



COMUNE DI PALERMO



PROGETTO ESECUTIVO PER LA MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DEL GIARDINO DI PIAZZA LOLLI A PALERMO

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI

Progettisti:

arch. GUALTIERO CIACCI

arch. NICOLA PIAZZA

Responsabile Unico del Procedimento:

arch. PAOLA MAIDA

Data :

Scala grafica

Codice Elaborato:

I.Rel

SOMMARIO

1	IMPIANTO ELETTRICO	2
1.1	L'ILLUMINAZIONE DEGLI SPAZI ESTERNI	2
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
1.3	ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI	5
6.1	IMPIANTO ELETTRICO	5
6.2	IMPIANTO DI TERRA	6
6.3	PRESCRIZIONI COMUNI.....	6
6.4	ANALISI DEI CARICHI	7
6.5	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	7
6.6	PROTEZIONE DAI SOVRACCARICHI E DAI CORTOCIRCUITI	8
6.7	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	10
6.8	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	10
6.9	CALCOLO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE (PE) E DI TERRA (CT)	12
6.10	MISURA DELLA RESISTENZA DI TERRA, RT	12
6.11	QUADRI ELETTRICI	13
6.12	SELETTIVITÀ.....	13
6.13	CALCOLO ILLUMINOTECNICO	13
6.14	PRESCRIZIONI GENERALI	14
6.15	VERIFICHE ALL'IMPIANTO.....	14
2	IMPIANTO IRRIGAZIONE.....	16
2.1	RISERVA IDRICA	16
2.2	CIRCUITI	16
2.3	IRRIGATORI	17
2.4	PROGRAMMATORE.....	17
2.5	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA TUBAZIONI.....	18
3	IMPIANTO FOGNARIO ACQUE METEORICHE	23
3.1	TUBAZIONI IN PVC	24
3.2	RIEMPIMENTO	25
3.3	INTERFERENZE CON ALTRI SOTTOSERVIZI	26

1 IMPIANTO ELETTRICO

Nell'ambito dell'intervento di manutenzione ordinaria e straordinaria del giardino di Piazza Lolli a Palermo nei rilievi effettuati sull'impianto elettrico a servizio dell'illuminazione si è riscontrato che lo stato dell'impianto è assolutamente fatiscente con una evidente mancanza del rispetto delle norme e, ancor più, con situazioni di possibile pericolo per l'utenza stessa.

Si è quindi reso necessario realizzare ex-novo l'impianto di illuminazione, dismettendo sia i corpi illuminanti a globo, installati su pali con altezza 2 metri, che la distribuzione realizzata con cavi direttamente interrati ed il quadro elettrico. Si è scelto di mantenere esclusivamente i corpi illuminanti a proiettore installati sui pali metallici di altezza 9 metri circa, posizionati in alcuni punti perimetrali della piazza.

Si è inoltre progettato l'impianto elettrico a servizio dell'impianto di irrigazione e del vano tecnico, da realizzare come meglio descritto nel seguito.

1.1 L'illuminazione degli spazi esterni

A differenza degli ambienti interni, in cui le pareti e soprattutto il soffitto giocano un ruolo fondamentale per la collocazione degli apparecchi illuminanti e per gli effetti di inter-riflessione prodotti da tali superfici, negli esterni la presenza della volta celeste che assorbe tutta la radiazione luminosa rivolta verso essa, fa sì che in linea di principio l'illuminazione diretta sia preponderante. Anche per gli esterni vi sono differenti applicazioni, tra cui: l'illuminazione stradale, l'illuminazione di piazze; illuminazione di facciate di palazzi e monumenti, illuminazione di grandi aree, illuminazione di fontane e piscine e l'illuminazione di parchi e giardini.

Nelle aree con prevalente o esclusivo traffico pedonale l'illuminazione deve dare sicurezza ai cittadini, consentire ai pedoni il riconoscimento dell'ambiente in cui si trovano, creare le condizioni per cui il pedone trovi attraente e confortevole l'ambiente in cui si trova e possa apprezzare il contesto architettonico che lo circonda.

In particolare l'illuminazione degli spazi verdi ha come obiettivo quello di sottolineare la geometria del giardino o parco evidenziandone gli elementi caratterizzanti e costitutivi (alberi, arbusti, piantagioni, rocce, acqua), creando dei paesaggi notturni

da diversi punti di vista e nello stesso tempo rendendo sicuri i percorsi e consentendo alle persone di orientarsi facilmente.

La luce artificiale, soprattutto negli ambienti esterni, presenta il limite di illuminare l'ambiente in modo selettivo, venendo a mancare, rispetto alla luce naturale, la componente diffusa proveniente dalla volta celeste. Tale limite può invece costituire una forte potenzialità, consentendo di definire delle gerarchie e mettere in evidenza degli elementi che di giorno sono quasi invisibili.

1.2 Normativa di riferimento

Alla base c'è la legge 1 marzo 1968 n. 186 in cui si prescrive che "tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati a regola d'arte" e che sono considerati a regola d'arte quelli realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI). In questo modo sono stati chiaramente delimitati i campi legislativo e normativo. Agli impianti sono per- tanto applicate le norme CEI.

- Norma CEI 11-1 fascicolo 1003
"Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali".
- Norma CEI 16-1 Fasc.478
"Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori"
- Norma CEI 17-5 Fasc. 1433
"Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici"
- Norma CEI 20-20
"Cavi isolati in polivinilcloruro".
- Norma CEI 20-22
"Prova dei cavi non propaganti l'incendio";
- Norma CEI 20-27
"Sistema di designazione dei cavi armonizzati".
- Norma CEI 23-51
"Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare";
- Norme CEI 23-9 , 23-11
"Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa, interruttori e commutatori per apparecchi per uso domestico e similare.
- Norma CEI 23-3
"Interruttori automatici per usi domestici e similari".
- Norma CEI 23-18
"Interruttori differenziali per usi domestici e similari".

- Norma CEI 23-5
"Prese a spina per usi domestici e similari".
- Norme CEI 23-8, 23-14, 23-17, 23-25, 23-26, 23-28
"Tubi per installazioni elettriche".
- Norma CEI 64-7
"Impianti elettrici di illuminazione pubblica"
- Norma CEI 64-8
"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua"
- Guida CEI 0-2 I Edizione
"Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- Norma CEI-UNEL 35024/1 fascicolo 3516 del 1997
"Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria"
- Norma UNI EN 40-1/2/3/4/5/6
"Pali per illuminazione pubblica"
- Norma UNI 10819
Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- Norma UNI 12665
Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
- Norma UNI 13032
Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione
- Norma UNI CEI ISO 80000-7
Grandezze ed unità di misura - Parte 7: Luce
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'Impresa distributrice dell'energia elettrica.
- Norme UNI e UNEL per i materiali unificati.

1.3 Alimentazione degli impianti

Per l'alimentazione di tutti gli impianti si prevede una alimentazione direttamente in bassa tensione (sistema di distribuzione del tipo TT) con fornitura trifase più neutro da 15 kW, tramite gruppo di misura dell'ente fornitore installato in un vano a parete lungo la piazza, lato Via Marconi.

1.4 Impianto elettrico

Immediatamente a valle del gruppo di misura dell'ente fornitore alimentato con 4 cavi unipolari tipo FG7-R aventi sezione nominale di 10 mm², è previsto il quadro elettrico "QG – Quadro Generale" ubicato all'interno di una struttura metallica esistente. All'interno del QG, da posizionare a meno di 3 metri dal gruppo di misura dell'ente fornitore, è previsto:

- interruttore generale (magnetotermico 4x32 A)
- interruttore Illuminazione Circuito A (magnetotermico 4x20 A differenziale 30 mA) + contattore modulare
- interruttore Illuminazione Circuito B (magnetotermico 4x20 A differenziale 30 mA) + contattore modulare
- Alimentazione quadro irrigazione (magnetotermico 2x20 A differenziale 30 mA)
- Alimentazione relè crepuscolare (modulare) + relè crepuscolare con sonda esterna

Tutte le linee che si dipartono dal QG sono previste con cavi unipolari tipo FG7-R con sezioni comprese tra 6 e 10 mm² posati in tubazione in PVC interrata.

La scelta dei componenti elettrici dell'impianto e la loro messa in opera, è idonea a tutti i luoghi di installazione.

1.5 Impianto di terra

L'impianto di terra è previsto con dispersore lineare in treccia di rame nudo interrata di sezione 35 mmq nello stesso scavo previsto per la posa dei cavidotti, con derivazioni in corrispondenza di ogni massa o massa estranea, come meglio evidenziato negli elaborati grafici e nei particolari costruttivi.

I collegamenti equipotenziali (EQ) e i conduttori di protezione (PE) delle utenze saranno realizzati con cavi gialloverde tipo N07V-K di sezione opportuna.

1.6 Prescrizioni comuni

La scelta della sezione dei cavi è stata effettuata secondo quanto previsto dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria", imponendo una portata a regime permanente I_z maggiore della corrente di impiego I_b .

Si precisa che le sezioni di tutte le linee di alimentazione sono indicate comunque negli schemi unifilari allegati.

Le giunzioni, da effettuare solo all'interno delle cassette di derivazione mediante appositi morsetti e/o capicorda per le condutture in tubazione a vista, e mediante muffole (a resina colata o a gel) in pozzetto ispezionabile, per le condutture interrate.

La colorazione dei conduttori, in accordo con quanto previsto nella Norma CEI 64-8 e nella Norma CEI 16-4, è la seguente:

- giallo-verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali;
- blu per i conduttori di neutro;
- qualunque altro colore, preferibilmente marrone, nero e grigio, per i conduttori di fase.

Tutti gli apparecchi di illuminazione, se non di classe II, dovranno essere provvisti di idoneo conduttore di protezione.

1.7 Analisi dei carichi

La corrente di impiego I_b , parametro fondamentale per il corretto dimensionamento dei conduttori, è funzione della potenza installata P_a , della tensione nominale V e del coefficiente $g = K_u \square K_c$ secondo le relazioni:

$$I_b = g \times \frac{P_a}{V \cos \varphi} \quad \text{per i circuiti monofase}$$

$$I_b = g \times \frac{P_a}{\sqrt{3} V \cos \varphi} \quad \text{per i circuiti trifase}$$

Dove il coefficiente g è il rapporto tra la corrente d'impiego I_B e la corrente teorica I_t che si avrebbe se tutta la potenza installata venisse pienamente utilizzata e compendia i fattori K_u (coefficiente di utilizzazione) e K_c (coefficiente di contemporaneità).

Nell'effettuare l'analisi dei carichi si è proceduto alla valutazione dei seguenti casi:

- utilizzatori il cui carico è completamente noto in termini di potenza, corrente, fattore di potenza, e regime di funzionamento.
- utilizzatori a presa di cui il carico non è noto.

1.8 Dimensionamento dei cavi

La portata I_z di una conduttura è il massimo valore di corrente che può fluire permanentemente nella conduttura senza che questa superi una prefissata temperatura. La portata dipende da fattori quali la sezione ed il tipo di cavo, la temperatura ambiente ed il tipo di posa, attraverso la relazione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$$

dove è:

I_z = portata del cavo;

I_0 = portata relativa al cavo o ai cavi che costituiscono il circuito in esame, nelle previste condizioni di posa ed a temperatura ambiente di 30 °C;

K_1 = fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 30 °C;

K_2 = fattore di correzione per cavi installati in fascio o in stato, dipendente

dal numero di circuiti presenti nel fascio.

La portata I_0 dipende dalla sezione del cavo, dal materiale conduttore, dal tipo di isolante, dal tipo di posa e dal numero di conduttori della condotta attraversati da correnti significative. Per un dato insieme di condizioni la portata I_0 si determina dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1. Applicando gli opportuni fattori correttivi K_1 e K_2 , si ricava la portata effettiva I_z .

Per ogni condotta dell'impianto dovrà risultare $I_b \leq I_z$ affinché questo risulti utilizzabile in condizioni ordinarie di esercizio.

La sezione dei cavi è inoltre determinata anche tenendo conto della massima caduta di tensione percentuale ammessa, $\Delta V\%$. Questa a regime non deve superare, fra il contatore ed un punto qualsiasi dell'impianto, il 4% della tensione nominale di alimentazione.

1.9 protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti

La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta tramite interruttori magnetotermici, tarati in modo da soddisfare le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 \leq I_z$$

dove è:

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_n = corrente nominale dell'interruttore;

I_z = portata a regime permanente del cavo;

I_f = corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore automatico;

Questa seconda relazione è automaticamente soddisfatta con l'uso di interruttori magnetotermici a norme CEI 23.3 o CEI 17.5.

La protezione dai cortocircuiti è garantita se l'energia specifica, o energia passante, lasciata passare dall'interruttore automatico, prima che questo interrompa la corrente di corto circuito, non supera quella sopportabile dal cavo.

Deve quindi essere soddisfatta la relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove è:

- $I^2 t$ energia specifica lasciata passare dall'interruttore automatico di protezione, prima che questo interrompa la corrente di corto circuito
- t tempo di intervento dell'interruttore automatico di protezione che si assume pari a 5 secondi
- K coefficiente dipendente dal tipo di conduttore e dal suo isolamento
- S sezione del conduttore da proteggere

Per una durata del cortocircuito di 5 secondi, si ha:

- $K = 115$ per cavi in Cu isolati in PVC
- $K = 135$ per cavi in Cu isolati in gomma ordinaria o gomma butilica
- $K = 146$ per cavi in Cu isolati in gomma etilpropilenica (EPR) e propilene reticolato (XLPE)

La relazione dell'energia specifica passante deve essere soddisfatta qualunque sia il punto del circuito interessato al cortocircuito. In pratica è sufficiente la verifica immediatamente a valle degli organi di protezione, dove si ha la corrente di cortocircuito I_{cc} massima e nel punto terminale del circuito dove si ha la corrente di cortocircuito minima. Questa seconda verifica è necessaria per accertare che la lunghezza del conduttore permetta di stabilirsi una corrente di cortocircuito tale da fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore.

Tale corrente di cortocircuito minima è calcolabile mediante la formula semplificata:

$$I_{cc} = \frac{0.8 U S}{1.5 \rho \sqrt{L}}$$

Ponendo I_{cc} eguale al valore di taratura I_m dello sganciatore magnetico e ricavando L , si ottiene la lunghezza massima di cavo protetta dall'interruttore scelto:

$$L_{max} = \frac{0.8 U_0 S}{1.5 \rho \sqrt{I_m}}$$

dove è:

- U_0 tensione di fase di alimentazione in volt;
- 0,8 fattore che tiene conto dell'abbassamento di V durante il cortocircuito;
- S sezione del conduttore in mm^2 ;
- 1.5 fattore di maggiorazione della resistenza della conduttura a 20°C per effetto dell'aumento di temperatura durante il cortocircuito;

- ρ resistività del conduttore alla temperatura media del cortocircuito, assunta pari a $0.018 [\Omega \text{mm}^2/\text{m}]$ per il rame;
- 2 fattore che tiene conto del fatto che la corrente di cortocircuito interessa il conduttore per una lunghezza $2L$;
- I_m corrente di cortocircuito minima che provoca l'apertura dell'interruttore automatico.

1.10 Protezione contro i contatti diretti

Si intende per contatto diretto il contatto con una parte dell'impianto normalmente in tensione, compreso il conduttore di neutro.

La protezione contro i contatti diretti è ottenuta mediante le seguenti misure di protezione totale:

- isolamento delle parti attive rimovibile solo mediante distruzione dello stesso, realizzato con materiale adeguato alla tensione nominale e verso terra e resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio;
- adozione di involucri aventi grado minimo di protezione pari a IPX2 per le pareti verticali e non inferiori a IPX4 per le superfici orizzontali superiori, data la maggiore facilità per gli agenti esterni di entrare in contatto con le parti attive interne;
- utilizzo supplementare di interruttori differenziali ad altissima sensibilità ($I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$).

1.11 Protezione contro i contatti indiretti

Si definisce contatto indiretto il contatto di persone con una massa, o con una parte conduttrice in contatto con la massa, in tensione per un guasto di isolamento.

Le masse metalliche degli apparecchi utilizzatori dovranno essere collegate al conduttore di protezione (PE) di sezione S_p .

Le masse estranee, quali condutture idriche, infissi metallici, ed ogni altro corpo metallico non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra, dovranno essere collegate ad un conduttore equipotenziale in rame di sezione pari alla metà di quella del conduttore di protezione di sezione

maggiore dell'impianto con un minimo di $S_{eq}=6\text{mm}^2$ ed un massimo di $S_{eq}=25\text{mm}^2$, distinto dal conduttore di protezione e facente capo al collettore di terra.

Poiché il sistema in oggetto è di I categoria con distribuzione del tipo TT, dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- tutte le prese a spina devono essere dotate del contatto di terra che dovrà essere collegato al conduttore di protezione;
- i dispositivi automatici di protezione devono essere coordinati con l'impianto di terra in modo tale che sia soddisfatta la relazione:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{dn}}$$

dove I_{dn} è il valore in ampere della più grande corrente differenziale nominale di intervento degli interruttori differenziali posti a protezione dell'impianto, ed R_A è il valore in ohm della somma delle resistenze dei conduttori di protezione (PE) e dei dispersori di terra. La resistenza R_A coincide sensibilmente con la resistenza di terra R_T , poiché, rispetto a questa, la resistenza dei conduttori di protezione è in genere trascurabile.

La U_L , detta tensione di contatto limite, è la tensione di contatto a vuoto corrispondente al tempo di intervento di 5 secondi secondo la curva di sicurezza tensione-tempo. Per gli ambienti ordinari, il valore di U_L è di 50 V.

Il soddisfacimento di questa relazione è in pratica assicurato dall'adozione, per i circuiti terminali, d'interruttori differenziali ad alta sensibilità (CEI 23-18), infatti con I_{dn} massima pari a 0,03 A si ricava una R_A massima di circa 1666 ohm.

Per la protezione dai contatti indiretti nell'impianto in oggetto si è scelto infatti il sistema di protezione mediante interruzione automatica dei circuiti di alimentazione utilizzando sui circuiti terminali di alimentazione interruttori magnetotermici differenziali con corrente differenziale di intervento 0,03 A (vedasi schemi unifilari allegati).

1.12 Calcolo dei conduttori di protezione (PE) e di terra (CT)

In accordo al punto dell'art. 543.1.2 delle norme CEI 64-8, è possibile non effettuare alcuna verifica se si utilizzano conduttori di terra e di protezione con sezioni come nella tabella seguente.

Sezione S dei conduttori di fase (mm ²)	Sezione minima del conduttore di protezione (mm ²)
$S \leq 16$	S^1
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$
¹ Quando il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di: 2.5 mm ² se è protetto meccanicamente 4.0 mm ² se non è prevista una protezione meccanica	

La sezione dei conduttori di terra può essere stabilita convenzionalmente in funzione della tabella precedente, ma in ogni caso non deve essere inferiore ai valori minimi indicati nella seguente tabella.

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima del conduttore di terra (mm ²)
Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (Cu)
	16 (Fe)
Non protetto contro la corrosione	25 (Cu)
	50 (Fe)

Per i conduttori di terra e di protezione facenti parte dello stesso cavo o posti nella stessa canalizzazione dei conduttori di alimentazione, sono ammesse le sezioni indicate dalle Norme CEI.

1.13 Misura della Resistenza di terra, R_T

Al termine dei lavori è comunque compito della ditta installatrice verificare l'efficienza dell'impianto di terra e misurare il valore della R_A di tale impianto verificando che questo garantisca il coordinamento con gli interruttori magnetotermici differenziali previsti ($R_A \leq R_T \leq 1666 \text{ ohm}$).

1.14 Quadri elettrici

I quadri previsti per il comando, il sezionamento e la protezione delle linee di distribuzione rendono possibile il controllo dell'intero impianto, permettendo di agire sugli interruttori in caso di normale manutenzione e di proteggere le linee in partenza. I quadri, realizzati in conformità alle norme (CEI 17-13, CEI 23-51, EN 61439-1/2/3/4/5), sono soggetti alla verifica sulla capacità di dissipazione del calore (solo per quadri con corrente d'ingresso superiore a 32A) e alla prova di continuità del circuito di protezione (solo per quadri metallici) e certificati con apposita targa apposta dalla ditta costruttrice.

Tutti i quadri elettrici sono previsti in materiale plastico ed installati a parete.

I cablaggi interni di tutti i quadri dovranno essere realizzati con morsettiera e conduttori di sezione opportuna secondo gli schemi allegati, e la funzione degli apparecchi dovrà essere contraddistinta da apposite targhette.

1.15 Selettività

La selettività orizzontale e verticale dai contatti indiretti è garantita dall'installazione di interruttori differenziali con $I_{dn}=0,03$ A per ogni circuito o gruppo di circuiti terminali.

La selettività per la protezione dai sovraccarichi e da cortocircuiti è comunque garantita con l'installazione di interruttori a protezione di ciascun circuito, come si evince dagli schemi unifilari in allegato.

1.16 Calcolo Illuminotecnico

L'illuminamento (E) di una superficie è definito come il rapporto tra flusso luminoso (Φ) che incide perpendicolarmente e l'area della superficie (S):

$$E = \frac{\Phi \text{ [lumen]}}{S \text{ [watt]}} \cdot$$

L'illuminamento di una superficie dipende dal flusso luminoso ricevuto dalla superficie stessa. In genere, l'illuminamento viene calcolato e/o misurato sul piano di lavoro ad una altezza di 0,85 m dal pavimento negli ambienti interni ed a livello del

calpestio negli ambienti esterni.

Al fine di svolgere le diverse attività nelle condizioni ottimali di visibilità, è richiesto, per i diversi ambienti, un livello minimo di illuminamento che potrà essere garantito facendo ricorso alle diverse tipologie di lampade presenti sul mercato. Bisogna, inoltre, verificare che il rapporto fra gli illuminamenti minimo e medio, che si registrano nell'area di lavoro, non sia inferiore a 0,8, ciò al fine di ottenere una certa uniformità di illuminamento su tutta la superficie.

Per il calcolo illuminotecnico si è utilizzato un opportuno software di calcolo (DIALux 4.7.5.2) i cui risultati sono riportati in allegato.

1.17 Prescrizioni generali

Tutti i materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni, impianti elettrici ed elettronici, devono essere realizzati e costruiti secondo le norme emanate dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e successive modifiche ed integrazioni vigenti all'atto dell'esecuzione dei lavori. Tutti i materiali da installare devono corrispondere infatti alle relative norme CEI ed alle tabelle d'unificazione CEI-UNEL conformemente alle disposizioni contenute nella circolare n.85 dell'8 novembre 1966 «Vigilanza in materia di prevenzione presso i costruttori e commercianti di materiali elettrici» del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale.

Tutti gli impianti dovranno essere eseguiti secondo le norme vigenti ed in conformità alle particolari prescrizioni delle autorità ed enti distributori, le sezioni dei conduttori, le apparecchiature ed i sistemi di protezione generale e particolare degli impianti dovranno essere quelle prescritte nelle citate norme.

I materiali da impiegare nell'esecuzione degli impianti elettrici e d'illuminazione, dovranno essere di ottima qualità e solidità ed inoltre tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive e termiche, marchiate CE e, alcune, certificate dall'I.M.Q..

1.18 verifiche all'impianto

L'esecutore dell'impianto elettrico e di messa a terra deve effettuare sullo stesso, al termine dei lavori e prima della messa in servizio, le seguenti verifiche, peraltro indicate anche al Capitolo 61 della Norma CEI 64-8:

- esame a vista;
- prove di funzionamento;
- continuità dei conduttori di protezione;
- resistenza di isolamento dell'impianto;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica dell'esecuzione dell'equalizzazione del potenziale (con misura della resistenza dei conduttori relativi);
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e misura della resistenza di terra.

2 IMPIANTO IRRIGAZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di irrigazione automatico del tipo a scomparsa (pop-up). L'impianto sarà composto da una riserva idrica con adduzione da due distinti punti di appresamento idrici dalla rete comunale già esistenti, quattro circuiti d'irrigazione ognuno con le elettrovalvole per l'apertura dei singoli anelli con irrigatori statici. In uno degli elementi di arredo centrali è prevista la realizzazione di un vano tecnico per l'alloggiamento del quadro elettrico di distribuzione e del quadro di comando e programmazione dell'impianto di irrigazione. Il vano sarà dotato di illuminazione, interruttore e presa di servizio.

In prossimità dei due punti di approvvigionamento dalla rete cittadina si posizioneranno due punti per irrigazione manuale.

2.1 *Riserva idrica*

La riserva idrica sarà realizzata con due distinte cisterne in cls ricavate all'interno di due degli elementi di arredo centrali, tra di loro collegati mediante tubazione PEAD interrata, per una capacità complessiva di 2.200 litri circa. Le due tubazioni di adduzione alla riserva saranno dotati di valvola galleggiante a sfera con asta piatta per la chiusura al livello massimo previsto per la riserva.

All'interno della riserva sarà collocato una elettropompa sommergibile, con quadro di comando da posizionare nel vano tecnico, e sonde di minimo livello per arresto pompa e di massimo livello con allarme.

2.2 *Circuiti*

L'impianto di irrigazione delle zone a verde della piazza è suddiviso in quattro circuiti principali, derivati dalla riserva idrica, ciascuno con valvola di sezionamento a monte. La distribuzione principale è prevista con tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD) tipo PE 80 (sigma 63) serie PN12,5 con diametro esterno 50 mm interrati. Lungo ciascun circuito sono installate le elettrovalvole per il comando dei singoli circuiti d'irrigazione, con solenoide a bassa potenza ed a bassa tensione (24 V), installate in linea entro pozzetti in polietilene ad alta densità. Le elettrovalvole sono

collegate al quadro di comando e controllo mediante un cavo elettrico multipolare a doppio isolamento.

La distribuzione dei circuiti d'irrigazione è prevista con tubazioni in polietilene a bassa densità tipo PE 40 (sigma 32) serie PN 6, a norma UNI 7990:2004 diametro esterno 25 mm interrati.

2.3 Irrigatori

Sono stati previsti terminali d'irrigazione da sottosuolo di tipo statico, con altezza di sollevamento 10 cm con getto orientabile, valvola di ritegno, portata da 2,5 a 14 litri/minuto, pressione di esercizio da 1,0 a 2,1 bar e raggio di funzionamento compreso tra 2,7 e 4,6 m. Il collegamento al circuito di irrigazione sarà effettuato mediante presa a staffa e prolunga flessibile. La distribuzione degli irrigatori all'interno delle aree a verde è stata prevista in modo da coprire tutte le zone e garantire le portate richieste dalle essenze presenti. Al fine di omogeneizzare le zone si è previsto di utilizzare testine irriganti con copertura circolare ad angolo fisso da 90° a 360°, ad angolo regolabile e con irrigazione a striscia. Quando il circuito d'irrigazione non è in funzione la testina è completamente all'interno del terreno (irrigatori a scomparsa).

2.4 Programmatore

La gestione dell'impianto di irrigazione sarà realizzata mediante un programmatore modulare, del tipo espandibile per la gestione di un massimo di 32 stazioni. Il programmatore permetterà di gestire le partenze giornaliere per ciascun circuito con cicli, e tempi di irrigazione variabili. Tale centralina consentirà inoltre l'avvio della pompa, una gestione di un massimo di due elettrovalvole 24V in contemporanea e la sospensione per pioggia. Per l'implementazione di quest'ultima funzione si è prevista l'installazione in posizione idonea di un sensore pioggia del tipo wire-less (senza fili) che consente la sospensione dell'irrigazione quando la pioggia supera la soglia programmata.

2.5 Dimensionamento e verifica tubazioni

Nelle tabelle che seguono sono riportati i calcoli per il calcolo delle portate per ciascun circuito di irrigazione, alle varie pressioni di esercizio possibili, e la verifica delle perdite di carico nella distribuzione principale, mediante la formula di Hazen-Williams.

Le perdite di carico previste nell'impianto permettono la gestione in contemporanea di due zone di irrigazione, anche appartenenti a circuiti diversi, come consentito dalla centrale di programmazione.

testina tipo	angolo	portate			Testine Circuito A1	Testine Circuito A2	Testine Circuito A3	Testine Circuito A4	Testine Circuito A5							
		1 bar	1,5 bar	2 bar												
standard	360	10	12	14	4	4		4	3							
	270	7,5	9	10,5												
	180	5	6	7	5	7	7	8	8							
	120	3,33	4	4,67												
	90	2,5	3	3,5	2											
sotto	360	6,67	8	9,83		1		1	2							
	270	5	6	7,5	1											
	180	3,33	4	5												
	120	2,17	2,67	3,33												
	90	1,67	2	2,5				1	1							
distribuzione					tratto 0-A1			tratto 0-A2			tratto 0-A3			tratto 0-A4		
pressione di esercizio (bar)					1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
portate (litri/minuto)					75,00	90,00	105,50	81,67	98,00	114,83	35,00	42,00	49,00	88,34	106,00	124,33
portate (litri/secondo)					1,25	1,50	1,76	1,36	1,63	1,91	0,58	0,70	0,82	1,47	1,77	2,07
perdite carico distribuite (m ca/km)					24,45	34,28	46,01	28,63	40,13	53,82	5,96	8,36	11,12	33,12	46,41	62,36
lunghezza tubo (m)					20			20			46			46		
perdite carico (m c.a.)					0,49	0,69	0,92	0,57	0,80	1,08	0,27	0,38	0,51	1,52	2,13	2,87
														2,00	2,81	3,81

testina tipo	angolo	portate			Testine B1			Testine B2			Testine B3			Testine B4		
		1 bar	1,5 bar	2 bar												
standard	360	10	12	14										4		
	270	7,5	9	10,5												
	180	5	6	7	5			5			7			9		
	120	3,33	4	4,67												
	90	2,5	3	3,5				4						1		
sotto	360	6,67	8	9,83	2			1			1					
	270	5	6	7,5												
	180	3,33	4	5	8											
	120	2,17	2,67	3,33												
	90	1,67	2	2,5	3			2			2					
distribuzione					tratto 0-B1			tratto 0-B2			tratto 0-B3			tratto 0-B3		
pressione di esercizio (bar)					1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
portate (litri/minuto)					69,99	84,00	102,16	45,01	54,00	63,83	45,01	54,00	63,83	87,50	105,00	122,50
portate (litri/secondo)					1,17	1,40	1,70	0,75	0,90	1,06	0,75	0,90	1,06	1,46	1,75	2,04
perdite carico distribuite (m ca/km)					21,52	30,17	43,35	9,50	13,31	18,14	9,50	13,31	18,14	32,53	45,60	60,67
lunghezza tubo (m)					9			31			42			48		
perdite carico (m c.a.)					0,19	0,27	0,39	0,29	0,41	0,56	0,40	0,56	0,76	1,56	2,19	2,91

testina tipo	angolo	portate			Testine Circuito C1	Testine Circuito C2	Testine Circuito C3	Testine Circuito C4	Testine Circuito C5										
		1 bar	1,5 bar	2 bar															
standard	360	10	12	14	4	4		4											
	270	7,5	9	10,5	1														
	180	5	6	7	5	7	8	8											
	120	3,33	4	4,67		1													
	90	2,5	3	3,5	2		1		14										
sotto	360	6,67	8	9,83															
	270	5	6	7,5															
	180	3,33	4	5															
	120	2,17	2,67	3,33															
	90	1,67	2	2,5		1		2											
distribuzione					tratto 0-C1			tratto 0-C2			tratto 0-C3			tratto 0-C4			tratto 0-C5		
pressione di esercizio (bar)					1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
portate (litri/minuto)					77,50	93,00	108,50	80,00	96,00	112,17	42,50	51,00	59,50	83,34	100,00	117,00	35,00	42,00	49,00
portate (litri/secondo)					1,29	1,55	1,81	1,33	1,60	1,87	0,71	0,85	0,99	1,39	1,67	1,95	0,58	0,70	0,82
perdite carico distribuite (m ca/km)					25,99	36,42	48,46	27,56	38,63	51,54	8,54	11,97	15,93	29,73	41,66	55,72	5,96	8,36	11,12
lunghezza tubo (m)					12			12			41			41			59		
perdite carico (m c.a.)					0,31	0,44	0,58	0,33	0,46	0,62	0,35	0,49	0,65	1,22	1,71	2,28	0,35	0,49	0,66

testina tipo	angolo	portate			Testine Circuito D1	Testine Circuito D2	Testine Circuito D3	Testine Circuito D4	Testine Circuito D5	Testine Circuito D6												
		1 bar	1,5 bar	2 bar																		
standard	360	10	12	14	1				4	3												
	270	7,5	9	10,5	1					1												
	180	5	6	7	3	3		7	8	10												
	120	3,33	4	4,67																		
	90	2,5	3	3,5	2	1		1														
sotto	360	6,67	8	9,83																		
	270	5	6	7,5																		
	180	3,33	4	5		4	6															
	120	2,17	2,67	3,33					2													
	90	1,67	2	2,5	1	1	3															
distribuzione					tratto 0-D1			tratto 0-D2			tratto 0-D3			tratto 0-D4			tratto 0-D5			tratto 0-D6		
pressione di esercizio (bar)					1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
portate (litri/minuto)					39,17	47,00	55,00	32,49	39,00	47,00	24,99	30,00	37,50	37,50	45,00	52,50	84,34	101,34	118,66	87,50	105,00	122,50
portate (litri/secondo)					0,65	0,78	0,92	0,54	0,65	0,78	0,42	0,50	0,63	0,63	0,75	0,88	1,41	1,69	1,98	1,46	1,75	2,04
perdite carico distribuite (m ca/km)					7,34	10,29	13,77	5,19	7,28	10,29	3,19	4,48	6,77	6,77	9,50	12,63	30,39	42,70	57,20	32,53	45,60	60,67
lunghezza tubo (m)					42			42			51			57			57			74		
perdite carico (m c.a.)					0,31	0,43	0,58	0,22	0,31	0,43	0,16	0,23	0,35	0,39	0,54	0,72	1,73	2,43	3,26	2,41	3,37	4,49

3 IMPIANTO FOGNARIO ACQUE METEORICHE

Nell'ambito dell'intervento di riqualificazione della piazza Lolli, si è reso necessario intervenire sulla rete fognaria di smaltimento delle acque bianche esistente. Questa risulta costituita da caditoie disposte lungo il perimetro ed al centro della piazza, come dettagliato negli elaborati grafici di rilievo. Le caditoie, mediante tubazioni interrato adducono alla condotta fognaria ubicata lungo il lato est della piazza stessa (lato via Segesta, via Selinunte). Le caditoie poste sul lato opposto alla condotta ed al centro della piazza utilizzano una condotta con attraversamento trasversale ovest-est della piazza.

L'intervento in oggetto prevede il riposizionamento delle caditoie esistenti, da installare su nuovi pozzetti delle dimensioni di cm 80x50x80 da ubicare lungo il nuovo perimetro della piazza ed al centro della stessa, come evidenziato nell'elaborato grafico. La rete bianca avrà la funzione di smaltimento esclusivamente delle acque meteoriche di piattaforma, dovute alle aree pavimentate.

Le caditoie saranno poste ad una distanza massima di 25 m circa e collegate con tubazioni in PVC (UNI EN 1401-1) per fognatura, tipo Classe SN 4 del diametro esterno di mm 200, per i collegamenti tra pozzetti, e rispettivamente 250 mm e 315 mm per i due collegamenti alla condotta fognaria esistente previsti.

Le tubazioni saranno posate su letto di sabbia granita e rinfianchi in cls fino a completa copertura come indicato nei disegni tipo.

Per maggiori dettagli sulle modalità di esecuzione delle opere si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio

La valutazione dell'apporto idrico di acque bianche, derivanti dal ruscellamento superficiale viene condotta facendo riferimento ai valori massimi di precipitazione rilevati.

Possono essere considerati i seguenti dati di riferimento per calcolare le portate e dimensionare le tubazioni della rete fognaria bianca:

- Aree impermeabili : 230 l/s×ettaro
- Aree agricole : 80 l/s×ettaro

Poiché nell'ambito di intervento sono presenti aree verdi ed aree impermeabili si può considerare in prima approssimazione la portata di 150 l/s × ettaro

Il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque di piattaforma relative

all'intervento in oggetto è stato eseguito utilizzando le formule classiche della letteratura relativa alle fognature bianche.

Le sezioni progettate sono state verificate per pendenze e velocità minime, mantenendo un grado di riempimento tale da consentire un buon margine di sicurezza. La rete di progetto è pertanto idonea a garantire un regolare deflusso della portata di calcolo con velocità che risultano contenute nei limiti imposti dalla legge.

3.1 Tubazioni in PVC

Le tubazioni in PVC devono rispettare le norme UNI EN 1401-1 tipo SN 4. Particolare cura deve essere posta durante la posa delle condotte, rispettando le seguenti regole:

Scavo

La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione; la profondità in genere deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori:

$$H \geq 1,0 \text{ mt e } \geq 1,5 D$$

Il fondo della trincea è costituito da materiale arido (ghiaia e sabbia), opportunamente costipato e deve avere un'altezza minima di 15 cm., in modo da costituire un supporto continuo della tubazione. Occorre predisporre, alle prevedibili distanze, opportune nicchie per l'alloggiamento dei giunti, in modo che anche questi siano opportunamente supportati.

In questa operazione si deve definire la pendenza delle tubazioni, che non deve essere minore dello **0,3 %** per fogne miste o bianche.

Per le pendenze massime si deve verificare che le velocità nelle fognature non superino i 3,0 m/s

Posa del tubo

Prima di procedere alla posa in opera i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un

contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

Per garantire un comportamento idraulico corretto della rete ed evitare rigurgiti è necessario che gli incrementi di diametro avvengano allineando il cielo delle tubazioni.

Tipo di giunzione

I tubi ed i raccordi in PVC devono essere uniti tra loro mediante sistemi di tipo elastico (giunti a bicchiere con guarnizione elastomerica, manicotti a doppio bicchiere con guarnizione elastomerica).

Vanno osservate le seguenti regole:

- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre; togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sede del bicchiere;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie sterna della punta con apposito lubrificante (grasso, olio siliconico, vasellina, acqua saponosa, ecc.)
- inserire la punta nel bicchiere facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede.

3.2 Riempimento

Il rinfiamento del tubo sarà realizzato secondo le seguenti modalità:

a) posa superficiale del tubo (profondità minore di 1,0 mt)

Si effettua un getto in cls avendo cura di interromperlo in corrispondenza dei giunti mediante inserimento di fogli di polistirolo espanso; tale getto deve ricoprire il tubo per un'altezza di circa 15 cm e va successivamente completato con riempimento in materiale arido.

b) posa profonda

Si impiega per il rinfiacco materiale arido analogo a quello utilizzato per costituire il letto di posa.

Successivamente si deve realizzare e compattare un primo strato fino alla mezzera del tubo, avendo cura di verificare che il rinfiacco sia continuo e compatto e che non rimangano zone vuote sotto il tubo; con la stessa cura si stende e compatta un secondo strato fino alla generatrice superiore del tubo ed infine si completa il riempimento con un terzo strato.

La compattazione deve avvenire lateralmente al tubo e non sulla verticale. Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale o per la realizzazione della fondazione stradale.

3.3 Interferenze con altri sottoservizi

Sia le fognature pluviali che cloacali vanno di norma posate ad una profondità inferiore rispetto a quella di tutti gli altri sottoservizi per ragioni pratiche e per motivi igienici. In tale modo tutti gli allacciamenti di fognatura passano al disotto dei sottoservizi ed in particolare alle tubazioni dell'acqua. Nel caso in cui tale condizione non sia fattibile si deve realizzare attorno al tubo della fognatura o preferibilmente a quello dell'acquedotto attraversato, un controtubo che si estenda per almeno 4-5 mt per lato oltre il punto di intersezione. Tale controtubo deve terminare su entrambi i lati in un pozzetto ispezionabile per consentire l'individuazione di eventuali perdite.