

**ACCORDO INTEGRATIVO PER LA TUTELA DELLE RISORSE IDRICHE DEL
BASSO E MEDIO VALDARNO E DEL PADULE DI FUCECCHIO ATTRAVERSO
LA RIORGANIZZAZIONE DELLA DEPURAZIONE INDUSTRIALE DEL
COMPRENSORIO DEL CUOIO E DI QUELLA CIVILE DEL CIRCONDARIO
EMPOLESE, DELLA VALDERA, DELLA VALDELSA E DELLA VAL DI NIEVOLE**



COMUNI DI PONSACCO E PONTEDERA
Provincia di Pisa



**INTERVENTO 14: PROGETTO PER IL COLLETTAMENTO DEI REFLUI
DAL COMUNE DI PONSACCO VERSO IL DEPURATORE DI VALDERA
ACQUE E DISMISSIONE DEL DEPURATORE DI PERIGNANO.
LOTTO 2: TRATTO PONSACCO-LAVAIANO**

Elaborato E1	IMPIANTO ELETTRICO Relazione Tecnica	Data : Maggio 2014
		Scala:

Committente: Dott. Ing. Roberto CECCHINI	Progettisti : Dott.Ing. Giovanni SIMONELLI Geom. Luca IACOPINI
Responsabile di Commessa: Geom. Claudio LASTRAIOLI	Assistente tecnico : Dott.Ing. David FATTORINI Dott.Ing. Carmine MIULLI

Indice rev.	Data	Oggetto	Controllato	Approvato
REV. 1	APRILE 2012	CONSEGNA LAVORI LOTTO 2		
REV. 2	MAGGIO 2014	PROGETTAZIONE LOTTO 2 PER NUOVO AFFIDAMENTO LAVORI	IACOPINI	SIMONELLI

RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

La seguente relazione tecnica riguarda la realizzazione dell'impianto elettrico per l'alimentazione di una nuova stazione di sollevamento fognario sita in via prossimità del Depuratore di Ponsacco.

L'alimentazione sarà prelevata dalla cabina di trasformazione del suddetto depuratore, attualmente dotata di due trasformatori in olio da 100kVA ciascuno, collegati in parallelo rigido sul secondario.

Il Quadro Generale di Bassa Tensione dovrà essere modificato, con l'aggiunta di un nuovo interruttore magnetotermico da 80 A con differenziale selettivo.

Le vie cavo che collegano la cabina elettrica con la stazione di sollevamento sono già state realizzate.

Il lavoro prevede quindi l'installazione di due quadri di distribuzione in bassa tensione, la realizzazione dell'impianto elettrico di distribuzione della stazione idrica, la realizzazione dell'impianto di terra e la realizzazione delle linee elettriche di alimentazione delle utenze.

I servizi previsti per la stazione di sollevamento consistono in n°1 presa CEE 16A 3P+N+T, n°1 presa CEE 16° 2P+T, un lampione per l'illuminazione dell'area all'aperto.

Visto che l'installazione avverrà in campo aperto, tutte le apparecchiature che necessitano di protezione, quali quadri, prese e misuratori, saranno alloggiate all'interno di armadi in materiale isolante idoneo a resistere agli agenti atmosferici: in questo caso in particolare sarà realizzato un unico armadio bifacciale a due scomparti (si veda tavola allegata).

L'impianto è costituito da n°4 elettropompe, ripartite in due vasche. Le vasche sono messe in comunicazione da una paratoia, pertanto saranno possibili le seguenti condizioni di funzionamento:

1. Condizione di esercizio ordinario: la paratia è aperta e le 4 pompe operano tutte sulla base dello stesso livello: è prevista la condizione di contemporaneità di funzionamento delle 4 pompe;
2. Condizione di manutenzione di una vasca: la paratia è chiusa, solo due pompe sono operative.

La gestione della stazione avverrà in maniera totalmente automatica con rimando delle principali segnalazioni alla centrale di telecontrollo.

L'avviamento delle pompe avverrà, in condizioni ordinarie, per mezzo di avviatori progressivi elettronici (softstarter), tuttavia la configurazione scelta prevede per ogni elettropompa:

- Un avviatore graduale con bypass incorporato;
- Un avviatore diretto di tipo tradizionale;
- Un selettore per la scelta del tipo di avviamento (softstart/diretto);
- Un selettore per la scelta del tipo di gestione della pompa Automatico/Manuale.

La gestione automatica delle pompe avverrà tramite un PLC, il quale sarà programmato per svolgere le seguenti funzioni:

1. gestione dell'alternanza di funzionamento delle 4 pompe, finalizzata a garantire una usura uniforme dei gruppi di sollevamento e preservare l'affidabilità dell'impianto;

2. gestione delle eventuali indisponibilità delle pompe, siano esse dovute a guasto o ad intervento dell'operatore (es disattivazione pompe di una vasca per manutenzione)
3. Controllo di livello attraverso l'elaborazione dei segnali provenienti dai Misuratori di livello a ultrasuoni.

Vista la configurazione idraulica risulta necessaria una ridondanza dei misuratori di livello. Per garantire il corretto funzionamento della stazione anche in occasione delle manutenzioni (solo una vasca in funzione) occorre avere per ciascuna vasca un misuratore di livello a tre soglie (minimo, livello avvio pompa1, livello avvio pompa 2) e due galleggianti (superminimo e livello alto).

Generalità

L'appaltatore fornirà in opera, secondo le prescrizioni del Capitolato e nel pieno rispetto delle norme vigenti, i seguenti impianti:

- Linee di distribuzione principali;
- Quadri elettrici di BT e quadri di automazione;
- Impianti elettrici di Illuminazione e di forza motrice per i servizi della stazione idrica;
- Impianto di terra.

Osservanza di Leggi, Regolamenti e Normative

Gli impianti in oggetto dovranno essere realizzati a regola d'arte in conformità con quanto previsto dalle vigenti leggi in materia, in versione aggiornata al momento della redazione del presente documento, con particolare riferimento alle seguenti:

- D.M. 22 Gennaio 2008, n°37;
- legge 1 marzo 1968 n° 186;
- artt. 8, 14 e 16 legge 5 marzo 1990 n° 46;
- legge 21 giugno 1986 n° 317;
- D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81;
- D. Lgs. 12 novembre 1996 n° 615;
- Norme e disposizioni emanate dalla USL (Servizio di Igiene Pubblica e Territorio);
- Disposizioni della Società distributrice dell'energia elettrica;
- Prescrizioni delle autorità Comunali e/o Regionali;

Si ricorda che tutte le apparecchiature e le condutture dovranno essere realizzate in modo da risultare rispondenti al requisito di "esecuzione a regola d'arte" previsto dalle legge n° 186/68 e dal D.M. 37/08.

Si ricorda che condizione sufficiente affinché siano garantiti i requisiti di legge è l'esecuzione conforme a quanto indicato dalle vigenti normative UNI e CEI applicabili.

L'impianto in oggetto dovrà essere realizzato in modo conforme alle specifiche di progetto e contemporaneamente alle Norme elencate al capitolo "norme di riferimento".

Norme di Riferimento

In dettaglio si indicano i particolari riferimenti normativi secondo quanto emanato dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) :

CT11	Impianti elettrici ad alta tensione e di distribuzione pubblica e BT
CT16	Contrassegni dei terminali e altre identificazioni
CT17	Grosse apparecchiature
CT20	Cavi elettrici
CT23	Apparecchiatura a bassa tensione
CT34	Lampade e relative apparecchiature
CT44	Equipaggiamento elettrico delle macchine industriali
CT64	Impianti utilizzatori di BT < 1000Vca e 1500 Vcc
CT70	Involucri di protezione
CT79	Sistemi di rilevazione e segnalazione incendio ed antintrusione
CT103	Reti ed apparati per servizi di telecomunicazione
CEI-UNEL	Tabelle

CEI 64-8/1 Fasc. 4131	Principi fondamentali
CEI 64-8/2 Fasc. 4132	Definizioni
CEI 64-8/3 Fasc. 4133	Caratteristiche generali
CEI 64-8/4 Fasc. 4134	Prescrizioni per la sicurezza
CEI 64-8/5 Fasc. 4135	Scelta ed installazione dei componenti
CEI 64-8/6 Fasc. 4136	Verifiche
CEI 64-8/7 Fasc. 4137	Ambienti ed applicazioni particolari
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra
CEI 20-19 Fasc. 1344	Cavi isolati in gomma per tensione 450/750V
CEI 20-20 Fasc. 1345	Cavi isolati in PVC per tensione 450/750V
CEI 20-40 Fasc. 1772G	Guida per l'uso dei cavi in BT
CEI 20-22 Fasc. 1025	Cavi non propaganti l'incendio
CEI 23-8 Fasc. 335	Tubi protettivi rigidi in PVC
CEI 23-14 Fasc. 297	Tubi protettivi flessibili in PVC
CEI 17-13/1 Fasc. 1433	Apparecchiature assiemate di protezione per basse tensioni
CEI 17-13/2 Fasc. 2190E	Parte II: prescrizioni particolari per condotti a sbarre

CEI 17-13/3 Fasc. 1926	Apparecchiature assiemate di protezione di manovra per basse tensioni installate in luogo con personale non addestrato
CEI 23-9 Fasc. 823	Apparecchi di comando
CEI 23-12 Fasc. 298	Prese a spina per uso industriale
CEI 23-18 Fasc. 532	Interruttori differenziali
CEI 23-19 Fasc. 639	Canali portatavi in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa
CEI 23-31 Fasc. 1286	Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portatavi e portapparecchi
CEI 23-32 Fasc. 1287	Canali in materiale plastico ad uso portacavi
CEI 17-11 Fasc. 1039	Interruttori di manovra e sezionatori
CEI 34-21 Fasc. 1348	Apparecchi di illuminazione
CEI 11-17 Fasc. 1890	Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica linee in cavo
CEI 11-1 Fasc. 5025	Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
CEI 11-35 Fasc. 2906	Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente
CEI 11-37	Guida all'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1kV
CEI 81-1 Fasc. 2697	Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI 81-4 Fasc. 2924	Valutazione del rischio dovuto al fulmine
Fascic. ENEL DK 5600	Criteri di allacciamento degli utenti alla rete in MT

I materiali impiegati saranno di buona qualità e quelli per i quali è concesso l'uso del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) saranno dotati di detto marchio.

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo cioè non solo la realizzazione dell'impianto dovrà essere rispondente alle norme ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso.

Responsabilità dell'Appaltatore

E' sotto la responsabilità dell'Appaltatore la verifica dei calcoli eseguiti per il dimensionamento degli impianti in oggetto.

Impianto di terra

L'impianto di terra verrà realizzato in modo da garantire un valore totale della resistenza di terra tale che non si verifichino tensioni di passo e contatto pericolose così come previsto dalla norma CEI 11-1.

Per un corretto dimensionamento dell'impianto di terra si è fatto riferimento ai seguenti dati forniti dall'ente distributore di energia:

- $I_F = 40$ A massima corrente di guasto monofase a terra del sistema elettrico;
- $t_F \gg 10$ s tempo d'intervento delle protezioni per guasti a terra sul lato MT;

pertanto noti I_F e il tempo d'intervento (a cui corrisponde una tensione di contatto ammissibile U_{Tp} di 75 V secondo la fig. 9-1 della norma CEI 11-1) si ricava il valore massimo ammesso della resistenza di terra, cioè dovrà essere:

$$U_E = I_F * R_E < U_{T0}$$

dove R_E è la resistenza totale di terra di cui la resistenza di terra del locale GE è una parte.

Cavi e condutture

La sezione dei conduttori sarà determinata per una temperatura ambiente di 30°C, tenuta debita considerazione dell'eventuale coefficiente di riduzione in funzione del tipo di posa, della temperatura ambiente e delle mutue reattanze con altri circuiti. La massima c.d.t. (caduta di tensione) ammissibile non potrà superare il 4% della tensione misurata a vuoto nel punto di fornitura. La sezione minima impiegata non dovrà essere inferiore ad 1.5 mm² fatta eccezione per i conduttori appartenenti a circuiti di comando, segnalazione e misura.

I cavi da impiegare dovranno possedere caratteristiche di “ non propagazione dell'incendio” (norma CEI 20.22 parte II). In relazione alla modalità di posa si impiegheranno i seguenti tipi:

- | | |
|--|--|
| • Posa in aria, o canalizzazione interrata | N1VV/K-06/1kV
FG7R-06/1kV |
| • Posa in canale metallico | N1VV/K-06/1kV
FG7OR-06/1kV
FG7R-06/1kV |
| • Posa in tubo metallico | N07V-K 450-750V |

Qualora nella fase di infillaggio non fosse possibile escludere il rischio di danneggiamento all'isolante saranno da utilizzare cavi muniti di guaina antiabrasiva.

Le colorazioni dei cavi unipolari privi di guaina saranno rigorosamente come indicato dalla norma CEI 64.8 e relative tabelle UNEL, ovvero:

- Per i conduttori di fase nero
- Per i conduttori di neutro celeste o blu
- Per i conduttori di protezione, equipotenzialità e terra giallo/verde

La portata del conduttore sarà coordinata con la corrente di intervento delle protezioni per garantire una efficace protezione contro il rischio d'incendio.

Non è ammesso la coesistenza di cavi appartenenti a circuiti a tensione diversa all'interno delle stesse canalizzazioni e cassette di derivazione se non muniti tutti dell'isolamento necessario per la tensione più elevata. La separazione elettrica deve essere mantenuta anche internamente alle scatole di derivazione mediante opportuni setti separatori.

QUADRO ELETTRICO GENERALE DI STAZIONE (QEGS)

Dovrà essere fornito, montato e connesso il quadro atto a realizzare lo schema unifilare riportato nell'apposito documento di progetto.

Il QEG ospiterà le partenze delle varie utenze in BT della stazione;

Dati generali del QEG

<i>QGBT1:</i>	<i>tipo metallico a parete</i>
<i>Tensione nominale di esercizio:</i>	<i>400 V</i>
<i>Tensione nominale di isolamento:</i>	<i>≤ 1000 V</i>
<i>Tensione nominale circuiti ausiliari:</i>	<i>≤ 220 V</i>
<i>Frequenza:</i>	<i>50Hz</i>
<i>Corrente nominale:</i>	<i>80 A</i>
<i>Corrente di c.to c.to:</i>	<i>$< 4,5$ kA</i>
<i>Grado di protezione minimo esterno:</i>	<i>IP55</i>
<i>Grado di protezione minimo interno:</i>	<i>IP2X</i>
<i>Protezione delle persone</i>	<i>IPXXB</i>
<i>Accessibilità:</i>	<i>Frontale</i>
<i>Verniciatura:</i>	<i>RAL7030</i>

QUADRO ELETTRICO POMPE (QEP)

All'interno del QEP saranno alloggiati i dispositivi per l'avviamento delle pompe (Softstarter), nonché tutti i dispositivi ausiliari per il comando e controllo di dette pompe. Il quadro dovrà essere fornito, montato e connesso in maniera idonea a realizzare lo schema unifilare e multifilare riportati negli appositi documenti di progetto. All'interno dello stesso quadro sarà alloggiato il PLC per la gestione automatizzata delle 3 pompe, programmato per svolgere le seguenti funzioni:

4. gestione dell'alternanza di funzionamento delle 3 pompe, finalizzata a garantire una usura uniforme dei gruppi di sollevamento e preservare l'affidabilità dell'impianto;
5. Controllo di livello attraverso l'elaborazione dei segnali provenienti da galleggianti.

La scelta delle apparecchiature sarà subordinata alla verifica del coordinamento tra le stesse:

- per ciascun avviatore diretto si richiede un coordinamento almeno di tipo 1 tra protezione e contattore;
- per ciascun avviatore graduale si richiede un coordinamento almeno di tipo 1 tra il softstarter e la protezione

Per la verifica dei coordinamenti faranno fede le tabelle pubblicate del costruttore delle apparecchiature.

Dati generali del QGP

QGBT1:	tipo PVC a parete
Tensione nominale di esercizio:	400 V
Tensione nominale di isolamento:	≤ 1000 V
Tensione nominale circuiti ausiliari:	≤ 220 V
Frequenza:	50Hz
Corrente di c.to c.to:	< 4,5 kA
Grado di protezione minimo esterno:	IP55
Grado di protezione minimo interno:	IP2X
Protezione delle persone	IPXXB
Accessibilità:	Frontale
Verniciatura:	RAL7030
Sistema di messa a terra:	TN_S

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE PRIMARIA

Comprende tutti i collegamenti di potenza fra il QGBT ed il quadro di distribuzione QEGS. Tali collegamenti saranno realizzati con cavi in rame con isolamento in gomma e guaina in PVC tipo FG7 posati all'interno di tubazione corrugata pesante per la posa interrata.

Il dimensionamento delle condutture del sistema di distribuzione è stato eseguito nel rispetto delle norme CEI 64-8, relativamente alla protezione dalle correnti di sovraccarico e cortocircuito ed alla protezione contro i contatti indiretti. Le portate dei cavi elettrici sono state desunte dalle tabelle CEI-UNEL.

Gli interruttori posti a protezione delle linee in uscita saranno del tipo automatico magnetotermico con portata, taratura e potere d'interruzione adeguati ai parametri elettrici del punto di installazione e delle utenze da alimentare (come meglio specificato nello schema unifilare).

Caduta di tensione ammessa

Caduta di tensione massima ammessa, a carico nominale, tra il punto di consegna (Ente erogatore) e l'utilizzatore più lontano: 4%

Circuito prese

Sarà prevista una sola linea di distribuzione per le prese del tipo 2P+T da 16 A e 3P+N+T da 16 A del tipo interbloccato.

Cavi e canalizzazioni

Saranno utilizzati cavi unipolari in rame con isolamento in gomma EPR e guaina in PVC tipo FG7R. I cavi saranno posati all'interno di canalizzazioni metalliche o in PVC a seconda delle esigenze e del tipo di posa,

con grado di protezione almeno pari a IP4X. Il diametro interno dei tubi protettivi dovrà essere almeno uguale a 1,3 volte il diametro del fascio di cavi presenti (art. 522.8.1.1 CEI 64-8/5); inoltre i raggi di curvatura degli stessi, se D e' il diametro esterno del cavo, devono essere $\geq 12D$.

Misure di protezione dai contatti diretti e indiretti.

La protezione dai contatti diretti sarà assicurata dall'isolamento dei componenti che a tal fine verranno scelti solo se riportanti il marchio di qualità IMQ, cosa che ne assicura la corrispondenza dell'isolamento alle relative norme.

La protezione dai contatti indiretti sarà effettuata in accordo all'art. 413.1.3 delle norme CEI 64-8. Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti saranno tali che l'interruzione automatica dell'alimentazione avverrà nei tempi previsti dalla norma, 0.4 s per i circuiti terminali e 5 s per i circuiti di distribuzione in modo da soddisfare la seguente relazione:

$$I_a \cdot Z_s \leq U_o$$

dove I_a e' il valore in ampere della corrente di intervento, entro i tempi sopra indicati, del dispositivo di protezione; poiché verranno impiegati interruttori magnetotermici differenziali la I_a coinciderà con la I_{dn} ;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto;

U_o è la tensione nominale in c.a. valore efficace tra fase e terra.

Il conduttore di protezione sarà in rame e di sezione opportuna secondo quanto previsto dall'art. 543.1.2 della norma CEI 64-8/5.

Al conduttore di protezione saranno collegate tutte le masse metalliche degli apparecchi utilizzatori; tutte le masse estranee saranno invece collegate al nodo di terra tramite conduttore equipotenziale di sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione più elevata dell'impianto e comunque non inferiore a 6 mm² e non maggiore a 25 mm², art. 547.1.1 norma CEI 64-8/5. Per i conduttori equipotenziali supplementari si seguirà quanto prescritto dalla suddetta norma all'art. 547.1.2.

Prescrizioni

- Per le utenze finali non sarà impiegata una tensione di alimentazione superiore a 400 V;
- i conduttori impiegati saranno di rame ed in ogni caso di sezione non inferiore a 1.5 mm² per uso generale e 0.5 mm² per circuiti di comando, segnalazione e simili;
- i cavi avranno una tensione nominale non inferiore a 450/750 V;
- i cavi saranno tutti del tipo non propagante l'incendio e saranno installati all'interno di canalizzazioni metalliche o in PVC a seconda delle esigenze e del tipo di posa; per i circuiti di comando e segnalazione i cavi saranno di tensione nominale 300/500 e saranno posati all'interno di canalette e scatole di derivazione separate

- inoltre saranno usati cavi, tubi protettivi, canalizzazioni aventi caratteristiche di non propagazione della fiamma nelle condizioni di posa;
- i cavi di collegamento con apparecchi mobili saranno non propaganti l'incendio e di lunghezza minima e le prese a spina saranno installate il più vicino possibile alla posizione in cui verrà utilizzato l'apparecchio; i dispositivi di protezione devono essere posti in quadri installati in posizione facilmente accessibile e protetti contro eventuali manomissioni;
- le derivazioni dovranno essere realizzate in apposite scatole di derivazione;
- i componenti elettrici non devono costituire pericolo di innesco o di propagazione di incendio per i materiali adiacenti, inoltre si devono osservare tutte le istruzioni di installazione fornite dal costruttore; inoltre gli apparecchi di illuminazione devono essere posti entro involucri aventi grado di protezione non inferiore a IP4X;

Criteri di dimensionamento dell' impianto

Il dimensionamento degli impianti è stato effettuato in relazione alle caratteristiche del sistema di fornitura dell'energia elettrica, ai dati forniti dal committente circa entità e dislocazione dei carichi, alle attività che saranno svolte nei singoli locali e nel rispetto della normativa vigente.

I carichi convenzionali di ogni unità di impianto sono stati valutati facendo riferimento alle potenze effettive degli utilizzatori fissi ed alle potenze corrispondenti alle correnti nominali delle prese a spina applicando degli opportuni coefficienti di riduzione per tener conto della contemporaneità di funzionamento e dell'effettiva utilizzazione dei carichi.

La sezione dei conduttori è stata fissata in modo che la portata I_Z della conduttura soddisfi la relazione:

$$I_B \leq I_Z \quad (1)$$

con I_B corrente di impiego valutata con i criteri sopra descritti.

Le portate dei cavi elettrici sono state ricavate dalle tabelle CEI-UNEL 35024 tenendo conto delle condizioni di posa.

All'inizio dei circuiti, sia di distribuzione che terminali, è stata prescritta l'installazione di interruttori automatici magnetotermici e differenziali per assicurare la protezione dei cavi dalle sovracorrenti e la protezione delle persone dai contatti di tipo indiretto.

Per la protezione dei cavi da sovraccarico sono stati scelti interruttori aventi correnti nominali I_N e correnti convenzionali di funzionamento I_F che soddisfino le seguenti condizioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (2)$$

$$I_F \leq 1.45 \cdot I_Z \quad (3)$$

in ottemperanza all'art. 433.2 della Norma CEI 64-8 (fascicolo n.1919 - ottobre 1992).

Per la protezione dei cavi da corto circuito gli interruttori magnetotermici sono stati scelti, come indicato dall'art. 434.3 della CEI 64-8, in modo che:

- a) il loro potere di interruzione sia superiore alla corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione
- b) l'integrale di Joule ($I^2 \cdot t$) dell'interruttore, per corto circuito all'inizio della condotta, sia inferiore all'energia specifica ($K^2 \cdot S^2$) tollerabile dal cavo:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2 \quad (4)$$

K coefficiente dipendente dal tipo di cavo

t durata in secondi del tempo per raggiungere la temperatura massima ammissibile nei conduttori in caso di cortocircuito

I corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace

Avendo assicurato la protezione da sovraccarico tramite l'installazione di un interruttore magnetotermico avente potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, la relazione (4) è senz'altro soddisfatta per corto circuito al termine della condotta indipendentemente dalla lunghezza della stessa.

Il dimensionamento dei cavi e la conoscenza delle loro caratteristiche elettriche ha consentito di verificare che le cadute di tensione, con correnti non superiori alle correnti di impiego, sono inferiori al 3% della tensione nominale del sistema.

Il calcolo delle cadute di tensione è stato effettuato con la relazione:

$$\Delta U\% = K \cdot \frac{r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi}{U_N} \cdot L \cdot I_b \quad (6)$$

con:

$K = 2$ per linee monofasi

$K = \sqrt{3}$ per linee trifasi

r ed x rispettivamente resistenza e reattanza per unità di lunghezza del cavo alla temperatura di regime [Ω/m]

L = lunghezza linea [m]

I_b = corrente d'impiego [A]

U_N = tensione nominale del sistema [V]

$\cos \varphi$ = f.d.p. della linea

I calcoli sono stati eseguiti assumendo pari a 70°C la temperatura a regime.