

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.  
Il Direttore Tecnico  
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini



Data 18/12/2022

firma

Data 18/12/2022

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 B	0 2	E	Z Z	R H	L F 0 6 0 0	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione Esecutiva	Scognamiglio	Dicembre 2022	Cicero	Dicembre 2022	S. Sorbino	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento per RDV	Scognamiglio	Maggio 2023	Cicero	Maggio 2023	S. Sorbino	Maggio 2023	

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>1</b>

## INDICE

<b>1.. PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3.. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4.. CRITERI BASE DI PROGETTO.....</b>	<b>7</b>
4.1 Generalità .....	7
4.2 Impianti di illuminazione pubblica .....	7
<b>5.. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE PER LA VIABILITA' .....</b>	<b>8</b>
5.1 Quadri di alimentazione.....	8
5.2 Cavi e cavidotti.....	9
5.3 Sostegni .....	9
5.4 Armature stradali .....	10
5.5 Impianto di messa a terra .....	11
<b>6.. CRITERI DI PROTEZIONE DELLE PERSONE.....</b>	<b>12</b>
6.1 Protezione contro i contatti diretti .....	12
6.2 Protezione contro i contatti indiretti.....	12
<b>7.. CRITERI DI PROTEZIONE DEI CAVI ELETTRICI E COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.....</b>	<b>13</b>
7.1 Protezione dai sovraccarichi.....	13
7.2 Protezione dai cortocircuiti .....	13

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>2</b>

## 1. PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

Il progetto della Linea Pescara-Bari, raddoppio tratta Termoli-Lesina, si inquadra nell'ambito degli interventi relativi alle Infrastrutture strategiche di cui al capo IV del D.lgs. n.163/2006 (ex Legge Obiettivo n.443/2001). Facendo seguito ad un complesso percorso progettuale e di confronto con gli Enti, nel 2013 è stato sviluppato il progetto preliminare del raddoppio della tratta Termoli-Lesina, che prevedeva la suddivisione in tre lotti funzionali:

- Lotto 1: Ripalta-Lesina, dal km 24+200 al km 31+044, sviluppo di circa 6,8 km;
- Lotto 2: Termoli-Campomarino, dal km 0+000 al km 5+940, sviluppo di circa 5,9 km;
- Lotto 3: Campomarino-Ripalta, dal km 5+940 al km 24+200, sviluppo di circa 18,3 km.

Il CIPE, con Delibera n. 2 del 28/1/2015, ha approvato il Progetto Preliminare con prescrizioni e raccomandazioni.

Per il Lotto 1 è stato sviluppato il Progetto Definitivo e, in data 23/10/2018, è stato pubblicato il bando di gara sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (GUUE n. 2018/S 204-466416).

I Lotti 2 e 3 sono stati invece interessati dalla prescrizione n. 50 che il CIPE ha formulato in sede di approvazione del Progetto Preliminare, in cui veniva richiesto di "valutare gli impatti economici sul progetto, derivanti dalla soluzione proposta dalla Regione Molise per l'ottimizzazione urbanistica e territoriale del tracciato tra la prog. 1+940 (lotto 2) e 8+298 (lotto 3) (prescrizione n. 1 Regione Molise)".

Tale soluzione (cosiddetta "Variante Molise") prevede una variante localizzativa in prossimità del Comune di Campomarino, con l'arretramento del tracciato rispetto alla costa, in luogo del raddoppio della linea esistente.

Il 22/9/2015, con nota RFI-AD\A0011\P\2015\0002531, RFI ha inviato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) lo studio relativo alla valutazione degli impatti economici sul progetto derivante dalla soluzione proposta dalla Regione Molise.

Il 16/5/2017, con nota RFI-DIN-DIS.AD\A0011\P\2017\0000365, RFI ha trasmesso lo Studio di Fattibilità della Variante Molise al MIT. In detta nota si richiedeva la convocazione di un tavolo tecnico con gli Enti interessati finalizzato alla condivisione del nuovo tracciato della "Soluzione Regione Molise".

Il MIT, con nota M INF.TFE.REGISTRO UFFICIALE.U.0003974 del 5/7/2017, ha convocato Regione Molise, Regione Puglia, Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), oltre a RFI, per il giorno 25/7/2017 al fine di condividere la soluzione progettuale sviluppata.

La Regione Molise non ha formulato osservazioni al tracciato presentato.

A seguito dell'introduzione della "Variante Molise" è venuta meno la possibilità di prevedere due lotti funzionali per la tratta in oggetto, Lotto 2 e Lotto 3.

Pertanto, il presente Progetto Definitivo, considera un unico lotto funzionale (denominato Lotto 2-3) tra Termoli e Ripalta, con uno sviluppo complessivo di 24.9 km.

L'intervento prevede:

- nel tratto iniziale, tra il km 0+000 e il km 2+400, l'utilizzo del sedime ferroviario esistente. Non si prevede quindi l'ampliamento della sede ferroviaria lato mare per la realizzazione del binario di raddoppio ma si prevede l'utilizzo della linea per Campobasso. Quindi l'attuale binario Termoli-Lesina risulta essere il futuro binario dispari e l'attuale binario della linea per Campobasso risulta essere il futuro binario pari. Il collegamento verso Campobasso è garantito attraverso un bivio a raso al km 2+400 circa;
- tra il km 2+400 e il km 24+700 circa il tracciato è tutto in variante;
- tra il km 24+700 e il km 24+930 il progetto prevede l'ampliamento della sede esistente per la realizzazione del binario di raddoppio, con allaccio al raddoppio del 1° Lotto Funzionale.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>3</b>

Nell'ambito del progetto in esame, si rende necessaria la realizzazione di nuove viabilità al fine di garantire la continuità delle strade ad uso civile, con cui si prevede l'interferenza della linea ferroviaria di nuova realizzazione, e di consentire l'accesso alle finestre delle gallerie ferroviarie.

In seguito all'analisi del livello di pericolosità in termini di limiti di velocità, tipologia di utenza, numerosità e tipologia delle zone di conflitto, flusso di traffico, livello di uniformità della sede stradale, è emersa la necessità di fornire adeguata illuminazione alle seguenti nuove viabilità:

- Regione Molise
  - NV02B - Adeguamento strada comunale Cinto;
  - NV03 – Variante EX SS16 Ter – km 7+412;
  - NV04 – Viabilità di accesso alla fermata Campomarino;
  - NV07 – Variante SP 128 – km 10+072;
  - NV08 – Viabilità di ricucitura Campomarino – km 7+900;
  - NV11 – Variante in sede SP 129 – km 13+893.
- Regione Puglia
  - NV13 - Variante SP44 - km 17+828;
  - NV15 - Variante strada comunale Inforenia di Maresca – km 20+127.

La presente relazione tecnica ha lo scopo di illustrare le soluzioni progettuali adottate per gli impianti di pubblica illuminazione per le nuove viabilità in progetto, ricadenti nel territorio della regione Molise.

Ciò premesso, la progettazione in carico alla specialistica luce e forza motrice riguarda i seguenti aspetti:

- Richiesta di nuove forniture in BT;
- Posa in opera di nuovi quadri elettrici da distribuzione;
- Realizzazione di cavidotti interrati;
- Posa in opera di cavi, sostegni e corpi illuminanti;
- Esecuzione di tutte le misurazioni, prove, collaudi e certificazioni.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>4</b>

## 2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nello sviluppo del progetto delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Leggi e Decreti Ministeriali dello Stato cogenti;
- Normative CEI, UNI;
- Prescrizioni dell'Ente distributore;
- Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI);
- Specifiche tecniche RFI.

Nel caso di cui trattasi, si è fatto particolare riferimento alle seguenti Leggi, Circolari e Norme:

### Leggi, Decreti e Circolari:

- D. Lgs. 09/04/08 n.81 "Testo Unico sulla sicurezza"
- DM. 37 del 22/01/08 "Sicurezza degli impianti elettrici, regole per la progettazione e realizzazione, ambiti di competenze professionali"
- L.186 del 1.3.1968 "Realizzazioni e costruzioni a regola d'arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici"
- Legge Regionale della Puglia N. 5 del 23 novembre 2005 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico";
- Regolamento della Regione Puglia n. 13 del 22 agosto 2006 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico".
- Direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato a essere adoperato entro taluni limiti di tensione.

### Norme CEI

- CEI 0-2 – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- 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 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo;
- CEI EN 50575: requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione, metodi di prova e valutazione dei cavi elettrici e in fibra ottica;
- CEI 20-13; V2 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV
- CEI 20-38 - Cavi senza alogenuri isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV;
- CEI EN61439-1 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 61439-2 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di Potenza;
- CEI EN 60947-1 Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole Generali;
- CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori Automatici;

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>5</b>

- CEI EN 60947-5 Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra;
- CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali;
- CEI EN 61386 – Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche;
- CEI EN 60598-1 - Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- CEI EN 60598-2-3 - Apparecchi di illuminazione Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale;
- CEI EN 60865-1 (CEI 11-26) - Correnti di corto circuito - Calcolo degli effetti; parte 1a: Definizioni e metodi di calcolo.

### Norme UNI

- UNI EN 12464: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno;
- UNI EN 11248 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI 10819 - Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- UNI 11095 – Luce e illuminazione – illuminazione delle gallerie stradali (ed. 2021);
- UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità”;
- UNI EN 40 - Pali per illuminazione;
- UNI EN 13032-5 – “Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 5: Presentazione dei dati per apparecchi di illuminazione utilizzati per illuminazione stradale”.

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>6</b>

### 3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo quanto riportato nella presente Relazione Tecnica e negli ulteriori elaborati di Progetto Definitivo sotto riportati, ai quali si farà riferimento esplicito od implicito nel presente documento:

LF060 - VIABILITA' Regione Puglia																					
89	Viabilità regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	R	O	L	F	0	6	0	0	0	0	1
90	Viabilità regione Puglia - Sezione tipologica sede stradale	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	W	B	L	F	0	6	0	0	0	0	1
	<b>Viabilità NV13</b>																				
91	Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature LFM	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	P	9	L	F	0	6	A	0	0	0	1
92	Schemi elettrici unifilari Quadri di BT - Quadro QV13	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	D	X	L	F	0	6	A	0	0	0	1
93	Relazione di calcolo illuminotecnico NV13	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	C	L	L	F	0	6	A	0	0	0	1
	<b>Viabilità NV15</b>																				
94	Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature LFM	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	P	9	L	F	0	6	B	0	0	0	1
95	Schemi elettrici unifilari Quadri di BT - Quadro QV15	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	D	X	L	F	0	6	B	0	0	0	1
96	Relazione di calcolo illuminotecnico NV15	L	I	0	B	0	2	E	Z	Z	C	L	L	F	0	6	B	0	0	0	1

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>7</b>

## 4. CRITERI BASE DI PROGETTO

### 4.1 GENERALITÀ

Considerata la specifica funzione di pubblica utilità degli impianti elettrici del progetto in questione, gli stessi sono progettati con le seguenti principali caratteristiche:

- elevato livello di affidabilità: sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni ottenuto tramite l'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca;
- manutenibilità: dovrà essere possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza, continuando ad alimentare le diverse utenze.
- flessibilità degli impianti: intesa nel senso di consentire l'ampliamento dei quadri elettrici prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di spazio e di potenza;
- selettività di impianto: l'architettura delle reti adottata dovrà assicurare che la parte di impianto che viene messa fuori servizio, in caso di guasto, venga ridotta al minimo. Nel caso specifico, il criterio seguito per conseguire tale obiettivo consiste sia nell'adozione di dispositivi di interruzione, per quanto possibile, tra loro coordinati (selettività), sia tramite un adeguato frazionamento ed articolazione delle reti elettriche;
- sicurezza degli impianti: sia contro i pericoli derivanti a persone o cose dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica.

### 4.2 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

La progettazione degli impianti di illuminazione delle viabilità in oggetto prevede l'installazione di corpi illuminanti con sorgente luminosa a LED caratterizzati da elevate prestazioni in termini di durata di funzionamento e di efficienza luminosa. In particolare, gli apparecchi illuminanti rispettano i requisiti sottoindicati, come previsto dalla normativa CAM (DM 27 settembre 2017):

- efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico  $[lm/W] \geq 95$ ;
- fattore di mantenimento del flusso luminoso: L80 per 60.000 h di funzionamento;
- tasso di guasto (%): B10 per 60.000 h di funzionamento.

Per evitare la dispersione del flusso luminoso verso l'alto e contenere il fenomeno dell'inquinamento luminoso (Light pollution), gli apparecchi per l'illuminazione pubblica sono di tipo cut-off e comunque ottemperanti alla normativa regionale in materia e alla norma UNI 10819.

Al fine di garantire un buon comfort visivo e ridurre i fenomeni di abbagliamento nelle zone di conflitto illuminate, sono utilizzati apparecchi illuminanti tali che la categoria di intensità luminosa ad impianto nuovo sia non inferiore alla G4.

Gli impianti di illuminazione sono dimensionati in funzione della tipologia di strada, in modo da garantire il rispetto delle prescrizioni delle norme UNI 11248, per la definizione della categoria illuminotecnica da adottare, e della norma UNI EN 132101-2 (ed. 2016), per la determinazione dei requisiti illuminotecnici da garantire nei singoli casi.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

## 5. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE PER LA VIABILITA'

### 5.1 QUADRI DI ALIMENTAZIONE

L'alimentazione degli impianti di cui al presente progetto avverrà da nuovi punti di consegna in BT. In funzione dell'entità dei carichi, saranno richiesti all'Ente gestore di zona nuove connessioni in BT, trifase a 400V, 50 Hz o monofase 230V, 50Hz a seconda dei casi.

Nel punto di consegna dovrà essere installato il quadro elettrico in materiale termoplastico, classe di isolamento II, costituito da un vano destinato all'alloggiamento del gruppo di misura e da un secondo vano in cui troveranno posto le apparecchiature di protezione e comando. Le caratteristiche geometriche dell'involucro, in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro, saranno approssimativamente: altezza 900÷1100 mm, larghezza 700÷800 mm e profondità 250÷400 mm.

L'involucro dovrà garantire ed essere certificato per le seguenti prove e/o prestazioni:

- grado di protezione interna secondo (CEI EN 60529) non inferiore ad IP55;
- verifica della stabilità termica, della resistenza al calore, della tenuta dielettrica, della resistenza alle intemperie ed alla corrosione, in conformità alla CEI EN 62208.

Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installato dall'Ente Distributore, mentre nell'altro vano prenderanno posto le apparecchiature di regolazione, comando, sezionamento e protezione delle linee di alimentazione dell'impianto di pubblica illuminazione. Poiché è prevista l'installazione in luoghi accessibili a personale non qualificato, dovranno essere previste portelle frontali in materiale trasparente ad elevata resistenza meccanica e con serratura a chiave, per consentire la visualizzazione dello stato di aperto e chiuso ed impedire la manovra degli interruttori a chi non ne sia autorizzato.

Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso e l'uscita dei cavi sia dal Distributore dell'energia elettrica e verso gli impianti.

Per il quadro di comando e protezione QP, dovrà essere assicurata una opportuna segregazione di forma 2B tra i cubicoli contenenti gli interruttori, le connessioni, e le terminazioni. Le linee in partenza dallo stesso dovranno essere protette contro il sovraccarico, il cortocircuito ed i contatti indiretti mediante l'uso di interruttori automatici.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti norme CEI, con particolare riferimento alle norme della serie CEI EN 60947.

L'attivazione degli impianti di illuminazione dovrà avvenire sia in automatico e sia in manuale, per l'attivazione automatica delle lampade si dovrà fare uso di crepuscolare e orologio programmatore (Orologio astronomico con programmazione dei parametri). Al fine di ottimizzare i consumi, diagnosticare lo stato di funzionamento dei singoli apparecchi e tele gestire gli impianti, è prevista l'installazione di una centralina di regolazione del flusso luminoso ad onde convogliate.

Al fine di evitare disservizi non necessari, saranno predisposti sistemi di riarmo automatico, previa verifica dell'integrità del circuito.

Sempre su tale quadro è stata prevista inoltre l'installazione di scaricatori di sovratensione tetrapolari di tipo combinato (classe 1+2) aventi le seguenti caratteristiche:

- Massima corrente di scarica: 50 kA
- Corrente di scarica nominale: 25 kA (modo comune L/PE)
- Corrente impulsiva: 12,5 kA(L/PE)
- Tensione massima di funzionamento continuo: 350 V (L/PE)
- Livello protezione tensione: 1,5 kV - tipo 1 - modo comune (L/PE)
- Segnalazione locale: LED.

MANDATARIA  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>9</b>

## 5.2 CAVIE CAVIDOTTI

Le linee dorsali di alimentazione saranno costituite da cavi multipolari con guaina, tipo FG16(O)M16 0.6/1Kv, di sezione pari a quella riportata sugli elaborati grafici e comunque non inferiore a 2.5 mm<sup>2</sup>. Il dimensionamento dei cavi, in funzione del tipo di posa e delle condizioni ambientali, è previsto al fine di ottenere una caduta di tensione massima all'utilizzo del 4% e garantire il coordinamento con il relativo dispositivo di protezione installato sul quadro di alimentazione.

I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno generalmente bipolari di tipo e sezione proporzionati al carico e agli impieghi dei suddetti (CEI EN 60598-1).

Tutti i cavi dovranno essere rispondenti alle norme CEI 20-13 o equivalenti e devono disporre di certificazione IMQ o equivalente.

La distribuzione sarà realizzata con linee interrato e protette da tubi in materiale plastico, disposti come indicato negli allegati grafici di riferimento.

In particolare, per le dorsali si prevede la posa interrata a 60 cm di 2 tubi in materiale plastico, del diametro di 100 mm. Tali tubi dovranno essere in materiale a base di cloruro di vinile e/o polietilene ad alta densità, corrugato serie pesante classe N e resistenza allo schiacciamento maggiore di 450 N, conformi alle norme CEI EN 61386-1 e CEI EN 61386-24, con marcatura costituita da contrassegno del fabbricante, marchio CE, IMQ o equivalente.

Il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare dovrà in ogni caso essere almeno pari a 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, in accordo alla normativa CEI 64-8 parte 3.

In corrispondenza delle deviazioni dei cavidotti saranno previsti pozzetti in calcestruzzo delle dimensioni interne di 60x60x60 cm, provvisti di chiusino in ghisa sferoidale, con carico di rottura, indicato negli elaborati grafici, adeguato al luogo di posa, secondo le indicazioni fornite dalla norma UNI 124.

La resistenza caratteristica alla compressione del calcestruzzo non dovrà essere inferiore a:

- 45 N/mm<sup>2</sup> su un provino cubico di lato pari a 150 mm;
- 40 N/mm<sup>2</sup> su un provino cilindrico di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Tutti i coperchi devono riportare:

- l'indicazione EN 124 (quale marcatura della presente norma);
- la classe appropriata;
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante;
- il marchio di un ente di certificazione.

Esclusivamente per gli attraversamenti della viabilità, come prescritto dalla norma CEI 11-17, i tubi saranno interrati alla profondità di 100 cm dal piano stradale e i relativi pozzetti in cls avranno dimensioni interne 80x80x80 cm.

Per procedere alla derivazione dell'alimentazione dei singoli pali dalla dorsale principale è necessario installare, all'interno dei pozzetti d'ispezione, cassette di derivazione stagne IP 56 in materiale termoplastico di dimensioni 300x220x180 mm dove saranno derivate, tramite giunto elettrico, le 2 alimentazioni (F+N) per i singoli corpi illuminanti di ciascun sostegno. In alternativa è possibile derivare le stesse alimentazioni tramite giunto elettrico IP68 in classe II di isolamento.

## 5.3 SOSTEGNI

Saranno utilizzati pali conici dritti in acciaio zincato laminati a caldo, con carico minimo di rottura a trazione di 360 N/mm<sup>2</sup> e carico unitario di snervamento non inferiore a 235 N/mm<sup>2</sup>. I sostegni dovranno essere stati sottoposti a processo di protezione con zincatura a caldo per immersione in bagno di zinco fuso secondo norme EN ISO 1461.

Di seguito sono elencate le caratteristiche meccaniche dei sostegni:

- Palo
  - altezza totale: 8,8 m
  - altezza fuori terra: 8 m

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	10

- peso del palo: 86 kg circa
- diametro di base non inferiore a 160 mm
- diametro di testa 60 mm
- spessore non inferiore a 3 mm

Ciascun sostegno sarà corredato di morsettiera di incasso a doppio isolamento, predisposta per linea di ingresso uscita fino a 4x16 mm<sup>2</sup>, con fusibile bipolare per protezione lampada. L'asola per morsettiera sarà chiusa con portella in alluminio, con guarnizione in gomma anti invecchiante, con meccanismo azionabile con chiave triangolare, atto a garantire un grado di protezione non inferiore a IP54.

Inoltre, sarà previsto un foro ad asola per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 300 mm dal previsto livello del suolo.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

In generale, i sostegni saranno montati su blocco di fondazione in calcestruzzo armato, l'installazione dei pali avverrà nel rispetto delle norme UNI 1317 e CEI 64-8/7, in particolare la distanza tra sostegno e limite estremo della carreggiata dovrà risultare non inferiore a 1,40 m nel caso di strade extraurbane e 0,50 m nel caso di strade urbane. In ogni caso, comunque i sostegni saranno installati esternamente alla larghezza operativa delle barriere di sicurezza, ove presenti. Oltre a ciò, sui marciapiedi sarà sempre garantita una luce per il non inferiore a 90 cm per il passaggio pedonale.

I blocchi di fondazione saranno realizzati in cls 250 kg/m<sup>3</sup>, classe di resistenza Rck 20/25 o superiore, e avranno dimensione pari a 1000x1000x1000 mm.

#### 5.4 ARMATURE STRADALI

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere conformi alle norme CEI EN 60598-1-2-3, in termini di protezione termica contro le sovracorrenti a fine vita, resistenza alle sollecitazioni meccaniche e di resistenza agli urti.

L'assetto del gruppo ottico, risultante dalla posizione reciproca del portalampe rispetto al riflettore ed eventualmente al rifrattore, deve potersi fissare con dispositivi rigidi, di sicuro bloccaggio, non allentabili con le vibrazioni; per tali dispositivi si deve garantire una superficie inalterabile nel tempo. Nel caso che tale assetto sia regolabile, la regolazione deve potersi effettuare mediante posizioni immediatamente identificabili, contraddistinte da tacche o altri riferimenti indelebili e illustrati nel foglio d'istruzioni. Il controllo si effettua per ispezione, dopo la prova di resistenza all'allentamento secondo la norma CEI EN 60598-1 (CEI 34-21).

I materiali usati per la costruzione dei componenti il corpo dell'apparecchio (cerniere, perni, moschettoni, viterie, ecc.) devono essere resistenti alla corrosione, secondo la norma UNI EN ISO 9227.

I componenti realizzati in materiale plastico o fibre sintetiche devono essere sufficientemente robusti, preferibilmente non propaganti la fiamma, e non devono, nel tempo, cambiare l'aspetto superficiale o deformarsi per qualsiasi causa.

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere regolati con inclinazione nulla, tale da garantire il contenimento del fenomeno dell'inquinamento luminoso entro i limiti imposti dalla normativa vigente correlata all'inquinamento luminoso.

In particolare, per gli impianti in progetto si prevede l'utilizzo due tipologie di apparecchi illuminanti, di cui se ne riportano di seguito le caratteristiche peculiari:

- Armatura stradale tipo 1
  - Corpo in alluminio;
  - Diffusore in vetro temperato;
  - Grado IP 66;
  - Resistenza agli urti IK08;
  - Classe di isolamento II;

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	11

- Temperatura di colore 4000 K;
- Potenza assorbita 35,5 W;
- Flusso luminoso emesso 4805 lm.

- Armatura stradale tipo 2
  - Corpo in alluminio;
  - Proiettore in vetro temperato;
  - Grado IP 66;
  - Resistenza agli urti IK08;
  - Classe di isolamento II;
  - Temperatura di colore 4000 K;
  - Potenza assorbita 58,5 W;
  - Flusso luminoso emesso 8395 lm.

Il driver LED avrà più profili di funzionamento caratterizzati da differenti livelli di flusso luminoso in uscita e potenza assorbita e un profilo con riconoscimento della mezzanotte. I profili di funzionamento saranno selezionabili tramite microinterruttori (possibilità di realizzare cicli di funzionamento personalizzati mediante software dedicato).

Per la nuova viabilità NV15, in cui è previsto un sottovia carrabile, saranno inoltre previsti dei proiettori a LED staffati a parete, con le seguenti caratteristiche minime:

- Proiettore
  - Corpo in alluminio;
  - Proiettore in vetro temperato;
  - Grado IP 66;
  - Resistenza agli urti IK06;
  - Classe di isolamento II;
  - Temperatura di colore 4000 K;
  - Potenza assorbita 15 W;
  - Flusso luminoso emesso 5641 lm.

## 5.5 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Pur essendo previsto l'utilizzo di apparecchiature esclusivamente in Classe II, per i nuovi quadri elettrici è prevista la realizzazione di un impianto di terra. La realizzazione di tale impianto è dovuta alla necessità del collegamento a terra dello scaricatore di sovratensione presente sul quadro stesso e per consentire l'eventuale futuro collegamento ad esso di apparecchiature non in Classe II, previa la verifica che l'impianto stesso sia adeguatamente dimensionato per lo scopo.

Ciascun impianto di terra è costituito da N° 1 dispersori verticali a picchetto costituiti da un'asta in acciaio ramato infissa nel terreno di lunghezza pari a 1,5 metri, diametro 25 mm.

Considerando un valore di resistività del terreno pari a 100 Ωm (facilmente ottenibile anche in condizioni avverse, asportando il terreno intorno al dispersore e sostituendolo con terreno vegetale ad elevata conducibilità), la resistenza di terra degli impianti sopra indicati sarà pari a:

$$R_t = 58,18 \Omega$$

MANDATARIA  MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	12

## 6. CRITERI DI PROTEZIONE DELLE PERSONE

### 6.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La Norma CEI 64-8 definisce contatto diretto il contatto di persone con parti attive dell'impianto, cioè con una parte conduttrice che si trova in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro. La protezione contro tali contatti può essere effettuata con i seguenti provvedimenti:

- isolamento delle parti attive;
- interposizione di involucri e barriere;
- interposizione di ostacoli;
- distanziamento delle parti attive.

Nel caso in oggetto le misure di protezione adottate sono: l'isolamento delle parti attive (linee elettriche), che risultano completamente ricoperte con un isolamento che può essere rimosso solo mediante distruzione; l'interposizione di barriere e involucri (quadri elettrici tubazioni per condutture elettriche, canaline metalliche di distribuzione etc.) rimovibili solo con l'uso di chiavi e/o attrezzi. I due provvedimenti adottati sono tali da garantire una protezione totale contro i contatti diretti.

### 6.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione dai contatti indiretti degli impianti è garantita, attraverso la progettazione di un sistema che prevede l'interruzione automatica dell'alimentazione in caso del cedimento dell'isolamento principale oppure con l'utilizzo di apparecchiature in classe II.

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione pubblica, è previsto che l'intero circuito sia realizzato in doppio isolamento a partire dall'interruttore, fino all'utenza terminale. Pertanto, tutti i componenti del circuito quali morsettiere, derivazioni, giunti ed apparecchi dovranno possedere il requisito del doppio isolamento. Particolare cura dovrà essere prestata nella disposizione dei cavi all'interno di passaggi stretti, curve, ingresso/uscita/percorso all'interno di pali e quadri in cui i cavi dovranno essere ulteriormente protetti con tubazioni/canalette in materiale isolante

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	13

## 7. CRITERI DI PROTEZIONE DEI CAVI ELETTRICI E COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Il dimensionamento delle linee elettriche di bassa tensione deve essere fatto secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 64-8 assicurando per le linee le seguenti protezioni:

- dai sovraccarichi (assorbimento da parte dell'impianto di una corrente superiore a quella normale di impiego);
- dai cortocircuiti (assorbimento da parte dell'impianto "danneggiato" di una corrente molto superiore a quella normale di impiego causato da un guasto ad impedenza trascurabile tra le fasi e/o tra le fasi e la massa).

### 7.1 PROTEZIONE DAI SOVRACCARICHI

Il coordinamento tra conduttura e organo di protezione per le condizioni di sovraccarico che si dovessero stabilire su circuiti dell'impianto è stato progettato (si veda l'elaborato specifico) assicurando la verifica delle seguenti disequazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_f \leq 1.45 I_z \quad (2)$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego (corrente nominale del carico)
- $I_n$  è la corrente nominale dell'organo di protezione
- $I_f$  è la corrente convenzionale di intervento dell'organo di protezione (per int.aut. = 1.3  $I_n$ )
- $I_z$  è la portata termica del cavo (corrente massima che la conduttura può sopportare per periodi prolungati senza surriscaldarsi)

Le relazioni di cui sopra si traducono, in pratica, nello scegliere la corrente nominale dell'interruttore in funzione della sezione e del tipo di cavo da proteggere, il quale, è stato scelto a sua volta sulla base della corrente di impiego dell'utilizzatore.

La sezione dei conduttori è stata scelta, quindi, in maniera tale da garantire la portata necessaria e in ogni caso non inferiore a 1,5mmq che è il limite imposto dalle normative.

### 7.2 PROTEZIONE DAI CORTOCIRCUITI

I dispositivi posti a protezione contro i cortocircuiti devono essere scelti in modo da:

- Avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione;
- Intervenire in tempi compatibili con le sovratemperature ammissibili dai cavi da proteggere;
- Non intervenire intempestivamente per sovraccarichi funzionali.

Tali condizioni, per la protezione delle linee elettriche in cavo, si traducono nella relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2 \quad (3)$$

dove:

- $I^2 t$  rappresenta l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione durante il tempo totale  $t$  di interruzione del cortocircuito (integrale di Joule)
- $S$  è la sezione dei cavi (espressa in mmq)
- $K$  è un fattore dipendente dal calore specifico del cavo, dalla resistività del materiale, dal gradiente fra temperatura iniziale del cavo e quella finale massima ammessa (per conduttori in rame vale 115 per isolamento in PVC e 143 per isolamento in gomma EPR)

MANDATARIA  MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Viabilità Regione Puglia - Relazione generale impianti di illuminazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>RH</b>	<b>LF</b>	<b>06</b>	<b>00</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	14

Determinate le sezioni dei cavi, secondo le relazioni di cui sopra, si dovrà verificare il coordinamento con il corrispondente dispositivo di protezione scelto che assolve contemporaneamente la funzione di protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, utilizzando interruttori automatici magnetotermici.

Infatti, le relazioni (1) e (2) delle pagine precedenti sono rispettate sulla base della scelta della taglia del dispositivo; la relazione (3) corrisponde a scegliere un interruttore magnetotermico che abbia un potere di interruzione almeno uguale al valore della corrente di corto circuito presunta nel punto in cui è installato e che abbia una caratteristica di intervento tempo/corrente tale da impedire che la temperatura del cavo, in condizioni di guasto, non raggiunga la massima consentita, e questo sia nel punto più lontano della condotta (cui corrisponde la minima corrente di corto circuito) che nel punto iniziale della condotta (al quale corrisponde la massima corrente di corto circuito).

Sulla base di tali condizioni, avendo scelto quale dispositivo di protezione interruttori magnetotermici, che verificano le condizioni (1) e (2) sarà assicurata la protezione dai cortocircuiti a fondo linea e si limiterà la verifica “post opera” solo alla situazione ad inizio linea. I risultati dei calcoli elettrici relativi a I<sub>b</sub>, I<sub>n</sub> e I<sub>z</sub> per ciascun circuito saranno riscontrabili negli schemi elettrici unifilari.