

COMUNE DI TRANI



AMPLIAMENTO E GESTIONE DEL CIMITERO COMUNALE _ TRANI _ (BT)

PROJECT FINANCING

SOCIETÀ DI PROGETTO
PARCO DEL RICORDO TRANI SRL

progettisti

capogruppo coordinatore
arch. **Sergio d'Addato**

team design
arch. **Alessandro Procacci**
arch. **Valentina Bucci**
arch. **Stefano Parente**

strutture
ing. **Antonio Porcelli**
ing. **Domenico Vaccanio**

contabilità
ing. **Giuseppe Antonacci**

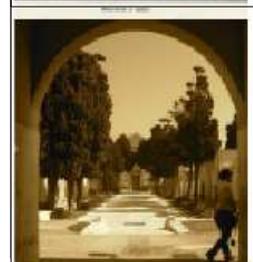
impianti
ing. **Felice Valenziano**
ing.i. **Stefano Farano**
ing. **Ilario Cellamare**
ing.i. **Antonio Zagaria**
ing. **Marianna Colamartino**

PROGETTO DEFINITIVO

data:

TAV. IE.11 RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI, AUSILIARI E SPECIALI

studio di architettura



1. PREMESSA

Nell'ambito degli interventi di ampliamento e di riqualificazione del cimitero Comunale è prevista la realizzazione degli impianti elettrici, ausiliari e speciali sottoelencati:

- ❖ impianto di terra;
- ❖ quadri elettrici (sottocontatore, generale, di zona)
- ❖ linee elettriche per la distribuzione principale e terminale di zona;
- ❖ impianto di illuminazione dei viali e spazi aperti all'interno del cimitero;
- ❖ impianto di illuminazione ed illuminazione di emergenza degli spazi interni;
- ❖ impianto di illuminazione votiva delle strutture funerarie ed ossario comune;
- ❖ impianto luci e forza motrice per i locali servizi e strutture esterne;
- ❖ impianti forza motrice per l'alimentazione degli impianti ascensore, di sollevamento acque reflue ed irrigazione;
- ❖ impianto di illuminazione stradale;
- ❖ impianto di produzione di energia elettrica da fotovoltaico;
- ❖ impianto di videosorveglianza;
- ❖ impianto di diffusione sonora;
- ❖ impianto telefonico.

È previsto inoltre l'adeguamento degli impianti elettrici esistenti nella zona preesistente del cimitero, e in particolare dei locali adibiti ad uffici, zona fiorai, zona monumentale, zona ex sala autoptica.

La consistenza dell'impianto è quella risultante da questa relazione e dagli elaborati acclusi, comprendenti:

- Tav. IE1: Planimetria generale p. terra: impianto di terra;
- Tav. IE2: Planimetria generale p. terra: illuminazione stradale e distribuzione primaria;
- Tav. IE3: Planimetria generale p. terra: illuminazione interna, viali e spazi aperti;
- Tav. IE4: Planimetria primo piano corpo A: impianto di distribuzione principale
- Tav. IE5: Planimetria primo piano corpo A: impianto luci ed illuminazione di emergenza;
- Tav. IE6: Impianto elettrico: particolari di installazione;
- Tav. IE7: Planimetria copertura corpo A: Impianto fotovoltaico;
- Tav. IE8: Schemi unifilari impianto fotovoltaico;
- Tav. IE9: Particolari d'installazione impianto fotovoltaico;
- Tav. IE10: Impianto elettrico: schemi quadri elettrici;
- Tav. IE11: Relazione tecnica impianti elettrici, ausiliari e speciali;

- Tav. IE12: Disciplinare descrittivo e prestazionale degli impianti elettrici, ausiliari e speciali.

Scopo della seguente progettazione è il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Sicurezza degli impianti, soprattutto in relazione alla natura particolare dei luoghi (spazi all'aperto, notevole presenza di persone);
- Affidabilità e funzionalità degli impianti, in relazione alla possibilità di ridurre al minimo i possibili disservizi, garantendo la massima continuità di esercizio;
- Economicità degli impianti, in relazione all'adozione delle più moderne ed avanzate tecnologie che dovranno garantire i necessari risparmi energetici;
- Valorizzazione delle strutture architettoniche, in relazione soprattutto all'impatto estetico delle apparecchiature ed in rispetto, anche, alla particolare destinazione dei luoghi;
- Sicurezza dei luoghi, in relazione all'adozione di misure per l'evacuazione di emergenza e la sorveglianza.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI ED I COMPONENTI

Per il progetto dell'impianto in oggetto si è fatto riferimento, alle leggi e Norme sottoelencate, che dovranno essere rispettate nell'esecuzione delle opere:

NORMA O LEGGE	ARGOMENTO
N. 186/68	Impianti a regola d'arte - Norme CEI.
DM n.37 del 22/01//08	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti elettrici all'interno degli edifici.
DM n.236 del 14/06//89	Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
CEI 17-113 (EN 61439)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali.
CEI 20-20/0	Prove d'incendio sui cavi elettrici - Parte 0: Prova di non propagazione dell'incendio - Generalità.
CEI 20-40	Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione.

NORMA O LEGGE	ARGOMENTO
CEI 20-67	Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV.
CEI 23-3/1	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per il funzionamento in corrente alternata.
CEI 23-20	Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 23-42	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 23-44	Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 23-50	Prese a spina per usi domestici e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico o similare.
CEI 23-81	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi ed accessori.
CEI 23-83	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili ed accessori.
CEI 23-116	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati.
CEI 34-21	Apparecchi d'illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove.
CEI 34-22	Apparecchi d'illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza.
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c..
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
CEI 81-10	Protezione di strutture contro i fulmini.
CEI 96-3	Sicurezza dei trasformatori, dei reattori, delle unità di alimentazione e prodotti similari. Parte 1: Prescrizioni generali e prove.
CEI 96-7	Sicurezza dei trasformatori, dei reattori, delle unità di alimentazione e prodotti similari per tensioni fino a 1100 V. Parte 2-6: Prescrizioni particolari e prove per trasformatori di isolamento, di sicurezza e unità di alimentazione che incorporano trasformatori di isolamento di sicurezza.

Tutti i materiali e le apparecchiature da installare dovranno essere contrassegnati con il marchio CE; i materiali da utilizzare, inoltre, devono rispettare le relative Norme di prodotto e, si prevede, per quanto possibile, l'installazione di materiali contrassegnati con marchio IMQ.

Infine, in ossequio al Decreto n ° 37 del 22/01/2008, le opere di installazione sono soggette a Dichiarazione di conformità alla regola d'arte secondo il modello predisposto (Allegato I del DM).

3. CONSISTENZA E TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI

3.1 Caratteristiche generali

Gl'impianti elettrici sono di categoria I con alimentazione dalla rete pubblica di bassa tensione (400/230V), dimensionati per le potenze di carico presunte:

- Potenza di progetto 70 kW
- Potenza impegnata 50 kW

Il sistema di distribuzione è del tipo T-T, con impianto di terra comune a tutti gli impianti.

Gli ambienti in cui saranno installati i componenti elettrici di cui al presente progetto sono definibili "di tipo ordinario" ad eccezione del corpo A centrale, risultando lo stesso "ambiente a maggior rischio in caso di incendio di tipo A" secondo quanto previsto dalla norma CEI 64/8 sez. 751.03.02, per l'elevata densità di affollamento.

3.2 Impianto di distribuzione

3.2.1 Quadro principale

Immediatamente a valle del misuratore d'energia, nel vano predisposto, saranno installati i quadri principali (per la zona nuova e per quella esistente), del tipo armadio e/o cassetta modulare in materiale termoplastico autoestinguente e/o lamiera metallica, contenenti ciascuno l'interruttore principale da cui saranno derivate le condutture elettriche, di tipo interrate, che alimenteranno i quadri elettrici per la distribuzione di zona (come da schemi elettrici allegati).

3.2.2 Quadro generale e quadri di zona

Il suddetto quadro, del tipo armadio modulare in lamiera metallica, conterrà gli interruttori a protezione dei circuiti derivati:

- illuminazione votiva;
- linee quadri di trasformazione;
- illuminazione viali;
- illuminazione ingressi, parcheggio e stradale;

- impianti locali adibiti a servizi;
- impianti corpo centrale;
- forza motrice (ascensori, pompe irrigazione e pompe sollevamento impianto fognario e acque reflue);
- impianti ausiliari e speciali.

È prevista, inoltre, l'installazione di quadri elettrici di zona per la distribuzione di zona o terminale.

3.2.3 Quadri di trasformazione (400/24 V)

L'alimentazione dell'impianto di illuminazione votiva delle strutture funerarie sarà a "bassissima tensione di sicurezza" (24 V), e, pertanto, per la relativa distribuzione è prevista l'installazione di "quadri di trasformazione".

I suddetti quadri saranno realizzati con armadi di tipo stradale in vetroresina (conformi alle relative norme di prodotto), fissati al suolo mediante zoccolo ed installati, per quanto possibile, in posizione baricentrica rispetto alle strutture funerarie da alimentare, di facile accesso ed occultati alla vista dei visitatori.

I suddetti "quadri di trasformazione", così come risulta dalla Tav. E04 "Particolari di installazione: Carpenteria e cablaggio quadri di trasformazione tipo", saranno costituiti da n. 2 scomparti con porta cieca dotata di idonea serratura di sicurezza.

All'interno saranno installate tutte le apparecchiature così come risulta dalla sopra menzionata:

- centralini modulari contenenti i dispositivi (interruttori automatici e fusibili) per la protezione dei circuiti derivati;
- i trasformatori di sicurezza;
- le morsettiere.

La realizzazione dell'apparecchiatura nel suo complesso, compreso la posa delle condutture elettriche, dovrà avvenire in classe di isolamento II, evitando in tal modo il collegamento all'impianto di terra dell'apparecchiatura stessa.

3.2.4 Condutture elettriche

I circuiti di distribuzione saranno realizzati con condutture elettriche del tipo:

- interrate con cavidotti in materiale isolante autoestinguente della serie pesante con pozzetti rompi-tratta completi di chiusini di tipo carrabili;
- sottotraccia (a parete o a pavimento) mediante tubazioni in materiale isolante autoestinguente, di tipo flessibili (della serie leggera per posa a parete e a soffitto; della serie pesante per la posa sottopavimento) con cassette di derivazione e/o passaggio, in materiale

termoplastico autoestinguente di dimensioni tali da rispettare il numero massimo di tubi attestabili sulle cassette ed il volume occupato dai cavi e dalle giunzioni così come previsto dalle Norme;

- in vista mediante tubazioni in materiale isolante autoestinguente, di tipo rigide della serie pesante complete di cassette di derivazione e/o passaggio, in materiale termoplastico autoestinguente con curve, raccordi e pressa cavi, di dimensioni tali da rispettare il numero massimo di tubi attestabili sulle cassette ed il volume occupato dai cavi e dalle giunzioni così come previsto dalle Norme.

I cavi elettrici previsti saranno del tipo:

- FS17 450/750 V (Cca-s3,d1,a3);
- FG17 450/750 V (Cca - s1b, d1, a1)
- H07ZZ-F (Cca - s1b, d1, a1)
- FG16M16 0,6/1 kV (Cca-s1b,d1,a1);
- FG16OM16 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1).

si raccomanda il rispetto delle colorazioni identificative (per i conduttori di fase, neutro e di protezione) previste dalle Norme.

La posa rispetterà le indicazioni fornite dal costruttore del cavo per ciò che riguarda le temperature di posa, i raggi di curvatura e lo sforzo di tiro applicabile.

Ogni cavo sarà di facile identificazione e dove ciò risultasse complicato sarà opportunamente segnalato nelle scatole di derivazione e lungo i percorsi in canale per individuare il circuito di appartenenza.

Le giunzioni e le derivazioni dei cavi elettrici devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti) aventi grado di protezione IPXXB (parti in tensione nel servizio ordinario non accessibili al dito di prova); tali morsetti dovranno essere installati nelle cassette di derivazione.

I tubi protettivi, le cassette e le scatole per l'impianto di energia, per gli impianti ausiliari e speciali saranno distinti fra loro.

3.3 Impianto per l'illuminazione votiva

È prevista la realizzazione di un impianto di illuminazione votiva eterna (accese 24 ore al giorno senza soluzione di continuità).

L'alimentazione prevista del suddetto impianto è a "bassissima tensione di sicurezza", circuito SELV secondo le Norme CEI 64-8/4 art. 411.1.4, mediante trasformatori di sicurezza costruiti secondo le Norme CEI 96-3 e 96-7 aventi tensione secondaria a vuoto di 24 V e di potenza adeguata al carico (potenza delle lampade da alimentare).

3.3.1 Loculi all'aperto

È prevista una distribuzione trifase costituita da:

- dorsali principali (a sviluppo orizzontale), partenti dal quadro generale posizionato nel locale servizi, costituite da condutture elettriche, di tipo interrate con cavi elettrici posati in cavidotti, pozzetti rompi-tratta fino ai “quadri di trasformazione”;
- dorsali e derivazioni verticali, con cavi elettrici multipolari con guaina, transitanti entro l'intercapedine esistente tra la parete in muratura di chiusura del loculo e la lapide;
- derivazioni terminali alle lampade votive mediante cavo bipolare da 1 mm².

3.3.2 Tombe interrate

È prevista una distribuzione trifase costituita da:

- dorsali principali e montanti (a sviluppo orizzontale), partenti dal quadro generale posizionato nel locale servizi, costituite da condutture elettriche, di tipo interrate con cavi elettrici posati in cavidotti, pozzetti rompi-tratta fino ai “quadri di trasformazione”;
- derivazioni terminali, da cassette di derivazione mediante cavo bipolare da 1 mm².

3.3.3 Cappella funeraria

È prevista una distribuzione trifase costituita da:

- dorsali principali (a sviluppo orizzontale), partenti dal quadro di trasformazione di zona, costituite da condutture elettriche, di tipo interrate con cavi elettrici posati in cavidotti, pozzetti rompi-tratta fino alla cassetta di derivazione interna della cappella da cui sarà derivata la linea che alimenterà l'impianto interno;
- derivazioni terminali alle lampade votive mediante cavo bipolare da 1 mm².

3.3.4 Lampade votive

Le lampade da installare saranno a led ad alta intensità luminosa da 0,6 W, poste in apparecchio con grado di protezione almeno IP X3 (per evitare disfunzioni all'impianto dovute a perdite di isolamento, cortocircuiti) portalampada del tipo in PA 6 +15%FG specifico per impianti cimiteriali come raccomandato dalla (norma europea EN 60238) e complete di supporto multi-lampade.

3.3.5 Connessioni

Le connessioni saranno realizzate con connettori a compressione ed isolamento con guaina termo restringente, o nastratura auto-agglomerante, che ristabilisce il grado di isolamento dei cavi elettrici.

3.4 Impianto illuminazione interna, viali e spazi aperti

L'impianto di illuminazione ha le seguenti funzionalità:

- garantire la visibilità nelle ore buie per le attività svolte all'aperto relative ai servizi cimiteriali (secondo l'orario comunale non è prevista, infatti, la permanenza dei visitatori nelle ore di buio) mediante un'illuminazione artificiale che aumenti l'illuminamento di circa 0,25 lux notturno a livelli di illuminamento da 5 a 20 lux (a seconda della zona ed attività svolta), secondo la tabella 7.I della norma UNI EN 12464-2 (valori medi per l'illuminamento e l'uniformità dell'illuminazione di alcune attività lavorative all'aperto);
- conferire, nelle ore notturne, un livello di visibilità nei luoghi cimiteriali ai fini della sicurezza contro l'intrusione;
- valorizzare le strutture architettoniche ed ambientali.

Così come descritto nella Tav. E02 "Planimetria piano terra: illuminazione interna, viali e spazi aperti" è prevista l'installazione di:

- pali in acciaio di altezza fuori terra di 3,5 m, costruiti secondo la norma uni EN 40-5, protetti dalla corrosione, completi di apparecchio per illuminazione con lampada a LED max 35 W;
- paletti in alluminio di altezza fuori terra di 1 m, completi di apparecchio per illuminazione con lampade a led;
- proiettori completi di lampade a led;
- faretti da incasso a pavimento completi di lampade a led.

Dal quadro generale, posizionato in apposito vano nel locale servizi, saranno derivate le condutture elettriche, di tipo interrate con cavi elettrici posati in cavidotti, pozzetti rompitratta e per le derivazioni ai singoli apparecchi; è prevista una distribuzione trifase con circuiti distinti per l'alimentazione di gruppi di apparecchi di una stessa zona.

Nel quadro generale suddetto, oltre agli interruttori per la protezione dei circuiti suddetti, è prevista l'installazione di apparecchi per il comando di accensione e spegnimento degli apparecchi illuminanti (crepuscolare ed orologio temporizzatore) per l'accensione serale e notturna.

3.5 Impianto elettrico locali adibiti a servizi cimiteriali

Dal quadro generale sarà derivata la conduttura elettrica, del tipo sottotraccia, per l'alimentazione del quadro di zona.

Il suddetto quadro di zona, in materiale termoplastico autoestinguente, conterrà le apparecchiature per la protezione dei circuiti derivati (luci, prese di servizio, climatizzazione).

Per l'illuminazione degli ambienti è prevista l'installazione di apparecchi completi di lampade fluorescenti compatte a basso consumo energetico; saranno installati, inoltre,

apparecchi del tipo autonomi per l'illuminazione in casi d'emergenza al mancare della rete elettrica.

3.6 Impianto elettrico strutture esterne (commerciali)

Dal quadro generale sarà derivata la condotta elettrica, del tipo interrata, per l'alimentazione di ciascun quadro di zona all'interno della struttura.

Ciascun quadro di zona, in materiale termoplastico autoestinguente, conterrà le apparecchiature per la protezione dei circuiti derivati (luci, prese di servizio).

Per l'illuminazione degli ambienti è prevista l'installazione di apparecchi completi di lampade a led a basso consumo energetico; saranno installati, inoltre, apparecchi del tipo autonomi per l'illuminazione in casi d'emergenza al mancare della rete elettrica.

3.7 Impianti forza motrice per l'alimentazione degli impianti ascensore, di sollevamento acque reflue ed irrigazione

Dal quadro generale saranno derivate le condutture elettriche, del tipo interrate, per l'alimentazione dei quadri elettrici di comando e protezione degli impianti.

Dai suddetti quadri di zona saranno derivate le condutture elettriche per la distribuzione terminale.

3.8 Prescrizioni per l'impianto elettrico nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio di tipo A

L'ambiente relativo al corpo A centrale, per l'elevata densità di affollamento prevedibile, è definibile, secondo la norma CEI 64-8/7, un luogo "a maggior rischio in caso d'incendio di tipo A".

Al suddetto ambiente si applicano le regole sottoelencate, riconoscendo preliminarmente che i componenti devono essere limitati a quelli necessari per l'uso, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare. Lungo le vie di uscita non devono essere presenti componenti o apparecchi elettronici contenenti fluidi infiammabili. Negli ambienti ove è consentito l'accesso o la presenza al pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

Tutti i componenti elettrici non dovranno costituire pericoli di innesco e propagazione di incendio, sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di sicurezza. Inoltre, ai componenti elettrici applicati a vista (a parete o a soffitto) per i quali non esistono le relative norme CEI di prodotto, si applicano i criteri di prova e limiti indicati nella

sezione 422 della norma CEI 64-8, assumendo per la prova al filo incandescente 650°C anziché 550°C.

Le lampade degli apparecchi caldi devono essere mantenute a debita distanza dalle superfici e dagli oggetti combustibili ed infiammabili.

Salvo diversamente indicato dal costruttore, per i faretti e i piccoli proiettori, tale distanza deve essere

almeno:

- 0,5m fino a 100W;
- 0,8m da 100 a 300W;
- 1m da 300 a 500W.

Gli apparecchi di illuminazione che, in caso di rottura, possono proiettare materiale incandescente, come ad esempio le lampade ad alogeni, ecc., devono essere del tipo con schermo di sicurezza per la lampada e installati secondo le indicazioni del costruttore. Le lampade e altre parti componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro prevedibili sollecitazioni meccaniche. Tali mezzi di protezione non devono essere fissati sulle portalampada a meno che essi non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali riscaldatori, resistori ecc. non devono raggiungere temperature più elevate di quelle degli apparecchi di illuminazione e/o temperature che potrebbero innescare incendi per surriscaldamento dell'apparecchio stesso o degli oggetti circostanti. Questi apparecchi devono essere per costruzione o installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

Le condutture elettriche che attraversano luoghi a maggior rischio in caso di incendio, ma che non sono destinate all'alimentazione elettrica al loro interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi a meno che le connessioni siano poste entro involucri che soddisfino la prova contro il fuoco, per esempio che soddisfino le prescrizioni per le scatole da parete in accordo con la norma CEI 23-48.

È vietato l'uso dei conduttori PEN (TN-C); la prescrizione non vale per le condutture che transitano soltanto.

Le condutture elettriche che attraversano le vie di uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino

intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

I conduttori dei circuiti devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano conduttori unipolari. Le condutture utilizzate devono essere del tipo adatto ad evitare l'innescò e la propagazione dell'incendio.

Non devono essere raggruppati cavi di tipo non propagante la fiamma a distanza inferiore a 25 cm da altri cavi con percorso parallelo. Non devono essere raggruppati cavi non propaganti l'incendio in quantitativi superiori a quelli indicati dalla norma (cavi non propaganti l'incendio unipolari e multipolari isolati in PVC: 10Kg/m; cavi non propaganti l'incendio unipolari e multipolari isolati in gomma G5: 5Kg/m; cavi non propaganti l'incendio unipolari e multipolari isolati in gomma G10: 1,5dm³/m). Non devono essere disposti circuiti in corrente alternata in modo da provocare riscaldamento per induzione delle parti metalliche adiacenti.

Le condutture utilizzate saranno di tipo:

- “A1”: condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
- “C1”: realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
- “C2”: condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi metallici o involucri metallici, senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di protezione può essere svolta dai tubi o involucri stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuno di essi;
- “C3”: condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri, entrambi:
 - costruiti con materiale isolante;
 - installati in vista (non incassati);
 - con grado di protezione almeno IP4X

Oltre ai requisiti delle condutture di cui sopra per evitare la propagazione dell'incendio devono essere adottati almeno uno dei seguenti provvedimenti:

- “A”: utilizzando cavi “non propaganti la fiamma” in conformità con la norma CEI EN 50265 (CEI 20-35) quando:
 - sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure
 - i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi o involucri con grado di protezione almeno IP4X;

- “B”: utilizzando cavi “non propaganti l’incendio” installati in fascio in conformità con la Norma CEI EN 50266 (CEI 20-22 cat. II e/o cat. III); peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI EN 50266 per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in “C”.
- “C” adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17. Inoltre, devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solaio o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

Per le condutture di cui sopra, oltre che alle protezioni generali, nei sistemi TT e TN è obbligatoria la protezione con dispositivo a corrente differenziale avente una corrente nominale d’intervento non superiore a 300 mA anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possono dar luogo ad un incendio, per esempio per il surriscaldamento di superfici infiammabili (controsoffitti infiammabili ecc....) la corrente differenziale non deve essere superiore a 30mA. Quando non sia possibile, per necessità di continuità di servizio, proteggere i circuiti con un dispositivo a corrente differenziale non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato, si può ricorrere all’uso di un dispositivo differenziale con corrente di intervento 1 A anche di tipo ritardato.

Per i cavi delle condutture a servizio dell’ambiente si è valutato il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell’entità del danno probabile nei confronti di cose e/o persone, al fine di adottare opportuni provvedimenti. Nel caso, valutato la massima presenza contemporanea di persone ipotizzabile nell’ambiente e il possibile danno a cose e persone prevedibile, si è valutato necessario l’impiego di cavi senza alogenuri di tipo LSOH.

4. IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA

Nell’ambito degli interventi di ampliamento e di riqualificazione del cimitero Comunale di Trani, tra le opere tecnologiche progettate, al fine di rendere la nuova struttura cimiteriale più ospitale e sicura, è stata prevista la realizzazione di un sistema audio per il controllo, gestione e diffusione sonora anche di evacuazione di emergenza con controlli e segnalazioni a Norma EN 50849. L’impianto suddetto consentirà la diffusione di:

- avvisi ai visitatori;

- allarmi acustici;
- musica sacra, nei periodi di particolari ricorrenze (Santo Natale, Commemorazione dei defunti, ecc.);

garantirà, pertanto, i requisiti previsti di accoglienza e sicurezza dei luoghi.

L'impianto previsto, dimensionato per la nuova struttura ma ampliabile per l'intera area cimiteriale, avrà caratteristiche idonee per la sonorizzazione di grandi aree esterne ed interne, ed in particolare i seguenti requisiti:

- protezione dall'acqua;
- sensibilità ed elevata banda passante.

Sarà composto da:

- modulo matrice digitale attiva;
- modulo interfaccia trasformatori di linea;
- base microfonica e controllo;
- console microfonica;
- gruppo di alimentazione a 48 V cc a Norma EN 54-4;
- diffusori acustici da interno e da esterno, in posizione e numero da coprire l'area della struttura da realizzare.

4.1 Impianto di diffusione sonora annunci di allarme (EVAC)

È previsto un sistema di diffusione sonora annunci di allarme in grado di avvertire gli utenti e il personale delle condizioni di pericolo in caso d'incendio.

Norme tecniche di riferimento:

- Norma EN 50849 (2017);
- UNI ISO 7240-19 (2010);
- UNI CENT/TS 54-32 (2015).

Il tipo di EVAC previsto deve avere i seguenti requisiti:

- Livello III di sicurezza (affidabilità);
- Categoria 3 di prestazione.

Cavi elettrici

Saranno utilizzati cavi conformi alla Norma CEI 20-105, resistenti al fuoco e a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, con la guaina viola, separati dagli altri circuiti e di sezione minima 0,5 mm², comunque di sezione adeguata alla lunghezza e che garantiscono le tensioni di funzionamento delle apparecchiature secondo le indicazioni del costruttore e tale da garantire una caduta di tensione inferiore al 10%. La Norma CEI 20-105 prevede una resistenza al fuoco PH 30.

Alimentatori

In caso di mancanza dell'alimentazione ordinaria l'EVAC deve essere alimentato da una sorgente di sicurezza, in genere un alimentatore conforme alla norma UNI EN 54-5 in grado di alimentare l'EVAC (a riposo) per 24 h e successivamente per altri 30 minuti dopo la sua entrata in funzione.

Gli alimentatori devono essere alimentati da proprio circuito, in modo da non risentire di guasti in altre parti dell'impianto utilizzatore (in analogia alla norma UNI 9795; il relativo interruttore non deve essere accessibile alle persone comuni e deve portare la scritta "Allarme antincendio/vocale. Non aprire".

5. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nell'ambito delle opere tecnologiche progettate è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (luce solare).

Per un minor impatto visivo ed architettonico e per integrazione con le strutture funerarie previste, è stata scelta la soluzione di moduli impermeabili fotovoltaici da installare su parte della copertura del corpo A centrale, nelle zone di esposizione più favorevoli.

In base agli spazi previsti, la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico risulta di 45 kW; la suddetta potenza sarà in grado di soddisfare i consumi delle utenze del cimitero.

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI E I COMPONENTI

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dal D.M. n.37 del 22 gennaio 2008. In fase di installazione devono essere rispettate le prescrizioni elencate nel "Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicate nel D.lgs. n.81 del 9 aprile 2008. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Per il progetto dell'impianto in oggetto si è fatto riferimento, oltre ai citati Decreti, alle leggi e Norme sottoelencate, che dovranno essere rispettate nell'esecuzione delle opere:

NORMA O LEGGE	ARGOMENTO
N. 186/68	Impianti a regola d'arte - Norme CEI.
CEI 82-25	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione

NORMA O LEGGE	ARGOMENTO
	fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.
CEI EN 60904	Dispositivi fotovoltaici.
CEI EN 61215 (CEI 82-8)	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
CEI EN 61646 (CEI 82-12)	Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.
CEI EN 61724 (CEI 82-15)	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
CEI EN 61730-1 (CEI 82-27)	Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.
CEI EN 61730-2 (CEI 82-28)	Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.
CEI EN 62093 (CEI 82-24)	Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.
EN 62116	Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters.
CEI EN 50380 (CEI 82-22)	Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
CEI EN 50521 (CEI 82-31)	Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.
CEI EN 50524 (CEI 82-34)	Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici
CEI EN 50530 (CEI 82-35)	Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.
CEI 20-91	Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
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 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
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 70-1	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

NORMA O LEGGE	ARGOMENTO
CEI EN 60099-1 (CEI 37-1)	Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata.
CEI EN 60439 (CEI 17-13)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31)	Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase).
CEI EN 62305 (CEI 81-10)	Protezione di strutture contro i fulmini.
CEI 81-3	Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
CEI 20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
CEI 13-4	Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

L'impianto fotovoltaico previsto è costituito dai seguenti componenti principali:

- Generatore fotovoltaico;
- Strutture di appoggio dei moduli fotovoltaici;
- Quadro elettrico di campo;
- Gruppo inverter (convertitore statico);
- Quadro elettrico di protezione lato a.c.;
- Allacciamento al quadro utente / parallelo rete;
- Collegamento all'impianto di terra.

Il generatore fotovoltaico è composto da 150 moduli fotovoltaici in monocristallino dotato di cornice in alluminio anodizzato; il campo fotovoltaico ha una potenza nominale di picco complessiva, lato corrente continua, di 45 kWp. I moduli fotovoltaici sono collegati in serie tra loro così da formare gruppi chiamati stringhe collegate direttamente sugli ingressi indipendenti dei due inverter.

La tensione in corrente alternata in uscita dal gruppo di conversione è di 400V_{ac}; gli inverter si collegano rispettivamente a L1, L2, L3 con neutro in comune, di un sistema trifase con tensione a 400V_{ac}. La tecnica di installazione per i moduli è quella di fissaggio diretto sulla copertura piana, con una inclinazione di 30° rispetto al piano orizzontale, comprensiva di:

- struttura metallica per la posa dei pannelli fotovoltaici completa di profili metallici muniti di coperchio, morsetti, ganci, viti e bulloni necessari per la corretta posa e installazione dei pannelli fotovoltaici;
- canali porta-cavi rettilinei (larghezza 100 mm; altezza 75 mm) in metallo zincato, con coperchio e clips, piastre di giunzione, comprensivo di bulloni, tasselli, kit di messa a terra e tutti gli accessori per una corretta installazione;
- Cavi elettrici di collegamento tra i pannelli fotovoltaici con cavi FG21M21 per l'impianto in corrente continua, quadro elettrico c.c., quadro elettrico a.c. da installare a fianco dell'inverter;
- linea di collegamento al quadro elettrico consegna energia in cavo FG16OM16;
- nr.1 pulsante di sgancio di emergenza con spia luminosa a LED di colore verde per segnalazione efficienza circuito in esecuzione stagna sottovetro completo di martello;
- cartello in alluminio indicante la funzione del pulsante di sgancio (impianto fotovoltaico);
- linea di collegamento alla bobina in cavo FG16OM16, attestazione linea per alimentazione impianto fotovoltaico, comprensivo di capicorda, tutti gli accessori e le lavorazioni necessarie per il corretto funzionamento.

Quadro di campo

Il quadro di campo è assemblato con componenti elettromeccanici ed elettronici per assolvere le funzioni seguenti:

lato corrente continua

- protezione da sovratensioni indotte da fulminazioni mediante scaricatori (positivo-terra, negativo-terra, positivo-negativo) connessi a terra;
- sezionamento in uscita della stringa (interruttore magnetotermico).

Il quadro sarà realizzato in materiale termoplastico autoestingente con grado di protezione IP 65, adeguato alle condizioni ambientali del luogo di installazione, posizionato vicino all'inverter a parete.

Cablaggio dei quadri elettrici:

Il cablaggio all'interno del quadro è effettuato con cavo solare di qualità G21 di sezione almeno 6 mm².

Cablaggio per collegamento all'impianto di terra:

Gli scaricatori per le sovratensioni indotte da fulminazione (positivo-terra, negativo-terra), contenuti nel quadro, sono collegati con l'impianto di terra con un cavo di sezione adeguata tipo FS17 da almeno 6 mm².

Inverter

Gli inverter utilizzati saranno in grado di seguire il punto di massima potenza risultante dall'accoppiamento delle stringhe corrispondenti sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e ricostruire l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme. Il collegamento degli inverter alla rete di distribuzione pubblica prevede la connessione del conduttore di protezione (giallo – verde) all'apposito morsetto e la connessione delle fasi e del neutro ai morsetti dell'interruttore magnetotermico tetra polare della dorsale di collegamento alla rete elettrica; l'uscita degli inverter saranno a 400V c.a. e confluiscono verso un quadro di parallelo inverter QPI lato rete nel quale sono contenute le funzioni di sezionamento, di protezione della linea.

Quadro elettrico a.c.

Il quadro elettrico di protezione lato a.c. è assemblato con componenti elettromeccanici ed elettronici per assolvere le funzioni seguenti:

lato corrente alternata

- alloggio di interruttore automatico di protezione;
- alloggio di SPD.

Il quadro elettrico sarà realizzato in materiale termoplastico autoestinguento con grado di protezione IP 65, adeguato alle condizioni ambientali del luogo di installazione, posizionato a muro in prossimità dell'inverter in locale tecnico chiuso ed areato.

Cablaggio dei quadri elettrici:

Il cablaggio all'interno del quadro è effettuato con cavo in PVC tipo FS17 di sezione minima 6 mm².

Cablaggio per collegamento all'impianto di terra

Gli scaricatori per le sovratensioni indotte da fulminazione (fase-terra, neutro-terra), contenuti nel quadro, sono collegati con l'impianto di terra con un cavo di sezione adeguata tipo FS17 di almeno 6 mm².

Il sito relativo all'impianto fotovoltaico è collegato all'impianto di terra generale che permette di ottenere le sottoelencate finalità:

- protezione delle persone dagli effetti della folgorazione dovuti a contatti indiretti sulle masse;

- protezione delle persone dagli effetti della folgorazione dovuti a contatti indiretti sulle masse estranee;
- dispersione delle correnti indotte da sovratensioni di origine atmosferica.

Seguendo la normativa vigente si effettuerà il collegamento all'impianto di terra di protezione per permettere il corretto funzionamento degli scaricatori di sovratensioni indotte nelle cassette di terra e nel quadro di interfaccia.

Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete auto-produttore che della rete di distribuzione pubblica sarà realizzata in conformità a quanto previsto dalle vigenti norme CEI, con riferimento anche ai documenti di unificazione ENEL.

L'impianto risulterà pertanto equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su due livelli: dispositivo del generatore; dispositivo di interfaccia; dispositivo generale.

Dispositivo di generatore

L'inverter è internamente protetto contro il cortocircuito e il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica. L'interruttore magnetotermico presente sull'uscita dell'inverter agisce come ricalzo a tale funzione.

Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete elettrica avviene considerando come anomalie le condizioni di funzionamento che fuoriescono da una determinata finestra di tensione e frequenza così caratterizzata:

- minima tensione 0,8 Vn
- massima tensione 1,2 Vn
- minima frequenza 49,0 Hz
- massima frequenza 51,0 Hz

La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere assolutamente evitato, soprattutto perché può tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione dei guasti.

In tal caso tali funzioni di protezione sono implementate nel sistema di controllo del convertitore cc/ca, non essendovi parte di rete utente abilitata al funzionamento in isola (utenze privilegiate). La conformità di tale protezione ai requisiti minimi ammessi è

supportata da documentazione di prova di tipo, emessa da laboratorio accreditato da ente facente capo all'European cooperation for Accreditation (EA).

Dispositivo generale

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. Per i piccoli impianti è sufficiente la protezione contro il corto circuito e il sovraccarico. Poiché l'impianto elettrico risulta essere, nel suo complesso, un impianto specificatamente dedicato all'auto-produzione, è ragionevole supporre che la produzione da fonte fotovoltaica possa fluire solo occasionalmente verso la rete pubblica, risulta accettabile che il dispositivo generale sia posizionato immediatamente a monte del montante fotovoltaico e costituito dal magnetotermico differenziale presente nel quadro di parallelo al quale il montante fotovoltaico fa capo.

6. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

Nell'ambito degli interventi di ampliamento e di riqualificazione del cimitero Comunale di Trani, tra le opere tecnologiche progettate, al fine di rendere la nuova struttura cimiteriale più sicura, è stata prevista la realizzazione di un sistema integrato di sicurezza e controllo a protezione dei varchi di accesso (primari e secondari) e delle aree perimetrali.

Norme tecniche di riferimento:

- Norme EN 62676 (standardizzazione, dai requisiti generali di sistema fino ai protocolli di trasmissione);
- Norma IEC 62676-5 (metodi di misurazione delle performance delle telecamere).

I sistemi di videosorveglianza sono inoltre soggetti ai provvedimenti del Garante della Privacy.

L'impianto previsto, dimensionato per la nuova struttura ma ampliabile per l'intera area cimiteriale, avrà le seguenti caratteristiche funzionali e requisiti:

- una postazione di controllo, prevista nella area a servizi della struttura, in cui saranno installati: un videoregistratore digitale (con incorporate le funzioni di una matrice video, di un multiplexer e di un motion detector); due monitor, per la visualizzazione automatica di tutte le immagini delle telecamere; l'unità integrata di archiviazione immagini in formato digitale su HD;
- un sistema di trasferimento immagini e di gestione del sistema in tempo reale da postazioni remote appositamente configurate, collegate in rete o con linea telefonica

dedicata e/o commutata ISDN (invio di SMS, MMS o Mail con immagini di riferimento);

- telecamere a colori di ripresa poste in prossimità dei varchi accesso, zone perimetrali e di alcune aree sensibili del perimetro interno, collegate mediante una apposita rete cavi alla postazione di monitoraggio e controllo nell'area a servizi;
- alle videocamere è associato un sistema di registrazione delle immagini con tecnologia digitale su Hard Disk, dedicato alla memorizzazione delle immagini provenienti dalle zone a rischio ed alle immagini rilevate ed associate dal sistema ad una condizione di allarme (varchi, aree perimetrale, ecc.), e da un sistema di motion-activity detector, che ottimizza le capacità dell'HD, singolarmente programmabile per ogni telecamera collegata, il quale attiverà, quando abilitato (es. orario notturno) la videoregistrazione e gli allarmi associati in presenza di variazioni dell'immagine ripresa.

7. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA (TRATTO STRADALE TRA VIA BARLETTA E VIA FINANZIERI)

La seguente relazione si riferisce al progetto illuminotecnico per l'illuminazione della strada pubblica prevista nell'ambito degli interventi di ampliamento e di riqualificazione del cimitero Comunale, di accesso veicolare al nuovo ingresso, ed in particolare così costituita:

- prolungamento dell'attuale via Finanzieri, con adiacente zona di parcheggio in prossimità del nuovo ingresso del cimitero;
- traversa per il raccordo stradale, mediante rotatoria, di collegamento alla via Barletta (SS 16).

La suddetta strada si trova in zona extraurbana, in un contesto ambientale scarsamente urbanizzato ed in presenza di alcune attività produttive; l'utilizzo della suddetta strada è a prevalente o esclusivo traffico veicolare.

La proposta progettuale per la pubblica illuminazione del tratto stradale tra via Barletta e via Finanzieri dovrà essere concordata con AMET spa di Trani (BT), azienda delegata per conto del Comune di Trani (BT) alla realizzazione e manutenzione degli impianti di pubblica illuminazione.

La proposta progettuale, pertanto, dovrà rifarsi agli standard previsti dalla suddetta Azienda per i materiali e le apparecchiature da installare.

In base alla “**ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI TRANI**” la viabilità della strada è stata classificata “Viabilità di classe III” (strade con traffico veicolare locale o di attraversamento, strade urbane di quartiere o di collegamento tra quartieri), così come risulta dalla **Tabella 5.2** della relazione tecnica della suddetta “**ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI TRANI**”.

Ai fini del contenimento dell’inquinamento acustico e nel rispetto dei luoghi, è consigliabile la riduzione della velocità di marcia con limite ≤ 30 km/h.

7.1 OBIETTIVI E FINALITA’

La presente progettazione dell’illuminazione stradale risulta efficace ed energeticamente efficiente, ai fini del conseguimento del maggior risparmio energetico, così come richiesto dalla Legge Regionale 23 novembre 2005, n. 15 “**Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico**” e dal Regolamento REGIONALE 22 agosto 2006, n. 13 “**Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico**”.

L’intervento per migliorare l’efficienza energetica prevede, pertanto, preliminarmente l’assolvimento dei sottoelencati obblighi:

- rispetto della normativa in materia di sicurezza stradale;
- necessità dovute alla pubblica sicurezza;
- tutela del patrimonio artistico;
- incentivazione delle attività sociali;

e si propone, inoltre:

- l’ottimizzazione dei costi di esercizio e manutenzione dell’impianto;
- contenimento del flusso luminoso “disperso”.

Il servizio di pubblica illuminazione è essenziale per la vita cittadina dato che persegue le seguenti

importanti funzionalità:

- Garantire la visibilità nelle ore buie, dando la migliore fruibilità sia delle infrastrutture che degli spazi urbani secondo i criteri di destinazione urbanistica;
- Garantire la sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere: per assicurare i valori di illuminamento minimi di sicurezza sulle strade con traffico veicolare, misto (veicolare – pedonale), residenziale, pedonale, a verde pubblico, ecc., sono state emanate

apposite norme che fissano i livelli di illuminamento in funzione della classificazione dell'area da illuminare;

- Conferire un maggiore "senso" di sicurezza fisica e psicologica alle persone: da sempre, l'illuminazione pubblica ha avuto la funzione di "vedere" e di "farsi vedere" e pertanto di acquisire un maggior senso di sicurezza che oggi è inteso come un deterrente alle aggressioni nonché da ausilio per le forze di pubblica sicurezza;
- Aumentare la qualità della vita sociale con l'incentivazione delle attività serali: con un'adeguata illuminazione pubblica è possibile favorire il prolungamento, oltre il tramonto, delle attività commerciali e di intrattenimento all'aperto;
- Valorizzare le strutture architettoniche e ambientali: un impianto di illuminazione pubblica, adeguatamente dimensionato in intensità luminosa e resa cromatica, è di supporto alla valorizzazione e al miglior godimento delle strutture architettoniche e monumentali.

Questi obiettivi primari devono essere ottenuti cercando non solo di minimizzare i consumi energetici, ma anche contenendo il più possibile il flusso "disperso", concausa dell'inquinamento luminoso, dell'invasività della luce e dell'impatto sull'ambiente dell'intervento sia integrando formalmente gli impianti con il territorio in cui vengono inseriti, sia con la scelta di materiali contestuali all'ambiente, ottimizzando i costi di esercizio e di manutenzione.

7.2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

NORMA O LEGGE	ARGOMENTO
Legge Regionale 23 novembre 2005, n. 15	Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico
Regolamento REGIONALE 22 agosto 2006, n. 13.	Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico
UNI 11248 (2012)	Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche.
UNI EN 13201-2 (2004)	Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali.
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 11-27	Lavori su impianti elettrici.
CEI 11-47	Impianti tecnologici sotterranei. Criteri generali di posa.
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
CEI 23-3/1	Interruttori automatici per la protezione da sovracorrenti per impianti

Ampliamento e gestione del Cimitero Comunale di Trani (BT)

Relazione tecnica progetto impianti elettrici, ausiliari e speciali

NORMA O LEGGE	ARGOMENTO
	domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per il funzionamento in corrente alternata.
CEI 23-116	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 24: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati.
CEI 32-1	Fusibili a bassa tensione. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 34-15	Lampade a vapori di sodio a bassa pressione. Specifiche di prestazione.
CEI 34-33 (EN 60598-2-3)	Apparecchi di illuminazione – Parte 2-3: Prescrizioni particolari – Apparecchi per illuminazione stradale.
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c..
UNI EN 40-2	Pali per illuminazione pubblica – Parte 2: Requisiti generali e dimensioni. Apparecchi di illuminazione – Parte 2-3: Prescrizioni particolari – Apparecchi per illuminazione stradale.
UNI EN 40-5	Pali per illuminazione pubblica. Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio.
CEI-UNEL 35026	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
UNI EN 11248 (2016)	Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche.
UNI EN 13201 (2016)	Illuminazione stradale.

7.3 PRESCRIZIONI DELL'IMPIANTO ALLA L. R. N.15/2005 E R.R. N. 13/2006

In conformità a quanto specificato all'Art. 5 (Requisiti tecnici e modalità d'impiego degli impianti di illuminazione) della L.R. 15/05, gli impianti per illuminazione pubblica e privata a più basso impatto ambientale, per il risparmio energetico e per prevenire l'inquinamento luminoso devono prevedere:

- a) apparecchi che, nella loro posizione di installazione, devono una distribuzione dell'intensità luminosa massima per $g \geq 90^0$, compresa tra 000 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; a tal fine, in genere, le lampade devono essere recessive nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso;
- b) lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore;
- c) luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare ed illuminamenti non superiori ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:

- I - classificazione delle strade, in base a quanto disposto dal Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
 - II - impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interasse dei punti luce e ridotti costi manutentivi. In particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell’impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada e alla sua categoria illuminotecnica, devono garantire un rapporto fra inter-distanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di ostacoli quali alberi o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell’impianto. Soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada (bilaterali frontali) sono accettabili, se necessarie, solamente per strade classificate con indice illuminotecnico 5 e 6;
 - III – Orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione, senza superare i livelli minimi previsti dalle normative illuminotecniche italiane ed europee più recenti e garantendo il rispetto dei valori di uniformità e controllo dell’abbagliamento previsto da dette norme.
 - IV- Mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza e/o indicate diversamente nella legge, valori medi di luminanza, non superiori a 1 cd/m^2 ;
 - V – Calcolo della luminanza.
- d) Impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l’emissione di luci in misura superiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza.

7.4 CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA

7.4.1 Classificazione illuminotecnica della strada

La Norma UNI EN 13201-2 (2016) definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l’illuminazione delle strade indirizzata alle esigenze di visione degli utenti e considera gli aspetti ambientali dell’illuminazione stradale.

7.4.2 Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

La classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica viene definita dalla norma UNI 11248 (2016).

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

7.4.3 Categoria illuminotecnica di ingresso

La strada può essere suddivisa nelle seguenti zone di studio (con condizioni omogenee dei parametri di influenza):

- ZONA 1: strada prolungamento della via Finanzieri;
- ZONA 2: parcheggio adiacente alla via Finanzieri per l'accesso al cimitero;
- ZONA 3: traversa della via Finanzieri con rotonda per lo sbocco sulla via Barletta (ex SS 16).

Secondo il prospetto 1 della Norma UNI 11248 (2016) le zone di studio individuate possono essere classificate:

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso				
Zona di studio	Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km / h]	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi
1	F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
2	F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
3	F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2

Nel caso della zona 3, secondo l'Appendice B2 "Illuminazione delle intersezioni a rotatoria" della Norma UNI 11248, la categoria illuminotecnica deve essere integrata con i requisiti sull'abbagliamento debilitante, come specificato al punto 9.1.1. della stessa Norma.

7.4.4 Analisi dei rischi (Norma UNI 11248)

È stata effettuata tenendo conto dei parametri di influenza secondo il prospetto 2 della citata Norma:

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	0
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	0
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1

Assenza di pericolo di aggressione	0
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	0
Assenza di attraversamenti pedonali	0

La sintesi conclusiva è che non vi sono parametri che possono determinare la riduzione di categoria.

7.5 Categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio

La categoria illuminotecnica di progetto risulta la stessa di quella d'ingresso. Non si prevede una variabilità significativa dei parametri, pertanto la categoria illuminotecnica di esercizio sarà identica a quella di progetto.

7.6 Requisiti fotometrici

Dal prospetto 2 al paragrafo 6 della Norma UNI EN 13201-2, risultano i seguenti requisiti prestazionali, per l'illuminamento medio (\bar{E}) e il rapporto tra l'illuminamento minimo e l'illuminamento medio (U_0):

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} in lx [minimo mantenuto]	U_0 [minima]
CE4	10	0,4

7.7 COMPONENTI DELL'IMPIANTO

7.7.1 Apparecchi per illuminazione

Come risulta dalla planimetria allegata, gli apparecchi previsti sono armature stradali di marca "AEC Illuminazione" modello "Lunoide VP" (o similari) la cui scheda tecnica è allegata alla presente relazione e le cui caratteristiche sono sinteticamente riportate di seguito:

- Gruppo ottico: ST (ottica per applicazione stradale); Classificazione fotometrica: Cut-Off.;
- Classe di isolamento: II;
- Grado di protezione: IP44 vano cablaggio; IP66 vano ottico;
- Potenza: 250 W (montate a testa-palo su pali in acciaio di altezza fuori-terra di 12 m);
- Potenza: 150 W (montate a testa-palo su pali in acciaio di altezza fuori-terra di 7 m);

7.7.2 Pali di sostegno

I pali saranno conformi alle prescrizioni alla Norma UNI EN 40-5 ed avranno le seguenti caratteristiche:

- di tipo conico in acciaio, diametro alla base 139 mm, diametro alla sommità 60 mm;
- protetto contro la corrosione mediante zincatura a caldo secondo la Norma EN ISO 1461, oltre ad una fascia di rinforzo in acciaio con sovrastante fascia protettiva bituminosa nella zona della sezione di incastro;
- a 0,6 m da terra sarà posizionata la finestrella per l'installazione della morsettiera a doppio isolamento.
- Plinti di sostegno in calcestruzzo RBK 250 kg/cm², dimensionati in relazione alla tipologia ed all'altezza del palo, provvisti di canna in PVC rigido liscio, per alloggiamento del palo, tubo corrugato in PVC flessibile, per l'allacciamento elettrico, e tubo per la predisposizione del collegamento di terra.

Il dimensionamento del plinto di fondazione sarà effettuato ipotizzando delle dimensioni e verificandone successivamente l'idoneità statica sulla base di quanto previsto dalle norme: D.M. 21/03/1988 ("Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne"); D.M. 16/01/1996 ("Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, ed istruzioni relative ai carichi e ai sovraccarichi").

7.7.3 Condutture elettriche

Le condutture elettriche previste sono del tipo interrate costituite da:

- Tubazioni in polietilene corrugato a doppio strato con pareti interne lisce, diametro mm 90, posate a quota di almeno m 0,80 sotto il livello stradale, su letto di sabbia di roccia, protette da misto stabilizzato.
- Pozzetti in c.l.s. prefabbricato con chiusino carrabile in ghisa, collocati in prossimità dei pali di illuminazione ed in corrispondenza di variazioni del percorso delle linee.
- Linea dorsale con cavi elettrici del tipo FG70R dimensionati per il carico da alimentare con caduta di tensione non superiore al 3% in corrispondenza del punto luce più sfavorito e derivazioni agli apparecchi illuminanti con cavi di sezione pari a 4 mm².

Saranno osservate le distanze di rispetto previste dalle norme dagli altri cavi o tubazioni metalliche di servizi. Le condutture elettriche saranno protette dalle sovracorrenti mediante interruttori automatici che soddisfano i criteri di scelta previsti dalle Norme CEI 64-8.

7.8 GEOMETRIA DELL'INSTALLAZIONE

DISPOSIZIONE DEI CENTRI LUMINOSI	Unilaterale
SPORGENZA DEI CENTRI LUMINOSI SULLA CARREGGIATA	Apparecchi montati a testa-palo (sporgenza $s < 0$)
ALTEZZA DEI CENTRI LUMINOSI	- H = 11 m; - H = 7 m
INCLINAZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE	Indicata dal costruttore
DISTANZA TRA I CENTRI LUMINOSI	$D = 3,7 \cdot H$

7.9 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Sarà realizzata mediante:

- Isolamento delle parti attive;
- Utilizzo di barriere ed involucri idonei a garantire grado di protezione IP XXB (dito di prova) IPXXD (filo di prova);
- Impedimento di accesso alle parti interne in tensione, mediante involucri o barriere rimovibili solo con attrezzi o chiave.

7.10 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Il sistema elettrico è di tipo TT, a tensione di 400/230 V, e la protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata con la tecnica dell'interruzione automatica dell'alimentazione, ottenuta mediante utilizzo di interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra secondo quanto previsto dalle Norme CEI 64-8. Saranno adottati ulteriori provvedimenti consistenti nell'utilizzo di apparecchiature a doppio isolamento e cioè:

- Cavi a doppia guaina per posa interrata;
- Apparecchi illuminanti di Classe II.

7.11 RISPONDEZZA DELL'IMPIANTO ALLA L. R. N.15/2005 E R.R. N. 13/2006

ART. DI LEGGE	PRESCRIZIONE	RISPONDEZZA	NOTE
5a	apparecchi che devono una distribuzione	VERIFICATA	-

	dell'intensità luminosa massima per $g \geq 900$, compresa tra 000 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso		
5b	lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore	VERIFICATA	—
5c (I-II)	luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare ed illuminamenti non superiori ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri	VERIFICATA	La documentazione dei calcoli illuminotecnici sarà allegata con il progetto definitivo.
5c (III)	Orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione, senza superare i livelli minimi previsti dalle normative illuminotecniche italiane ed europee più recenti e garantendo il rispetto dei valori di uniformità e controllo dell'abbagliamento previsto da dette norme.	VERIFICATA	La documentazione dei calcoli illuminotecnici sarà allegata con il progetto definitivo.
5c (IV)	Mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza e/o indicate diversamente nella legge, valori medi di luminanza, non superiori a 1 cd/m^2	VERIFICATA	La documentazione dei calcoli illuminotecnici sarà allegata con il progetto definitivo.
5c (V)	Calcolo della luminanza	VERIFICATA	La documentazione dei calcoli illuminotecnici sarà allegata con il progetto esecutivo.
5d	Impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luci in misura superiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza.	DA CONCORDARE CON L'ENTE COMUNALE	È sconsigliabile, per ragioni di sicurezza, qualsiasi provvedimento sulla riduzione del flusso luminoso.

8. PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà attuata con le tecniche:

- dell'interruzione automatica dell'alimentazione (a tutte le parti di impianto escluso l'illuminazione votiva delle strutture funerarie);
- senza interruzione automatica dell'alimentazione (per l'illuminazione votiva delle strutture funerarie).

8.1 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (sistema T-T)

Sarà ottenuta con le protezioni differenziali coordinate con l'impianto di terra (come da Norma 64-8 art. 413.1.4.2).

È prevista la realizzazione di un impianto di terra generale, comprendente come dispersore una corda di rame nuda di sezione 25 mm² interrata, che sarà posata nello scavo di fondazione del corpo centrale da realizzare, nella fase di costruzione delle fondazioni; saranno utilizzati, inoltre come "dispersori di fatto" i ferri delle armature collegati opportunamente alla rete di terra.

Da tale impianto di terra sarà derivato il conduttore di terra, costituito da corda di rame nudo di sezione 25 mm² fino al nodo di terra, costituito da barra con morsetti disposta in apposita cassetta o nel quadro generale nel locale servizi cimiteriali.

Saranno, inoltre, derivati i circuiti di protezione (da realizzare con cavi di tipo FS17 di sezione identica ai conduttori di fase) per il collegamento a tutte le masse degli impianti elettrici, e le derivazioni per i collegamenti equipotenziali principali (eventuali tubazioni metalliche), da realizzare con cavi di tipo FS17 di sezione minima 6 mm².

Le protezioni differenziali previste saranno coordinate con l'impianto di terra (come da Norma 64-8/4 art. 413.1.4.2): $R_E \leq 50/I_d$, dove:

- R_E è la resistenza, in ohm, dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli;
- I_d è il valore in ampere, della corrente differenziale di intervento dell'interruttore differenziale (considerando la corrente di intervento più elevata nel caso di più linee protette da dispositivi con correnti di intervento diverso).

Il suddetto impianto di terra, sarà denunciato ai sensi del DPR n° 462 del 22/10/2001 "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", e sarà oggetto di verifiche periodiche da parte di Ente notificato.

8.2 Protezione senza interruzione automatica dell'alimentazione (sistema T-T)

Sarà ottenuta mediante:

- Impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;
- Separazione elettrica, mediante l'installazione di trasformatori di sicurezza, conformi alle Norme CEI 96-3 e 96-7, sistema elettrico SELV a bassissima tensione di sicurezza (Norma CEI 64-8 sezione 411.1).

L'adozione de provvedimenti sopra elencati, anche se comportano un onere economico maggiore, determinano i seguenti vantaggi:

- l'impiego di componenti aventi isolamento doppio o rinforzato evita, dato l'isolamento supplementare, che il cedimento dell'involucro principale possa creare tensioni di contatto sugli involucri, con pregiudizio per la sicurezza delle persone che accidentalmente venissero a contatto con tali parti, oltre al danneggiamento dell'apparecchiatura che ne pregiudicherebbe l'utilizzo; la probabilità che tali eventi possa accadere è elevata, visto il numero elevato delle lampade votive installate a portata di mano e soggette alle intemperie atmosferiche;
- l'impiego di trasformatori di sicurezza consente la continuità del servizio in quanto, diversamente da quanto succede per i sistemi in Classe I di isolamento, un guasto a terra non comporta l'intervento dell'interruttore di protezione con l'inevitabile interruzione del servizio fino alla verifica dell'impianto da parte del personale dell'impresa preposto alla manutenzione.
- L'adozione di questo sistema di protezione ("SELV") comporta che è vietato il collegamento a terra:
 - delle le parti metalliche accessibili, non in tensione, dei componenti di classe II;
 - delle parti attive di altri circuiti le parti attive dei circuiti SELV e delle apparecchiature alimentate;
 - le masse;
 - Le prese a spina, inoltre, non devono avere il morsetto di terra per il collegamento del conduttore di protezione.

9. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

Sarà ottenuta mediante:

- protezione totale, mediante isolamento delle parti attive in fase di costruzione delle apparecchiature (lo strato isolante non deve essere rimuovibile se non volontariamente con attrezzi); le parti attive che non possono essere completamente isolate saranno poste all'interno di involucri o protette da barriere. Tutti gli involucri dei componenti, inoltre, dovranno avere un grado di protezione idoneo all'ambiente di installazione;

- protezione addizionale mediante interruttori differenziali (norma CEI 64-8 sezione 412.5.1) con corrente differenziale di intervento non superiore a 30 mA.

10. PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI

È stata effettuata la valutazione del rischio dovuto al fulmine, da cui risulta che la struttura è auto protetta (allegata alla presente).

11. CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Il dimensionamento delle apparecchiature e dei cavi è stato effettuato in modo da evitare il loro sovraccarico e il pericolo di innesco d'incendio per cause elettriche. In particolare:

- il dimensionamento dei cavi elettrici soddisfa il criterio della massima caduta di tensione ammissibile (4%) valutata secondo la tabella CEI-UNEL 35023, ed è stato eseguito in modo da garantire la protezione delle condutture alle correnti di sovraccarico secondo la tabella CEI UNEL 35024/1 e la tabella CEI UNEL 36762;
- la scelta dei dispositivi dal sovraccarico e corto circuito di tutte le linee elettriche è stata effettuata secondo le relazioni di coordinamento indicate nella Norma CEI 64-8/4 (par. 433.2, 434.3 e 435.1);
- il dimensionamento delle tubazioni soddisfa la Norma CEI 64-100/2 in modo da garantire l'inserimento e la sfilabilità dei cavi in modo agevole;
- le dimensioni dei dispersori soddisfano i valori minimi previsti dalla Norma CEI 64-8/5 art. 542.2.3;
- le dimensioni del conduttore di terra soddisfano i valori previsti dalla tabella 54-A della Norma CEI 64-8/5 art. 542.3.1;
- la scelta dei conduttori di protezione soddisfa i requisiti previsti dalla Norma CEI 64-8 par. 543.

12. CONCLUSIONI

Le soluzioni tecniche proposte soddisfano gli obiettivi previsti:

- tutte le apparecchiature e dispositivi da utilizzare soddisfano le norme di prodotto, di conformità di installazione ed idoneità del grado di protezione previsto dalle Norme per l'ambiente cui sono destinati, protetti da sovracorrenti e dal rischio d'incendio; tutto ciò consentirà di ottenere il miglior grado di sicurezza per gli impianti previsti, per la prevenzione del rischio elettrico nei confronti dei visitatori e per gli operatori soggetti alla manutenzione degli impianti elettrici stessi;

- la continuità di esercizio è garantita dalla scelta di alimentare gli impianti di illuminazione votiva con il sistema a bassissima tensione di sicurezza che, così come descritto precedentemente nella relazione, risulta maggiormente affidabile e funzionale;
- significativi risparmi energetici saranno raggiunti con l'adozione di apparecchi illuminanti a led per l'illuminazione votiva e degli spazi aperti (viali, ecc.); l'adozione delle lampade a led, oltre a ridurre i consumi energetici, consentirà una riduzione dei costi di manutenzione delle lampade stese, vista la maggior durata rispetto alle lampade tradizionali, oltre al fatto che le minori potenze assorbite determineranno la scelta di sezioni inferiori per i cavi elettrici di alimentazione e di tubazioni, con ulteriore risparmio di spesa;
- la valorizzazione delle strutture architettoniche è ottenuta con la proposta di apparecchiature e i dispositivi aventi un design adeguato e rispettoso degli ambienti, avendone curato anche l'idoneità della loro collocazione;
- l'installazione degli impianti di videosorveglianza e di diffusione sonora garantisce la sicurezza dei luoghi.

RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Descrizione struttura: CIMITERO
Indirizzo: VIA BARLETTA
Comune: TRANI
Provincia: BT

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - Disegno della struttura
 - Grafico area di raccolta AD
 - Grafico area di raccolta AM

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" Febbraio 2013;
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" Febbraio 2014;

- CEI 81-30 "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di N_g (Norma CEI EN 62305-2)" Febbraio 2014.

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta. La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni. Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di N_g "), vale:

$$N_g = 1,22 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato Disegno della struttura). La destinazione d'uso prevalente della struttura è: culto

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente. L'edificio ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ENERGIA
- Linea di segnale: TELEFONICA

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*). L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AM*). Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5. I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*. I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RA: 4,13E-08

RB: 1,03E-07

RU(DISTRIBUZIONE ENERGIA): 3,76E-09

RV(DISTRIBUZIONE ENERGIA): 9,39E-09

RU(IMPIANTO TELEFONICO): 3,76E-09

RV(IMPIANTO TELEFONICO): 9,39E-09

Totale: 1,71E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,71E-07

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 1,71E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

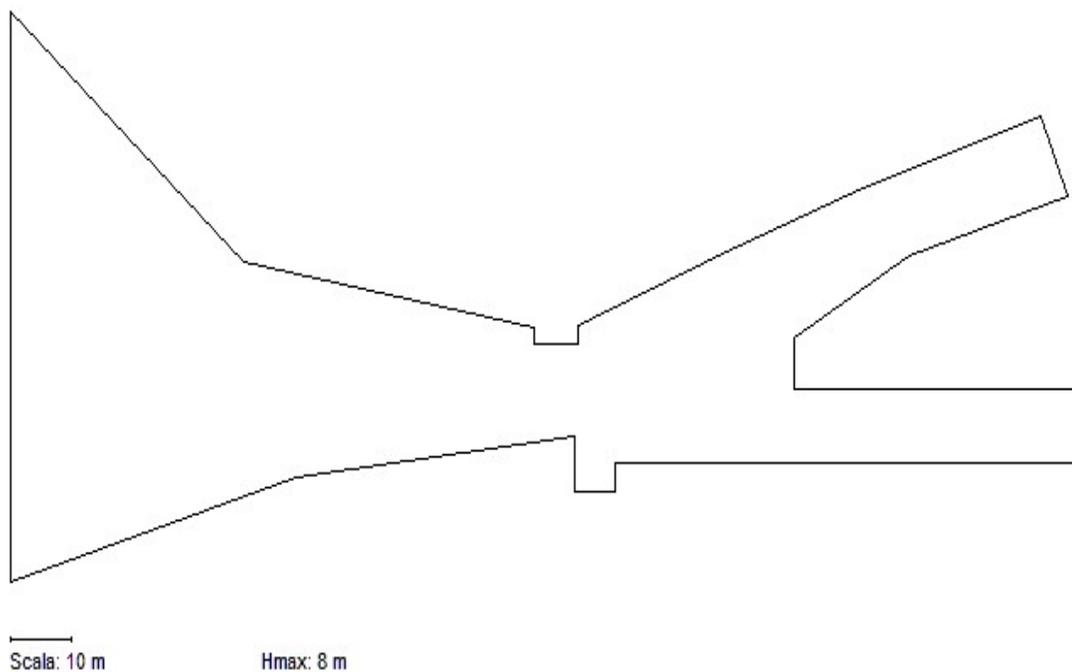
Poiché il rischio complessivo $R1 = 1,71E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

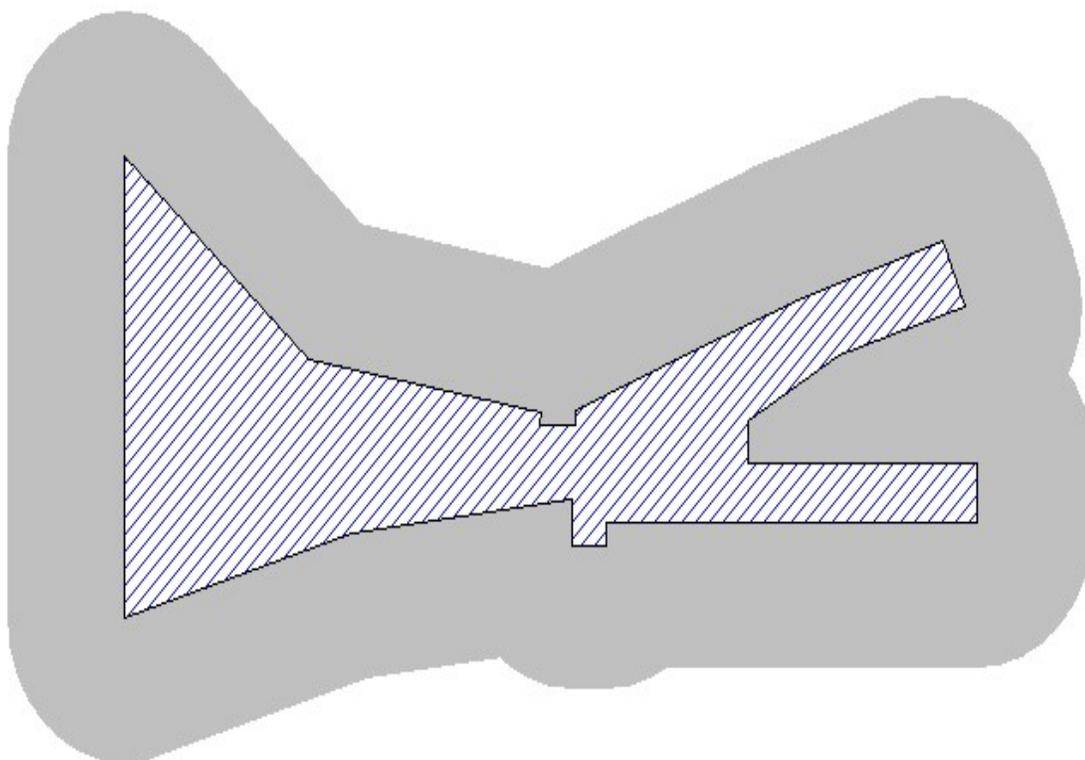
Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON È NECESSARIA.

In relazione al valore della frequenza di danno l'adozione di misure di protezione è comunque opportuna al fine di garantire la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

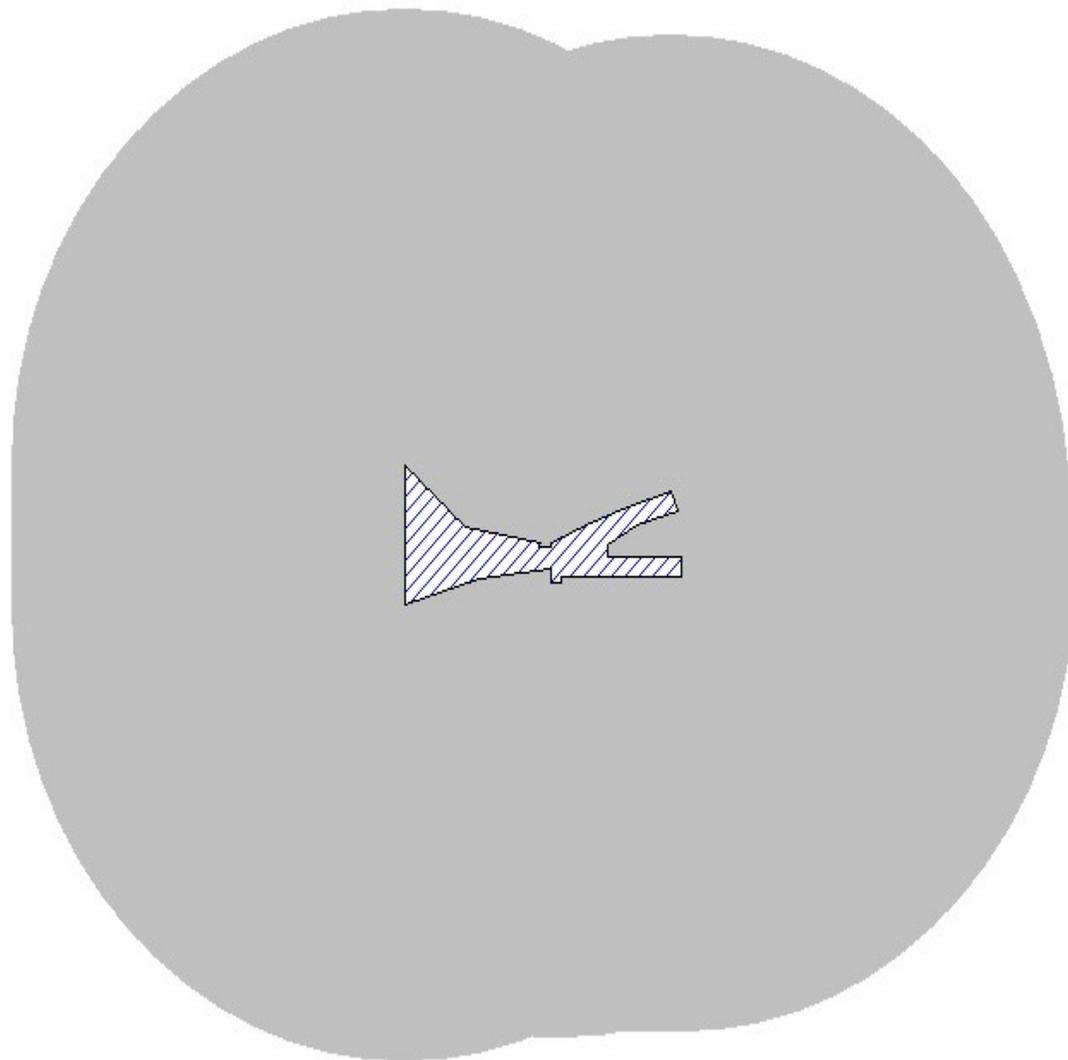


Allegato - Disegno della struttura



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km²) = 1,98E-02



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km²) = 5,52E-01

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD = 0,5$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $N_g = 1,22$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ENERGIA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 90$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Caratteristiche della linea: TELEFONICA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L = 90$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($r_t = 0,01$)

Rischio di incendio: ordinario ($r_f = 0,01$)

Pericoli particolari: medio rischio di panico ($h = 5$)

Protezioni antincendio: nessuna ($r_p = 1$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: DISTRIBUZIONE ENERGIA

Alimentato dalla linea LINEA ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 m^2$) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Impianto interno: IMPIANTO TELEFONICO

Alimentato dalla linea TELEFONICA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 m^2$) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 300

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 3,42E-06$
Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 8,55E-06$
Rischio 4
Valore dei muri (€): 30000000
Valore del contenuto (€): 10000000
Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 10000000
Valore totale della struttura (€): 50000000
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,00E-04$
Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 2,00E-03$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente r_f alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente r_t alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Struttura

FS1: $1,21E-02$

FS2: $1,35E-04$

FS3: $2,20E-03$

FS4: $2,20E-01$

Totale: $2,34E-01$

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,98E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 5,52E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,21E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 6,73E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

LINEA ENERGIA

$AL = 0,003600 \text{ km}^2$

$AI = 0,360000 \text{ km}^2$

TELEFONICA

$AL = 0,003600 \text{ km}^2$

$AI = 0,360000 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

LINEA ENERGIA

NL = 0,001098

NI = 0,109800

TELEFONICA

NL = 0,001098

NI = 0,109800

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (DISTRIBUZIONE ENERGIA) = 1,00E+00

PC (IMPIANTO TELEFONICO) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (DISTRIBUZIONE ENERGIA) = 1,00E-04

PM (IMPIANTO TELEFONICO) = 1,00E-04

PM = 2,00E-04

PU (DISTRIBUZIONE ENERGIA) = 1,00E+00

PV (DISTRIBUZIONE ENERGIA) = 1,00E+00

PW (DISTRIBUZIONE ENERGIA) = 1,00E+00

PZ (DISTRIBUZIONE ENERGIA) = 1,00E+00

PU (IMPIANTO TELEFONICO) = 1,00E+00

PV (IMPIANTO TELEFONICO) = 1,00E+00

PW (IMPIANTO TELEFONICO) = 1,00E+00

PZ (IMPIANTO TELEFONICO) = 1,00E+00