste formano quella che comunemente viene denominata "**anima**". Un cavo può essere composto da **un'unica anima** (**unipolare**) o da **più anime** racchiuse in una guaina protettiva (**multipolare**). Per dare forma circolare al cavo solitamente gli interstizi tra un'anima e l'altra vengono colmati con composti estrusi chiamati riempitivi. Può essere presente anche uno schermo, con la funzione di ridurre l'influenza dei campi elettrici e i conseguenti disturbi, o un'armatura, per proteggere il cavo da danneggiamenti di natura meccanica.

L'isolante e la **guaina** hanno principalmente la funzione di isolare (la guaina ha funzioni anche di resistenza meccanica e di tenuta agli agenti chimici) e devono quindi possedere **un'elevata rigidità dielettrica** ma, contemporaneamente, anche specifiche caratteristiche termiche. La risposta dal punto di vista termico influenza infatti la portata (I_Z) del conduttore in regime permanente, determina cioè il massimo valore di corrente che il conduttore è in grado di sopportare per un tempo indefinito, alla temperatura di servizio ordinario (70° per il pvc e 90° per l'epr), senza che si abbia un decadimento significativo delle caratteristiche dielettriche e meccaniche dell'isolante.

Oltre a questo, l'isolante deve essere anche in grado di **resistere alla sollecitazione termica di cortocircuito** per almeno un secondo (A^2S) senza che questo provochi una perdita di vita del cavo superiore all'uno per mille. Diverso è il comportamento dell'isolante alle sollecitazioni termiche a seconda che si tratti di pvc o di gomma. Una mescola in pvc se viene superata la temperatura di servizio diventa plastica e, se è meccanicamente sollecitata, può deformarsi in modo permanente. Una guaina in gomma invece, pur non subendo alcuna deformazione, a causa della dilatazione termica può fessurarsi o sfaldarsi e danneggiarsi in modo irreversibile.

In definitiva, il cavo deve essere scelto in funzione sia della corrente che deve trasportare sia delle caratteristiche dell'ambiente d'installazione.

Un **cavo interrato**, direttamente o all'interno di un tubo, deve essere adeguatamente protetto contro le sollecitazioni meccaniche e distanziato da altre tubazioni metalliche o di segnale e deve essere in grado di contrastare l'eventuale presenza di acqua o di umidità. Del resto anche la sua portata è influenzata dal particolare ambiente di posa e varia, a parità di sezione e con un determinato isolante, dalla profondità di posa, dalla resistività termica e dalla temperatura del terreno.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelati dal diritto** d'autore e possono essere usati solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili.
Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

2. I cavi per posa interrata

I cavi interrati devono resistere ad un ambiente particolarmente gravoso e perciò devono avere caratteristiche particolari per quanto concerne la **resistenza all'acqua**, alle possibili **sollecitazioni esterne** e alle **basse temperature**.

Sono adatti per lo scopo cavi con tensioni nominali di isolamento 0,6/1 kV isolati in gomma etilpropilenica (epr, ad esempio FG7(O)R), rispondenti alle **norme Cei 20-13**, oppure in polivinilcloruro (pvc, ad esempio N1VVK) rispondenti alle **norme Cei 20- 14**. Meno diffusi ma altrettanto idonei alla posa interrata sono i cavi, sempre con tensioni nominali di isolamento 0,6/1 kV, con isolamento a base di mescola elastomerica reticolata G10 dotati di guaina termoplastica di qualità M1 o elastomerica di qualità M2, oppure con isolamento in gomma siliconica G4 e guaina elastomerica di qualità M2 (norme Cei 20-38, Cei 20-45).

In tabella 2.1 sono indicate le principali mescole isolanti con le relative sigle identificative, Iec e nazionali, e le temperature di esercizio e di corto circuito.

Tabella 2.1 - Principali mescole utilizzate come isolante

Tipo di mescola	Temperatura d'esercizio	Temperatura di cortocircuito	Sigla Iec	Sigla nazionale
Elastomero a base di gomma	60	200	EI 1	G
Elastomero a base di gomma siliconica	105	350	EI 2	G4
Elastomero a base di gomma sintetica	60	200	G1 b	G1
Elastomero reticolato a base di Epr	90	260	G5	G5
Elastomero a base di gomma Csp	85	220	G6I	G6
Elastomero a base di HEpr	90	250	G7	G7
Elastomero reticolato	90	250	G9	G9
Elastomero reticolato	90	250	G10	G10
Elastomero a base di Eva	110	250	EI 1	G11
Elastomera a base di Epr	60	250	EI 4	G
Termoplastico a base di Pvc	70	200	TI 1	R
Termoplastico a base di Pvc	90	160	TI 3	R7
Termoplastico a base di Pvc	70	160	R2	R2
Termoplastico a base di Pvc	105	160	R3	R3

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelati dal diritto** d'autore e possono essere usati solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili.
Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

3. Modalità di posa

I **cavi per posa interrata** devono sempre essere dotati di **guaina protettiva**, **protetti contro lo schiacciamento**, quando si prevede in superficie il passaggio di mezzi pesanti, protetti contro i danni che possono essere provocati da eventuali scavi manuali, ma soprattutto da scavi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici. La guaina deve proteggere il cavo dalle sollecitazioni di posa e la mescola che la compone deve essere **anigroscopica**, deve cioè essere in grado di difendere le anime dal contatto con l'acqua. Possono essere interrati direttamente, in tubazioni, in cunicoli o in condotti di calcestruzzo con modalità di posa in parte diverse.

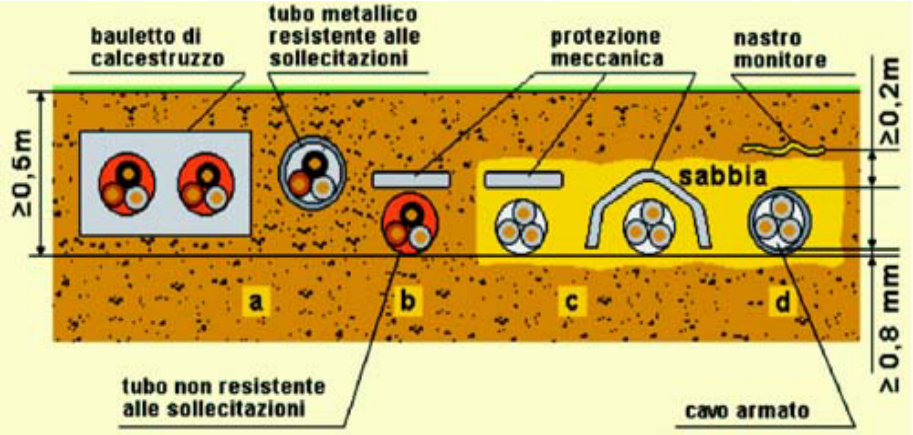

Figura 2.2
Modalità di posa dei cavi interrati: la profondità minima di posa non deve essere inferiore a 0,5m dal suolo.
a) In polifora di calcestruzzo;
b) In supplementare;
c) In tubo con protezione meccanica supplementare;
d) Direttamente interrato in letto di sabbia con protezione meccanica aggiuntiva;
d) Cavo armato posato direttamente in un letto di sabbia con aggiunta di nastro monitore

I cavi collocati direttamente nel terreno, eventualmente posati su di un alveo di sabbia, devono essere interrati ad una **profondità minima di almeno 0,5 m** e devono possedere un'armatura metallica di spessore non inferiore a 0,8 mm (figura 2.2 d) oppure una protezione meccanica supplementare per tutta la lunghezza (figura 2.2 c). Se il cavo è armato e posato senza ulteriore protezione meccanica è bene che sia segnalata la sua posizione da apposito nastro monitore (figura 2.2 d).

Le stesse prescrizioni, per quanto riguarda profondità di posa e protezione meccanica supplementare, valgono anche per i cavi posati in tubi non resistenti alle sollecitazioni (figura 2.2. b). I cavi installati in **cunicoli**, in **condotti di calcestruzzo** (figura 2.3) o in **tubi** in grado di sopportare sollecitazioni esterne (figura 2.2 a) invece possono, se necessario, essere installati a profondità minori di 0,5 m anche senza protezioni supplementari. Casi particolari, come l'attraversamento di strade in genere e strade ferrate, sono trattati dalla **Norma Cei 11- 17** alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

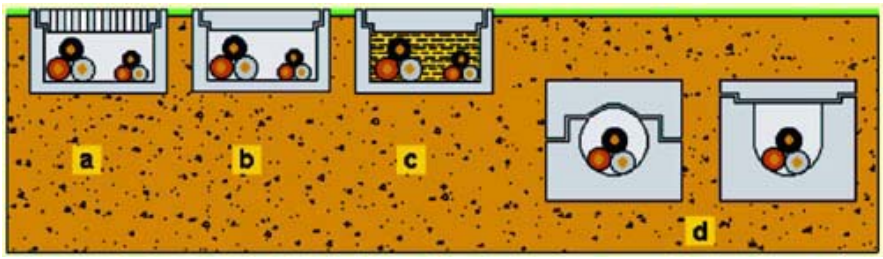

Figura 2.3
Modalità di posa di cavi interrati in cunicolo affiorante e interrato:
a) aerato;
b) non aerato;
c) non aerato con riempimento;
d) interrato apribile.
I pozzetti devono avere dimensioni adatte a consentire un agevole infilaggio dei cavi (figura 2.4) nel rispetto dei raggi di curvatura stabiliti dal costruttore e, per quanto possibile, i tubi di un cavidotto che fanno capo ad uno stesso pozzetto devono essere tra loro allineati (figura 2.5)

Per finire, è bene ricordare che i cavi non devono essere manipolati quando l'isolante è sottoposto a temperature inferiori a 0 °C se in Pvc e -25 °C se a base di materiali elastomerici. L'irrigidimento degli isolanti dovuto alle basse temperature può provocare fessurazioni quando i cavi, durante le normali operazioni di posa, sono sottoposti a piegatura. La forza di traino necessaria durante l'infilaggio (**Norma Cei 11- 17**) deve essere esercitata sui conduttori e non sugli isolanti del cavo e non deve essere superiore a 60 N/mm2

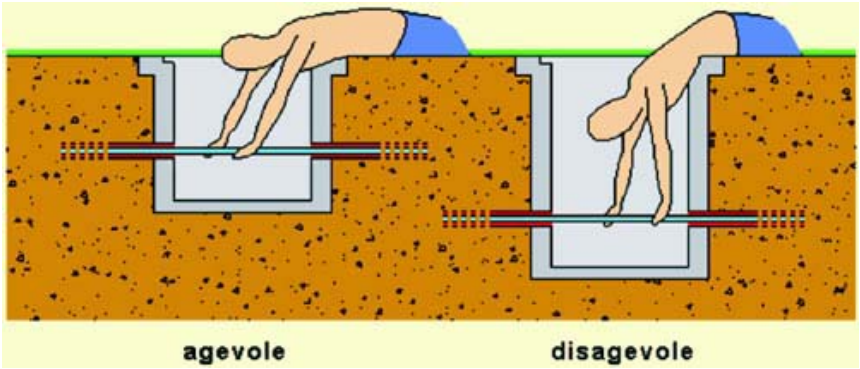

Figura 2.4
I pozzetti devono avere dimensioni adatte a consentire un agevole infilaggio

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelati dal diritto** d'autore e possono essere usati solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili.
Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

riferita alla sezione complessiva dei conduttori di rame (50 N/mm2 per conduttori in alluminio). Per facilitare le operazioni di tiro possono essere utilizzati rulli per il traino, che permettono di ridurre lo sforzo necessario evitando nel contempo danneggiamenti ai cavi stessi (figura 2.6).

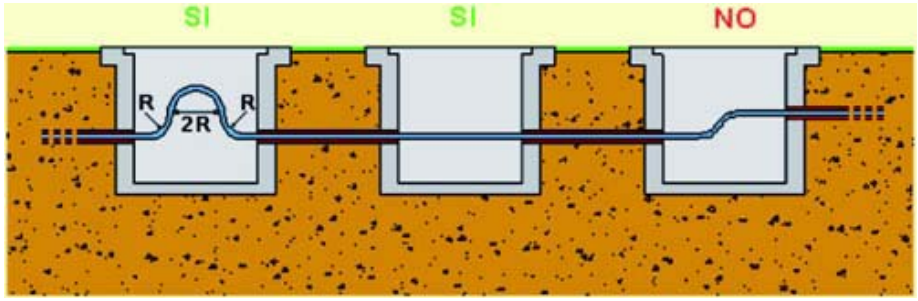

Figura 2.5
Devono essere rispettati i raggi di curvatura minimi stabiliti dai costruttori e i tubi di uno stesso cavidotto devono essere allineati all'arrivo nel pozzetto

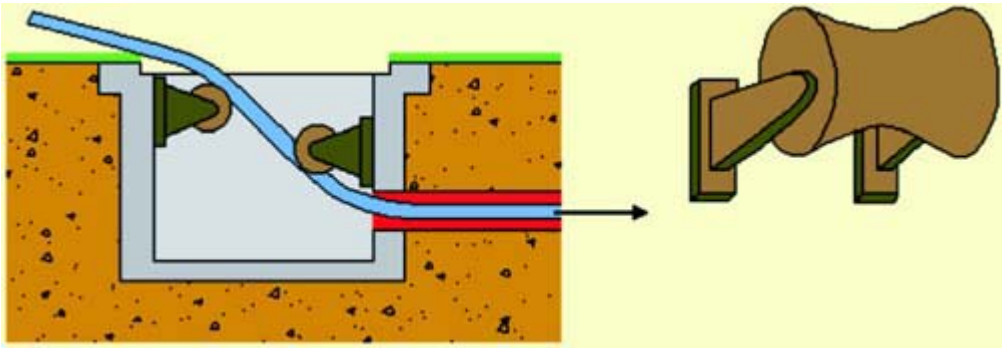

Figura 2.6
Attrezzi per facilitare le operazioni di tiro

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelati dal diritto** d'autore e possono essere usati solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili.
Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

4. Distanze di rispetto

Un cavo di energia posato in **vicinanza di altri cavi**, **tubazioni metalliche**, **serbatoi** e **cisterne di carburante** deve rispondere a prescrizioni particolari ed essere installato rispettando distanze minime.

Negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni la distanza di rispetto non deve essere inferiore a 0,3 m e il cavo di segnale deve essere protetto per una lunghezza di almeno 1 m mediante una canaletta, un tubo o una cassetta metallica avente uno spessore di almeno 1 mm (figura 2.7 a).

Non potendo, per validi motivi, rispettare questa distanza minima, occorre proteggere con gli stessi criteri anche il **cavo di energia** (figura 2.8 b). Se il cavo è sfilabile, perché posato entro una tubazione di protezione che rende possibile un'eventuale sostituzione, non è necessario seguire le prescrizioni sopraindicate (Norme Cei 11-17).

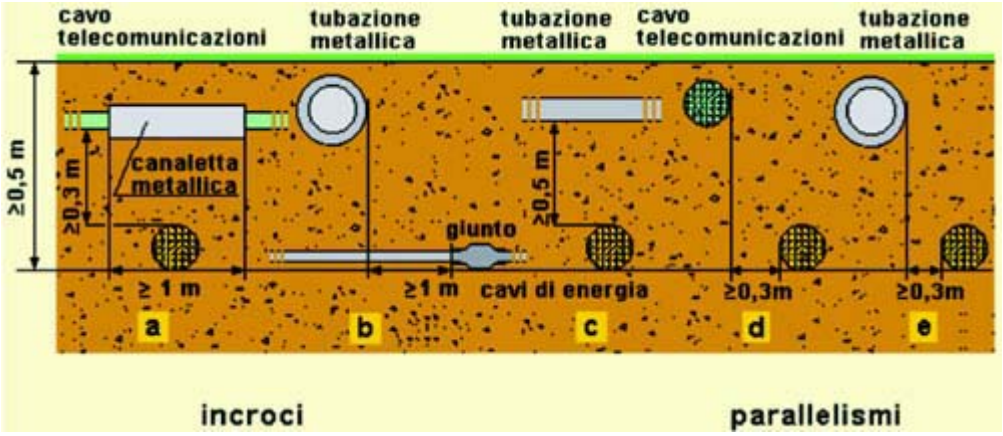

Figura 2.7
Negli incroci e nei parallelismi con altri cavi o tubazioni devono essere rispettate particolari prescrizioni e distanze minime.

La distanza minima di 0,3 m deve essere rispettata anche nei parallelismi tra i **cavi di energia e di telecomunicazione** (2.7 d). Quando le distanze minime non possono essere rispettate occorre proteggere il cavo di telecomunicazione con un tubo o una cassetta metallici (figura 2.8 c) e se la distanza risulta inferiore a 0,15 m si rende necessaria una protezione supplementare anche per il cavo di energia (figura 2.8 d). Negli incroci con tubazioni metalliche i cavi di energia devono essere posti ad una distanza minima di 0,5 m (figura 2.7 c), che può essere ridotta a 0,3 m se il cavo o il tubo metallico sono contenuti in un involucro non metallico (figura 2.8 c).

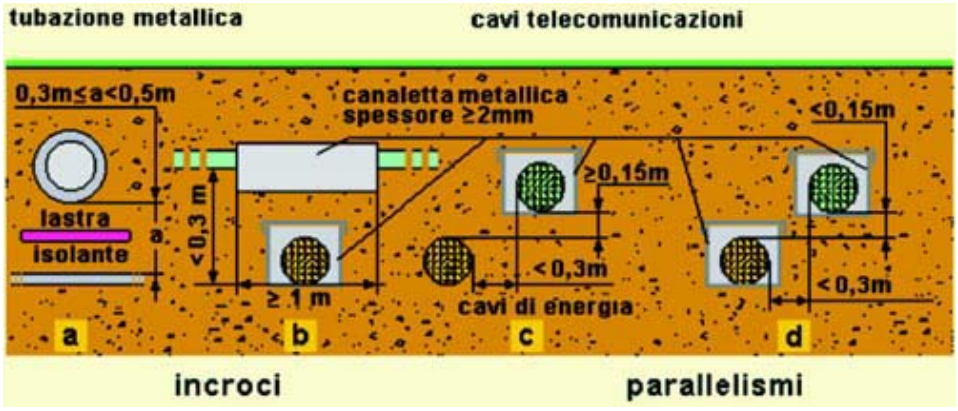

Figura 2.8
Se le distanze minime non possono essere rispettate si devono adottare opportune protezioni supplementari

La **protezione** può essere ottenuta per mezzo di **calcestruzzo leggermente armato** oppure di **elemento separatore non metallico**, come ad esempio una lastra di calcestruzzo o di altro materiale rigido (figura 2.8 a). In presenza di connessioni su cavi direttamente interrati le tubazioni metalliche devono distare almeno un metro dal

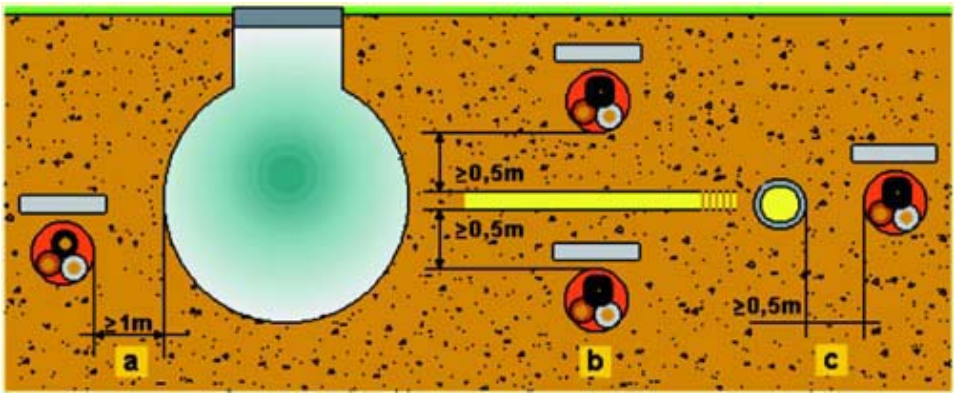

Figura 2.9
I cavi di energia devono essere posati ad una distanza minima di 1m rispetto alla superficie più esterna di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili (a) e sia negli incroci (b) sia nei parallelismi (c) devono essere distanziati di almeno 0,5 metri dalle condutture del gas

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelati dal diritto** d'autore e possono essere usati solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili.
Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

punto di incrocio (figura 2.8 b), oppure devono essere adottate le protezioni supplementari sopraindicate. Nei parallelismi i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere distanti fra loro non meno di 0,30 m (figura 2.8 e).

Si può derogare a tali prescrizioni, previo accordo fra gli esercenti gli impianti, se la differenza di quota fra cavo e tubazione è superiore a 0,5 m o se viene interposto fra gli stessi un elemento separatore non metallico. In presenza di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili occorre adottare distanze di sicurezza non inferiori a 1 metro (figura 2.9 a) dalla superficie esterna del serbatoio stesso. Le medesime prescrizioni, indicate per le tubazioni metalliche, si applicano anche alle tubazioni di gasdotti interrati: sia negli incroci sia nei parallelismi le distanze di rispetto non devono essere inferiori a 0,5 m (figura 2.9 b e 2.9 c).

Le **distanze di sicurezza** con i cavi di energia che sono posati in tubo o condotto in presenza di tubazioni per il trasferimento di fluidi infiammabili sono fissate dal DM 24/11/1984 “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8” e dovranno di volta in volta essere concordate con gli enti distributori del gas. Nella progettazione delle linee elettriche in cavo è comunque buona norma non prevedere la coesistenza nei cunicoli di conduttori elettrici e altre condotte onde evitare che, durante le normali operazioni di manutenzione, possano verificarsi incidenti agli addetti ai lavori.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelati dal diritto** d’autore e possono essere usati solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili.
Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.