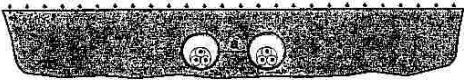
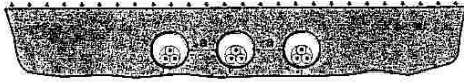
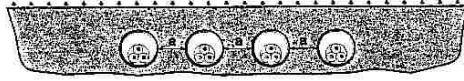
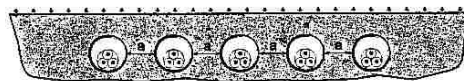
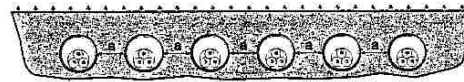


Tabella E - Fattore di correzione K2 per gruppi di tubi interrati sullo stesso piano. ⁽¹⁾

Tipo di posa	Distanza "a"			
	a contatto	25 cm	50 cm	100 cm
	0,85	0,90	0,95	0,95
	0,75	0,85	0,90	0,95
	0,70	0,80	0,85	0,90
	0,65	0,80	0,85	0,90
	0,60	0,80	0,80	0,90

(1) Nelle figure sono rappresentati cavi multipolari, ma il fattore di correzione K2 è applicabile anche a circuiti costituiti da cavi unipolari.

I valori della corrente I_0 indicati nella tabella C sono stati ricavati dalla tabella CEI UNEL 35026, tabella I, assumendo una resistività termica del terreno di 2 K m/W, anziché 1,5 K m/W come indicato da tale tabella CEI UNEL. Si evita, così, di dover ricorrere continuamente al coefficiente correttivo K4 (tra l'altro, diverso per cavi unipolari e multipolari, tabella G) per calcolare la portata per una resistività termica di 2 K m/W (convenzionalmente assunta dalla tabella CEI UNEL 35026 in mancanza di dati più precisi).

Le portate I_0 di tabella C sono calcolate in funzione della massima tem-

peratura di funzionamento che gli isolanti dei cavi possono sopportare in regime permanente: 70 °C per cavi con isolamento in pvc, 90 °C per cavi con isolamento in gomma.

Se in una stessa tubazione sono posati contemporaneamente cavi in pvc e cavi in gomma, cautelativamente si deve declassare la portata dei cavi in gomma a quella dei cavi in pvc, che hanno temperatura massima di funzionamento più bassa.

Secondo la tabella CEI UNEL 35026, art. 4.1, la portata dei cavi in gomma posati in tubi separati, ma posti ad una distanza inferiore a 1 m da altri tubi con cavi in pvc, può esse-

re cautelativamente declassata a quella dei cavi in pvc. Ciò appare veramente eccessivo.

Si ricorda che nel numero dei conduttori caricati, tabella C, non si considera il conduttore di protezione e, in genere, neanche il conduttore di neutro dei circuiti trifase, perché normalmente non è percorso da una corrente apprezzabile nel funzionamento ordinario. Il neutro deve essere considerato come un conduttore caricato solo in casi particolari, ad esempio in presenza di armoniche di notevole intensità o di circuiti fortemente squilibrati, punto 5.5.

Il fattore di correzione K2 di tabella E si riferisce a cavi multipolari (posati in tubi interrati sullo stesso piano), ma può essere applicato anche ai circuiti costituiti da cavi unipolari posati nello stesso tubo. La tabella CEI UNEL 35026, invece, riferisce tale coefficiente unicamente ai cavi multipolari ed ai cavi unipolari (un solo cavo per ogni tubo), assumendo valori differenti nei due casi.

5.3 Cavi direttamente interrati

La tabella CEI UNEL 35026 suggerisce di aumentare del 15% la portata dei cavi direttamente interrati rispetto a quella dei cavi in tubo o condotto, a parità di temperatura e resistività termica del terreno e di profondità di interrimento.

Infatti, il cavo in diretto contatto con il terreno disperde il calore meglio del cavo posato in tubo o in cunicolo, il quale è circondato dall'aria stagnante (e termicamente isolante) presente all'interno del tubo o condotto.

L'aumento di portata del cavo direttamente interrato è tanto maggiore quanto minore è la resistività termica del terreno. La tabella CEI UNEL 35026 assume invece un incremento medio costante del 15%.

Per una stima più accurata della portata dei cavi direttamente interrati si può seguire la tabella H, ricavata dalla norma IEC 60364-5-523.

Da notare come, in base a tale tabella, per valori di resistività termica del terreno superiori a 2,5 K m/W la portata del cavo direttamente interrato risulti addirittura minore di quella del cavo posato in tubo o condotto.

5.4 Modalità di posa non previste dalla tabella CEI UNEL 35026

La tabella CEI UNEL 35026 si riferisce a modalità di posa del tutto inu-

Tabella F - Fattore di correzione K3 per profondità di posa diversa da 0,8 m.

Tipo di cavo	Profondità di posa			
	0,5 m	1 m	1,2 m	1,5 m
Cavi unipolari o multipolari	1,02	0,98	0,96	0,94

Tabella G - Fattore di correzione K4 per resistività termica del terreno diversa da 2 K m/W. ⁽¹⁾

Tipo di cavo	Resistività termica			
	1 K m/W	1,2 K m/W	1,5 K m/W	2,5 K m/W
Cavi unipolari	1,2	1,16	1,11	0,91
Cavi multipolari	1,16	1,14	1,1	0,92

⁽¹⁾ La tabella G (modificata rispetto alla corrispondente tabella V della CEI UNEL 35026, la quale fa riferimento ad una resistività termica di 1,5 K m/W) serve soltanto nei casi in cui si conosce la resistività termica del terreno e questa è diversa da 2 K m/W.

Tabella H - Coefficiente di correzione da applicare alla portata dei cavi interrati in tubo per trovare la portata dei cavi direttamente interrati.

Resistività termica del terreno (K m/W)	Secondo la norma IEC 60364-5-523	Secondo la tabella CEI UNEL 35026
0,7	1,211	1,15
0,8	1,216	1,15
0,9	1,215	1,15
1,0	1,212	1,15
1,2	1,175	1,15
1,5	1,118	1,15
2,0	1,029	1,15
2,5	1,000	1,15
3,0	0,948	1,15

suali nella pratica impiantistica (posa di un singolo cavo, anche unipolare, in un tubo interrato e tubi posati sullo stesso piano), fig. 2, mentre ignora alcune condizioni di posa di largo impiego, quali la posa di più circuiti all'interno di una stessa tubazione (posa in fascio) e di tubi disposti su più strati (ad esempio, all'interno di una polifora), fig. 3.

Nel caso di posa di un fascio di cavi all'interno di uno stesso tubo o condotto si può adottare il metodo di calcolo della tabella CEI UNEL 35024/1, "Portate di corrente in regime permanente per posa in aria". Infatti entrambe le tabelle CEI UNEL 35024/1 e CEI UNEL 35026 discendono dalla norma IEC 60364-5-523, la quale applica lo stesso coefficiente di riduzione alla portata dei cavi in fascio, indipendentemente dal fatto che il condotto sia in aria o interrato.

La portata del cavo (I_c) viene pertanto calcolata applicando ai valori della corrente I_0 della tabella C il coefficiente k_2 (tabella I) per posa di

cavi in fascio di cui alla tabella IV della CEI UNEL 35024/1, purché i circuiti siano costituiti da cavi di sezione simile (sezioni comprese entro tre valori unificati adiacenti, ad esempio 16 - 25 - 35 mm²).

Se i cavi non sono simili, anziché il fattore k_2 si deve applicare il fattore di correzione $F = 1/\sqrt{n}$ dove n è il numero di circuiti posati nello stesso tubo.

Per calcolare la portata di cavi posati in fascio (più circuiti nello stesso tubo) entro tubi posati sullo stesso piano occorre applicare alla portata I_0 il coefficiente k_2 di tabella I (fascio di cavi) e successivamente il coefficiente K2 della tabella E (gruppo di tubi).

Il coefficiente K2 della tabella CEI UNEL 35026 non va ovviamente confuso con il coefficiente k_2 della tabella CEI UNEL 35024/1 (sarebbe stato a tal fine opportuno che le due norme avessero utilizzato simboli diversi).

Per posa su due e tre strati, con cavi interrati direttamente o posati entro tubi o cunicoli, si può ricorrere al fattore correttivo riportato in tabella L.¹¹

I fattori di correzione delle tabelle I e L si basano sull'ipotesi che i circuiti siano distribuiti in modo uniforme tra le diverse tubazioni, ossia che ciascuna tubazione contenga lo stesso numero di circuiti.

5.5 Neutro caricato

Se il neutro di un circuito trifase risulta caricato in modo non trascurabile, si può determinare la portata del circuito considerandolo come costituito da due circuiti monofase affiancati: una volta determinata la portata I_0 del circuito monofase, per trovare la portata I_c si moltiplica tale valore per il fattore di correzione 0,8 (posa in fascio, $n = 2$, tabella I).

La norma IEC 60364-5-523, tabella C 52-1, suggerisce un metodo alternativo per valutare la portata di un circuito quadripolare con il neutro caricato con una corrente paragonabile a quella delle fasi: si valuta la portata del cavo tripolare o dei tre cavi unipolari come se il neutro non fosse percorso da corrente e si applica il coefficiente di riduzione 0,86.

Questo secondo metodo fornisce portate leggermente minori di quelle ricavate con il metodo precedente.¹²

TABELLA I - Fattore di correzione k_2 per circuiti in fascio nel medesimo tubo o canale.

Numero circuiti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_2	1,00	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48

TABELLA L - Fattore di correzione per cavi direttamente o indirettamente interrati posti su più strati.¹¹

Numero strati	Posizione dello strato		
	I	II	III
2	0,80	0,80	-
3	0,78	0,75	0,78

(1) La distanza tra gli strati viene calcolata facendo riferimento al centro dei cavi di ciascuno strato.

¹¹ La portata di cavi posati su più strati in tubi interrati a diversa profondità non viene considerata neanche dalla norma IEC 60364-5-523 e bisogna ricorrere alla letteratura tecnica. Per maggiori dettagli, vedasi il volume P. Vezani, "Elementi di progettazione elettrica", Edizioni TNE, par. 9.1.2.

Da notare, inoltre, che occorre tenere conto della diversa profondità di posa degli strati per mezzo del coefficiente K3 di tabella F.

¹² In proposito, vedasi anche TuttoNormel 1/2001, pag. 3.

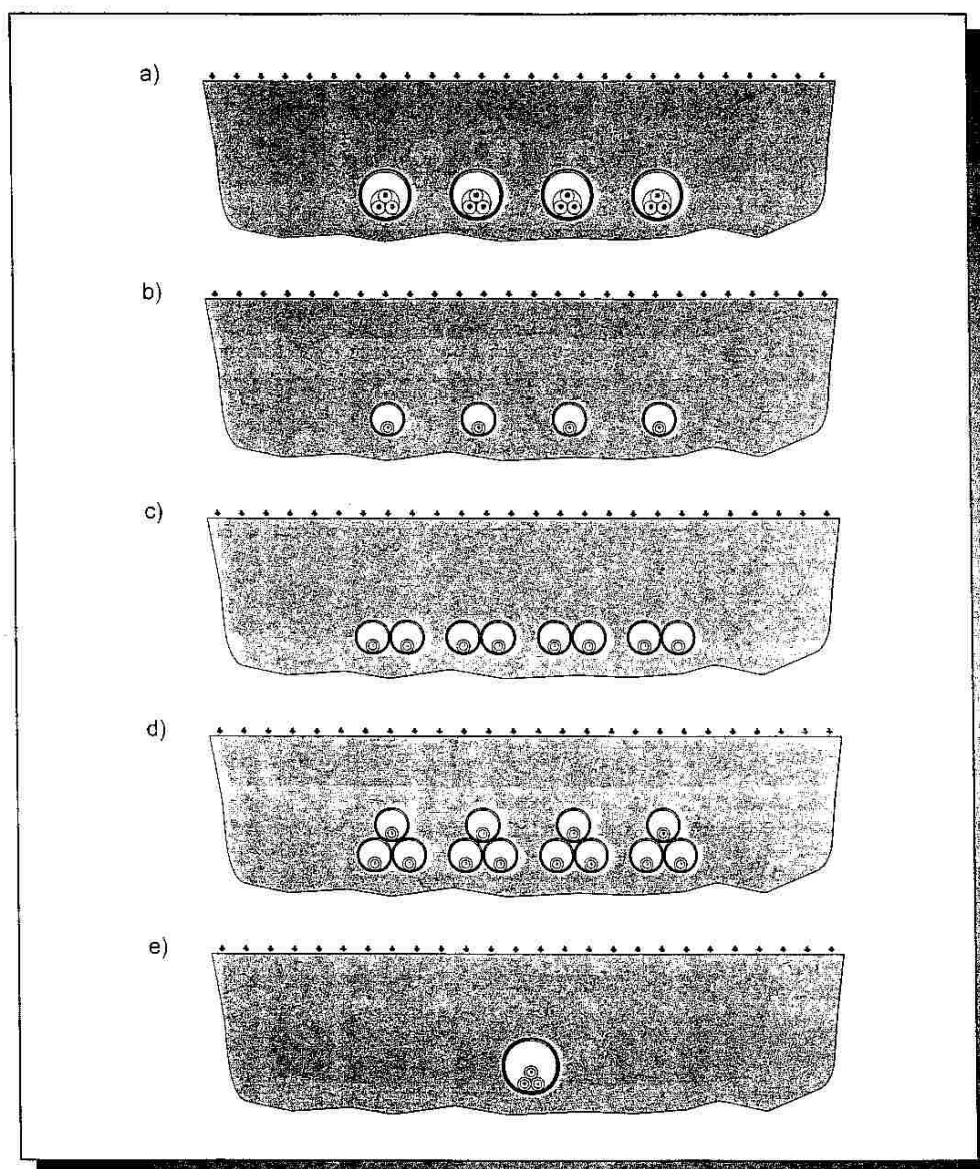


Fig. 2 - Modalità di posa di cavi interrati secondo la tabella CEI UNEL 35026:

- a) Tubi installati sullo stesso piano; un cavo multipolare per ogni tubo.
- b) Tubi installati sullo stesso piano; un cavo unipolare per ogni tubo.
- c) Coppie di tubi adiacenti installate sullo stesso piano; un cavo unipolare per ogni tubo.
- d) Gruppi di tre tubi disposti a trifoglio installati sullo stesso piano; un solo cavo unipolare per ogni tubo.
- e) Più cavi unipolari (appartenenti allo stesso circuito) installati in un unico tubo.

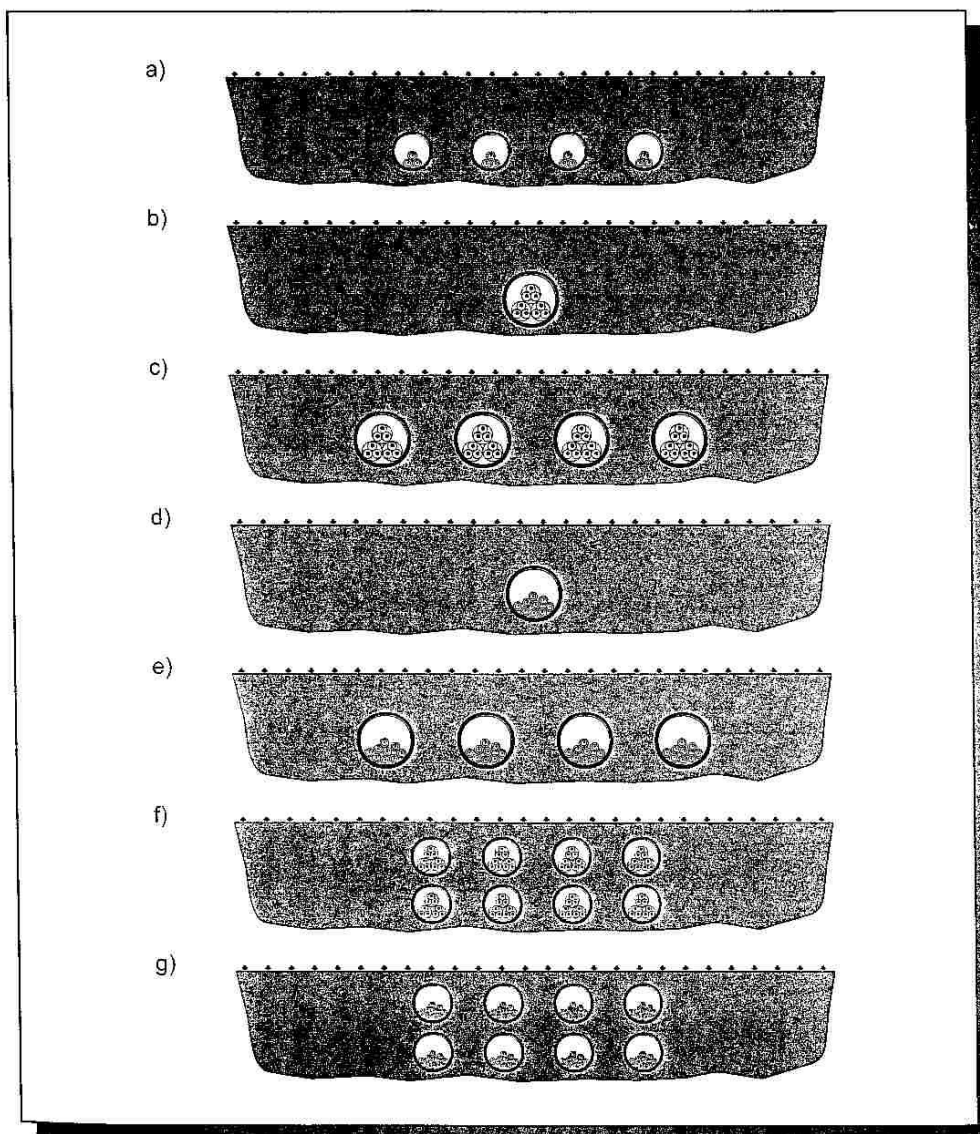


Fig. 3 - Modalità di posa di cavi interrati, di uso comune, non previste dalla tabella CEI UNEL 35026:
 a) Tubi installati sullo stesso piano; più cavi unipolari (appartenenti allo stesso circuito) nello stesso tubo.
 b) Più cavi multipolari nello stesso tubo.
 c) Tubi installati sullo stesso piano; più cavi multipolari nello stesso tubo.
 d) Più cavi unipolari (appartenenti a più circuiti) nello stesso tubo.
 e) Tubi installati sullo stesso piano; più cavi unipolari (appartenenti a più circuiti) nello stesso tubo.
 f) Tubi installati su più strati; uno o più cavi multipolari nello stesso tubo.
 g) Tubi installati su più strati; uno o più cavi unipolari nello stesso tubo.