



CITTÀ METROPOLITANA
DI FIRENZE

DIPARTIMENTO SVILUPPO
AREA TERRITORIALE

SR 69 "Del Valdarno" ROTATORIA CASELLO A1 FIGLINE INCISA - REGGELLO



PROGETTO ESECUTIVO

Specifiche tecniche impianti elettrici

TAVOLA N.
ERS_04_02

SCALA -

NOME FILE: *Specifiche tecniche impianti elettrici*

Data redazione elaborato:

C.U.P.:

PRATICA N. VNO2011/0001-1

Novembre 2017

R.U.P.: Carlo Ferrante

PROGETTISTA:

TECNOENGINEERING S.R.L.

Sede Legale e Operativa: Via A. da Settignano, 22 - 50135 FIRENZE - Tel. 055.600495
Unità Locale: Via Fiorentina, 63 - 52014 Poppi (AR) - Tel. 0575.536369
E-mail: studio@tecnoengineering.com

COLLABORATORI:

**COORDINATORE PER LA
SICUREZZA:**

Arch. Anna Brunelli

SPECIFICHE TECNICHE

SOMMARIO

1. SCOPO DELL'INTERVENTO	4
2. NORMATIVE E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO	4
3. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA	4
4. MATERIALI E APPARECCHIATURE	6
4.1 Tipologia e qualità delle apparecchiature.....	6
4.2 Qualificazione della componentistica adottata	7
4.3 Note circa le marche delle apparecchiature	7
5. SPECIFICHE DEI MATERIALI E TECNICHE D'INSTALLAZIONE	8
5.1 Installazione quadri e apparecchiature	9
5.1.1 <i>Quadri</i>	9
5.1.2 <i>Apparecchiature ausiliarie, strumenti e sensori</i>	9
5.2 Canalizzazioni	10
5.2.1 <i>Materiali per canalizzazioni</i>	10
5.2.2 <i>Canalizzazioni interrato</i>	10
5.2.3 <i>Pozzetti</i>	18
5.3 Posa dei cavi	21
5.4 Cavi e conduttori.....	27
5.4.1 <i>Generalità</i>	27
5.4.2 <i>Cavi di alimentazione</i>	27
5.4.3 <i>Conduttori di protezione di terra</i>	27
5.4.4 <i>Giunzioni di cavi elettrici</i>	28
5.4.5 <i>Scorte dei cavi</i>	28
5.4.6 <i>Derivazioni dalle dorsali</i>	28
5.5 Illuminazione	29
5.5.1 <i>Prove e collaudi</i>	29
5.5.2 <i>Circuiti di alimentazione</i>	29
5.6 Sostegni.....	30
5.7 Esecuzione di punto luce	30
5.8 Candelabri	31
5.8.1 <i>Posa in opera dei candelabri</i>	31
5.8.2 <i>Blocchi di fondazione per i candelabri</i>	32
5.9 Impianto di messa a terra.....	32
5.9.1 <i>Materiali per impianto di messa a terra</i>	32
5.9.2 <i>Collegamenti di terra ed equipotenziali</i>	33
5.10 Predisposizioni e collegamenti ai quadri elettrici	35
5.11 Materiali metallici	35
5.12 Prove e collaudi	35
5.12.1 <i>Collaudi in officina del Costruttore</i>	35
5.12.2 <i>Verifiche e norme per il collaudo degli impianti</i>	36
5.12.3 <i>Tipi di verifiche</i>	36
5.12.4 <i>Obbligo delle verifiche</i>	38
5.12.5 <i>Verifiche e prove per la messa in servizio e collaudo provvisorio</i>	41
5.12.6 <i>Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti</i>	41
5.12.7 <i>Verifica circuitale degli impianti (prove in bianco)</i>	41
5.12.8 <i>Esame a vista</i>	42
5.12.9 <i>Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione</i>	42
5.12.10 <i>Misura della resistenza di isolamento</i>	43

5.12.11	Verifica delle stabilità dei cavi	44
5.12.12	Misura delle cadute di tensione.....	44
5.12.13	Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi.....	44
5.12.14	Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti.....	44
5.12.15	Collaudo definitivo degli impianti.....	45
5.13	Documentazione tecnica richiesta	46
5.13.1	Documentazione	46
5.13.2	Manuali d'istruzione e manutenzione.....	47
5.14	Parti di ricambio.....	50
5.15	Assistenza tecnica ed istruzioni al personale della Committenza	50

1. SCOPO DELL'INTERVENTO

La presente relazione, nell'ambito del progetto definitivo, illustra lo scopo dell'intervento per gli impianti elettromeccanici relativamente alle realizzazioni di:

- Tratto di strada a doppio senso di circolazione;
- Rotatorie;
- Strade extraurbane secondarie.

Il presente documento contiene:

- Norme e Leggi di riferimento;
- Materiali e tecniche d'installazione;
- Specifiche tecniche;
- Prove e collaudi;
- Documentazione tecnica richiesta

2. NORMATIVE E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettromeccanici sono stati dimensionati secondo i criteri dettagliati nelle relazioni allegate al progetto.

La fornitura, oggetto del presente Appalto dovrà far riferimento a Leggi, D.Lgs, Norme e legislazione in genere nell'edizione aggiornata alla data della stipula del Contratto di Appalto.

L'emanazione di una nuova norma o l'aggiornamento della documentazione di riferimento (attinente il progetto) che intervenisse nel corso delle lavorazioni dovrà essere recepita dall'Appaltatore, previo accordo ed assenso da parte della D.L., ed applicata alle lavorazioni stesse, intervenendo dove necessario alle modifiche di progetto

3. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Con "impianti di illuminazione esterna" si intende il complesso formato dalle condutture, dai materiali e dalle apparecchiature necessarie per illuminare sedi regionali e loro pertinenze (rotatoria, SR69, strada di accesso al casello autostradale, ecc.) e destinati a fornire indicazioni luminose.

Le presenti Prescrizioni si intendono integrative degli elaborati che compongono il progetto, che risultano comunque, in caso di difformità nei contenuti, quelli che l'Appaltatore deve seguire per la realizzazione degli impianti.

La conformazione dell'area interessata dagli impianti di cui trattasi e tutte le eventuali strutture presenti è rappresentata negli elaborati di progetto, dai quali sono peraltro desumibili le dimensioni e la consistenza degli impianti medesimi.

A grandi linee un impianto di illuminazione esterna può ritenersi così costituito:

- Un quadro elettrico generale "luce esterna" ubicato in apposito contenitore, opportunamente alimentato in maniera interdipendente dalla rete di distribuzione ENEL, dal quale vengono alimentati gli impianti di illuminazione esterna.
- Sistemi illuminanti propriamente detti, opportunamente ubicati nell'area interessata dagli impianti e costituiti, essenzialmente, da torri-faro, candelabri, corpi illuminanti, ecc. Nel caso specifico, a titolo puramente esemplificativo, l'ubicazione e la natura dei sistemi previsti in progetto è di massima la seguente:

illuminazione della strada regionale SR69: mediante lampade a LED. I pali di illuminazione sono previsti ai lati della sede stradale protetti con zincatura a caldo, ed hanno un'altezza fuori terra di 10 metri. I punti luce saranno completi di sbraccio di lunghezza sufficiente a riportare il posizionamento della lampada in posizione ottimale all'illuminamento.

- ✓ Illuminazione di rotonda: mediante lampade a LED, installate su torre faro con altezza fuori terra di 15 metri.
- Linee di alimentazione delle apparecchiature di cui sopra, con relativi accessori per protezione, smistamento, derivazione, connessione, ecc. quali cavidotti, pozzetti, cassette, scatole, ecc. aventi origine dall'apposita morsettiera del quadro generale con relativi organi di interruzione, sezionamento, manovra, controllo, protezione, ecc.

Le principali caratteristiche elettriche degli impianti di illuminazione esterna sono:

- ✓ Tensioni nominali di alimentazione: 380V concatenate e 220V stellate;
- ✓ Frequenza nominale di tali tensioni: 50Hz.
- ✓ Distribuzione delle alimentazioni: trifase con neutro e monofase;
- ✓ Tipo di impianti: in derivazione;
- ✓ Caduta di tensione a regime: $\leq 4\%$;
- ✓ Fattore di potenza a regime: $\geq 0,9$;

- ✓ Protezione contro i contatti indiretti: mediante collegamento ad impianto di terra e coordinamento con dispositivo atto ad interrompere l'alimentazione in caso di guasto pericoloso.

Le lavorazioni a carico dell'Appaltatore, da eseguire a perfetta regola d'arte, sono specificate e descritte negli elaborati di progetto.

Tutti gli impianti devono essere resi interamente finiti, completi e perfettamente funzionanti nell'insieme ed in ogni loro parte, anche accessoria.

4. MATERIALI E APPARECCHIATURE

4.1 Tipologia e qualità delle apparecchiature

Tutte le apparecchiature ed i materiali che saranno impiegati nei lavori compresi nell'appalto, dovranno corrispondere a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia, ed essere conformi per metodologia di fabbricazione, qualità e prestazioni, alle specifiche tecniche ed al complesso di Norme CEI, IEC, UNI, UNEL

In particolare tutte le apparecchiature elettriche, indipendentemente che costituiscano parte di un assemblaggio complesso o che siano utilizzate in modo autonomo, dovranno essere omologate CE.

Le apparecchiature dovranno essere prodotte in regime di qualità UNI ISO 9001 e dovranno, comunque, essere della migliore qualità reperibile in commercio in funzione alla loro specifica destinazione d'uso e in conformità alle Specifiche tecniche allegate.

I materiali e le apparecchiature, prima della posa in opera, dovranno essere presentati alla Direzione Lavori; quest'ultima, dopo l'accettazione dell'Ente Appaltante, darà conferma d'accettazione attraverso Ordine di Servizio.

I materiali potranno provenire da località e da Costruttori che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché siano rispondenti ai requisiti specificati nei documenti di progetto e a quanto prescritto nel paragrafo che segue.

Qualora la Direzione dei Lavori rifiutasse una qualsiasi fornitura ritenuta non adatta all'impiego, o non conforme al presente capitolato e alle specifiche tecniche allegate, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra corrispondente alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della qualità e dell'aspetto tecnico finale delle opere realizzate anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

4.2 Qualificazione della componentistica adottata

L'Appaltatore per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali dovrà sottoporre ad approvazione dell'ente Appaltante, per ciascuna apparecchiatura, un elenco di dati garantiti dalla casa Costruttrice e la reperibilità commerciale delle parti di ricambio per almeno 10 anni dopo il Collaudo dell'opera.

Dovranno essere precisati per i singoli sistemi:

- I dati relativi alla provenienza ed alla individuazione;
- Gli eventuali scostamenti con quanto riportato sulle Specifiche Tecniche;
- La loro composizione;
- I dati atti ad accertare i valori caratteristici richiesti dal progetto per le varie categorie di lavoro o di fornitura;
- La conformità alla normativa vigente.

Qualora i prodotti proposti non fossero, eventualmente, conformi per vetustà, ai requisiti di compatibilità con sistemi già in dotazione all'Ente Appaltante, essi potranno essere respinti dalla D.L..

Per qualsiasi componente dei sistemi compresi nelle Specifiche tecniche, l'Ente Appaltante avrà facoltà di fare effettuare da Istituto autorizzato prove di ottimizzazione e verifiche di compatibilità. L'Appaltatore dovrà fornire la quantità di prodotto necessaria per l'esecuzione di tutte le prove richieste dall'Ente Appaltante.

Nel seguito sono elencate le specifiche tecniche dei principali componenti degli impianti da fornire in opera.

4.3 Note circa le marche delle apparecchiature

Le eventuali indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali riportate nelle specifiche tecniche, disegni, e, in generale nei documenti di progetto, sono da intendersi come dichiarazione di caratteristiche tecniche.

Sono ammessi altri tipi e marche, rispetto a quanto eventualmente indicato a progetto, purché tecnicamente e funzionalmente equivalenti, su dimostrazione scritta del fornitore.

Va precisato essere evidente che se, in sede progettuale, è stato fatto riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, ciò è dovuto al fatto che non è possibile progettare, ad equivalenza di prestazioni, su tutto lo spettro delle apparecchiature disponibili in commercio.

Pertanto, in relazione alle apparecchiature che si debbono ritenere specialistiche, in quanto, pur assicurando prestazioni equivalenti, differiscono costruttivamente in tutto od in parte da Costruttore a Costruttore, i requisiti riportati nel seguito possono essere sostituiti con requisiti tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questo contesto e, in modo più dettagliato, descritte nella relazione di calcolo illuminotecnico.

In mancanza di particolari prescrizioni, le apparecchiature ed i materiali debbono essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati. In ogni caso, prima del loro acquisto, devono essere sottoposti all'approvazione della D.L.

Malgrado l'accettazione dei materiali e delle apparecchiature da parte della D.L., l'Impresa resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere, oggetto dell'Appalto, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

5. SPECIFICHE DEI MATERIALI E TECNICHE D'INSTALLAZIONE

In questa parte vengono descritte:

- le modalità d'installazione degli equipaggiamenti;
- le caratteristiche dei materiali d'installazione;
- i criteri d'installazione delle canalizzazioni;
- i criteri di posa delle condutture;
- le modalità per le prove e per il collaudo degli impianti;
- I documenti tecnici: Manuali d'istruzione.

Per il montaggio degli impianti elettrici devono essere impiegate attrezzature adeguate ed appropriate.

Dovrà essere particolarmente curato, oltre che l'aspetto generale dei lavori, l'accesso per la manutenzione e l'esercizio delle apparecchiature, l'ordinata disposizione dei cavi nelle relative canalizzazioni e la loro marcatura.

Richieste da parte della D.L. di variazioni rispetto al progetto, avanzate prima dell'inizio della relativa attività, dovranno essere eseguite dall'Appaltatore senza compensi supplementari.

Tutte le apparecchiature, cavi e corpi illuminanti, dovranno avere una targhetta con il codice di riconoscimento riportato a progetto, o da definire con la D.L.. Il tipo di targhetta e il modo di fissaggio dovrà essere concordato con la D.L..

Durante i lavori di installazione dovranno essere adottate precauzioni e tecniche di pulizia in modo che polveri, lubrificanti, limature, sporcizia, grassi ed altri corpi estranei non entrino nelle apparecchiature elettriche, macchine ecc., e rimangano sulle stesse depositate.

5.1 Installazione quadri e apparecchiature

5.1.1 Quadri

Sono, di norma, forniti pre-assemblati con tutti i componenti di potenza, controllo, comando e segnalazione, pre-montati in officina.

Tutti i conduttori di cablaggio dovranno essere marcati con anellini marcafilo.

Le apparecchiature e gli strumenti spediti separatamente devono essere installati nei rispettivi alloggiamenti.

Devono, inoltre, essere eseguiti i necessari collegamenti secondo gli schemi e le indicazioni del fornitore; ciò anche al fine della validità del certificato di conformità del Costruttore.

5.1.2 Apparecchiature ausiliarie, strumenti e sensori

Le strutture di sostegno delle apparecchiature ausiliarie; strumenti e sensori, devono essere costruite secondo le indicazioni sui disegni o manuali di installazione dei Costruttori.

Per le apparecchiature ausiliarie non definite come modello costruttivo, non sono previsti a progetto tipici d'installazione.

In ogni caso ogni apparecchio ausiliario dovrà essere installato su apposito telaio in appositi profilati ed in modo tale da consentire un comodo accesso per la manutenzione.

Gli apparecchi ausiliari quali cassette morsettiere, ecc. dovranno essere adeguatamente ancorati alle strutture portanti, alle pareti, alle solette, ecc. nelle zone indicate dal progetto o secondo le indicazioni della D.L.

I punti d'installazione dovranno essere facilmente accessibili per facilitare le operazioni di manutenzione e devono non interferire o subire danni durante l'esercizio o la normale manutenzione degli altri equipaggiamenti meccanici, fluidistici ove presenti, ecc.

5.2 Canalizzazioni

Di seguito vengono riportati i criteri generali per l'installazione delle canalizzazioni e le caratteristiche dei relativi materiali.

Le condutture elettriche devono essere sempre protette e salvaguardate meccanicamente.

Tali protezioni possono essere costituite da tubi PVC per canalizzazioni interrato o sotto traccia;

5.2.1 Materiali per canalizzazioni

I materiali impiegati dovranno essere conformi alle specifiche tecniche di seguito riportate:

5.2.2 Canalizzazioni interrate

Le canalizzazioni, dovranno essere eseguite con i seguenti materiali a seconda di quanto indicato sui documenti di progetto.

I tubi negli impianti elettrici utilizzatori hanno lo scopo di contenere e proteggere i cavi contro le sollecitazioni meccaniche ed eventualmente contro l'innesco e la propagazione dell'incendio. Quando sono indispensabili per la protezione dei cavi senza guaina devono essere conformi alle rispettive Norme di prodotto e presentare un adeguato grado di protezione contro l'ingresso di corpi solidi; se invece contengono cavi con guaina, di per sé idonei alla posa in vista, sono da considerare solo elementi meccanici di sostegno e non è indispensabile la rispondenza normativa.

Tubi ed accessori

Sistemi di tubi ed accessori (CEI EN 50086-1 par. 4)

I tubi e gli accessori devono essere progettati e realizzati in maniera tale che le loro prestazioni nell'uso normale siano sicure e che non ci siano pericolo per l'utilizzatore ed il suo ambiente. Se sono installati secondo le istruzioni del fabbricante, essi devono formare una protezione meccanica ai conduttori e ai cavi che contengono.

Le caratteristiche di protezione della giunzione tra il tubo ed i suoi accessori non devono essere inferiori a quanto dichiarato per il sistema.

I tubi ed i loro accessori devono resistere alle sollecitazioni che possono aver luogo durante il trasporto, l'immagazzinaggio, la loro messa in opera e l'utilizzo.

Nelle successive tabelle sono indicate le principali caratteristiche dei tubi che dovranno essere utilizzati.

Descrizione	Caratteristiche
Tubo	Corrugato a doppia parete
Materiale	Polietilene
Strato esterno	Corrugato
Strato interno	liscio
Tipo di posa	Interrata
Schiacciamento secondo norme CEI EN 50086	450N su 5cm
Resistenza alle basse temperature	-25°C per lo stoccaggio; -15°C per la posa
Conforme alle Norme	CEI EN 50086-2-4
Marchio	IMQ
Accessori eventuali	compresi

Tubi protettivi corrugato in PVC per posa interrata (cavidotti)

Descrizione	Caratteristiche
Tipo	A doppia parete corrugato all'esterno e liscio all'interno
Materiale	Polietilene ad alta densità
Resistenza allo schiacciamento	> 450 N
resistenza di isolamento	100 MΩ
Conforme a Norme	CEI EN 50086-2-4 / CEI 23-46 / Variante A1
Marchio	IMQ.
Tipo di posa	<ul style="list-style-type: none"> - Entro scavo predisposto ad una profondità non inferiore a 50 cm dal piano stradale (da impiegare per i tratti ove non è possibile utilizzare le canalizzazioni di tipo rigido) - Annegato all'interno di fabbricati e cabine. - Sottotraccia per risalite in galleria.

Tubo flessibile in PE

Riempimento dei tubi

L'Appaltatore dovrà eseguire l'instradamento cavi tenendo conto, se non diversamente previsto a progetto, di un riempimento dei tubi, per quanto possibile, non superiore al 50% (sezione totale dei cavi uguale al 50% della sezione interna del tubo).

Tubi interrati

Come risulta dai documenti di progetto, le vie cavi saranno prevalentemente costituite da tubi PVC interrati.

Le giunzioni dei singoli tubi dovranno essere a bicchiere con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma e dovranno risultare con i singoli tratti uniti tra loro e stretti da collari o flangie, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Per la profondità di posa, dovrà essere seguito il concetto di avere il tubo (o i tubi) posto sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni ai manti stradali o cunette eventualmente sovrastanti, o movimenti di terra nelle zone a prato o giardino.

Di massima dovrà essere osservata una profondità di 50 cm nelle zone non carrabili e 100 cm per gli attraversamenti stradali, misurando sull'estradosso del tubo più in superficie, e proteggendo la polifera con getto di calcestruzzo. Per casi particolari, come ad esempio canalizzazioni su tracciati stradali con manto bituminoso, si dovranno seguire le indicazioni riportate nel seguito.

Per l'infilaggio dei cavi e le derivazioni verso le utenze, sono previsti pozzetti rompitratta.

I pozzetti o le cassette rompitratta dovranno essere previsti, di massima:

- ogni 50 m per i percorsi rettilinei
- ogni 30 m per i tratti in curva

I cavi non dovranno in nessun caso seguire percorsi con curve di raggio inferiori a 15 volte loro diametro.

Nell'esecuzione delle vie cavi dovranno essere tenute presenti le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto.

Eventuali modifiche di percorso potranno essere fatte previa approvazione della D.L. e riportando a disegno il nuovo tracciato.

Nota:

La posizione dei pozzetti dovrà essere verificata dall'Appaltatore in fase di posa considerando:

- Problematiche del sottosuolo;
- Interferenze con altre O.C.;
- Distanza e tipo di percorso (rettilineo o in curva) tra i vari pozzetti in relazione a:
 - ✓ tipologia e sezione del/dei cavi da posare;
 - ✓ lunghezza massima di tiro

Nel seguito sono riportate le indicazioni generali da considerare nella costruzione delle vie cavi interrate e dei pozzetti rompitratta.

Vie cavi interrate esterne

Gli interventi da effettuare nella costruzione delle vie cavi descritti nel seguito, comprendono tutte le casistiche più comuni. Le opere da eseguire sono comunque rilevabili dai documenti di progetto. Nelle opere da eseguire sono, dove necessario, comprese le seguenti attività:

Rilievi del sottosuolo

Prima di iniziare gli scavi, in particolare per interventi di ampliamento, modifiche o ammodernamenti su impianti esistenti, deve essere effettuata un'indagine del sottosuolo per l'individuazione dei sottoservizi che interferiscono con lo scavo. In particolare, occorrerà acquisire, presso gli Enti proprietari ed i Gestori, informazioni e documenti sulla presenza nel sottosuolo del tracciato previsto, di servizi.

Rilievi per normali situazioni

Per normali situazione, e per impianti di nuova costruzione, per le quali si conosce, la situazione del sottosuolo, lo scavo dovrà essere eseguito con la dovuta prudenza. Nel caso che nel tracciato dello scavo siano presenti linee elettriche in tensione, lo scavo dovrà essere eseguito previa messa fuori tensione delle linee.

Posa interrata con scavo in trincea su terreno vegetale

Questa tipologia di posa dovrà essere quella, ove possibile, prevalente attuata ed interesserà la scarpata a fianco della carreggiata autostrade, o terreno adiacente o il terreno non pavimentato.

Nel caso di scavo in scarpata, questo può essere dei seguenti tipi:

- In testa alla scarpata
Quando c'è spazio sufficiente tra il limite dell'asfalto e l'inizio del tratto inclinato della scarpata, ove non siano presenti altre strutture quali guard-rail, altre canalizzazioni, o plinti di pali, che interferiscono con lo scavo.
Questa è la soluzione da preferire, quando praticabile;
- A metà scarpata
Quando il profilo della scarpata presenta un'inclinazione, rispetto al piano orizzontale, non superiore a 30° e comunque tale da garantire una realizzazione affidabile del cavidotto, tale da evitare successivi franamenti o cedimenti della medesima, da qualsiasi causa ambientale generati. Nel caso di inclinazioni superiori ai 30°, sarà compito della D.L. autorizzare o meno, l'impiego di questa zona della scarpata, in funzione anche del suo stato.
- In fondo alla scarpata

Quando c'è spazio sufficiente tra il limite di proprietà della Committente e la fine del tratto inclinato della scarpata, ove non siano presenti altre strutture quali altre canalizzazioni, o plinti o pali.

Modalità di esecuzione

L'infrastruttura di posa sarà realizzata mediante scavo a sezione ristretta obbligata, secondo le dimensioni riportate sugli elaborati grafici, eseguite con mezzi meccanici adeguati (escavatori, pale meccaniche, ecc.) o a mano in situazioni particolari.

La sezione di scavo sarà quella rilevabile dai disegni di progetto con un minimo, nel caso di cavidotti con solo 2 tubi, di 40 cm di larghezza media e profondità media fino a 80 cm. Profondità inferiori sono da prevedere in caso di terreni rocciosi, interferenze varie e per altri motivi non ultimo il rispetto del contenuto del progetto.

Il terreno potrà essere di qualsiasi natura e consistenza, asciutto, bagnato o melmoso.

Lo scavo dovrà essere eseguito anche in presenza di acqua con battente massimo di 20 cm.

Particolare attenzione deve essere posta nel rispetto di opere ed impianti sotterranei preesistenti da mantenere, quali condutture, cavi elettrici o telefonici, ecc.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere :

- alla eliminazione, dal fondo dello scavo, di pietre o protuberanze in genere, comprese radici di piante, o altro;
- al tiro in alto del materiale scavato, eventuale sbadacchiature e relativo recupero;
- all'eventuale allargamento della sezione di scavo onde permettere l'utilizzo e la manovra dei mezzi meccanici e degli attrezzi d'opera;
- al carico, trasporto e scarico a rifiuto in una discarica autorizzata, per qualsiasi distanza del materiale di risulta;
- al deposito di strato di almeno 5 cm di spessore di sabbia pozzolanica, o tufacea, o di altra provenienza, a granulometria molto fine;
- alla fornitura e posa in opera, nel numero stabilito dal progetto, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno indicato a disegno;
- la posa delle tubazioni in plastica dovrà essere eseguita, di norma, mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico ad uno o più impronte per tubi del diametro riportato a progetto. Detti elementi dovranno essere posati ad una interdistanza di 1,5 m, al fine di:
 - ✓ garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento dello stesso nella sabbia o nel cassonetto in calcestruzzo;

- ✓ permettere il distanziamento tra i tubi in modo da rendere semplice e corretta la giunzione a bicchiere tra le singole pezzature di tubo.
- alla giunzione delle due pezzature di ciascun tubo che dovrà essere realizzata con giunti a bicchiere da rendere stagni all'infiltrazione dell'acqua, polvere ecc.. Le giunzioni dovranno garantire una buona resistenza meccanica;
- al ricoprimento per uno spessore di 30 cm (dalla generatrice inferiore dei tubi) con sabbia come precedentemente descritta ; (per soluzione alternativa vedere Nota a fine paragrafo);
- al rinterro con materiale di risulta o con ghiaia naturale vagliata, fino a quota – 30 cm dal piano campagna. L'operazione di riempimento dovrà avvenire, in condizione di clima asciutto, e nel caso sia previsto il rinfranco con c.l.z., dopo almeno 6 ore dal termine del getto;
- all'inserimento di nastro di segnalazione e successivo rinterro fino al piano campagna;
- al compattamento, con mezzi meccanici, a strati di spessore non superiore a 30 cm;
- alla seminagione finale di erbe prative ad attecchimento garantito;
- all'approntamento, durante la fase di scavo dei cavidotti, dei pozzetti, ecc. di tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti;
- alla segnalazione durante le ore notturne, per le strade aperte al pubblico ed ai mezzi veicolari, di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, La segnaletica dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare.

Dopo la messa in opera delle canalizzazioni in tubo, l'Appaltatore deve provvedere alla soffiatura interna degli stessi, ed alla chiusura del tubo alle estremità con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso a corpi estranei nell'intervallo di tempo tra la posa e l'infilaggio dei cavi.

Nota

Qualora, per la presenza di terreno roccioso , o altro, non sia possibile raggiungere la profondità di posa prescritta, oppure lo scavo sia realizzato in prossimità di alberi le cui radici potrebbero provocare danneggiamenti, lo strato di sabbia dovrà essere sostituito da un cassonetto in calcestruzzo dosato a 150 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di

impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo dovrà essere superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno dell'acqua.

Posa interrata con scavo in trincea sotto pavimentazione stradale bituminosa

La canalizzazione dovrà essere realizzata secondo la sezione tipo riportata nei disegni di progetto relativi alle canalizzazioni esterne e relativa ad una polifera con due tubi. Ovviamente polifere con numero di tubi superiore le dimensioni dovranno essere incrementate di conseguenza.

Il lavoro, per la realizzazione di questo tipo di scavo consiste in:

- Demolizione del manto superficiale a strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso di qualsiasi spessore, eseguito con mezzo meccanico adeguato (fresatrice a freddo minita di autocaricante), proseguito poi, a partire dallo strato di base, con taglio netto della larghezza (funzione dell'entità della polifera), che, per l'esempio con i due tubi sarà di 40 cm;
- Scavo a sezione ristretta obbligata (scavo in trincea), eseguito con mezzi meccanici adeguati, o a mano in situazioni particolari e brevi tratti, dovrà avere una profondità media di 110 cm, su terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto, bagnato o melmoso, Lo scavo dovrà essere eseguito anche in presenza di acqua con battente massimo di 20 cm.
- Particolare attenzione deve essere posta nel rispetto di opere ed impianti sotterranei preesistenti da mantenere, quali condutture, cavi elettrici o telefonici, ecc. nonché opere d'arte di interesse archeologico;
- Eliminazione, dal fondo dello scavo, di pietre o protuberanze in genere, comprese radici di piante, o altro;
- Tiro in alto del materiale scavato, eventuale sbadacchiature e relativo recupero;
- Eventuale allargamento della sezione di scavo onde permettere l'utilizzo e la manovra dei mezzi meccanici e degli attrezzi d'opera;
- Carico, trasporto e scarico a rifiuto in una discarica autorizzata, per qualsiasi distanza del materiale di risulta;
- Deposito di strato di almeno 5 cm di spessore di sabbia pozzolanica, o tufacea, o di altra provenienza, a granulometria molto fine (per soluzione alternativa vedere Nota a fine paragrafo);
- Alla fornitura e posa in opera, nel numero stabilito dal progetto, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno indicato a disegno;

- La posa delle tubazioni in plastica dovrà essere eseguita, di norma, mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico ad uno o più impronte per tubi del diametro riportato a progetto. Detti elementi dovranno essere posati ad una interdistanza di 1,5 m , al fine di:
 - ✓ garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento dello stesso nella sabbia o nel cassonetto in calcestruzzo;
 - ✓ permettere il distanziamento tra i tubi in modo da rendere semplice e corretta la giunzione a bicchiere tra le singole pezzature di tubo;
 - ✓ giunzione delle due pezzature di ciascun tubo dovrà essere realizzata con giunti a bicchiere da rendere stagni all'infiltrazione dell'acqua, polvere ecc. Le giunzioni dovranno garantire una buona resistenza meccanica.
- Al ricoprimento per uno spessore di 30 cm (dal fondo dello scavo) con sabbia come precedentemente descritta ;
- Riempimento fino a 30 cm di misto stabilizzato dal ricoprimento di cui sopra,,
- Al di sopra del riempimento, dovrà essere posato uno strato di misto cementato dello spessore di 25 cm con sopra il nastro di segnalazione;
- Strato di base in materiale chiuso dello spessore di 15 cm;
- Conglomerato bituminoso (binder), miscelato con l'impiego fino al 15% dell'intera miscela di materiali provenienti dalle scarifiche, confezionato secondo le prescrizioni delle N.T.A., compresi attivanti, rigeneranti fluidificanti ed ogni altro onere. Spessore circa 10 cm e, comunque, fino alla quota del piano stradale o di calpestio.
- Scarificazione superficiale per una profondità di 5 cm e per una larghezza pari a quella dell'intera corsia interessata (nel caso di strade) oppure in base alle indicazioni della D.L.
- Pulizia dello scavo fresato effettuata con idonee attrezzature pulenti-aspiranti (motospazzatrice aspirante),
- Realizzazione di un nuovo strato di usura, previa fornitura e posa in opera di mano d'attacco (MAMT) per microtappeti, confezionata con bitumi modificati per la qualità di 0,600 kg/m² , mediante fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo per microtappeto(MT) dello spessore di 5 cm, confezionato con inerti basaltici, compresa la stesa, la compattazione, la fornitura di attivanti, ed ogni altro onere;
- Ripristino della segnaletica superficiale, utilizzando materiali e modalità d'esecuzione definiti dalla D.L.;

- Approntamento, durante la fase di scavo dei cavidotti, dei pozzetti, ecc. di tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.
- Segnalazione durante le ore notturne, per le strade aperte al pubblico ed ai mezzi veicolari, di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, La segnaletica dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare
- Dopo la messa in opera delle canalizzazioni in tubo, l'Appaltatore deve provvedere alla soffiatura interna degli stessi, ed alla chiusura del tubo alle estremità con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso a corpi estranei nell'intervallo di tempo tra la posa e l'infilaggio dei cavi.

Nota

Qualora, per la presenza di terreno roccioso , o altro, non sia possibile raggiungere la profondità di posa prescritta, lo strato di sabbia dovrà essere sostituito da un cassonetto, eventualmente armato, in calcestruzzo dosato a 150 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica.

5.2.3 Pozzetti

I pozzetti dovranno esser di preferenza del tipo prefabbricato. Le tubazioni devono essere attestate ai pozzetti di derivazione, smistamento, rompitratta, ecc.

I pozzetti rompitratta devono essere posti ad interdistanze variabili in dipendenza della conformazione del terreno e dell'andamento geometrico del percorso cavi (ad esempio presenza di curve) ma comunque mai superiori a m. 50.

L'esecuzione del lavoro comprende lo scavo, la regolarizzazione del fondo, la sistemazione dei tubi comprese le eventuali piegature, sagomature e tagli, il reinterro, il trasporto a rifiuto del materiale di risulta, nonché eventuali armature delle pareti di scavo.

Pozzetti prefabbricati affioranti in terreno vegetale

I pozzetti prefabbricati ed interrati, devono comprendere un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio o chiusino rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, dovranno avere sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di PVC, costituita da zone circolari o rettangolari con parete a spessore ridotto.

Dovranno, inoltre, essere rispettate le seguenti prescrizioni generali:

Il pozzetto in c.l.s. armato è costituito dall'elemento di base, con altezza globale, compreso il chiusino e il porta chiusino, tale da risultare affiorante.

Per la loro messa in opera si dovrà procedere preliminarmente allo scavo a sezione ristretta obbligata di dimensioni e profondità adeguate, comunque tali che, una volta posato il pozzetto, le asole d'ingresso risultino in asse quello della polifera.

La posa prevede inoltre:

- Il trasporto alla discarica autorizzata del materiale di risulta;
- Il livellamento della base di scavo con l'eliminazione di asperità
- La fornitura e posa in opera di strato di ghiaio (granulometria di circa 10 mm) dello spessore adeguato a rendere il pozzetto affiorante, e comunque non inferiore a 5 cm;
- Posa del manufatto perfettamente in piano, mediante l'uso degli appositi inserti di aggancio;
- La polifera dovrà entrare sulla parete interna del manufatto utilizzando esclusivamente le apposite asole predisposte, ad una distanza di circa 20 cm dalla base interna del pozzetto e sarà bloccata con malta cementizia sia nel lato interno, sia in quello esterno;
- I tubi potranno sporgere di circa 10 cm all'interno del manufatto;
- Il pozzetto, dovrà essere affiorante; l'allineamento con il piano di calpestio sarà garantito eventualmente aggiungendo gli anelli di sopralzo, sigillati con malta cementizia.
- Le pareti interne dovranno essere perfettamente stuccate e lisciate, sia in corrispondenza dei tubi sia tra gli elementi (anelli di sopralzo) del pozzetto stesso. In casi particolari nei quali è richiesta la tenuta contro la penetrazione dell'acqua, la sigillatura della polifera come pure le giunzioni tra gli elementi dovrà essere curata in modo particolare;
- Le pareti laterali dovranno essere rinfiancate esternamente con materiale di risulta, adeguatamente selezionato e compattato;
- Il foro di scolo alla base del pozzetto dovrà essere, normalmente, libero. In casi particolari nei quali la falda freatica si trova a quote superficiali, il foro dovrà essere sigillato;

- Il chiusino da fornire in opera deve rispondere alle indicazioni della norma UNI EN 124, in particolare, per pozzetti di dimensioni superiori a 700x700x700mm dovrà essere di ghisa sferoidale, di classe D400 e carico pari a 400 KN;
- Approntamento, durante la fase di scavo dei pozzetti, ecc. di tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti;
- Segnalazione durante le ore notturne, per le strade aperte al pubblico ed ai mezzi veicolari, di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, La segnaletica dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare
- Dopo la messa in opera delle canalizzazioni in tubo, l'Appaltatore deve provvedere alla soffiatura interna degli stessi, ed alla chiusura del tubo alle estremità con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso a corpi estranei nell'intervallo di tempo tra la posa e l'infilaggio dei cavi.

Nel caso in cui il pozzetto debba essere affiancato ad uno esistente e debba essere posto in collegamento con esso, occorre realizzare la foratura del pozzetto adiacente per il passaggio della condotta per i cavi, con successiva stuccatura da eseguire a regola d'arte.

Posa dei pozzetti c.s. in presenza di pavimentazione stradale bituminosa

Per la posa valgono le indicazioni della posizione precedente.

Il ripristino della pavimentazione deve avvenire mediante la realizzazione di:

- Strato di binder in conglomerato bituminoso, miscelato con l'impiego fino al 15% dell'intera miscela di materiali provenienti dalle scarifiche, confezionato secondo le prescrizioni delle N.T.A., compresi attivanti, rigeneranti fluidificanti ed ogni altro onere. Spessore circa 10 cm e, comunque, fino alla quota del piano stradale o di calpestio;
- Scarificazione dello strato d'usura per uno spessore di 5 cm e per una larghezza attorno al pozzetto di circa 50 cm;
- Pulizia dello scavo fresato effettuata con idonee attrezzature pulenti-aspiranti (motospazzatrice aspirante);
- Realizzazione di un nuovo strato di usura, previa fornitura e posa in opera di mano d'attacco (MAMT) per microtappeti, confezionata con bitumi modificati per la qualità

ritenuta adeguata dalla D.L. , mediante fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo per microtappeto (MT) dello spessore di 5 cm, confezionato con inerti basaltici, compresa la stesura, la compattazione, la fornitura di attivanti, ed ogni altro onere;

- Ripristino della segnaletica superficiale, utilizzando materiali e modalità d'esecuzione definiti dalla D.L;

Posa dei pozzetti c.s. in presenza di pavimentazione bituminosa

Nei casi in cui i pozzetti siano posizionati in zone con presenza di pavimentazione bituminosa ma che non sia la sede stradale e dove il traffico carrabile sia molto raro, la profondità di posa della polifere può essere inferiore a quanto prescritto al punto precedente. La profondità d'interramento minima dovrà, comunque essere non inferiore a 500 mm dall'estradosso del tubo.

5.3 Posa dei cavi

Predisposizione alla posa dei cavi

L'esecutore della posa dei cavi nelle tubazioni interrate, prima della posa, deve verificare:

- L'esistenza dei tappi di chiusura dei tubi;
- La presenza di sonde per il tiro dei cavi;
- L'avvenuto soffiaggio dei tubi.

Se le tre condizioni non sono soddisfatte, dovrà provvedere all'infilaggio di sonde su tutti i tubi, previo soffiaggio.

A fine posa dovrà provvedere alla chiusura delle estremità dei tubi liberi, con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso a corpi estranei.

Identificazione, posa e collegamenti dei cavi Identificazione dei cavi

Ogni cavo deve essere tassativamente provvisto di apposito cartellino d'identificazione del tipo adatto per la stampigliatura a macchina dei dati quali:

- codice (ad esempio = CE16-WE4-654);
- tipo (ad esempio FG16R16/1)
- formazione e sezione.

Da considerare che, in accordo a quanto sopra, la denominazione completa del cavo è formato da un prefisso indicante il codice della cabina elettrica di provenienza, (ad esempio = CE10–WE4-... per la cabina elettrica = CE10, = CE9–WE4-... per la cabina elettrica = CE9, ecc.)

I cartellini devono essere applicati:

- alle due estremità del cavo,
- in corrispondenza dei pozzetti rompitratta
- nelle vie cavi in passerella, almeno ogni 50 m circa

Dovrà essere assicurata la stabilità nel tempo sia dei cartellini, sia delle scritte.

Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la loro temperatura, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a 0°C o comunque al valore indicato dal Costruttore. Questo limite di temperatura è riferito ai cavi stessi e non all'ambiente.

Quindi, se i cavi sono rimasti a lungo a bassa temperatura occorrerà che siano fatti stazionare in ambiente a temperatura sensibilmente superiore a 0°C per un congruo numero di ore e posati entro un tempo tale che la temperatura della guaina non scenda sotto detto valore.

Tiro di posa

Se la sollecitazione è modesta, è consentito effettuare il tiro durante la posa mediante una calza di acciaio applicata sulla guaina esterna. Se la sollecitazione raggiunge valori elevati è indispensabile applicare il tiro solo ai conduttori, tenendo presente di non superare i valori massimi imposti dal Costruttore dei cavi.

Particolari raccomandazioni di posa dettate dal Costruttore devono essere rispettate (ad es.: temperatura di posa, raggi di curvatura, ecc.).

Posa in vie cavi interrate

La posa dei cavi su canale deve essere eseguita a perfetta regola d'arte (allineati e paralleli) e dopo che il canale sia stato pulito dai corpi estranei.

Nel caso di percorsi inclinati o verticali i cavi dovranno essere opportunamente fissati nella parte superiore del percorso e nella parte intermedia nel caso sia presenti pozzetti o box rompitratta, al fine di evitare tiri anomali dovuti al peso dei cavi stessi.

Posa cavi ausiliari e potenza

I cavi di comando e controllo potranno essere sistemati anche su più strati, mentre i cavi di potenza, di norma, devono essere posati in un solo strato e distanziati di almeno un diametro. La posa affiancata a contatto è ammessa poiché nel calcolo di dimensionamento è stato applicato l'opportuno fattore di correzione.

In linea di principio, i cavi le cui sezioni non sono comprese entro tre sezioni adiacenti unificate (ad esempio, 10, 16, 25mm²) devono essere posati in tubi separati.

Infatti, la portata di cavi aventi sezioni molto differenti tra loro deve essere moltiplicata per il fattore di correzione pari a $1/n$ dove n è il numero di cavi posati dentro lo stesso tubo.

Vedi Norma CEI 20-65 prima edizione "Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati a fascio contenente conduttori di sezione differente"

Per l'impianto in oggetto la portata dei conduttori è stata calcolata considerando la necessità di posare cavi di potenza con sezioni differenti e oltre ai valori sopra riportati; pertanto sarà possibile la posa, nello stesso tubo, di cavi con sezioni diverse.

Nella posa dei cavi si deve evitare di scendere al di sotto dei raggi di curvatura minimi ammessi dal fornitore dei cavi (in generale il raggio minimo deve essere non inferiore a 8 volte il diametro del cavo).

A tale precauzione si deve prestare particolare cura nello smistamento dei cavi sulle passerelle o canale, nelle cassette e nei pozzetti rompitratta.

Fissaggio cavi su canale

Sul canale in verticale o inclinato, i cavi devono essere fissati all'interno delle canale con apposite fascette, in materiale non combustibile, distanziate non più di 2 m l'una dall'altra.

Sulle passerelle disposte in orizzontale i cavi devono essere fissati all'interno delle canale con apposite fascette, in materiale non combustibile, distanziate non più di 10 m l'una dall'altra.

Nel caso di cavi di piccola dimensione la fascetta potrà essere usata per fissare più cavi. Le fascette ferma cavi devono essere di tipo adeguato che non danneggi l'isolamento dei cavi.

Posa Cavi per circuiti particolari

Tutti i cavi relativi a circuiti di comando, misura e segnalazione riguardanti il sistemi di emergenza, di sicurezza, reti informatiche, linee seriali e similari sistemi, devono essere di norma protetti da tubi lungo tutto il percorso o comunque separatamente dagli altri cavi.

Nei pozzetti rompitratta comuni ai cavi di potenza e di telecomunicazione (telefonici, fibra ottica ecc.) quest'ultimi dovranno essere protetti, all'interno dei pozzetti, per tutta la loro lunghezza; ad esempio tramite canale oppure infilati in tubi flessibili d'acciaio.

I cavi devono essere posati senza alcuna giunzione intermedia salvo in casi previsti dal progetto o per lunghezze di tratta superiore alla lunghezza commerciale del cavo.

Nei casi in cui le tratte senza interruzioni superassero le pezzature allestite dai Costruttori, le necessarie come pure giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con giunzioni dirette con sistemi di tipo a gel ed entro scatole isolanti non propaganti l'incendio e garantite per una classe d'isolamento II; cassette e giunzioni devono essere sempre ubicate in luoghi facilmente accessibili.

Attrezzature per posa cavi

Gli attrezzi impiegati per la posa dei cavi devono essere quelli consigliati dai Costruttori dei cavi stessi. In caso d'impiego di argani meccanici, questi devono essere dotati di sistema dinamometrico tarato in modo che il tiro non superi mai il valore consigliato dal Costruttore dei cavi.

Collegamenti

- Preparazione dei cavi per i collegamenti

Prima della posa delle condutture l'Appaltatore dovrà effettuare le misure sulle distanze tra quadri e utenze al fine di verificare la rispondenza con le lunghezze delle tabella cavi. Nel caso in cui tali distanze fossero significativamente maggiori (oltre il 5%), l'Appaltatore è tenuto alla verifica della sezione del cavo sia per la caduta di tensione, sia per la minima corrente di corto circuito a fine linea.

La fase successiva è la verifica ed il rispetto del riempimento tubi.

I cavi multipolari all'entrata dei quadri devono essere sguainati per una lunghezza sufficiente, in modo da permettere ai singoli conduttori di raggiungere i rispettivi morsetti.

Devono essere assicurati con apposite fascette a un profilato di sostegno, in modo che il peso del cavo stesso non venga ad essere sostenuto dai singoli conduttori e dai morsetti.

La disposizione dei cavi deve essere tale da permettere il fissaggio dei cartellini di identificazione in modo da permetterne una comoda lettura.

Dove prevista, la schermatura dei cavi deve essere collegata, se non diversamente indicato, a terra ad una sola estremità con apposito cordoncino.

L'ingresso dei cavi nelle cassette di transito e di derivazione, deve essere eseguito a mezzo di appositi raccordi pressacavo oppure passacavo in modo da garantire al quadro o cassetta il grado di protezione nominale.

I conduttori isolati senza guaina, devono essere raccolti in mazzi o in canaline e sistemati in modo tale da collegarsi alle morsettiere in maniera ordinata.

Quando gli attacchi terminali (in sbarra o morsetto) di macchine o apparecchiature non sono sufficientemente dimensionati per ricevere i cavi di alimentazione previsti a progetto, si deve provvedere alla costruzione e posa in opera di adattatori in sbarra di rame (squadre, prolunghe, ecc) ed eventuali cassette di contenimento con raccordi per tubi di protezione in modo da realizzare le migliori condizioni di sicurezza del collegamento.

- Identificazione dei circuiti: Colorazione delle guaine dei cavi

Per la identificazione dei conduttori è richiesto il sistema sotto riportato conforme all'attuale normativa.

Tale soluzione dovrà essere comunque approvata dalla D.L.

Colore delle guaine per i circuiti a 400-230V 50Hz

- ✓ Fase R (L1) : Marrone
- ✓ Fase S (L2) : Grigio
- ✓ Fase T (L3) : Nero
- ✓ Neutro N: Blu chiaro
- ✓ Conduttore di protezione PE: Giallo verde.

In particolare per il conduttore PE e Neutro dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

Conduttore di protezione (PE) (CEI 64-8 art. 514.3.1)

La norma prescrive che la colorazione Giallo-Verde sia riservata esclusivamente al conduttore di protezione (PE) ed equipotenziale.

Non è ammesso utilizzare un cavo “giallo-verde” per usi diversi dal conduttore di protezione, anche se la parte finale fosse completamente fascettata d'altro colore.

Non è ammesso utilizzare come conduttore di protezione un cavo di colore diverso dal “giallo-verde”, anche se la parte finale viene fascettata “giallo-verde”, oppure identificata con un numero o altre scritte.

Quanto sopra continua a valere anche se le fascettature siano applicate su tutti i terminali accessibili del cavo.(cassette, pozzetti, ecc.)

I cavi unipolari con guaina, o multipolari con tensione nominale 0,6/1kV, impiegati per la posa all'esterno, hanno la guaina di colore unico; l'anima è di solito di colore nero (CEI Unel 00722 art.10C). Se utilizzati come conduttore neutro devono essere contrassegnati con nastratura di colore blu chiaro all'estremità e nei pozzetti rompitratta e in corrispondenza delle derivazioni.

Conduttore di neutro (N)

La norma prescrive che la colorazione “blu chiaro” sia riservata al conduttore Neutro.

Per i conduttori di neutro vale quanto detto per quello di protezione con la differenza che devono essere contrassegnati con nastratura di colore blu chiaro all'estremità, nei pozzetti rompitratta e nei punti di derivazione (ad esempio nei circuiti d'illuminazione galleria e strade).

Nota valida per il collegamento a terra degli scaricatori di corrente da fulmine e di sovratensione. (SPD) CEI 64-8 art. 24.5 ed.1998 (commento)

Il conduttore che collega a terra uno scaricatore, non è considerato un conduttore di protezione (PE)

Per la messa a terra non sono ammessi conduttori con guaina giallo/verde; possono essere impiegati cavi con guaine di qualunque colore, diverso dal:

- giallo/verde, riservato al conduttore di protezione (PE);
- blu chiaro riservato al conduttore di neutro.

Conessioni

Tutti i cavi devono essere intestati, battuti e collegati secondo gli schemi.

I cavi ausiliari con formazione uguale o superiore a 5 anime, avranno stampigliato nelle guaine del singolo conduttore un numero.

Il cavo deve essere sempre battuto al fine di una sicura individuazione dello stesso.

Su tutti i singoli conduttori devono essere infilate opportune boccole terminali e gli anellini in plastica numerati (marcafilo) con codici alfanumerici secondo gli schemi o secondo quanto disporrà la Direzione Lavori.

Il fondo dei quadri sarà munito di una piastra cieca di acciaio per l'ingresso dei cavi.

La piastra dovrà essere forata e dovranno essere installati opportuni pressacavo al fine di rendere stagno la separazione quadro esterno.

Soluzioni diverse da questa dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori.

I materiali impiegati per le terminazioni devono essere della migliore qualità e tale da garantire un isolamento pari a quello del cavo e dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Gli allacciamenti terminali dei cavi di potenza, comando e controllo devono essere eseguiti con capicorda a compressione, messi in opera con apposite pinzatrici, montati a diretto contatto con il primo strato di isolante in modo da non lasciare scoperti tratti di conduttore nudo.

5.4 Cavi e conduttori

5.4.1 Generalità

I cavi elettrici devono rispondere alle relative norme CEI e tabelle UNEL in vigore; per tutta la loro estensione devono riportare il marchio IMQ. Devono inoltre essere idonei alla modalità di posa prevista.

5.4.2 Cavi di alimentazione

I cavi di alimentazione devono essere del tipo FG16R16 o FG16OR16, conformi alle tabelle CEI-UNEL in vigore.

5.4.3 Conduttori di protezione di terra

Devono essere di rame, tipo FS17, di colore giallo/verde. Qualora venga utilizzato un conduttore di cavo multipolare di colore diverso dal giallo/verde, entrambe le sue estremità devono essere appositamente contrassegnate o con nastatura o, preferibilmente, con spezzone di guaina giallo/verde.

5.4.4 Giunzioni di cavi elettrici

Le giunzioni di cavi elettrici:

- non possono essere effettuate senza la preventiva autorizzazione della "D.L.". - devono in ogni caso cadere in pozzetti.
- devono essere eseguite con il sistema resina colata con resine epossidiche a freddo di elevata rigidità dielettrica e resistenza all'umidità ed alla corrosione.
- devono essere effettuate mediante morsetti in ottone a pressione previo
- spelamento a perfetta regola d'arte dei terminali dei cavi da collegare.

L'esecuzione del lavoro comprende la fornitura in opera di nastri, muffole, cassette e tutti gli accessori e minuterie necessari nonché eventuali prestazioni occorrenti quali saldature, ecc.

Nel caso in cui debba essere eseguita la riparazione di cavi interrotti, le due parti interrotte devono essere unite mediante due giunzioni, effettuate come sopra descritto, ed uno spezzone di cavo intermedio di lunghezza non inferiore a m. 2 al fine di costituire adeguata scorta.

Giunzioni su cavi di telecomando devono eseguirsi in contenitori stagni.

5.4.5 Scorte dei cavi

In corrispondenza di ogni derivazione deve essere lasciata nel pozzetto una scorta di almeno cm. 20 per ciascun cavo.

In corrispondenza dei quadri devono essere previste scorte adeguate al fine di permettere qualsiasi futuro spostamento del punto di allacciamento.

In corrispondenza di quadri, sui cavi esterni devono essere previste scorte di almeno metri 1.

5.4.6 Derivazioni dalle dorsali

Per le derivazioni ai punti luce si rimanda a "Esecuzione di punto luce".

La derivazione di terra, invece, deve essere effettuata in ogni caso mediante cavo di collegamento avente sezione non inferiore a mmq 16 e di colore giallo/verde, da derivarsi dalla dorsale di terra mediante morsetti di rame a "C" a pressione, previo spelamento a

regola d'arte del terminale del cavo derivato e del tratto di cavo di dorsale interessato dal morsetto.

5.5 Illuminazione

Per la definizione dei livelli prestazionali degli impianti di illuminazione si rimanda alla Relazione esplicativa di calcoli illuminotecnici.

Nella suddetta relazione sono riportate le modalità di classificazione dei luoghi, nonché i requisiti illuminotecnici, in termini di livello ed uniformità di illuminamento a cui riferirsi l'impianto di illuminazione, i CAM dei corpi illuminanti, sistema di regolazione e controllo.

5.5.1 Prove e collaudi

E' facoltà della Committente procedere a collaudi di accettazione effettuati su materiali scelti a piè d'opera o in fabbrica.

Ogni tipo di prova sarà eseguita secondo le norme di prodotto al fine di verificare le caratteristiche tecniche prescritte.

In particolare si procederà, al prelevamento casuale, nella misura massima del 10%, di parte di fornitura al fine di accertare la rispondenza dell'apparecchiatura a quanto richiesto in specifica. Attrezzature, banchi di prova e quanto necessario per le prove saranno a carico del fornitore. La Committente si riserva la facoltà di far eseguire da un laboratorio terzo la verifica dei parametri di specifica tecnica.

A cura e spese del fornitore saranno effettuate, installato l'impianto di illuminazione previsto in progetto così come dagli elaborati grafici, misurazioni atte a verificare i parametri illuminotecnici previsti in accordo allo studio illuminotecnica di progetto.

Le condizioni irrinunciabili sono le seguenti:

- Valori di illuminamento ed uniformità non inferiori ai risultati degli studi illuminotecnici
- Quantità minima e consumi energetici degli apparecchi illuminanti come da studio illuminotecnico

5.5.2 Circuiti di alimentazione

Le linee BT di distribuzione relative agli impianti di illuminazione esterna su palo saranno realizzate con cavi unipolari non propaganti l'incendio, tipo FG16(O)R16 (conforme alla direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU RoHS 2 Regolamento CPR UE 305/11 CEI 20-13

IEC 60502-1 CEI UNEL 35318-35322-35016 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016) posati all'interno di cavidotti interrati.

Le linee si attesteranno alle morsettiere, realizzate in classe II, collocate entro asola dedicata alla base di ciascun palo di sostegno.

5.6 Sostegni

I pali di supporto degli apparecchi a LED saranno realizzati in lamiera di acciaio S235 con caratteristiche meccaniche conformi alla UNI EN 10025.

Essi avranno una forma conica diritta.

I pali saranno progettati secondo la UNI EN 40 e saranno dotati di marcatura CE.

Saranno infine corredati di attacco filettato per il collegamento all'impianto di terra ed avere, in corrispondenza della sezione di incastro, un rinforzo protettivo esterno costituito da guaina termorestringente in polietilene applicata con processo a caldo avente spessore non inferiore a 4mm e lunghezza 400mm.

5.7 Esecuzione di punto luce

Il tipo di palo, indicato negli elaborati di progetto, è di norma rettilineo e zincato a caldo. Ogni palo di altezza totale 10,80 m:

- deve avere predisposta un'asola, nella quale deve essere posata la cassetta di derivazione;
- deve avere saldata all'esterno, come indicato nel disegno di cui sopra, una piastrina da utilizzare per la messa a terra dello stesso e per eventuali collegamenti di equipotenzialità e di messa a terra locale;
- deve avere predisposta un'asola ingresso cavi.

La sommità del palo deve avere un diametro adeguato ad accogliere l'attacco a manicotto dell'apparecchio illuminante o del supporto per più apparecchi illuminanti.

Il punto luce è costituito da: palo, supporto, apparecchio illuminante, alimentatore, fotocellula, ecc.

In opera i seguenti materiali ed effettuare le seguenti lavorazioni: Per palo di altezza totale 10,80 m:

- Collegamento di ciascun apparecchio illuminante in doppio isolamento con la morsettiera mediante cavo 2x2,5 mmq tipo "FG16R16".

- Collegamento della piastrina esterna con la dorsale di terra mediante conduttore FS17 giallo/verde di sezione non inferiore a 16 mmq provvisto di capocorda serrato sul conduttore con pinza a pressione.

Per tutti i pali:

- Tutti i collegamenti elettrici necessari per il perfetto funzionamento.
- Fornitura di eventuali accessori quali staffe di fissaggio, viti, ecc.
- Assistenza e fornitura di energia da gruppo elettrogeno per le prove pratiche necessarie alla scelta e definizione dell'inclinazione e dell'orientamento ottimali degli apparecchi illuminanti.
- Numerazione di tutti i pali con vernice nera e cifre normalizzate.

I pali da porre in opera mediante staffe, zanche, bulloni (ad esempio su viadotti, manufatti e dove comunque indicato negli elaborati di progetto) devono avere gli accessori e le minuterie necessarie per il fissaggio previsti negli elaborati di progetto. Per tali pali, a seconda delle modalità di posa, possono risultare necessari la fornitura in opera dei seguenti materiali e l'esecuzione delle seguenti lavorazioni:

- taglio;
- foratura d'ingresso cavi elettrici;
- saldatura di piastrina di terra;
- ripresa zincatura.

Tutte le parti metalliche di fissaggio (staffe, zanche, supporti, piastrine di terra, ecc.)

5.8 Candelabri

5.8.1 Posa in opera dei candelabri

L'infissione dei candelabri nei basamenti di calcestruzzo o la loro posa in opera mediante staffe, collari di acciaio, ecc. deve essere effettuata con la massima cura ed i mezzi adeguati, al fine di non danneggiare in alcuna maniera i candelabri stessi. In particolare l'imbragamento dei candelabri deve essere effettuato mediante corde di canapa. Il fissaggio del candelabro nei basamenti di calcestruzzo deve essere ottenuto riempiendo con sabbia asciutta e vagliata il vano tra candelabro e basamento. In sommità la chiusura, per uno spessore di circa cm. 5, deve essere realizzata con malta di cemento e sabbia.

La superficie esterna del palo interessata dal basamento deve essere preventivamente ed opportunamente trattata con catramina a freddo fino ad un'altezza di circa cm. 15 oltre il collarino di cemento.

In fase di posa del palo deve, evidentemente, essere curata la corrispondenza fra i tubi di contenimento cavi e l'asola d'ingresso del candelabro, e realizzare la protezione del cavo con idoneo tubo corrugato.

L'infissione deve aver luogo solamente dopo che il calcestruzzo, formante il basamento, risulti aver fatto sufficiente "presa".

In ogni caso devono essere assicurati il più solido fissaggio e l'immobilità dei candelabri rispetto al basamento; ciò, comunque, dopo aver verificato la perfetta verticalità o la voluta inclinazione degli stessi.

A posa ultimata occorre provvedere ai necessari ritocchi della zincatura dei candelabri.

5.8.2 Blocchi di fondazione per i candelabri

Ciascun basamento deve presentare al centro un foro, leggermente a cono, per l'infissione del candelabro e deve avere incorporato il pozzetto di transito.

L'impasto di calcestruzzo deve avere, di massima, la composizione di Kg. 250 di cemento classe 325 o superiore per ogni m³ di miscela inerte di sabbia e ghiaia.

La sagomatura deve essere eseguita contemporaneamente alla fondazione, mentre la rifinitura delle parti in vista deve essere effettuata immediatamente dopo il disarmo. L'effettuazione dei getti di calcestruzzo non deve assolutamente dar luogo a smottamenti di terra dalle pareti interne di scavo.

Qualora i blocchi di fondazione vengano a trovarsi ai piedi di scarpate di terra o materiale friabile, gli stessi devono essere corredati da idonea protezione (reggiscarpata) realizzata, conformemente all'apposito disegno, mediante calcestruzzo prefabbricato o gettato in opera assieme al blocco, oppure con mattoni pieni saldati a cemento ed intonacati.

5.9 Impianto di messa a terra

5.9.1 Materiali per impianto di messa a terra

Tutto il materiale in acciaio dovrà essere protetti contro la corrosione mediante zincatura a caldo (Norme CEI 7-6 E DIN 50976) ottenuta per immersione in bagno di zinco fuso

dopo la lavorazione con spessore di zinco di 50~57 t =300-400 g/m² di zinco sulla singola superficie.

Nota

In accordo alla Norma CEI 7-6 /DIN 50976 la purezza dello zinco deve essere del 99,9% anzichè 98,25% come previsto dalle norme UNI.

Dispensori verticali – Puntazze

- Dispensori di acciaio ramato e accessori per il collegamento al conduttore di terra dalle seguenti caratteristiche generali:
- Picchetti modulari di lunghezza pari a 1,5 m aventi sezione circolare con diametro esterno pari a 20 mm ottenuti con deposizione elettrolitica di un rivestimento di 1000µm di rame su anima di 18 mm in acciaio (Fe 60) – Nota. La deposizione elettrolitica garantisce migliori prestazioni meccaniche rispetto alla incamiciatura;
- Giunti a bicchiere d'ottone (OT 58) lavorato al tornio per l'unione di più picchetti a comporre dispensori verticali di lunghezza qualsiasi;
- Morsetti a U composti di piastra e contropiastra di serraggio di bronzo pieno (CuSn₂UNI 252774);
- Capicorda di bronzo pieno (CuSn₂UNI 252774) Dispensori orizzontali Corda di rame nuda da 35 mm²

Conduttore di terra (CT)

Corda di rame isolata con guaina giallo verde da 35mm² tipo FS17 per connettere le puntazze installate con i collettori di terra.

Conduttori di protezione

Corda di rame isolata con guaina giallo verde da 35mm² tipo FS17

5.9.2 Collegamenti di terra ed equipotenziali

L'Appaltatore deve provvedere all'effettuazione di tutti i collegamenti di terra ed equipotenziali relativi agli impianti di sua pertinenza.

Tali collegamenti devono essere realizzati in conformità alle norme antinfortunistiche vigenti, attenendosi a quanto indicato negli elaborati di progetto ed a quanto appresso specificato:

- Tutte le terminazioni dei conduttori di terra e di protezione devono essere provviste di capocorda in bronzo cadmiato o rame elettrolitico; in ogni caso deve essere assicurata l'efficacia elettrica e meccanica dei collegamenti.

- Devono essere collegate a terra tutte le parti metalliche di apparecchiature elettriche non di classe II (doppio isolamento).
- Devono essere collegati a terra tutti gli elementi, supporti, contenitori e strutture metalliche di qualsiasi genere al fine di rendere equipotenziale tutta l'area interessata dagli impianti elettrici di cui trattasi.
- Tutti i collegamenti alle strutture metalliche da mettere a terra (qualunque esse siano) devono essere effettuati attraverso bullone, dado, controdado, grower e rondelle di acciaio cadmiato od inox 18/8.
- Candelabri e cartelli devono essere messi a terra con conduttore collegato fra l'apposita piastrina di messa a terra e la dorsale di terra nel pozzetto.
- Le plafoniere devono essere messe a terra con l'apposito conduttore di protezione del cavo di alimentazione, collegato fra la piastrina di messa a terra di cui sopra ed il morsetto di terra delle plafoniere. Analogamente per tutti i corpi illuminanti.

L'Appaltatore dovrà effettuare un collegamento equipotenziale fra le strutture portanti le apparecchiature elettriche ed il guardiavia. Il collegamento deve essere realizzato fra la piastrina di terra esterna delle strutture ed il più vicino montante del guardiavia, utilizzando un nastro in ferro o acciaio protetto di sezione non inferiore a 60 mmq e spessore non inferiore a 3 mm (ad esempio nastro 20x3 UNI-3144) oppure mediante spezzone di corda di rame della sezione non inferiore a 50 mmq con sezioni dei fili elementari non inferiori a 2 mmq, dotato di opportuni capicorda di estremità; il nastro o la corda devono, per quanto possibile, essere interrati. Nell'elaborato di progetto viene indicata la quantità dei collegamenti da eseguire.

Eventuali prese di terra che l'Appaltatore venisse chiamata a fornire in opera, devono essere così realizzate:

- Dispersore verticale costituito da due elementi in tondo di acciaio ramato del diametro di 15 mm e della lunghezza di metri 1,50 ciascuno, sovrapponibili a mezzo manicotto filettato; oppure costituito da tubo in acciaio zincato \varnothing 2" di lunghezza metri 3.
- Ogni dispersore verticale deve essere dotato di morsetto od orecchiozza saldata per il collegamento ai conduttori di terra o ad altri elementi disperdenti.
- Ogni dispersore verticale deve essere corredato di adeguato pozzetto ispezionabile in calcestruzzo con chiusino pure in calcestruzzo, da realizzarsi conformemente all'apposito disegno.

5.10 Predisposizioni e collegamenti ai quadri elettrici

La posa in opera di quadri, cassette, apparecchiature ecc. deve essere effettuata a perfetta regola d'arte, compreso l'allacciamento dei cavi elettrici in arrivo e partenza, le prove, la taratura e quanto altro necessario per il perfetto funzionamento degli impianti da essi dipendenti.

Le estremità dei conduttori in prossimità dei morsetti debbono riportare la numerazione del rispettivo morsetto.

Per quadri ad armadio a servizio di svincoli non presidiati, sono a carico dell'Appaltatore, oltre agli oneri di cui sopra, la realizzazione del blocco di fondazione e dei marciapiedi all'intorno nella zona di calpestio.

5.11 Materiali metallici

Tutti gli accessori (viti, bulloni, rondelle, ecc.) devono essere in acciaio inox.

Tutto il materiale metallico utilizzato per l'esecuzione dei lavori, se non inossidabile, deve essere zincato a caldo; qualora, durante l'esecuzione dei lavori, venga meno la zincatura, questa deve essere ripristinata.

5.12 Prove e collaudi

Per le prove ed i collaudi dei materiali e delle relative installazioni l'appaltatore dovrà seguire le specifiche riportate nelle apposite schede redatte e concordate con la DL.

5.12.1 Collaudi in officina del Costruttore

Tali collaudi, compresi nell'Appalto, consistono nelle **prove di accettazione** (Routine test) in accordo alle Norme relative all'apparecchiatura in oggetto.

La D.L. si riserva visite periodiche presso le officine di costruzione delle apparecchiature per verificare lo stato di avanzamento lavori e la rispondenza delle caratteristiche tecniche a quanto richiesto.

L'Appaltatore dovrà comunicare ufficialmente, a mezzo lettera, con anticipo di almeno 15 giorni solari, le date di prova in officina e la tipologia delle **prove di accettazione** (Routine test) in accordo alle norme di riferimento.

La D.L. si riserva di partecipare, anche con un suo rappresentante, alle prove in oggetto.

Quanto sopra, come detto, è compreso nell'Appalto e quindi non comporta oneri aggiuntivi da riconoscere in favore dell'Appaltatore.

5.12.2 Verifiche e norme per il collaudo degli impianti

In queste note generali vengono definiti gli aspetti normativi e di buona tecnica, rispetto alle verifiche da eseguire sugli impianti in genere.

Per quanto concerne l'impianto in oggetto, le verifiche che l'Appaltatore ha in onere, sono relative a quelle iniziali e riferite ad un impianto di nuova costruzione. Queste definizioni sono riportate nel seguito.

Ovviamente dovranno essere eseguite tutte quelle verifiche espressamente richieste da disposizioni legislative; tra queste talune sono affidate dal legislatore alle autorità ispettive, mentre altre verifiche sono previste dalle Norme CEI. Ulteriori verifiche sono descritte nei vari paragrafi. Nel seguito sono riportate a titolo indicativo ma non esaustivo gli elenchi di verifiche richieste dalle Leggi e Norme.

5.12.3 Tipi di verifiche

Per verifica s'intende l'insieme delle operazioni necessarie per accertare la rispondenza di un impianto elettrico a requisiti prestabiliti.

E' necessario definire a priori il fine della verifica per stabilire cosa verificare.

In proposito, si possono distinguere tre tipi fondamentali di verifiche:

- la verifica ai fini della sicurezza;
- la verifica ai fini della regola d'arte;
- la verifica ai fini del collaudo.

La **verifica ai fini della sicurezza** accerta se l'impianto elettrico ha i requisiti necessari per ridurre il rischio elettrico al di sotto del limite accettabile. In questa verifica si fa riferimento alle norme di legge e alle Norme CEI, tralasciando tuttavia quelle parti delle norme di buona tecnica che riguardano le prestazioni dell'impianto stesso. Ad esempio si considera la protezione contro le sovratensioni nei confronti del rischio 1 (perdita di vite umane), non del rischio 4 (perdite economiche).

Le autorità ispettive eseguono questo tipo di verifica; così pure il datore di lavoro ai fini della sicurezza dei dipendenti.

La **verifica ai fini della regola d'arte** accerta se l'impianto elettrico è conforme alla regola d'arte in senso lato; include oltre alla sicurezza anche le prestazioni dell'impianto.

Anche in questo caso ci si riferisce in genere alle norme CEI, inclusi gli articoli che riguardano le prestazioni dell'impianto, ad esempio protezione contro le sovratensioni anche per il rischio 4 (perdite economiche). Questo tipo di verifica viene ad esempio eseguita con riferimento a clausole contrattuali che rinviano genericamente alla regola d'arte.

La verifica è estesa anche alla verniciatura dei quadri e delle apparecchiature in genere. Nel caso in cui la pittura risultasse danneggiata dovranno essere effettuati i necessari ritocchi.

La **verifica ai fini del collaudo** riguarda le operazioni tecniche necessarie per accertare se l'impianto elettrico è conforme alla regola d'arte e al progetto, incluso il capitolato d'appalto. Le scelte progettuali possono, in alcuni casi e per alcune parti impiantistiche, superare il minimo richiesto dalla regola d'arte, oppure stabiliscono vincoli, apparecchiature e materiali con caratteristiche ben definite. Si tratta quindi di una verifica tecnico-economica-amministrativa preliminare di collaudo.

Il collaudo vero e proprio è l'atto formale con il quale, visti i risultati delle suddette verifiche, si attesta che l'impianto è conforme alla regola d'arte ed al progetto.

In relazione al momento in cui la verifica viene effettuata, rispetto alla vita dell'impianto, si distingue la:

- verifica iniziale;
- verifica periodica;
- verifica straordinaria.

La **verifica iniziale** viene condotta prima della consegna, o della messa in servizio, di un nuovo impianto o di una sua parte rinnovata, modificata o ampliata.

La verifica iniziale riguarda in genere la sicurezza, la regola d'arte e il collaudo.

La **verifica periodica** viene effettuata su un impianto esistente, o su una sua parte, ad intervalli regolari. La verifica periodica riguarda in genere la sicurezza.

La **verifica straordinaria** viene condotta su un impianto esistente, o su una sua parte, in casi particolari, ad esempio su richiesta dell'utente o dell'autorità.

La verifica straordinaria riguarda, in genere, la sicurezza, ad esempio ai fini dell'adeguamento ai sensi della Legge 46/90, ma può riferirsi più genericamente alla regola d'arte, ad esempio per una valutazione economica dell'impianto.

Nota

Le verifiche riguardanti il presente progetto sono solo quelle iniziali.

Nel seguito sono descritte le modalità e la tempistica delle verifiche, che comprendono i tre tipi fondamentali sopra elencati oltre a quelle particolari richiesti per l'impianto in oggetto.

5.12.4 Obbligo delle verifiche

E' stato già detto che alcune verifiche degli impianti elettrici sono espressamente richieste da disposizioni legislative mentre altre sono previste dalle Norme CEI.

Nelle tabelle che seguono sono elencate le disposizioni legislative comprendenti sia le verifiche iniziali sia quelle periodiche. L'Appaltatore dovrà eseguire, ovviamente le sole prove iniziali.

Tipo di impianto / attività	Oggetto	Competenza	Riferimento legislativo	Modalità
IMPIANTI DI TERRA (cabine elettriche di enti distributori)	Verifica iniziale (per impianti utilizzatori)	Datore di lavoro	D.L. 81/2008 DM 12/09/59 art.11	La verifica, eseguita a mezzo di personale dipendente o esterno scelto dal datore di lavoro
	Verifica iniziale	Datore di lavoro	DPR 22 ottobre 2001, n. 462 (GU n. 6 del 08-01-02) art. 2.1 e art. 2.3	La messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuato prima della verifica eseguita dall'installatore che rilascia la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti ad omologazione dell'impianto.
	Denuncia dell'impianto (omologazione)	INAIL (EX-ISPEL), ASL, ARPA	DPR 22 ottobre 2001, n. 462 (GU n. 6 del 08-01-02) art. 2.2 e art. 2.3	Art.2.2 - Entro trenta giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro invia la dichiarazione di conformità all'INAIL ed all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti. Art.2.3 - Nei comuni singoli o associati ove è stato attivato lo sportello unico per le attività produttive, la dichiarazione di cui al comma 2 è presentato allo stesso
	Verifiche a campione	INAIL	DPR 22 ottobre 2001, n. 462 (GU n. 6 del 08-01-02) art. 3	1- L'INAIL effettua a campione la prima verifica sulla conformità alla normativa vigente degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche ed i dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e trasmette le relative risultanze all'ASL o ARPA. 2 - Le verifiche a campione sono stabilite annualmente dall'INAIL, d'intesa con le singole regioni sulla base dei seguenti criteri: a) localizzazione dell'impianto in relazione alle caratteristiche urbanistiche ed ambientali del luogo in cui è situato l'impianto. b) tipo d'impianto soggetto a verifica; c) dimensioni dell'impianto 3 - Le verifiche sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del datore di lavoro.

Tipo di impianto / attività	Oggetto	Competenza	Riferimento legislativo	Modalità
	Verifiche periodiche Soggetti abilitati	ASL	DPR 22 ottobre 2001, n. 462 (GU n. 6 del 08-01-02) art. 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni 5 anni, ad esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, per i quali la periodicità è biennale. 2. Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro si rivolge all'ASL o all'ARPA o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle attività produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI. 3. Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica rilascia il relativo verbale al datore di lavoro che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza 4. Le verifiche sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del datore di lavoro.
IMPIANTI ELETTRICI soggetti Al DM 37/2008	Verifiche prima del rilascio della dichiarazione di conformità	Installatori	DM 37/2008	Nel sottoscrivere la dichiarazione di conformità di cui al DM 37/2008, L'installatore dichiara di aver effettuato le verifiche con esito positivo. I risultati delle verifiche costituiscono un allegato facoltativo alla dichiarazione di conformità
	Verifiche per accertare la conformità degli impianti alle disposizioni al DM 37/2008	Comuni, ASL INAIL	DM 37/2008	

Verifiche degli impianti elettrici richieste da disposizioni legislative

5.12.5 Verifiche e prove per la messa in servizio e collaudo provvisorio

Le verifiche e le prove di seguito riportate sono quelle da eseguire prima della messa in tensione e la successiva messa in servizio degli impianti e comprendono le tipologie di cui alle successive posizioni.

Queste attività rappresentano un collaudo provvisorio con il buon esito del quale è possibile rendere l'impianto operativo se l'amministrazione appaltante lo richiedesse.

Alcune attività specifiche sono dettagliate a seguito del paragrafo "collaudo definitivo degli impianti" anche se in pratica devono essere eseguite prima della messa in tensione.

Se le verifiche e misure fossero eseguite già durante le prove, in contraddittorio con l'appaltante, e trascritte sugli appositi moduli, esse avranno valore ai fini del collaudo definitivo.

La D.L. si riserva visite periodiche presso le officine di costruzione delle apparecchiature per verificare lo stato di avanzamento lavori e la rispondenza delle caratteristiche tecniche a quanto richiesto. L'Appaltatore dovrà comunicare ufficialmente, a mezzo lettera, con anticipo di almeno 15 giorni solari, le date di prova in officina e la tipologia di prove di accettazione (routine tests) in accordo alle norme di riferimento.

La D.L. si riserva di partecipare, anche con un suo rappresentante, alle prove in oggetto.

5.12.6 Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti

Per le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza), siano conformi a quelle previste nei documenti di progetto.

Per la verifica in corso d'opera, per quella provvisoria a ultimazione dei lavori e per il collaudo definitivo, la ditta appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'amministrazione appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le verifiche, senza potere, per ciò, accampare diritti a maggiori compensi.

5.12.7 Verifica circuitale degli impianti (prove in bianco)

La verifica circuitale dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter ricevere tensione nei circuiti di potenza e che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

In particolare dovrà controllare:

- lo stato generale dell'impianto installato: esame a vista (valido ai fini del collaudo definitivo se effettuata a verbale ultimazione lavori d'installazione firmato) e comprendente la verifica delle protezioni contro i contatti diretti;
- la misura d'isolamento dei circuiti e dei cavi come riportato nel seguito;
- le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti (prove sui relè differenziali);
- la continuità delle messe a terra delle masse e delle masse estranee;
- la misura della resistenza totale di terra;
- le prove d'intervento delle protezioni contro i corto circuiti ove questo sia possibile (relè indiretti).

5.12.8 Esame a vista

Dovrà essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferite all'impianto installato.

Il controllo dovrà accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative ed alle specifiche tecniche e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista dovranno essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

E' opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

5.12.9 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Si dovrà verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si controllerà che il dimensionamento sia stato eseguito in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; si verificherà inoltre che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

5.12.10 Misura della resistenza di isolamento

Si esegue con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia di circa 125 V nel caso di muratura su parti di impianto di categoria 0 oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, di circa 500 V nel caso di misura su parti di impianto di 1a categoria e 5kV per quelli di 2a categoria.

La misura andrà effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori dovranno essere disinseriti.

La misura va riferita a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V. I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

La norma cei 64-7 terza edizione del 1998 fascicolo 4618, in vigore dal 1 settembre 1998 e relativa agli impianti elettrici d'illuminazione pubblica, prescrive che l'intero sistema elettrico, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza d'isolamento verso terra non inferiore a:

$$\frac{2U_0}{L + N} = Mohm$$

Dove:

- U_0 è la tensione nominale verso terra in kv, con un minimo di 1kV;
- L è la lunghezza complessiva della linea in chilometri con un minimo di 1km;
- N è il numero di apparecchi d'illuminazione presenti nel sistema elettrico.

5.12.11 Verifica delle stabilità dei cavi

Si dovrà procedere a estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l' 1% e il 5% della lunghezza totale. A questa verifica prescritta dalla Norma CEI 11-11, si dovranno aggiungere, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, le verifiche relative al rapporto tra diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, e al dimensionamento dei tubi o condotti. Quest'ultima verifica si dovrà effettuare a mezzo di apposita sfera come descritto nella norma cei anzi richiamata.

5.12.12 Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione va eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova mediante l'inserimento di un voltmetro nel punto iniziale e un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Dovranno essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si farà riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture.

Le letture dei due voltmetri verranno eseguite contemporaneamente e si procederà poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

5.12.13 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi

Si dovrà controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

5.12.14 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Dovranno essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norma CEI 64-8) e in particolare:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Occorrerà inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
- controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente differenziale; se richieste dalla DL, misure delle tensioni di contatto e di passo, che vengono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati, seguendo le istruzioni fornite dalla Norma CEI 64-8.

5.12.15 Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo dovrà avere inizio dalla data di ultimazione dei lavori e concludersi, entro i termini definiti dai documenti contrattuali.

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti e i lavori - per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità - siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel progetto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori con l'approvazione della D.L.

Si dovrà procedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto.

In particolare, occorrerà verificare che:

- siano state osservate le norme tecniche generali e di sicurezza;

- gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel presente progetto, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione **dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori** su disposizione o benestare della D.L.;
- i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- Inoltre dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica funzionale e si dovrà redigere l'apposito verbale del collaudo definitivo.

5.13 Documentazione tecnica richiesta

5.13.1 Documentazione

L'Appaltatore ha nei propri oneri anche la fornitura dei documenti costruttivi delle varie apparecchiature elettriche e meccaniche.

I documenti da fornire sono riportate nelle specifiche tecniche di prodotto.

Per le parti meccaniche dovranno essere consegnati tutti i disegni d'ingombro ed i dettagli costruttivi, in modo particolare quelli indispensabili per la manutenzione.

A fine installazione e prima dell'espletamento del singolo collaudo, l'Appaltatore è tenuto ad emettere/riemettere tutti i documenti (vedi doc. elenco elaborati) in revisione "**AS BUILT**", sia per gli schemi costruttivi, sia per l'impiantistica, sia per le parti civili di Sua competenza: ad esempio: ubicazione apparecchiature, canalizzazioni, tabella dei cavi e posizione di questi nelle canalizzazioni, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- i disegni d'installazione dei materiali;
- gli schemi elettrici (unifilari, funzionali e morsettiere);
- i disegni degli armadi (prospetti ed equipaggiamenti);
- le nomenclature dettagliate dei materiali;
- i disegni di distribuzione;
- i diagrammi di funzionamento;
- i programmi.

Gli schemi dei circuiti, corredati di sigle e valori dei componenti previsti, di caratteristiche particolari dei dispositivi e degli strumenti di misura, dovrà permettere una facile comprensione di tutti i dettagli di funzionamento dell'impianto.

Tutti i morsetti collegati fra di loro da un conduttore ed il conduttore stesso devono essere indicati con lo stesso contrassegno.

Tale contrassegno verrà riportato sul disegno delle morsettiere e sull'Elenco Cavi, oltre alla targhettatura dei cavi in campo.

Per i circuiti si dovrà altresì fornire:

- lo schema di principio a blocchi destinato a far comprendere il principio di funzionamento degli apparati e le dipendenze funzionali;
- lo schema logico atto a rappresentare gli elementi di entrata, di elaborazione e di uscita di un dispositivo di comando.

Su tutti gli schemi dovranno essere riportati opportuni riferimenti che indichino i legami corretti degli schemi e dei circuiti si precisa che dovranno essere anche indicati l'interconnessione fra i vari fogli e le funzioni logiche dei segnali.

Allo scopo di facilitare le riparazioni, devono essere indicati dei punti di misurazione e le caratteristiche elettriche che si devono ivi rilevare.

Devono essere riportate le informazioni riguardanti gli apparecchi di controllo.

La D.L. procederà ad un controllo a "campione" sulla correttezza delle revisioni.

Tutta la documentazione dovrà essere fornita in 8 copie cartacee più 2 su supporto informatico, suddivise in adeguati raccoglitori, e dovrà essere redatta in lingua italiana.

I linguaggi con i quali redarre la documentazione, sono, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- Autocad 2002 o successivi
- Word
- Excel
- Acrobat

la documentazioni fornita su supporto informatico deve essere del tipo modificabile successivamente da parte della Committente, senza ulteriori interventi di conversione di alcun tipo.

5.13.2 Manuali d'istruzione e manutenzione

Dovranno essere fornite n. 8 copie cartacee più 2 su supporto informatico, suddivise in adeguati raccoglitori, delle raccolte dei manuali d'istruzione, comprendenti i libretti d'istruzione, manuali funzionali d'uso e manutenzione, cataloghi e bollettini di collaudo e di conformità.

La raccolta dovrà comprendere anche un indice dei documenti inseriti nella raccolta e l'elenco disegni dell'impianto oltre ad una descrizione sommaria dell'impianto e delle operazioni di avviamento, ripristino e delle modalità operative per gli interventi d'emergenza.

A titolo non esaustivo, si elencano i contenuti del manuale:

Manuale operativo.

Il manuale operativo ha lo scopo di consentire l'esercizio dell'impianto dopo l'avviamento stesso attraverso fasi successive:

- controllo a vista del completamento meccanico;
- verifica dei collegamenti e del funzionamento dei blocchi e delle apparecchiature di sicurezza;
- taratura degli strumenti e dei relé con certificazione di ogni singola operazione;
- prova di funzionamento in bianco e sotto carico di ogni unità funzionale e documentazione relativa;
- verifica della completezza della documentazione e della rispondenza dell'identificazione di componenti, morsetti e collegamenti;
- correzione in ogni fase delle anomalie riscontrate e di aggiornamento della documentazione;
- compilazione delle procedure ed istruzioni per l'avviamento.

Avviamento

Messa in servizio, secondo le procedure e le istruzioni compilate per ciascun impianto e rilievo documentato delle prestazioni di ciascuno di essi.

Il manuale operativo sarà suddiviso secondo i capitoli desumibili dalla consistenza degli impianti realizzati e degli apparati, sia quelli forniti e messi in opera sia quelli messi in opera, e dai loro legami funzionali.

A titolo non esaustivo, si propone il seguente elenco di capitoli:

- impianto d'illuminazione
- altri impianti.

Per ciascun capitolo sarà riportato almeno:

A. Catalogo meccanico costituito da:

- elenco dei componenti individuati con relativi items
- documentazione dei componenti costituita da cataloghi dei costruttori e certificati di laboratorio;
- dati garantiti;

- dati dimensionali.

B. Catalogo elettrico e speciale costituito da:

- elenco dei componenti individuati con le relative posizioni;
- documentazione dei componenti, costituita da cataloghi dei costruttori e certificati di laboratorio;
- dati garantiti;
- dati dimensionali;

C. Documentazione operativa costituita da:

- elenco disegni di montaggio;
- elenco unità funzionali;
- schemi funzionali di ciascuna unità funzionale ed esauriente descrizione operativa;
- certificazioni delle prove di accettazione in corso d'opera;
- documentazione pre avviamento;
- procedure ed istruzioni di avviamento;
- descrizione dei funzionamenti.

D. Manuale di manutenzione. Le istruzioni di manutenzione devono indicare:

- le istruzioni per l'avviamento e per l'uso delle apparecchiature;
- i lavori di manutenzione preventiva e predittiva;
- le istruzioni per i lavori di manutenzione, compresi gli accorgimenti particolari per la manutenzione e per la sostituzione degli apparecchi e loro parti;
- le istruzioni per le regolazioni e le messe a punto;
- la periodicità dei controlli;
- le istruzioni per diagnosticare rapidamente le disfunzioni ed i guasti;
- le istruzioni devono permettere una rapida localizzazione delle parti difettose;
- le istruzioni per la manutenzione delle apparecchiature elettroniche devono contenere tutte le informazioni necessarie per l'installazione, la taratura e la messa a punto di tutti i dispositivi, insieme ed i relativi strumenti necessari;
- se durante le riparazioni o le manutenzioni si possono correre rischi, questi dovranno essere chiaramente descritti.

E. Elenco dei componenti

L'elenco deve comprendere tutti i componenti delle apparecchiature.

L'elenco deve essere completo di tutti i dati per l'eventuale ordine al Costruttore.

I componenti commerciali eventualmente adattati dal Costruttore o dall'Appaltatore dovranno essere evidenziati.

L'elenco dei componenti deve riportare le caratteristiche tecniche ed il suo riferimento (posizione) di identificazioni utilizzato sugli schemi ed in campo.

Tutta la documentazione dovrà essere redatta in lingua italiana.

La Committente fornirà all'Appaltatore la documentazione tecnica relativa alle forniture acquistate direttamente.

Tale documentazione sarà inserita nei rispettivi manuali che sono a totale carico dell'Appaltatore.

5.14 Parti di ricambio

In riferimento a quanto indicato nelle specifiche tecniche dei singoli materiali e/o equipaggiamenti, l'Appaltatore dovrà consegnare entro sei mesi dall'ordine, per la verifica da parte della Committente, l'elenco delle parti di ricambio previste per i primi due anni d'esercizio.

L'Appaltatore dovrà fornire i disegni esplicativi della lista dei ricambi che permettano la corretta identificazione di ogni parte nella loro rispettiva posizione di assiemaggio (viste esplose).

5.15 Assistenza tecnica ed istruzioni al personale della Committenza

L'Appaltatore dovrà prestare i seguenti servizi, comprendendo nell'offerta i relativi oneri: assistenza tecnica ed operativa alla Committente per 1 anno, dopo il collaudo definitivo delle opere, mediante semplice comunicazione telefonica o via e-mail da parte dei preposti della Committente, l'intervento dovrà essere prestato inderogabilmente entro 24 ore dall'avvenuta comunicazione, anche in ore notturne e/o festive.

Istruzione al personale della Committente, da svolgersi sugli impianti ed in locali messi a disposizione dalla Committente, atto a formare dettagliatamente lo stesso, circa le modalità operative, manutentive e per gli interventi d'emergenza, da svolgersi sulle apparecchiature e sugli impianti.