



**AMAG**  
**Reti Idriche**

## **PROGETTO ESECUTIVO**

**Collegamento reti fognarie Spinetta  
Marengo, Cascinagrossa, Litta  
Parodi e Mandrogne a rete cittadina  
di Alessandria – Completamento  
lavori – Sollevamenti fognari**

## **RELAZIONE TECNICA**

## 1. INTRODUZIONE

I sobborghi di Spinetta Marengo, Cascinagrossa, Mandrogne e Litta Parodi, costituenti l'area denominata "Fraschetta", e la prima porzione della zona industriale D5 sono attualmente serviti da una rete fognaria mista, mentre la seconda porzione della zona industriale D5 e la nuova zona industriale D6 di recente realizzazione, sono servite da reti fognarie separate. Le fognature delle aree produttive recapitano direttamente in corso d'acqua superficiale mentre la fognatura mista proveniente dalla "Fraschetta" recapita nel dismesso depuratore sito in località "Castello di Marengo", alle porte dell'abitato di Spinetta Marengo. I reflui sono così sversati grezzi nel corpo idrico ricettore (rio Lovassina) poichè, considerata la vetustà del predetto impianto di trattamento liquami, non è tecnicamente né economicamente conveniente procedere ad una sua riqualificazione. Inoltre, durante il periodo di funzionamento nel lontano passato, vi erano continue lamentele da parte degli abitanti causate dagli odori immessi in atmosfera, che hanno così obbligato all'arresto della linea di trattamento ed al conseguente scarico non depurato dei reflui.

Considerato inoltre che, il depuratore a servizio della città sito in zona "Orti", è in fase di sensibile potenziamento, è stato deciso di avviare ad esso anche i reflui provenienti dalla "Fraschetta" e dalla riqualificazione dell'area ex-zuccherificio, posta ai margini della strada provinciale SP 35 bis dei Giovi. A tale scopo, il depuratore dismesso sarà convertito in una stazione di sollevamento dei liquami provenienti dalle aree "Fraschetta" e "D5 - D6" che afferiranno, tramite la condotta gravitaria già posata in grès ceramico DN 600 mm, insieme ai reflui dell'area ex-zuccherificio, alla costruenda stazione di pompaggio denominata "Pederbona", posta in prossimità della rotonda "Stortigliona" sulla SP 35 bis dei Giovi. L'impianto "Pederbona" avvierà i reflui tramite condotta premente già posata lunga circa 1.250 metri in PEAD DN450 mm PN10 alla fognatura cittadina gravitaria di via Piacentini per essere finalmente recapitata al depuratore "Orti" tramite l'ulteriore impianto di pompaggio sito in prossimità del Cimitero di Alessandria. Detto impianto, a cui affluisce anche una significativa porzione della città, sarà potenziato sostituendo le pompe attualmente in servizio, sino a raggiungere la portata massima ammissibile per la condotta di valle in calcestruzzo posta lungo la via T. Michel e corso Milite Ignoto. In questa prima fase, la portata massima di 173 l/s proveniente da "Pederbona" saturerà la capacità di eduazione della predetta condotta in calcestruzzo. Da quanto sopra descritto, si evince che, per giungere alla depurazione, i liquami dovranno subire tre differenti pompaggi in cascata: "Castello di Marengo", "Pederbona" e "Cimitero".

In futuro, vi potranno essere due opzioni per trattare tutta la portata complessiva proveniente dalle zone Fraschetta, D5, D6 ed ex-zuccherificio:

1. Posare una nuova condotta premente dal pompaggio "Cimitero" al depuratore "Orti" (circa 2.350 m), potenziare nuovamente l'impianto "Cimitero" e l'impianto "Pederbona" con il funzionamento contemporaneo delle tre pompe all'ex-depuratore di Spinetta Marengo;
2. Invasare nelle già esistenti vasche dismesse del depuratore di Spinetta le portate future, in modo da mantenere invariata la potenzialità di "Pederbona" e non procedere ad alcuno degli interventi precedentemente riportati al punto 1.

Si ricava che, a parità di portate avviate al trattamento, la seconda soluzione abbia un costo decisamente inferiore.

Conformemente a quanto già operato negli altri impianti esistenti, le elettropompe sommergibili installande saranno dotate di motore azionato a velocità variabile e saranno connesse al sistema di telecontrollo per la gestione in remoto (arresto automatico di una stazione in caso di guasto con segnalazione dell'anomalia verificata, modifica della logica di funzionamento, memorizzazione delle variabili elettro-idrauliche...).

L'azionamento (inverter) a frequenza variabile (tipicamente fra 40 e 50 Hz di rete), permette di limitare le sovrappressioni nei transitori di avvio ed arresto delle pompe e di modulare la portata pompata in una vasta gamma di valori intermedi mantenendo inalterata l'efficienza globale dell'impianto.

I benefici ottenibili dall'adozione dell'inverter sono:

- I ridotti volumi d'invaso richiesti e le conseguenti minori profondità di scavo, necessari alla corretta sommersione delle pompe;
- L'incremento del numero massimo di avviamenti orari;
- La possibilità di lavorare anche “in asciutto” del motore;
- La minore usura delle parti rotanti (e conseguentemente una maggiore durata delle apparecchiature);
- I ridotti transitori elastici in condotta;
- La minore corrente di avviamento;
- Il minor consumo di energia elettrica.

Il risparmio ottenibile in condizioni di esercizio è di gran lunga superiore al maggior costo d'acquisto esibito dall'elettronica e dal motore da essa azionato.

Le nuove opere eseguite non interferiranno con la linea gasdotto preesistente.

Nel prosieguo della relazione verranno dapprima riportati i dimensionamenti delle potenzialità delle singole stazioni e quindi descritti gli interventi eseguiti per ciascuna delle due. Saranno inoltre riportati i calcoli statici dei pozzi autoaffondanti in c.a. costituenti i pozzi di carico per le elettropompe della stazione “Pederbona”.

In corsivo, per immediatezza di lettura, saranno indicati i principali parametri calcolati.

Per meglio inquadrare le opere eseguite, nell'allegato A viene riportata la tavola sinottica dei due sollevamenti in progetto e la loro connessione con la restante parte della fognatura cittadina.

Nell'allegato B, sotto forma tabellare, viene riportata la cronistoria di tutte le ipotesi di progetto succedutesi, sottolineando, ancora una volta, come la laminazione delle portate tramite l'invaso nelle vasche esistenti, sia molto vantaggiosa sotto il profilo economico a parità di future portate obbligate alla depurazione.

## 2. PROPORZIONAMENTO IDRAULICO delle OPERE

### I. SOLLEVAMENTO EX-DEPURATORE “CASTELLO di MARENGO”

La portata nera futura affluente all’impianto di Spinetta Marengo viene determinata in base alle seguenti assunzioni:

- Dotazione idrica giornaliera pro-capite per zona residenziale:  $d_p = 250 [l/(ab.g)]$ ;
- Numero di abitanti totali (persone)  $P_s$  dei sobborghi: Cascinagrossa, Litta Parodi, Mandrogne e Spinetta Marengo:  $P_s = 12.000$  unità;
- Numero equivalente di abitanti totali gravitanti nella vecchia zona industriale D5 dotata di rete fognaria mista:  $P_{D5} = 5.000$  unità;
- Numero equivalente di abitanti totali gravitanti nelle aree industriali D5 e D6 di nuova realizzazione dotate di rete fognaria separativa:  $P_{D5D6} = 5.000$  unità;
- Coefficiente  $\Phi$  di afflusso in fognatura:  $\Phi = 0,8$ ;

da cui le portate medie  $Q_N$  nere di tempo secco:

- $Q_{NS} = 250 * 12.000 * 0,8 / 86.400 = 27,8 \text{ l/s} = 28 \text{ l/s}$  (sobborghi);
- $Q_{ND5} = 250 * 5.000 * 0,8 / 86.400 = 11,6 \text{ l/s} = 12 \text{ l/s}$  (D5 “vecchia”);

e la quantità massima obbligata  $5Q_N$  da pompare in caso di tempo bagnato pari perciò a:  $5Q_{NF} = 5 * (28 + 12) = 200 \text{ l/s}$ .

Alla quantità testè determinata, sono da aggiungersi due ulteriori contributi dovuti:

- Alla massima portata nera  $Q_{ND5D6}$  di tempo secco, concentrata in 15 ore giornaliere, considerata la presenza di aziende con turnazione continua e rivenditori al dettaglio, proveniente dalle nuove zone industriali D5e D6:  
 $Q_{ND5D6} = 250 * 5.000 * 0,8 / 15 / 3.600 = 18,5 \text{ l/s} = 18 \text{ l/s}$ ;
- Alla portata infiltrata  $Q_{inf}$  nella condotta di arrivo, la cui determinazione si fonda sui presupposti seguenti:
  - Lunghezza totale della condotta in arrivo dalla Frascetta:  $2.732 \text{ m} = 2,8 \text{ km}$ ;
  - Diametro esterno della condotta:  $D = 0,98 \text{ metri}$ ;
  - Massima portata d’infiltrazione tollerabile in rete:  $q = 2,5 \text{ m}^3/\text{giorno/cm/km}$  ed avente valore totale pari a:  $Q_{inf} = 2,5 * 1.000 / 86.400 * 98 * 2,8 = 7,94 = 8 \text{ l/s}$ ;

Da cui il valore della portata massima da sollevare di tempo di pioggia  $Q_{maxwetf}$  in arrivo all'impianto:  $Q_{maxwetf} = (200+18+8) = 226 \text{ l/s}$ .

Il supero sarà direttamente scaricato nell'attuale ricettore (rio Lovassina).

La portata nera futura  $Q_{ndC}$  da sollevare sarà:  $Q_{ndC} = (28+12+18+8) = 66 \text{ l/s}$ .

Come specificato nel paragrafo introduttivo, occorre osservare che sia la vecchia zona industriale D5 che le due nuove D5 e D6 attualmente non recapitano al depuratore di Spinetta e che, almeno nel prossimo futuro, non è in progetto la loro diversione al predetto depuratore. In virtù di ciò, la condotta già posata è stata proporzionata per convogliare la portata  $Q_{maxwetf}$  mentre l'impianto di pompaggio sarà proporzionato per sollevare soltanto la portata d'infiltrazione e le acque miste dei sobborghi. Alla luce di quanto espresso, la portata nera attuale da sollevare sarà:  $Q_{Na} = (28+8) = 36 \text{ l/s}$ , mentre la portata attuale massima da sollevare in tempo di pioggia  $Q_{maxweta}$  diverrà:  $Q_{maxweta} = (28*5+8) = 148 \text{ l/s}$ .

Le tre elettropompe sommergibili avranno una propria esclusiva condotta premente in acciaio inox DN 250 mm che scaricherà in un pozzetto di calma, con il fondo rivestito in pietra, da cui origina la condotta gravitaria già posata che edurrà i reflui alla costruenda stazione "Cascina Pederbona".

Detta condotta a gravità è costituita da una tubazione DN 600 mm in grès ceramico categoria E - classe di carico 84 kN/m conforme alle UNI EN 295 della lunghezza di circa 1.580 m, con pendenza media del 3‰, completa di 32 pozzetti monolitici d'ispezione e relativi chiusini di coronamento, posata ad una profondità variabile tra i 2 ed i 5 m. La portata di progetto  $Q_{gd}$  che a tubo usato la condotta gravitaria è in grado di convogliare varrà:  $Q_{gd} = 3,14*60/2^{(2/3)}*0,30^{(8/3)}*0,003^{0,5} = 283 \text{ l/s}$ .

Risultando  $Q_{gd} > Q_{maxwetf}$  la condotta è sufficiente a convogliare anche i reflui futuri sollevati.

Il volume di accumulo della vasca  $V$  sarà tale che, in condizione di portata massima affluente  $Q_{maxwetf}$  tra il livello minimo di arresto ed il massimo livello di messa in marcia, il tempo di riposo sia di almeno  $T_r = 1,0 \text{ min}$ . da cui:  $V = Q_{maxwetf} * T_r = 226*60/1.000 = 13,56 \text{ m}^3 = 14 \text{ m}^3$ . I volumi esistenti a disposizione sono ben maggiori del minimo richiesto. Assumendo il numero  $n$  di avviamenti all'ora pari a  $n = 4$ , il tempo  $T_a$  fra un avviamento ed il successivo è  $T_a = 60/4 = 15$  minuti mentre il tempo d'inserzione  $T_i$  dell'elettropompa (il tempo di effettivo funzionamento) viene così calcolato:  $T_a = (T_r + T_i)$  da cui  $T_i = (T_a - T_r) = (15-1) = 14 \text{ minuti}$ . La portata attuale  $Q_{maxweta}$  complessiva da sollevare con le due pompe varrà, dunque:

$Q_{maxa} = Q_{maxweta} * T_a / T_i = 148*15/14 = 158 \text{ l/s}$ , mentre quella futura varrà:

$Q_{maxf} = Q_{maxwetf} * T_a / T_i = 226*15/14 = 242 \text{ l/s}$ .

Le vasche in c.a.o. esistenti, di volume complessivo invasabile  $V_{rd}$  pari a:

$V_{rd} = 16*4*3,5*(2+0,5+0,5) = 670 m^3$  mostrano un ottimo stato di conservazione. Si potrebbe pensare, in un futuro non immediato, quando saranno allacciate tutte le aree suddette, di impiegare tali vasche quale temporaneo invaso delle portate eccedenti 158 l/s, in modo da non procedere al potenziamento della stazione “Pederbona” e quindi non costituire ulteriore aggravio per la fognatura cittadina ed il sollevamento “Cimitero”. A sollecitazione pluviometrica terminata, preferibilmente durante le ore notturne a tarifficazione elettrica ridotta, il volume invasato sarà pompato verso la stazione “Pederbona” ed avviato così al trattamento.

Il tempo di corrivazione del bacino imbrifero chiuso al depuratore (in pratica l’area drenata della Frascetta) vale circa due ore, durante le quali sarà necessario invasare l’eccedenza di portata in arrivo. Il volume d’invaso richiesto  $V_{isd}$  è così determinato:

$V_{isd} = (242-158)*2*3.600/1.000 = 84*7,2 = 605 m^3$  inferiore a quanto già disponibile all’interno delle vasche predette ( $670 m^3$ ). La laminazione delle portate miste, quindi, con piccoli costi realizzativi di riabilitazione delle vasche esistenti, peraltro eseguibili ad impianto funzionante, potrà apportare sensibili benefici economici di costruzione e gestione a parità di volumi totali trattati di reflui.

La portata attuale di progetto di 80 l/s per ciascuna pompa è caratterizzata da una prevalenza geodetica da superare di  $\Delta H_g = 4$  metri, mentre le perdite di carico distribuite  $\Delta H_d$  valgono:  $\Delta H_d = 0,002*0,08^2/0,23^5*8 = 0,16 m$  da cui la prevalenza totale dell’impianto:  $\Delta H_t = (4+1+0,16) =$  almeno 6 metri per tenere in conto anche delle perdite allo sbocco ed all’imbocco, gomiti, flange, curve ed un carico residuo di un metro nel pozzetto di sbocco.

Saranno posizionate tre elettropompe sommergibili da 80 l/s ciascuna, tipo Xylem NP3171.181 LT613 (bassa prevalenza) in parallelo di cui una di riserva, di potenza totale installata pari a  $P_{Nt} = 2*15 = 30 kW$ , in vasca di carico esistente ristrutturata, la cui capacità di ritenuta è ben maggiore del volume richiesto, a beneficio del regolare funzionamento delle predette pompe.

In caso di mancanza di energia elettrica, i reflui saranno scaricati a gravità nel ricettore finale con le identiche modalità attuali, ossia grezzi. In considerazione di ciò, è stato deciso di non dotare il sollevamento di gruppo elettrogeno d’emergenza.

L’elettronica di controllo azionerà una pompa a turno ed al massimo due in parallelo, mentre impedirà il funzionamento contemporaneo di tutte e tre.

## II. NUOVA STAZIONE di SOLLEVAMENTO "PEDERBONA"

La portata nera affluente alla nuova stazione di pompaggio interrata “Pederbona” è determinata in base ai seguenti apporti:

- Portata nera futura pompata dall’impianto “Castello di Marengo”:  $Q_{ndC} = 66 l/s$ ;
- Portata media  $Q_{Nz}$  nera di tempo secco proveniente dalle 6.500 persone previste con la riqualificazione dell’area industriale ex-zuccherificio (riqualificazione che stenta a partire):  $Q_{Nz} = 250*6.500*0,8/15/3.600 = 24 l/s$ ;

- Portata d'infiltrazione  $Q_{inf}$  nella condotta di arrivo, la cui determinazione si fonda sui presupposti seguenti:
  - ✓ Lunghezza totale della condotta in arrivo da impianto "Castello di Marengo":  $1.580\text{ m} = 1,6\text{ km}$ ;
  - ✓ Diametro esterno della condotta:  $D = 0,8\text{ metri}$ ;
- Massima portata d'infiltrazione tollerabile in rete:  $q = 2,5\text{ m}^3/\text{giorno}/\text{cm}/\text{km}$   
ed avente valore:  $Q_{inf} = 2,5 * 1.000 / 86.400 * 80 * 1,6 = 3,7 = 4\text{ l/s}$ .

Da cui si ricava  $Q_{NdPf} = (66+24+4) = 94\text{ l/s}$ .

Analogamente, per la futura portata totale  $Q_{totdPf}$  da sollevare in tempo bagnato si ha:

$Q_{totdPf} = (242+24+4) = 270\text{ l/s}$ , in cui 242 l/s è la massima portata inviata dall'impianto "Castello di Marengo".

Come espresso al punto precedente, non tutti i contributi oggetto di calcolo si verificheranno nel futuro prossimo; in particolar modo dopo alcuni lustri di discussione non sono ancora principati i lavori di riqualificazione dell'ex-zuccherificio nè delle aree circostanti per cui si trascurerà l'apporto di detta zona. La portata nera attuale da sollevare varrà:  $Q_{NdPa} = (36+4) = 40\text{ l/s}$ ; parimenti, la portata massima mista in tempo di pioggia sarà:  $Q_{totdPa} = (158+4) = 162\text{ l/s}$ .

Il volume di accumulo della vasca  $V$  sarà tale che, in condizione di portata massima affluente futura  $Q_{maxwef}$ , tra il livello minimo di arresto ed il massimo livello di messa in marcia il tempo di riposo sia di almeno  $T_r = 1,0\text{ min}$ . da cui:  $V = Q_{maxwef} * T_r = 270 * 60 / 1.000 = 16,20\text{ m}^3 = 16\text{ m}^3$ , da suddividersi in due pozzetti, ciascuno dei quali albergherà due pompe. Assumendo il numero  $n$  di avviamenti orari pari a  $n = 4$ , il tempo  $T_a$  fra un avviamento ed il successivo è  $T_a = 60/4 = 15\text{ minuti}$  mentre il tempo d'inserzione  $T_i$  dell'elettropompa (il tempo di effettivo funzionamento) viene così calcolato:  $T_a = (T_r + T_i)$  da cui  $T_i = (T_a - T_r) = (15-1) = 14\text{ minuti}$ . La portata  $Q_{maxa}$  attuale complessiva da sollevare con le pompe varrà, dunque:

$Q_{maxa} = Q_{maxweta} * T_a / T_i = 162 * 15 / 14 = 173\text{ l/s}$ , mentre quella futura sarà di

$Q_{totdPf} = Q_{maxwef} * T_a / T_i = 270 * 15 / 14 = 290\text{ l/s}$ .

La prevalenza geodetica, dislivello fra punto più depresso in pozzetto e punto più elevato della condotta premenente, da superare con le pompe, vale  $\Delta H_g = 15,5\text{ metri}$ . La condotta premente già posata in PEAD DN 450 PN10, della lunghezza di 1.250 metri, esibisce delle perdite di carico distribuite  $\Delta H_{da}$  pari a:

$\Delta H_{da} = 0,002 * 0,173^2 / 0,3966^5 * 1.250 = 7,62\text{ metri}$  da cui la prevalenza totale dell'impianto:  $\Delta H_{ta} = (15,5 + 7,6) = 23,1 = 24\text{ metri}$ , per tenere in conto anche delle perdite nelle tre condotte verticali  $\Phi = 250\text{ mm}$ , nel collettore di partenza, nei punti singolari e negli organi di manovra.

La celerità di propagazione dell'onda elastica nella tubazione di PEAD vale 310 m/s e si ammette, a favore di sicurezza, che i transitori di avvio e di arresto delle elettropompe siano bruschi, che le perdite di carico in condotta siano nulle e che l'inerzia delle parti rotanti delle elettropompe siano trascurabili.

La velocità  $u$  del liquame nella condotta in PEAD vale:  $u = 0,173/\pi/(0,3966/2)^2 = 1,4$  m/s. La sovrappressione elastica  $\Delta H_{max}$  in fase di contraccolpo si determina con l'equazione di Allievi:  $\Delta H_{max} = 310/9,81*1,4 = 44$  metri, da cui si trae che la sollecitazione totale all'interno del tubo vale:  $H_t = (24+44) = 68$  metri =  $6,8$  kg/cm<sup>2</sup> inferiore alla classe di resistenza del tubo PN 10 (  $10$  kg/cm<sup>2</sup> ) per sollecitazione continua.

Saranno posizionate tre elettropompe sommergibili in parallelo, di cui una in funzione di riserva, tipo Xylem NP3301.180 MT632 (media prevalenza) con diametro della bocca di uscita pari a 250 millimetri e potenza totale installata pari a  $P_{Nt} = 2*45 = 90$  kW.

La stazione di pompaggio, non possedendo sfioro d'emergenza a gravità in ricettore, sarà dotata di gruppo elettrogeno di continuità ad azionamento automatico in grado di fornire in maniera costante almeno 150 kVA. Detto gruppo proverrà dalla stazione Casalbagliano ove l'attuale, di appunto 150 kVA dovrà essere sostituito da un gruppo di potenza almeno doppia.

La fornitura di tensione avverrà direttamente dalla rete a 400 Volt , il gruppo elettrogeno sarà silenziato ed adatto alla posa continua in esterni, il quadro elettrico di comando delle elettropompe sarà posizionato al centro fra i due pozzetti e si prevedono almeno due punti luce per illuminare l'area e la predisposizione per l'impianto di videosorveglianza.

In caso di avaria parziale o totale della stazione "Pederbona" non immediatamente risolvibile, il sistema di telecontrollo remoto provvederà a bloccare l'impianto "Castello di Marengo" in modo da interrompere il flusso di liquami proveniente da esso verso "Pederbona". La mancanza di alimentazione elettrica proveniente dalla rete sarà sopperita dall'avviamento del gruppo elettrogeno.

La seguente tabella riporta, per immediatezza di visione, le caratteristiche salienti delle due stazioni di pompaggio proporzionate in base alle condizioni di afflusso attuali, mentre le condotte già posate erano state dimensionate sulla base dei valori futuri di afflusso dei liquami.

DENOMINAZIONE IMPIANTO (TOPONIMO)	PORTATA COMPLESSIVA I/s	PREVALENZA MINIMA TOTALE $\Delta H$ in METRI da garantire	N° e TIPO POMPE INSTALLANDE  DIAMETRO USCITA	POTENZA NOMINALE POMPE  kW
DEPURATORE SPINETTA	$5Q_N = 158$	6	2+1 RISERVA	$P_N = 2*15 =$

MARENGO (conversione)			TIPO XYLEM NP3171.181 LT 613 - $\Phi=250$ mm	30 kW
CASCINA PEDERBONA  [NUOVO (in area agricola prossimità rotonda ex SS n° 10)	$5Q_N = 173$	24	2+1 RISERVA  TIPO XYLEM NP3301.180 MT 632 - $\Phi=250$ mm	$P_N = 2*45 = 90$ kW  Gruppo elettrogeno da 150 kVA

### 3. INTERVENTI a PROGETTO

#### a) SOLLEVAMENTO EX-DEPURATORE “CASTELLO di MARENGO”

In prima istanza si procederà ad un accurato sfalcio delle erbacce e degli arbusti infestanti in modo da garantire la pedonabilità agli operatori, quindi verranno colmati gli eventuali avallamenti o dossi del terreno al fine di eliminare gli inciampi. Si controllerà l'integrità dell'attuale rete di recinzione, sostituendo le porzioni mancanti o compromesse. Le opere in ferro, ormai arrugginite, saranno allontanate e sostituiti solo esclusivamente i manufatti funzionali alla sicurezza degli operatori (passaggi, parapetti, botole...). Solo la vasca di carico destinata ad alloggiare le elettropompe sarà impermeabilizzata con prodotto liquido idoneo al contatto con liquami fognari, da applicare a spruzzo o a pennello e si ricostruiranno le parti decoese o mancanti con malta premiscelata, fibrorinforzata, antiritiro, ad alta resistenza meccanica e chimica, applicando adeguato trattamento passivante alle barre d'armatura. Si eseguirà un lavaggio preventivo con acqua pulita a forte pressione in modo da scarificare le superfici esistenti in calcestruzzo e facilitare il successivo aggrappo del prodotto impermeabilizzante. Si eseguiranno le nuove forometrie e si demoliranno piccoli manufatti che dovessero interferire con la vasca di carico.

Il vecchio impianto elettrico sarà totalmente smontato e si potranno riattivare, quando utili ed adeguati, i vecchi cavidotti e relativi pozzetti.

Il nuovo impianto elettrico e di terra correrà in cavidotto rigido interrato, con pozzetti d'ispezione in corrispondenza dei cambi di direzione ed in rettilineo per tratte non superiori ai 20 metri. I pozzetti avranno dimensione 40x40x60 cm, con il fondo forato in modo da smaltire nel terreno l'umidità di condensa mentre l'elemento di coronamento (chiusino) sarà in ghisa sferoidale classe C250.

Il quadro di comando delle pompe sarà posizionato nelle immediatezze dalla vasca di carico, in modo che gli addetti alla manutenzione possano intervenire sulle pompe avendo sott'occhio anche il predetto quadro, per scongiurare letali elettrocuzioni.

Vi saranno alcuni corpi illuminanti a LED posizionati strategicamente e la predisposizione per l'impianto di videosorveglianza.

L'AMAG Reti Idriche S.p.A. potrà richiedere autonomamente già la fornitura definitiva di energia elettrica con la posa del contatore in manufatto posto sulla recinzione perimetrale con accesso dall'esterno, in modo da procedere al collaudo finale delle elettropompe. Detta fornitura di corrente potrà essere concessa anche all'esecutore dei lavori che dovrà comunque realizzare l'impianto elettrico di cantiere. Qualora, per convenienza di AMAG Reti Idriche S.p.A., la fornitura di tensione a 400 V dovesse essere richiesta solo al momento dell'effettiva messa in marcia della stazione di sollevamento, l'assuntore dei lavori dovrà garantire la fornitura di energia anche per le operazioni di collaudo delle predette elettropompe.

#### b) NUOVA STAZIONE di SOLLEVAMENTO "PEDERBONA"

La nuova stazione interrata di pompaggio sarà ubicata in un campo coltivato a prato irriguo di proprietà della cascina "Pederbona", posto in fregio alla SP 35 bis dei Giovi. L'accesso all'area avverrà direttamente dalla rotonda di svincolo "Stortigliona" formata dalla predetta strada provinciale SP 35 all'incrocio con la strada comunale denominata, per l'appunto, "Stortigliona".

Al fine di favorire il transito degli automezzi di cantiere ed in seguito, degli autocarri delle squadre di manutenzione, si prevede di costruire nel prato testè ricordato una stradina bianca di accesso, della larghezza di 5 metri e della lunghezza di una sessantina di metri, che colleghi l'uscita dalla rotonda con la superficie individuata per realizzare la predetta stazione interrata di sollevamento. L'accesso alla stradina bianca sarà regolato da sbarra in ferro a movimentazione manuale con lucchetto di chiusura, mentre l'area della stazione sarà recintata con semplice rete metallica plastificata a maglie e relativo cancello carraio. Al termine della strada bianca di accesso, vi sarà una piazzola anch'essa bianca e quindi la vera e propria stazione.

Il rilevato sarà costituito da due strati compressi:

- ✓ La fondazione stradale in aridi più grossi e
- ✓ Lo strato di rotolamento in stabilizzato.

L'accettazione del rilevato sarà subordinata all'escuzione di due prove di carico su piastra che dovranno evidenziare un modulo elastico di almeno  $650 \text{ kg/cm}^2$ .

Valori inferiori non saranno ritenuti congrui e si dovrà procedere ad una nuova compattazione.

Come espresso nei precedenti paragrafi, sia la condotta gravitaria quanto la condotta premente sono già state posate ed arrivano in due punti molto vicini tra

loro, per cui la posizione dei due pozzi di carico è pressochè obbligata. Tenendo in conto anche della piastra per il posizionamento del gruppo elettrogeno di continuità, l'ingombro in pianta della superficie destinata alla nuova stazione di sollevamento assomma a circa 400 m<sup>2</sup> pari ad un quadrato di 20 metri di lato. La cessione delle aree per la costruzione della strada esclusiva di accesso e della stazione medesima è già stata oggetto di preliminare fra A.M.A.G. Reti Idriche S.p.A. e la proprietà della cascina "Pederbona". La pavimentazione dell'area recintata della stazione di pompaggio sarà costituita da una lastra continua dello spessore di cm. 20 in calcestruzzo cementizio Rck = 30 MPa armata con doppio strato di rete elettrosaldata in acciaio FeB450C maglia 15x15 cm e diametro del filo 8 mm, in modo da potervi accedere con autogru per la movimentazione delle pompe e con i mezzi per la manutenzione ordinaria e straordinaria. I paletti metallici di sostegno della recinzione, preferibilmente, saranno annegati nel calcestruzzo, in modo da esibire maggior rigidità rispetto alla semplice infissione nel terreno.

Considerata l'elevata permeabilità del terreno in situ, le acque della strada bianca in aridi e stabilizzato saranno scaricate direttamente nel campo mentre le acque meteoriche di competenza della piastra saranno addotte nei pozzi di carico delle elettropompe.

La stazione sarà costituita da due pozzi identici quadrati prefabbricati (oppure realizzati in opera) ciascuno di tre metri interni netti di lato e di profondità massima pari a circa undici metri, ospitanti le tre elettropompe (due in uno e la riserva nell'altro) mentre un terzo pozzo esistente, posto sulla condotta gravitaria in arrivo, s'incaricherà di suddividere o di inibire, in caso di messa in secca, le portate affluenti alle tubazioni di carico dei pozzi gemelli.

I due pozzi saranno posati con la tecnica del'autoaffondamento, previo scavo sagomato a pareti inclinate sino alla profondità di circa -2,5 metri dal piano campagna attuale. A detta profondità verrà realizzata una trave perimetrale guida in modo da favorire la verticalità dei conci in affondamento,

In posizione centrale rispetto ai due pozzi gemelli verrà posizionato il quadro di comando delle quattro elettropompe.

Le tre condotte in acciaio inox del diametro di 250 mm provenienti dalle tre elettropompe si riuniranno in un solo collettore del diametro minimo di 600 mm, anch'esso in acciaio inox, da cui partirà la nuova condotta premente in PEAD che andrà ad innestarsi in quella già posata. Il collettore sarà ospitato in pozzetto interrato avente larghezza minima pari ad 2 metri e lunghezza pari ad almeno 3,5 metri. Le solette di copertura dei due pozzi saranno eseguite fuori opera e vi saranno due fori di m.1x2 circa in modo da calare le elettropompe al fondo. I chiusini in acciaio inox saranno realizzati in più settori in modo da renderne

agevole la movimentazione e dovranno sostenere un carico concentrato di almeno 15 tonnellate.

I cavidotti ed i pozzetti del nuovo impianto elettrico saranno posati ad una profondità di circa un metro ed avranno chiusini in ghisa sferoidale C250. La classe di resistenza assegnata a tutti gli elementi di coronamento dei pozzi fognari è D400. Due apparecchi illuminanti a LED saranno posizionati su due pali metallici ed è prevista la predisposizione per l'impianto di videosorveglianza.

La stratigrafia dei terreni interessati dalla posa dei pozzi suddetti presenta:

- lo strato vegetale superficiale di coltivo della potenza di circa 1,5 metri;
- Un sottostante strato di sabbie argillose sino alla quota di circa -5 metri, pari al livello medio di soggiacenza della falda ed infine
- Lo strato di sabbie pulite incoerenti a partire da -5 metri circa sino alla massima profondità d'indagine.

Nella tabella seguente si riassumono i principali parametri meccanici caratteristici dei terreni interessati dalle opere, utili al proporzionamento delle sezioni resistenti dei pozzi prefabbricati eseguito dal produttore. In alternativa, si propone un pozzo autoaffondante a conci gettati in opera, il cui calcolo strutturale è riportato poco oltre.

<i>Denominazione della strato di terreno e potenza dello strato</i>	<i>Peso di Volume <math>kg/m^3</math></i>	<i>Coesione caratteristica <math>c_k'</math> in <math>kg/cm^2</math></i>	<i>Angolo caratteristico di resistenza al taglio <math>\Phi'</math> in gradi</i>
Vegetale di coltivo 0 -1,5 metri	1.700	0,25	Nullo
Argille sabbiose -1,5 -5 metri	1.950	1,15	Nullo
Sabbie incoerenti -5 metri - Falda	1.900	Nulla	28°

Ai fini della presa in conto delle sollecitazioni sismiche, ciascun pozzo avrà vita nominale pari a 50 anni e classe d'uso I cui corrispondono i parametri spettrali riassunti nella seguente tabella:

<i>Stato Limite</i>	<i>Tr[anni]</i>	<i>ag/g[-]</i>	<i>Fo[-]</i>	<i>T*c[s]</i>
Operatività	30	0.019	2.528	0.160
<i>Danno (Stagnezza)</i>	35	<i>0.021</i>	2.528	<i>0.171</i>
<i>Salvaguardia Vita</i>	332	<i>0.054</i>	2.506	<i>0.274</i>
Prevenzione Collasso	682	0.070	2.544	0.281

Come ricordato in precedenza, i pozzi dovranno essere stagni sia in controspinta (falda esterna) che in spinta (liquame fognario interno) e non vi dovranno essere trafile per terremoti con tempo di ritorno di 35 anni. Assunto un profilo di sottosuolo pari a C, lo spostamento assoluto “*d*” rispetto alla quiete di un punto della superficie del suolo vale circa *mezzo centimetro* in corrispondenza dello stato limite di operatività. Lo spostamento complessivo  $d_{tot}$  può stimarsi nell’ordine del centimetro, valore che deve essere garantito dai giunti senza perdita d’impermeabilità ( $d_{tot} = cm\ I$ ).

Si ritiene che la verifica strutturale in concomitanza dello stato limite di salvaguardia della vita sia da ritenersi come sollecitazione massima agente di calcolo a rottura cui possa essere soggetto il pozzo interrato in quanto, in caso di collasso di esso, non ci saranno conseguenze negative su edifici od infrastrutture vicine (strada provinciale).

In caso di acquisto di prodotti prefabbricati, anche se coperti da brevetto, il produttore dovrà fornire la documentazione di calcolo conforme alle specifiche di cui sopra. La mancanza o l’incompletezza della documentazione renderanno non accettabile il manufatto.

i. DIMENSIONAMENTO GEOTECNICO e STRUTTURALE dei POZZI di SOLLEVAMENTO “CASCINA PEDERBONA”

Le verifiche geotecniche e strutturali dei pozzi di sollevamento saranno eseguite:

- ✓ in base all’approccio 1 combinazione di carico 2 in modo da prendere in esame le condizioni più severe per l’interazione con il terreno;
- ✓ In condizioni drenate (ossia nessuna variazione di pressione neutra  $u$  in caso dinamico), considerata l’elevata permeabilità della sabbia;
- ✓ Assumendo la spinta sismica orizzontale agente delle terre a riposo (condizione  $k_0$  a deformazione laterale impedita), considerata l’elevata rigidezza degli scatolari dei pozzi;
- ✓ trascurando la spinta dinamica dell’acqua sulle pareti verticali (la falda ed i muri si muovono in fase, non si ha distacco fra i due e successivo “shoring”);
- ✓ Trascurando le azioni inerziali dei muri e la variabilità verticale del moto del terreno (i pozzi ruotano rigidamente attorno alla rispettiva base).

#### a) VERIFICHE GEOTECNICHE dei POZZI di SOLLEVAMENTO

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche a sollevamento ed a sifonamento del fondo scavo, in funzione della massima altezza raggiunta dalla falda acquifera. La verifica a capacità portante sarà molto meno significativa, in quanto risulterà condizionante la non galleggiabilità del pozzo per sottospinta. Con il pedice “s” si indicheranno le entità agenti mentre con il pedice “r” si indicheranno le risorse resistenti. Il pedice “d” sarà impiegato per individuare il valore di calcolo.

La profondità massima del pozzo è pari a quindici metri, mentre la quota alla quale si andrà ad intestare il tampone di fondo sarà di circa 11 metri. La falda, alla predetta quota, eserciterà sei metri di spinta. Il pozzo, eseguito in opera a conci di conglomerato cementizio armato, avrà dimensioni esterne in pianta di 3,6x3,6 metri con spessore delle pareti pari a 0,30 metri per raggiungere le dimensioni interne nette di 3x3 metri. Le verifiche verranno eseguite alla quota di - 11 metri dal piano campagna, la quota finale di esercizio. I due conci che giungono a circa - 15 metri hanno il solo scopo di allungare il percorso idraulico della falda per aumentare la sicurezza nei riguardi del sifonamento ma non svolgono alcuna funzione strutturale. Dapprima sarà gettato il tampone in calcestruzzo a -15 metri, quindi si procederà al riempimento con naturale ed infine si getterà il tampone in calcestruzzo armato alla quota di - 11 metri. Nelle somme a disposizione dell'appalto si è prudenzialmente esposta la cifra necessaria ad eseguire 80 colonne di jet grouting profonde quindici metri, gettate per 10 metri e del diametro di 0,6 metri, qualora la falda dovesse ulteriormente salire o si ravvisassero condizioni esecutive troppo rischiose. Si deve inoltre specificare che la sommersione della falda assunta in progetto si modifica in funzione della piovosità, delle condizioni del pelo libero del fiume Bormida e che lunghi periodi siccitosi deprimono il livello della falda semplificando le operazioni di scavo. Nelle fasi esecutive si cercherà di realizzare i due pozzi in corrispondenza di periodi tendenzialmente asciutti. Tuttavia, non potendo a priori nè decidere la tempistica nè, ovviamente, l'andamento meteorologico, si sono previste lavorazioni sotto falda e le eventuali opere speciali di fondazione.

La forza di sollevamento agente di calcolo  $F_{upsd}$  esercitata dall'acqua sul tampone di fondo (che si assume già gettato ma di massa nulla) varrà:  
 $F_{upsd} = 1.000 * 6 * 3,6 * 3,6 = 77.760 \text{ kg}$ .

A favore di sicurezza si trascureranno il peso delle elettropompe e dei relativi accessori posizionati nel pozzo, il peso del liquame presente ed il peso del tampone di fondo (la condizione peggiore in corrispondenza del termine delle operazioni di affondamento e prima del getto del tampone di fondo). La forza stabilizzante resistente di calcolo  $F_{rd}$  dovuta al solo peso dello scatolato in calcestruzzo armato varrà dunque:

$F_{rd} = 0,9 * 2.500 * 11 * (3,6 * 0,25 * 2 + 3 * 0,25 * 2) = 81.675 \text{ kg} > 77.760 \text{ kg}$   
per cui il pozzo non galleggerà quando vuoto.

Ad operazione di affondamento conclusa, in attesa del getto del tampone di fondo a -11 metri, si possono innescare tre fenomeni molto pericolosi perchè rapidi e senza segnali premonitori:

- ✓ Il sifonamento del fondo scavo per infiltrazione della falda;
- ✓ Il sollevamento del fondo scavo per sollevamento da sottospinta;
- ✓ Il sollevamento del fondo scavo per perdita di capacità portante.

Considerato l'approfondimento dello scatolato alla quota di -14,8 metri, la quota del tampone armato definitivo di fondo pozzo sarà di - 11 metri da cui si ricava la lunghezza d'infiltrazione pari a:  $(6+3,8+3,8) = 13,6$  metri. Il battente idraulico varrà 6 metri ed il gradiente agente di calcolo

$i_{sd}$  al fondo scavo sarà:  $i_{sd} = 6/13,6 = 0,44$ .

La tensione verticale efficace resistente di calcolo  $\sigma'_{vrd}$  al fondo dello scavo all'esterno dei pozzi si calcola come:

$$\sigma'_{vrd} = 0,9 * [1.700 * 1,5 + 1.950 * 3,5 + (1.900 - 1.000 - 1 * 1.000) * 6] = 0,79 \text{ kg/cm}^2 > 0.$$

Terminato lo scavo della terra all'interno del pozzo ed in attesa del getto del tampone di fondo, il gradiente idraulico critico di calcolo al fondo del pozzo  $i_{crsd}$  si valuta come:  $i_{crsd} = (1.900 - 1.000) / 1.000 = 0,9$ .

Poichè  $i_{sd} < i_{crsd}$  non vi è il rischio di sifonamento in fase di esercizio.

Qualora esistesse tale rischio a -14,8 metri, sarebbe sufficiente un semplice ricarico con ghiaia per limitare il fenomeno, eventualmente senza gettare il primo tappo a - 14,8 metri.

Il peso efficace di terreno per unità di superficie,  $p'_{id}$  agente di calcolo, escavato nella fase di affondamento del pozzo ed in assenza di moti di filtrazione vale:  $p'_{id} = [1.700 * 1,5 + 1.950 * 3,5 + (1.900 - 1.000) * 6] / 10.000 = 1,5 \text{ kg/cm}^2$  e va a costituire il sovraccarico agente al fondo scavo.

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio di calcolo  $\Phi'_d$  dello strato di sabbia vale:  $\Phi'_d = \arctg(\text{tg}28^\circ / 1,25) = 23^\circ$  cui corrisponde il coefficiente  $N_\gamma$  pari ad 8,2 ed un coefficiente  $N_q$  pari a 8,66. La base fondale quadrata di lato 3,6 metri origina un coefficiente correttivo  $s_\gamma = s_q = 1 + 0,1 * 3,6 / 3,6 * (1 + \text{sen } 23^\circ) / (1 - \text{sen } 23^\circ) = 1,23$ . La capacità portante dello strato di sabbia si calcola con la formula di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = [0,5 * (1.900 - 1.000) * 3,6 * 8,2 * 1,23 / 10.000 + 1,5 * 8,66 * 1,23] = 17,61 \text{ kg/cm}^2.$$

Il valore resistente di calcolo  $\sigma_{trd}$  della capacità portante vale:

$\sigma_{ird} = q_{lim}/1,8 = 17,61/1,8 = 9,78 \text{ kg/cm}^2 > 1,5 \text{ kg/cm}^2$  per cui non si ha il sollevamento del fondo scavo per inadeguata capacità portante.

Il sollevamento del fondo scavo per sottospinta idraulica si valuta calcolando il gradiente idraulico medio  $i_m$  nell'altezza di 3,8 metri, in cui il carico idrico agente, in funzione della geometria del problema è pari a  $0,4*6 = 2,4$  metri ed  $i_m = 2,4/3,8 = 0,63$ , da comparare con il rapporto fra il peso secco del terreno  $(1.900-1.000) = 900 \text{ kg/m}^3$  ed il peso dell'acqua  $(1.000 \text{ kg/m}^3)$ :  $900/1.000 = 0,9 = i_{crsd}$

Poichè  $i_m < 0,9$  non si ha sollevamento del fondo scavo in fase di esercizio (si è trascurato il non indifferente peso del tampone di fondo che incrementa il fattore di sicurezza). Inoltre, come accennato, al deprimersi della superficie libera della falda, i coefficienti di sicurezza accrescono. Molto difficilmente detta superficie sarà soggetta a rialzo rispetto alla quota assunta in progetto.

La massima pressione esercitata dal pozzo sul terreno di fondazione si avrà in fase di esercizio con entrambe le elettropompe montate (con relativi accessori) ed il liquame al filo superiore della condotta di adduzione. Il peso totale agente  $P_{sd}$  di calcolo sarà perciò la somma dei contributi dovuti alle elettropompe, al liquame in vasca ed al peso proprio del pozzo:

$$P_{sd} = 2*1.350 + 1.050*3*3*2,2 + 2.500*11*(3,6*0,25*2 + 3*0,25*2) =$$

$114.240 \text{ kg}$  cui deve sottrarsi la spinta di galleggiamento pari  $77.760 \text{ kg}$ .

Il peso effettivamente agente di calcolo  $P_{sde}$  varrà, dunque:

$$P_{sde} = (114.240 - 77.760) = 36.480 \text{ kg}.$$

La tensione verticale agente di calcolo  $q_{sd}$  sul terreno sarà:

$$q_{sd} = 36.480/360/360 = 0,28 \text{ kg/cm}^2.$$

Il peso di terreno per unità di superficie,  $p_{td}$  di calcolo, escavato nella fase di affondamento del pozzo vale:

$$p_{td} = [1.700*1,5 + 1.950*3,5 + (1.900-1.000)*6]/10.000 = 1,5 \text{ kg/cm}^2.$$

Risultando  $q_{sd} < p_t$  il pozzo non carica il terreno, neanche qualora la falda dovesse esaurirsi (fondazione sempre compensata).

## b) VERIFICHE STRUTTURALI dei POZZI di SOLLEVAMENTO

I materiali costituenti i pozzi autoaffondanti saranno:

**Acciaio** ad aderenza migliorata per armatura lenta in tondo *Fe B450 C* avente  $f_{yd} = 3.910 \text{ kg/cm}^2$ ;

**Calcestruzzo** a resistenza garantita di classe *C25/30* con  $f_{cd} = 140 \text{ kg/cm}^2$  (compressione);  $f_{ctd} = 12 \text{ kg/cm}^2$  (trazione);  $f_{bd} = 27 \text{ kg/cm}^2$  (aderenza)

con tondo nervato Fe B 450 C);  $v_{min} = 4,4 \text{ kg/cm}^2$  (a taglio, per un'altezza utile della sezione di cm 28).

Classe di esposizione più sfavorevole: esterno, umido, anche con gelo

Copriferro minimo: 25 millimetri; Classe minima di lavorabilità S4.

Tra un getto ed il successivo si posizionerà idoneo water stop centrale lungo tutto il perimetro della sezione orizzontale del concio già gettato.

Le superfici gettate saranno lasciate entro casseri per almeno tre giorni e poi disarmate lentamente e senza indurre effetti dinamici.

La vibrazione dei getti sarà accurata al fine di garantire la massima compattezza al calcestruzzo e quindi la sua durabilità.

La tensione verticale efficace di calcolo  $\sigma'_{v0d}$  agente alla profondità di 11 metri vale:  $\sigma'_{v0d} = [1.700*1,5+1.950*3,5+(1.900-1.000)*6]/10.000 = 1,5 \text{ kg/cm}^2$ . La spinta del terreno, per tenere in conto delle sollecitazioni sismiche indotte, viene calcolata deprimendo di 2° la resistenza di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio dello strato di sabbia ed, in considerazione dell'elevata rigidezza dello scatolare così costruito, viene assunto un profilo di spinta a riposo del terreno ed un profilo sincrono in altezza del moto delle particelle di terreno. Sono esclusi fenomeni liquefattivi dello strato di sabbia e l'interazione inerziale terreno - pozzo.

La verifica viene effettuata per i conci di profondità massima pari ad 11 metri mentre i conci sottostanti manterranno le stesse caratteristiche geometriche e meccaniche. In fase di esercizio i due conci più profondi saranno riempiti di ghiaia per cui non dovranno resistere alla pressione della terra. Il transitorio di costruzione è sufficientemente rapido da non risentire di eventuali crisi sezionali dei predetti conci.

La massima spinta orizzontale agente di calcolo al fondo del pozzo  $\sigma'_{h0d}$  varrà dunque:  $\sigma'_{h0d} = (1 - \text{sen } 21^\circ) * \sigma'_{v0d} = 0,64 * 1,5 = 0,96 \text{ kg/cm}^2$  ossia  $9.600 \text{ kg/m}^2$ .

La spinta orizzontale agente di calcolo  $u_{sd}$  dovuta alla falda di 6 metri di carico al fondo del pozzo vale:  $u_{sd} = 1.000 * 6 = 6.000 \text{ kg/m}^2$ . Le forze d'inerzia agenti sull'acqua sono di entità trascurabile e comunque già indirettamente valutate tramite l'aumento fittizio dell'altezza di falda rispetto al massimo misurato dai piezometri installati,

La spinta complessiva  $h_{sdt}$  totale agente di calcolo che le sezioni in calcestruzzo armato al fondo del pozzo dovranno fronteggiare vale:

$$h_{sdt} = (9.600+6.000) = 15.600 \text{ kg/m}^2.$$

I conci quadrati autoaffondanti costituenti il pozzo, sono pensati strutturalmente isolati in senso verticale, soggetti alla spinta sismica del terreno, costituiti da mensole orizzontali mutuamente incastrate tra loro di lunghezza pari a tre metri e larghezza di 0,30 metri. Tra un concio e l'altro il water-stop dovrà garantire la staghezza per spostamenti di

almeno un centimetro in tutte le direzioni. Il coefficiente moltiplicatore dei carichi ai fini delle verifiche strutturali vale  $1,3 = \gamma_{G1}$ .

In virtù delle assunzioni di cui sopra, la massima sollecitazione flessionale agente di calcolo  $M_{sd}$  sul concio di base si determina come:

$M_{sd} = 1,3 * 15.600 * 3 * 3 / 12 = 1.521.000 \text{ kg} * \text{cm} / \text{m}$ , da cui si ricava il coefficiente adimensionale  $\mu_{sd} = 1.521.000 / 100 / 30 / 30 / 140 = 0,120$  e il rapporto meccanico d'armatura  $\omega$ :  $\omega = 0,25$ .

L'armatura totale  $A_f$  per entrambe le facce si determina come:

$A_f = 100 * 30 * 140 / 3.910 * 0,25 = 26,85 \text{ cm}^2$  pari a 7 barre di diametro 16 millimetri per ciascuna faccia e per ogni metro d'altezza, posizionate in forma di staffe sismiche orizzontali chiuse.

La sollecitazione di taglio agente di calcolo  $V_{sd}$  vale:

$V_{sd} = 1,3 * 15.600 * 3 / 2 = 30.420 \text{ kg} / \text{m}$ . La resistenza a taglio di calcolo  $V_{rd}$  della sola sezione di calcestruzzo di altezza utile pari a cm 28 vale:

$V_{rd} = 100 * 28 * 4,4 = 12.320 \text{ kg} / \text{m} < 30.420 \text{ kg} / \text{m}$  per cui è necessaria specifica armatura a taglio. Posizionando una staffa verticale sismica chiusa ogni 12 centimetri, ossia 8 staffe per metro lineare, si ottiene che la singola fessura inclinata di  $45^\circ$  viene interessata da due staffe poichè  $12 < 0,9 * 28 / 2$ . La resistenza a taglio di calcolo  $V_{rd}$  delle staffe suddette, di diametro pari a mm 16 risulta:  $V_{rd} = 2 * 2 * 3,14 * 0,8^2 * 3.910 = 31.446 \text{ kg} > 30.420 \text{ kg} / \text{m}$  per cui la verifica a taglio risulta positiva.

Le bielle compresse in calcestruzzo sfiorano le 160 tonnellate di resistenza quindi si ha rottura duttile lato acciaio anche per il taglio.

Dalla profondità di 6 metri, i diametri possono ridursi a mm 14 (ed anche lo spessore delle pareti), in considerazione di una sempre minore spinta dell'acqua e del terreno.

#### 4. IMPIANTI ELETTRICI

L'impianto elettrico sarà realizzato completamente ex-novo con i componenti riportati nel seguito:

- ✓ quadri elettrici;
- ✓ alimentazione nuove pompe;
- ✓ distribuzione luce ordinaria esterna;
- ✓ distribuzione FM di servizio;
- ✓ impianto illuminazione di emergenza;
- ✓ impianto di terra.

## I. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

Per la classificazione degli ambienti sono state esaminate le seguenti considerazioni:

- l'attività svolta non rientra nelle attività soggette al controllo dei VVFF come elencate nel D.P.R. 151/2011;
- non sono presenti sostanze infiammabili né in stoccaggio, né in lavorazione;
- il carico d'incendio specifico di progetto non è superiore a 450MJ/mq;
- non vi è presenza di pubblico;
- i percorsi di esodo sono agevoli e ben indicati.

Alla luce di quanto su esposto con, ai fini della classificazione, gli ambienti si possono definire di tipo "ordinari".

Nel caso tali condizioni dovessero subire modifiche, la classificazione dovrà essere rivista.

Il gruppo elettrogeno da trasferire tal quale dalla stazione "Casalbagliano" alla stazione "Pederbona" ha potenza elettrica pari a 150 kVA, rientra nelle attività soggette al controllo dei VVFF come elencate nel D.P.R. 151/2011 ed il presente progetto non entra nel merito del dimensionamento del gruppo stesso, comunque ne prevede lo sgancio di emergenza come richiesto dal DECRETO MINISTERO DELL'INTERNO 13 luglio 2011, sezione I, art. 2. Il gruppo sarà posizionato all'esterno, all'aperto. L'impianto elettrico sarà realizzato completamente all'esterno, verrà utilizzato il grado di protezione IP65 minimo.

## II. QUADRI E ALIMENTAZIONE

L'alimentazione elettrica sarà derivata dalla consegna energia (max 100 kW - nel caso di "Pederbona" e max 35 kW nel caso di "Castello di Marengo" - 230/400 V BT-sistema TT) posta in prossimità delle rispettive recinzioni. Sarà cura del Committente provvedere alla richiesta della fornitura di energia elettrica, il progetto prende in considerazione l'impianto a valle del QE (compreso).

Immediatamente a valle verrà posato il quadro consegna energia QE, che avrà armadio in resina da esterno con portella trasparente, apribile solo con apposito attrezzo o chiave, grado di protezione IP55.

Il quadro QE conterrà la protezione magnetotermica differenziale della conduttura elettrica fino al quadro QG, la linea sarà realizzata con cavo tipo FG16(O)R16 di idonea sezione posata in cavidotto interrato.

Dal quadro QG saranno derivate le utenze come da schema, avrà armadio in metallo da esterno con portella trasparente.

E' previsto il collegamento con l'arrivo della linea da gruppo elettrogeno, gli interruttori dovranno essere di tipo motorizzati e collegati con interblocco, tutto il sistema dovrà essere coordinato con il sistema previsto nella fornitura del gruppo attualmente non conosciute.

Si dovrà collegare il quadro delle nuove pompe, la condotta elettrica, derivata dal quadro QG, andrà ad alimentare il quadro QP1 ed il quadro QP2, forniti insieme alle pompe.

I quadri QP1 e QP2 comprendono anche la gestione delle pompe.

La consistenza dei quadri è rilevabile dagli schemi allegati, tutte le linee derivate risultano protette da corto circuito, sovraccarico, contatto diretto e indiretto.

### III. DISTRIBUZIONE FM, LUCE E CONDUTTURE ELETTRICHE

La distribuzione sarà effettuata nelle seguenti condizioni di posa:

- distribuzione principale: cavi tipo FG16OR16 posati in cavidotto interrato con pozzetti rompi tratta d'ispezione:
- esterni: posa a vista con cavo FG16OR16 in tubazione rigide in PVC a parete, eventuali scatole di derivazione/connessione in PVC IP65.
- interna: posa a vista con tubazioni in PVC rigido e cavi FS17, canale metallico con coperchio staffato a parete e cavo FG16OR16.

Saranno rispettati i gradi di protezione su elencati.

E' previsto un quadretto portaprese IEC con interruttore di blocco (QS), saranno del tipo sia monofase che trifase, la composizione dei quadretti è rilevabile in planimetria tav. E01.

L'alimentazione del QS è derivata dal QG con interruttore magnetotermico differenziale dedicato.

La seguente tabella riassume la tipologia di cavi utilizzati con le relative caratteristiche tecniche.

FG16OR16	0,6/1 kV - cavi per distribuzione elettrica BT - cavi unipolari e multipolari isolati con gomma etilenpropilenica (EPR di qualità G16), con conduttore in rame rosso ricotto a corda flessibile, con guaina in PVC speciale tipo R16 colore grigio. Classe di reazione al fuoco Cca-s3, d1, a3. In accordo alla Normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR UE 305/11 – CEI UNEL 35016/2016
----------	---

#### IV. ILLUMINAZIONE ORDINARIA INTERNA, ESTERNA

L'illuminazione ordinaria esterna, sarà realizzata posando proiettori con ottica a LED da 31W posti sui quattro nuovi pali di altezza pari a 5 metri all'impianto "Pederbona", mentre vi saranno soltanto due proiettori all'impianto "Castello di Marengo".

L'illuminazione esterna avrà accensione attraverso crepuscolare.

L'illuminazione ordinaria sarà realizzata nel rispetto della Norma UNI 12464-1 e successive varianti.

#### V. ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà realizzato con lampade autonome ottica a LED da 24W, verrà rispettato il grado di protezione su indicato.

Sarà installato un numero di lampade a garantire l'illuminazione delle vie di esodo e l'identificazione degli ostacoli, consentendo un ragionevole sfollamento in caso di emergenza, è prevista l'illuminazione dell'area antipanico esterna.

Le lampade garantiranno un funzionamento in emergenza di almeno 2 ore, interverranno automaticamente sia al mancare dell'illuminazione ordinaria che dell'alimentazione generale.

Il livello illuminotecnico minimo (al piano di calpestio) sarà di 5 lux.

#### VI. IMPIANTO DI TERRA

Il modo di collegamento del sistema a terra sarà del tipo TT, secondo la classificazione prevista dalla Norma CEI 64-8 (in caso di modifica del sistema di connessione l'impianto di terra andrà adeguato).

L'impianto di dispersione è realizzato con n. 2 picchetti interrati e connessi tra di loro con corda in Cu nudo sez. 50 mm<sup>2</sup>, con la stessa tipologia di corda l'impianto di dispersione sarà collegato al collettore di terra del QG.

Dal collettore di terra del QG verranno derivati i conduttori secondari alle utenze che avranno la stessa sezione di quella di fase.

#### VII. VERIFICA COORDINAMENTO

Considerando che l'impianto sarà dotato su tutte le utenze di interruttori di tipo magnetotermico e differenziale con valore di  $I_{dmax} = 1A$ , sarà verificata la protezione da contatti indiretti se il valore massimo di resistenza di terra

$$R_{tmax} \leq 50/I_d = 50/1 = 50 \Omega$$

## VIII. ESECUZIONE degli IMPIANTI

### VIII.I. TIPOLOGIA

La posa degli impianti sarà realizzata secondo le modalità indicate nella tabella sottostante.

Distribuzione principale esterna	Interrato	Cavidotto interrato
Distribuzione a vista	A parete/soffitto  A parete	A vista con tubazioni rigide IP65  A vista con canale metallico

In generale si dovranno prevedere percorsi e tubazioni diverse per i seguenti impianti:

impianto elettrico 230/400V

telefonia/dati

impianto bassissima tensione

sistemi sicurezza.

### VIII.II. SPECIFICHE TECNICHE

#### VIII.II.I. IMPIANTI POSATI A VISTA (tubazione in PVC)

Saranno utilizzate tubazioni in PVC rigido autoestinguento serie pesante di colore grigio come le cassette, dimensionati in modo da consentire la posa di altri cavi (+30%).

Le giunzioni saranno effettuate in apposite cassette di derivazione.

La derivazione cassetta/tubazione o cassetta/cavo sarà eseguita con apposito raccordo avente grado di protezione minimo IP65 ( non è accettato il gommino forabile di tenuta).

#### VIII.II.II. IMPIANTI POSATI A VISTA (canale metallico)

Sarà di acciaio zincato o tipo “cablofil” posato come indicato in planimetria, dimensionato in modo da consentire la posa di altri cavi (+50%), sarà dotato di coperchio e setti di separazione.

La posa sarà effettuata con particolare cura utilizzando gli appositi pezzi speciali.

Il taglio della canalina dovrà essere effettuato a regola d'arte con apposita attrezzatura. il fissaggio sarà garantito da numerosi tasselli.

Non saranno accettate lavorazioni sostitutive dei pezzi speciali (se esistenti in commercio).

Nel canale metallico sarà ammessa solo la posa di cavi tipo FG16OR16.

#### *VIII.II.III. IMPIANTI POSATI ALL'APERTO*

Gli impianti realizzati all'aperto, sia a vista che in tubazione o canale, dovranno essere realizzati con cavi FG16OR16 secondo CEI UNEL 35016 del 2016.

#### *VIII.II.IV. POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONI INTERRATE O IN CUNICOLI NON PRATICABILI*

Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto, in cunicoli, intercapedini, sotterranei, ecc valgono le prescrizioni seguenti.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati in fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 20 - 25 m circa se in rettilineo;
- in corrispondenza dei cambiamenti di direzione (curve, modifica della livelletta...).

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

I tubi da interrare in relazione alla resistenza di compressione si distinguono in:

- tipo 250
- tipo 450
- tipo 750

La ditta dovrà posare tubi tipo 450 o 750, in alternativa PVC rigido, interrati a 0,7 m di profondità con strato di sabbione di appoggio, rinfiacco e ricoprimento per 0,2

metri sulla generatrice superiore del tubo e quindi il materiale escavato. Il codice di classificazione dovrà essere riportato come marcatura sul tubo.

#### *VIII.II.V. QUADRI*

Oltre alle norme generali i quadri saranno realizzati secondo le seguenti specifiche:

- ✓ apposizione di cartellini indicanti le funzioni delle apparecchiature di tipo serigrafati o sistema giudicato preventivamente equivalente dalla D.L.;
- ✓ forature effettuate nella carpenteria con attrezzi speciali che non lascino i bordi delle lamiere taglienti o con finitura irregolare;
- ✓ linee derivate dalle morsettiere con relativa numerazione dei conduttori;
- ✓ cablaggio ordinato con conduttori raggruppati in canaletta o fascettati;
- ✓ apparecchiature fissate con appositi componenti a scatto su guida DIN o fissate con viti su apposite piastre (in ogni caso non è accettato la foratura del contenitore esterno al quadro);
- ✓ giunzioni effettuate con morsetti fissati alla carpenteria e non "volanti";
- ✓ disponibilità di spazio per il fissaggio di future apparecchiature (+30%);
- ✓ fori di uscita dei conduttori dal quadro realizzati con bocchettoni passa-cavo per tubi o di tipo flangiato per canale plastico o metallico.

Inoltre i quadri dovranno avere tassativamente le seguenti caratteristiche minime:

- ✓ antina (trasparente o no) apribile con attrezzo o chiave, con due chiavi in dotazione;
- ✓ morsettiere modulari numerate;
- ✓ tasca interna al pannello con cerniera per contenere lo schema elettrico.

Tutte le linee derivate dai quadri saranno attestate su morsettiera, solo il cavo derivato dal contatore sarà collegato direttamente sull'interruttore generale.

*La ditta esecutrice al termine dei lavori dovrà produrre tutte le certificazioni e dichiarazioni relative ai quadri come richiesto da normativa.*

In particolare i quadri dovranno essere corredati:

- ✓ targhetta di identificazione
- ✓ marcatura CE
- ✓ schema costruttivo con indicate le numerazioni delle morsettiere.

#### *IX. REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI*

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte (legge 186 del 1.3.68).

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data del contratto ed in particolare devono essere conformi:

- ✓ alle prescrizioni di Autorità locali, comprese quelle dei VV.FF.:
- ✓ alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- ✓ alle disposizioni di Legge e norme CEI, in particolare:

D.M.	22/01/2008	n. 37	“ Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianto all’interno degli edifici.
D.P.R.	22/10/2001	n. 462	“Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.”
D.L.vo	06/05/2008	n. 81	““Testo unico in materia di sicurezza”
D.P.R.	23/03/1998	n. 126	“Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 94/9/CE  in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere  utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.”
Legge	01/03/1968	n. 186	“Disposizioni concernenti materiali e impianti elettrici ai fini del conseguimento della regola d’arte”
D.P.R.	01/08/2011	n. 151	Nuovo Regolamento di prevenzione incendi
D.I.	10/03/1998	n. 64	“Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”
D.M.	07/08/2012	---	Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'art. 2, comma 7, del D.P.R. 01/08/2011, n. 151
D.M.	19/08/1996		- Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di pubblico spettacolo.

D.M.	18/03/1996		- Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi.
D.M. D.M.	09/04/1994 06/10/2003		"Testo coordinato approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture ricettive turistiche alberghiere"
Decreto	26/08/1992		"Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica"
D.M.	18/09/2002		"Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private"
Decreto	27/07/2010		"Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle attività commerciali con superficie superiore a 400 mq"

Principali norme UNI relative agli impianti elettrici per edifici residenziali, per strutture commerciali e del terziario e dell'industria:

UNI EN	2013	1838	Applicazione dell'illuminotecnica. Illuminazione d'emergenza"
UNI	2013	11222	"Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo"
UNI	2007	11248	"Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche"
UNI	2007	10840	"Luce e illuminazione - Locali scolastici - Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale"
UNI	2003	11095	"Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie"
UNI EN	2001	12193	"Luce e illuminazione - Illuminazione di installazioni sportive."
UNI EN	2011	12464-1	"Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni"

Principali norme UNI relative agli impianti elettrici di rilevazione, segnalazione e spegnimento antincendio:

UNI EN	2009	12845	“Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione”
UNI	2013	9795	“Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio - Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore, rivelatori ottici lineari di fumo e punti di segnalazione manuali”
UNI	2011	11224	Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi
UNI	2007	10779	“Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio”
UNI EN	Vari	54	“Sistemi di rilevazione e segnalazione incendio”
UNI CEN/TS	2004	54-14	“Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 14: Linee guida per la pianificazione, la progettazione, l'installazione, la messa in servizio, l'esercizio e la manutenzione”
UNI	1999	10752	“Sicurezza attiva per impianti industriali - Sistemi di rilevamento di fluidi pericolosi - Requisiti e criteri di installazione”

Principali norme CEI relative agli impianti elettrici per edifici residenziali, per strutture commerciali e del terziario e dell'industria:

99-2	2011	"Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata"
99-3	2011	"Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata"
0-2	vari	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
0-10	vari	Guida alla manutenzione degli impianti elettrici
0-13	vari	Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti elettrici
0-16	vari	Regola di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti MT delle imprese distributrici di energia elettrica
0-21	vari	Regola di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
11-11	vari	Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili. (CEI EN 60947-3
11-17	2011	Impianti elettrici di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”

11-48	vari	Esercizio degli impianti elettrici
11-64	vari	Installazione ed esercizio degli impianti elettrici di oriva
17-13/4	vari	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)- Parte 4”
17-41	vari	Contattori elettromeccanici per uso domestici e similari
17-45	vari	Apparecchiature di bassa tensione. Parte 5-1
17-5	2010	“Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”
17-13	2012	“Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Parte 1-regolae generali CEI EN 61439-1”
20-19	vari	“Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V”
20-20	vari	“Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V”
20-21	vari	Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente
20-22	vari	Prove d'incendio su cavi elettrici
20-35	vari	“Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio”
20-36	vari	“Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici.”
20-37/2/3	vari	“Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio”
20-38	vari	“Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici”
20-39	vari	“Cavi per energia ad isolamento minerale con tensione di esercizio non superiore a 750V.”
20-40	vari	Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione
20-45	vari	Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale $U_0/U$ di 0,6kV
21-39	vari	Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazione (CEI EN 50272)
23-3	vari	“Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari”
23-9	vari	Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico e similare . Parte 1
23-50	vari	“Prese a spina per usi domestici e similari. Parte 1:Prescrizioni generali”

23-57	2011	“Spine e prese per uso domestico e similare Parte 2: Requisiti particolari per adattatori”
23-42	vari	“Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 1: Prescrizioni generali”
23-44	vari	“Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 1: Prescrizioni generali”
23-48	vari	Scatole e involucri per apparecchi elettrici per usi domestici e similari. Parte 1
23-58	vari	Sistemi di canali e condotti per installazioni elettriche
23-76	vari	Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi
23-80	vari	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
27-1	2011	“Sicurezza negli impianti elettrotermici. Parte 1: norma generale”
31-33	2010	“Atmosfere esplosive. Parte 14: Progettazione scelta e installazione degli impianti elettrici.”
31-34	2008	Atmosfere esplosive. Parte 17: Verifiche e manutenzione degli impianti elettrici.”
31-35	2012	Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, in applicazione della Norma CEI 31-87
31-52	2003	Costruzioni per atmosfere esplosive per la presenza di polvere combustibile. Parte 3: Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili”
31-55	2003	“Elettrostatica. Guida e raccomandazioni per evitare i pericoli dovuti all'elettricità statica”
31-56	2006	“Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili Parte 10: Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri combustibili”
31-87	2010	Atmosfere esplosive. Parte 10-2 Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas.
31-88	2010	Atmosfere esplosive. Parte 10-1 Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili
34-111	2006	Sistemi d'illuminazione di emergenza
37-08	vari	Limitatori di sovratensione di bassa tensione. Parte 11
62-5	vari	Apparecchi elettromedicali. Parte 1: norme generali di sicurezza

64-8	2012	“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
64-12	vari	“Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”
64-14	vari	Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori.
64-51	2007	“Guida all’esecuzione degli impianti elettrici nei centri commerciali”
64-52	2007	“Guida alla esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici”
64-54	2007	“Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per i locali di pubblico spettacolo”
64-55	2007	“Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari , telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per le strutture alberghiere”
64-56	2007	“Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per locali ad uso medico”
64-57	2007	“Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici Impianti di piccola produzione distribuita”
70-1	vari	“Gradi di protezione degli involucri (codice IP).”
81-3	1999	“Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d’Italia, in ordine alfabetico”
79-3	2012	Sistemi di allarme - Prescrizioni particolari per impianti di allarme intrusione
EN 50131	2004	Sistemi di allarme intrusione - guide di applicazione
CEI EN 62305-1	2013	“Protezione di strutture contro i fulmini” Parte 1: principi generali
CEI EN 62305-2	2013	“Protezione di strutture contro i fulmini” Parte 2: Valutazione del rischio
CEI EN 62305-3	2013	"Protezione di strutture contro i fulmini” Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4	2013	"Protezione di strutture contro i fulmini" Parte 4: Impianti elettrici e elettronici nelle strutture
82-5	vari	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione
CEI EN61000	vari	Compatibilità elettromagnetica (EMC)

#### *X. DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'*

Al termine dei lavori l'installatore dovrà produrre la dichiarazione di conformità redatta ai sensi del D.M. 37/08 e del D.M. 19 maggio 2010.

La dichiarazione di conformità dovrà essere completa di tutti gli allegati obbligatori.

#### *XI. MATERIALI*

Tutti i materiali saranno conformi alle norme vigenti di competenza e contrassegnati dal marchio di qualità IMQ o equivalente, marcatura CE e dovranno inoltre essere idonei al luogo d'installazione.

*Alessandria, 23 ottobre 2017*

Il Tecnico Incaricato  
*Ing. Gian Luigi Bocchio*