

**S.S. 131 di "Carlo Felice"**  
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici - 2° stralcio  
dal km 108+300 al km 158+000

**PROGETTO ESECUTIVO**

CA284

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria



Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

Mandante



Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Riccardo Formichi  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanzanica - Pro Iter srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Diego Ceccherelli  
Ordine Ing. di Milano n. 15813

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA



PROTOCOLLO

DATA

**IMPIANTI**  
**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA**

CODICE PROGETTO

PROGETTO                      LIV. PROG.                      N. PROG.

**L O P L S Q   E   1 9 0 1**

NOME FILE

T00IM00IMPRE01B.pdf

CODICE ELAB.

**T 0 0 I M 0 0 I M P R E 0 1**

REVISIONE

SCALA:

**B**

-

D

C

B

A

REV.

REVISIONE PER ISTRUTTORIA, VERIFICA E CONTROLLI D.LGS.35/11

EMISSIONE

DESCRIZIONE

Aprile 2021

Marzo 2020

DATA

BERNASCONI

BERNASCONI

REDATTO

CATALDO

CATALDO

VERIFICATO

FORMICHI

FORMICHI

APPROVATO

## INDICE

1.	OGGETTO.....	2
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
2.1	Generale .....	3
2.2	Guide CEI e regole tecniche generali.....	3
2.3	Quadri ed impianti elettrici bt.....	4
2.4	Protezioni contro le scariche atmosferiche e le sovratensioni .....	8
2.5	Illuminazione.....	8
2.6	Cavi elettrici .....	9
2.7	Canalizzazioni elettriche.....	11
3.	INTERVENTI .....	12
3.1	Elenco interventi previsti.....	12
3.1.1	Progetto illuminotecnico .....	12
3.1.2	Progettazione svincoli .....	14
3.1.3	Requisiti illuminotecnici .....	14
3.1.4	Simulazione illuminotecnica .....	17
3.1.5	Risparmio energetico e manutenzione .....	17
4.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	20
4.1	Riferimenti illuminotecnici .....	20
4.2	Illuminazione rotatorie e tratta stradale .....	20
5.	IMPIANTO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE.....	21
5.1	Generalità .....	21
5.2	Tipologia delle apparecchiature .....	21
5.3	Rete bt di distribuzione.....	21
5.4	Rete di terra.....	21
6.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	22
6.1	Armadi stradali di distribuzione secondaria per impianti illuminazione esterna .....	22
6.2	Pali metallici.....	23
6.3	Cavi e conduttori per bassa tensione .....	27
6.3.1	Cavi senza guaina, isolati in gomma.....	29
6.3.3	Prescrizioni di posa dei cavi .....	29
6.3.4	Identificazione cavi e connessioni terminali .....	30
6.3.5	Sistemi di posa dei cavi .....	30
6.3.6	Giunzioni .....	31
6.4	Cavidotti ed accessori .....	31
6.4.1	Tubazioni per posa all'esterno.....	31
6.4.2	Prescrizioni per la realizzazione delle vie cavi interrato .....	32
6.4.2.1	Posa interrato con scavo in trincea su terreno vegetale .....	34
6.4.2.2	Posa interrato con scavo in trincea sotto pavimentazione stradale bituminosa .....	36
6.4.3	Pozzetti.....	38

## 1. OGGETTO

La presente relazione tecnica è relativa agli impianti di illuminazione a servizio di alcuni svincoli (sia già esistenti che di nuova progettazione), nell'ambito dell'Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131 "Di Carlo Felice" – Risoluzione dei nodi critici – 2° stralcio dal km 108+300 al km 158+000:

Gli svincoli oggetto dell'intervento sono i seguenti:

- Nuovo Svincolo di Paulilatino al km 120+000;
- Nuovo Svincolo di Mulargia-Macomer al km 148+500;
- Uscita per l'Area Archeologica di Santa Cristina al km 114+500;
- Svincolo di Paulilatino al km 119+000;
- Svincolo di Nuoro al km 123+000;
- Svincolo di Abbasanta al km 125+500;
- Svincolo di Norbello al km 128+000;
- Svincolo di Borore al km 135+000;
- Svincolo di Tossilo Zona Industriale al km 138+000;
- Svincolo di Macomer al km 142+500;
- Area Archeologica Santa Barbara al km 144+500;
- Svincolo di Campeda al km 152+000;
- Svincolo di Badde Salighes al km 155+000;
- Accesso di emergenza alla Galleria FS al km 156+250.

Nella progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione sono state adottate le soluzioni e individuate le tecnologie che consentono di raggiungere i seguenti obiettivi:

- La sicurezza degli utenti stradali e degli operatori;
- La facilità realizzativa;
- I bassi costi per gli interventi di manutenzione;
- Il risparmio energetico;
- La predisposizione per il controllo remoto del sistema;
- Il rispetto degli standard aziendali.

Va precisato che per alcune apparecchiature descritte con dettaglio nel seguito, è stato fatto riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, non essendo 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 (quali ad es. corpi illuminanti, apparecchi di protezione, etc.), i requisiti nel seguito della relazione possono essere sostituiti con requisiti tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questa relazione.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

### 2.1 Generale

- DLgs n. 81 9 Aprile 2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.lgs. n. 106 del 3 agosto 2009 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge 01/03/68 n° 186: Impianti elettrici - Regola dell'arte;
- D.P.R. n. 462 del 22 Ottobre 2001 - "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi";
- Direttiva sicurezza apparecchi elettrici 2006/95/CE;
- Legge 18 Ottobre 1977 n. 791 - "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione (G.U. 2 novembre 1977, n. 298)";
- Standard UNI ISO 9001;

### 2.2 Guide CEI e regole tecniche generali

- Guida CEI 0-2 Fasc. 6578 Ed. seconda – settembre 2002, "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- Guida CEI 0-4/1 Fasc. 4465 Prima ed. aprile 1998, "Documenti CEI normativi e non normativi. Parte 1: Tipi, definizione e procedure";
- Guida CEI 0-5 Fasc. 3953 Prima ed. ottobre 1997, "Dichiarazione CE di conformità - Guida all'applicazione delle Direttive Nuovo Approccio e della Direttiva Bassa Tensione" (Memorandum CENELEC N°3);
- Norma CEI 0-10 Fascicolo 6366 Anno 2002 Edizione Prima "Guida alla manutenzione degli impianti elettrici";
- Norma CEI 0-21 Fasc. 11955 Ed. Giugno 2012 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma CEI 0-21;V1 Fasc. 12674 Ed. Dicembre 2012 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica. Fogli di interpretazione.";
- Norma CEI 8-6 Fascicolo 3859 C Anno 1998 Edizione Prima "Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione";
- Norma CEI 8-6;V1 Fascicolo 7515 Anno 2005 "Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione";
- Norma CEI 8-6;V2 Fascicolo 12947 Anno 2013 "Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione";
- Norma CEI 11-15 Class. CEI 11-15 Fascicolo 11515 Anno 2011 "Esecuzione di lavori sotto tensione su impianti elettrici di Categoria II e III in corrente alternata";
- Norma CEI 11-17 Fascicolo 8402 Anno 2006 Edizione Terza "Impianti di produzione e distribuzione energia elettrica: Linee in cavo";

- Guida CEI 11-28 Fasc. 4142 R Prima ed. Aprile 1998 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- Norma CEI UNI 70030 Class. CEI 11-47 Fascicolo 4769 Anno 1998 Edizione Prima "Impianti tecnologici sotterranei. Criteri generali di posa";
- Guida CEI 17-70 Fasc. 5120 "Prima ed. Aprile 1999 "Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione";
- Guida CEI 20-40 Fasc. 4831 Seconda ed. Ottobre 1998, "Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione";
- Guida CEI 20-40;V1 Fasc. 7402 Anno 2004, "Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione";
- Guida CEI 20-40;V2 Fasc. 7403 Anno 2004, "Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione";
- Guida CEI 20-40;V3 Fasc. 9629 Anno 2009, "Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione";
- Guida CEI 20-40;V4 Fasc. 10647 Anno 2010, "Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione";
- Norma It.IEEE C37.21-2005 Class. CEI STDPD95353 – CT 1/E – Fascicolo C37.21-2005 – Anno 2005 Inglese IEEE Standard for Control Switchboards

### 2.3 Quadri ed impianti elettrici bt

- Guida CEI 0-2 Fasc. 6578 Ed. seconda – settembre 2002, "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- Guida CEI 17-70 Fasc. 5120 Anno 1999 "Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione";
- Guida CEI 11-28 Fasc. 4142 R Prima ed. Aprile 1998 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- CEI EN 60529 Class. CEI 70-1 Fascicolo 3227 C Anno 1997 Edizione Seconda "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- CEI EN 60529/A1 Class. CEI 70-1;V1 Fascicolo 5682 Anno 2000 "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- CEI EN 60 529/A1 : 2000 Classif. CEI 70-1 ;V1 Fasc. 5682 "Gradi di Protezione degli involucri (Codice IP)";
- Norma CEI 8-6 Fasc. 3859C Anno 1998 "Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica di bassa tensione";
- Norma CEI 11-17 Fascicolo 8402 Anno 2006 Edizione Terza "Impianti di produzione e distribuzione energia elettrica: Linee in cavo";
- Norma CEI 64-8;V1 Class. CEI 64-8;V1 Fascicolo 13058 Anno 2013 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica";
- Norma CEI 64-8/1 Class. CEI 64-8/1 Fascicolo 11956 Anno 2012 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali";
- Norma CEI 64-8/2 Class. CEI 64-8/2 Fascicolo 11957 Anno 2012 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 2: Definizioni";

- Norma CEI 64-8/3 Class. CEI 64-8/3 Fascicolo 11958 Anno 2012 Edizione +EC1 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali";
- Norma CEI 64-8/4 Class. CEI 64-8/4 Fascicolo 11959 Anno 2012 Edizione +EC1 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza";
- Norma CEI 64-8/5 Class. CEI 64-8/6 Fascicolo 11961 Anno 2012 Edizione +EC1 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici";
- Norma CEI 64-8/6 Class. CEI 64-8/6 Fascicolo 11961 Anno 2012 Edizione +EC1 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 6: Verifiche";
- Norma CEI 64-8/7 Class. CEI 64-8/7 Fascicolo 11962 Anno 2012 Edizione +EC1 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari";
- Norma CEI EN 62208 Class. CEI 17-87 Fascicolo 11784 Anno 2012 "Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali";
- CEI EN 61439-1 Class. CEI 17-113 Fascicolo 11782 Anno 2012 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali";
- EI EN 61439-5 Class. CEI 17-115 Fascicolo 11663 Anno 2011 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche";
- CEI EN 61009-1 Class. CEI 23-44 Fascicolo 8561 Anno 2006 Edizione Terza "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali";
- CEI EN 61009-1/A11 Class. CEI 23-44;V1 Fascicolo 9519 Anno 2008 "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali";
- CEI EN 61009-1/A12/A13 Class. CEI 23-44;V2 Fascicolo 10157 Anno 2010 "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali";
- CEI EN 61009-1/A14 Class. CEI 23-44;V3 Fascicolo 12166 Anno 2012 "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali";
- CEI EN 61009-1/A14/EC Class. CEI 23-44;V4 Fascicolo 12818 Anno 2013 "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali";
- Norma CEI 23-48 Fasc. 3541 R: 1998 "Prescrizioni generali per involucri destinati a ricevere apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari";
- Norma CEI 23-51 Fascicolo 7204 Anno 2004 Edizione Seconda "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare";

- CEI EN 60898-1 Class. CEI 23-3/1 Fascicolo 7276 Anno 2004 Edizione Prima "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alterna";
- CEI EN 60898-1/A1/A11 Class. CEI 23-3/1;V1 Fascicolo 8206 Anno 2006 "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alterna";
- CEI EN 60898-1/IS1/IS2/IS3/IS4 Class. CEI 23-3/1;V2 Fascicolo 9233 Anno 2008 "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alterna";
- CEI EN 60898-1/A12 Class. CEI 23-3/1;V3 Fascicolo 9952 Anno 2009 "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alterna";
- CEI EN 60898-2 Class. CEI 23-3/2 Fascicolo 8751 Anno 2007 Edizione Prima "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua";
- CEI EN 61810-1 Class. CEI 94-4 Fascicolo 10929 Anno 2010 Edizione Terza "Relè elementari elettromeccanici. Parte 1- Prescrizioni generali";
- Norma CEI EN 60255-1 Class. CEI 95-21 Fascicolo 11099 Anno 2011 "Relè di misura e dispositivi di protezione. Parte 1: Prescrizioni generali";
- Standard IEC 695.2.1 – UL94 (V0) Autoestinguenza delle apparecchiature;
- CEI EN 50085-1 Class. CEI 23-58 Fascicolo 8225 Anno 2006 Edizione Seconda "Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali";
- CEI EN 50085-2-3 Class. CEI 23-67 Fascicolo 10871 Anno 2010 "Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-3 : Prescrizioni particolari per sistemi di canali con feritoie laterali per installazione all'interno di quadri elettrici";
- CEI EN 60947-1 Class. CEI 17-44 Fascicolo 9231 Anno 2008 Edizione Quinta "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali";
- CEI EN 60947-1 Class. CEI 17-44 Fascicolo 9231 Anno 2008 Edizione Quinta "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali";
- CEI EN 60947-2 Class. CEI 17-5 Fascicolo 8917 Anno 2007 Edizione Ottava "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici";
- CEI EN 60947-2/A1 Class. CEI 17-5;V1 Fascicolo 10787 Anno 2010 "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici";
- Norma CEI EN 60947-3 Class. CEI 17-11 Fascicolo 10869 Anno 2010 "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, Interruttori di manovra sezionatori e unità combinate con fusibili";
- Norma CEI EN 60947-3/A1 Class. CEI 17-11;V1 Fascicolo 12155 Anno 2012 "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, Interruttori di manovra sezionatori e unità combinate con fusibili";
- Norma CEI EN 60715 anno 2002 Classificazione CEI 17-78 Fasc. 6380 "Dimensioni delle apparecchiature a bassa tensione. Profili di supporto normalizzati per il sostegno dei dispositivi elettrici.";

- Norma CEI EN 60020 anno 1999 Classificazione CEI 23-66 Fasc.5307 "Indicatori di corrente differenziale per installazioni domestiche e similari";
- Norma CEI EN 60020/A1 anno 2006 Classificazione CEI 23-66;V1 Fasc.8280 "Indicatori di corrente differenziale per installazioni domestiche e similari";
- Norma CEI EN 60947-4-1 Class. CEI 17-50 Fascicolo 11943 Anno 2012 "Apparecchiature a BT. Parte 4-1: Contattori e avviatori - Contattori e avviatori elettromeccanici";
- Norma CEI EN 60947-4-1/A1 Class. CEI 17-50;V1 Fascicolo 13024 Anno 2013 "Apparecchiature a BT. Parte 4-1: Contattori e avviatori - Contattori e avviatori elettromeccanici";
- CEI EN 60947-4-2 Class. CEI 17-69 Fascicolo 12857 Anno 2013 "Apparecchiature a BT. Parte 4-2: Contattori e avviatori – Regolatori e avviatori a semiconduttori in c.a.";
- Norma CEI EN 60127-1 Class. CEI 32-6/1 Fascicolo 10106 Anno 2009 Edizione Quarta "Fusibili miniatura. Parte1: Definizione per fusibili miniatura e prescrizioni generali per cartucce di fusibili miniatura.";
- Norma CEI EN 60127-1/A1 Class. CEI 32-6/1;V1 Fascicolo 11648 Anno 2011 "Fusibili miniatura. Parte1: Definizione per fusibili miniatura e prescrizioni generali per cartucce di fusibili miniatura.";
- Norma CEI EN 60127-2 - Class. CEI 32-6/2 Fascicolo 7494 Anno 2004 Edizione Quarta "Fusibili miniatura. Parte 2: Cartucce";
- Norma CEI EN 60127-2/A2 Class. CEI 32-6/2;V1 Fascicolo 11028 Anno 2011 "Fusibili miniatura. Parte 2: Cartucce";
- Norma CEI EN 60127-4 Class. CEI 32-6/4 Fascicolo 8219 Anno 2006 Edizione Seconda "Fusibili miniatura. Parte 4: Cartucce modulari universali (UMF). Tipi di montaggio in superficie e attraverso foro";
- Norma CEI EN 60127-4/A1 Class. CEI 32-6/4;V1 Fascicolo 10107 Anno 2009 Edizione Seconda "Fusibili miniatura. Parte 4: Cartucce modulari universali (UMF). Tipi di montaggio in superficie e attraverso foro";
- Norma EN 60127-5 anno 1998 Class. CEI 32-6 / 5 Fasc. 3574R "Fusibili miniatura. Parte 5: Guida per la determinazione della qualità delle cartucce per fusibili miniatura";
- Norma EN 60127-6 anno 1998 Class. CEI 32-6/ 6 Fasc. 4159 C "Fusibili miniatura. Parte 6: Supporti per cartucce di fusibili miniatura";
- Norma CEI EN 60127-6/A2 Class. CEI 32-6/6;V1 Fascicolo 7439 Anno 2004 "Fusibili miniatura. Parte 6: Supporti per cartucce di fusibili miniatura";
- Norma CEI EN 60127-10 Class. CEI 32-17 Fascicolo 7279 Anno 2004 Edizione Prima "Fusibili miniatura. Parte 10: Guida per l'utilizzatore dei fusibili miniatura";
- Norma CEI 32-12 Class. CEI 32-12 Fascicolo 12748E Anno 2013 "Fusibili per bassa tensione. Parte 2: Prescrizioni supplementari per fusibili utilizzati da persone qualificate (fusibili principalmente per applicazioni industriali) - Esempi di fusibili normalizzati A-J";
- Norma CEI 32-13 Class. CEI 32-13 Fascicolo 12749E Anno 2013 "Fusibili per bassa tensione. Parte 3: Prescrizioni supplementari per fusibili utilizzati da persone non qualificate (fusibili principalmente per applicazioni domestiche e similari). Esempi di fusibili normalizzati A-F";
- Norma CEI 32-15 Class. CEI 32-15 Fascicolo 5668 Anno 2000 Edizione Prima "Fusibili a tensione non superiore a 1000V corrente alternata e 1500V corrente continua". Coordinamento tra fusibili e contattori avviatori – Guida di applicazione;

- Norma CEI EN 60947-7-1 Class. CEI 17-48 Fascicolo 10327 Anno 2010 "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 7-1: Apparecchiature ausiliarie- Morsetti componibili per conduttori di rame";
- Norma CEI EN 60947-7-2 Class. CEI 17-62 Fascicolo 10328 Anno 2010 "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 7-2: Apparecchiature ausiliarie- Morsetti componibili per conduttori di protezione di rame.";

## 2.4 Protezioni contro le scariche atmosferiche e le sovratensioni

- Standard IEC 61643- 1 : 1998 – 2, DIN VDE 0675 – 6: 1989 "Surge protective device connected to low voltage power distribution system – Performance requirements and testing method " Limitatori di sovratensione collegati ad impianti d'energia con tensione fino a 1000V c.a.
- Standard IEC 60364 "Electrical installation of buidings" (Scelta ed installazione dei dispositivi SPD – Impianti elettrici utilizzatori);
- Standard IEC 60364-1 "Low voltage switchgear and controlgear assemblies (Coordinamento dell'isolamento degli apparecchi in B.T.)";
- Standard IEC 61024 – 1: 1990, DIN V ENV 61024 -1, VDE 0185, parte100 - Prova di corrente da fulmine;
- Norma CEI EN 62305 Class. CEI 81-10 Fascicolo 99997 Anno 2013 "Serie di Norme CEI EN 62305 per la protezione contro i fulmini. Principi generali. Valutazione del rischio. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- CEI EN 61643-21 Class. CEI 37-6 Fascicolo 6777 Anno 2003 Edizione Prima "Dispositivi di protezione dagli impulsi a bassa tensione. Parte 21: Dispositivi di protezione dagli impulsi collegati alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali - Prescrizioni di prestazione e metodi di prova";
- CEI EN 61643-11 Class. CEI 37-8 Fascicolo 12782E Anno 2013 "Limitatori di sovratensioni di bassa tensione. Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove";
- CEI EN 61643-331 Class. CEI 37-9 Fascicolo 7853 E Anno 2005 Edizione Prima "Componenti per limitatori di sovratensioni di bassa tensione. Parte 331: Specifiche per varistori ad ossidi metallici (MOV)";
- CEI CLC/TS 61643-22 Class. CEI 37-10 Fascicolo 8687 Anno 2007 Edizione Prima "Limitatori di sovratensioni di bassa tensione. Parte 22: Limitatori di sovratensioni connessi alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali. Scelta e principi applicativi";
- CEI CLC/TS 61643-12 Class. CEI 37-11 Fascicolo 10811E Anno 2010 "Limitatori di sovratensioni di bassa tensione. Parte 12: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione";

## 2.5 Illuminazione

- Norma CEI 64-8;V1 Class. CEI 64-8;V1 Fascicolo 13058 Anno 2013 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica";
- Norma UNI EN 40-1: 1992 "Pali per illuminazione - Parte 1: Definizioni e termini";
- Norma UNI EN 40-2: 2004 "Pali per illuminazione - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni";
- Norma UNI EN 40-3-1: 2013 "Pali per illuminazione - Parte 3-1: Pali per illuminazione pubblica - Parte 3-1: Progettazione e verifica - Specifica dei carichi caratteristici ";

- Norma UNI EN 40-3-2: 2013 "Pali per illuminazione - Parte 3-2: Pali per illuminazione pubblica - Parte 3-2: Progettazione e verifica - Verifica tramite prova";
- Norma UNI EN 40-3-3: 2013 "Pali per illuminazione - Parte 3-3: Progettazione e verifica - Verifica mediante calcolo";
- Norma UNI EN 40-4: 2006 "Pali per illuminazione - Parte 4: Requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso";
- Norma UNI EN 40-5: 2003 "Pali per illuminazione pubblica. Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio";
- Norma UNI 11248: 2016 "Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche" ed. 11/2016;
- Norma UNI EN 13201-2: 2016 "Illuminazione stradale – Parte 2: requisiti prestazionali" ed. febbraio 2016;
- Norma UNI EN 12464: 2011 "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni";
- CEI EN 60598-1 Class. CEI 34-21 Fascicolo 9950C Anno 2009 "Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni Generali e Prove";
- CEI EN 60598-2-5 Class. CEI 34-30 Fascicolo 5081 Anno 1999 "Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Sezione 5: Proiettori";
- CEI EN 60598-2-3 Class. CEI 34-33 Fascicolo 7061 Anno 2003 "Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Sezione 3: Apparecchi per Illuminazione Stradale";
- Norma CEI EN 61547 Class. CEI 34-75 Fascicolo 10286 Anno 2010 Edizione +Corr IEC:2010 "Apparecchiature per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC";
- Norma CEI EN 60309-1 anno 2000 Class. CEI 23-12/1 fasc. 5484 "Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali";
- Norma CEI EN 60309-1/A1 Class. CEI 23-12/1;V2 Fascicolo 9230 Anno 2008 "Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali";
- Norma CEI EN 60309-1/A2 Class. CEI 23-12/1;V3 Fascicolo 12613 Anno 2012 "Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali";

## 2.6 Cavi elettrici

- Norma CEI-UNEL 35747 Class. CEI 20 Fascicolo 4079 Anno 1997 "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi unipolari senza guaina per uso generale";
- Norma CEI-UNEL 35386 Fascicolo 6219 Anno 2001 Edizione Prima "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi flessibili isolati con miscela elastomerica (EPR) resistente al calore sotto guaina pesante di CSP o altro equivalente elastomero sintetico, con più di 5 conduttori";
- Norma CEI-UNEL 35386 Class. CEI 20 Fascicolo 6219 Anno 2001 Edizione Prima "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi flessibili isolati con miscela elastomerica (EPR) resistente al calore sotto guaina pesante di CSP o altro equivalente elastomero sintetico, con più di 5 conduttori";

- Norma CEI-UNEL 353;Ab3 Class. CEI 20 Fascicolo 10147 Anno 2010 "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V";
- Norma CEI 20-22/0 Fasc. 6727 anno 2002 "Metodi di prova comuni per cavi in condizioni d'incendio- Prova di propagazione verticale della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio. Parte 0 – Generalità e scopo";
- Norma CEI 20-24;Ab Class. CEI 20-24;Ab Fascicolo 8399 Anno 2006 "Giunzioni e terminazioni per cavi di energia";
- Norma CEI 20-27 Fasc. 5640 Anno 2000 "Cavi per energia e segnalamento Sistema di designazione";
- Norma CEI 20-33;Ab Class. CEI 20-33;Ab Fascicolo 8559 Anno 2006 "Giunzioni e terminazioni per cavi di energia a tensione Uo/U non superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua";
- Norma CEI 20-34/0-1;V1 Class. CEI 20-34/0-1;V1 Fascicolo 10646 Anno 2010 "Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici. Parte 0: Metodi di prova per applicazioni generali Sezione 1: Prove";
- Norma CEI EN 50265-1 anno 1999 Class. CEI 20-35/1 fasc. 5322 "Metodi di prova comuni per cavi in condizioni d'incendio- Prova di propagazione della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato. Parte 1– Apparecchiatura di prova";
- Norma CEI EN 50200 Class. CEI 20-36/4-0 Fascicolo 8995 Anno 2007 Edizione Seconda "Metodi di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza";
- Norma CEI EN 50267-1 Class. CEI 20-37/2-0 Fascicolo 5325 Anno 1999 Edizione Prima "Metodi di prova comuni per cavi in condizioni d'incendio- Prova sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi Parte 0 – Generalità e scopo";
- Norma CEI 20-38 Class. CEI 20-38 Fascicolo 9876 Anno 2009 Edizione Terza "Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV";
- Norma CEI 20-45 fasc. 6945 anno 2003 "Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV";
- Guida CEI 20-40 Fasc. 4831:1998 "Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione";
- Norma CEI 20-65 anno 2000 Fasc. 5836 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente.";
- Norma CEI EN 50334 Class. CEI 20 Fascicolo 6292 Anno 2001 Edizione Terza "Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici";
- Norma CEI-UNEL 35024/1 Class. CEI 20 Fascicolo 3516 Anno 1997 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria";
- Norma CEI-UNEL 35024/2 Class. CEI 20 Fascicolo 3517 Anno 1997 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria";
- Norma CEI-UNEL 35024/1;Ec Class. CEI 20 Fascicolo 4610 Anno 1998 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria";

- Norma CEI-UNEL 35026 Fasc. 5777 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata";
- Norma CEI-UNEL 35011 Fasc. 5757 Anno 2000 "Cavi per energia e segnalamento";
- Norma CEI-UNEL 35011;V1 Class. CEI 20 Fascicolo 6756 Anno 2002 "Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione";
- Norma CEI 20-27;V1 Class. CEI 20-27;V1 Fascicolo 6337 Anno 2001 "Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione";
- Norma CEI 64-8/5 Class. CEI 64-8/6 Fascicolo 11961 Anno 2012 Edizione +EC1 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici";
- Norma CEI EN 60228 Class. CEI 20-29 Fascicolo 7885 Anno 2005 Edizione Terza+EC 1 "Conduttori per cavi isolati";
- Norma CEI 20-52;Ab Class. CEI 20-52;Ab Fascicolo 9961 Anno 2009 "Cavi elettrici. Metodi di prova per la determinazione della quantità di piombo presente nelle mescole per gli isolamenti, i rivestimenti e le guaine";

## 2.7 Canalizzazioni elettriche

- Norma CEI EN 50085-1 Class. CEI 23-58 Fascicolo 8225 Anno 2006 Edizione Seconda "Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali";
- Norma CEI EN 50085-2-3 Class. CEI 23-67 Fascicolo 10871 Anno 2010 "Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di canali con feritoie laterali per installazione all'interno di quadri elettrici";
- Norma CEI EN 62275 Class. CEI 23-113 Fascicolo 11015 Anno 2011 "Sistemi di canalizzazione e accessori per cavi - Fascette di cablaggio per installazioni elettriche";
- Norma CEI EN 62549 Class. CEI 23-120 Fascicolo 11884 Anno 2012 "Sistemi articolati e flessibili per la guida dei cavi";
- Norma CEI EN 61386-1 Class. CEI 23-80 Fascicolo 9749 Anno 2009 Edizione Seconda "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte1: prescrizioni generali";
- Norma CEI EN 61386-24 Class. CEI 23-116 Fascicolo 11518 Anno 2011 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati. Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati";
- Norma CEI EN 61386-23 Class. CEI 23-83 CT 23 Fascicolo 7582 Anno 2005 Edizione Prima "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori";
- Norma CEI EN 61386-23/A11 Class. CEI 23-83;V1 Fascicolo 11109 Anno 2011 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori";
- Norma CEI 7-6: fasc. 2989: 1997 UNI 5744-66 "Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici";

### 3. INTERVENTI

#### 3.1 Elenco interventi previsti

In generale, gli interventi possono essere così sintetizzati:

- impianto di distribuzione bt a servizio degli impianti di illuminazione;
- impianto di illuminazione della tratta stradale (corsie di accelerazione e decelerazione degli svincoli, eventuali rotatorie) realizzato con corpi illuminanti a LED;
- allacci fornitura elettrica in bassa tensione ai quadri di alimentazione.

Nella progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione sono state adottate le soluzioni e individuate le tecnologie che consentono di raggiungere i seguenti obiettivi:

- La sicurezza degli utenti stradali e degli operatori;
- La facilità realizzativa;
- I bassi costi per gli interventi di manutenzione;
- Il risparmio energetico;
- La predisposizione per il controllo remoto del sistema;

Il rispetto degli standard aziendali.

##### 3.1.1 Progetto illuminotecnico

La necessità dell'impianto di illuminazione stradale in corrispondenza degli svincoli è indicata dal D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale, al punto 6 dell'allegato, prescrive che l'illuminazione delle intersezioni stradali deve essere sempre prevista nei seguenti casi:

- Nodi di Tipo 1: intersezioni a livelli sfalsati con eventuali manovre di scambio (svincolo)
- Nodi di Tipo 2: Intersezioni a livelli sfalsati con manovre di scambio o incroci a raso

Mentre per i Nodi di Tipo 3 (intersezioni a raso) l'illuminazione deve essere realizzata nei casi in cui si accerti la ricorrenza di particolari condizioni ambientali locali, invalidanti ai fini della corretta percezione degli ostacoli, come la presenza di nebbia o foschia.

La tipologia dei nodi è definita nella figura dell'allegato qui di seguito riportata:

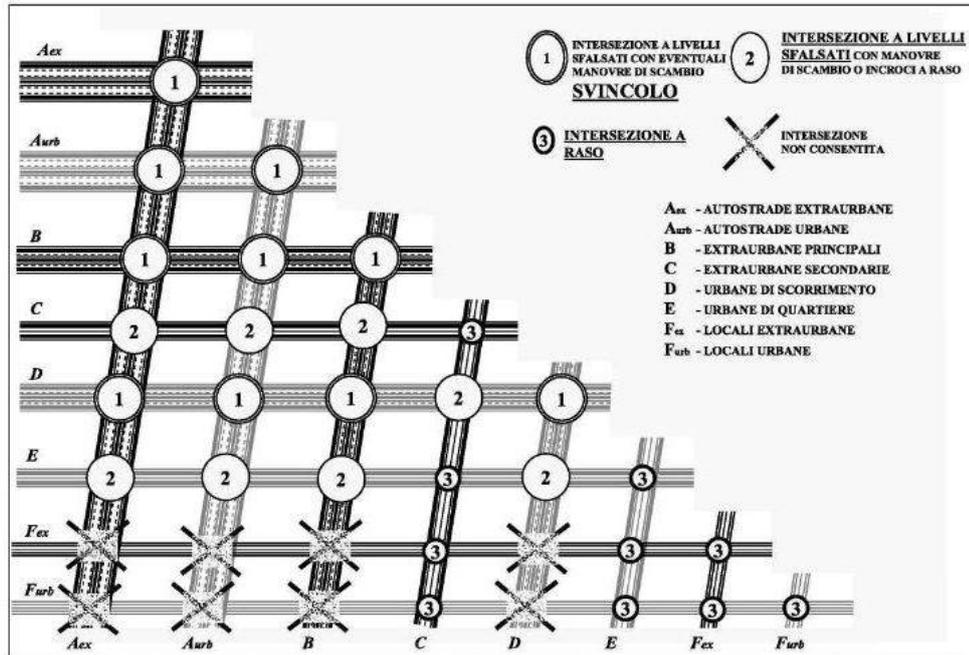


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizione delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

La modalità di illuminare gli svincoli stradali deriva dall'applicazione della norma tecnica UNI 11248:2016 "illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche", preposta alla definizione delle caratteristiche prestazionali degli impianti di illuminazione stradale, insieme al resto del quadro normativo (UNI EN 13201).

La norma, che si basa sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115:2010 e sui principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione di una data zona della strada in relazione alla categoria illuminotecnica individuata dalla norma stessa.

Lo scopo è quello di contribuire, per quanto di competenza dell'impianto di illuminazione, alla sicurezza degli utenti della strada, alla sicurezza pubblica e al buon smaltimento del traffico.

Con questi riferimenti, vengono forniti gli elementi per selezionare le zone di studio, individuare le categorie illuminotecniche e le caratteristiche per definire le procedure di calcolo e di verifica, nonché, in particolare, per fornire i criteri decisionali sull'opportunità di illuminare una strada.

L'applicazione della norma prevede una procedura di analisi dei rischi, con la quale individuare la configurazione di impianto che garantisca la massima efficacia di contributo alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne e soprattutto permetta il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

Ciò premesso gli interventi in oggetto prevedono l'illuminazione delle corsie d'entrata (d'immissione) e di uscita (di diversione) degli svincoli indicati in precedenza, oltre alle rotonde presenti nel nuovo svincolo di Paulilatino e nello svincolo di Macomer.

Sono previste forniture in bassa tensione per ciascuna delle aree di svincolo.

La progettazione ha inoltre recepito le indicazioni contenute nella nota ANAS CDG-0155210-P del 26/11/2014 "Standardizzazione degli impianti tecnologici, contenimento e monitoraggio dei relativi consumi energetici" e quanto previsto nel D.G.R. n.48/31 del 29/11/07 della Regione Sardegna: "Linee guida e modalità tecniche d'attuazione per la riduzione dell'inquinamento luminoso e acustico e il conseguente risparmio energetico".

### 3.1.2 Progettazione svincoli

Questo capitolo dettaglia le scelte progettuali seguite nella redazione del progetto illuminotecnico degli impianti di illuminazione degli svincoli.

Per ogni area di intervento si evidenziano i requisiti illuminotecnici con l'identificazione delle categorie illuminotecniche di progetto conseguenti all'analisi dei rischi.

I risultati dei calcoli illuminotecnici sono riportati nella "Relazione di calcolo illuminotecnico".

Come soluzione progettuale si è stabilito, nel rispetto della normativa vigente, di illuminare le rampe di immissione/diversione sulla S.S. 131, in corrispondenza di ciascuno dei 14 svincoli, unitamente alle due rotatorie presenti nel nuovo svincolo di Paulilatino e nello svincolo di Macomer, in quanto queste sono le zone di conflitto a maggior tasso di incidentalità.

### 3.1.3 Requisiti illuminotecnici

#### 3.1.3.1 Individuazione delle categorie illuminotecniche

Per l'individuazione delle categorie illuminotecniche dell'impianto si è identificato il tipo di strada corrispondente alla S.S. 131 e, con l'ausilio del prospetto 1 della norma UNI 11248:2016, la categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi, come riepilogato nella tabella seguente:

Zona di studio	Descrizione	Velocità di progetto [km/h]	Da prospetto UNI 11248:2016			Note
			Tipo di strada	Limite di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso	
CORSIA IMM	Rampa di entrata		B	110	M2	Come da prospetto 1 di UNI 11248:2016
CORSIA DIV	Rampa di uscita		B	110	M2	Come da prospetto 1 di UNI 11248:2016
ROT1 ROT2	Rotatorie				C2	Le rotatorie hanno strade di accesso non illuminate e, pertanto, sono da prevedere in categoria C2 (cfr. par. A.3.1.4 della UNI 11248:2016)

#### 3.1.3.2 Analisi dei rischi

Si osserva che:

- Relativamente alle rampe di entrata e di uscita si è ritenuto di diminuire di un solo livello la categoria illuminotecnica di ingresso, attribuendo la "complessità del campo visivo

normale". Pertanto dalla categoria M2 di ingresso si è passati a M3 quale categoria di progetto.

- Relativamente alle rotatorie, si è ritenuto di diminuire di un solo livello la categoria illuminotecnica di ingresso, attribuendo la "complessità del campo visivo normale". Pertanto dalla categoria C2 di ingresso si è passati a C3 quale categoria di progetto.

Non ritenendo prevedibile che l'intersezione sia fruita al 100% del traffico di progetto per l'intera durata di accensione dell'impianto, si è ritenuto giustificato introdurre lo scenario di traffico denominato "Traffico < 50%" al quale è possibile applicare la riduzione di una categoria illuminotecnica, previste dalla norma. Ne consegue che le categorie illuminotecniche di ingresso, progetto e di esercizio, per le corsie di ingresso e uscita sulla S.S. 131 per i due scenari di traffico, sono quelle riportate nella tabella seguente:

zona di studio	RAMPA INGRESSO e USCITA	Rif. Norma
descrizione tipo strada	strade extraurbane principale	UNI 11248:2016- 7.1
tipo strada	B	UNI 11248:2016- 7.1
cat. Illuminotecnica di ingresso	M2	UNI 11248:2016- 7.2
<b>Analisi dei rischi</b>		UNI 11248:2016- 8
<b>Scenario Traffico 100%</b>		
<b>Parametro di influenza</b>	<b>Riduzione categoria</b>	UNI 11248:2016- 8.3
Complessità campo visivo normale	1	UNI 11248:2016- 8.3
<b>Categoria di esercizio</b>	<b>M3</b>	UNI 11248:2016- 8.4
<b>Scenario Traffico 50%</b>		
<b>Parametro di influenza</b>	<b>Riduzione categoria</b>	UNI 11248:2016- 8.3
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di esercizio	1	UNI 11248:2016- 8.3
<b>Categoria di esercizio</b>	<b>M4</b>	UNI 11248:2016- 8.4

Analogamente, le categorie illuminotecniche di ingresso, progetto e di esercizio, per le tre rotatorie sono quelle riportate nella tabella seguente:

zona di studio	ROT	Rif. Norma
descrizione tipo strada di accesso	strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	UNI 11248:2016- 7.1
tipo strada di accesso	C	UNI 11248:2016- 7.1
cat. Illuminotecnica strade di accesso	M2	UNI 11248:2016- 7.2
strada di accesso con bracci di ingresso/uscita illuminati	No	UNI 11248:2016- A.3.1.3
cat. Illuminotecnica di ingresso	C2	UNI 11248:2016- A.3.1.3

Analisi dei rischi		UNI 11248:2016- 8
<b>Scenario Traffico 100%</b>		
<b>Parametro di influenza</b>	<b>Riduzione categoria</b>	UNI 11248:2016- 8.3
Complessità campo visivo normale	1	UNI 11248:2016- 8.3
<b>Categoria di esercizio</b>	<b>C3</b>	UNI 11248:2016- 8.4
<b>Scenario Traffico 50%</b>		
<b>Parametro di influenza</b>	<b>Riduzione categoria</b>	UNI 11248:2016- 8.3
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di esercizio	1	UNI 11248:2016- 8.3
<b>Categoria di esercizio</b>	<b>C4</b>	UNI 11248:2016- 8.4

### 3.1.3.3 Requisiti prestazionali

Sulla base della categoria illuminotecnica di progetto individuata, i requisiti prestazionali richiesti per le rampe in ingresso e in uscita degli svincoli in progetto, nei due scenari indicati, sono quelli riepilogati nella tabella seguente, secondo il Prospetto 1 della Norma UNI EN 13201-2:2016:

Parametri prestazionali (in luminanza)		
zona di studio	RAMPE INGRESSO USCITA	
Parametro	scenario	
	traffico 100%	traffico < 50%
Categoria illuminotecnica	M3	M4
Luminanza L (minima)	1	0,75
U <sub>o</sub> (minima)	0,4	0,4
U <sub>i</sub> (minima)	0,7	0,6
Tl% (massimo)	15	15
SR (minima)	0,3	0,3

Sulla base della categoria illuminotecnica di progetto individuata, i requisiti prestazionali richiesti per le rotonde, nei due scenari indicati, sono quelli riepilogati nella tabella seguente, secondo il Prospetto 2 della Norma UNI EN 13201-2:2016:

**Parametri prestazionali**

<b>zona di studio</b>	<b>ROTATORIE</b>
-----------------------	------------------

<b>Parametro</b>	<b>scenario</b>	
	<i>traffico 100%</i>	<i>traffico &lt;50%</i>
<i>Categoria illuminotecnica</i>	C3	C4
<i>E<sub>medio</sub>(lx)</i> <i>illuminamento orizzontale</i> <i>minimo mantenuto</i>	15	10
<i>U<sub>o</sub></i> <i>minimo</i>	0,4	0,4
<i>TI%</i>	10	10

### 3.1.4 Simulazione illuminotecnica

La simulazione illuminotecnica è effettuata per lo scenario:

<b>Scenario</b>	<b>Descrizione</b>
Traffico 100%	Illuminazione con traffico pari al 100% del traffico di progetto

La simulazione non è effettuata per lo scenario "Traffico < 50%" perché le verifiche sono automaticamente soddisfatte se si applica lo stesso livello di regolazione a tutti gli apparecchi.

I risultati dei calcoli illuminotecnici sono riportati nella "Relazione di calcolo illuminotecnico".

### 3.1.5 Risparmio energetico e manutenzione

Le strategie che si intendono adottare, finalizzate al risparmio energetico ed alla facilità di manutenzione, comportano risparmi quantificabili nell'ordine del 20%, mediante l'utilizzo di apparecchi illuminanti a LED in alternativa ai tradizionali apparecchi equipaggiati con lampade SAP (sodio ad alta pressione).

In virtù dell'utilizzo di corpi illuminanti a LED di ultima generazione qualità della luce ed efficienza luminosa sono due caratteristiche che hanno un'influenza diretta sul tema della sicurezza stradale. Migliori caratteristiche visive permettono infatti di migliorare significativamente le condizioni di sicurezza della circolazione stradale, riducendo complessivamente i rischi di incidenti con tutti i benefici che ciò può determinare per l'Ente gestore.

Il sistema a LED, oltre a generare risparmi dal punto di vista economico, comporta anche un minore inquinamento con minori emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera.

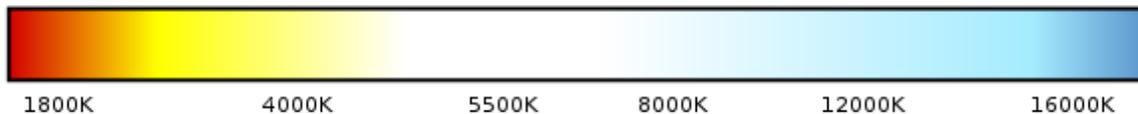
Sussistono poi ulteriori vantaggi riguardanti le prestazioni sia in valore assoluto che in termini di durata (vita media): migliore qualità della luce, maggiore efficienza luminosa e vita utile.

Relativamente al tema della qualità della luce, la luce emessa dalle lampade al sodio è tipicamente gialla, non corrispondente al picco della sensibilità dell'occhio umano e di conseguenza i colori non sono riprodotti fedelmente ed è quindi necessaria più luce per garantire una visione sicura. I LED, al contrario, emettono luce bianca fredda che permette di ottenere un'illuminazione sicura per gli utenti, abbassando i tempi di reazione all'imprevisto e riducendo il consumo di energia.

In merito a questo ultimo punto, l'illuminazione stradale a LED si traduce infatti anche in un aumento della sicurezza per gli utenti della strada, in quanto la luce bianca dei LED, dovuta all'alta "temperatura di colore" di questo tipo di sorgente luminosa (4000-6000 K) è molto simile alla luce diurna, e consente una miglior distinzione e percezione degli ostacoli rispetto alla luce gialla al sodio.

A titolo esemplificativo qui di seguito sono riportate le temperature di colore di alcune sorgenti di luce comuni:

- Luce solare a mezzogiorno: 5 400 K
- Luce del cielo: da 10 000 a 18 000 K
- Lampada Photoflood da 500 W per uso fotografico: 3 400 K
- Lampada da 100 W per uso generale: 2 900 K
- Lampada da 40 W per uso generale: 2 650 K



Una temperatura bassa (sempre però nell'incandescenza, intorno ai 2000 K) corrisponde ad un colore giallo-arancio, simile a quella del sodio AP. Scendendo si passa al rosso ed all'infrarosso, non più visibile, mentre salendo di temperatura la luce si fa dapprima più bianca, quindi azzurra, violetta ed ultravioletta. Quando comunemente si dice che una luce è calda, in realtà questa corrisponde ad una temperatura di colore bassa, viceversa un temperatura maggiore produce una luce definita comunemente fredda. Come si evince dalle immagini di seguito riportate è già sufficiente l'adozione di una lampada con una temperatura di colore simile a quella diurna per ottenere contorni più netti degli ostacoli.

L'idea di legare la tecnologia LED all'illuminazione stradale deriva anche dalle ultime scoperte scientifiche in campo percettivo: gli studi sulla visibilità con luce artificiale hanno infatti evidenziato che, in base alla luminanza, l'occhio umano utilizza o meno tutti gli apparati percettivi dell'organo (coni e bastoncelli). I risultati scientifici hanno anche indicato che sono da preferire le sorgenti luminose con spettro prevalente nella banda del blu, come i LED, senza richiedere elevati valori di luminanza. Le lampade al sodio ad alta pressione presentano, al contrario, uno spettro centrato nella banda del rosso, molto al di fuori del picco di sensibilità dell'occhio umano, e pertanto per eguagliare i risultati dei LED abbisognano di una luminanza di gran lunga superiore.

In tema di efficienza Luminosa le lampade al sodio, essendo omnidirezionali, diffondono la luce in tutte le direzioni ed è necessario pertanto dotare i corpi illuminanti di parabola per recuperare e concentrare circa la metà del fascio di luce; l'efficienza luminosa finale è quindi circa pari al 50% di quella effettivamente emessa. Al contrario, i LED emettono un fascio di luce diretto e non necessitano di parabole, per cui l'efficienza luminosa finale è prossima al 100%. Inoltre il LED può essere interfacciato con delle ottiche secondarie per restringere ulteriormente il fascio luminoso.

I LED sono montati su uno speciale supporto con caratteristiche di alta dissipazione del calore; è proprio il contenimento delle temperature di esercizio che garantisce, tra le altre cose, una lunga durata a tali diodi. Ogni lampada incorpora poi appositi alimentatori con regolatori a corrente costante per il pilotaggio dei LED. Queste due caratteristiche assicurano un'alta efficienza luminosa per tutta la vita utile della lampada (circa 100.000 ore). L'efficienza luminosa delle lampade SAP, al contrario, registra un sensibile calo dopo le primissime ore di funzionamento per poi stabilizzarsi nel corso dell'esercizio per la sua vita utile media (circa 15.000 ore).

Con temperature di giunzione per le apparecchiature proposte pari a circa 62° C sarà possibile garantire una vita della lampada (MTBF: tempo medio prima che l'apparecchiatura diventi inutilizzabile) pari a circa 130.000 ore (circa 15 anni), molto superiore a quella tipica di una lampada SAP, pari a circa 15.000 ore. Quest'ultima, infine, dopo 15.000 ore smette di funzionare e l'intervento manutentivo diventa necessario ed impellente per questioni di sicurezza; al contrario, con le lampade a LED il concetto di vita utile è associato alla durata media di funzionamento con valori del flusso luminoso almeno pari al 70% di quello iniziale per cui l'intervento manutentivo non sarà mai impellente ma potrà al contrario essere programmato (il LED continua infatti ad funzionare e ad emettere luce, anche se con un flusso luminoso più basso).

Le armature potranno poi essere dotate del modulo di controllo integrato che permette di conseguire importanti vantaggi di manutenibilità quali:

- Telecontrollo e regolazione del flusso luminoso totale emesso dall'apparecchio da 0 a 100%, sia manualmente attraverso appositi circuiti che secondo orari reimpostabili;
- Calcolo istantaneo del consumo dell'apparecchio;
- Misure della temperatura di funzionamento nel punto di saldatura dei LED e relativi allarmi;
- Rilievo dello stato di funzionamento (funzionante o guasto) e relativi allarmi;
- Misure del numero di ore di funzionamento.

## 4. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

### 4.1 Riferimenti illuminotecnici

L'impianto di illuminazione a servizio delle rotatorie e della tratta stradale di collegamento è stato dimensionato rispettando le indicazioni contenute nelle Norme UNI 10819, UNI 11248 e UNI EN 13201

### 4.2 Illuminazione rotatorie e tratta stradale

E' previsto un impianto di illuminazione a servizio delle tratte stradali ricomprese negli svincoli e delle rotatorie. L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne per tutti gli utenti della strada; il compito visivo per i conducenti degli autoveicoli, che sono gli utenti principali della strada, è costituito dalla visibilità di ostacoli potenzialmente pericolosi, nelle condizioni ambientali e di traffico presenti ed in tempo utile per decidere e realizzare azioni correttive atte ad evitare incidenti.

Le soluzioni progettuali adottate hanno contemplato l'esigenza di contenere i consumi energetici e i costi di gestione oltre a diminuire l'inquinamento luminoso.

Per la definizione dei livelli prestazionali che gli impianti di illuminazione stradale devono garantire si è fatto riferimento alla norma nazionale UNI 11248 (Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche).

La suddetta norma individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione per contribuire alla sicurezza degli utenti delle strade a completamento delle normative europee EN 13201.

Le prestazioni luminose richieste sono state ottenute mediante lampade a LED.

Gli impianti di illuminazione stradale devono conseguire altri obiettivi; per esempio devono realizzare la cosiddetta guida visiva: cioè devono facilitare l'individuazione della corretta traiettoria di marcia.

Questo obiettivo è stato raggiunto attraverso una specifica disposizione dei centri luminosi che evita discontinuità grazie ad una regolare successione geometrica.

Gli impianti elettrici di potenza suddetti si possono così riassumere:

Ciascun impianto sarà alimentato da un quadro di alimentazione nella posizione individuabile nei disegni di progetto, a sua volta alimentato dalla rete bt dell'Ente distributore. L'accensione e lo spegnimento dell'impianto sarà comandato da un sistema regolabile da fotocellula e da interruttore orario; la regolazione della luminosità dell'impianto sarà effettuata con programmazione oraria/settimanale.

Per l'alimentazione dei punti luce si impiegheranno cavi unipolari di tipo ARG7R 0.6/1kV aventi sezioni tali da contenere la caduta di tensione entro il 4%.

La distribuzione sarà realizzata con linee interrato e protette da tubi in polietilene HDPE di tipo corrugato a doppia parete diametro 110 mm.

I cavidotti saranno collocati entro scavo ad almeno 0,60 m (lato strada) oppure 1,00 m (attraversamenti) di profondità. Ogni 25/35 m, e comunque in corrispondenza di ogni cambio di direzione, verrà realizzato un pozzetto onde facilitare la posa delle linee elettriche. Tali pozzetti saranno dislocati comunque in corrispondenza di ogni punto luce al fine di permettere la derivazione del cavo di alimentazione al punto luce stesso.

## 5. IMPIANTO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE

### 5.1 Generalità

L'alimentazione di energia elettrica a servizio dei singoli impianti avverrà, da parte dell'ente distributore, con linee bt attestate al singolo contatore di energia (per la posizione consultare gli elaborati grafici).

### 5.2 Tipologia delle apparecchiature

In corrispondenza di ogni impianto (nelle posizioni indicate sugli elaborati grafici) sarà installato il relativo Quadro di illuminazione (Q.E.): l'armadio stradale per la distribuzione secondaria dei circuiti luce dovrà essere a singolo vano, completo di basamento ed equipaggiato con tutto il materiale elettrico necessario alla corretta alimentazione e protezione degli impianti ad esso sottesi.

### 5.3 Rete bt di distribuzione

Costituiscono oggetto del presente paragrafo le reti principali (o dorsali) bt derivate dai vari quadri di illuminazione per l'alimentazione delle apparecchiature in campo, tipicamente secondo una configurazione radiale semplice.

Le linee bt di distribuzione saranno interrate in cavidotti per l'alimentazione degli impianti a servizio delle rotoarie, costituiti da tubazioni in polietilene corrugato a doppia parete, serie pesante di diametro 110 mm.

I cavi saranno del tipo ARG7R, unipolari, delle sezioni indicate sugli elaborati di calcolo e dimensionamento.

La distribuzione terminale, dalla derivazione nel pozzetto al corpo illuminante, verrà realizzata in cavo multipolare del tipo FG7OR.

### 5.4 Rete di terra

Gli impianti sono realizzati in classe II e pertanto non occorre prevedere la messa a terra sia degli apparecchi illuminanti che dei pali.

Il quadro Q.E. sarà completo di sistema di protezione contro i fulmini realizzato mediante limitatori di sovratensione di classe II.

## 6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

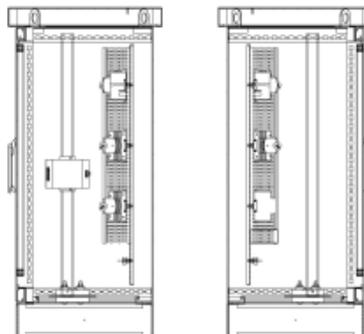
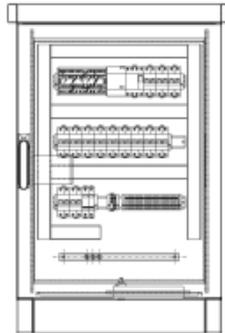
Le caratteristiche generali dei materiali e degli equipaggiamenti previsti a progetto sono in generale deducibili dagli elaborati grafici che illustrano le opere impiantistiche proposte al servizio delle rotatorie e delle tratte in oggetto.

Per quanto non espressamente indicato valgono le seguenti prescrizioni.

### 6.1 Armadi stradali di distribuzione secondaria per impianti illuminazione esterna

Gli armadi stradali per la distribuzione dei circuiti di illuminazione dovranno essere a singolo vano, completi di basamento ed equipaggiati con tutto il materiale elettrico necessario alla corretta alimentazione e protezione degli impianti ad essi sottesi.

Nella figura successiva è riportato lo stralcio tipologico illustrativo, mentre si rimanda agli elaborati grafici descrittivi per una completa interpretazione dei riferimenti tecnici proposti a progetto.



*Armadio distribuzione*

*circuiti di illuminazione*

Gli armadi dovranno essere dotati di basamento completo di pozzetto di manovra linee in cavo con chiusino in lamiera zincata a caldo (spessore minimo 7 mm), tubi corrugati in PVC Ø 63 annegati nella

fondazione e telaio di sostegno per l'armadio costituito da profilo zincato a caldo con zanche a murare e con bulloneria in acciaio inox AISI 304.

## 6.2 Pali metallici

### 6.2.1 Pali conici

I pali di supporto ai corpi illuminanti, dovranno essere di tipo conico diritto ottenuti con laminazione a caldo da tubi saldati ad alta resistenza ERW.

Dovranno essere realizzati in acciaio calmato tipo Fe 430 UNI-EN 10025, con carico unitario di resistenza a trazione  $\geq 410$  N/mm<sup>2</sup> e spessore minimo 4 mm; dovranno inoltre prevedere un trattamento di bitumazione interna.

Il processo di laminazione a caldo con macchina automatica a controllo elettronico deve consentire le seguenti tolleranze massime:

- sul diametro esterno: +/- 3%
- sullo spessore: +/- 0,3 mm.
- sulla lunghezza totale: +/- 50 mm.
- sulla rettilineità: 0,3 %

Dopo essere stati lavorati in fabbrica, devono essere protetti contro la corrosione mediante un procedimento di zincatura a caldo per immersione, secondo le modalità previste dalla Norma UNI-EN 40/4.

La chiusura dell'asola della morsettiera deve essere realizzata con portello in resina poliammidica rinforzata, avente un grado di protezione IP54 e provvisto di bloccaggio con chiave tringolare.

Le caratteristiche dimensionali dei pali devono essere corrispondenti a quelle che saranno desunte dai calcoli di progetto e completi delle seguenti lavorazioni:

- asola entrata cavi dimensioni 186x45 mm, posizionata a 500 mm centro foro dalla base del palo;
- asola per morsettiera dimensioni 186x45 mm, posizionata a 1800 mm centro foro dalla base del palo;
- protezione base palo in guaina termorestringente bitumata di lunghezza 400 mm installata ripartendo tale lunghezza a 200 mm sopra piano calpestio e 200 mm sotto lo stesso.

## 6.2.2 Pali di tipo cedevole

Nei tratti da illuminare posti in trincea si utilizzeranno pali cedevoli a sicurezza passiva; sono pali in acciaio di tipo cedevole, testati secondo la norma UNI EN 12767, con classe di sicurezza ed assorbimento di energia pari a : 100HE3. Questi assorbono energia cinetica d'urto, grazie alla loro struttura composta da una piastra in acciaio (2mm di spessore) sagomata di forma conica poligonale a 9 angoli. Acciaio ad alta resistenza (high grade steel) con snervamento minimo a 400MPa, spessore 2mm. Sigla dell'acciaio: 340LA. Zincato con materiale di protezione contro la corrosione garantito 25 anni Magnelis. La protezione è realizzata in una linea di zincatura continua di 93,5% zinco, 3% magnesio e 3,5% alluminio.

I bordi della piastra sono sovrapposti e rivettati insieme per tutta la lunghezza del palo. In caso d'impatto, la forma poligonale si appiattisce grazie alla rottura dei rivetti e la struttura in acciaio cede. Il cedimento della piastra fa sì che la stessa "catturi" il veicolo, che rallenterà in modo controllato.

Per garantire la sicurezza passiva del prodotto, dovranno essere stati eseguiti tre crash test secondo la norma UNI EN 12767 a due velocità: a 35 km/h e a 100 km/h. Nell'impatto a 100 km/h, la velocità della macchina entro 12m dal punto di impatto dovrà fermarsi completamente. Per determinare il livello di sicurezza degli occupanti del mezzo, devono essere misurati due valori: l'Indice di Severità di Accelerazione (ASI), pari a 1, e la Velocità Teorica dell'Impatto della Testa (THIV), pari a 27. Le misure di questi due valori devono essere dichiarate da un laboratorio di test accreditato. Pali che si distaccano o frangibili, e che non assorbono l'energia dell'impatto, non soddisfano i criteri di cui sopra. Il palo a sicurezza passiva deve funzionare indipendentemente dalla direzione in cui è installato. Non sono ammessi punti di fragilità, il palo deve avere le stesse caratteristiche di sicurezza per tutta la sua interezza. Sono richiesti crash test eseguiti dal vero in aggiunta a quelli del laboratorio.

Installazione: il palo deve essere installato in fondazione preformata di calcestruzzo, su vite in acciaio tipo Krinner o piastra in acciaio; come da indicazioni del produttore. Le istruzioni di posa devono essere allegate all'offerta.

In ottemperanza con le seguenti norme:

- UNI EN 40 Pali di illuminazione
- UNI EN 12 767 Sicurezza passiva delle strutture di supporti stradali (Classe di velocità: 100 km/h. Categoria di assorbimento dell'energia : HE. Livello di sicurezza del passeggero: 3)

Marchio CE. Il certificato CE, che include le due norme UNI EN 40 ed UNI EN 12767, viene di prassi allegato all'offerta. Il cartellino con il marchio CE, in ottemperanza con l'Allegato ZA della norma EN40, viene allegato

all'offerta. Il marchio deve essere approvato da un organismo notificato. Il marchio deve essere riportato sul palo con il riferimento alle norme

### 6.2.3 Portelli da palo

Il corpo portello e staffe devono essere stampati in resina poliammidica rinforzata di colore corrispondente al palo, con grado di protezione IP 54, dotato di meccanismo antiossidante di chiusura elettricamente isolato con l'esterno.

Le viti di serraggio staffe devono essere con testa semisferica ad impronta triangolare brevettata, a lati semirotondi, in acciaio inox, azionabili con chiave specifica.

### 6.2.4 Apparecchio illuminante a moduli LED

Armatura stradale con corpo realizzato in pressofusione di alluminio, grado di protezione IP66, per installazione diretta su palo verticale, diametro 60 mm.

Il vano contenente l'alimentazione elettrica dovrà essere realizzato in pressofusione d'alluminio ed accessibile senza l'uso di attrezzi.

Il supporto dei moduli a LED, dovrà essere in estruso di alluminio, progettato per gestire in modo ottimale la dissipazione del calore.

Dovrà essere garantita la resistenza alla corrosione e la stabilità del colore nel tempo anche in presenza di forte esposizione al sole.

Caratteristiche:

- Peso massimo: 6,5 Kg
- Resistenza agli urti: IK08 – 5J
- Grado IP: 66
- Classe di isolamento: CLASSE 2
- Tensione di alimentazione: 220/240V 50/60Hz
- Alimentatore: Tipo elettronico (a richiesta anche dimmerabile–1/10V)
- Possibilità di telecomando: ad onde convogliate o wi-fi
- Numero di LED: 6 o 8 tipo multichip
- Potenza massima del sistema: 67W o 84W
- Temperatura di funzionamento: Ta comprese tra -20°C e +35°C

- Colorazioni disponibili: Grigio RAL 7016
- Corpo e coperchio: In pressofusione di alluminio verniciato a polvere poliestere previo trattamento di fosfocromatazione, resistente alla corrosione ed agli agenti atmosferici.
- Viteria esterna: In acciaio INOX A2 – AISI 304
- Ingresso cavo: stagno di tipo M20
- Vetro: Tipo float spessore 4mm extrachiaro temprato termicamente fissato al corpo mediante incollaggio con silicone neutro e trattenuto con due staffe metalliche di sicurezza
- Guarnizioni: in gomma siliconica
- Riflettore: In alluminio purissimo VEGA preanodizzato ad alta riflessione (fino al 98%) realizzato mediante calandratura
- Moduli LED: realizzati con PCB metal core ad alta dissipazione termica – LED e connettori di tipo SMD
- Tipologia di LED: LED MULTICHIP MC 4000°K– corrente di pilotaggio fino a 700mA

### 6.2.5 Derivazioni verso le armature stradali

La derivazione dalla linea dorsale verso le armature stradali è realizzata nella morsettiera posta all'interno della cassetta di derivazione montata sul palo.

Sono previste cassette di derivazione in vetroresina, con grado di protezione IP 44 secondo CEI EN 60529 e IK 10 secondo CEI EN 50102, idonee per la realizzazione di impianti in classe II, dotate di morsettiera quadripolare con tensione di isolamento 450 V - corrente 80 A max, portafusibile per fusibile a cartuccia mm 10x38. I fusibili da utilizzare sono da 1 A.

### 6.2.6 Fondazioni per pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali dovranno essere mantenute le caratteristiche dimensionali di massima indicate nei disegni di progetto, ai fini delle eventuali interferenze.

In particolare dovranno essere verificate, prima dell'esecuzione dei lavori, le distanze da eventuali guardia via al fine di mantenere le distanze minime ammesse tra questi ed i pali.

Tali distanze sono funzione del grado di deformabilità dei guardia via in caso di urti.

Come indicato nei disegni tipici di progetto, è stata prevista la seguente tipologia di fondazione in funzione dell'interramento del plinto stesso:

- plinto interrato: dimensioni indicative 1000x1450x1000 mm;

All'Appaltatore opere impiantistiche sarà demandato l'onere della verifica statica del blocco di fondazione e della relativa relazione di calcolo.

Nell'esecuzione dell'opera dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

### 6.2.6.1 Plinto interrato

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco di fondazione in calcestruzzo dosato a 250kg di cemento tipo Portland classe 325 per metro cubo di miscela, inerte granulometricamente corretta ed avente pezzatura massima, quadro-tondo 51/64, per una Rbk maggiore o uguale a 25M/mm<sup>2</sup> (250kg/cm<sup>2</sup>);
- la superficie superiore dei blocchi dovrà essere sagomata, ancora in corso di getto, a quattro spioventi per assicurare l'allontanamento dell'acqua dalla base dei pali e tutte le parti in vista dovranno essere intonacate con malta dosata a 4,00 q.li di cemento tipo Portland classe 325 per metro cubo di sabbia vagliata;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- per il pozzetto inglobato nel blocco di fondazione: esecuzione del pozzetto delle dimensioni riportate a progetto, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa in opera, entro il blocco di calcestruzzo, di spezzoni di cavidotto in materiale plastico da connettere alla via cavi. n.2 spezzoni di tubazione flessibile in PVC diametro esterno 80 mm (se non diversamente indicato), tra il pozzetto e la nicchia per l'incastro del palo, in corrispondenza dell'asola avente di norma dimensione 150x50 mm presente sul palo, per il passaggio dei conduttori, posizionata con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente secondo le indicazioni della D.L. ovvero delle disposizioni contrattuali;

Nel caso in cui i blocchi di fondazione venissero a trovarsi in scarpate di terra o di materiale friabile e non fosse possibile spostarli in terreni più adatti, gli stessi dovranno essere protetti da apposito sistema di ritenuta. Per i dettagli di costruzione ed installazione vederel'elaborato "Particolari costruttivi".

## 6.3 Cavi e conduttori per bassa tensione

Sono ammessi conduttori di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (o marchio equivalente) e rispondenti alla normativa specifica vigente (CEI ed UNEL).

Per quanto concerne il colore dell'isolamento dei conduttori si fa riferimento alla tabella UNEL 00722 e più precisamente:

- Fase R: nero
- Fase S: grigio
- Fase T: marrone
- Neutro: azzurro
- PE: giallo-verde

L'azzurro ed il giallo-verde non potranno essere utilizzati per altri servizi, nemmeno per gli impianti ausiliari, salvo quanto specificatamente previsto dalla normativa tecnica vigente.

Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti.

I cavi per energia devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore:

- 1,5 mm<sup>2</sup> per circuiti luce
- 2,5 mm<sup>2</sup> per circuiti FM

L'isolamento dovrà essere idoneo alle condizioni di posa.

A seconda delle applicazioni e delle specifiche di progetto, i cavi possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma), in accordo con le prescrizioni del CPR (regolamento Prodotti da Costruzione EU 305/2011):

- Senza guaina: FG17 450/750 V
- Con guaina: FG16OR16 0,6/1 kV, FG16OM16 0,6/1 kV, FTG10(0)M1 0,6/1 kV

All'esterno e per impianti interrati devono essere utilizzati cavi con guaina (ad es. tipo FG7(O)R o ARG7(O)R, 0.6/1 kV).

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5 mm<sup>2</sup> e isolamento idoneo alle condizioni di posa.

A seconda dei casi, oltre che fra i cavi per energia, i cavi per i circuiti di comando e segnalazione sono del tipo FG 17 450/750 V.

Ferma restando la prescrizione di suddivisione in canalizzazioni diverse dei cavi afferenti a categorie diverse, tutti i cavi contenuti in una stessa canalizzazione devono essere isolati per la tensione massima prevista dai diversi sistemi presenti.

Le sezioni dei conduttori devono essere commisurate alle correnti di impiego e alla corrente nominale delle protezioni in modo che ne sia garantita la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nelle reali condizioni di posa (al più può essere autorizzata, ove motivatamente richiesta, l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione di impianti di illuminazione, peraltro sempre auspicata).

Le sezioni dei conduttori inoltre devono garantire che le massime cadute di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi punto dell'impianto stesso non superino il 4%.

I cavi interrati direttamente o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente devono essere posati ad almeno 0.5 m di profondità e devono essere protetti con apposita lastra o tegolo. Non è prescritta alcuna profondità minima di installazione se il cavo risulta protetto meccanicamente nei

confronti degli usuali attrezzi manuali di scavo da idonea protezione meccanica (ad es. tubazione di caratteristiche adeguate).

Le tubazioni interrato devono far capo a pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni, dotati di robusti chiusini, specie per le aree carrabili.

Per quanto concerne tipo di posa, raggi di curvatura, temperatura di posa, ecc., si dovranno seguire scrupolosamente le prescrizioni imposte dalle normative che regolano la materia, nonché le raccomandazioni da parte del Costruttore.

L'attestazione ai poli delle apparecchiature di sezionamento o interruzione sarà effettuata a mezzo capicorda a pinzare, con pinzatrice idraulica in modo che il contatto tra conduttore e capicorda sia il più sicuro possibile.

I tipi di cavo da utilizzare, nonché la loro formazione, sono definiti negli altri documenti di progetto (in particolare si vedano gli schemi elettrici unifilari dei quadri).

Vengono riportate nel seguito le caratteristiche dei cavi che sono ammessi

### 6.3.1 Cavi senza guaina, isolati in gomma

Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolante utilizzato HEPR di qualità G17.

Le caratteristiche salienti del cavo sono le seguenti:

- Tensione nominale  $U_0$  450 V
- Tensione nominale  $U$  750 V
- Tensione di prova 3000 V
- Tensione massima  $U_m$  1000V Installazioni Fisse
- Temperatura massima di esercizio 90°C
- Temperatura massima di corto circuito +250°C
- Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -30°C
- Temperatura minima di installazione e maneggio -15°C

### 6.3.3 Prescrizioni di posa dei cavi

I cavi dovranno essere posati con tecniche compatibili alla posizione di posa e, se del caso, i tiri dovranno tenere conto delle massime sollecitazioni meccaniche sopportate dai cavi; gli sforzi di trazione non dovranno perciò superare i limiti previsti dai costruttori.

Particolare attenzione dovrà essere posta per evitare abrasioni dei cavi durante la posa in opera.

Le curvature dovranno essere effettuate con raggio non inferiore a quello indicato dai costruttori. I cavi andranno posati con temperature esterne superiori a 3 C.

### 6.3.4 Identificazione cavi e connessioni terminali

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alla norma CEI 16-7 ed applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e dei pozzetti di derivazione con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati o termorestringenti.

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui saranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

### 6.3.5 Sistemi di posa dei cavi

Sono ammesse le seguenti tipologie di posa:

- Entro tubazioni direttamente interrate

In ogni caso dovranno essere rispettati i raggi minimi di curvatura prescritti dal costruttore.

Particolare attenzione va posta alla posa di conduttori entro tubazioni, onde evitare la formazione di eliche che ne impedirebbero lo sfilamento successivo.

Le derivazioni dalla dorsale verso l'utenza terminale può essere realizzata solo in corrispondenza di idonee scatole di derivazione con l'uso di morsetti aventi sezione adeguata.

Le linee dorsali dovranno mantenere la stessa sezione lungo tutto il loro sviluppo, salvo diversa ed esplicita indicazione.

Ogni cavo deve essere identificabile, tramite apposita marcatura (fascette o anelli), non solo alle sue estremità ma anche in corrispondenza di ciascuna scatole di derivazione e/o di transito. Il collegamento terminale sarà costituito da terminazioni adeguate al cavo ed all'apparecchio da connettere. Non sono concessi aggiustamenti apportati al conduttore o ai capicorda per consentire il loro reciproco adattamento.

I cavi, in corrispondenza delle connessioni terminali, dovranno essere fissati alla struttura portante o alla cassetta tramite pressacavo. Ciò al fine di impedire sollecitazioni, di qualsiasi natura, sui morsetti della connessione.

### 6.3.6 Giunzioni

Le giunzioni delle linee dorsali, quando necessarie, sono realizzate esclusivamente in pozzetto e sono costruite in maniera perfetta per il ripristino del doppio grado di isolamento dei conduttori. La giunzione è realizzata con morsetto a pressione tipo C crimpato con pinza oleodinamica provvista delle matrici adeguate alle sezioni del cavo, rivestita con nastro isolante in PVC con almeno due passate, successivamente con almeno 3-4 passate di nastro autoagglomerante e come finitura nuovamente con due passate di nastro in PVC. A completamento la giunzione è ricoperta con resina epossidica.

In alternativa si possono utilizzare muffole prefabbricate a resina iniettabile.

A lavoro finito la giunzione deve risultare meccanicamente salda, non deve essere evidente la forma del morsetto utilizzato per la connessione, con i cavi ben distanziati tra di loro e mai affiancati.

In ogni caso le giunte devono essere rispondenti alle norme vigenti e risultare in classe di isolamento II.

## 6.4 Cavidotti ed accessori

### 6.4.1 Tubazioni per posa all'esterno

Le tubazioni interrato dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche costruttive e di posa (salvo diversa prescrizione di progetto o indicazione della DL):

- Dovranno avere le caratteristiche dimensionali e lo sviluppo indicati nei disegni di progetto
- Essere di materiale termoplastico (polietilene) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento (> 450 N), in relazione al tipo di posa previsto
- Avere giunti di tipo a bicchiere, sigillati con apposito collante, ovvero di tipo filettato, per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo

- Essere posate a circa 0,5 m di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 5-10 cm di spessore; in ogni caso, la metodologia di posa deve essere coerente con il tipo di tubazione utilizzata, oltre che con le prescrizioni di enti pubblici eventualmente proprietari dei luoghi e di enti fornitori di sottoservizi, in tema di parallelismi ed incroci con gli stessi
- Sopra il cavidotto sarà posato nastro avvisatore in polietilene con dicitura e colore definiti in sede di progetto o DL
- Dovranno, in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e comunque ad intervalli indicativi di 30-40 m nei tratti rettilinei, attestarsi a pozzetti di ispezione completi di contrassegno di identificazione (scritta con vernice resistente o targhette fissate tramite tasselli ad espansione)
- Tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fon adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua al loro interno
- I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua all'interno della tubazione
- Il tratto entrante nel basamento del quadro elettrico deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua nello stesso
- Dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno del quadro elettrico dovranno essere chiuse e sigillate con tappo o passacavo stagno
- Prima della chiusura degli scavi dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni
- I tubi vuoti saranno corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza

In linea di principio, nello stesso tubo non dovranno essere presenti conduttori afferenti a servizi diversi, anche qualora funzionanti alla medesima tensione di esercizio.

I tubi posati per riserva dovranno comunque essere dotati di opportuni fili-pilota, in materiale non soggetto a ruggine, e dovranno essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

## 6.4.2 Prescrizioni per la realizzazione delle vie cavi interrato

Di seguito sono descritti gli interventi da effettuare nella costruzione delle vie cavi che comprendono le casistiche più comuni.

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.

L'indagine potrà, in alcuni casi, richiedere anche tecniche particolari (i.e. Tecnica Georadar); in particolare, occorrerà acquisire, presso gli Enti proprietari ed i Gestori, informazioni e documenti sulla presenza nel sottosuolo del tracciato previsto, di servizi.

#### **A. Rilievo del sottosuolo con Tecnica Georadar per situazioni complesse**

Il rilievo del sottosuolo eseguito con indagine radar, dovrà essere impiegato in casi particolari; l'applicazione di questa tecnica comporta l'impiego di idonee macchine, attrezzature e operatori e interpretazione dei dati rilevati, di seguito sommariamente specificate.

Dal rilievo, usualmente della larghezza e profondità di 3 m, deve risultare il tracciato dei sottoservizi ed in genere delle strutture presenti nel sottosuolo; deve evidenziarsi, altresì, la conformazione stratigrafica del terreno fino alla profondità prescritta.

Il sondaggio elettromagnetico deve essere eseguito con apparecchiatura elettronica radar multicanale, costituita da antenne disposte in gruppo, con l'acquisizione contemporanea di almeno due sezioni monostatiche e una bistatica e/o cross-polari.

Nel compenso per tale attività, dovranno essere compresi l'approntamento della strumentazione, l'onere del trasporto, il rilievo cartografico dell'area d'indagine, nonché la relazione riepilogativa con l'interpretazione dei dati desunti dallo studio del modello di velocità adottato, dall'analisi delle sezioni radar, delle tomografie e delle mappe di penetrazione del segnale.

Il tracciato ed i dati del rilievo dovranno essere forniti anche su supporto informatico, su cartografia fornita dalla Committente, direttamente accessibile tramite personal computer.

#### **B. Rilievi per normali situazioni**

Per normale situazione per le quali si conosce, in linea pur approssimativa, la situazione del sottosuolo, lo scavo dovrà essere eseguito con la dovuta prudenza.

Nel caso che nel tracciato dello scavo sono presenti linee elettriche in tensione, lo scavo dovrà essere eseguito previa messa fuori tensione delle linee.

#### **6.4.2.1 Posa interrata con scavo in trincea su terreno vegetale**

Questa tipologia di posa dovrà essere quella, ove possibile, prevalentemente attuata ed interesserà la scarpata a fianco della carreggiata, 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 sussiste 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.

##### **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.

##### **A fondo alla scarpata:**

Quando sussiste 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.

L'infrastruttura di posa sarà realizzata mediante scavo a sezione ristretta obbligata, secondo le dimensioni tipologiche riportate negli 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. nonché opere d'arte di interesse archeologico.

Si 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 (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.
- 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;
- 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 rinfianco con cls., 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, si dovrà 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.

**6.4.2.2 Posa interrata con scavo in trincea sotto pavimentazione stradale bituminosa**

Il lavoro, per la realizzazione 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;
- Realizzazione di 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);
- 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;
- 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/m<sup>2</sup>, 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;

Nel caso di canalizzazione per fibre ottiche, la polifora dovrà essere costituita da canaletta in acciaio zincato ricoperta da un cassonetto c.s. che garantisca uno spessore minimo di 10 cm rispetto al massimo ingombro verticale della polifora stessa.

### **6.4.3 Pozzetti**

I pozzetti dovranno essere di preferenza del tipo prefabbricato; fanno eccezione le "camerette" cavi cioè pozzetti di grande dimensioni, che dovranno essere "eseguite in opera"

#### **6.4.3.1 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, costituita da zone circolari o rettangolari con parete a spessore ridotto.

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;
- 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, si dovrà 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.

#### **6.4.3.2 Pozzetti prefabbricati in presenza di pavimentazione stradale 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.

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 (moto-spazzatrice 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.