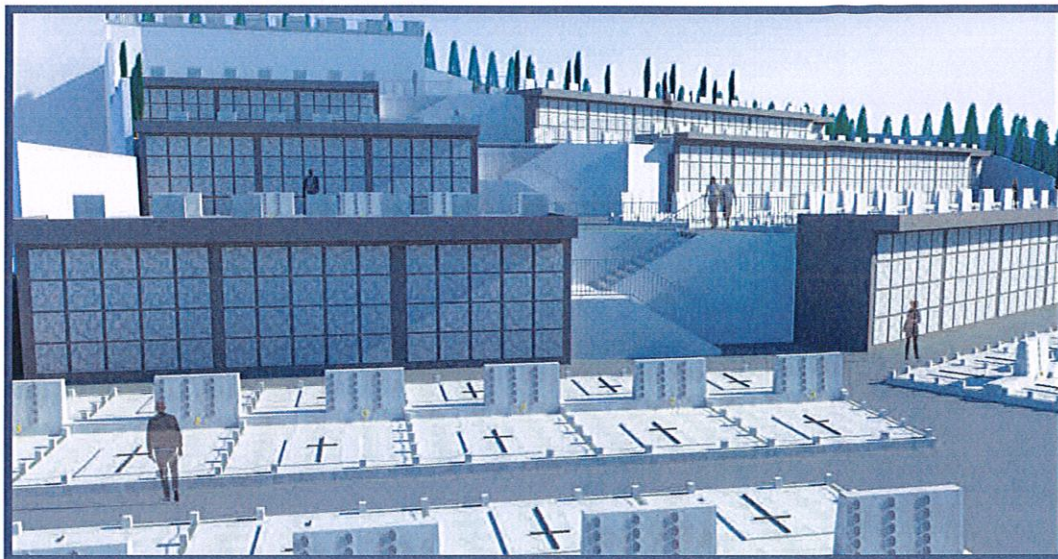


PROGETTO ESECUTIVO

ai sensi degli articoli da 33 a 43 del D.P.R. 207/2010



IL CONCESSIONARIO

Service
Termini Imerese Srl

Amm.re Unico

Luigi Carrino
Service
Termini Imerese Srl
L'Amministratore Unico
Luigi Carrino

I PROGETTISTI

PROGECA SpA
L'Amministratore Unico
ing. Vincenzo Caputo

PROGECA
Ingegneria e servizi integrati

Det. Ing. VINCENZO CAPUTO
n. 3358 "Sez. A"
Settore Civile Ambientale Industriale
Dell'Informatoria

PROVINCIA DI CASERTA

Amm.re Unico
ing. Vincenzo Caputo
Ord. Ing. Caserta n° 3358

ing. Domenico Porfidia
Ord. Ing. Caserta n° 2652

ing. Mario Perri
Ord. Ing. Caserta n° 4326

TAV
RI.1

RELAZIONE TECNICA SUGLI IMPIANTI

CONTRATTO PER L'AMPLIAMENTO CIMITERO E GESTIONE DEL NUOVO
E VECCHIO CIMITERO DEL COMUNE DI TERMINI IMERESE

(Contratto di concessione del 27 Settembre 2012 – Rep. n. 10829 – Racc. n. 31)

GENNAIO
2019

COMUNE DI TERMINI IMERESE
Provincia di Palermo



RELAZIONE TECNICA SUGLI IMPIANTI

PREMESSA

La presente relazione tecnica, parte integrante del progetto esecutivo ai sensi dell'art 33 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n° 207, illustra i contenuti e le scelte del progetto relativo alla rete idrica, fognaria ed elettrica a servizio dell'ampliamento del cimitero comunale di Termini Imerese (Pa).

La consistenza degli impianti a servizio della rete è maggiormente definita e rappresentata dagli elaborati grafici allegati. Il progetto ed i calcoli sono stati elaborati in relazione alle normative in materia, in particolare in ottemperanza alle vigenti norme che disciplinano la distribuzione dell'acqua potabile, nel pieno rispetto della normativa sul risparmio energetico ed uso razionale delle risorse naturali.

Gli interventi consisteranno nella realizzazione dei seguenti impianti:

- impianto idrico-sanitario:
 - *impianto di distribuzione di acqua fredda potabile e di acqua calda sanitaria nei servizi igienici;*
 - *impianto di distribuzione fontanine;*
 - *impianto di recupero acque piovane per l'irrigazione aiuole.*
- impianto fognario:
 - *rete di raccolta e di scarico delle acque meteoriche;*
 - *rete di raccolta e di scarico delle acque nere.*
 - *Impianto di distribuzione di acqua fredda potabile, di innaffiamento delle aiuole e di acqua calda sanitaria nei servizi igienici;*
 - *rete di raccolta e di scarico delle acque meteoriche;*
 - *rete di raccolta e di scarico delle acque nere.*
- *Impianto elettrico:*
 - *Per lampade votive perpetue;*
 - *Per lampade votive occasionali*

RIFERIMENTI NORMATIVI

I criteri progettuali adottati nell'ambito del dimensionamento delle opere derivano dalle norme di seguito riportate:

- Norme CEI;
- Norme per il risparmio energetico e per il contenimento dell'inquinamento luminoso;
- UNI 9182 - Impianti di alimentazione e di distribuzione di acqua fredda e calda;
- UNI 9183 - Sistemi di scarico delle acque usate;
- UNI 9184 - Sistemi di scarico delle acque meteoriche;



- UNI 7611 e 7615 – Tubazioni in polietilene;
- Decreto legislativo n°152/99 e s.m.i.;
- Legge n°37/08 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- Decreto legislativo n°81/08 - Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- D.P.R. n°547 del 27/04/55;
- Prescrizioni e Norme di Enti locali;

RETE IDRICA

Il primo passo è stato quello di individuare i punti di allaccio alla rete cittadina. A seguito di sopralluoghi è stato possibile individuare un punto posto lungo Via Palermo in prossimità dell'ingresso del Cimitero Esistente.

Non avendo a disposizione dati progettuali e/o valori sperimentali del carico idraulico in tali punti della rete, si assumerà un carico di 20 m (nel caso in cui tale carico non possa essere garantito si provvederà ad installare un piccolo serbatoio di accumulo con una pompa di sollevamento solitamente denominato autoclave costituito da:

- un serbatoio di accumulo;
- una pompa elettrica centrifuga;
- un contenitore a pressione in cui è presente una camera d'aria, chiamato anche polmone;
- un pressostato.

La rete è divisa in due linee una a servizio dei wc e fontanine ed una a servizio delle aree a verdi che attinge acqua dall'impianto di raccolta con relativo autoclave. Si predisporrà anche un idoneo "bypass" al fine di collegare l'impianto per le aiuole direttamente alla rete comunale nel caso di prolungata siccità in cui il serbatoio di accumulo e recupero acque piovane sia insufficiente.

La rete idrica cimiteriale fornirà l'acqua potabile proveniente dalla rete idrica urbana alle utenze presenti nell'ampliamento, attraverso un idoneo allacciamento (previo autorizzazione degli Enti competenti) da realizzare lungo il tratto di strada adiacente al nuovo ingresso cimiteriale su via Palermo.

Gli interventi consisteranno nella realizzazione dei seguenti impianti:

- impianto di distribuzione di acqua fredda potabile e di acqua calda sanitaria nei servizi igienici;
- impianto di distribuzione fontanine;
- impianto di recupero acque piovane per l'irrigazione aiuole.

La progettazione dell'intera opera prevede:

- l'allacciamento alla rete idrica comunale presente in Via Palermo;
- l'installazione di un nuovo misuratore di acqua in ingresso all'ampliamento cimiteriale;



- la realizzazione della rete idrica con tubazioni in polietilene ad alta densità conformi alle norme UNI 7611 e 7615 tipo 312 per condotte d'acqua potabile in pressione, con marchio di conformità IIP, rispondenti alle disposizioni emanate in materia dal ministero della Sanità, per pressioni PN 12 12.5 del diametro di 50 e 32 mm;
- pozzetti di diramazione di dimensioni 40x40 cm;
- il recupero delle acque piovane raccolte in apposita vasca e provenienti dai manufatti cimiteriali fuori terra per uso irriguo posta in prossimità dell'ingresso.

RETE ACQUA CALDA E ACQUA FREDDA

La produzione di acqua calda sarà di tipo locale e sarà realizzata con degli scaldacqua elettrici all'interno del locale da realizzare per i servizi igienici.

Sia l'acqua fredda, proveniente dalla rete idrica, che l'acqua calda, proveniente dagli scaldacqua elettrici, sarà distribuita mediante tubazioni in polietilene, dai quali sarà realizzata l'alimentazione delle varie utenze presenti all'interno dei locali dei servizi igienici (lavandino, vaso, etc.).

I collettori saranno dotati di valvole di intercettazione a sfera in ingresso e di valvole in uscita, in modo da consentire l'esclusione di qualunque apparecchio.

Per il dimensionamento delle reti di distribuzione dell'acqua calda e dell'acqua fredda si è adottato il Metodo delle unità di carico (U.C.) previsto dalla norma UNI 9182, che fissa i valori di portata e di pressione, come viene indicato nella seguente tabella:

APPARECCHI TIPO	ACQUA FREDDA U.C.	ACQUA CALDA U.C.	PRESSIONE RESIDUA KPa
Lavabo	1,50	1,50	50
Bidet	1,50	1,50	50
Doccia	3,00	1,50	50
Vaso con cassetta	5,00	--	50
Vaso con flussometro	10,0	--	150
Lavello	3,0	3,0	50

TABELLA – UNI 8182

Per la determinazione della "portata massima contemporanea", si sono usati i valori di cui all'appendice "F" di detta norma.

In base alle portate ottenute, sono stati dimensionati i diametri delle tubazioni, imponendo, per l'acqua corrente, una velocità massima di 1,5 m/s e minima di 0,5 m/s.

Determinate le portate contemporanee, il diametro delle tubazioni della rete dell'acqua fredda è stato calcolato adottando la seguente relazione di LANG:



$$J = \left(0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{V \times D}} \right) \times \frac{1}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

dove

V	=	velocità, m/sec
D	=	diametro, m
g	=	9,81 m/sec ²
J	=	perdita di carico in m.c.a./m.

Ogni apparecchio sanitario sarà completo di:

- sifone di diametro adeguato;
- tubi di collegamento alle reti di adduzione di acqua calda e di acqua fredda, muniti di rubinetto di intercettazione con cappello e manovra a chiave asportabile; sia i tubi di collegamento, sia i rubinetti o i gruppi di erogazione non dovranno avere mai diametro inferiore al DN15;
- tubo di collegamento alla rete di scarico di diametro interno non inferiore a quello del sifone.

Tutti gli apparecchi, inoltre, saranno completi delle relative rubinetterie e dei collegamenti alle reti di carico e scarico; le congiunzioni tra le rubinetterie cromate e le tubazioni saranno realizzate mediante appositi raccordi a premistoppa, in ottone cromato.

SCAVO E POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI

Lo scavo sarà realizzato a sezione obbligata (50x60cm), la larghezza minima sul fondo dello scavo sarà di 20 cm superiore al diametro del tubo che dovrà contenere. La profondità di interramento sarà di 0,60 m.

I tubi saranno collocati sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo disposizioni da parte della Direzioni Lavori.

I tubi dovranno essere allineati inizialmente, tanto in senso planimetrico che altimetrico, ricalzandoli in vicinanza dei giunti. In seguito si fisserà la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione ed in modo che non abbiano a verificarsi contropendenze rispetto al piano di posa.

Le tubazioni dovranno essere ancorate in modo da impedirne lo slittamento durante la prova a pressione. Gli organi di intercettazione, saranno in PE alloggiati all'interno di appositi pozzetti opportunamente predisposti e posizionati in luoghi strategici idonei al sezionamento e intercettazione della rete.

Il riempimento successivo dello scavo dovrà essere costituito da misto granulometricamente assortito e da materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi, di volta in volta costipati con macchine leggere vibro-compattatrici. Sarà utile porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di cm 30, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.

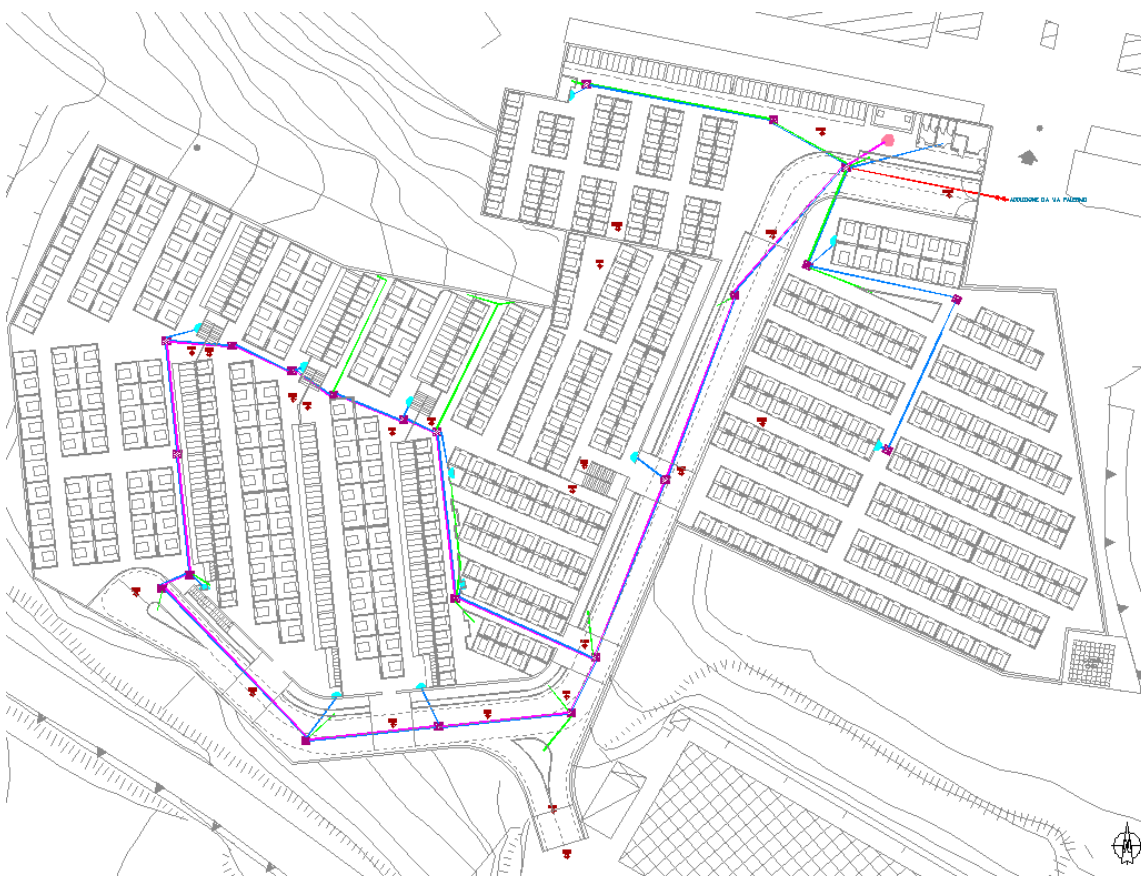


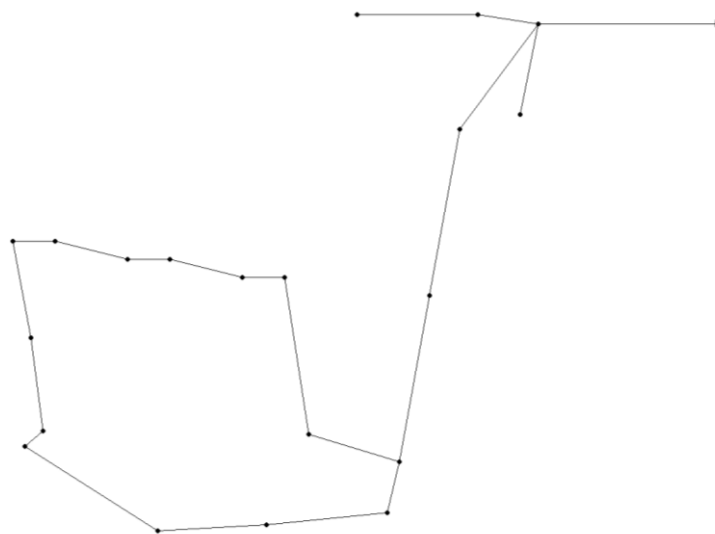
VALUTAZIONE DELLE PORTATE E DEI DIAMETRI

Durante la progettazione si è tenuto conto delle seguenti considerazioni:

- la rete deve essere costituita da maglie possibilmente chiuse per garantire una distribuzione di portata anche in caso di rottura di uno dei lati costituenti la rete stessa;
- l'acqua deve seguire il percorso più breve possibile per passare da un nodo all'altro;
- le maglie costituenti la rete devono essere realizzate col fine di garantire un servizio uniforme alle utenze, senza creare alcuno scospeso fra i vari punti della rete;

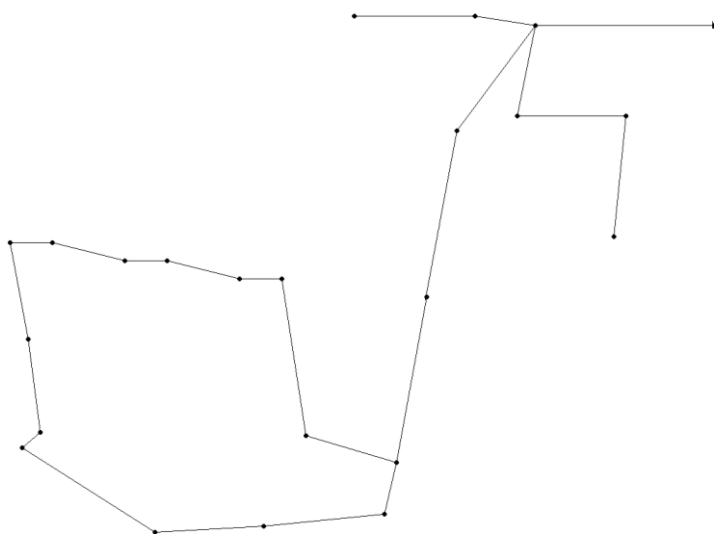
Di seguito si riporta la planimetria dell'impianto idrico e gli schemi della rete di progetto:





Schema rete a servizio delle aiuole

Per le portate è stato previsto per i nodi in cui sono ubicate le aiuole un emungimento di 0,2 l/s.



Schema rete a servizio delle fontanine e dei wc

Per le portate è stato previsto per i nodi in cui sono ubicate le fontanine un emungimento di 0,1 l/s, per la sola eccezione del blocco servizi prelievo di 0,5 l/s.

Per la rete in esame si utilizzeranno tubi ad alta densità per condotte in pressione SDR 11 (PE 100) PN16 conformi alle norme UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494.



VERIFICA DELLA RETE

Il funzionamento della rete è stato verificato con un opportuno programma di verifica (EPANET 2). Tale programma opera risolvendo direttamente il sistema di equazioni costituito dalle n equazioni di continuità quante sono i nodi, e dalle L equazioni di movimento tante quante sono i lati delle maglie.

Il calcolo è stato effettuato nell'ipotesi di fluido incomprimibile e moto permanente; le perdite di carico J per unità di lunghezza L sono state valutate con la formula di Darcy-Weisbach

$$J = \frac{\lambda v^2}{2g D}$$

avendo indicato con D diametro della condotta, v la velocità media della corrente, g l'accelerazione di gravità e λ un coefficiente adimensionale di resistenza funzione, in generale, della scabrezza relativa del tubo (posta pari ad 1mm) e del numero di Reynolds:

$$Re = \rho v D / \mu$$

con ρ = densità e μ = viscosità dinamica del fluido.

Le verifiche sono state effettuate per entrambe le reti, sia a servizio di fontanine e wc che a servizio delle aiuole, da cui si ricavano le seguenti tabelle sinottiche:

Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1	100	0.20	116.58	16.58
Junc 3	100	0.00	116.54	16.54
Junc 4	100	0.10	116.49	16.49
Junc 5	100	0.20	116.47	16.47
Junc 8	98	0.20	115.44	17.44
Junc 9	95	0.00	114.37	19.37
Junc 10	90.25	0.20	113.38	23.13
Junc 11	89.55	0.30	113.30	23.75
Junc 12	87	0.00	113.23	26.23
Junc 13	85	0.20	113.16	28.16
Junc 14	80	0.20	113.13	33.13
Junc 15	80	0.10	113.13	33.13
Junc 16	80	0.00	113.13	33.13
Junc 17	80	0.00	113.13	33.13
Junc 18	83.30	0.00	113.13	29.83
Junc 19	83.30	0.00	113.13	29.83
Junc 20	86.60	0.10	113.13	26.53
Junc 21	86.60	0.00	113.14	26.54
Junc 22	90.25	0.20	113.14	22.89
Junc 23	90.25	0.30	113.21	22.96
Resvr 2	120	-2.30	120.00	0.00

Tabella riassuntiva verifica aiuole



Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1	100	0.50	118.02	18.02
Junc 3	100	0.00	117.99	17.99
Junc 4	100	0.10	117.93	17.93
Junc 5	100	0.10	117.91	17.91
Junc 6	100	0.00	117.86	17.86
Junc 7	100	0.10	117.81	17.81
Junc 8	98	0.00	115.24	17.24
Junc 9	95	0.10	112.03	17.03
Junc 10	90.25	0.00	109.61	19.36
Junc 11	89.55	0.00	109.41	19.86
Junc 12	87	0.10	108.96	21.96
Junc 13	85	0.10	108.69	23.69
Junc 14	80	0.00	108.51	28.51
Junc 15	80	0.10	108.48	28.48
Junc 16	80	0.00	108.46	28.46
Junc 17	80	0.10	108.43	28.43
Junc 18	83.30	0.00	108.43	25.13
Junc 19	83.30	0.10	108.44	25.14
Junc 20	86.60	0.00	108.47	21.87
Junc 21	86.60	0.10	108.50	21.90
Junc 22	90.25	0.10	108.55	18.30
Junc 23	90.25	0.10	108.97	18.72
Resvr 2	120	-1.70	120.00	0.00

Tabella riassuntiva verifica fontanine e wc

Le verifiche risultano congrue in quanto in ogni nodo, per tutte le condizioni considerate, è garantito un carico idraulico di almeno 15m di colonna d'acqua e all'interno della rete la differenza massima del carico non supera i 15m.

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI RACCOLTA, RECUPERO E RIUTILIZZO ACQUA PIOVANA

L'acqua è un bene prezioso, distribuito in modo disomogeneo sulla superficie terrestre. Per questo motivo è intollerabile che l'acqua piovana passi dai tetti agli scarichi fognari senza essere recuperata.

Il fine degli impianti di raccolta, recupero e riutilizzo acqua piovana è il seguente:

- raccogliere l'acqua piovana;
- conservarla in cisterne;
- riutilizzarla.

La raccolta, il recupero e il riutilizzo dell'acqua piovana per l'irrigazione di giardini, ossia per numerose applicazioni che non richiedono acqua potabile, può determinare un risparmio del consumo pro-capite d'acqua potabile.



Nella fattispecie si prevede di installare una vasca di accumulo delle sole acque di pioggia in prossimità dell'ingresso. La vasca avrà un volume di 5mc (così come calcolato in allegato), inoltre sarà installato con un apposito autoclave, costituito da:

- l'anzidetto serbatoio;
- una pompa elettrica, di tipo centrifugo, con portata e prevalenza adeguate;
- un contenitore a pressione in cui è presente una camera d'aria, chiamato anche polmone;
- un pressostato, cioè un interruttore in grado di accendere la pompa in funzione della pressione dell'acqua.

CALCOLO APPORTO NETTO ACQUA PIOVANA

Per calcolare l'apporto netto di acqua piovana captato dalla superficie ricevente, la formula da applicare è la seguente:

$$VMC = S \cdot I \cdot \varphi \cdot \eta \text{ [Litri]}$$

dove:

VMC = Volume Massimo Cumulabile [Litri/anno]

S = Sommatoria delle superfici di raccolta delle precipitazioni, misurate orizzontalmente [m²]

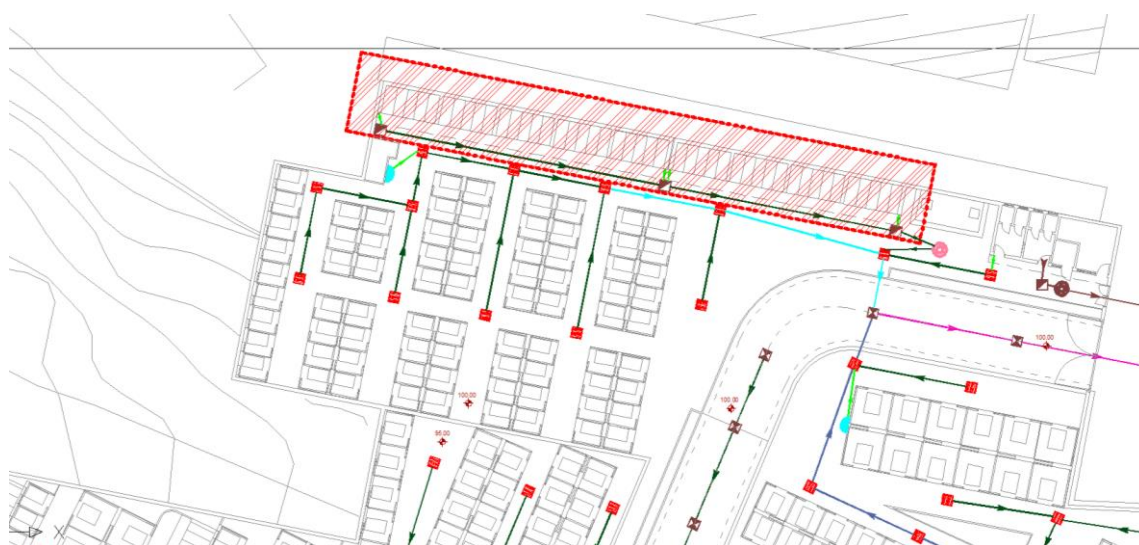
I = Intensità annua di precipitazione [mm/anno]

φ = Coefficiente di deflusso [adimensionale]

η = Rendimento del filtro [adimensionale]

Come superficie di raccolta delle precipitazioni [S], rappresentata nella figura che segue, si è preso a riferimento la copertura dei blocchi loculi perimetrali pari a:

$$S = 160 \text{ mq}$$





Come già analizzato dal calcolo effettuato per il dimensionamento dell'impianto fognario (ALLEGATO 1), i dati per il calcolo dell'intensità annua di precipitazione [I] si riferiscono alla stazione meteo di Termini Imerese Sant'Arsenio:

$$I = 540,00 \text{ mm/anno (l/mq)}$$

Stazione meteo di Termini Imerese (Sant'Arsenio)

Luogo	Termini Imerese
Località	Termini Imerese (Sant'Arsenio)
Proprietario	maurizio la cavera
Strumentazione	DAVIS VANTAGE VUE
Latitudine	37.976 N
Longitudine	13.7 E
Altitudine	88 mslm
Altezza dal suolo	200 cm
Schermatura	Standard
Tipologia	Semi-Urbana
Tipo ubicazione	Campo aperto

Il coefficiente di deflusso [φ] considera la differenza tra l'entità delle precipitazioni e la quantità dell'acqua che effettivamente defluisce includendo la posizione, la pendenza, l'allineamento e la natura della superficie di raccolta (valori derivanti dalla pratica). (ricavato dalla Norma EN DIN 1989-1:2000-12).

$$\varphi = 1,00 \text{ (tetto piano impermeabile)}$$

Il rendimento del filtro [η] Nell'utilizzare filtri per tubi di scarico discendenti e filtri finitori a vortice e filtri di entrata, ci si deve attenere alle indicazioni del produttore concernenti la corrente del flusso dell'acqua piovana utilizzabile.

L'acqua piovana entra nel filtro ed inizia a farlo ruotare. La superficie liscia del filtro e la sua rotazione favorisce la rapida espulsione dello sporco. La quota d'acqua che sfugge al filtro va direttamente in fognatura portandosi con se lo sporco. Quando la cisterna è piena d'acqua il filtro può funzionare anche da troppo pieno. La linea di ingresso e quella di uscita allo scarico fognario sono sullo stesso livello e questo permette di adattarsi in tutte quelle situazione dove non è possibile creare un dislivello. Questo aspetto diminuisce la capacità del filtro di autopulirsi e per questo è prevista l'installazione di un sistema di controlavaggio in pressione. L'acqua grazie alla forza gravitazionale passa attraverso il filtro e viene convogliata in cisterna.

$$\eta = 0,90$$



L'apporto netto di acqua piovana captato dalla superficie ricevente [VMC] è il seguente:

$$VMC = 160 [mq] \cdot 540,00 [l/mq] \cdot 1,00 \cdot 0,90 = 77'760 [Litri]$$

CALCOLO DEL VOLUME DEL FABBISOGNO

Il Volume Massimo di Fabbisogno idrico (VMF) è dato dalla sommatoria dei vari fabbisogni relativi ai servizi di impiego e al numero di persone. Nello specifico caso si è deciso di utilizzare le acque piovane recuperate per la sola irrigazione del verde:

$$VMF = \sum \text{Fabbisogni}$$

Tipologia dello scarico	Fabbisogno idrico specifico (L/anno * utente)
WC domestico	16.790
WC uffici	4.380
WC scuole	2.190



Tipologia dello scarico	Fabbisogno idrico specifico (L/anno * utente)
Orinatoio	730
Lavatrice	5.110
Pulizie	730
Tipologia dell' irrigazione	Fabbisogno idrico specifico (L/anno * m ²)
Irrigazione Orto	60
Impianti sportivi	200
Aree verdi con terreno leggero	200
Aree verdi con terreno pesante	150

$$\text{Area a verde con terreno pesante } 250 \text{ mq} \Rightarrow 150 \text{ [L/anno * mq]} * 250 \text{ [mq]} = 37'500 \text{ litri/mq}$$
$$\text{VMF} = 37'500 \text{ [litri/anno]}$$

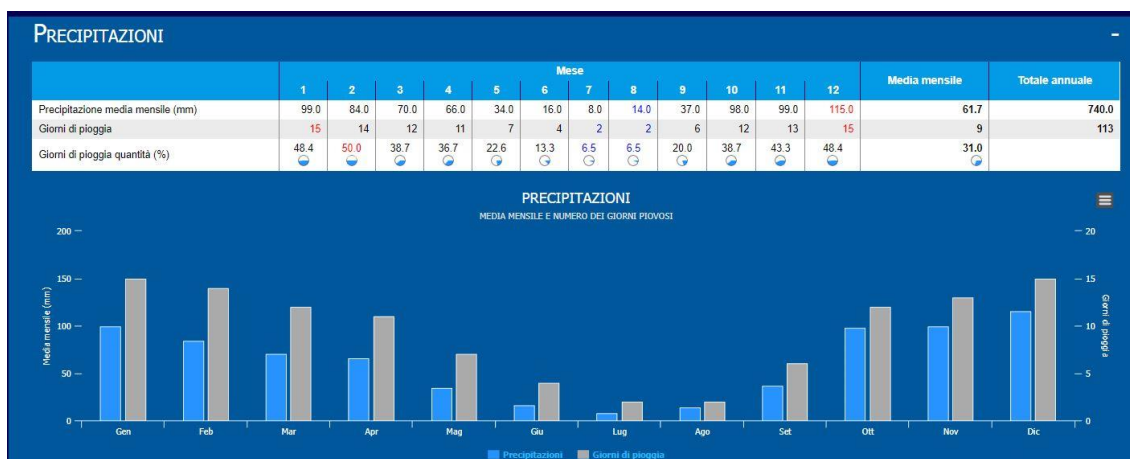
Il Tempo Secco Medio [TSM] ossia la quantità di giorni durante i quali si può verificare "assenza" di precipitazioni meteoriche. La formula da applicare è la seguente:

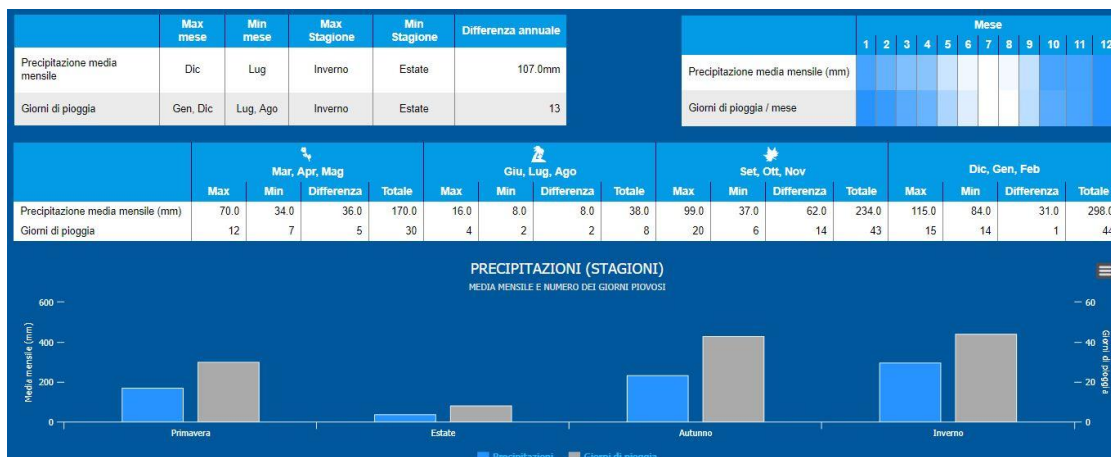
$$TSM = (365 - F) / 12$$

dove:

F = numero di giorni piovosi in un anno

In mancanza di dati dettagliati per il pluviometro di Termini Imerese ci si è rifatti al pluviometro di Palermo poco distante da Termini Imerese:





$$TSM = (365 - 113) / 12 = 21$$

CALCOLO DEL VOLUME DELLA CISTERNA

La formula da applicare è la seguente:

$$VC = TSM \cdot (VM/365)$$

dove:

TSM = tempo secco medio

VM = valore massimo tra VMC e VMF

$$VC = 21 \cdot (77'760/365) = 4473 \text{ [litri]}$$

In definitiva sarà realizzata una vasca di 5 mc completamente interrata.

In particolare riguardo il vettoriamento ed il recapito delle acque superficiali meteoriche - così come prescritto nel parere della Commissione Provinciale dei servizi per i cimiteri prot. N°1331/DP del 1/06/2018, che fa riferimento alla nota esplicativa del dott. geol. N. Lo Bue - si chiarisce che "le acque piovane defluenti nell'impluvio sono quelle che vi precipitano direttamente" e pertanto il progetto esecutivo già prevede un impianto di raccolta e allontanamento delle acque superficiali e meteoriche, con recapito finale nel fognolo riportato negli allegati grafici e suggerito dai tecnici comunali.



RELAZIONE TECNICA SISTEMA FOGNARIO

PREMESSA

La presente relazione tecnica, parte integrante del progetto esecutivo ai sensi dell'art 33 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n° 207, illustra i contenuti e le scelte del progetto relativo al sistema fognario per l'allontanamento delle acque a servizio dell'ampliamento del cimitero comunale di Termini Imerese (PA).

La consistenza degli impianti a servizio del sistema è maggiormente definita e rappresentata dagli elaborati grafici allegati. Il progetto ed i calcoli sono stati elaborati in relazione alle normative in materia, in particolare in ottemperanza alle vigenti norme che disciplinano la distribuzione degli scarichi delle acque reflue, nel pieno rispetto della normativa sull'inquinamento ambientale ed uso razionale delle risorse naturali.

Gli interventi consisteranno nella realizzazione dei seguenti impianti:

- Sistema di raccolta e di scarico delle acque nere (fecali o luride) provenienti dal blocco servizi igienici;
- Sistema di raccolta e di scarico delle acque bianche (meteoriche o pluviali);
- Sistema di raccolta e riutilizzo di acqua meteorica proveniente dalle coperture dei manufatti fuori terra per la rete di irrigazione delle aiuole;

SCELTA DEL SISTEMA FOGNARIO

Per eseguire lo studio orografico del terreno è stata utilizzato un rilievo plano-altimetrico, dal quale è stato possibile individuare sia l'area servita dalla fognatura in oggetto, sia il fabbisogno idrico dell'area in oggetto.

Dal rilievo si evince che il terreno in oggetto è su pendio, con dislivelli a terrazzamenti, e ricopre una superficie di circa 1.1 ha.

Si è scelto un sistema fognario di tipo separato in quanto, a sud del complesso cimiteriale, è presente un canale a cielo aperto di raccolta acque bianche che costeggia Via Palermo; mentre per le acque nere del blocco servizi ci si allaccerà alla rete esistente di via Palermo.

Per il dimensionamento dei tratti del sistema fognario è necessario valutare e calcolare solo le portate pluviali o meteoriche. In particolare, il sistema fognario, nella sua completezza, necessario per smaltire le acque meteoriche raccolte sarà collegato con il canale posto a valle oltre via Palermo (ad ovest dell'ampliamento cimiteriale). Pertanto, in progetto si prevede lo scavo ad adeguata profondità fino alla rete esistente, anche oltre l'area impegnata dall'ampliamento in corrispondenza della strada secondaria di accesso.

Si prevede la realizzazione di pozzetti di ispezione realizzati in c.a.v. di profondità variabile e collettori in PVC rigido di diametro variabile da \varnothing 125 a \varnothing 315 mm. Le caditoie, in numero sufficiente per un rapido smaltimento delle acque meteoriche, saranno in cls con griglie e telaio in ghisa.



IMPIANTO DI SCARICO DELLE ACQUE NERE

Gli impianti di scarico previsti per le acque nere (fecali o luride) assicureranno il corretto deflusso delle acque reflue scaricate dagli apparecchi idro-sanitari ed al contempo, impediranno il passaggio di cattivi odori negli ambienti.

I suddetti impianti saranno costituiti, essenzialmente, dalla rete secondaria, realizzata nell'ambito del gruppo dei servizi igienici e dalla rete principale orizzontale.

La rete secondaria comprenderà le tubazioni di piccolo diametro che collegano i diversi apparecchi alle colonne di scarico, che, a loro volta, si immetteranno in un pozzetto di ispezione sifonato, collegato al sistema fognario principale dell'ampliamento cimiteriale.

La rete principale sarà costituita da tubazioni esterne interrato e permetterà il convogliamento di tutte le acque reflue nella rete fognaria comunale situata nei pressi del nuovo ingresso cimiteriale.

Tutta la rete sarà continua, dall'allaccio fino al recapito finale, in modo da evitare, nel modo più assoluto, ogni contatto diretto o indiretto con l'ambiente.

Nell'ambito dei servizi igienici sarà assicurata alle tubazioni interne una pendenza almeno pari all'1%.

Il dimensionamento della rete secondaria è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente ed in particolare della UNI 9183/87 "Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione collaudo e gestione". La determinazione della portata nera delle acque nere è utile al fine di garantire una velocità minima all'interno dello speco, per consentire il lavaggio dello stesso ed evitare il ristagno con la conseguente formazione di cattivi odori. Tuttavia come la stessa letteratura tecnica evidenzia (Girolamo Ippolito. "Appunti di costruzioni idrauliche") per le ramificazioni ultime della rete, a servizio di un limitato numero di abitanti, le portate minime sono assai esigue (talvolta si annullano addirittura) ed è inevitabile che in alcune ore le velocità scendono al di sotto dei valori necessari al trasporto delle sostanze in sospensione. In questi tratti fognari però le periodiche portate di punta provvedono ad eliminare qualche deposito che si sia eventualmente formato nelle ore notturne.

CALCOLO IMPIANTO FOGNARIO - ACQUE BIANCHE

CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI

Le acque bianche provenienti dalle superfici e dalle coperture dei manufatti saranno convogliate, per mezzo di colonne pluviali e pozzetti posti alla base delle colonne stesse, ai collettori di raccolta sub-orizzontali posti interrati all'esterno dei blocchi e quindi sfoceranno, per mezzo del collettore di raccolta principale, nel recettore finale.

Saranno previsti pozzetti dotati di griglie per la raccolta delle acque bianche provenienti dai viali e dai manufatti. I collettori saranno realizzati in PVC ed avranno pendenza dell' 1% mentre i pozzetti saranno in cls vibrocompresso e dotati di coperchio chiuso o grigliato.

Il calcolo esatto delle portate pluviali non è possibile in quanto occorrerebbe una conoscenza approfondita e sicura del comportamento di ogni singola parte del bacino. Per questo si ricorre a modelli matematici semplici che possano rappresentare in maniera semplice il comportamento globale dell'area in esame.



Poiché il caso in esame riguarda un bacino di estensione limitata di dimensione minore di 1.5 ha, si può utilizzare il metodo dell'invaso semplificato proposto da De Martino-Cotecchia.

CALCOLO DELLA CURVA DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

Anno	5'	10'	15'	20'	30'	1 h
1929		11,00				24,00
1930		15,00				16,20
1931			12,50			26,00
1932				34,00		42,00
1933				29,40		54,40
1934						
1935		19,60				
1936						
1937		16,00				34,00
1938						
1939						
1940						
1941						
1942						
1943						
1944						
1945						
1946						
1947						
1948						35,60
1949						
1950						35,00
1951						18,40
1952						
1953						38,00
1954						71,00
1955					22,20	31,80
1956						11,40
1957	19,20					34,80
1958					23,40	23,40
1959					43,60	51,60
1960						16,20
1961					26,60	26,60
1962						35,00
1963						27,60
1964						30,60
1965						61,60
1966						11,20
1967						43,00
1968						13,80
1969						
1970						
1971						23,20
1972						37,40
1973						17,40
1974						18,80



PLUVIOMETRO MONUMENTALE	1929					
	1930					
	1931					
	1932					
	1933					
	1934					
	1935					
	1936		10,00			
	1937					
	1938					
	1939					20,00
	1940		10,00			
	1941					
	1942					21,00
	1943					
	1944					
	1945					
	1946					
	1947					
	1948					
	1949					
	1950					29,00
	1951					20,20
	1952					
	1953					55,20
	1954					48,00
	1955					22,60
	1956		10,60			14,20
	1957				25,40	31,60
	1958				21,40	21,40
	1959					29,20
	1960					17,80
	1961					
	1962					22,00
	1963					23,20
	1964					27,60
	1965					79,40
	1966					16,60
	1967					50,00
	1968					34,00
	1969					26,00
1970					36,60	
1971				28,80	28,80	
1972					12,20	
1973					16,40	
1974					20,00	
1975					42,20	
1976						
1977					25,00	
1978					27,00	
1979					34,00	
1980					13,20	
1981						
1982					22,60	
1983						
1984						
1985					21,80	
1986					18,00	
1987			10,00		19,20	
1988						
1989						
1990			36,00		49,60	
1991				8,20	10,20	
1992						
1993			17,20		29,80	
1994						
1995						
1996			18,60		19,40	
1997				37,00	49,60	
1998					45,80	



Tali dati forniscono i valori delle altezze massime di pioggia registrate in determinati intervalli di tempo minori di un'ora, con i quali, mediante un metodo probabilistico, nella successiva fase progettuale, è possibile determinare la legge di pioggia.

L'espressione della legge di pioggia adottando la legge di Gumbell è la seguente:

$$h(t, T) = \mu_t \cdot K_t$$

ove "KT" prende il nome di fattore di crescita e vale:

$$K_t = \frac{\{1 - k' \cdot [\log(\ln(\frac{T}{T-1}))]\}}{1 + 0,251 \cdot k'}$$

Ove

$$k' = \frac{1,975}{\frac{1}{CV} - 0,450}$$

$$CV \cong \frac{S_x}{\bar{x}}$$

$$\mu_t = a \cdot t^n$$

T= periodo di ritorno, assunto pari a 50 anni;

Cv=coefficiente di variazione

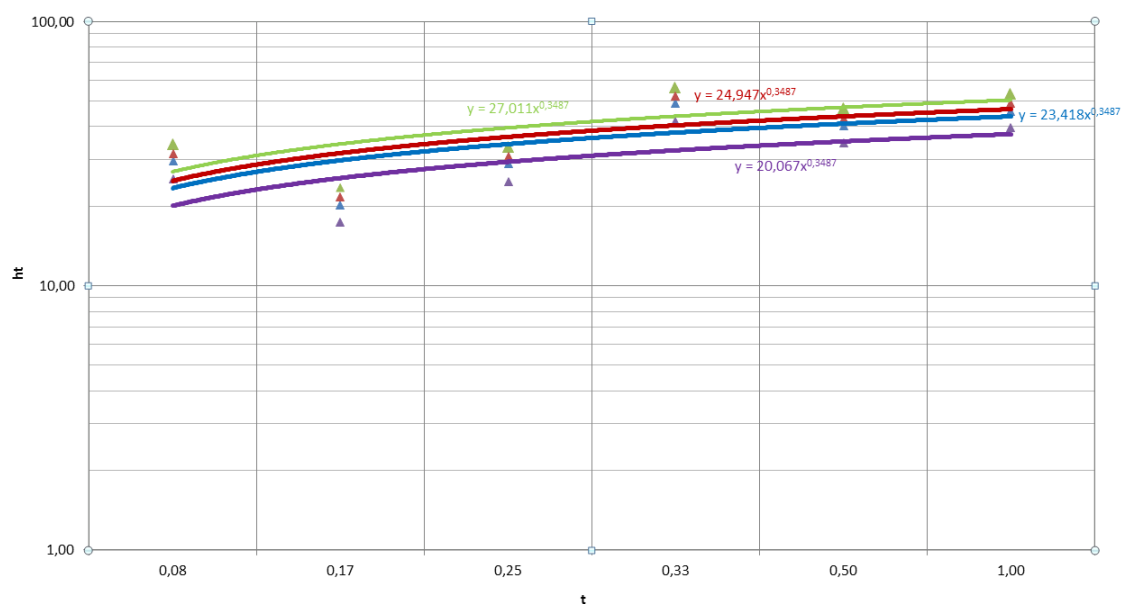
Sx=scarto quadratico medio dei dati in esame

x=valore medio per ogni periodo di tempo

a=altezza di pioggia media

n=coefficiente angolare nel piano bilogarithmico

Regressione lineare (log ht , logt)





Da interpolazione lineare del grafico (log t, log ht) si ricavano i valori di a e di n

METODO DELL'INVASO SEMPLIFICATO

Il metodo dell'invaso semplificato si basa sul calcolo del tempo di riempimento del sistema fognario da progettare inteso come un serbatoio.

Per il metodo semplificato utilizzato risulta:

$$Q = \frac{10}{3.6} \cdot I \cdot A \cdot \phi \cdot \varphi$$

dove $I = a \cdot t^{n-1}$ [in m/ore]; A[ha];

f coefficiente di afflusso;

F coefficiente di ritardo

per

f=0.9

F=0.7

Si ha:

$$I = 25,95 \cdot \frac{15}{60}^{0.35-1} = 0,0615 \text{ mm / ora}$$

$$Q = 0,100 \text{ mc / s}$$

Anche in tale caso si utilizzano le formule del moto uniforme di Gauckler-Strickler con:

J=1 % (pendenza di fondo);

K=100 (tubazioni in Pvc);

adottando un diametro pari a DN 315 (sezione finale del sistema fognario)

Relativamente alle velocità, si deve verificare che sia contenuta entro i limiti fissati dalla norma. Infatti le normative prevedono velocità minime $V_{\min} \geq 0.5$ m/s.

Bisogna evitare, inoltre, la presenza di velocità elevate per evitare la rapida erosione delle pareti della fogna, per questo motivo le norme stabiliscono un valore di velocità massima: $V_{\max} \leq 5$ m/s.

A tal proposito sono previsti pozzetti 70x70 cm di salto in corrispondenza di passaggi di quota (con salti fino a 4 m) mentre lungo la strada interna pozzetti 50x50 cm in quanto il salto di quota è limitato (circa 1.5m)



SEZIONE 1	I =	0,0615	m/h
	A =	0,18	ha
	φ =	0,9	
	ϕ =	0,7	
	Q =	0,019	mc/s
160	w =	70	%
	v =	0,91	m/s

SEZIONE 2	I =	0,0615	m/h
	A =	0,32	ha
	φ =	0,9	
	ϕ =	0,7	
	Q =	0,034	mc/s
200	w =	70	%
	v =	1,37	m/s

SEZIONE 3	I =	0,0615	m/h
	A =	0,6	ha
	φ =	0,9	
	ϕ =	0,7	
	Q =	0,065	mc/s
250	w =	70	%
	v =	1,37	m/s

SEZIONE 4	I =	0,0615	m/h
	A =	1,1	ha
	φ =	0,9	
	ϕ =	0,7	
	Q =	0,118	mc/s
315	w =	55	%
	v =	1,16	m/s



CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO

PREMESSA

La presente relazione tecnica specialistica risulta essere parte integrante del progetto dell'impianto elettrico e degli impianti speciali per la realizzazione dei lavori e la gestione dell'ampliamento del cimitero del comune di Termini Imerese (Pa), comprensivo del servizio di gestione delle lampade votive e occasionali.

I limiti di competenza della presente relazione riguardano solo ed esclusivamente le parti impiantistiche, elettriche e speciali; infatti, non rientrano nelle competenze della presente, le opere di natura edile, architettonica, o altra tipologia di lavoro (se non di natura esclusivamente impiantistica), e comunque qualsiasi tipo di intervento progettuale non espressamente citato.

1. Oggetto della relazione tecnica di progetto e limiti di competenza

La presente relazione tecnica di progetto contiene una descrizione tecnica dell'impianto elettrico ed evidenzia quanto indicato nei seguenti punti:

- a) Descrizione sommaria dell'impianto al fine della sua identificazione.
- b) Dati di progetto.
- c) Classificazione degli ambienti in relazione alle condizioni ambientali, alle attività svolte e ad eventuali particolarità.
- d) Dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione di energia elettrica (tensione, frequenza, fasi, stato del neutro, tipo di alimentazione, cadute di tensioni ammissibili e correnti di guasto nei diversi punti dell'impianto).
- e) Descrizione dei carichi elettrici.
- f) Norme tecniche di riferimento per gli impianti e i componenti.
- g) Eventuali vincoli da rispettare compresi quelli derivati da coordinamento con le altre discipline coinvolte.
- h) Caratteristiche dell'impianto elettrico quali le condizioni di sicurezza, la disponibilità del servizio, la flessibilità (es. per futuri ampliamenti), la manutenibilità.
- i) Descrizione delle misure di protezione contro i contatti indiretti, quali: interruzione automatica dell'alimentazione, uso dei componenti elettrici aventi isolamenti in classe II od equivalente, separazione elettrica, bassissima tensione di sicurezza, etc.
- j) Descrizione delle misure di protezione contro i contatti diretti, quali l'uso di involucri o barriere (IP), di ostacoli o di distanziamenti, di interruttori differenziali quale protezione addizionale.
- k) Dati dimensionali relativi all'illuminazione artificiale degli spazi interni cimiteriali e del parcheggio antistante lo stesso e, all'impianto di distribuzione delle lampade votive ed alle lampade occasionali.
- l) Scelta della tipologia degli impianti e dei componenti elettrici principali in relazione ai parametri elettrici, alle condizioni ambientali e di utilizzazione.
- m) Criteri di dimensionamento e scelta dei componenti elettrici.



-
- n) Descrizione delle modalità operative degli impianti.
 - o) Altre eventuali informazioni.



2. Generalità e obbligo di progettazione

Il presente progetto riguarda la progettazione dell'impianto elettrico della struttura cimiteriale sopra descritta. L'esigenza della progettazione è disciplinata dal Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 il quale reca il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Nella fattispecie l'elaborazione del progetto è impostata dalla destinazione per alimentazione dell'impianto elettrico di tutte le utenze elettriche situate all'interno dell'ampliamento, escluse quelle che non rientrano nelle competenze riportate nei precedenti paragrafo.

Le indicazioni, le soluzioni e le tipologie d'impianto suggerite sono conformi alle norme CEI, ma non sono le uniche possibili, si è tenuto conto, di massima, delle guide CEI, che, in quanto tali, sono solo di riferimento.

È stato invece completamente recepito quanto indicato nei commenti della norma CEI. 64-8 (settima edizione e successive varianti) ed UNEL, non escludendo di altre pertinenti non citate anche quando sono soltanto raccomandazioni.

Per il progetto viene anche precisato che:

I progetti devono contenere gli schemi dell'impianto e i disegni planimetrici nonché una relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia dell'installazione, con particolare riguardo all'individuazione dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e sicurezza da adottare. Si considerano redatti secondo la buona tecnica professionale i progetti elaborati in conformità alle indicazioni delle guide dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del CEI.

Qualora l'impianto a base di progetto sia variato in opera, il progetto presentato deve essere integrato con la necessaria documentazione tecnica attestante tali varianti in corso d'opera, alle quali, oltre al progetto, l'installatore deve far riferimento nella sua dichiarazione di conformità. Col presente progetto sono curati gli aspetti funzionali e di sicurezza globale a partire dal quadro generale situato all'interno dello stesso studio sino alle alimentazioni dei corpi illuminati e sino alle prese con particolare attenzione ai pericoli da elettrocuzione.

Gli impianti saranno realizzati in conformità della legge n° 186 dell'1 marzo 1968 che indica nelle norme emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano i criteri necessari per la realizzazione secondo una buona tecnica.



3. Aspetti normativi specifici

I luoghi in esame devono soddisfare la norma C.E.I. 64-8 (settima edizione). La norma consiglia ed obbliga delle verifiche periodiche inerente a:

- controlli periodici dell'impianto elettrico e di protezione;
- aggiornamento degli schermi dei circuiti e registrazioni di ispezioni, interventi, modifiche e anomalie;
- controlli periodici di protezioni particolari contro i contatti diretti e indiretti;
- controlli periodici dell'efficienza ed esecuzioni particolari dell'equalizzazione dei potenziali.

La Legge 186/68 all'art. 1 dice che: "Tutti gli impianti elettrici debbano essere costruiti e realizzati a regola d'arte"; all' art. 1.2 "Si considerano costruiti a regola d'arte solo gli impianti elettrici realizzati secondo le norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano)".

Per quanto concerne la normativa tecnica si deve fare riferimento alle Norme C.E.I. in vigore ed alle disposizioni dell'ente distributore, in particolare:

CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
CEI 31-35/A	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi.
CEI 64-50	Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
CEI 7-1	Corde di rame.
CEI 11-28	Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito (Fasc.2035) nelle reti radicali a bassa tensione.
CEI EN 60439-1 CEI 17-13/1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
CEI EN 60439-2 CEI 17-13/2	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).



CEI 17-17	Apparecchiature industriale a tensione non superiore a 1000V in (Fasc. 622) c.a. e 1200V in c.c. Individuazione dei morsetti.
CEI 20-22/0	Prove d'incendio su cavi elettrici.
CEI 20-22/2	Prove di incendio su cavi elettrici.
CEI EN 60332-1	Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio.
CEI EN 60332-2	Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio.
CEI EN 50565-1 CEI 20-40/1	Cavi elettrici – Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) – Parte 1.
CEI EN 50565-2 CEI 20-40/2	Cavi elettrici – Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) – Parte 2.
CEI EN 60898-1/4 13 CEI 23-3/1 V4	Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
CEI EN 61386-21 CEI 23-81	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
CEI EN 61386-21/A11 CEI 23-81 V1	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
CEI EN 50086-2-2 CEI 23-55	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
CEI EN 50086-2-2/A11 CEI 23-55 V1	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
CEI EN 61008-1 CEI 23-42 (V1 E V2)	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari.
CEI EN 50085-2-3 CEI 23-67	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche.
CEI EN 50085-2-1 CEI 23-93 (E V1)	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche.
CEI 23-44	Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati.
CEI EN 60269-1/A2	Fusibili a bassa tensione.
CEI 32-1 V2	
CEI 32-12	
CEI 32-13 V1	
CEI 64-8 (V1 E V2)	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. ed a 1500V in c.c.
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
CEI EN 50522	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a..
CEI 99-3	
CEI EN 61936-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
CEI 99-2	



EN50575:2014+A1:2016 E EN13501-6:2014 CEI 20-29 IEC 60228 CEI 20-11 EN 50363 CEI EN 60332-3-24 Cat.C IEC 60332-3-24 Cat.C CEI 20-13 – CEI UNEL 35318 – CEI EN 60332-1-2 CPR (UE) n°305/11

Per quanto riguarda la normativa di legge i riferimenti sono:

D.P.R del 9 aprile 2008 n. 81

Testo unico per la sicurezza così come modificato dal D.lgs. 106/09.

Decreto del 22 gennaio 2008 n. 37

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 all'interno degli edifici. D.P.R. 6 Dicem.1991 n. 447.

DPR n. 151 del 1 agosto 2011

"Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4 quater, decreto legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122".

LEGGE del 1 marzo 1968 n. 186

Disposizioni concernenti la produzione di materiali e apparecchiature, ed impianti elettrici ed elettronici.

Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n. 152

Norme in materia ambientale e s.m.i.

4. Generalità impianto elettrico

La presente relazione, comprensiva degli elaborati ad essa allegata che ne costituiscono parte integrante, prevede l'esecuzione dell'impianto di distribuzione dell'energia elettrica e gli impianti speciali (TVCC, audio e video, door station, totem), dell'ampliamento cimiteriale da realizzare in adiacenza al cimitero esistente.

Il nuovo impianto avrà inizio dai quadri elettrici (Q_G e Q_{GS}) installati in un locale tecnico, quest'ultimo ubicato all'ingresso dell'ampliamento cimiteriale ove trova ubicazione anche il contatore di fornitura dell'energia elettrica da parte del gestore elettrico locale.

Dal quadro elettrico generale lampade votive ed occasionali Q_G si diramano le linee per la successiva distribuzione verso i quadri di zona (denominati Q_1, \dots, Q_9) e da questi verso l'alimentazione delle lampade votive e perpetue.

Dal quadro rack verranno alimentati gli impianti speciali quali TVCC con installazione di 6 telecamere, filo diffusione, n. 1 totem digitali.

La distribuzione avverrà mediante cavidotti interrati a doppia parete serie pesante, così come illustrato negli elaborati grafici allegati alla presente relazione che costituiscono parte integrante del progetto dell'impianto elettrico e degli impianti speciali. La composizione dei suddetti quadri elettrici viene dettagliatamente illustrata negli schemi elettrici unifilari allegati.



I cavi per i collegamenti interni saranno di tipo non propagante l'incendio conformi alla norma CEI 20-22/III, saranno conformi al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR (UE) n°305/11 se posati all'interno degli edifici (servizi cimiteriali, servizi igienici, depositi, ecc...), di classe conforme alle norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 ed alle specifiche CEI 20-13 - CEI UNEL 35318, CEI EN 60332-1-2, 2014/35/UE.

Analogamente tutti i materiali plastici utilizzati per tubi, morsettiere, custodie di apparecchi e strumenti, supporti fascette, etichette etc., dovranno essere di tipo autoestingente.

Si riporta in sintesi gli impianti che saranno realizzati:

- illuminazione della strada carrabile diramati dal Q_{GS} ;
- installazione di n.3 pali rastremati, ubicati come da planimetria allegata, per installazione di trombe per la filo diffusione e per le telecamere (TVCC) alimentati dal quadro rack installato nel precedente ampliamento.

5. Potenza necessaria

L'impianto elettrico è stato dimensionato per la potenza necessaria alle esigenze dell'impianto in essere.

Queste variano di caso in caso e dipendono da diversi fattori fra cui le dimensioni dei singoli utilizzi, il livello di automazione della struttura, la tipologia di lavoro, la quantità e la tipologia del ciclo di lavoro in utilizzo, ecc.

Aver dimensionato l'impianto per una gestione di potenza elettrica superiore a quella di esercizio, porterà il vantaggio che non si verificheranno distacchi indesiderati per sovraccarico qualora nei periodi delle onoranze funebri il carico in assorbimento dovesse aumentare in modo imprevisto.

Inoltre, ciò consentirà in futuro la possibilità di aggiungere ulteriori carichi elettrici, qualora ne sopravvenisse la necessità, previa verifica da professionista abilitato, senza dover ricorrere a modifiche sostanziali dell'impianto.

6. Qualità materiale apparecchiature

Per tutto il materiale e le apparecchiature necessarie occorrerà curare la scelta in modo da poter disporre di elementi marchiati e dotati di necessarie certificazioni.

Sono pertanto da preferire elementi dotati di marchio di qualità **IMQ** il quale attesta automaticamente la **CONFORMITA'** alle prescrizioni di sicurezza delle norme **CEI**. La conformità può anche essere dedotta da altri **MARCHI, ATTESTATI o DICHIARAZIONI**.

Tutto ciò ha lo scopo di poter acquisire gli elementi necessari da allegare alla dichiarazione di conformità che l'installatore dovrà rilasciare a fine lavoro.

7. Conduiture

Per condotta (elettrica) si intende l'insieme dei conduttori e degli elementi che assicurano l'isolamento, il supporto, il fissaggio e l'eventuale protezione meccanica. Un cavo posato entro un tubo protettivo è un tipico esempio di condotta.



7.1 Tubi protettivi e canali

Le condutture utilizzate nel presente impianto saranno cavi in tubo rigido o flessibile in PVC auto estinguente serie pesante, cavidotto in tubazione flessibile corrugata a doppia parete in polietilene ad alta densità, posati in scavo, interrati ad una profondità di 40÷60 cm, o incassati nella muratura del tipo sottotraccia o in canaline esterne a parete.

Le tubazioni interrate saranno allettate su di uno strato di sabbia di spessore di circa 10 cm, quindi rinfiancate e ricoperte da un ulteriore strato di sabbia dello spessore di circa 10 cm oltre l'estradosso superiore, affinché sia evitata ogni possibilità di danno da parte dei corpi solidi adiacenti per compressione. Il riempimento della restante sezione dello scavo sarà eseguito con il terreno di risulta degli scavi, previa posa, ad una profondità di circa 20÷30 cm sopra il cavidotto, di apposito nastro segnalatore del cavidotto. Completeranno la sezione di scavo circa 7÷10 cm di conglomerato cementizio, 15÷20 cm di fondazione in misto granulare e 5÷7 cm di manto d'usura.

Le derivazioni saranno fatte con delle apposite scatole di derivazioni in PVC, conformi alla norma CEI 23-8, di colore grigio, ed il diametro interno è determinato in modo da risultare sempre non inferiore a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi; i tubi non conterranno più di sei conduttori attivi per le sezioni fino a 4 mmq e non più di 4 per sezioni a partire da 6 mmq.

NOTA:

Nel caso in cui venissero utilizzati canali per la posa dei cavi, qualora gli stessi siano posti ad una altezza superiore a 2,5 m e non vi è pericolo di danneggiamento meccanico, potranno essere posati anche senza coperchi, ed in tal caso è ammessa, ma non raccomandata, la posa di cavi senza guaina.

Saranno evitate curve consecutive ricorrendo alle cassette di derivazione e di passaggio, ove mai la posizione degli imbocchi nelle cassette richiedessero l'allontanamento della tubazione dalla parete di posa dell'impianto, ciascun tubo sarà sagomato al fine di compensare, mediante una doppia curvatura successiva, il dissodamento esistente, in alternativa sarà usato tubo flessibile di caratteristiche non inferiore a quelle dei tubi, munite degli appositi bocchettoni di raccordo ai canali, alle cassette od altre apparecchiature.

7.2 Posa delle condutture

Le condutture devono assicurare all'insieme dei conduttori elettrici, l'isolamento, il supporto, il fissaggio e l'eventuale protezione meccanica.

I tubi protettivi, le cassette e le scatole, per l'impianto di energie e per gli impianti speciali, vanno tenute distinte fra di loro.

I tubi protettivi, quando installati nella parete, ed in particolare ci si riferisce agli ambienti interni dei locali cimiteriali adibiti ad uffici, servizi, depositi, ecc..., devono avere percorso orizzontale, verticale o parallelo allo spigolo della parete stessa, mentre per quelli a pavimento e/o a soffitto il percorso può essere qualsiasi.

Il raggio di curvatura dei tubi deve essere tale da non danneggiare i cavi, quindi si consiglia di eseguire un raggio di curvatura pari a circa tre volte il diametro esterno del tubo.



7.3 Connessioni Giunzioni

Le giunzioni dei conduttori per la realizzazione di derivazioni o per l'alimentazione di singole apparecchiature, saranno realizzate con morsetti di dimensioni corrispondenti a quelle delle sezioni dei conduttori da serrare, del tipo a mantello alle cassette impiegate, se non sono cassette in attesa, del tipo sciolto con cappuccio isolante.

Tutte le giunzioni dovranno contrassegnate per la chiara individuazione dei circuiti.

Le connessioni non dovranno mai essere fatte nei tubi, ed inoltre le giunzioni dovranno unire cavi con le stesse caratteristiche e dello stesso colore.

Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti con e senza vite) aventi grado di protezione IPXXB.

Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sensazione dei conduttori e lasciare parti conduttrici scoperte.

7.4 Cassette di derivazione e passaggio

Sono preferibili le cassette con coperchio fissato con le viti. Le giunzioni e cavi posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Nella fattispecie, le cassette di derivazione saranno del tipo esterno e/o incassate nelle pareti dei loculi, di materiale isolante in PVC con grado di protezione non inferiore ad IP 4X, completo di coperchio fissato con viti e bocchettoni pressa tubo per la corretta installazione dei tubi a parete.

Le dimensioni sono determinate in base al numero ed al diametro dei tubi da imboccare, al fine di assicurare interventi agevoli e lo smaltimento del calore e buona norma che i cavi e le giunzioni non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

7.5 Apparecchi di comando

Nei circuiti bipolari (fase-fase o fase-neutro) gli interruttori di comando, (funzionali) ad esempio per il circuito luce, possono essere unipolari, ma devono essere inseriti sul conduttore di fase e il circuito sia dotato di un dispositivo di sezionamento a monte.

7.6 Circuiti di comando

I circuiti di comando e di segnalazione possono essere alimentati anche dalla tensione di 230 V.

7.7 Presa a spina

Verranno installate un adeguato numero prese a spina nei locali servizi igienici e nei blocchi loculi 5-6-7-8. Eventuali prese a spina con portata superiore a 16 A, qualora necessarie, devono essere del tipo con interblocco.

Le prese fisse devono avere la direzione di intersezione orizzontale delle relative spine.



In generale, tutte le prese a spina dovranno avere il dispositivo di protezione contro il sovraccarico posto all'inizio del circuito, in questo caso saranno protette da magnetotermico differenziale con sensibilità non superiore ai 30 mA.

Si precisa che, negli elaborati grafici di progetto, per quanto riguarda i locali servizi, non sono stati indicati i posizionamenti delle prese, pertanto, si lascia al tecnico impiantista, in accordo con la direzione dei lavori, la scelta dei posizionamenti delle prese e di eventuali sottoquadri di distribuzione, secondo la buona regola di installazione.

Nel caso in cui vengano utilizzati ulteriori quadri prese contenenti più prese, oltre quelli riportati nello schema elettrico unifilare, le stesse dovranno essere protette singolarmente a bordo quadro da fusibili o protezioni magnetotermiche adeguate, è concessa la protezione direttamente dal quadro purché la stessa sia dimensionata in riferimento alla presa di assorbimento più piccola che è incassata all'interno dello stesso quadretto prese.

7.8 Ubicazione delle apparecchiature

Le quote di installazioni di prese, comandi ed apparecchiature sono:

presa e comando luce.....	90-100 cm
quadro elettrico.....	Armadio a pavimento
presa di servizio a battiscopa.....	> 7 cm
prese (di corrente ed eventuali cassette di derivazioni).....	> 17,5 cm

7.9 Eliminazione delle barriere architettoniche

Ai fini dell'eliminazione delle barriere architettoniche, *ovviamente ove previste ed esplicitamente indicate nella progettazione architettonica*, occorre ubicare in posizione comoda per il portatore di handicap degli interruttori, i campanelli, i pulsanti di comando e le prese così dettagliati:

presa e comando luce.....	40-140 cm (consigliata 60-140 cm)
quadro elettrico.....	60-140 cm (consigliate 75 cm)
presa di servizio a battiscopa.....	45-110 cm (consigliata 60-110 cm)
pulsante a tirante isolante.....	40- 140 cm (consigliata 60-140 cm)
prese (di corrente ed eventuali cassette di derivazioni).	45-115 cm (consigliata 60-110 cm)

tali apparecchiature devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protette dal danneggiamento per urto.

7.10 Tipi di cavo

Per le linee ed i circuiti all'interno dell'edificio saranno ammessi conduttori unipolari senza guaina, isolati in PVC (non propagante l'incendio), ad esempio tipo FG17 450/750V Cca-S1b,d1,a1, cavo unipolare con guaina tipo FG16R16 0,6/1kV Cca-S3,d1,a3, e cavo multipolare con isolamento e guaina in PVC non propagante l'incendio, oppure cavo multipolare, ad esempio tipo FG16OR16 0,6/1kV Cca-S3,d1,a3 e FG18M16 0,6/1kV B2ca-S1a,d1,a1 con isolamento e



guaina in PVC o in EPR non propagante l'incendio, con i colori prescritti dalle norme (blu per il neutro, giallo-verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali e colori diversificati per le tre fasi), saranno dimensionati in modo che la densità di corrente non superi quelle indicate nelle tabelle UNEL in vigore e che la caduta di tensione sia contenuta entro il 4% della tensione nominale.

Vengono riportati a seguire, a titolo di esempio ma non esaustivo, alcune tipologie di cavi per la realizzazione delle condutture di energia sia per i circuiti che per le colonne montanti:

- FG16R16 0,6/1 kV: Cavo unipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).
- FG16M16 0,6/1 kV: Cavo unipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Cavo unipolare con conduttori flessibili per posa fissa.
- FG16OH2R16 0,6/1 kV: Cavo multipolare per energia isolato in miscela a base di gomma HEPR, qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).
- FG16OH2M16 0,6/1 kV: Cavo multipolare per energia isolato in miscela a base di gomma HEPR, qualità G16, sotto guaina LSZH a base di materiale termoplastico, qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Mentre per tutti i cavi utilizzati esternamente gli edifici, e quindi in particolare dei cavi che andranno ad alimentare i quadri di zona, l'impianto di illuminazione esterna, l'impianto di illuminazione delle lampade votive ed occasionali, ecc., saranno ammessi conduttori unipolari senza guaina, isolati in PVC (non propagante l'incendio), ad esempio tipo N07V-K, e cavo multipolare N1VV-K 450/750V con isolamento e guaina in PVC non propagante l'incendio, oppure cavo uni/multipolare, ad esempio tipo FG7(O)R 0,6/1kV e FG7(O)M1 0,6/1kV con isolamento e guaina in PVC o in EPR non propagante l'incendio, con i colori prescritti dalle norme (blu per il neutro, giallo-verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali e colori diversificati per le tre fasi), saranno dimensionati in modo che la densità di corrente non superi quelle indicate nelle tabelle UNEL in vigore e che la caduta di tensione sia contenuta entro il 4% della tensione nominale.

Vengono riportati a seguire, a titolo di esempio ma non esaustivo, alcune tipologie di cavi per la realizzazione delle condutture di energia sia per i circuiti che per le colonne montanti:

- FG7(O)R 0,6/1kV: cavo multipolare o unipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina in PVC o EPR (non propagante l'incendio).
- FG7(O)M1 0,6/1kV: cavo multipolare o unipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina in termoplastica di qualità M1 a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi (non propagante l'incendio).
- FTG10(O)M1 0,6/1kV: cavo multipolare o unipolare, isolato in gomma di qualità G10, con guaina in



termoplastica di qualità M1 a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi (non propagante l'incendio e resistenti al fuoco).

- H07V-K: cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagane la fiamma) con tensioni nominali 450/750 V.
- N07V-K: cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante l'incendio), con tensioni nominali 450/750 V.
- FROR 450/750V: cavo multipolare con isolante e guaina in PVC (non propagante l'incendio).

7.11 Colori distintivi

Per i colori, come è noto si deve utilizzare il bicolore giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, il colore blu per il conduttore di neutro, altri colori per i conduttori di fase.

Per i circuiti SELV (Bassissima Tensione di Sicurezza), è bene utilizzare cavi di colore diverso dagli altri circuiti.

8. Scelta e sezione dei cavi - protezione contro i sovraccarichi e corto circuiti

8.1 Schede tecniche di calcolo e verifica sezione dei cavi

Il dimensionamento dell'impianto elettrico richiede dati di partenza fondamentale legati al sistema di alimentazione. Nel caso della fornitura in oggetto essi sono: tensione di fase (400V/230V); tipologia del sistema e la potenza nominale (Pn). Per l'ultimo dato l'ex norma CEI 11- 11 fornisce coefficienti per la valutazione del carico convenzionale. Dalla potenza si ricaverà subito il parametro fondamentale per il dimensionamento della conduttura: IB, la corrente di impiego in relazione alla potenza dei carichi da alimentare contemporaneamente

Valutata la corrente d'impiego IB del circuito, scelto il tipo di cavo e le condizioni di posa, per evitare l'accorciamento della vita dei cavi, occorre evitare i sovraccarichi ossia il superamento della portata I_z. Infatti, nello scegliere la sezione del cavo si sceglie anche la corrente nominale I_n dell'interruttore di protezione contro il sovraccarico in modo tale da ridurre al minimo i tempi d'interruzione dei guasti.

Il conduttore di neutro avrà la stessa sezione dei conduttori di fase: nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, nei circuiti trifase quando la sezione inferiore o uguale a 16 mm², quando la sezione è maggiore di 16 mm² il conduttore di neutro può avere sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, purché in armonia con la norma tecnica di riferimento per le parti applicabili, con un minimo di 16 mm².

8.2 Metodologia di verifica per la protezione contro sovraccarichi (CEI 64.8)

Gli interruttori utilizzati hanno caratteristica d'intervento di tipo C e di tipo D, la cui soglia d'intervento magnetico è compresa nell'intervallo di maggiorazione ammesso rispetto alla I_n.



La norma CEI 64-8/4 recita [devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possono provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture].

Quindi tutti i dispositivi di protezione delle condutture contro i sovraccarichi saranno scelti rispettando due condizioni dettate dalla norma CEI 64-8/4 art. 433.1 dette relazioni sono:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \leq I_z$$

Dove:

- I_b = Corrente di impiego del circuito
- I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z = Portata in regime permanente della conduttura
- I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

Passiamo, ora, alle caratteristiche delle sovracorrenti e attraverso la legge di Ohm ricaviamo l'impedenza equivalente di guasto, che ci permetterà di conoscere la corrente di c.to minima in fondo alla linea.

(sull'utenza)

$$Z_{eq} = V_f / I_{cc}$$

Dalla formula estratta dalle Norme CEI

$$I_{cc} = 15230S/L \text{ sapendo che}$$

$$I_{cc} = 230/Z_L$$

si ricava l'impedenza di linea

$$Z_L = L / 15 \cdot S$$

Tenendo conto delle due impedenze si ricaverà la corrente di corto circuito monofase minima in fondo alla linea:

$$I_{cf/n} = 230k / Z_L + Z_{eq}$$

Questa formula è valida per i conduttori fino a 95 mmq, per sezioni diverse e corto circuito trifase occorre moltiplicare per opportuni coefficienti di maggiorazione così come imposti dalla norma.

Si precisa che in caso di corrente di corto, il dispositivo di protezione avente potere d'interruzione superiore alla I_{cc} , deve intervenire nel più breve tempo possibile tale da non far superare al cavo la temperatura ammessa. Occorre pertanto verificare la seguente condizione $I^2 t \leq K^2 S^2$ da cui si ricava la sezione del conduttore, con K definito dalla norma. Per la corrente di guasto a terra, invece si ha:

$$I_{cf/t} = 230k / R_{AB} + R_d$$

dove:

R_{AB} è la resistenza verso terra dei due dispersori: neutro e massa



R_d è la resistenza del guasto

Questa corrente di guasto deve far intervenire l'interruttore entro i 5 s, nel caso dei differenziali il coordinamento è assicurato.

8.2.1 Protezione contro le correnti di sovraccarico

La norma CEI 64/8/4 recita [devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possono diventare pericolosi a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni].

Il cortocircuito interrotto in tempi brevissimi, durante i quali sono ammesse temperature maggiori di quelle consentite nelle normali condizioni di esercizio ed essere in grado di interrompere la massima corrente di cortocircuito.

La massima corrente che un dispositivo di protezione è in grado di interrompere è detta potere di rottura (P_r) o di interruzione (P_i) del dispositivo.

Riepilogando, i requisiti che deve avere un dispositivo di protezione contro il cortocircuito sono le seguenti:

- deve essere una corrente nominale I_n che sia $I_n \leq I_z$;
- deve avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nel punto di installazione;
- deve intervenire in un tempo t , affinché l'isolante del cavo non raggiunga la temperatura di cortocircuito:

$$t = [(kS)/I]^2$$

dove:

t = durata secondi;

S = sezione del conduttore in mm^2 ;

I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

K = coefficiente che tiene conto del materiale del conduttore e delle caratteristiche termiche dell'isolamento ed è funzione dei seguenti parametri;

- calore specifico medio del materiale conduttore;
- resistività del materiale conduttore;
- temperatura iniziale e finale del conduttore.

8.3 Metodologia di verifica per la protezione contro i Corto Circuiti (CEI 64.8/4)

$$I_{ccMax} \leq p.d.i.$$

$$I^2 t < K^2 S^2$$

dove:



IccMax	=	Corrente di corto circuito massima
p.d.i	=	Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
I ² t	=	Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
K	=	coefficiente della conduttura utilizzata: <ul style="list-style-type: none">- 115 per cavi isolati in PVC- 135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica- 143 per cavi isolati in gomma etilenpropenilica e polietilene reticolato
S	=	Sezione della conduttura

8.4 Formule utilizzate per il calcolo e verifica delle correnti di cortocircuito

$$I_{cc} = (V/C)/(kI Z_{cc})$$

dove:

1 per Icc trifase

V = tensione concatenata C =

fattore di tensione

$$k = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

2 per Icc fase-fase:

V = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$k = 2$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

3 per Icc fase-neutro

V = tensione concatenata

C = fattore di tensione



$$k = \sqrt{3}$$
$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{fneutro})^2}$$

per lcc fase-protezione

V = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$k = \sqrt{3}$$
$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protezione})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protezione})^2}$$

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata.

I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	I _{ccMAX}	I _{ccmin}
C	1	0.95
R	R _{20°C}	[1+0.004 (øe – 20° C)/C] R _{20°C} [CEI 11.28]

dove:

R_{20°C} è la resistenza del cavo a 20 °C

e è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo

Il valore della R_{20°C} viene riportato nella tabella "Resistenze e Reattanze" riportata di seguito.

8.4.1 Energia specifica passante

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

dove

I²t: I²t: valore dell'energia specifica passante letto sulla curva della protezione in corrispondenza delle correnti di cortocircuito.

K² S²: Energia specifica passante sopportata dalla conduttura



8.4.2 Caduta di tensione

$$\Delta V = K I_b L [R_l \cos(\varphi) + X_l \sin(\varphi)]$$

dove

I_b = corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A

R_l = resistenza (alla TR) della linea in Ω/km

X_l = reattanza della linea in Ω/km

$K = 2$ per linee monofasi – $1,73$ per linee trifase

L = lunghezza della linea

8.4.3 Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo.

La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_z \ln 2 - T_A (n^2 - 1)$$

dove

T_R = è la temperatura a regime;

T_z = è la temperatura quando la corrente che attraversa il cavo è pari alla sua portata.

n = è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la portata I_z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (Unel 35024/70, IEC 364-5-523, CEI-Unel 35024/1).

Lunghezza max protetta

$$l_{ccmin} \text{ a fondo linea} > l_{int}$$

dove

l_{ccmin} = corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.

l_{int} = corrente di cortocircuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla tabella CEI 64.8/4-41. (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

9. Caduta di tensione

La norma CEI 64-8/5 art. 525 raccomanda [...che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto].

Nel presente progetto si assume una caduta di tensione sulla colonna montante dell'1% della tensione nominale, mentre la caduta di tensione sui circuiti posti all'interno di ogni stanza, non deve superare il 3%.



Per la sezione dei conduttori la scelta tiene conto anche della lunghezza, in modo che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto ed un qualsiasi apparecchio utilizzatore non superi, con il carico di progetto, il valore raccomandato del 4%.

Le linee sono dimensionate in modo che la caduta di tensione tra il punto di consegna dell'energia (quadro elettrico di riferimento) e qualunque altro punto dell'impianto non superi il 4% della tensione nominale, e si calcola con la formula

$$\Delta V_f = 2 \times I \times B (R \cos \Phi + X \sin \Phi)$$

dove: L è la resistenza del conduttore in m.

R è la resistenza al metro del cavo in Ohm

X è la reattanza al metro del cavo in Ohm (trascurabile)

Dagli schemi si evincono le caratteristiche delle apparecchiature di protezione e di comando, che sono state proporzionate in maniera da realizzare la selettività delle protezioni.

I conduttori in rame, isolati in PVC, con grado di isolamento non minore di 3, avranno densità di corrente non superiori di quelle indicate nelle tabelle UNEL in vigore e la caduta di tensione contenuta entro il 3% della V_n .

La protezione meccanica dei cavi sarà assicurata da tubazione/canaline di dimensione adeguate al numero e allo spessore dei cavi da accogliere.

I percorsi saranno ad andamento orizzontale e verticale, con assoluta esclusione di attraversamenti diagonali.

Le prese di corrente saranno del tipo incassate, munite di polo di terra per il collegamento degli utilizzatori all'impianto di messa a terra ed opportunamente raggruppate, saranno protette da interruttori magnetotermici e differenziali.



10. Quadro generale di alimentazione e sottoquadri elettrici

Il progetto prevede l'installazione di un quadro generale QG, dal quale partiranno le linee di alimentazione verso 9 quadri di zona Q1,, Q9, e da questi ultimi verranno alimentate lampade votive ed occasionali.

Inoltre si prevede l'installazione di quadro servizi cimiteriali denominato QSC, il quale andrà ad alimentare i locali presenti all'interno della struttura, l'impianto di illuminazione interna al cimitero.

Dal rack, presente nel precedente ampliamento, mediante linea privilegiata sotto UPS verranno alimentati tre quadri speciali denominati QS1, QS2 e QS3.

I quadri speciali porteranno alimentazione elettrica e distribuzione dei circuiti dati agli impianti speciali, quali l'impianto TVCC, l'impianto TOTEM e l'impianto audio (filo diffusione).

Le apparecchiature ausiliarie, quali trasformatori, saranno idonei per il montaggio sul fondo del quadro o montati fronte-quadro previa esecuzione dei fori su pannelli ciechi. Diversamente dovranno trovare ubicazione esternamente ai quadri di zona e precisamente in idonei contenitori.

Le apparecchiature modulari saranno atte al montaggio su guida DIN normalizzata ed avranno potere d'interruzione superiore al valore della Icc presunta nel punto di installazione. La funzione di quadro di zona per il sezionamento, la protezione ed il comando delle linee lampade votive ed occasionali per i loculi cimiteriali.

Il quadro dovrà essere facilmente ispezionabile e pertanto i pannelli frontali saranno di tipo apribile con attrezzo ed incernierati su di un lato per rendere agevole l'apertura in fase di manutenzione.

Il quadro sarà dotato di serratura a chiave che dovrà essere affidata al personale preposto alla manutenzione.

Il quadro sarà munito di cartelli e targhette per l'identificazione della funzione dei diversi dispositivi; inoltre i cablaggi interni saranno identificabili per mezzo di lettere e cifre, in conformità alla norma CEI EN 60439-1, mediante l'apposizione di corollari numerati ai capi dei conduttori derivati a valle dei dispositivi di protezione e in corrispondenza della morsettiera (art. 5.2. CEI EN 60439-1).

Nella parte inferiore della carpenteria sarà installata una morsettiera a cui faranno capo tutti i conduttori dei circuiti interni che costituiranno il cablaggio del quadro.

Dalla morsettiera costituita da morsetti a serraggio indiretto per guida DIN, in materiale isolante, saranno derivate le linee di alimentazione agli utilizzatori.

Si rimanda alla tavola degli schemi elettrici per approfondimenti.



11. Impianto di terra generale

11.1 Generalità

La rete di terra costituisce un sistema di protezione che deve soddisfare più esigenze senza generare pericoli da scosse elettriche. In particolare, direttamente o indirettamente deve:

- far fronte ai guasti monofasi verso terra;
- consentire lo smaltimento delle correnti di dispersione di piccolo valore ordinariamente presenti negli apparecchi di classe I;
- assicurare equi potenzialità tra masse elettriche e masse estranee;
- consentire il corretto funzionamento per eventuali scaricatori.

L'impianto di terra, nel sistema TT (come nel caso in esame) assume funzione fondamentale per l'intervento della protezione a monte del guasto. La resistenza di terra deve soddisfare la relazione:

$$RA I_{dn} \leq 50$$

dove:

RA = è la somma delle resistenze dei conduttori di protezione (PE) e del dispersore in Ohm (RA coincide sensibilmente con la resistenza di terra RT del dispersore).

I_{dn} = è la più elevata tra le correnti nominali d'intervento degli interruttori differenziali installati, in ampere.

In base agli orientamenti giuridici ormai consolidati, non è necessario rispettare il noto limite di 20 Ohm imposto dal DPR 547/55 (ormai abrogato) per i luoghi di lavoro, perché l'impianto rispetti la relazione suddetta. Infatti, attraverso il conduttore di protezione la corrente di guasto viene convogliata in un circuito parallelo a quello dell'elettrocuto, ma non essendo sufficientemente bassa la tensione di contatto che si instaura, occorre l'integrazione coordinata del dispositivo differenziale che interrompendo rapidamente il circuito (entro 40 ms) annulerà il pericolo.

Vanno, allora, collegati al conduttore di protezione (PE) tutte le parti metalliche degli utilizzatori fissi di classe I e dei quadri elettrici; gli alveoli o poli di terra delle prese a spina; le armature metalliche delle plafoniere; gli utilizzatori destinati ai servizi generali e tutte le altre utenze alimentate con tensione superiore a 50 V.

L'impianto di terra è costituito da:

- dispersore,
- nodo (o collettore) principale di terra,
- conduttori di protezione,



- conduttori di terra,
- conduttori equipotenziali.

Il dispersore è costituito dal complesso degli elementi disperdenti che possono essere:

- dispersori intenzionali (o artificiali),
- dispersori di fatto (o naturali).

I dispersori di fatto sono costituiti dai ferri delle fondazioni in cemento armato (plinti, platee, trave continue, ecc....) si possono utilizzare anche le camicie metalliche di pozzo.

Il conduttore di terra collega il nodo di terra al sistema disperdente e i dispersori tra di loro. Se il conduttore è nudo e integrato svolge anche le funzioni di dispersore e deve, quindi, avere le caratteristiche e la sezione previste per i dispersori: 25 mm² se in rame, 50 mm² se in acciaio zincato.

Se il conduttore di terra è isolato e posato entro tubo in PVC pesante, deve avere una sezione minima di 16 mm².

I conduttori equipotenziali principali collegano il nodo di terra alle masse estranee e devono avere una sezione di 6 mm² (CEI 64-8).

Al collettore principale posto nelle prossimità del quadro generale vanno connessi: tutte le tubazioni di ferro (se presenti); i ferri dell'armatura del calcestruzzo a livello delle fondazioni (se presenti); le tubazioni dell'acqua e del gas (se presenti) a valle dei contatori se sono in zinco; la montante di terra ed infine il conduttore di terra del dispersore più vicino.

11.2 Calcolo preliminare della resistenza di terra

Attraverso formule matematiche, è possibile calcolare preliminarmente, la resistenza di terra, in funzione della resistività del terreno, del tipo e delle dimensioni del dispersore. La norma CEI 64-12 propone delle formule, per la valutazione approssimativa del contributo dei dispersori intenzionali. In prima approssimazione la resistenza di un dispersore può essere calcolata con le seguenti formule:

Resistenza di un dispersore verticale (picchetto)

$$R_{d1} = \rho_m / L_v$$

Resistenza di un dispersore orizzontale

$$R_{d2} = 2\rho_m / L_o$$

dove:

R_{d1} = resistenza di terra del dispersore verticale in Ω ;

R_{d2} = resistenza di terra del dispersore orizzontale in Ω ;

ρ_m = resistività media del terreno in Ω m;



L_v = lunghezza del dispersore verticale in metri a contatto col terreno;

L_o = lunghezza del dispersore orizzontale in metri a contatto col terreno.

Considerando il valore di tensione di terra (U_T) in V ed il valore della corrente I, che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, nella fattispecie uguale a 0,03 A, la resistenza R_T deve avere un valore inferiore a:

$$R_T = 1666,66 \Omega$$

Nel caso in esame, considerando una lunghezza del dispersore orizzontale pari a circa 65 m, e ipotizzando un valore della resistività (ρ_m) del terreno, come da tabella, di $250 \Omega \cdot m$, si avrà:

$$R_{d1} \approx 166,66 \Omega$$

$$R_{d2} \approx 7,69 \Omega$$

$$R_d \text{ risultante} = R_{d1} < R_T$$

Da questa relazione si può riscontrare che il valore di R_d risultante è sufficientemente inferiore a R_T , visto che nel computo non si è tenuto conto dei dispersori di fatto e di un valore di ρ_m scelto a favore della sicurezza, si può prevedere che l'effettivo valore di R_d in sede di misurazione sarà inferiore a quello calcolato.

11.3 Criteri di protezione contro i contatti diretti e indiretti

11.3.1 Protezione contro i Contatti diretti

La protezione dai contatti diretti ha lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, che sono in tensione durante il normale esercizio. Per questo impianto le misure di protezione contro i contatti diretti, da adottare dovranno essere totali. Tali misure di protezione sono costituite dall'isolamento e dagli involucri.

Al fine di tale protezione si utilizza l'isolamento principale, che deve ricoprire completamente le parti attive e l'involucro che deve assicurare la protezione dai contatti diretti in ogni direzione.

Tutti i componenti che verranno utilizzati dovranno presentare un grado di protezione non inferiore a 4X ($IP \geq 4X$).

11.3.2 Protezione contro i Contatti indiretti (CEI 64.8/4)

La protezione dai contatti indiretti ha lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti di parti conduttrici che, pur non essendo normalmente in tensione, possono assumere un potenziale diverso da zero in seguito ad un guasto d'isolamento, come il contatto con la carcassa di un motore, in occasione di una dispersione di corrente verso terra.

Nel presente progetto è stata scelta la protezione dai contatti indiretti, mediante un'interruzione automatica dell'alimentazione attraverso l'utilizzo delle soglie magnetiche e delle soglie differenziali.

Essendo il sistema di distribuzione, un sistema TT, in cui la terra del neutro non è accessibile e le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente, è stato fatto il coordinamento della protezione dai contatti indiretti,



tenendo conto della destinazione d'uso del locale, attraverso le formule dettate dalla norma e considerando pari a 50 il valore della tensione di contatto:

$$RA \times I_a \leq 50$$

Dove:

- RA = è la somma delle resistenze del dispersore e del conduttore di protezione in Ohm.
- I_a = è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.
- 50 = è la tensione di contatto a vuoto.

Inoltre, l'interruttore differenziale, laddove presente, rappresenta ulteriormente una protezione addizionale contro contatti diretti.



12. Coordinamento delle protezioni elettriche

12.1 Corrente di guasto e tensione totale di terra

Nel sistema TT le masse dell'impianto sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema di alimentazione.

Il valore della corrente di guasto monofase a terra è sostanzialmente dato da:

$$I_g = 230 / (R_t)$$

Si tratta di un valore che dipende dalla resistenza totale di terra dell'utente (R_t). La resistenza R_n non è nota a priori e pertanto il valore della corrente di guasto, se necessario, potrà essere calcolata con apposita misura elettrica ad impianto realizzato.

La tensione assunta dalla rete di terra dell'impianto è data da:

$$V_t = I_g \cdot (R_n + R_t)$$

$$V_t = 230 / (1 + R_n / R_t)$$

Si nota, ovviamente, che un basso valore di R_t rispetto ad R_n permette di avere una tensione bassa che è gradita in tutti i casi.

In definitiva vogliamo sottolineare che si avrà cura di realizzare un basso valore di resistenza di terra, si favorirà una sicurezza elettrica supplementare a quella prevista (paragrafo seguente) per mezzo dell'interruzione automatica.

12.2 Protezione a mezzo di interruzione automatica

Tutti i circuiti saranno protetti con interruttore magnetotermico differenziale con soglia differenziale da 30 mA così come si evince dagli schemi elettrici unifilari allegati.

Questi interruttori svolgono le seguenti funzioni:

- protezione dalle tensioni relative ai contatti indiretti;
- protezione addizionale per contatti diretti;
- protezione contro incendio innescabili da archi verso terra.



13. Sollecitazioni termiche dei conduttori

Le correnti di guasto monofase verso terra interessano i dispositivi differenziali i quali intervengono con tempi di qualche decina di ms.

Negli altri casi va ricordato che in presenza di guasto la condizione più gravosa per i conduttori è quella di corrente minima e non di corrente massima. Infatti, le correnti di guasto di valore relativamente piccolo potrebbero non interessare gli equipaggi magnetici degli interruttori e vengono perciò confuse con le correnti di sovraccarico e interrotte con tempi tanto maggiori da determinare ancor maggiori effetti termici nel cavo.

In altre parole, a parità di altre condizioni, un guasto in coda al cavo è termicamente più gravoso di un guasto che avvenga all'inizio del cavo ed un "anello di guasto" ad alta impedenza è più temuto di uno a bassa impedenza.

La norma CEI 64.8 prevede che "tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi dei circuiti devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile".

Queste linee sono protette con interruttori magnetotermici di piccolo calibro e pertanto è prevedibile per loro l'intervento del dispositivo magnetico che è molto rapido.

Per i guasti bifasi la verifica è superflua poiché a parità di altre condizioni la corrente di guasto è più elevata. Per i guasti trifasi si hanno correnti ancora maggiori.

In definitiva è previsto che per tutti i cortocircuiti "franchi" dell'impianto i guasti sono interrotti con tempi di circa 30 ms che sono quelli massimi normalmente riscontrati per intervento differenziale o magnetico.

Per determinare la sezione in questione possiamo far riferimento alla formula dedotta dalla stessa norma CEI 64.8 e precisamente quella relativa all'energia specifica passante, che non deve assolutamente superare l'energia specifica massima ammessa dal cavo nel dato intervallo di tempo:

$$I^2 t = K^2 S^2$$

dove:

t = durata in secondi

S = sezione in mmq

I = corrente effettiva di c.c.

K = coefficiente che dipende dalla natura dei conduttori e dalla natura dell'isolante dei conduttori stessi, ad esempio per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria assume il valore di 135.

Tutte le singole sezioni esistenti (fasi, neutro, protezione), dei conduttori impiegati sono superiori a questo valore e pertanto non si pongono problemi di surriscaldamenti inammissibili durante i cortocircuiti.



14. Selettività scatto interruttori

In caso di guasto, la selettività non è garantita in tutti i casi, quanto meno per la presenza dell'interruttore del Distributore Locale che per sua natura ha la funzione di limitatore di carico ed è perciò di corrente nominale relativamente piccola; inoltre la sua vera caratteristica d'intervento, non è nota a priori in quanto dipende anche dal produttore dell'interruttore.

Allo scopo di limitare il numero degli interruttori che possono scattare intempestivamente, sono stati previsti interruttori di curve caratteristiche opportune.



15. Verifiche da effettuare ad impianto ultimato

Ad installazione avvenuta è d'obbligo in base alla parte 6 della norma CEI 64-8 fasc.6 pg.611 eseguire LE VERIFICHE, per accertare che, per quanto praticamente possibile, le prescrizioni della norma siano state rispettate.

Riguardano gli accertamenti sulla correttezza delle condizioni di realizzazione che si possono concludere durante il sopralluogo senza necessità di calcolo o di misure complesse, solo con l'ausilio della documentazione tecnica di cui sopra. L'esame a vista è quindi propedeutico ed è previsto già dalla variante V1 della norma CEI 64-8, per il quale indica:

ESAMI A VISTA (CEI 68-8)

1. Conformità dell'impianto alla documentazione tecnica	Si	No
2. Efficienza delle protezioni contro i contatti diretti	Si	No
3. Conformità dei componenti alle caratteristiche ambientali	Si	No
4. Correttezza del tipo di cavi e delle modalità di posa	Si	No
5. Corretta taratura delle protezioni contro i sovraccarichi	Si	No
6. Corretta taratura delle protezioni contro i cortocircuiti	Si	No
7. Conformità alle prescrizioni normative per il sezionamento dei circuiti	Si	No
8. Tensione nominale dei conduttori adeguata	Si	No
9. Sezione minima dei conduttori conforme alla norma	Si	No
10. Dimensione adeguata dei condotti	Si	No
11. Idoneità delle connessioni	Si	No
12. Presenza del dispositivo di protezione	Si	No
13. Corretta colorazione dei conduttori	Si	No
14. Inserimento delle protezioni unipolari solo sui conduttori di fase	Si	No
15. Accessibilità dei nodi di terra	Si	No
16. Collegamento all'impianto di terra di tutte le masse	Si	No
17. Collegamento all'impianto di terra delle masse estranee	Si	No

16.1 Verifiche strumentali

Prova della continuità dei conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali

Lo scopo della prova non mira alla misura del valore di resistenza; ma a quello di accertare la continuità elettrica fra i vari elementi che compongono l'impianto di terra e di equipotenzializzazione, accertarsi dell'integrità dei circuiti di protezione.

La prova è effettuata con uno strumento.....



Per la prova lo strumento deve erogare almeno 0,2A, con tensione a vuoto compresa fra 4 e 24V (in c.c. oppure in c.a.).

Circuiti di prova

Tra il dispersore ed il collettore di terra; tra le

masse ed i collettori di terra;

tra le masse estranee, e fra queste masse.

L'esito della prova è risultato

Misura della resistenza di terra

Il valore della resistenza di terra deve essere inferiore al valore della formula di coordinamento contro i contatti diretti $50 V \geq R_t \cdot I_{dn}$ (nel nostro caso $I_{dn} = 30 \text{ mA}$ e quindi il massimo valore della resistenza di terra totale deve essere inferiore a $1666,66 \Omega$).

La resistenza di terra misurata risulta pari a..... Ω

Misura a resistenza di isolamento

La misura è condurre a circuiti e tronchi di impianti sezionati, tra le fasi e tra queste con la terra e con tensione, continua, di prova superiore a quella di rete (500 V)

La resistenza di isolamento va misurata tra ogni conduttore attivo e la terra, nonché, per quanto praticamente possibile, tra i conduttori attivi.

Le misure vanno effettuate con l'impianto fuori tensione, vale a dire con il dispositivo generale di sezionamento aperto, e tutti gli apparecchi utilizzatori vanno disinseriti.

L'apparecchio usato per la misura della resistenza d'isolamento è in grado di erogare la corrente di 1mA, mentre sottopone i circuiti alle tensioni di prova in c.c. indicate nella tabella

Vn del circuito (V)	Tensione di prova (V=)	R.min. di isolamento (M Ω)
Sistema Selv o Pelv	250 V	0.25
Sistemi fino a 500 V	500 V	0.50
Sistemi oltre 500 V	1.000 V	1.00

Prova di intervento degli interruttori differenziali

Da eseguire ad impianto finito e macchine collegate, iniettando nel punto campionato (presa subito a valle del differenziale), le correnti sotto riportate e posizionando la manopola del commutatore sul valore della I_{dn} dell'interruttore in prova. Lo scopo è quello di accertare il perfetto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali, quando l'impianto è completo e tutti gli utilizzatori fissi sono collegati.



La prova viene effettuata iniettando nel punto di campionamento una corrente di dispersione verso terra pari a $\frac{1}{2} I_{dn}$, il differenziale non interviene.

Si aumenta la corrente di dispersione fino a $1,1 I_{dn}$ ed il differenziale interviene in 0.20 s inferiore a 0.30 s.

Correnti di dispersioni ammissibili		Tempi massimi di interventi (S)			
I_{dn} (mA)	I_{dno} (mA)	ante di guasto	I_{dn}	$2I_{dn}$	$5I_{dn}$
10		5ipo G (int.gen.)	0,30	0,15	0,04
30		15ipo S (int.tipo sel.)	0,50	0,20	0,15
300	150				
500	250				
1000	500				
3000	1500				

Misura della caduta di tensione

Questa misura viene effettuata per accertarsi che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4% della tensione nominale.

La misura viene effettuata con due voltmetri elettronici con classe di precisione inferiore ad 1 quando l'impianto è simulato al carico equivalente a quello di normale funzionamento.

La caduta di tensione deve soddisfare la seguente relazione $4 \geq (V_o - V_l) / V_o * 100$ Dove:

V_o è la tensione al punto di consegna dell'energia,

V_l è la tensione alla lampada coda.

Tutte le prove effettuate risultano al di sotto del %.

Misura della corrente di corto circuito

La misura viene fatta per accertarsi che il potere di interruzioni degli interruttori destinati alla protezione contro il corto circuito siano efficienti.

Verifica dei limiti di sovratemperatura dei quadri

Alla fine dopo aver cablato il quadro si dovrà verificare se i componenti installati nell'involucro possono dissipare nel complesso una potenza non superiore a quella dissipabile dall'involucro stesso, deve quindi verificare la seguente relazione:

$$1,2 P_{dp} + P_{au} \leq P_{inv}$$



dove:

Pdp è la potenza dissipata dai dispositivi di protezione e/o di manovra;

Pau è la potenza dissipata dai dispositivi ausiliari, ad esempio trasformatore, lampade etc. Pinv è la potenza dissipabile dall'involucro, dichiarata dal costruttore dell'involucro stesso.

Il coefficiente 1,2 tiene conto in modo forfettario della potenza dissipata dai collegamenti, dalle prese e spine, relè, timer, etc.