

Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

Nuova S.S.291 Lavori di costruzione del 1° lotto da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

PROGETTISTI:

Dott. Ing. *ACHILLE DEVITOFRANCESCHI*
Ordine Ing. di Roma n. 19116

Dott. Ing. *ALESSANDRO MICHELI* Dott. Ing. *FULVIO MARIA SOCCODATO*
Ordine Ing. di Roma n. 19654 Ordine Ing. di Roma n. 18861

IL GEOLOGO

Dott. Geol. *STEFANO SERANGELI*
Ordine Geol. Lazio n. 659

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Dott. Ing. *FULVIO MARIA SOCCODATO*
Ordine Ing. di Roma n. 18861

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. *FABIO QUONDAM*

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. *ANTONIO SCALAMANDRE'*

PROTOCOLLO

DATA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS

Dott. Ing. <i>Piergiorgio D'Armini</i>	- Studio di traffico
Dott. Ing. <i>Gabriele Giovannini</i>	- Cartografia
Arch. <i>Barbara Banchini</i>	- Ambiente
Dott. Geol. <i>Giuseppe Cardillo</i>	- Ambiente
Dott. Geol. <i>Stefano Serangeli</i>	- Geologia
Dott. Ing. <i>Enrico Mittiga</i>	- Geotecnica
Dott. Ing. <i>Alessandro Mita</i>	- Idraulica
Dott. Ing. <i>Gianfranco Fusani</i>	- Strade
Dott. Ing. <i>Francesco Primieri</i>	- Strade
Dott. Ing. <i>Alessandro Piccarreta</i>	- Opere civili
Dott. Ing. <i>Francesca Bario</i>	- Opere civili
Geom. <i>Carmelo Zema</i>	- Espropri
Dott. Ing. <i>Pierluigi Fabbro</i>	- Interferenze
Dott. Ing. <i>Francesco Bezzi</i>	- Impianti
Geom. <i>Fabio Quondam</i>	- Comp., capitolati e sicurezza
Geom. <i>Pietro Tomasiello</i>	- Opere civili

RESPONSABILI DI SERVIZI INGEGNERIA

Dott. Ing. <i>Fulvio Maria Soccodato</i>	- Territorio
Dott. Ing. <i>Alessandro Micheli</i>	- Geotecnica e Impianti
Dott. Ing. <i>Achille Devitofranceschi</i>	- Opere Civili
Geom. <i>Fabio Quondam</i>	- Computi e capitolati
Dott. Geol. <i>Serena Majetta</i>	- Caratterizzazione ambientale

IMPIANTI

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	TOOIM00IMPRES01B		
LOPLSC	D	1401	CODICE ELAB. TOOIM00IMPRES01	B	A4
D					
C					
B	EMISSIONE PER PROCEDURE AUTORIZZATIVE	APR. 2015	F. BEZZI	F. BEZZI	A . MICHELI
A	EMISSIONE	APR. 2015	F. BEZZI	F. BEZZI	A . MICHELI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**S.S. 291 “ della Nurra”
Lavori di costruzione del 1° lotto da Alghero ad Olmedo,
località bivio Cantoniera Rudas**

Relazione Tecnica Impianti

 Progetto Definitivo

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	GENERALITÀ	4
1.2	GLOSSARIO.....	5
2	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	5
3	DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI	8
3.1	GENERALITÀ	8
3.2	DESCRIZIONE	8
4	PROGETTO ILLUMINOTECNICO SVINCOLI	10
4.1	GENERALITÀ	10
4.1.1	<i>Requisiti illuminotecnici</i>	10
4.2	SIMULAZIONE ILLUMINOTECNICA.....	14
4.2.1	<i>Scelte progettuali</i>	14
4.2.2	<i>Regolazione</i>	14
5	PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI	14
5.1	DATI DI PROGETTO	14
5.1.1	<i>Caratteristiche dell'alimentazione</i>	14
5.1.2	<i>Condizioni ambientali</i>	15
5.2	IMPIANTO ELETTRICO – SCELTE PROGETTUALI	15
5.2.1	<i>Suddivisione dell'impianto</i>	15
5.2.2	<i>Sezione dei conduttori</i>	16
5.2.3	<i>Tipi di condutture e relativi modi di posa</i>	17
5.3	DISTRIBUZIONE ELETTRICA	20
6	SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE	20
6.1	GENERALITÀ	20
6.2	SOSTEGNI	21
6.2.1	<i>Tipologia:</i>	21
6.2.2	<i>Basamenti:</i>	21
6.2.3	<i>Posa dei pali:</i>	22
6.3	APPARECCHI ILLUMINANTI.....	22
6.3.1	<i>Tipologia apparecchi</i>	22
6.3.2	<i>Montaggio</i>	22
6.3.3	<i>Regolazione</i>	23

Progetto Definitivo

6.4	CAVIDOTTI	24
6.4.1	<i>Tipo di posa</i>	24
6.4.2	<i>Pozzetti</i>	25
6.5	LINEE DI ALIMENTAZIONE	25
6.5.1	<i>Materiali costruttivi</i>	25
6.5.2	<i>Sezioni e distribuzione delle linee di alimentazione:</i>	25
6.5.3	<i>Sfilabilità dei cavi</i>	26
6.5.4	<i>Collegamento delle fasi ai punti luce</i>	26
6.5.5	<i>Giunzioni</i>	26
6.5.6	<i>Identificazione dei circuiti e delle fasi:</i>	26
6.5.7	<i>Derivazioni verso le armature stradali</i>	27
6.6	IMPIANTO DI TERRA	27
6.7	QUADRI ELETTRICI	27
6.7.1	<i>Caratteristiche</i>	27

Progetto Definitivo

1 INTRODUZIONE

1.1 Generalità

Il progetto definitivo sviluppa l'ultima tratta della nuova S.S.291 VAR che, nel suo insieme, costituisce il collegamento stradale tra Sassari ed Alghero.

Si tratta nello specifico del progetto per la realizzazione del lotto 1 (da Alghero allo svincolo Mamuntanas), stralciato all'epoca della realizzazione dei lotti 2 e 3.

L'intervento consiste nella realizzazione di circa 3,7 Km di strada extraurbana principale – sezione tipo B con 2+2 corsie di marcia ex D.M. del 05/11/2001 – che, partendo dallo svincolo già realizzato nell'ambito dei lavori lotto 2 in località Stazione di Mamuntanas, penetra fino all'abitato del comune di Alghero dove, attraverso uno svincolo a livelli sfalsati con una strada urbana di quartiere – Sezione tipo E del D.M. del 05/11/2001 – si collega alla S.S. 127bis ed alla S.S.291dir-S.P.42.

La strada urbana di collegamento tra la S.S.127bis e la S.S.291dir è parte integrante del presente intervento e costituisce, con un'estesa di circa 3,4 Km, il completamento della Circonvallazione di Alghero in corso di realizzazione da parte del Comune.

Questo documento costituisce la relazione tecnica relativa alla progettazione degli impianti di illuminazione dello svincolo a livelli sfalsati della parte terminale della strada extraurbana principale (sezione tipo B), nonché della nuova Circonvallazione di Alghero comprensiva della rotatoria denominata “Rotatoria n.2” e delle intersezioni a raso con la viabilità esistente.

Nella progettazione definitiva degli impianti d'illuminazione sono state adottate le soluzioni e individuate le tecnologie che soddisfano maggiormente i seguenti obiettivi:

- la sicurezza degli utenti stradali e degli operatori;
- facilità realizzativa;
- bassi costi per gli interventi di manutenzione;
- bassi costi di esercizio;
- risparmio energetico;
- controllo in remoto del sistema
- rispetto degli standard aziendali

In sede progettuale 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, i requisiti elencati negli elaborati progettuali possono essere sostituiti con requisiti tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questo contesto o nelle tavole progettuali.

I riferimenti dei materiali di tipo commerciale, se presenti, sono da intendersi, in tutti gli elaborati progettuali, solo ed esclusivamente come dichiarazione esemplificativa di caratteristiche tecniche.

Progetto Definitivo

1.2 Glossario

Di seguito si riporta il significato di acronimi e/o di altri nomi tecnici utilizzati in questo documento.

Acronimo	Descrizione
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CIE	International Commission on Illumination
LED	Light Emitting Diode
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione

2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione.

Le principali norme applicabili sono:

- UNI EN 40-5:2003 Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio
- UNI EN 40-3-3:2013 Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica - Verifica mediante calcolo
- UNI EN 40-2:2004 Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
- UNI 11248:2012 Illuminazione stradale .– Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- UNI EN 13201-2:2004 Illuminazione stradale .– Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3:2004 Illuminazione stradale .– Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- UNI EN 13201-4:2004 Illuminazione stradale .– Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- CIE 115:2010 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic
- CIE 126:1997 Guidelines for minimizing sky glow
- CIE 136:2000 Guide to the Lighting of Urban Areas
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto.
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI del CT3 - Documentazione e Segni Grafici. Tutti i fascicoli in vigore.
- CEI 8-6 Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione.

Progetto Definitivo

- CEI 11-17:2011 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di corto circuiti nelle reti trifasi a corrente alternata.
- CEI 11-26 Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito.
- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) Esercizio degli impianti elettrici.
- CEI 11-49 (CEI EN 50110-2) Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali).
- CEI del CT16 - Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni: tutti i fascicoli in vigore.
- CEI 16-2 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.
- CEI 16-4 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici.
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi.
- CEI 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
- CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD).
- CEI 17-13/4 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS).
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).
- CEI 17-70 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione.
- CEI 17-71 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione”. Prescrizioni generali.
- CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22 II, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, relativamente ai vari tipi di cavi elettrici.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario.
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.

Progetto Definitivo

- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (Codice IP).
- Norme del CT 70 – involucri di protezione: tutti i fascicoli.
- CEI 81-2 “Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini”.
- CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali.
- CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio.
- CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- CEI EN 60598-1:2009 Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
- CEI EN 60598-2-3:2003 Apparecchi di illuminazione - Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
- CEI UNI 70029:1998 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza
- CEI UNI 70030:1998 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa
- Tabelle CEI-UNEL 00721 Colori del rivestimento esterno dei cavi interrati.
- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali Uo/U non superiori a 0,6/1 kV.

Le principali disposizioni legislative applicabili sono:

- Direttiva Presidenza Consiglio Ministri 3/3/99 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici";
- DM 21 Marzo 1988, n°449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche esterne";
- DM 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.
- DM 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”
- DPR 495/92 e s.m.i. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada";
- Legge n° 186 del 01.03.1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici costruiti “a regola d’arte”.
- Legge n° 791 del 18.01.1977 Attuazione della Direttiva n° 73/23/CEE (abrogata dalla Direttiva n° 2006/95/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere impiegato entro alcuni limiti di tensione.
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 “Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- D.lgs 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i. - Nuovo codice della strada
- D.lgs. n°81/2008 e s.m.i. “Testo Unico sulla Sicurezza”.
- 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 (art. 19, comma 1, L.R. 29 maggio 2007, n. 2).”

Progetto Definitivo

Le direttive applicabili sono

- 2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione.
- 2004/108/CE Direttiva compatibilità elettromagnetica

3 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

3.1 Generalità

Questo capitolo inquadra l'intervento di progettazione definitiva relativo agli impianti di illuminazione previsti nell'ambito dell'intervento in progetto.

I dettagli, le metodologie di progettazione e di calcolo sono riportati nei capitoli successivi di questo documento e negli allegati richiamati.

3.2 Descrizione

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

Progetto Definitivo

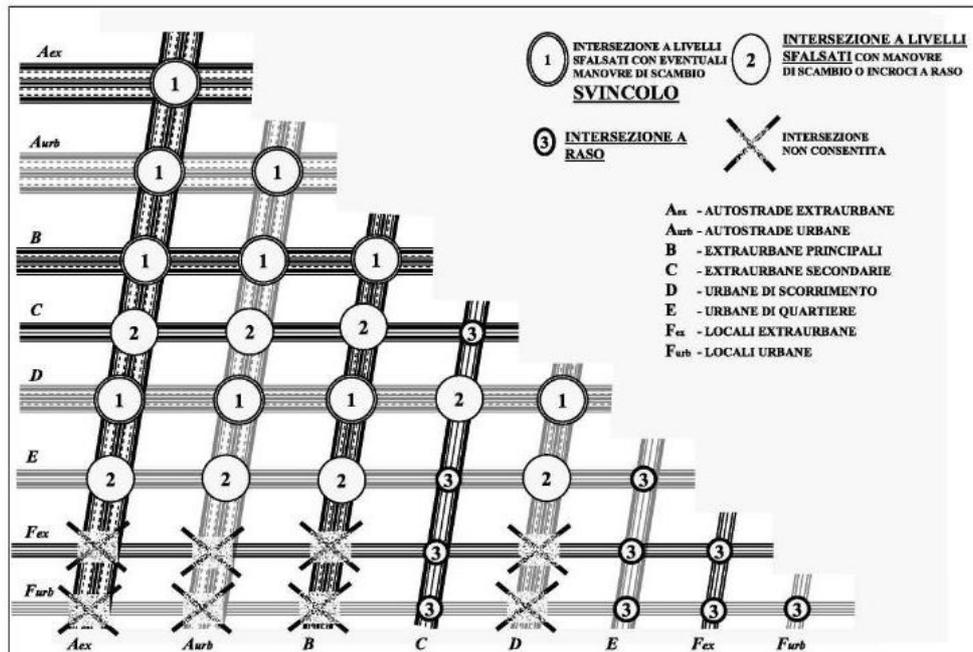


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizioni delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

La modalità di illuminare gli svincoli stradali deriva dall'applicazione della norma tecnica UNI 11248:2012 "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 13201-2-3-4).

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 del nodo di Tipo 2, della Circonvallazione di Alghero e dei Nodi di Tipo 3 presenti su strade esistenti che già prevedono un impianto d'illuminazione in coerenza con le soluzioni progettuali sviluppate dal Comune.

Sono previste n.3 forniture elettriche in bassa tensione, ovvero: in corrispondenza dello svincolo a livelli sfalsati con la Circonvallazione di Alghero, dell'intersezione con la SP42 e della "Rotatoria n.2".

Progetto Definitivo

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”.

4 PROGETTO ILLUMINOTECNICO

4.1 Generalità

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 in allegato.

Come soluzione progettuale si è stabilito, nel rispetto della normativa vigente, di illuminare l’area di svincolo a livelli sfalsati e l’intera Circonvallazione di Alghero comprensiva della “Rotatoria n.2”.

4.1.1 *Requisiti illuminotecnici*

4.1.1.1 *Individuazione delle categorie illuminotecniche*

Per l’individuazione delle categorie illuminotecniche dell’impianto si è identificato il tipo di strada e, con l’ausilio del prospetto 1 della norma UNI 11248:2012, la categoria illuminotecnica di ingresso all’analisi dei rischi, come riepilogato nella tabella seguente:

Progetto Definitivo

Zona di studio	Descrizione	Velocità di progetto [km/h]	Da prospetto UNI 11248:2012			Note
			Tipo di strada	Limite di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso	
RAMP	rampe di immissione e uscita sulla tangenziale di Alghero		B	110	ME2	Come da prospetto 1 di UNI 11248:2012
TANG	Tangenziale di Alghero		E	50	ME3b	Come da prospetto 1 di UNI 11248:2012
ROT2	Rotatoria n.2				CE2	Come da punto B.2.1.2 di UNI 11248:2012
INT	Intersezioni a raso con la tangenziale di Alghero				CE2	Come da punto B.3.2.1 di UNI 11248:2012

Individuazione tipo di strada e categoria illuminotecnica

4.1.1.2 Analisi dei rischi

Applicando l'analisi dei rischi si ottiene la categoria illuminotecnica di progetto partendo dalla categoria illuminotecnica di ingresso.

Si osserva che:

- Alla zona di studio denominata RAMP è possibile applicare il parametro di influenza denominato “Complessità del campo visivo normale” che determina, secondo il prospetto 2 della norma UNI 11248/2012, la riduzione di una categoria illuminotecnica (da ME2 a ME3a).
- Alla zona di studio denominata TANG non si è ritenuto opportuno applicare alcun parametro di influenza e, pertanto, si conferma la categoria illuminotecnica di ingresso (ME3b).
- Alla zona di studio denominata ROT2 non si è ritenuto opportuno applicare alcun parametro di influenza e, pertanto, si conferma la categoria illuminotecnica di ingresso (CE2).
- Alla zona di studio denominata INT non si è ritenuto opportuno applicare alcun parametro di influenza e, pertanto, si conferma la categoria illuminotecnica di ingresso (CE2).
- non è prevedibile che il tratto stradale in progetto sia fruito al 100% del traffico di progetto per l'intera durata di accensione dell'impianto: si ritiene quindi giustificato introdurre lo scenario di traffico denominato “Traffico < 50%” al quale è possibile applicare la riduzione di una categoria illuminotecnica, previste dalla norma.

Progetto Definitivo
4.1.1.3 Requisiti prestazionali

Sulla base delle categorie illuminotecniche di progetto individuate, i requisiti prestazionali richiesti per le varie zone e nei vari scenari sono quelli riepilogati nelle tabelle seguenti:

Parametri prestazionali (in luminanza)		
zona di studio	RAMP	
Parametro	scenario	
	traffico 100%	traffico < 50%
Categoria illuminotecnica	ME3a	ME4a
Luminanza L (minima)	1	0,75
U_o (minima)	0,4	0,4
U_l (minima)	0,7	0,6
Tl% (massimo)	15	15
SR (minima)	0,5	0,5

Parametri prestazionali (in luminanza)		
zona di studio	TANG	
Parametro	scenario	
	traffico 100%	traffico < 50%
Categoria illuminotecnica	ME3b	ME4b
Luminanza L (minima)	1	0,75
U_o (minima)	0,4	0,4
U_l (minima)	0,6	0,5
Tl% (massimo)	15	15
SR (minima)	0,5	0,5

 Progetto Definitivo

Parametri prestazionali		
zona di studio	ROT2 e INT	
Parametro	scenario	
	traffico 100%	traffico < 50%
Categoria illuminotecnica	CE2	CE3
$E_{medio} (lx)$ illuminamento orizzontale minimo mantenuto	20	15
U_o minimo	0,4	0,4
TI%	10	10

Progetto Definitivo

4.2 Simulazione illuminotecnica

La simulazione illuminotecnica è effettuata per lo scenario

Scenario	Descrizione
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.

4.2.1 Scelte progettuali

Gli apparecchi utilizzati sono del tipo a LED da 84 W, IP66, Classe II, posizionati su pali di altezza fuori terra pari a 7 m, con sbraccio di 2 m.

4.2.2 Regolazione

Per ridurre gli oneri di manutenzione e i costi energetici, è previsto un sistema di regolazione del flusso luminoso basato sulle “onde convogliate”.

5 PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

5.1 Dati di progetto

5.1.1 Caratteristiche dell'alimentazione

L'energia viene fornita in bassa tensione ai nuovi quadri elettrici, ubicati:

- nell'area di svincolo a livelli sfalsati con la Circonvallazione di Alghero, denominato QES
- in corrispondenza dell'intersezione con la SP42 denominato QE1

Progetto Definitivo

- in corrispondenza della nuova “Rotatoria n.2” denominato QE2

Le caratteristiche di ciascuna fornitura sono:

- Frequenza 50 Hz
- Tensione nominale 230/400 V
- L'impianto è del tipo TT

I carichi elettrici sono costituiti principalmente dalle lampade a LED.

Il quadro elettrico QES alimenterà i circuiti di illuminazione dell'intero svincolo a livelli sfalsati mentre i quadri QE1 e QE2 alimenteranno i circuiti di illuminazione dell'intera Circonvallazione di Alghero.

5.1.2 Condizioni ambientali

Le opere sono realizzate in esterno.

5.2 Impianto elettrico – scelte progettuali

5.2.1 Suddivisione dell'impianto

Il numero ed il tipo dei circuiti necessari sono stati determinati sulla base dei seguenti punti:

- punti di consumo dell'energia richiesta;
- carico prevedibile nei diversi circuiti;
- natura dei carichi da alimentare;
- evitare pericoli e ridurre inconvenienti in caso di guasto;
- facilitare le ispezioni, le prove e la manutenzione in condizioni di sicurezza;
- selettività di intervento delle protezioni.
- sezionamento di parti di impianto in modo tale da garantire, per brevi periodi, l'illuminazione anche ad un livello degradato (ad esempio in casi particolari si illuminano solo alcune zone).

Ciò posto ciascuno quadro elettrico alimenterà più circuiti trifase indipendenti.

Progetto Definitivo

5.2.2 Sezione dei conduttori

La sezione dei conduttori è determinata in funzione:

- della loro massima temperatura di servizio;
- della caduta di tensione ammissibile;
- delle sollecitazioni elettromeccaniche alle quali i conduttori possono venire sottoposti;
- del valore massimo dell'impedenza che permetta di assicurare il funzionamento della protezione contro i cortocircuiti.
- della minima sezione commerciale disponibile.

5.2.2.1 Portata dei cavi

La portata dei cavi è determinata considerando una temperatura ambiente di 30° nel caso di posa in tubazioni o cassette, mentre nel caso di cavi posati interrati la temperatura del terreno considerata è di 20°C.

Per i cavi isolati in PVC, la temperatura massima consentita è di 70°C, mentre per i cavi isolati in EPR la temperatura massima consentita è stata di 90°C.

Per il calcolo della sezione del conduttore si è determinata la corrente di impiego I_B che il cavo deve portare e da confronto con la portata effettiva I_Z del cavo stesso, determinata moltiplicando la portata nominale del cavo I'_Z per un coefficiente correttivo k_{tot} derivante da:

- tipo di installazione;
- influenza dei circuiti vicini;
- numero di strati;
- temperatura ambiente.

si è imposto che:

$$I_Z = I'_Z * k_{tot}$$

e che:

$$I_B \leq I_Z$$

5.2.2.2 Caduta di tensione ammissibile

La caduta di tensione è limitata entro il 5% anche se le armature a LED accettano cadute di tensioni superiori.

Il valore della caduta di tensione [V] è determinato mediante la seguente formula:

Progetto Definitivo

$$\Delta U = k I_B L (r \cos\phi + x \sin\phi)$$

ed in percentuale

$$\Delta U\% = \Delta U / U_n * 100$$

dove:

- I_B è la corrente d'impiego nel conduttore [A];
- k è un fattore di tensione pari a 2 nei sistemi monofase e bifase e $\sqrt{3}$ nei sistemi trifase;
- L è la lunghezza del conduttore [km];
- r è la resistenza del conduttore [Ohm/km];
- x è la reattanza del conduttore [Ohm/km];
- U_n è la tensione nominale dell'impianto [V];
- $\cos\phi$ è il fattore di potenza del carico.

5.2.2.3 Sezioni minime dei conduttori

La sezione di fase minima dei circuiti a c.a. è imposta a:

- 2,5 mm² per cavi in Cu dei circuiti di potenza;
- 0,5 mm² per cavi in Cu dei circuiti di comando e di segnalazione;
- 16 mm² per conduttori monofase in Al dei circuiti di potenza.
- Il conduttore di neutro ha la stessa sezione dei conduttori di fase.

5.2.3 Tipi di condutture e relativi modi di posa

5.2.3.1 Scelta del tipo di conduttura e di posa

La scelta del tipo di conduttura e di posa è stata determinata da:

- natura dei luoghi;
- dalla possibilità che le condutture siano accessibili a persone e ad animali;
- dalla tensione;
- dalle sollecitazioni termiche ed elettromeccaniche che si possono produrre in caso di cortocircuito;
- dalle altre sollecitazioni alle quali le condutture possano prevedibilmente venire sottoposte durante la realizzazione dell'impianto elettrico o in servizio;
- facilità di realizzazione.
- disponibilità commerciale per cavi in Alluminio.

Progetto Definitivo

5.2.3.2 *Dispositivi di protezione*

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione sono determinate secondo la loro funzione, come, ad esempio:

- protezione dalle sovracorrenti (sovraccarichi, cortocircuiti);
- protezioni dalle correnti di guasto a terra;
- protezione dalle sovratensioni;
- protezione dagli abbassamenti o dalla mancanza di tensione;
- protezione dai contatti indiretti.

5.2.3.3 *Indipendenza dell'impianto elettrico*

L'impianto elettrico è progettato in modo da escludere influenze mutue dannose tra lo stesso impianto elettrico e gli impianti non elettrici del comprensorio.

5.2.3.4 *Accessibilità dei componenti elettrici*

I componenti elettrici sono previsti in posizioni tali da rendere agevole la loro installazione iniziale e la successiva eventuale sostituzione, nonché per permettere l'accessibilità per ragioni di funzionamento, verifica, manutenzione o riparazione.

5.2.3.5 *Scelta dei componenti elettrici*

I componenti elettrici indicati nella relazione di calcolo elettrico sono stati scelti in funzione:

- del valore efficace della tensione al quale essi sono alimentati nell'esercizio ordinario;
- del valore efficace della corrente che devono portare nell'esercizio ordinario e dell'eventuale corrente che li può percorrere in regime perturbato per periodi di tempo determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione;
- della frequenza nominale dell'energia fornita;
- delle condizioni di installazione;
- della compatibilità con gli altri componenti elettrici;
- della prevenzione da effetti dannosi quali fattore di potenza, correnti di spunto, carichi asimmetrici, armoniche.

Tutte le apparecchiature indicate portano il marchio CE e IMQ, ove previsto. Il grado di protezione dei componenti è adeguato all'ambiente d'installazione.

5.2.3.6 *Protezione contro i contatti indiretti*

La protezione è realizzata adottando i seguenti accorgimenti:

- Tutti i proiettori previsti negli svincoli sono in Classe II (doppio isolamento) e, pertanto, non è prevista la messa a terra;
- conduttori di protezione di adeguata sezione per tutte le utenze elettriche non previste in Classe II;

Progetto Definitivo

- protezioni differenziali a media ed alta sensibilità.

5.2.3.7 Protezione contro i sovraccarichi

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una linea è installato, a monte della stessa, un organo di protezione di caratteristiche tali da soddisfare e seguenti:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 * I_z$$

dove:

I_b corrente di impiego

I_n corrente nominale della protezione

I_z portata della linea nelle determinate condizioni di posa

I_f corrente convenzionale di funzionamento

Le protezioni rispettano il legame tra I_f ed I_n stabilito dalle Norme CEI 17-5 e 23-3.

5.2.3.8 Protezione contro i corto circuiti

I dispositivi di protezione nei quadri e sulle apparecchiature hanno potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presente nel punto ove è installato il dispositivo.

E' eseguita la verifica termica dei conduttori nelle condizioni di corto circuito, secondo quanto stabilito dalla Norma CEI 64-8.

5.2.3.9 Protezione contro le ustioni

Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano sono tali da non raggiungere le temperature indicate nella tabella seguente.

Parti accessibili	Materiale delle parti accessibili	Temperatura massima [°C]
Organi di comando da impugnare	Metallico	55
	Non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugate	Metallico	70
	Non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	Metallico	80
	Non metallico	90

Progetto Definitivo

5.3 Distribuzione elettrica

Il progetto prevede la realizzazione di 3 impianti elettrici distinti a servizio dell'illuminazione di:

1. Svincolo a livelli sfalsati con la Circonvallazione di Alghero.
2. Tratto della Circonvallazione di Alghero compreso tra la S.P. 42 e lo svincolo a livelli sfalsati.
3. Tratto della Circonvallazione di Alghero tra lo svincolo a livelli sfalsati e la S.S. 127 bis.

Le caratteristiche elettriche degli impianti d'illuminazione sono essenzialmente:

- Tensioni nominali di alimentazione: 400 V
- Frequenza nominale di tali tensioni: 50 Hz
- Distribuzione delle alimentazioni: trifase
- Tipo di distribuzione: in derivazione
- Caduta di tensione massima: 5%
- Fattore di potenza: 0,9

Per quanto riguarda la distribuzione elettrica, il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrati costituiti da tubazione in PVC pesante, diametro 90 mm, doppia parete del tipo corrugato, da posizionarsi su scavi a sezione obbligata realizzati con mezzi meccanici o su passerelle metalliche staffate in corrispondenza dei viadotti.

Al fine di permettere un corretto infilaggio dei cavi elettrici, le tubazioni saranno intercettate da pozzetti in cls prefabbricati con chiusini carrabili.

6 SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE

6.1 Generalità

Questo capitolo, a completamento degli elaborati grafici riportati, descrive:

- le soluzioni tecniche adottate
- la tipologia dei materiali utilizzati

Progetto Definitivo

- le lavorazioni da eseguire
- le norme esecutive per la realizzazione e/o la messa in opera dei materiali

6.2 Sostegni

6.2.1 Tipologia:

I pali utilizzati per il sostegno dei corpi illuminanti sono di altezza totale pari a 7,80 m ($h_{ft} = 7,00$ m) con sbraccio di 2,00 m.

I pali sono completi delle seguenti lavorazioni eseguite e certificate dal costruttore:

- asola per l'ingresso dei conduttori di alimentazione posta a circa 300 mm dal piano di interrimento.
- asola portamorsettiera (morsettiera in Classe II) completa di portello in alluminio.

I pali sono inseriti nel foro del basamento opportunamente predisposto. Lo spazio tra foro del basamento e palo è riempito, fino a circa 4 cm dal piano del basamento, con sabbia grossa debitamente bagnata e compressa fino a non lasciare nessun interstizio. La rimanente parte è riempita con malta antiritiro. La posa del palo è completata con collarino in cls con gli spigoli opportunamente smussati per favorire il rapido allontanamento delle acque.

6.2.2 Basamenti:

L'ancoraggio dei pali è realizzato attraverso la posa in opera di idonei basamenti di fondazione o, in presenza di viadotto, su supporto metallico ancorato su apposita dala.

I basamenti di fondazione della dimensione di 100x100x120 cm sono in cls.

Tutti i basamenti sono posti al di fuori della sede stradale.

La parte superiore dei basamenti di fondazione, su terreno naturale, è a giorno, ben levigata e squadrata, salvo diverse disposizioni impartite dalla direzione lavori; per le zone in rilevato, la profilatura della scarpata deve essere concordata con la direzione lavori.

I basamenti sono completi di apposito foro realizzato con tubi in PVC del diametro di mm 200.

Al termine della lavorazione di costruzione del basamento è prevista la rimozione del tubo in PVC utilizzato come dima.

Il raccordo fra il pozzetto di derivazione esterno al basamento ed il basamento di fondazione stesso, per la posa del cavo di alimentazione, è realizzata con tubo in PVC flessibile del diametro interno di mm 60 ed a 30 cm di profondità; tale raccordo ha pendenza verso il pozzetto.

Progetto Definitivo

6.2.3 Posa dei pali:

Le quote di infilaggio del palo all'interno del basamento, dei fori porta morsettiere e quant'altro indicato nelle schede tecniche del costruttore devono essere tassativamente rispettate.

Se non diversamente specificato negli elaborati grafici, il palo è orientato in modo tale che l'asse di simmetria longitudinale del corpo illuminante che sostiene sia perpendicolare all'asse della corsia ad esso adiacente.

Sulla sezione trasversale i pali di illuminazione sono posti ad una distanza minima di 1,5 m dal bordo della carreggiata in modo da ridurre i rischi di abbattimento in caso di svio dei veicoli. Tale distanza elimina anche eventuali interferenze con i guardrail posti a protezione del margine stradale e permette l'accesso al pozzetto di derivazione elettrica posto alla base del palo; l'esatta distanza dalla barriera di protezione deve essere determinata in funzione del livello di larghezza operativa (W) espressa in metri.

Particolare attenzione deve essere posta nel posizionamento del palo sulla sezione trasversale, infatti, corpi illuminanti mal posizionati potrebbero portare a condizioni di illuminazione diverse da quelle calcolate nel progetto illuminotecnico.

Per l'esatto posizionamento planimetrico si faccia riferimento alla apposita tavola grafica allegata.

Le quota di installazione dei corpi illuminanti degli svincoli è pari a 7,00 m dal piano stradale.

E' cura della direzione lavori verificare che eventuali alberature di qualsiasi tipo non vanifichino l'illuminamento occorrente.

6.3 Apparecchi illuminanti

6.3.1 Tipologia apparecchi

La scelta di utilizzare apparecchi a LED è in linea con l'attuale stato dell'arte e con le indicazioni aziendali che prevedono sorgenti luminose ad elevata efficienza nell'ottica di contenere il consumo energetico e di diminuire gli oneri di manutenzione e gestione.

Nella progettazione illuminotecnica si è evitato per quanto possibile di:

- illuminare aree non destinate alla circolazione stradale,
- superare i limiti minimi imposti dalla norma UNI.

Tutti i corpi illuminanti sono dotati di dispositivo per la regolazione ad “onde convogliate”.

6.3.2 Montaggio

Progetto Definitivo

Tutti i corpi illuminanti sono montati con asse fotometrico principale perpendicolare al piano stradale (tilt = 0°).

Il montaggio del corpo illuminante ed il cablaggio elettrico deve essere seguito in conformità con quanto riportato nella documentazione del costruttore.

6.3.3 *Regolazione*

Il sistema di regolazione previsto per gli impianti di illuminazione stradale è del tipo ad “onde convogliate” con telecontrollo.

Il sistema di regolazione è basato sui seguenti componenti principali:

- **Interruttore e sensore crepuscolare ad infrarosso** per l'accensione dell'impianto.
- **Modulo di gestione ad onde convogliate**: modulo per il sistema di controllo dei punti luce basato sulla comunicazione in tempo reale a onde convogliate tra quadro e singoli moduli palo, secondo le prescrizioni della EN 50065-1 (trasmissioni di segnali su rete elettriche a bassa tensione nella gamma di frequenze da 3 a 148,5 KHz).
- **Gruppo bobine filtro** installate ad inizio linea nel quadro di controllo, che hanno la funzionalità di impedire che il segnale di trasmissione ad onda convogliata possa disperdersi verso la rete di alimentazione.
- **Contattori** per interrompere l'alimentazione dei circuiti di illuminazione nel periodo diurno (in tal modo si elimina qualsiasi assorbimento da parte dei circuiti di illuminazione).

Il sistema di telegestione è basato sui seguenti componenti:

- **Modulo** per acquisizione misure quadro e gestione comunicazione remota: questo modulo raccoglie le informazioni memorizzate ed effettua le misure dei parametri elettrici della linea di alimentazione, recepisce dei segnali digitali (tensione, corrente, fattore di potenza, frequenza, potenza, energia oltre allo stato degli interruttori e dei contattori) e trasmette tutte queste informazioni al centro di controllo tramite modem GSM/GPRS.

Il sistema è corredato di apposito SW per il setup e per la regolazione dell'impianto. Le funzionalità messe a disposizione del SW sono:

- Trasferimento di scenografie verso i ricevitori installati su ogni corpo illuminante nel momento in cui avviene il cambio ora solare/ora legale
- Polling continuo delle misure per verificare lo stato lampada (acceso/spento) e lo stato del ricevitore (comunica/non comunica)
- Scenografie per la configurazione e la gestione degli scenari di illuminazione ad orario o ad evento (intervento del crepuscolare)
- Polling raccolta min. consumo per la raccolta delle informazioni relative al livello percentuale di dimmerazione di ogni corpo illuminante
- Polling raccolta misure dei moduli in campo
- Cambio ora solare/ora legale per le impostazioni delle date di cambio ora solare/legale.
- Gestione allarmi per la configurazione delle chiamate da effettuare in caso di allarme

Progetto Definitivo

- Lettura/Scrittura da file delle configurazioni
- Comunicazione diretta con i ricevitori per lettura/scrittura configurazione, inizializzazione, livello di dimming
- Test di comunicazione con corpo illuminante

Il sistema di regolazione descritto permette di:

- a) regolare il flusso luminoso degli apparecchi tra 0% e 100%.
- b) regolare il flusso luminoso dell'impianto in funzione delle condizioni ambientali esterne (crepuscolare) e delle condizioni di uso;
- c) compensare l'invecchiamento degli apparecchi e la riduzione prestazionale dovuta alla sporcizia tra una operazione di manutenzione e l'altra;
- d) comandare in modo autonomo e indipendente, attraverso un unico indirizzo, ogni corpo illuminante: con tale sistema non si possono presentare condizioni di avaria degli impianti con un solo regolatore, le condizioni di malfunzionamento locale sono registrate e gestite dal SW di controllo.

6.4 Cavidotti

6.4.1 Tipo di posa

In considerazione di criteri di sicurezza, requisiti estetici, requisiti funzionali, la distribuzione è realizzata completamente in cavidotto interrato dedicato ed in conformità con le norme CEI 11-17.

I cavidotti, sono costituiti con i singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari a flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Nei principali cambi di direzione sono previsti appositi pozzetti (per l'esatto posizionamento si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati).

Le canalizzazioni interrate per il contenimento e la protezione delle linee sono realizzate esclusivamente con: cavidotto flessibile a doppia parete (liscio all'interno, corrugato all'esterno), serie pesante, in polietilene ad alta densità, conforme alla Norma C 68 – 171, corredato di guida tirafilo e manicotto di congiunzione per l'idoneo accoppiamento, avente diametro nominale 90 mm.

All'interno dei pozzetti, l'imbocco delle canalizzazioni è debitamente stuccato con malta cementizia.

La profondità di posa minima dei cavidotti dal piano di calpestio è di norma:

- pari a cm 60 in sede non stradale
- maggiore di cm 100, estradosso tubo, in sede stradale.

E' cura della direzione lavori verificare che i cavidotti siano posizionati ad adeguata distanza da eventuali apparati radicali degli alberi.

Progetto Definitivo

6.4.2 Pozzetti

In corrispondenza dei centri luminosi, nei nodi di derivazione, giunzioni e nei cambi di direzione, sono installati pozzetti prefabbricati in calcestruzzo.

Non sono previsti pozzetti di derivazione costruiti sul posto e realizzati con dime.

I pozzetti sono dotati di chiusini con carrabilità B125. Il chiusino è completo di dicitura "Impianti elettrici" o analoga concordata con la DL.

Per il drenaggio delle acque di possibile infiltrazione, i pozzetti prefabbricati hanno il fondo completamente aperto; sono posati su letto di ghiaia costipata dello spessore minimo di cm 10.

Il controtelaio ed i lati dei pozzetti sono protetti e fissati attraverso uno strato di calcestruzzo dosato a q.li 2,5 di cemento per metro cubo e fissati saldamente.

I pozzetti hanno di norma le seguenti misure interne:

- pozzetto 30 x 30 x 80 cm,
- pozzetto 50 x 50 x 80 cm .

I pozzetti di derivazione sono di norma collocati davanti al palo, ben allineati, con la battuta del chiusino sul telaio perfettamente combaciante per non creare rumorosità indesiderate.

Il cavidotto non potrà mai entrare nel pozzetto dal fondo dello stesso, ma solo lateralmente e ben stuccato con malta cementizia.

6.5 Linee di alimentazione

6.5.1 Materiali costruttivi

Le linee di alimentazione che costituiscono le dorsali degli impianti di illuminazione, previste per la posa interrata ed entro pali metallici, supporti e/o sbracci, sono realizzate con cavi del tipo unipolare, flessibile, non propaganti l'incendio, isolati in gomma etilenpropilenica (G7) sotto guaina in PVC, tipo ARG7R - 0.6/1 kV (per le dorsali di alimentazione) e FG7R - 0.6/1 kV (per gli stacchi in derivazione al palo), rispondenti alle norme CEI.

6.5.2 Sezioni e distribuzione delle linee di alimentazione:

Progetto Definitivo

Per le dorsali di alimentazione è stata prevista una sezione maggiore/uguale a 16 mm² in alluminio. Per le linee di alimentazione delle armature stradali si è imposta una sezione minima di 2,5 mm². La formazione dei cavi e la sezione dei cavi, per le varie linee di alimentazione che costituiscono le dorsali, è riportata negli elaborati planimetrici e negli schemi elettrici allegati.

6.5.3 Sfilabilità dei cavi

E' previsto che il diametro interno dei tubi protettivi sia pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

6.5.4 Collegamento delle fasi ai punti luce

I punti luce saranno alimentati in monofase curando l'alternanza delle fasi sul circuito trifase che costituisce la dorsale di alimentazione.

6.5.5 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. 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.

6.5.6 Identificazione dei circuiti e delle fasi:

Onde facilitare e consentire una facile lettura dell'impianto, contestualmente alla posa delle linee, è previsto che ogni conduttore venga opportunamente etichettato con l'indicazione del circuito e della fase di appartenenza per mezzo di fascette in nylon. L'indicazione è prevista all'interno dei pozzetti di giunzione, sulle derivazioni del palo e sul quadro elettrico in prossimità dell'interruttore corrispondente.

Progetto Definitivo

6.5.7 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 1 A per armature con potenza sino a 170W e fusibili da 2 A per armature con potenze superiori.

6.6 Impianto 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.

6.7 Quadri elettrici

6.7.1 Caratteristiche

I quadri elettrici sono costruiti da componenti conformi alla norma CEI 17-13/1 e alla norma Europea EN 60439-1.

L'apparecchiatura è fornita con i dati di identificazione, i dati di targa e le istruzioni per l'installazione previsti dalle norme, nonché con lo schema elettrico.