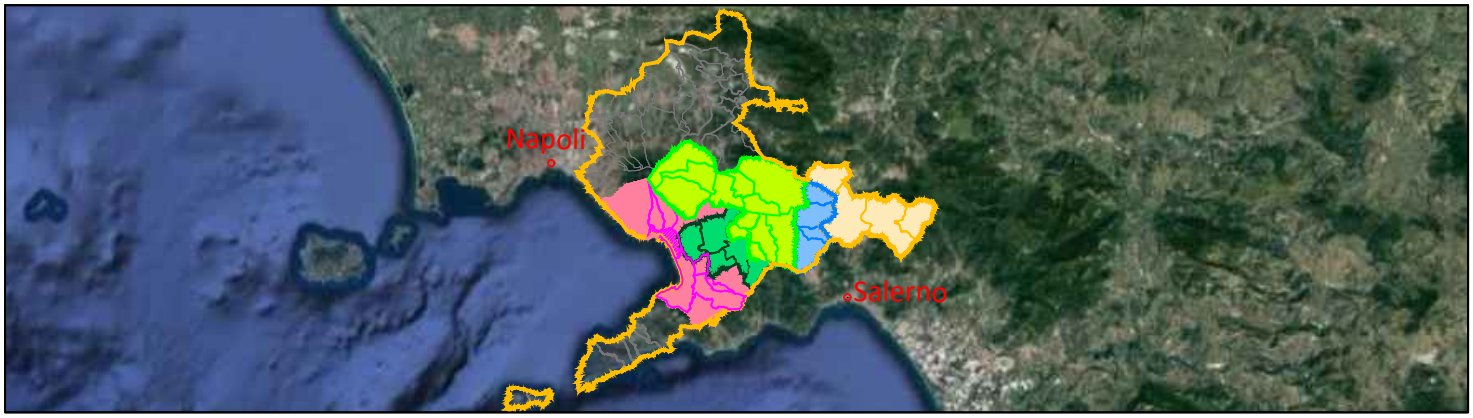
ENTE IDRICO CAMPANO

REGIONE CAMPANIA

GORI

Protocollo d'intesa del 05 Agosto 2020
Regione Campania - Ente idrico campano - Gori Spa
Completamento degli interventi fognario-depurativo del bacino idrografico del fiume Sarno ricadenti nell'Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano di cui alla L.R. n. 15/2015



Comprensorio Depurativo Foce Sarno

Rete interna Torre Annunziata - progetto di completamento

GORI

UNITA' INVESTMENT, PROGRAM & SERVICES

INGEGNERIA
Il Responsabile
Ing. Giuseppina Riccio

INT. 72I8

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:
A.2

Scala:
/

Titolo:

Relazione idrologica e idraulica

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Giugno 2023			

Esecuzione delle Opere	Prestazioni Specialistiche	Il Progettista	Il R.U.P.
		Prof. Ing. Giovanni Perillo Dott. Ing. GIOVANNI PERILLO ORDINE INGEGNERI CASERTA n.1504	Ing. Fabrizio Chiocchio

Il presente progetto è protetto a termini di legge.

INDICE

1 INTRODUZIONE 1

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 1

2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO 4

INTERVENTI NELLA ZONA NORD – OCCIDENTALE 5

INTERVENTI NELLA ZONA DI TORRE CENTRO 5

INTERVENTI NELLA ZONA SUD-ORIENTALE 7

2.1 DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI MANUFATTI 11

2.2 TABELLE RIEPILOGATIVE DEI PRINCIPALI INTERVENTI PROGETTUALI 16

3 CALCOLI IDROLOGICI E IDRAULICI 18

3.1 CALCOLO DELLE PORTATE FECALI 18

3.1.1 *Verifica delle velocità minime fecale* *19*

3.2 CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI 20

3.2.1 *Modello di trasformazione degli afflussi in deflussi* *21*

3.2.2 *Curva di probabilità pluviometrica* *24*

4 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI PROGETTO 28

4.1 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI COLLETTORI DI PROGETTO 28

4.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE STAZIONI DI SOLLEVAMENTO 29

4.2.1 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in via Terragneta (nodoO1.4)* *29*

4.2.2 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in Via Terragneta (nodo O1)* *35*

4.2.3 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in Traversa Bottaro (nodo N1)* *40*

4.2.4 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in via Magenta (nodo M3')* *47*

4.2.5 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in via Mortelletto/Postiglione/Schiti (nodo L4.1')* *54*

4.2.6 *Tabella riassuntiva delle caratteristiche dei sollevamenti* *61*

4.3 MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO 61

5 VERIFICA DELLE OPERE DI PROGETTO 62

5.1 VERIFICHE IDRAULICHE DEI COLLETTORI DI PROGETTO 62

6 ALLEGATI 65

1 INTRODUZIONE

Il presente elaborato costituisce la Relazione idrologica ed idraulica del Progetto esecutivo **"Rete interna Torre Annunziata - progetto di completamento"** che ricade nel comprensorio Foce Sarno e che recapita nei collettori comprensoriali che adducono all'impianto di trattamento di Foce Sarno.

In particolare nella presente relazione sono illustrate le metodologie impiegate per la verifica delle opere esistenti e il dimensionamento delle opere di progetto relative alla rete fognaria del Comune di Torre Annunziata.

La rete fognaria è un sistema di canali al servizio di un centro urbano che deve provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque pluviali e di scarico domestiche e/o industriali, il tutto in un tempo abbastanza breve, onde evitare fenomeni di putrefazione all'interno del centro stesso.

La rete può essere al servizio misto o separato: nel caso in esame si prevede la realizzazione di condotte fognarie per acque nere, ma al contempo è previsto un modico apporto anche di acque bianche lungo i tratti fognari.

La rete fognaria del comune di Torre Annunziata mostra diverse criticità, che saranno descritte nel seguito. Per tale motivo nel progetto originario erano stati previsti interventi sia di riordino generale ed adeguamento, sia di estensione del servizio nelle aree meno urbanizzate del territorio comunale sprovviste di infrastrutture fognarie.

Il progetto proponeva il perseguimento dei seguenti obiettivi fondamentali:

1. estensione del servizio nelle zone di espansione e alle utenze attualmente non servite;
2. recapitare i reflui nei collettori comprensoriali;
3. ristrutturazione delle reti fognarie esistenti.

Gli obiettivi perseguiti erano finalizzati a conseguire economie significative ed ottimizzazioni gestionali.

Il presente progetto definisce, dunque le opere di completamento della rete fognaria, riprendendo la configurazione prevista e già parzialmente realizzata nel precedente intervento, finalizzata alla realizzazione di una rete di drenaggio urbana efficiente e che garantisca il superamento delle problematiche igienico sanitarie che si riscontrano attualmente nel comune di Torre Annunziata.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 Codice dei contratti pubblici
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive

- Decreto Legislativo 03.04.2006 n. 152: Norme in materia di difesa ambientale
- Decreto Del Presidente Della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120: Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164
- Circolare Ministero LL.PP. n.11633 del 07.01.1974: Istruzioni per la progettazione delle fognature degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto
- Delibera Ministero LL.PP. del 04.02.1977: Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione
- Decreto Ministero LL.PP. del 12.12.1985: Norme tecniche relative alle tubazioni
- Circolare Ministero LL.PP. n.27291 del 20.02.1986: Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Campania
- Piano d'Ambito Regione Campania
- REGOLAMENTO 24/09/2013, n. 6 Criteri di assimilazione alle acque reflue domestiche;
- UNI EN 14364:2013: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Specifiche per tubi, raccordi e giunzioni
- UNI EN 1401-1:2019: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema
- UNI CEN/TS 1401-2:2020: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità
- UNI ENV 1401-3:2002: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per l'installazione
- Legge 5/11/71 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica
- D.M. 9 gennaio 96: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche
- Circolare 15/10/1996 N.252: Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 9/01/1996

- D.M. 16 gennaio 96: Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”
- D.M. 04 aprile 2014: «Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto»
- Circolare 4/7/1996 N.156: Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16/01/1996
- Circolare Min. LL.PP. 10/04/97 n° 65 AA.GG.: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996
- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Decreto Ministeriale Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circolare del 21.01.2019 n.7/C.S.LL.PP. “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M.17.01.2018”

2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Obiettivo del progetto è quello di definire le opere necessarie al convogliamento delle acque reflue nere e di prima pioggia, provenienti dal territorio comunale di Torre Annunziata, al sistema di collettamento del comprensorio Foce Sarno.

Per meglio rappresentare l'obiettivo occorre richiamarsi alla distinzione determinata dai lavori della "Commissione Tecnica rappresentativa dell'Intesa" nell'ambito del Protocollo d'Intesa del 2004:

- opere in linea con gli obiettivi di estensione del servizio fognario e di convogliamento dei reflui nei collettori comprensoriali;
- opere di rifunzionalizzazione di reti esistenti.

Gli obiettivi sono stati perseguiti nello spirito di consentire economie significative ed ottimizzazioni gestionali.

Gli interventi proposti, sono peraltro in linea con la classificazione prevista dal Protocollo d'Intesa, che privilegia in questa prima fase del risanamento ambientale le opere di estensione del servizio, di convogliamento dei reflui nei collettori comprensoriali e di rifunzionalizzazione di reti esistenti, compresi gli interventi di rifunzionalizzazione/rifacimento dei sistemi fognari misti esistenti.

Ciò ha comportato soluzioni progettuali che hanno visto privilegiare la separazione tra le acque nere e quelle di pioggia attraverso il recupero della rete fognaria mista esistente, che è stata rifunzionalizzata a pluviale e mediante la posa in parallelo di condotte da destinare al drenaggio delle sole acque nere.

La scelta di realizzare una fogna separata, nelle zone più acclivi del territorio in esame, consegue, peraltro, dalle disposizioni in materia di risorse idriche di cui al D.P.C.M. 4/3/96, che prescrive nei rifacimenti delle reti di drenaggio lo schema separato piuttosto che quello unitario.

Il raggiungimento del predetto scopo in ogni caso include, sia pure parzialmente, anche quello dell'estensione del servizio a nuovi bacini di utenza.

Pertanto, come già anticipato in premessa, il presente progetto definisce le opere di completamento della rete fognaria al servizio del comune di Torre Annunziata, riprendendo la configurazione prevista e già parzialmente realizzata nel precedente progetto commissariale, finalizzata alla realizzazione di una rete di drenaggio urbana efficiente e che garantisca il superamento delle problematiche igienico-sanitarie che, ancora oggi si riscontrano attualmente nel comune di Torre Annunziata.

I maggiori approfondimenti operati in questa fase hanno riguardato le possibili interferenze, in fase di scavo, con la falda freatica, il cui livello statico e la cui possibile risalita interessa, prevalentemente, le parti di territorio comunale poste a Sud, prossime alla line di costa. In tal senso la configurazione della livelletta fognaria, pur considerando le necessità di funzionamento idraulico, è prevista, ove possibile, con ridotte profondità e, comunque, tali da non interferire direttamente con il livello statico della falda freatica, che è posto a +1,40 metri sul livello del mare.

Si riporta nel seguito un elenco degli interventi previsti nel presente progetto:

INTERVENTI NELLA ZONA NORD – OCCIDENTALE

Gli interventi fognari previsti per la zona Nord-Occidentale interessano un territorio densamente popolato per la presenza di numerosi ed importanti attività produttive, quali attività balneari, termali, residenziali, di ristorazione, commerciali, etc.

Essi consistono nella:

- Realizzazione di quattro condotte di fognatura nera in PVC di diametro DN250 a servizio degli insediamenti presenti su Via Caccia/Via Stamperia dal nodo E8.1 al nodo E5.2 lunga 86,63m, su Via Stamperia dal nodo E6.1 al nodo E8.2 lunga 52,69m e dal nodo E7.1 al nodo E8.2 lunga 34m, su via Fuoco dal nodo E5.1 al nodo E5.2 lunga 84,38m, su vico Zingari dal nodo E4.1 al nodo E4.2 lunga 136m. In affiancamento alla rete mista esistente che, a seguito dello spostamento allacci, verrà rifunzionalizzata in fognatura bianca, tali condotte di progetto saranno collegate alla fognatura esistente DN 315 PVC che confluirà le portate reflue all'impianto di sollevamento Salera. Inoltre verrà realizzato un controtubo di protezione in Acciaio DN400 per un tratto di condotta lungo 16m essendo presente un'interferenza della linea ferroviaria RFI Napoli-Battipaglia sopra elevata al piano stradale (Rif. Tav.B.14.6). Tale attraversamento verrà realizzato in virtù delle norme tecniche prescritte dal decreto DM 04/04/2014 'Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto ' (Rif. Tav. B.15.9)
- Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PVC di diametro DN315, DN 400 e DN500 per una lunghezza complessiva di 318,85m a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Vittorio Veneto/ Via Pastore dal nodo F8.1 al nodo F8.2 che confluirà nel tratto di fogna mista esistente di via Pastore rettangolare l 0.700 x h 0.500 in cemento. Il tratto di rete fognaria in PVC DN500 sarà posato in parallelo alla linea ferroviaria Boscoreale-Torre Annunziata attualmente non in esercizio. A tal proposito, per tale intervento, così come prevede il DM 04/04/2014 'Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto, ed al contempo cercando di tutelare i beni di proprietà delle FF.S., in virtù del rispetto delle norme tecniche prescritte dal Decreto ed in relazione allo stato dei luoghi, si prevede la posa di un tubo di protezione in acciaio DN700 per una lunghezza di 124.75m (rif. Tav. B.14.3 e Tav. B.15.10).

INTERVENTI NELLA ZONA DI TORRE CENTRO

Le opere previste in tale zona, hanno lo scopo di dotare il territorio di Torre Centro di un sistema di smaltimento delle acque, funzionale e funzionante, alleggerendo il carico idraulico in una zona nevralgica

della città (Via Roma), ove i continui allagamenti determinano gravi condizioni igienico-sanitarie, sistematicamente segnalate dalla popolazione in occasione delle piogge.

Essi consistono nella:

- Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PVC a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Vittorio Veneto di diametro DN 315 lunga 120,00m dal nodo F1.1 al nodo F1.2 (fino picch.5), di diametro DN 400 lunga 52,51m (dal picch.5 al picch.7) e di diametro DN 600 lunga 363,56m (dal picch.7) dal nodo F2.2 al nodo F1.2. Tale condotta accoglierà due tratti di fogna mista di progetto provenienti da via Martiri di Cefalonia DN 400 PVC e via Prisco DN 315 PVC e a valle confluirà nel tratto di fogna mista esistente di via Melito rettangolare l 1.000 x h 0.500 cemento (Rif. Tav. B.14.14).
- Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PVC di diametro DN 315 lunga 188,62m a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Prisco dal nodo F3.1 al nodo F3.2 che confluirà nel tratto di fogna mista di progetto di via Vittorio Veneto DN 400 in PVC (Rif. Tav. B.14.5).
- Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PVC di diametro DN 400 lunga 125,4m a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Martiri di Cefalonia dal nodo F2.1 al nodo F2.2 che confluirà nel tratto di fogna mista di progetto di via Vittorio Veneto DN 600 in PVC (Rif. Tav. B.14.5).
- Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PVC di diametro DN 400 lunga 118,12m in sostituzione del tratto di fognatura mista esistente rettangolare l 0.800 x h 0.800 a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Roma dal nodo E2.1 al nodo E2.2 che confluirà nel tratto di fogna mista esistente dal nodo E2.2 (Rif. Tav. B.14.1).
- Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PVC a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Tagliamento di diametro DN 315 lunga 59.9 m dal nodo F6.2 al nodo F7.1 inclusa la traversa che collega via Tagliamento a Via Isonzio. Tale condotta, infatti, confluirà nel tratto di fogna mista di progetto di via Isonzio DN 500 in PVC (Rif. Tav. B.14.2).
- Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PCV lunga 466m dal nodo F5.1 al nodo F5.2 a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Isonzio di diametro DN 500 e lungo via Capuozzo di diametro DN 600. Tale condotta confluirà nel tratto di fognatura di progetto di Via Roma DN800 in PRFV (Rif. Tav. B.14.2).
- Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PVC lunga 204,57 m dal nodo F10.1 al nodo F5.3 a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Roma, in sostituzione di quella mista esistente, di diametro DN400 dal nodo F10.1 al nodo F5.2 e di diametro DN800 in PRFV dal nodo F5.2 al nodo F5.3. Tale condotta accoglierà il tratto di fognatura mista esistente di Traversa Siano DN 800 in cemento ed il tratto di fognatura mista di progetto di Via Capuozzo DN 600 in PVC; a valle la condotta si immetterà nel collettore comprensoriale (Rif. Tav. B.14.1).

- Realizzazione di una condotta di fognatura nera in PVC di diametro DN315 lunga 742,39m a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Andolfi a partire dal nodo G6.1 fino al nodo G6.2 che confluirà nel tratto di fogna nera di progetto di Traversa Andolfi DN 315 PVC. Inoltre verrà realizzato un controtubo di protezione in Acciaio DN500 per un tratto di condotta lungo 23m essendo presente un'interferenza della linea ferroviaria EAV Torre Annunziata-Sorrento sopra elevata al piano stradale (Rif. Tav. B.14.11). Tale attraversamento verrà realizzato in virtù delle norme tecniche prescritte dal decreto DM 04/04/2014 'Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto ' (Rif. Tav. B.15.8). Inoltre, lungo via Andolfi, a partire dall'incrocio con via Grotta Parrella sarà realizzata una fognatura bianca DN630 PVC lunga 85,28m che raccoglie le acque di piattaforma con scarico nella vasca Zappella (Rif. Tav. B.14.20).
- Realizzazione di una condotta di fognatura nera in PVC di diametro DN315 a servizio degli insediamenti presenti lungo Traversa Andolfi a partire dal nodo G3.1 fino al nodo G7.1 lunga 300m e dal nodo G5.1 al nodo G7.1 lunga 321,26m. Tale condotta accoglierà nel nodo G6.2 il tratto di fogna nera di progetto di Via Andolfi DN 315 PVC e nel nodo G7.1 confluirà nel tratto di fogna nera di progetto (Rif. Tav. B.14.12).
- Realizzazione di una condotta di fognatura nera in PVC di diametro DN315 lunga 508,57m a partire dal nodo G7.1 di Traversa Andolfi fino al nodo G7.2 (Rif. Tav. B.14.13) con immissione nel collettore comprensoriale su Via Plinio. Per la realizzazione di tale condotta è necessario l'attraversamento dell'Autostrada A3 (Rif. Tav. B.15.7).
- Realizzazione di quattro condotte di fognatura nera in PVC di diametro DN250 a servizio degli insediamenti presenti su Via Torretta di Siena dal nodo P1.1 al nodo P3.1 lunga 124,5m, dal nodo P4.2 al nodo P3.1 lunga 301,07m, dal nodo P3.2 al nodo P4.1 lunga 102m, e dal nodo P3.1 al nodo P1.2 lunga 634,86m con immissione nella fognatura di Via Settembrini. Attualmente la fognatura di recapito non è in esercizio ma è di futura predisposizione in fognatura nera a valle di interventi previsti da altra progettazione (Rif. Tav. B.14.15 e Tav.B.14.16).

INTERVENTI NELLA ZONA SUD-ORIENTALE

Il territorio cittadino che, partendo dall'area portuale, si estende a valle e ad Est del tracciato ferroviario delle FF.S., è quello che maggiormente risente dei disagi dovuti ad una pressoché totale assenza di un sistema fognario. Di contro, ha subito, negli ultimi decenni, un notevole incremento demografico per lo svilupparsi di una consistente urbanizzazione. Un importante progetto di riconversione delle ex aree industriali in aree

a forte connotazione turistico-commerciale, già in avanzata fase attuativa, ha, altresì, caratterizzato, nell'ultimo periodo, lo sviluppo urbanistico di tale parte del territorio comunale.

Essi consistono nella:

- Realizzazione di una condotta di fognatura nera in PVC di diametro DN 250 lunga 239,56 a servizio degli utenti di Traversa Bottaro in affiancamento alla condotta di fognatura mista esistente DN 500 in cemento che verrà rifunzionalizzata in fogna bianca a seguito dello spostamento allacci sulla suddetta condotta di progetto; in questo caso l'orografia del terreno non permette un funzionamento a gravità della corrente per l'immissione delle portate lungo la fognatura di via Bottaro (collettore comprensoriale), pertanto si prevede la realizzazione della condotta con a valle un impianto di sollevamento da cui, mediante la premente di progetto DN 60 in ghisa sferoidale lunga 269,11m, che collegherà i nodi da N1 a N2, con l'immissione nel collettore comprensoriale di via Bottaro (Rif. Tav. B.14.7).
- Realizzazione di due condotte di fognatura nera in PVC di diametro DN 250 dal nodo M4 al nodo M3 lunga circa 136,86m e dal nodo M5 al nodo M3 lunga circa 305,75m a servizio degli utenti di via Magenta (Rif. Tav. B.14.14); anche in questo caso l'orografia del terreno non permette un funzionamento a gravità della corrente, pertanto si prevede la realizzazione della condotta con a valle un impianto di sollevamento da cui partirà una condotta premente in ghisa sferoidale DN 60 dal nodo M3' al nodo M5' con immissione nella fognatura nera di Via Terragneta. All'interno dell'impianto di sollevamento confluirà anche la portata nera proveniente dalla zona ASI; in tal caso sono stato stimati per il calcolo idraulico un numero di Abitanti Equivalenti pari a 150 ab/eq.
- Realizzazione di due condotte di fognatura nera in PVC di diametro DN 250 lunghe complessivamente 341,88m a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Mortelletto/Postiglione/Schiti a partire dal nodo L4.1 al L4.1' e dal nodo L4.2 al nodo L4.1' (L4.1'=nodo di confluenza). Al fine di contenere le profondità di scavo, in corrispondenza del nodo L4.1' si prevede la realizzazione di un impianto di sollevamento da cui partirà una condotta premente di progetto DN 60 in ghisa sferoidale lunga 527.02m con immissione nel nodo O1.1 in Via Solferino, da cui partirà una condotta di fognatura nera in PVC 250 (Rif. Tav. B.14.9).
- Realizzazione di una condotta di fognatura nera in PVC di diametro DN 250 lunga 147,75m a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Montebello dal nodo L5.1 al nodo L5.2 che confluirà nel tratto di fogna nera di progetto di via Mortelletto/Postiglione/Schiti DN 250 in PVC (Rif. Tav. B.14.10).
- Realizzazione di una condotta di fognatura nera in PVC di diametro DN 250 lunga 208,66m a servizio degli insediamenti presenti lungo Via Postiglione dal nodo L6.1 al nodo L6.2 che confluirà nel tratto di fogna nera di progetto di via Mortelletto/Postiglione/Schiti DN 250 in PVC (Rif. Tav. B.14.10).

- Realizzazione di due condotte di fognatura nera in PVC di diametro DN 250 a servizio degli insediamenti previsti lungo via Solferino dal nodo O1.1 al nodo O1.5 lunga 288m e lungo via Volturno dal nodo O1.2 al nodo O1.3 lunga 189,5m che si immetterà nella precedente (Rif. Tav. B.14.8). Al fine di contenere le profondità di scavo, in corrispondenza del nodo O1 si prevede la realizzazione di un impianto di sollevamento, in cui convoglierà la fogna nera premente di progetto di via Terragneta, da cui partirà una condotta premente di progetto DN 160 in PEAD liscio che si immetterà nella fognatura mista esistente di Via Schiti nel nodo O.2. Per immettere la condotta premente nella fognatura mista di Via Schiti è necessario l'attraversamento in sottopasso della linea ferroviaria Torre Annunziata-Castellammare mediante modalità TOC. (Rif. Tav. B.15.6).
- Realizzazione di un impianto di sollevamento su via Terragneta nel nodo O1.4 a monte della sezione di attraversamento con il Canale Conte di Sarno, la cui condotta premente DN60 in ghisa sferoidale posta in opera poco al di sotto della quota stradale troverà immissione nell'impianto di sollevamento previsto a valle del citato attraversamento, nel nodo O1 (Rif. Tav. B.14.8).

Si riporta nel seguito un elenco degli interventi di collegamento fognario tra condotte esistenti previsti nel presente progetto:

- A7 - Realizzazione di tre condotte di fognatura mista in PVC per collegare i tratti di fognatura mista esistenti di via Langella, Via IV Novembre e Via V. Veneto; la lunghezza totale di tale collegamento sarà di 30m, in particolare due condotte avranno diametro DN500 di lunghezza 5m e 14,95m mentre la restante condotta avrà diametro DN300 di lunghezza 9m.
- E11 – Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PRFV di lunghezza 6m DN 600 per collegare i tratti di fognatura mista esistenti di Via dei Mille e Corso Umberto. Per realizzare tale collegamento è necessario effettuare lo spostamento della rete gas.
- D5 – Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PVC di lunghezza 6,4m DN 315 per collegare i tratti di fognatura mista esistenti di Via Margherita di Savoia e Via Sepolcri. Per realizzare tale collegamento è necessario effettuare lo spostamento della rete telefonica.
- A22 – Realizzazione di una condotta di fognatura mista in PRFV di lunghezza 11,9m DN 1200 per collegare la fognatura mista esistente di Corso Umberto con il pozzo a vortice esistente.
- E28 – Realizzazione di una perforazione verticale lunga circa 8m DN 800 PRFV per collegare la fognatura mista esistente di Corso Vittorio Emanuele al sottostante collettore comprensoriale (Rif. Tav. B.15.15)..

- E38 – Realizzazione di una condotta di fognatura mista lunga 3m DN1000 per collegare le fognature miste esistenti. Per realizzare tale collegamento è necessario effettuare lo spostamento delle condotte interferenti.

  Spostamento e/o realizzazione ex novo degli allacci fognari nella zona del centro storico di Torre Annunziata, dove non sussiste la possibilità di procedere alla rifunzionalizzazione fognari per la presenza di sottoservizi e spazi ridotti; come evidenziato nella *Tav. B.9 - Planimetria generale di progetto.*

Come anticipato, per la realizzazione di alcuni tratti di fognatura nera è necessario eseguire degli attraversamenti autostradali e ferroviari, in particolare:

- Un attraversamento dell'Autostrada A3 per collegare la fognatura nera di progetto proveniente da Traversa Andolfi a quella nera di progetto da realizzare lungo II traversa Plinio. La condotta che si andrà a posare, sottopasserà la linea autostradale Napoli- Salerno, in corrispondenza della chilometrica 21.300 km. Tale attraversamento verrà realizzato con una tubazione in PVC DN315, contenuta in controtubo di C.A.V. DN600 per una lunghezza di 42m, nel pieno rispetto del D.M. 4 Aprile 2014, contenente le "N*orme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"*. Per effettuare tale attraversamento si procederà alla realizzazione di una camera di arrivo ed una camera di spinta; in particolare, in riferimento alla tav. *C 2.14 – Planimetria di dettaglio-Profilo longitudinale* la camera di arrivo sarà collocata al picchetto n.4 mentre la camera di spinta sarà collocata al picchetto n.5.
- Un attraversamento della linea ferroviaria Torre Annunziata- Castellammare per collegare le portate nere uscenti dall'impianto di sollevamento presente su Via Terragneta, nel nodo O1, al punto di recapito presente su Via Schiti nel nodo O2. La condotta che si andrà a posare su via Schiti, sottopasserà, in corrispondenza del passaggio a livello, la linea ferroviaria in corrispondenza della chilometrica 1.832 km. Tale attraversamento verrà realizzato con una tubazione in PEAD liscio DN160, contenuta in un controtubo DN300 PEAD per una lunghezza di 49.02m, nel pieno rispetto del D.M. 4 Aprile 2014, contenente le *"Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"*.

L'obiettivo del progetto è dunque il miglioramento dello scarso stato di conservazione della fognatura esistente, nonché l'estensione del servizio nelle aree meno urbanizzate del territorio comunale, ad oggi sprovviste di infrastrutture fognarie.

Tali interventi di completamento ed estensione possono essere schematizzati nelle tabelle che seguono.

VIA	TRATTO	LUNGHEZZA	DIAMETRO	MATERIALE
Via Caccia/Via Stamperia	E8.1-E5.2	86,63	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Stamperia	E6.1-E8.2	52,69	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Stamperia	E7.1-E8.2	34	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Fuoco	E5.1-E5.2	84,38	0,25	PVC CIRCOLARE
Vico Zingari	E4.1-E4.2	136	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Andolfi	G6.1-G6.2	742,39	0,315	PVC CIRCOLARE
Via Andolfi/Trav Andolfi	G5.1-G7.1	321,26	0,315	PVC CIRCOLARE
Via Andolfi	G3.1-G7.1	300	0,315	PVC CIRCOLARE
Via Andolfi	G1-G2	85,28	0,630	PVC CIRCOLARE
II Trav Plinio	G7.1-G7.2	508,57	0,315	PVC CIRCOLARE
Via Solferino	O1.1-O1	268	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Volturno	O1.2-O1.3	189,5	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Mortelletto/Postiglione/Schiti	L4.1-L4.2	341,88	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Montebello	L5.1-L5.2	147,75	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Postiglione	L6.1-L6.2	208,66	0,25	PVC CIRCOLARE
Trav Bottaro	N1-N2	239,56	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Magenta	M4-M3	136,86	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Magenta	M5-M3	305,71	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Torretta di Siena	P4.2-P3.1	301,07	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Torretta di Siena	P3.2-P4.1	102	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Torretta di Siena	P1.1-P3.1	124,5	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Torretta di Siena	P3.1-P1.2	634,86	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Roma	E2.1-E2.2	118,12	0,4	PVC CIRCOLARE
Via Roma	F10.1-F5.3	73,4	0,4	PVC CIRCOLARE
Via Roma	F10.1-F5.3	131,17	0,8	PRFV CIRCOLARE
Via Isonzio- Via Capuozzo	F5.1-F5.2	466	0,5/0,6	PVC CIRCOLARE
Via Tagliamento e traversa	F6.2-F7.1	59,9	0,315	PVC CIRCOLARE
Via V. Veneto	F1.1-F1.2	536,07	0,315/0,4/0,6	PVC CIRCOLARE
Via Martiri di Cefalonia	F2.1-F2.2	125,4	0,4	PVC CIRCOLARE
Via Prisco	F3.1-F3.2	188,62	0,315	PVC CIRCOLARE
Via V.Veneto/Via Pastore	F8.1-F8.2	318,65	0,4/0,5	PVC CIRCOLARE

La lunghezza della rete fognaria di progetto, ivi inclusi i tratti di rete di condotta premente in partenza dagli impianti di sollevamento, complessiva è pari a circa **8679,3** metri.

2.1 DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI MANUFATTI

Il progetto prevede la realizzazione di:

- N°5 impianti di sollevamento
- N°1 attraversamenti ferroviari
- N°1 attraversamento autostradale

In particolare, data l'orografia del territorio, al fine di perseguire gli obiettivi del presente lavoro, non è stato possibile definire uno schema idraulico che funzionasse interamente a gravità; è prevista, infatti, la realizzazione di n°5 impianti di sollevamento, la cui ubicazione è stata ottimizzata in funzione dello schema idraulico e degli spazi disponibili e della interferenza con le altre reti di sottoservizi presenti.

MANUFATTI		
VIA	***INTERVENTI DI PROGETTO***	***TRATTO***
Trav Bottaro	*Impianto di sollevamento*	*N1'*
Via Magenta	*Impianto di sollevamento*	*M3'*
Via Mortelletto/Postiglione/Schiti	*Impianto di sollevamento*	*L4.1'*
Via Terragneta	*Impianto di sollevamento*	*O1*
Via Terragneta	*Impianto di sollevamento*	*O1.4*

Il sistema resta completato dalle installazioni elettromeccaniche, nelle configurazioni di seguito descritte.

In particolare:

- nodo N1 – Traversa Bottaro: l'impianto solleverà le acque reflue derivanti dalla rete fognaria nera di progetto del tratto N2-N1 in PVC DN 250 a servizio della via in oggetto all'interno della rete comprensoriale di via Bottaro mediante una condotta premente in ghisa sferoidale DN 60;
- nodo M3' – Via Magenta: l'impianto solleverà le acque reflue derivanti dalla rete fognaria nera di progetto dei tratti M4-M3 ed M5-M3 in PVC DN 250 a servizio della via in oggetto all'interno della rete fognaria nera esistente di via Terragneta mediante una condotta premente in ghisa sferoidale DN 60;
- nodo L4.1' – Mortelletto/Postiglione/Schiti: l'impianto solleverà le acque reflue derivanti dalla rete fognaria nera di progetto dei tratti L4.1-L4.1' e L4.2-L4.1' in PVC DN 250, nella quale convoglieranno le due fognature nere di progetto di Via Postiglione e Via Montebello, a servizio della via in oggetto all'interno della rete fognaria nera di progetto di via Solferino mediante una condotta premente in ghisa sferoidale DN60;
- nodo O1 – Via Terragneta: l'impianto solleverà le acque reflue derivanti dalla rete fognaria nera di progetto dei tratti O1.4-O1 e O1.1-O1 in PVC DN 250 a servizio della via in oggetto all'interno della rete fognaria mista esistente di via Schiti mediante una condotta premente in PEAD liscio DN 160

- nodo O1.4 – Via Terragneta: l'impianto solleverà le acque reflue derivanti dalla rete fognaria nera esistente a servizio della via in oggetto ed attraverserà superiormente il Canale Conte di Sarno immettendosi all'interno dell'impianto di sollevamento di progetto del nodo O1, mediante una condotta premente in ghisa sferoidale DN60.

Come maggiore presidio idraulico, da attivare in caso di interruzione della alimentazione elettrica, i suddetti impianti sono dotati di vasca di accumulo adiacente alla vasca di aspirazione, che verrà riempita in caso di emergenza e per relativi interventi di manutenzione e di pronto intervento da parte della GORI.

Dette vasche sono infatti dotate di sensori e di sistema di allerta per segnalare, in real time, la mancanza di alimentazione elettrica e consentire, con segnalazione diretta, l'attivazione delle squadre operative della GORI per procedere allo svuotamento delle vasche, nonché individuare la tipologia di guasto e/o di disservizio elettrico.

Attesa la valenza paesaggistica e le norme di tutela del territorio, non sono previsti gruppi elettrogeni esterni.

Si rimanda alle relazioni specialistiche la descrizione degli impianti di sollevamento, sia dal punto di vista idraulico, impiantistico che strutturale.

Inoltre, sul piano geotecnico e della possibile interferenza con la falda freatica, per effetto della maggiore profondità di scavo dei manufatti di sollevamento, sono state studiate soluzioni per la realizzazione "in asciutto" costituite da micropali TUBFIX posti sul perimetro del manufatto e la realizzazione di un tappo di fondo dello spessore di 2,00 metri realizzato con la tecnologia jet grouting.

Come anticipato, per la realizzazione di alcuni tratti di fognatura nera è necessario eseguire degli attraversamenti autostradali e ferroviari, in particolare:

- Un attraversamento dell'Autostrada A3 per collegare la fognatura nera di progetto proveniente da Traversa Andolfi a quella nera di progetto da realizzare lungo II traversa Plinio. La condotta che si andrà a posare, sottopasserà la linea autostradale Napoli- Salerno, in corrispondenza della chilometrica 21.300 km. Tale attraversamento verrà realizzato con una tubazione in PVC DN315, contenuta in controtubo di C.A.V. DN600 per una lunghezza di 42m, nel pieno rispetto del D.M. 04/04/201, contenente le "*norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"*. Per effettuare tale attraversamento si procederà alla realizzazione di una camera di arrivo ed una camera di spinta; in particolare, in riferimento alla tav. *B.14.13 – Planimetria di dettaglio-Profilo longitudinale* la camera di arrivo sarà collocata al picchetto n.4 mentre la camera di spinta sarà collocata al picchetto n.5.

  Tale attraversamento verrà realizzato mediante tecnologia pipe jacking (spingitubo).
- Un attraversamento della linea ferroviaria Torre Annunziata- Castellammare per collegare le portate nere uscenti dall'impianto di sollevamento presente su Via Terragneta, nel nodo O1, al punto di recapito

presente su Via Schiti nel nodo O2. La condotta che si andrà a posare su via Schiti, sottopasserà, in corrispondenza del passaggio a livello, la linea ferroviaria in corrispondenza della chilometrica 1.832 km. Tale attraversamento verrà realizzato con una tubazione in PEAD liscio DN160, contenuta in un controtubo di DN300 PEAD per una lunghezza di 49.02m, nel pieno rispetto del D.M. 04/04/2014, contenente le "*norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*".

Tale attraversamento verrà realizzato mediante **tecnologia TOC**.

La Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) (in inglese directional drilling o horizontal directional drilling, HDD), noto in Italia anche come perforazione direzionale, perforazione orizzontale controllata o perforazione teleguidata, è una tecnologia no dig idonea alla installazione di nuove condotte senza effettuare scavi a cielo aperto.

Un tipico impianto di directional drilling si compone delle seguenti principali parti o attrezzature:



- perforatrice (RIG) costituita da una struttura a piano inclinato con angolo variabile sulla quale trasla il carrello con l'albero di traslazione (tiro e/o spinta) e rotazione, generalmente idraulica
- centrale di produzione e pompaggio in pressione del fluido di perforazione e circolazione, che può essere composta alternativamente da una delle seguenti tipologie:
  - gruppo di miscelazione e pompaggio fluidi a base d'acqua (con bentonite e/o polimeri/additivi)
  - compressore per l'aria
  - batteria di aste di perforazione
  - sistema di guida, che può essere di tipo walk-over, MGS oppure inerziale, composto in generale da una sezione fondo foro, solidale all'utensile di perforazione, e da una sezione fuori terra atta alla ricezione di segnali/misure;

- utensili fondo foro per l'esecuzione del foro pilota (pilot bore hole): punta a becco d'oca, turbina a fango, martello battente fondo foro ad aria o ad acqua
- utensili per l'allargamento del foro pilota (back reaming): alesatori, allargatori a tricono
- utensili per la fase di tiro-posa della tubazione o cavo (pullback): giunti rotativi, ecc.

La tecnologia del directional drilling prevede, in via operativa, l'attivazione delle seguenti fasi:

1) perforazione pilota (pilot bore): normalmente di piccolo diametro (100-150 mm) si realizza mediante una batteria di perforazione che viene manovrata attraverso la combinazione di rotazioni e spinte il cui effetto, sulla traiettoria seguita dall'utensile fondo-foro, è controllata attraverso il sistema di guida; La perforazione pilota può seguire percorsi plano-altimetrici preassegnati che possono contenere anche tratti curvilinei;
2) alesatura (back reaming) per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) viene montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota (alesatore), avente un diametro maggiore a quello del foro pilota, e il tutto viene tirato a ritroso verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro l'alesatore allarga il foro pilota. Questo processo può essere ripetuto più volte fino al raggiungimento del diametro richiesto. La sequenza dei passaggi di alesatura segue precisi criteri che dipendono dal tipo di terreno da attraversare a dalle sue caratteristiche geo-litologiche;
3) tiro (pullback) della tubazione o del cavo del foro (detto anche "varo"): completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point la tubazione da installare viene assemblata fuori terra e collegata, con un'opportuna testa di tiro, alla batteria di aste di perforazione, con interposizione di un giunto girevole reggispinta (detto girevole o swivel) la cui funzione è quella di trasmettere alla tubazione in fase di varo le trazioni ma non le coppie e quindi le rotazioni. Raggiunto il punto di entrata la posa della tubazione si può considerare terminata.

Le tubazioni installabili con la perforazione direzionale non solo devono essere costruite con materiali resistenti alla trazione, ma i giunti, di qualsiasi tipologia essi siano, devono poter resistere alle forze di trazione che si generano durante l'operazione di tiro. Mediante perforazione direzionale si installano principalmente tubazioni in acciaio e PEAD giuntate testa a testa; quando i giunti sono del tipo resistente alla trazione (non è sufficiente che si tratti di semplici giunti antisfilamento) allora è possibile installare anche PVC e ghisa.

2.2 TABELLE RIEPILOGATIVE DEI PRINCIPALI INTERVENTI PROGETTUALI

FOGNA NERA DI PROGETTO				
VIA	TRATTO	LUNGHEZZA	DIAMETRO	MATERIALE
Via Caccia/Via Stamperia	E8.1-E5.2	86,63	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Stamperia	E6.1-E8.2	52,69	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Stamperia	E7.1-E8.2	34	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Fuoco	E5.1-E5.2	84,38	0,25	PVC CIRCOLARE
Vico Zingari	E4.1-E4.2	136	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Andolfi	G6.1-G6.2	742,39	0,315	PVC CIRCOLARE
Via Andolfi/Trav Andolfi	G5.1-G7.1	321,26	0,315	PVC CIRCOLARE
Via Andolfi	G3.1-G7.1	300	0,315	PVC CIRCOLARE
II Trav Plinio	G7.1-G7.2	508,57	0,315	PVC CIRCOLARE
Via Solferino	O1.1-O1	268	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Volturno	O1.2-O1.3	189,5	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Mortelletto/Postiglione/Schiti	L4.1-L4.2	341,88	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Montebello	L5.1-L5.2	147,75	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Postiglione	L6.1-L6.2	208,66	0,25	PVC CIRCOLARE
Trav Bottaro	N1-N2	239,56	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Magenta	M4-M3	136,86	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Magenta	M5-M3	305,71	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Torretta di Siena	P4.2-P3.1	301,07	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Torretta di Siena	P3.2-P4.1	102	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Torretta di Siena	P1.1-P3.1	124,5	0,25	PVC CIRCOLARE
Via Torretta di Siena	P3.1-P1.2	634,86	0,25	PVC CIRCOLARE
OGNA BIANCA DI PROGETTO				
VIA	TRATTO	LUNGHEZZA	DIAMETRO	MATERIALE
Via Andolfi	G1-G2	85,25	0,630	PVC CIRCOLARE
FOGNA MISTA DI PROGETTO				
VIA	TRATTO	LUNGHEZZA	DIAMETRO	MATERIALE
Via Roma	E2.1-E2.2	118,12	0,4	PVC CIRCOLARE
Via Roma	F10.1-F5.3	73,4	0,4	PVC CIRCOLARE
Via Roma	F10.1-F5.3	131,17	0,8	PRFV CIRCOLARE
Via Isonzio- Via Capuozzo	F5.1-F5.2	466	0,5/0,6	PVC CIRCOLARE
Via Tagliamento e traversa	F6.2-F7.1	59,9	0,315	PVC CIRCOLARE
Via V. Veneto	F1.1-F1.2	536,07	0,315/0,4/0,6	PVC CIRCOLARE
Via Martiri di Cefalonia	F2.1-F2.2	125,4	0,4	PVC CIRCOLARE
Via Prisco	F3.1-F3.2	188,62	0,315	PVC CIRCOLARE
Via V.Veneto/Via Pastore	F8.1-F8.2	318,65	0,4/0,5	PVC CIRCOLARE

INTERVENTI DI RIFUNZIONALIZZAZIONE	
VIA	***TRATTO***
Via Caccia/Via Stamperia	*E8.1-E5.2*
Via Stamperia	*E6.1-E8.2*
Via Stamperia	*E7.1-E8.2*
Via Fuoco	*E5.1-E5.2*
Vico Zingari	*E4.1-E4.2*
Trav Bottaro	*N1-N2*

INTERVENTI DI SPOSTAMENTO ALLACCI	
VIA	***TRATTO***
Via Caccia/Via Stamperia	*E8.1-E5.2*
Via Stamperia	*E6.1-E8.2*
Via Stamperia	*E7.1-E8.2*
Via Fuoco	*E5.1-E5.2*
Vico Zingari	*E4.1-E4.2*
Trav Bottaro	*N1-N2*

INTERVENTI DI SPOSTAMENTO ALLACCI PER SOSTITUZIONE FOGNA ESISTENTE	
VIA	***TRATTO***
Via Roma	*E2.1-E2.2*
Via Roma	*F10.1-F5.3*
Via Vittorio Veneto	*F1.1-F1.2*
Via Vittorio Veneto/Via Pastore	*F8.1-F8.2*

INTERVENTI DI SPOSTAMENTO E/O REALIZZAZIONE ALLACCI SU FOGNE FONDI FIO- CENTRO STORICO
VIA
Corso Vittorio Emanuele III

3 CALCOLI IDROLOGICI E IDRAULICI

Per la determinazione delle portate fecali drenate dalla rete fognaria del Comune di Torre Annunziata si è fatto riferimento al numero di utenze (contatori) gestite da GORI georeferenziate sul territorio. Pertanto, la distribuzione puntuale delle portate reflue civili è stata stimata sulla base dei dati cartografici forniti.

Le valutazioni della popolazione prevista e delle dotazioni idriche da assumere, così come si evince dal seguente schema relativo al Comune di Torre Annunziata, sono:

COMUNE	UTENZE IDRICHE
TORRE ANNUNZIATA	**16479**
ABITANTI RESIDENTI TOTALI (ISTAT 2017)	**42627**

3.1 CALCOLO DELLE PORTATE FECALI

La stima della portata nera Qm,n è sostanzialmente legata al numero di abitanti serviti N, ossia moltiplicando il numero di utenze servite Ut per il coefficiente 2,7, la cui previsione è legata alla vita nominale della fognatura (40÷50 anni) che si intende realizzare.

La dotazione idrica pro-capite (d): espressa in l*ab/g, rappresenta normalmente la quantità di acqua individuale che deve essere garantita mediamente durante l'anno. Nel caso in esame si è assunta una dotazione idrica dell'acquedotto 220 l/g per abitante.

Il Coefficiente di riduzione per perdite (α) rappresenta il coefficiente che tiene conto dell'effettiva aliquota di acqua potabile distribuita che, dopo l'utilizzo, viene scaricata nella fognatura; infatti, tenuto conto delle perdite che si determinano nell'uso della risorsa idrica, tra cui quelle derivanti dall'evaporazione, si è valutata la portata nera che perviene alla fogna pari all'80% di quella erogata dall'acquedotto.

Il valore di portata media nera, risulta quindi determinato dalla seguente relazione:

$$Q_{m,n} = \frac{N * d * \alpha}{86400} l/s$$

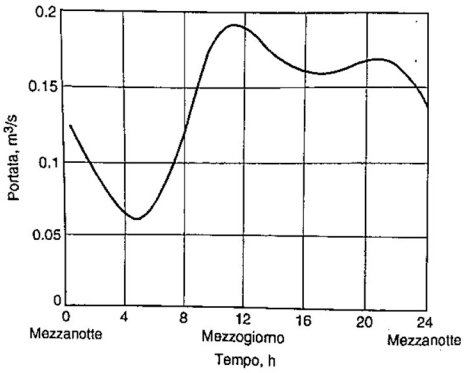
Il calcolo della portata nera, ai fini del dimensionamento del collettore fognario, è stato effettuato considerando l'intero bacino di abitanti afferenti i singoli tratti, indipendentemente dalla esistenza delle fogne elementari (rif. Tav. C1.4 "Planimetria della copertura territoriale delle utenze servite").

Si è quindi stimato il coefficiente di punta mediante la nota relazione:

$$k_p = 20 \cdot \left(ab^{-0.2}\right) = 2{,}48$$

Per collettori neri al servizio di un numero di Abitanti inferiore ai 400, stimare la portata di punta con l'ausilio della formulazione indicata dalla "Water Pollution Control Federation" risulta certamente riduttivo considerate le notevoli fluttuazioni di portata che avvengono.

Infatti, la variazione giornaliera delle portate reflue tende a seguire un andamento del tipo mostrato di seguito.



Le portate minime si registrano durante le prime ore del mattino, quando il consumo di acqua è minimo. Il primo picco di portata (punta giornaliera) si verifica generalmente nella tarda mattinata, quando sono convogliate in fognatura le acque reflue derivanti dall'utilizzo del mattino. Un secondo picco si registra durante le ore di pranzo tra le 12:00 e le 15:00. Infine, un terzo picco si riscontra generalmente in prima serata, tra le 19:00 e le 21:00.

Si precisa che gli orari e la grandezza dei picchi delle portate variano in funzione delle dimensioni del centro servito e dell'estensione del sistema di collettamento. Con l'aumentare delle dimensioni del centro servito diminuiscono le differenze tra portate massime e minime.

Per le fognature nere come quella in progetto, dove gli apporti esterni sono minimi (possibili infiltrazioni o immissioni abusive), gli andamenti temporali delle portate degli scarichi approssimano bene quelli dei consumi idrici con un ritardo che, in relazione alle dimensioni del centro servito, può essere apprezzato in alcune ore. Pertanto, in considerazione di quanto suddetto, le condizioni di picco per le fognature di progetto avviene con una frequenza minima di 3 volte al giorno.

Ai fini della valutazione delle portate di punta, tenendo conto che in alcune aree il numero di abitanti è esiguo ed il relativo *Kp* risulta essere modesto, il coefficiente di punta è stato arrotondato a 3.

Noti i suddetti parametri si sono calcolate quindi le portate medie nere (Q_{mn}) e quelle di punta (Q_{pn}) per ciascun tratto costituente la fognatura e quindi le ΣQ_{mn} e ΣQ_{pn} in ogni sezione di chiusura considerata.

Si sono considerate le sole utenze civili poiché la zona in esame non è da ritenersi a vocazione industriale.

3.1.1 *Verifica delle velocità minime fecale*

Secondo la Circolare Ministeriale dei L.L.P.P. n° 11633 del 7/1/1974, la velocità minima fecale deve essere 0.5 m/s in corrispondenza della portata media.

Nel caso in esame il calcolo delle velocità minime è stato condotto tenendo presente la formula di Gaukler-Strickler:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{J}$$

- con k pari a 90.

Laddove le velocità minime non risultino essere almeno pari al valore minimo accettabile, le velocità minime valutate in funzione della portata di punta nera (Q_{pn}) devono essere almeno pari a 0.6 m/s; in modo tale da garantire un flusso tale da non far ristagnare le acque reflue all'interno della rete fognaria. Tale velocità viene per l'appunto denominata anche "*velocità di autopulitura*".

In allegato si riporta il calcolo idraulico delle tubazioni con i diametri idraulici previsti in progetto.

Dal confronto dello stesso con i risultati del calcolo idrologico idraulico si può rilevare che le portate di progetto sono inferiori a quelle massime che defluirebbero dalle tubazioni previste in condizioni di massimo deflusso con un coefficiente di riempimento pari al 50%.

Allo stesso modo, la velocità massima fecale deve essere 4 m/s sia in corrispondenza della portata media che della portata di punta. Una velocità superiore può indurre ad una abrasione meccanica della condotta, tanto più rapida quanto maggiore è la velocità stessa.

In questo caso, se tale velocità risulta essere soddisfatta per l'ora di punta, sarà sicuramente soddisfatta per la media.

3.2 CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI

La stima delle portate pluviali è stata effettuata per il dimensionamento dei collettori di progetto e la verifica della rete fognaria nel suo complesso nelle aree interessate da intervento.

La determinazione della portata pluviale, afferente alla rete di drenaggio urbana di progetto, è stata effettuata sulla scorta della curva di probabilità pluviometrica adoperata dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale nell'ambito della definizione del "Piano Stralcio di Bacino".

Le stima delle portate pluviali è necessaria al dimensionamento dei tratti di fognatura mista di progetto, nonché alla verifica dei tratti di fognatura mista esistenti ed al dimensionamento delle opere d'arte di separazione delle portate (scaricatori di piena, sfioratori ecc.).

Ciascun tronco è caratterizzato dal proprio bacino colante; le sezioni di chiusura dei diversi bacini sono state individuate in corrispondenza dei partitori di portata, che determinano lo sversamento in alveo delle portate bianche e, pertanto, l'inizio di una nuova asta principale.

Per ogni sezione di chiusura considerata si sono calcolati, ai fini della stima delle portate al colmo di piena (cfr. paragrafi seguenti) i seguenti parametri:

- la pendenza media dell'asta i_m, pari alla media pesata, sulle lunghezze, delle pendenze dei tratti a monte della sezione di chiusura considerata;
- la percentuale impermeabile media P_{im} dell'asta, pari alla media pesata, sulle superfici, della percentuale di area edificata su ciascun tratto (P_i) a monte della sezione di chiusura considerata; la

percentuale di area edificata P_i è stata stimata sulla base del livello di urbanizzazione relativo a ciascun tratto costituente l'asta;

- la lunghezza progressiva dell'asta, pari alla somma delle lunghezze dei tratti a monte della sezione di chiusura considerata;
- la superficie totale (A_{tot}) sottesa dall'asta nella sezione di chiusura considerata

3.2.1 *Modello di trasformazione degli afflussi in deflussi*

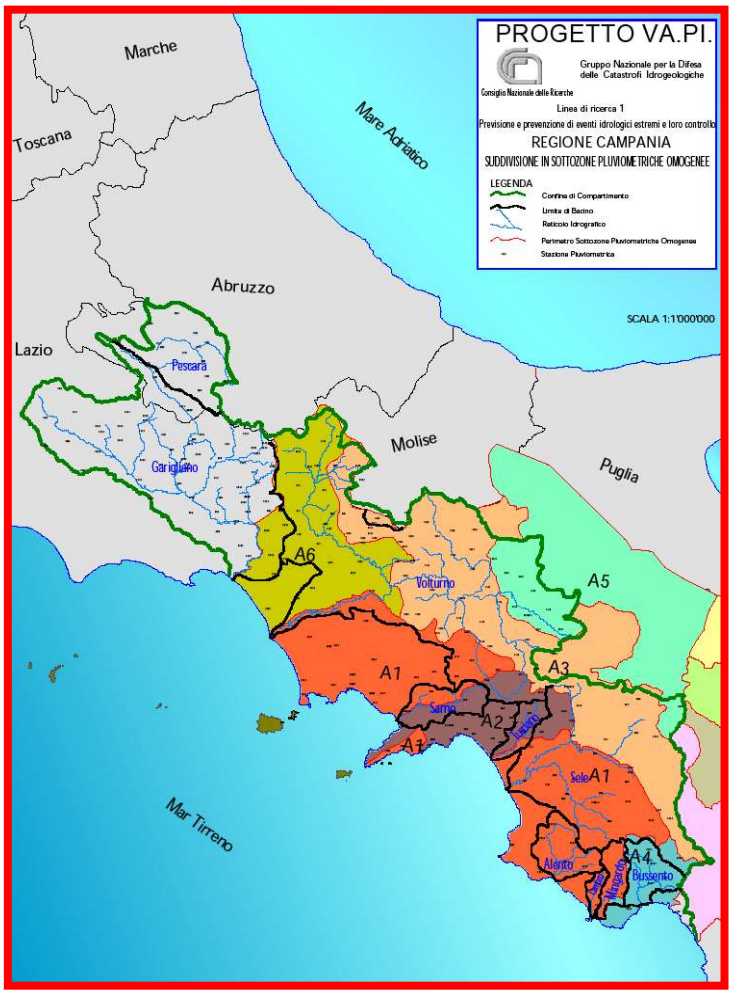
L'intervento in progetto prevede il potenziamento dell'impianto di trattamento delle acque di pioggia. Per dimensionare tale impianto è indispensabile valutare la massima portata di piena, corrispondente ad un assegnato periodo di ritorno T.

Essendo i fenomeni meteorologici aleatori e disponendo di scarse informazioni sui dati di pioggia e di portata, la valutazione delle portate di pioggia è effettuata mediante metodi probabilistici che presuppongono la scelta di un periodo di ritorno T. Uno dei metodi più utilizzati è basato sull'analisi regionale delle piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei riportati nel Rapporto VAPI (Valutazione delle Piene).

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania mediante una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico. In particolare, il modello probabilistico adottato si basa sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV – Two Component Extreme Value).

Tale procedura si basa sulla considerazione che esistono aree geografiche sempre più ampie che si possono considerare omogenee riguardo ai parametri statistici della distribuzione, a mano a mano che il loro ordine aumenta.

Il Rapporto VAPI Campania individua sei zone omogenee dal punto di vista pluviometrico, riportate nella successiva figura.



In ciascuna di queste zone pluviometriche omogenee, il Rapporto VAPI Campania ha determinato i parametri della legge di probabilità pluviometrica attraverso una procedura di stima regionale sfruttando i dati di 44 stazioni pluviografiche con più di 10 anni di osservazioni, ed in particolare:

- i massimi annuali delle altezze di pioggia di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore;
- le altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

Area omogenea	Numero stazioni	l_0 (mm/ora)	dc (ore)	C	$D*10^5$	ρ^2
1	14	77,08	0,3661	0,7995	3,6077	0,9994
2	12	83,75	0,3312	0,7031	7,7381	0,9991
3	5	116,7	0,0976	0,7360	8,7300	0,9980
4	3	78,61	0,3846	0,8100	24,874	0,9930
5	6	231,8	0,0508	0,8351	10,800	0,9993
6	4	87,87	0,2205	0,7265	8,8476	0,9969

In pratica, la determinazione della portata di pioggia massima Q_T, con assegnato periodo di ritorno T, è effettuata con la seguente formula:

$$Q_T = K_T * m(Q)$$

in cui:

- m(Q) indica il valore medio del massimo annuale della portata di piena (piena indice), che viene stimato con un modello di trasformazione degli afflussi in deflussi meteorici;

-K_T indica il fattore probabilistico di crescita che varia in funzione del periodo di ritorno delle piogge (T) espresso dalla relazione K_T=f(T), pari al rapporto tra Q_T e la piena indice.

Per la valutazione di m(Q), sono indicate quattro differenti metodologie, due di tipo diretto, basate su formule monomie in cui la portata dipende essenzialmente dall'area del bacino, e due di tipo indiretto (modello geomorfoclimatico e modello razionale) in cui la piena indice viene valutata a partire dalle piogge e dipende in maniera più articolata dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva).

Nel caso specifico, è stato applicando il metodo di tipo indiretto – modello geomorfoclimatico – tenendo conto dei parametri su citati.

Per la determinazione delle massime portate pluviali è stato applicato il metodo dell'*invaso lineare* che rappresenta un modello concettuale di trasformazione afflussi – deflussi, diffusamente utilizzato nella pratica tecnica.

Secondo tale metodo il legame esistente tra la portata Q(t), defluente in una assegnata sezione ed il volume d'acqua W(t) che si deve immagazzinare sulla superficie A del bacino sotteso dalla rete fognaria a monte, affinché attraverso la stessa sezione possa defluire la portata Q(t), è un legame lineare espresso dalla relazione:

$$Q(t) = W(t)/K$$

Con K costante di invaso lineare, avente le dimensioni di un tempo.

L'applicazione del modello adottata è quella del metodo italiano per il quale l'espressione di K è fornita dal rapporto tra il volume totale invasato nella rete fognaria e sulla relativa superficie drenata in concomitanza con il deflusso della portata Q(t) e la portata stessa.

In tal modo il metodo risulta di agevole utilizzo per la progettazione di una rete di collettori o per la verifica della rete allorquando siano note tutte le caratteristiche dei collettori a monte della sezione d'esame.

La costante di invaso K può essere espressa in funzione delle caratteristiche morfologiche del bacino drenato e della rete fognaria afferente.

Per la progettazione della rete in oggetto la stima della costante di invaso è stata effettuata, data la ridotta estensione dei bacini in esame, utilizzando la relazione proposta da Desbordes (1975):

$$K \cdot \frac{4.19A^{0.30}}{I_m^{0.45}(100i_m)^{0.38}} - 0.21 \quad \text{(min)}$$

Dove:

- A è la superficie del bacino in ettari;
- i_m è la pendenza media del collettore principale (m/m);
- I_m è la percentuale di area edificata.

È opportuno sottolineare che tale espressione è stata tarata su bacini urbani reali strumentati con dispositivi di misura delle piogge e delle portate. Conseguentemente la metodologia di calcolo trova ordinaria ed indiscutibile applicazione in contesti omogenei.

L'idrogramma di piena è dato dall'integrale, rispetto al tempo t, dell'equazione del serbatoio lineare e l'equazione di continuità:

$$I(t)d(t) = dW(T) + Q(T)dt$$

Con:

- I(t) afflusso netto sul bacino (mc/s);
- W (t) volume immagazzinato a monte (mc);
- Q portata in uscita dalla sezione (mc/s).

Introducendo l'ipotesi di afflusso netto I (t) costante e pari a φ*i(t)*A si ha, al termine dell'afflusso (tp), la portata al colmo pari a:

$$Qm=\varphi*i(tp)*S(1-e^{-tp/K})$$

Dove:

- φ è il coefficiente di afflusso pari a

  $$\varphi = \frac{\varphi_{PERM}*A_{PERM}+\varphi_{IMP}*A_{IMP}}{A_{TOT}};$$

- i (tp) è l'intensità di pioggia corrispondente alla durata della pioggia tp pari a:

  $$i(t_p) = h(t_p, T) * tc$$

  con

  $h(t_p, T)$ media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata,

  tc durata critica dell'evento di pioggia coincidente con il tempo di picco.

3.2.2 *Curva di probabilità pluviometrica*

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica, che definisce la variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata, il Rapporto VAPI Campania fa sostanzialmente riferimento a leggi a tre parametri del tipo:

$$h[t,T] = K_T \frac{m[I_0] \cdot t}{\left(1 + \frac{t}{d_c}\right)^{C-D \cdot z}}$$

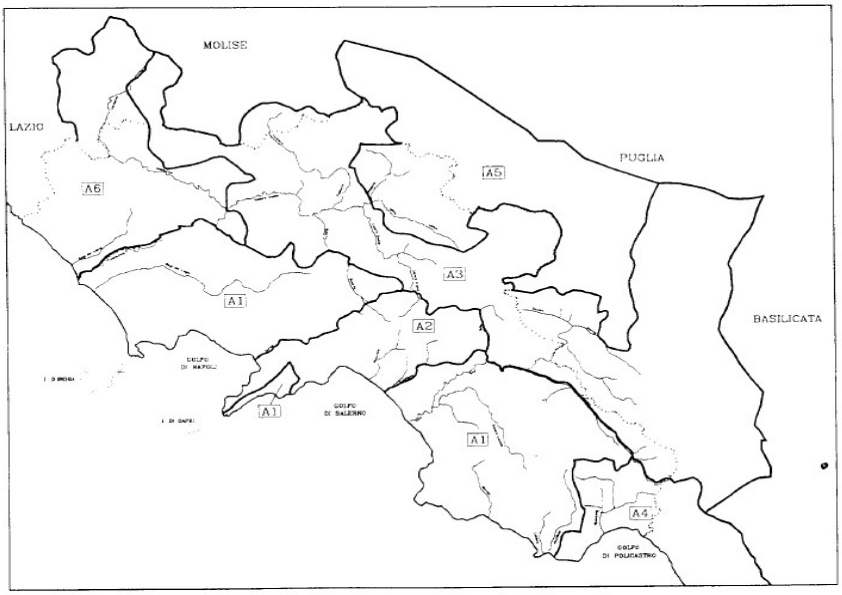
dove:

- d = durata evento meteorico (ore)
- m[I_0] = media del massimo annuale riferita alla sottozona omogenea considerata (mm/h)
- z = quota media del bacino (m)
- dc = durata critica (ore)
- C, D = parametri di regressione lineare

Tali parametri sono stati determinati mediante una procedura di stima regionale utilizzando:

- i massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore;
- le altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale non certifica come massimi annuali.

I dati dei massimi annuali delle altezze di pioggia aggregata a diverse durate orarie (1h, 3h, 6h, 12h, 24h) e delle piogge brevi di notevole intensità (durata inferiore a 1h) sono stati utilizzati per la costruzione, in ogni stazione di misura, delle curve di probabilità pluviometrica. Tali curve rappresentano la relazione che lega la media dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata alla durata medesima.



Suddivisione in aree pluviometriche omogenee (Rapporto VAPI Campania)

Per la stima dei parametri statistici della legge di probabilità pluviometrica si è fatto riferimento alle sei aree pluviometriche omogenee individuate dal VAPI. Il territorio in esame ricade nella zona omogenea 2 per la quale valgono i seguenti parametri:

Area omogenea	m(l_0)	dc	C	D 10^5
2	83,8	0.3312	0.7031	7.7381

Inserendo i valori su indicati si ottiene l'espressione:

$$h[t,T] = K_T \frac{83{,}8 \cdot t}{\left(1+\frac{t}{0.3312}\right)^{0.7031-7.738*10^{-5}\cdot z}}$$

Il parametro KT rappresenta il fattore di crescita e il suo valore è fornito dalla funzione di distribuzione di probabilità cumulata F(k) del modello T.C.E.V.

$$T=1/(1-F(k) = 1/(1-\exp(-\Delta_1 x e^{-(\eta x k)}-\Delta^* x\, \Delta_1(1/\theta^*) x e^{-(\eta x k/\theta^*)}))$$

con:

θ*	Λ_*	Λ_1	η
2.536	0.224	37	4.909

Nell'espressione precedente T rappresenta il periodo di ritorno e rappresenta il numero medio di anni che bisogna attendere perché l'evento ad esso riferito si verifichi almeno una volta e risulta, pertanto, legato al rischio di insufficienza.

Per i sistemi fognari urbani generalmente il dimensionamento viene svolto per valori del tempo di ritorno inferiori alla vita utile dell'opera, pertanto sussiste la certezza che in qualche occasione l'opera risulti insufficiente. D'altronde per evitare ciò sarebbe necessario incrementare, e non di poco, il valore di T di progetto e, conseguentemente, le dimensioni e il costo delle opere.

Nel caso specifico sono stati considerati gli eventi con periodi di ritorno di T = 10 per il progetto e per la verifica delle opere esistenti, in linea con quanto fatto in fase di progettazione preliminare dalla ISMES, e di 20 anni per la verifica delle opere di progetto.

Per i suddetti periodi di ritorno i valori di KT forniti dall'espressione precedente sono:

- K_{10} = 1.38
- K_{20} = 1.64

Sostituendo i valori di KT nella espressione di $h_{t,T}$ si ottiene:

nel primo caso:

$$ht = 1.4 \cdot \frac{83{,}8 \cdot t}{\left(1+\frac{t}{0.3312}\right)^{0.7031-7.738*10^{-5}\cdot z}}$$

utilizzata per il dimensionamento delle opere di progetto;

nel secondo caso:

$$ht = 1.64 \cdot \frac{83{,}8 \cdot t}{\left(1 + \frac{t}{0.3312}\right)^{0.7031 - 7.738*10^{-5} \cdot z}}$$

utilizzata, per le verifiche idrauliche delle opere esistenti e di progetto.

All'interno delle suddette formule, poiché la portata da calcolare è la portata al colmo, la durata dell'evento meteorico t non è nient'altro che la durata critica tc.

Pertanto poiché il massimo valore della portata è quello relativo alla durata critica tc, che si ottiene eguagliando a zero la derivata della espressione precedente rispetto a tp, il valore tc si ottiene risolvendo per tentativi, rispetto ad r, la seguente espressione:

$$m=(c/K+r)\ e^{-r}/(1-e^{-r)}$$

Dove:

- m è l'esponente del denominatore della espressione della curva di probabilità pluviometrica a tre parametri (cfr. par. precedente);
- c è la durata critica dell'evento meteorico ($\equiv dc$);
- K è la costante di invaso;
- r è il rapporto tra durata dell'afflusso tp e K.

Quindi, la portata al colmo di piena è data dall'espressione:

$$Q = \varphi\ i\ A\ (1-e^{-r})$$

Sulla base della metodologia illustrata sono state determinate le portate al colmo di piena relative alle sezioni di calcolo individuate.

In sintesi, la stima delle portate al colmo di piena è stata effettuata seguendo la procedura di seguito riportata:

1) si è determinata, preliminarmente, la curva di probabilità pluviometrica corrispondente al periodo di ritorno T (10 e 20 anni) rispetto al quale si sono stimate le portate di piena;
2) per ogni sezione di calcolo si sono determinati i valori delle grandezze fisiche, quali superficie A, percentuale di area impermeabile P_{im} (I_m) ecc., del bacino sotteso, al fine di calcolare il valore della costante d'invaso K, applicando la formula di Desbordes;
3) si è calcolato il valore della costante d'invaso relativo al bacino sotteso dalla sezione di calcolo;
4) nota la costante d'invaso K e la curva di probabilità pluviometrica, in base alla relazione (11) si è calcolato il valore di r che rende massima la portata al colmo e la corrispondente durata tc = r*K;
5) noto il valore di r, la portata di progetto è stata determinata in base alla relazione (12);
6) per ogni sezione di calcolo, come ulteriore parametro di controllo, si è calcolato il coefficiente udometrico u = Q/A.

4 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI PROGETTO

4.1 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI COLLETTORI DI PROGETTO

Il dimensionamento dei collettori di progetto è stato condotto in condizioni di moto uniforme per le correnti lente, in condizioni di stato critico per le correnti veloci.

Le fognature miste sono state dimensionate con riferimento ad un periodo di ritorno T = 10 anni e verificate con riferimento a T = 20 anni.

Le pendenze di progetto sono molto prossime alle pendenze medie del terreno allo scopo di limitare i pozzetti di salto e le profondità di scavo. Tale scelta si è resa possibile tenuto conto delle ridotte portate in transito negli spechi in progetto.

Il dimensionamento dei collettori, sia a funzionamento misto che a funzionamento separato, previsti in progetto è stato svolto in ipotesi di moto uniforme, mediante la formula di Gauckler-Strickler in cui è noto il valore di portata (fecale, mista o pluviale) e si è fissato il coefficiente di scabrezza pari a:

- **90 per le fognature circolari in PVC.**

Si è inoltre ipotizzata la geometria dei collettori, costituita da spechi circolari con D≥0.3m per fognature miste e bianche, circolare con D≥0.2m per fognature nere, in accordo a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 11633 del 07/01/74- punto E, e si è constatato che nella maggior parte dei casi la corrente si presenta veloce.

Pertanto si è verificato che con il periodo di ritorno di dieci anni il grado di riempimento (h/D), valutato con riferimento al tirante di moto uniforme non superi:

- 0.5 per collettori circolari di piccolo diametro;
- 0.65 per collettori circolari di grande diametro.

In tutti i casi in cui la corrente si presenta veloce si è verificato che il grado di riempimento, in stato critico, non superi lo 0.82 (hc/H o hc/D).

Si è inoltre verificato che il grado di riempimento (h/H o hc/H per correnti veloci) valutato con il periodo di ritorno di venti anni non superi il valore di 0.90.

In particolare:

- per i collettori fecali il dimensionamento è stato svolto con riferimento alla portata media nera, verificando oltre che il grado di riempimento il valore della velocità di moto uniforme, Vmn, che deve risultare $\geq$ 0.5 m/s. In tutti i casi in cui quest'ultima condizione non è risultata soddisfatta si è verificato che al transito della portata di punta la velocità Vpn superi il limite inferiore su indicato. Laddove non si riesce ad attingere valori della velocità, media o di punta, accettabili, o perché ciò comporterebbe diametri inferiori a 0.2 m o perché si raggiungerebbero gradi di riempimento troppo

elevati, l'esiguità della portata nera, viste le elevate pendenze di cui si dispone, è tale da far perdere significato al predetto limite;

- per i collettori misti il dimensionamento è stato svolto con riferimento ad una portata valutata come indicato al paragrafo 6. Il criterio di dimensionamento è il medesimo di quello riportato al punto precedente. La verifica alla portata ventennale è stata svolta così come indicato al punto precedente;
- per i collettori a valle di un manufatto di derivazione, con riferimento allo schema sotto indicato il dimensionamento è stato svolto in tempo di pioggia, per un valore di portata pari alla somma della portata derivata (Q_{der}) e della portata di punta nera propria del tratto (Q_{tratto}) a valle dello scaricatore, caratterizzato da un sistema di raccolta separato. La verifica è stata invece effettuata sul valore della minima velocità che si attinge in tempo asciutto.

4.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE STAZIONI DI SOLLEVAMENTO

La rete fognaria in progetto richiede la realizzazione di quattro stazioni sollevamento per la rete fecale da realizzarsi in:

- Via Terragneta (nodo O1.4);
- Via Terragneta (nodo O.1);
- Traversa Bottaro (nodo N1);
- Via Magenta (nodo M3');
- Via Mortelletto/Postiglione/Schiti (nodo L4.1').

4.2.1 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in via Terragneta (nodoO1.4)*

Il suddetto impianto sarà ubicato nella zona Sud Orientale di Torre Annunziata e sarà a servizio della fognatura nera di esistente di Via Terragneta. La stazione di sollevamento verrà ubicata in un pozzetto sotto la sede stradale, e rilancerà la portata ivi convogliata, nel pozzetto codificato dal nodo O1.5 a ridosso del secondo impianto di sollevamento in Via Terragneta (nodo O1). Si prevedono due elettropompe sommerse di cui una in esercizio e l'altra di riserva.

Le elettropompe sommerse richiedono un certo battente d'acqua all'interno del manufatto che è stato fissato in funzione del tempo ciclo di funzionamento delle apparecchiature previste.

Il battente d'acqua, è stato peraltro dettato dalla necessità di assicurare un adeguato dislivello tra le diverse soglie di partenza ed arresto delle elettropompe.

Per il rilevamento dei livelli d'acqua esistenti nelle vasche d'aspirazione delle elettropompe, necessari al funzionamento automatico delle stesse, è stato previsto l'installazione di misuratori di livello piezoresistivi speciali e galleggiante di sicurezza.

Infine, si è prevista l'installazione di elettropompe dotate di valvola trituratrice necessaria a prevenire l'occlusione della condotta di mandata.

L'avvio e il distacco delle elettropompe sono comandati dai misuratori di livello piezoresistivi installati in una zona di calma all'interno della vasca onde evitare disturbi al funzionamento derivanti dalla turbolenza indotta dalle portate in transito nei manufatti.

Le dimensioni del manufatto devono essere tali da assicurare i volumi minimi necessari a limitare ragionevolmente il numero di avviamenti/ora entro un valore accettabile per il motore e il sistema di raffreddamento delle elettropompe.

L'impianto è progettato per il funzionamento ad una sola pompa. Le grandezze fisiche in gioco risultano:

- I (m^3) = invaso della vasca di aspirazione;
- q_a (m^3/s) = portata di afflusso;
- q_p (m^3/s) = portata della pompa;
- Δt_r (s) = intervallo di riempimento della vasca;
- Δt_v (s) = intervallo di vuotatura della vasca;
- $T_p = \Delta t_r + \Delta t_v$ = periodo di funzionamento della pompa, ossia intervallo tra due attacchi successivi;
- $f_p = 1/T_p$ = frequenza di funzionamento della pompa, ossia numero di attacchi nell'unità di tempo.

Secondo il principio di continuità, il volume affluito nella vasca nel tempo T_p deve essere uguale al volume prelevato dalla pompa nel tempo:

$$\Delta t_v = q_a T_p = q_p \Delta t_v = q_p (t_p - \Delta t_r)$$

L'invaso della vasca risulta:

$$I = q_a \Delta t_r$$

Risolvendo il sistema formato dalle due equazioni precedenti, si ottiene:

$$I = T_p q_a (1 - q_a/q_p)$$

Eguagliando a zero la derivata $dI/dq_a = 0$, si ottiene la condizione di massimo a T_p costante:

$$q_a = q_p/2$$

a cui corrisponde:

$$I_{max} = Q_p T_p/4$$

Il valore di T_p può essere fissato tenuto conto che le macchine funzionano al meglio senza interruzioni e in subordine con frequenze il più possibile piccole, ossia periodi il più possibile lunghi.

Le condizioni limite sono costituite da frequenze di 6 ÷ 10 attacchi all'ora, ossia periodi di 10 ÷ 6 minuti.

Adottato un valore di T_p favorevole alle macchine e calcolato di conseguenza l'invaso della vasca, occorre verificare che la detenzione dei liquami non sia troppo lunga; per evitare putrefazioni, occorre che $\Delta t_r = I/q_a$

(posto q_a = valore medio minimo della portata di afflusso) non superi i 30 minuti. Nel caso in cui l'impianto è costituito da più pompe funzionanti in parallelo, la condizione critica per l'invaso della vasca si verifica in coincidenza con il funzionamento isolato, ad intermittenza, della pompa più potente.

Considerando le basse portate in arrivo all'impianto, è stato pertanto assunto un valore di

$$T_c = 6 \text{ min}$$

In tale ipotesi il volume utile di una pompa risulta pari a:

$$Vu = (15x60x\ Q_p)/4 = 225 \times Q_p$$

La fognatura fecale, in arrivo all'impianto, è costituita da un DN 250 esistente lungo via Terragneta con successivo recapito al nodo O1.4.

Le portate previste all'impianto sono:

Q_{soll} = (l/s)
2.46

Per quanto concerne la condotta di mandata si ha la necessità di scegliere un diametro che assicuri una velocità in condotta pari ad almeno 0.7 m/sec per evitare problemi di intasamento e/o deposito di materiale. Nel caso in esame, poiché le portate in gioco sono molto ridotte e le velocità sono comunque esigue, si è previsto di utilizzare delle elettropompe trituratici.

Per il calcolo delle perdite di carico complessive nelle condotte di mandata si procede come di seguito indicato. Per la mandata generale si assimilano le perdite di carico complessive al valore delle sole perdite di carico diffuse, infatti giusta la lunghezza della mandata generale, può trascurarsi l'entità delle perdite di carico concentrate in confronto a quelle diffuse.

Viceversa, per i tronchetti di mandata delle singole pompe, le perdite di carico complessive possono senza incertezza assimilarsi all'entità delle sole perdite di carico concentrate; infatti, l'irrisorio sviluppo lineare del tronchetto di mandata delle singole pompe, giustificano perdite di carico diffuse di valore assolutamente trascurabile. È quindi ragionevole assimilare le perdite di carico complessive pari alla somma delle perdite di carico continue nella condotta di mandata generale e le perdite di carico concentrate nei tronchetti di mandata delle singole pompe.

Nel caso specifico, si adotta una premente in ghisa sferoidale da 60 mm, per cui la prevalenza complessiva è pari a:

- Dislivello geodetico ΔH_g=2.61 m
- Materiale= Acciaio inossidabile EN 1.4301 AISI 304 – EN 1.4401 AISI 316, Ghisa sferoidale UNI EN 545/2007 e D.M. n. 174 del 06/04/2004
- Lunghezza=45.32 m

- Giunto = antisfilamento
- Diametro Nominale Dn=60 mm
- Diametro Esterno: De=60 mm
- Diametro Interno: Di=60 mm
- N° di pompe = 1 + 1 di riserva
- Portata massima sollevata = 2.46 l/s = 0.00246 m^3/s
- Velocità in condotta = 0.8 m/s

La valutazione delle perdite di carico distribuite ΔH_d viene effettuata mediante la formula di Darcy - Weisbach:

$$J_d = \lambda V^2/(2gD)$$

Dove λ è il coefficiente di perdita di carico da determinarsi con la formula di ColebrooK-White:

$$\left(\frac{1}{\lambda^{0,5}}\right) = -2 \cdot \log_{10} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{3{,}71 \cdot D} + \frac{2{,}51}{\mathrm{Re} \cdot (\lambda^{0,5})}\right)$$

- J = 0.018765442 m/m
- $\Delta H = J * L$ = 0.8500449831 m

Le perdite concentrate, nei tronchetti di mandata della singola pompa, in ghisa sferoidale del DN 60, sono proporzionali ad un numero di altezze cinetiche, e derivano dalla sequenza dei seguenti disturbi al deflusso:

- a_1 = 0,5 per imbocco
- a_2 = 1 per sbocco
- a_3 = 0,15 per saracinesca
- a_4 = 0,3 per valvola di ritegno
- a_5 = 0,10 per curva a 45°

$$\Sigma_i \alpha_i = 2.05\ V^2/2g$$

$$\Delta H_{cmax} = 0.051 \text{ m}$$

Ne deriva che la prevalenza totale da assegnare alle pompe è pari a:

$$\Delta H_{tot\ min} = \Delta H_g + \Delta H_d + \Delta H_c = 3.51 \text{ m}$$

In questa condizione, il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = (T_{pmin} \times Q_p) / 4$$

dove il T_{pmin} – rappresenta il tempo ciclo minimo – della pompa sommersa. Questa ultimo può assumersi pari al valore di

$$T_p = 6 \text{ min}$$

Pertanto il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu= 15 \times Q_p/4 = 15 \times 60 \times 2.46/4/1000 = 0.558\ m^3$$

Più precisamente tra il livello di avvio e di arresto di una elettropompa è necessario invasare un volume utile che dipende dalla durata minima possibile del ciclo T_p (tempo intercorrente tra un distacco ed un successivo riavvio della pompa) e della portata della pompa Q_p.

Per un qualunque valore della portata in arrivo in vasca, la durata del ciclo T_p, dipende dal tempo di riempimento del volume utile e dal tempo di svuotamento.

Può dimostrarsi che il ciclo più breve e quindi più gravoso per il motore azionante il gruppo, si verifica quando la portata in arrivo è pari alla metà della portata della pompa Q_p.

Le superficie interna della vasca in c.a. gettato in opera, di dimensioni pari a 2.60 m x 3.80 m, è pari a 9.88 mq.

La regolazione dei galleggianti è regolata in maniera tale che, ad un intervallo massimo di 6 min, la pompa entri in funzionamento, onde evitare un eccessivo ristagno di acque nere, con conseguente settizzazione.

La quota assegnata al galleggiante per l'arresto della pompa è pari a 0.31 msm.

La quota assegnata al galleggiante per l'avvio della pompa è pari a 1.11 msm.

L'altezza minima di sommergenza, necessaria al buon funzionamento della pompa, è stata fissata pari a 30 cm.

Tale valore è stato individuato tenendo conto del valore di NPSH (*Net Positive Suction Head*) della pompa stessa che è possibile ricavare dalle schede tecniche in allegato alla presente relazione e, al contempo, del volume di acqua reflua che giungendo all'impianto deve essere allontanata nel periodo di attacco (massimo livello di portata) e stacco (minimo livello di portata) della pompa.

FLYGT

ITT Water & Wastewater Italia

D 46

Specifiche tecniche



La D 46 è un'elettropompa sommergibile per acque di scarico civili e industriali, acque piovane, acque miste, ecc, anche contenenti corpi solidi fino ad un diametro di 45 mm.

Il peso specifico massimo ammesso per il liquido è pari ad 1,1 kg/dm3. La girante è a vortice liquido e presenta spiccate caratteristiche anti intasamento. L'elettropompa è costruita con i medesimi criteri seguiti per le più grandi pompe sommergibili per fognatura, sia per la scelta dei materiali che per il criterio costruttivo. Vi sono due tenute meccaniche con interposta camera d'olio. Sono previsti due sistemi di montaggio: DP con piede di accoppiamento automatico e DF, semplicemente appoggiata, con tubo di mandata rigido o flessibile. Vedere illustrazione a fondo pagina. La pompa può lavorare in servizio continuo anche con statore parzialmente scoperto.

4.2.2 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in Via Terragneta (nodo O1)*

Il suddetto impianto sarà ubicato nella zona Sud Orientale di Torre Annunziata e sarà a servizio della fognatura nera di Via Terragneta. La stazione di sollevamento verrà ubicata in un pozzetto sotto la sede stradale, raccoglierà i reflui proveniente da Via Terragneta (impianto di sollevamento O1.4), Via Solferino e Via Volturno e rilancerà la portata ivi convogliata, nella fognatura mista esistente di Via Schiti. Si prevedono due elettropompe sommerse di cui una in esercizio e l'altra di riserva.

Le elettropompe sommerse richiedono un certo battente d'acqua all'interno del manufatto che è stato fissato in funzione del tempo ciclo di funzionamento delle apparecchiature previste.

Il battente d'acqua, è stato peraltro dettato dalla necessità di assicurare un adeguato dislivello tra le diverse soglie di partenza ed arresto delle elettropompe.

Per il rilevamento dei livelli d'acqua esistenti nelle vasche d'aspirazione delle elettropompe, necessari al funzionamento automatico delle stesse, è stato previsto l'installazione di misuratori di livello piezoresistivi speciali.

L'avvio e il distacco delle elettropompe sono comandati dai misuratori di livello piezoresistivi, installati in una zona di calma all'interno della vasca, onde evitare disturbi al funzionamento derivanti dalla turbolenza indotta dalle portate in transito nei manufatti.

Le dimensioni del manufatto saranno tali da assicurare i volumi minimi necessari, a limitare ragionevolmente il numero di avviamenti/ora entro un valore accettabile per il motore e il sistema di raffreddamento delle elettropompe.

Più precisamente tra il livello di avvio e di arresto di una elettropompa è necessario invasare un volume utile che dipende dalla durata minima possibile del ciclo T_c (tempo intercorrente tra un distacco e un successivo riavvio della pompa) e della portata della pompa Q_p.

Per un qualunque valore della portata in arrivo in vasca, la durata del ciclo T_c, dipende dal tempo di riempimento del volume utile e dal tempo di svuotamento.

Può dimostrarsi che il ciclo più breve, e quindi più gravoso per il motore azionante il gruppo, si verifica quando la portata in arrivo è pari alla metà della portata della pompa Q_p.

L'impianto è progettato per il funzionamento ad una sola pompa. Le grandezze fisiche in gioco risultano:

- I (m^3) = invaso della vasca di aspirazione;
- q_a (m^3/s) = portata di afflusso;
- q_p (m^3/s) = portata della pompa;
- Δt_r (s) = intervallo di riempimento della vasca;
- Δt_v (s) = intervallo di vuotatura della vasca;

- $T_p = \Delta t_r + \Delta t_v$ = periodo di funzionamento della pompa, ossia intervallo tra due attacchi successivi;
- $f_p = 1/T_p$ = frequenza di funzionamento della pompa, ossia numero di attacchi nell'unità di tempo.

Secondo il principio di continuità, il volume affluito nella vasca nel tempo T_p deve essere uguale al volume prelevato dalla pompa nel tempo:

$$\Delta t_v = q_a T_p = q_p \Delta t_v = q_p (t_p - \Delta t_r)$$

L'invaso della vasca risulta:

$$I = q_a \Delta t_r$$

Risolvendo il sistema formato dalle due equazioni precedenti, si ottiene:

$$I = T_p q_a (1 – q_a/q_p)$$

Eguagliando a zero la derivata $dI/dq_a = 0$, si ottiene la condizione di massimo a T_p costante:

$$q_a = q_p/2$$

a cui corrisponde:

$$I_{max} = Q_p T_p/4$$

Il valore di T_p può essere fissato tenuto conto che le macchine funzionano al meglio senza interruzioni e in subordine con frequenze il più possibile piccole, ossia periodi il più possibile lunghi.

In questa condizione, il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = (T_{cmin} \times Q_p) / 4$$

dove il T_{cmin} – rappresenta il tempo ciclo minimo – della pompa sommersa.

Le condizioni limite sono costituite da frequenze di 6 ÷ 10 attacchi all'ora, ossia periodi di 10 ÷ 6 minuti.

Adottato un valore di T_p favorevole alle macchine e calcolato di conseguenza l'invaso della vasca, occorre verificare che la detenzione dei liquami non sia troppo lunga; per evitare putrefazioni, occorre che $\Delta t_r = I/q_a$ (posto q_a = valore medio minimo della portata di afflusso) non superi i 30 minuti. Nel caso in cui l'impianto è costituito da più pompe funzionanti in parallelo, la condizione critica per l'invaso della vasca si verifica in coincidenza con il funzionamento isolato, ad intermittenza, della pompa più potente.

È stato pertanto assunto un valore di

$$T_c = 15 \text{ min}$$

In tale ipotesi il volume utile di una pompa risulta pari a:

$$Vu = (6x60x Q_p)/4 = 225 \times Q_p$$

La fognatura fecale, in arrivo all'impianto, è costituita da un DN 250 di progetto, realizzata nell'ambito del Progetto del Commissariato Sarno che corre lungo la strada di Via Terragneta.

Le portate previste all'impianto sono:

$Q_{m,n}$ (l/s)	$Q_{soll} = 3Q_{m,n}$ (l/s)
2.8	8.5

Per quanto concerne la condotta di mandata si ha la necessità di scegliere un diametro che assicuri una velocità in condotta pari ad almeno 0.7 m/sec per evitare problemi di intasamento e/o deposito di materiale. Nel caso in esame, poiché le portate in gioco sono molto ridotte e le velocità sono comunque esigue, si è previsto di utilizzare delle elettropompe trituratici.

Per il calcolo delle perdite di carico complessive nelle condotte di mandata si procede come di seguito indicato. Per la mandata generale si assimilano le perdite di carico complessive al valore delle sole perdite di carico diffuse, infatti giusta la lunghezza della mandata generale, può trascurarsi l'entità delle perdite di carico concentrate in confronto a quelle diffuse.

Viceversa, per i tronchetti di mandata delle singole pompe, le perdite di carico complessive possono senza incertezza assimilarsi all'entità delle sole perdite di carico concentrate; infatti, l'irrisorio sviluppo lineare del tronchetto di mandata delle singole pompe, giustificano perdite di carico diffuse di valore assolutamente trascurabile. È quindi ragionevole assimilare le perdite di carico complessive pari alla somma delle perdite di carico continue nella condotta di mandata generale e le perdite di carico concentrate nei tronchetti di mandata delle singole pompe.

Nel caso in esame si adotta una premente in PEAD liscio da 160 mm per cui la prevalenza complessiva è pari a:

- Dislivello geodetico ΔH_g=1.67 m
- Materiale= Acciaio inossidabile EN 1.4301 AISI 304 – EN 1.4401 AISI 316, PE AD UNI EN 12201-2
- Lunghezza=108 m
- Giunto = antisfilamento
- Diametro Nominale Dn=160 mm
- Diametro Esterno: De=160 mm
- Diametro Interno: Di=141 mm
- N° di pompe = 1 + 1 di riserva
- Portata minima sollevata = 2.8 l/s = 0.0028 m^3/s
- Portata massima sollevata = 8.5 l/s = 0.0085 m^3/s

Si ha dunque:

V = Velocità in condotta =0.7 m/s

La valutazione delle perdite di carico distribuite ΔH_d viene effettuata mediante la formula di Darcy - Weisbach:

$$J_d = \lambda V^2/(2gD)$$

Dove λ è il coefficiente di perdita di carico da determinarsi con la formula di ColebrooK-White:

$$\left(\frac{1}{\lambda^{0,5}}\right) = -2 \cdot \log_{10} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{3{,}71 \cdot D} + \frac{2{,}51}{\mathrm{Re} \cdot (\lambda^{0,5})}\right)$$

- J = 0.000157802 m/m
- ΔH = J*L = 0.00001053 m

Le perdite concentrate, nei tronchetti di mandata della singola pompa, in acciaio del DN 100, sono proporzionali ad un numero di altezze cinetiche, e derivano dalla sequenza dei seguenti disturbi al deflusso:

- a_1 = 0,5 per imbocco
- a_2 = 1 per sbocco
- a_3 = 0,15 per saracinesca
- a_4 = 0,3 per valvola di ritegno
- a_5 = 0,10 per curva a 45°

$$\Sigma_i \alpha_i = 2.05\ V^2/2g$$

$$\Delta H_{cmax} = 0.051 \text{ m}$$

Ne deriva che la prevalenza totale da assegnare alle pompe è pari a:

$$\Delta H_{tot\ min} = \Delta H_g + \Delta H_d + \Delta H_c = 1.72 \text{ m}$$

In questa condizione, il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = (T_{pmin} \times Q_p) / 4$$

dove il T_{pmin} – rappresenta il tempo ciclo minimo – della pompa sommersa. Questa ultimo può assumersi pari al valore di

$$T_p = 15 \text{ min}$$

Pertanto il volume utile esso vale:

$$Vu = 6 \times Q_p/4 = 6 \times 60 \times 8.428/4/1000 = 0.92 \text{ m}^3$$

Più precisamente tra il livello di avvio e di arresto di una elettropompa è necessario invasare un volume utile che dipende dalla durata minima possibile del ciclo T_p (tempo intercorrente tra un distacco ed un successivo riavvio della pompa) e della portata della pompa Q_p.

Per un qualunque valore della portata in arrivo in vasca, la durata del ciclo T_p, dipende dal tempo di riempimento del volume utile e dal tempo di svuotamento.

Può dimostrarsi che il ciclo più breve e quindi più gravoso per il motore azionante il gruppo, si verifica quando la portata in arrivo è pari alla metà della portata della pompa Q_p.

Le superficie interna della vasca in c.a. gettato in opera, di dimensioni a 2.60 m x 3.80 m, è pari a 9.88 mq.

La regolazione dei galleggianti è regolata in maniera tale che, ad un intervallo massimo di 15 min, la pompa entri in funzionamento, onde evitare un eccessivo ristagno di acque nere, con conseguente settizzazione.

La quota assegnata al galleggiante per l'arresto della pompa è pari a 0.97 msm.

La quota assegnata al galleggiante per l'avvio della pompa è pari a -1.37 msm.

L'altezza minima di sommergenza, necessaria al buon funzionamento della pompa, è stata fissata pari a 30 cm.

Tale valore è stato individuato tenendo conto del valore di NPSH (*Net Positive Suction Head*) della pompa stessa che è possibile ricavare dalle schede tecniche in allegato alla presente relazione e, al contempo, del volume di acqua reflua che giungendo all'impianto deve essere allontanata nel periodo di attacco (massimo livello di portata) e stacco (minimo livello di portata) della pompa.

NP 3085 SH 3~ Adaptive 256

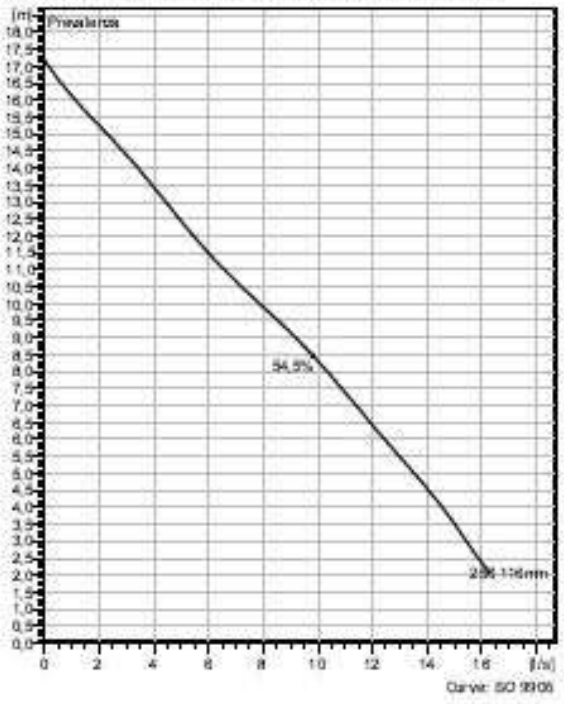
Girante brevettata a canale autopulente semiaperto, ideale per la maggior parte delle applicazioni di pompaggio di acque. Progettazione modulare con elevato grado di adattamento.

FLYGT a xylem brand

Technical specification



Curves according to: Acqua, pulita 277 K, 999,9 kg/m³, 1,5692 mm²/s



Configurazione

Motor number
NB085.160 15-09-2AL-W
2.4KW

Installazione
P - Installazione
semipermanente sommersa

Diametro girante
116 mm

Diametro mandata
80 mm

4.2.3 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in Traversa Bottaro (nodo N1)*

Il suddetto impianto sarà ubicato nella zona Sud Orientale di Torre Annunziata e sarà a servizio del collettore di fogna nera di progetto di Traversa Bottaro.

La stazione di sollevamento verrà ubicata in un pozzetto sotto la sede stradale, e rilancerà la portata ivi convogliata, nel collettore esistente di via Bottaro (nodo N2). Si prevedono due elettropompe sommerse di cui una in esercizio e l'altra di riserva.

Le elettropompe sommerse richiedono un certo battente d'acqua all'interno del manufatto che è stato fissato in funzione del tempo ciclo di funzionamento delle apparecchiature previste.

Il battente d'acqua, è stato peraltro dettato dalla necessità di assicurare un adeguato dislivello tra le diverse soglie di partenza ed arresto delle elettropompe.

Per il rilevamento dei livelli d'acqua esistenti nelle vasche d'aspirazione delle elettropompe, necessari al funzionamento automatico delle stesse, è stato previsto l'installazione di misuratori di livello piezoresistivi speciali e galleggiante di sicurezza.

Infine, si è prevista l'installazione di elettropompe dotate di valvola trituratrice necessaria a prevenire l'occlusione della condotta di mandata.

L'avvio e il distacco delle elettropompe sono comandati dai misuratori di livello piezoresistivi installati in una zona di calma all'interno della vasca onde evitare disturbi al funzionamento derivanti dalla turbolenza indotta dalle portate in transito nei manufatti.

Le dimensioni del manufatto devono essere tali da assicurare i volumi minimi necessari a limitare ragionevolmente il numero di avviamenti/ora entro un valore accettabile per il motore e il sistema di raffreddamento delle elettropompe.

L'impianto è progettato per il funzionamento ad una sola pompa. Le grandezze fisiche in gioco risultano:

- I (m^3) = invaso della vasca di aspirazione;
- q_a (m^3/s) = portata di afflusso;
- q_p (m^3/s) = portata della pompa;
- Δt_r (s) = intervallo di riempimento della vasca;
- Δt_v (s) = intervallo di vuotatura della vasca;
- $T_p = \Delta t_r + \Delta t_v$ = periodo di funzionamento della pompa, ossia intervallo tra due attacchi successivi;
- $f_p = 1/T_p$ = frequenza di funzionamento della pompa, ossia numero di attacchi nell'unità di tempo.

Secondo il principio di continuità, il volume affluito nella vasca nel tempo T_p deve essere uguale al volume prelevato dalla pompa nel tempo:

$$\Delta t_v = q_a T_p = q_p \Delta t_v = q_p (t_p - \Delta t_r)$$

L'invaso della vasca risulta:

$$I = q_a \, \Delta t_r$$

Risolvendo il sistema formato dalle due equazioni precedenti, si ottiene:

$$I = T_p \, q_a \, (1 - q_a/q_p)$$

Eguagliando a zero la derivata $dI/dq_a = 0$, si ottiene la condizione di massimo a T_p costante:

$$q_a = q_p/2$$

a cui corrisponde:

$$I_{max} = Q_p \, T_p/4$$

Il valore di T_p può essere fissato tenuto conto che le macchine funzionano al meglio senza interruzioni e in subordine con frequenze il più possibile piccole, ossia periodi il più possibile lunghi.

Le condizioni limite sono costituite da frequenze di 6 ÷ 10 attacchi all'ora, ossia periodi di 10 ÷ 6 minuti.

Adottato un valore di T_p favorevole alle macchine e calcolato di conseguenza l'invaso della vasca, occorre verificare che la detenzione dei liquami non sia troppo lunga; per evitare putrefazioni, occorre che $\Delta t_r = I/q_a$ (posto q_a = valore medio minimo della portata di afflusso) non superi i 30 minuti. Nel caso in cui l'impianto è costituito da più pompe funzionanti in parallelo, la condizione critica per l'invaso della vasca si verifica in coincidenza con il funzionamento isolato, ad intermittenza, della pompa più potente.

Considerando le basse portate in arrivo all'impianto, è stato pertanto assunto un valore di

$$T_c = 15 \text{ min}$$

In tale ipotesi il volume utile di una pompa risulta pari a:

$$Vu = (15x60x \, Q_p)/4 = 225 \, x \, Q_p$$

La fognatura fecale, in arrivo all'impianto, è costituita da un DN 250 di progetto da realizzarsi lungo via Terragneta con successivo recapito al nodo O1.

Le portate previste all'impianto sono:

$Q_{m,n}$ (l/s)	$Q_{soll} = 3Q_{m,n}$ (l/s)
0.140	0.420

Per quanto concerne la condotta di mandata si ha la necessità di scegliere un diametro che assicuri una velocità in condotta pari ad almeno 0.7 m/sec per evitare problemi di intasamento e/o deposito di materiale. Nel caso in esame, poiché le portate in gioco sono molto ridotte e le velocità sono comunque esigue, si è previsto di utilizzare delle elettropompe triturati.

Per il calcolo delle perdite di carico complessive nelle condotte di mandata si procede come di seguito indicato. Per la mandata generale si assimilano le perdite di carico complessive al valore delle sole perdite di

carico diffuse, infatti giusta la lunghezza della mandata generale, può trascurarsi l'entità delle perdite di carico concentrate in confronto a quelle diffuse.

Viceversa, per i tronchetti di mandata delle singole pompe, le perdite di carico complessive possono senza incertezza assimilarsi all'entità delle sole perdite di carico concentrate; infatti, l'irrisorio sviluppo lineare del tronchetto di mandata delle singole pompe, giustificano perdite di carico diffuse di valore assolutamente trascurabile. È quindi ragionevole assimilare le perdite di carico complessive pari alla somma delle perdite di carico continue nella condotta di mandata generale e le perdite di carico concentrate nei tronchetti di mandata delle singole pompe.

Nel caso specifico, si adotta una premente in ghisa sferoidale da 60 mm, per cui la prevalenza complessiva è pari a:

- Dislivello geodetico ΔH_g=2.64 m
- Materiale= Acciaio inossidabile EN 1.4301 AISI 304 – EN 1.4401 AISI 316, Ghisa sferoidale UNI EN 545/2007 e D.M. n. 174 del 06/04/2004
- Lunghezza=269.11 m
- Giunto = antisfilamento
- Diametro Nominale Dn=60 mm
- Diametro Esterno: De=60 mm
- Diametro Interno: Di=100 mm
- N° di pompe = 1 + 1 di riserva
- Portata minima sollevata = 0.140 l/s = 0.000140 m^3/s
- Portata massima sollevata = 0.420 l/s = 0.000420 m^3/s
- Velocità in condotta = 0.70 m/s

La valutazione delle perdite di carico distribuite ΔH_d viene effettuata mediante la formula di Darcy - Weisbach:

$$J_d = \lambda V^2/(2gD)$$

Dove λ è il coefficiente di perdita di carico da determinarsi con la formula di ColebrooK-White:

$$\left(\frac{1}{\lambda^{0,5}}\right) = -2 \cdot \log_{10} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{3{,}71 \cdot D} + \frac{2{,}51}{\mathrm{Re} \cdot (\lambda^{0,5})}\right)$$

- J = 0,00000020238 m/m
- $\Delta H = J * L$ = 0.0000544 m

Le perdite concentrate, nei tronchetti di mandata della singola pompa, in ghisa sferoidale del DN 60, sono proporzionali ad un numero di altezze cinetiche, e derivano dalla sequenza dei seguenti disturbi al deflusso:

- a_1 = 0,5 per imbocco
- a_2 = 1 per sbocco
- a_3 = 0,15 per saracinesca
- a_4 = 0,3 per valvola di ritegno
- a_5 = 0,10 per curva a 45°

$$\Sigma_i \alpha_i = 2.05\ V^2/2g$$

$$\Delta H_{cmax} = 0.051\ m$$

Ne deriva che la prevalenza totale da assegnare alle pompe è pari a:

$$\Delta H_{tot\ min} = \Delta H_g + \Delta H_d + \Delta H_c = 2.69\ m$$

In questa condizione, il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = (T_{pmin} \times Q_p) / 4$$

dove il T_{pmin} – rappresenta il tempo ciclo minimo – della pompa sommersa. Questa ultimo può assumersi pari al valore di

$$T_p = 15\ min$$

Pertanto il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = 15 \times Q_p/4 = 15 \times 60 \times 0.578/4/1000 = 0.09\ m^3$$

Più precisamente tra il livello di avvio e di arresto di una elettropompa è necessario invasare un volume utile che dipende dalla durata minima possibile del ciclo T_p (tempo intercorrente tra un distacco ed un successivo riavvio della pompa) e della portata della pompa Q_p.

Per un qualunque valore della portata in arrivo in vasca, la durata del ciclo T_p, dipende dal tempo di riempimento del volume utile e dal tempo di svuotamento.

Può dimostrarsi che il ciclo più breve e quindi più gravoso per il motore azionante il gruppo, si verifica quando la portata in arrivo è pari alla metà della portata della pompa Q_p.

Le superficie interna della vasca in c.a. gettato in opera, di dimensioni pari a 2.60 m x 3.80 m, è pari a 9.88 mq.

La regolazione dei galleggianti è regolata in maniera tale che, ad un intervallo massimo di 15 min, la pompa entri in funzionamento, onde evitare un eccessivo ristagno di acque nere, con conseguente settizzazione.

La quota assegnata al galleggiante per l'arresto della pompa è pari a -0.16 msm.

La quota assegnata al galleggiante per l'avvio della pompa è pari a 0.14 msm.

L'altezza minima di sommergenza, necessaria al buon funzionamento della pompa, è stata fissata pari a 30 cm.

Tale valore è stato individuato tenendo conto del valore di NPSH (*Net Positive Suction Head*) della pompa stessa che è possibile ricavare dalle schede tecniche in allegato alla presente relazione e, al contempo, del volume di acqua reflua che giungendo all'impianto deve essere allontanata nel periodo di attacco (massimo livello di portata) e stacco (minimo livello di portata) della pompa.

FLYGT

ITT Water & Wastewater Italia

D 37

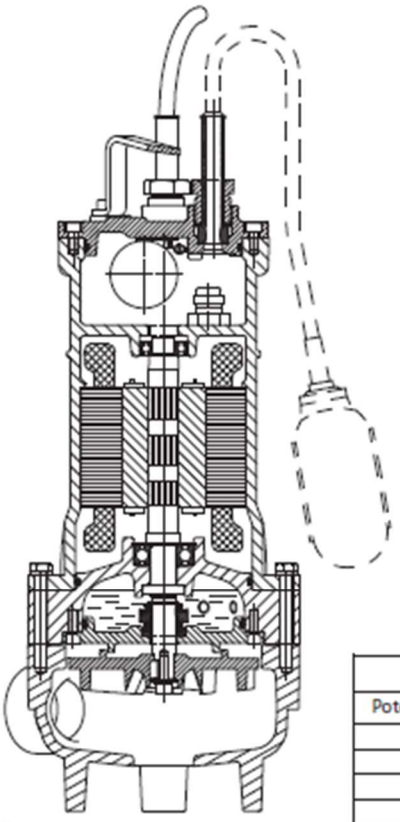
Specifiche tecniche



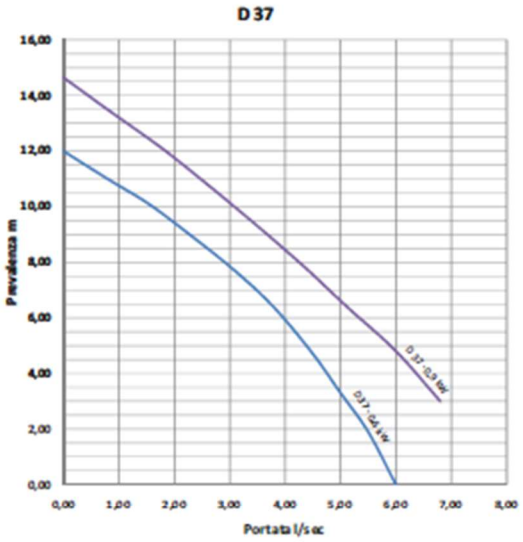
La D 37 è un'elettropompa sommergibile per acque di scarico civili e industriali, acque piovane, acque miste, ecc, anche contenenti corpi solidi fino ad un diametro di 40 mm.

Il peso specifico massimo ammesso per il liquido è pari ad 1,1 kg/dm3. La girante è a vortice liquido e presenta spiccate caratteristiche anti intasamento. L'elettropompa è costruita con i medesimi criteri seguiti per le più grandi pompe sommergibili per fognatura, sia per la scelta dei materiali che per il criterio costruttivo. Sono previsti due sistemi di montaggio: DP con piede di accoppiamento automatico e DF, semplicemente appoggiata, con tubo di mandata rigido o flessibile. Vedere illustrazione a fondo pagina. La pompa può lavorare in servizio continuo anche con statore parzialmente scoperto.

DP/DF 37 — 50Hz



Curve caratteristiche



motore		assorbimento nominale		peso pompa
Potenza in kW	giri/min.	Trifase 400V	Monofase 230V	
0,6	2800	-	5,0 A	24 kg
0,6	2800	1,6 A	-	
0,9	2800	-	9,0 A	
cavo elettrico		4G1	3G1,5	

Le versioni monofase 0,6 kW e 0,9 kW sono equipaggiate con condensatore incorporato e non necessitano di alcun avviatore esterno. 20 μF, 450 V per la versione 0,6 kW
25 μF, 450 V per la versione 0,9 kW

Versione con regolatore di livello: 0,6 kW monofase

Motore

Asincrono, trifase, isolato in classe F, a 2 poli.

Materiali

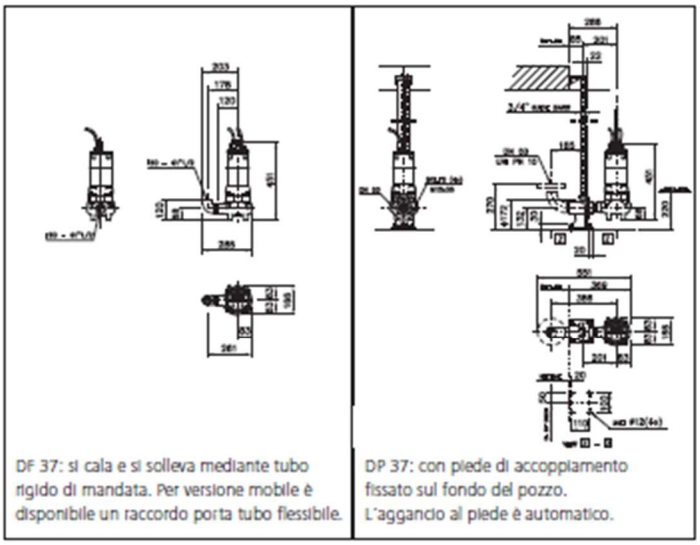
- Fusioni: ghisa EN GG25
- Albero: acciaio inox AISI 420
- Anelli OR: gomma nitrilica (70° IRH)
- Tenuta superiore: a labbro
- Tenuta meccanica inferiore: carburo di silicio – carburo di silicio
- Viteria: acciaio inox AISI 304

Dati tecnici

- Temperatura del liquido: max 40 °C
- Profondità di immersione: max 20 m
- pH del liquido pompato: 7 – 13
- Peso specifico del liquido fino a 1,1 kg/dm³.
- Minimo livello del liquido a metà alloggio statore

Collegamento bocca di mandata

DP - DF attacco filettato 1"½ gas femmina o raccordo porta tubo flessibile DN 40 per sola versione DF.



DF 37: si cala e si solleva mediante tubo rigido di mandata. Per versione mobile è disponibile un raccordo porta tubo flessibile.

DP 37: con piede di accoppiamento fissato sul fondo del pozzo. L'aggancio al piede è automatico.

ITT Water & Wastewater Italia srl
Via Gioacchino Rossini 1/A 20020 Lainate (Mi) - Tel. 0290358.1 - Fax 02919990 - www.ittwww.it - ittwww.italia@itt.com

D37.04.10.it.05.11.1M.mod.175-811/603.t.m.

salvo modifiche tecniche

4.2.4

4.2.4 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in via Magenta (nodo M3')*

Il suddetto impianto sarà ubicato nella zona Sud Orientale di Torre Annunziata e sarà a servizio della fognatura nera di progetto di Via Magenta e della fognatura nera esistente della zona ASI. La stazione di sollevamento verrà ubicata in un pozzetto sotto la sede stradale all'interno della zona ASI, e rilancerà la portata ivi convogliata, nella fognatura nera esistente di Via Terragneta. Si prevedono due elettropompe sommerse di cui una in esercizio e l'altra di riserva.

Le elettropompe sommerse richiedono un certo battente d'acqua all'interno del manufatto che è stato fissato in funzione del tempo ciclo di funzionamento delle apparecchiature previste.

Il battente d'acqua, è stato peraltro dettato dalla necessità di assicurare un adeguato dislivello tra le diverse soglie di partenza ed arresto delle elettropompe.

Per il rilevamento dei livelli d'acqua esistenti nelle vasche d'aspirazione delle elettropompe, necessari al funzionamento automatico delle stesse, è stato previsto l'installazione di misuratori di livello piezoresistivi speciali e galleggiante di sicurezza.

Infine, si è prevista l'installazione di elettropompe dotate di valvola trituratrice necessaria a prevenire l'occlusione della condotta di mandata.

L'avvio e il distacco delle elettropompe sono comandati dai misuratori di livello piezoresistivi installati in una zona di calma all'interno della vasca onde evitare disturbi al funzionamento derivanti dalla turbolenza indotta dalle portate in transito nei manufatti.

Le dimensioni del manufatto devono essere tali da assicurare i volumi minimi necessari a limitare ragionevolmente il numero di avviamenti/ora entro un valore accettabile per il motore e il sistema di raffreddamento delle elettropompe.

L'impianto è progettato per il funzionamento ad una sola pompa. Le grandezze fisiche in gioco risultano:

- I (m^3) = invaso della vasca di aspirazione;
- q_a (m^3/s) = portata di afflusso;
- q_p (m^3/s) = portata della pompa;
- Δt_r (s) = intervallo di riempimento della vasca;
- Δt_v (s) = intervallo di vuotatura della vasca;
- $T_p = \Delta t_r + \Delta t_v$ = periodo di funzionamento della pompa, ossia intervallo tra due attacchi successivi;
- $f_p = 1/T_p$ = frequenza di funzionamento della pompa, ossia numero di attacchi nell'unità di tempo.

Secondo il principio di continuità, il volume affluito nella vasca nel tempo T_p deve essere uguale al volume prelevato dalla pompa nel tempo:

$$\Delta t_v = q_a T_p = q_p \Delta t_v = q_p (t_p - \Delta t_r)$$

L'invaso della vasca risulta:

$$I = q_a \, \Delta t_r$$

Risolvendo il sistema formato dalle due equazioni precedenti, si ottiene:

$$I = T_p \, q_a \, (1 - q_a/q_p)$$

Eguagliando a zero la derivata $dI/dq_a = 0$, si ottiene la condizione di massimo a T_p costante:

$$q_a = q_p/2$$

a cui corrisponde:

$$I_{max} = Q_p \, T_p/4$$

Il valore di T_p può essere fissato tenuto conto che le macchine funzionano al meglio senza interruzioni e in subordine con frequenze il più possibile piccole, ossia periodi il più possibile lunghi.

Le condizioni limite sono costituite da frequenze di 6 ÷ 10 attacchi all'ora, ossia periodi di 10 ÷ 6 minuti.

Adottato un valore di T_p favorevole alle macchine e calcolato di conseguenza l'invaso della vasca, occorre verificare che la detenzione dei liquami non sia troppo lunga; per evitare putrefazioni, occorre che $\Delta t_r = I/q_a$ (posto q_a = valore medio minimo della portata di afflusso) non superi i 30 minuti. Nel caso in cui l'impianto è costituito da più pompe funzionanti in parallelo, la condizione critica per l'invaso della vasca si verifica in coincidenza con il funzionamento isolato, ad intermittenza, della pompa più potente.

Considerando le basse portate in arrivo all'impianto, è stato pertanto assunto un valore di

$$T_c = 15 \text{ min}$$

In tale ipotesi il volume utile di una pompa risulta pari a:

$$Vu = (15x60x \, Q_p)/4 = 225 \, x \, Q_p$$

La fognatura fecale, in arrivo all'impianto, è costituita da un DN 250 di progetto da realizzarsi lungo via Magenta con successivo recapito al nodo M3'.

Le portate previste all'impianto sono:

$Q_{m,n}$ (l/s)	$Q_{soll} = 3Q_{m,n}$ (l/s)
0.603	1.81

Per quanto concerne la condotta di mandata si ha la necessità di scegliere un diametro che assicuri una velocità in condotta pari ad almeno 0.7 m/sec per evitare problemi di intasamento e/o deposito di materiale. Nel caso in esame, poiché le portate in gioco sono molto ridotte e le velocità sono comunque esigue, si è previsto di utilizzare delle elettropompe triturati.

Per il calcolo delle perdite di carico complessive nelle condotte di mandata si procede come di seguito indicato. Per la mandata generale si assimilano le perdite di carico complessive al valore delle sole perdite di

carico diffuse, infatti giusta la lunghezza della mandata generale, può trascurarsi l'entità delle perdite di carico concentrate in confronto a quelle diffuse.

Viceversa, per i tronchetti di mandata delle singole pompe, le perdite di carico complessive possono senza incertezza assimilarsi all'entità delle sole perdite di carico concentrate; infatti, l'irrisorio sviluppo lineare del tronchetto di mandata delle singole pompe, giustificano perdite di carico diffuse di valore assolutamente trascurabile. È quindi ragionevole assimilare le perdite di carico complessive pari alla somma delle perdite di carico continue nella condotta di mandata generale e le perdite di carico concentrate nei tronchetti di mandata delle singole pompe.

Nel caso specifico, si adotta una premente in ghisa sferoidale da 60 mm, per cui la prevalenza complessiva è pari a:

- Dislivello geodetico ΔH_g=2.37 m
- Materiale= Acciaio inossidabile EN 1.4301 AISI 304 – EN 1.4401 AISI 316, Ghisa sferoidale UNI EN 545/2007 e D.M. n. 174 del 06/04/2004
- Lunghezza=349.00 m
- Giunto = antisfilamento
- Diametro Nominale Dn=60 mm
- Diametro Esterno: De=60 mm
- Diametro Interno: Di=60 mm
- N° di pompe = 1 + 1 di riserva
- Portata minima sollevata = 0.603 l/s = 0.000603 m^3/s
- Portata massima sollevata = 1.81 l/s = 0.00181 m^3/s
- Velocità in condotta = 0.70 m/s

La valutazione delle perdite di carico distribuite ΔH_d viene effettuata mediante la formula di Darcy - Weisbach:

$$J_d = \lambda V^2/(2gD)$$

Dove λ è il coefficiente di perdita di carico da determinarsi con la formula di ColebrooK-White:

$$\left(\frac{1}{\lambda^{0,5}}\right) = -2 \cdot \log_{10} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{3{,}71 \cdot D} + \frac{2{,}51}{\mathrm{Re} \cdot (\lambda^{0,5})}\right)$$

- J = 0.00005099 m/m
- $\Delta H = J * L$ = 0.01779551 m

Le perdite concentrate, nei tronchetti di mandata della singola pompa, in ghisa sferoidale del DN 60, sono proporzionali ad un numero di altezze cinetiche, e derivano dalla sequenza dei seguenti disturbi al deflusso:

- a_1 = 0,5 per imbocco
- a_2 = 1 per sbocco
- a_3 = 0,15 per saracinesca
- a_4 = 0,3 per valvola di ritegno
- a_5 = 0,10 per curva a 45°

$$\Sigma_i \alpha_i = 2.05\ V^2/2g$$

$$\Delta H_{cmax} = 0.051\ m$$

Ne deriva che la prevalenza totale da assegnare alle pompe è pari a:

$$\Delta H_{tot\ min} = \Delta H_g + \Delta H_d + \Delta H_c = 2.43\ m$$

In questa condizione, il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = (T_{pmin} \times Q_p) / 4$$

dove il T_{pmin} – rappresenta il tempo ciclo minimo – della pompa sommersa. Questa ultimo può assumersi pari al valore di

$$T_p = 15\ min$$

Pertanto il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = 15 \times Q_p/4 = 15 \times 60 \times 0.578/4/1000 = 0.41\ m^3$$

Più precisamente tra il livello di avvio e di arresto di una elettropompa è necessario invasare un volume utile che dipende dalla durata minima possibile del ciclo T_p (tempo intercorrente tra un distacco ed un successivo riavvio della pompa) e della portata della pompa Q_p.

Per un qualunque valore della portata in arrivo in vasca, la durata del ciclo T_p, dipende dal tempo di riempimento del volume utile e dal tempo di svuotamento.

Può dimostrarsi che il ciclo più breve e quindi più gravoso per il motore azionante il gruppo, si verifica quando la portata in arrivo è pari alla metà della portata della pompa Q_p.

Le superficie interna della vasca in c.a. gettato in opera, di dimensioni pari a 2.60 m x 3.80 m, è pari a 9.88 mq.

La regolazione dei galleggianti è regolata in maniera tale che, ad un intervallo massimo di 15 min, la pompa entri in funzionamento, onde evitare un eccessivo ristagno di acque nere, con conseguente settizzazione.

La quota assegnata al galleggiante per l'arresto della pompa è pari a 1.47 msm.

La quota assegnata al galleggiante per l'avvio della pompa è pari a 1.87 msm.

L'altezza minima di sommergenza, necessaria al buon funzionamento della pompa, è stata fissata pari a 30 cm.

Tale valore è stato individuato tenendo conto del valore di NPSH (*Net Positive Suction Head*) della pompa stessa che è possibile ricavare dalle schede tecniche in allegato alla presente relazione e, al contempo, del volume di acqua reflua che giungendo all'impianto deve essere allontanata nel periodo di attacco (massimo livello di portata) e stacco (minimo livello di portata) della pompa.

FLYGT

ITT Water & Wastewater Italia

D 37

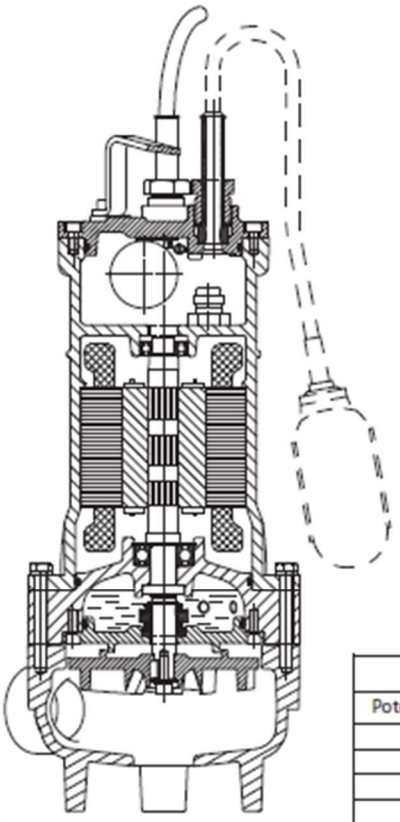
Specifiche tecniche



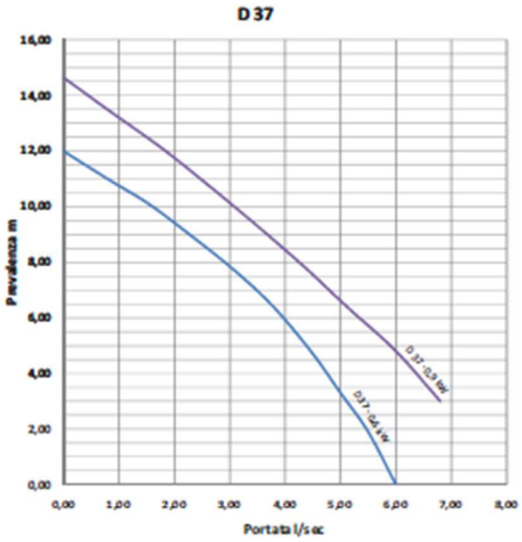
La D 37 è un'elettropompa sommergibile per acque di scarico civili e industriali, acque piovane, acque miste, ecc, anche contenenti corpi solidi fino ad un diametro di 40 mm.

Il peso specifico massimo ammesso per il liquido è pari ad 1,1 kg/dm3. La girante è a vortice liquido e presenta spiccate caratteristiche anti intasamento. L'elettropompa è costruita con i medesimi criteri seguiti per le più grandi pompe sommergibili per fognatura, sia per la scelta dei materiali che per il criterio costruttivo. Sono previsti due sistemi di montaggio: DP con piede di accoppiamento automatico e DF, semplicemente appoggiata, con tubo di mandata rigido o flessibile. Vedere illustrazione a fondo pagina. La pompa può lavorare in servizio continuo anche con statore parzialmente scoperto.

DP/DF 37 — 50Hz



Curve caratteristiche



motore		assorbimento nominale		peso pompa
Potenza in kW	giri/min.	Trifase 400V	Monofase 230V	
0,6	2800	-	5,0 A	24 kg
0,6	2800	1,6 A	-	
0,9	2800	-	9,0 A	
cavo elettrico		4G1	3G1,5	

Le versioni monofase 0,6 kW e 0,9 kW sono equipaggiate con condensatore incorporato e non necessitano di alcun avviatore esterno. 20 µF, 450 V per la versione 0,6 kW
25 µF, 450 V per la versione 0,9 kW

Versione con regolatore di livello: 0,6 kW monofase

Motore

Asincrono, trifase, isolato in classe F, a 2 poli.

Materiali

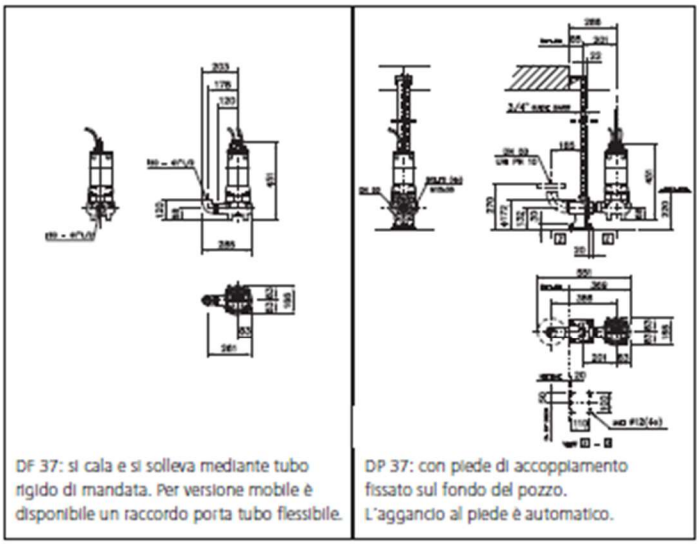
- Fusioni: ghisa EN GG25
- Albero: acciaio inox AISI 420
- Anelli OR: gomma nitrilica (70° IRH)
- Tenuta superiore: a labbro
- Tenuta meccanica inferiore: carburo di silicio – carburo di silicio
- Viteria: acciaio inox AISI 304

Dati tecnici

- Temperatura del liquido: max 40 °C
- Profondità di immersione: max 20 m
- pH del liquido pompato: 7 – 13
- Peso specifico del liquido fino a 1,1 kg/dm³.
- Minimo livello del liquido a metà alloggio statore

Collegamento bocca di mandata

DP - DF attacco filettato 1"½ gas femmina o raccordo porta tubo flessibile DN 40 per sola versione DF.



DF 37: si cala e si solleva mediante tubo rigido di mandata. Per versione mobile è disponibile un raccordo porta tubo flessibile.

DP 37: con piede di accoppiamento fissato sul fondo del pozzo. L'aggancio al piede è automatico.

ITT Water & Wastewater Italia srl
Via Gioacchino Rossini 1/A 20020 Lainate (Mi) - Tel. 0290358.1 - Fax 02919990 - www.ittwww.it - ittwww.italia@itt.com

D37.04.10.it.05.11.1M.mod.175-811/603.t.m.

salvo modifiche tecniche

4.2.5 *Dimensionamento della stazione di sollevamento in via Mortelletto/Postiglione/Schiti (nodo L4.1')*

Il suddetto impianto sarà ubicato nella zona Sud Orientale di Torre Annunziata e sarà a servizio della fognatura nera di progetto di Via Mortelletto/Postiglione/Schiti nella quale convoglieranno le due fognature nere di progetto di via Montebello e Via Postiglione. La stazione di sollevamento verrà ubicata in un pozzetto sotto la sede stradale, e rilancerà la portata ivi convogliata, nel pozzetto codificato dal nodo L4.2'. Si prevedono due elettropompe sommerse di cui una in esercizio e l'altra di riserva.

Le elettropompe sommerse richiedono un certo battente d'acqua all'interno del manufatto che è stato fissato in funzione del tempo ciclo di funzionamento delle apparecchiature previste.

Il battente d'acqua, è stato peraltro dettato dalla necessità di assicurare un adeguato dislivello tra le diverse soglie di partenza ed arresto delle elettropompe.

Per il rilevamento dei livelli d'acqua esistenti nelle vasche d'aspirazione delle elettropompe, necessari al funzionamento automatico delle stesse, è stato previsto l'installazione di misuratori di livello piezoresistivi speciali e galleggiante di sicurezza.

Infine, si è prevista l'installazione di elettropompe dotate di valvola trituratrice necessaria a prevenire l'occlusione della condotta di mandata.

L'avvio e il distacco delle elettropompe sono comandati dai misuratori di livello piezoresistivi installati in una zona di calma all'interno della vasca onde evitare disturbi al funzionamento derivanti dalla turbolenza indotta dalle portate in transito nei manufatti.

Le dimensioni del manufatto devono essere tali da assicurare i volumi minimi necessari a limitare ragionevolmente il numero di avviamenti/ora entro un valore accettabile per il motore e il sistema di raffreddamento delle elettropompe.

L'impianto è progettato per il funzionamento ad una sola pompa. Le grandezze fisiche in gioco risultano:

- I (m^3) = invaso della vasca di aspirazione;
- q_a (m^3/s) = portata di afflusso;
- q_p (m^3/s) = portata della pompa;
- Δt_r (s) = intervallo di riempimento della vasca;
- Δt_v (s) = intervallo di vuotatura della vasca;
- $T_p = \Delta t_r + \Delta t_v$ = periodo di funzionamento della pompa, ossia intervallo tra due attacchi successivi;
- $f_p = 1/T_p$ = frequenza di funzionamento della pompa, ossia numero di attacchi nell'unità di tempo.

Secondo il principio di continuità, il volume affluito nella vasca nel tempo T_p deve essere uguale al volume prelevato dalla pompa nel tempo:

$$\Delta t_v = q_a T_p = q_p \Delta t_v = q_p (t_p - \Delta t_r)$$

L'invaso della vasca risulta:

$$I = q_a \, \Delta t_r$$

Risolvendo il sistema formato dalle due equazioni precedenti, si ottiene:

$$I = T_p \, q_a \, (1 - q_a/q_p)$$

Eguagliando a zero la derivata $dI/dq_a = 0$, si ottiene la condizione di massimo a T_p costante:

$$q_a = q_p/2$$

a cui corrisponde:

$$I_{max} = Q_p \, T_p/4$$

Il valore di T_p può essere fissato tenuto conto che le macchine funzionano al meglio senza interruzioni e in subordine con frequenze il più possibile piccole, ossia periodi il più possibile lunghi.

Le condizioni limite sono costituite da frequenze di 6 ÷ 10 attacchi all'ora, ossia periodi di 10 ÷ 6 minuti.

Adottato un valore di T_p favorevole alle macchine e calcolato di conseguenza l'invaso della vasca, occorre verificare che la detenzione dei liquami non sia troppo lunga; per evitare putrefazioni, occorre che $\Delta t_r = I/q_a$ (posto q_a = valore medio minimo della portata di afflusso) non superi i 30 minuti. Nel caso in cui l'impianto è costituito da più pompe funzionanti in parallelo, la condizione critica per l'invaso della vasca si verifica in coincidenza con il funzionamento isolato, ad intermittenza, della pompa più potente.

Considerando le basse portate in arrivo all'impianto, è stato pertanto assunto un valore di

$$T_c = 6 \text{ min}$$

In tale ipotesi il volume utile di una pompa risulta pari a:

$$Vu = (15x60x \, Q_p)/4 = 225 \, x \, Q_p$$

La fognatura fecale, in arrivo all'impianto, è costituita da un DN 250 di progetto da realizzarsi lungo via Mortelletto/Postiglione/Schiti con successivo recapito al nodo L4.1'.

Le portate previste all'impianto sono:

$Q_{m,n}$ (l/s)	$Q_{soll} = 3Q_{m,n}$ (l/s)
1.5	4.5

Per quanto concerne la condotta di mandata si ha la necessità di scegliere un diametro che assicuri una velocità in condotta pari ad almeno 0.7 m/sec per evitare problemi di intasamento e/o deposito di materiale. Nel caso in esame, poiché le portate in gioco sono molto ridotte e le velocità sono comunque esigue, si è previsto di utilizzare delle elettropompe triturati.

Per il calcolo delle perdite di carico complessive nelle condotte di mandata si procede come di seguito indicato. Per la mandata generale si assimilano le perdite di carico complessive al valore delle sole perdite di

carico diffuse, infatti giusta la lunghezza della mandata generale, può trascurarsi l'entità delle perdite di carico concentrate in confronto a quelle diffuse.

Viceversa, per i tronchetti di mandata delle singole pompe, le perdite di carico complessive possono senza incertezza assimilarsi all'entità delle sole perdite di carico concentrate; infatti, l'irrisorio sviluppo lineare del tronchetto di mandata delle singole pompe, giustificano perdite di carico diffuse di valore assolutamente trascurabile. È quindi ragionevole assimilare le perdite di carico complessive pari alla somma delle perdite di carico continue nella condotta di mandata generale e le perdite di carico concentrate nei tronchetti di mandata delle singole pompe.

Nel caso specifico, si adotta una premente in ghisa sferoidale da 60 mm, per cui la prevalenza complessiva è pari a:

- Dislivello geodetico ΔH_g=2.84 m
- Materiale= Acciaio inossidabile EN 1.4301 AISI 304 – EN 1.4401 AISI 316, Ghisa sferoidale UNI EN 545/2007 e D.M. n. 174 del 06/04/2004
- Lunghezza=527.02 m
- Giunto = antisfilamento
- Diametro Nominale Dn=60 mm
- Diametro Esterno: De=60 mm
- Diametro Interno: Di=60 mm
- N° di pompe = 1 + 1 di riserva
- Portata minima sollevata = 1.5 l/s = 0.0015 m^3/s
- Portata massima sollevata = 4.5 l/s = 0.0045 m^3/s
- Velocità in condotta = 1.6 m/s

La valutazione delle perdite di carico distribuite ΔH_d viene effettuata mediante la formula di Darcy - Weisbach:

$$J_d = \lambda V^2/(2gD)$$

Dove λ è il coefficiente di perdita di carico da determinarsi con la formula di ColebrooK-White:

$$\left(\frac{1}{\lambda^{0,5}}\right) = -2 \cdot \log_{10} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{3{,}71 \cdot D} + \frac{2{,}51}{\mathrm{Re} \cdot (\lambda^{0,5})}\right)$$

- J = 0.0017379 m/m
- $\Delta H = J * L$ = 0.9159 m

Le perdite concentrate, nei tronchetti di mandata della singola pompa, in ghisa sferoidale del DN 60, sono proporzionali ad un numero di altezze cinetiche, e derivano dalla sequenza dei seguenti disturbi al deflusso:

- a_1 = 0,5 per imbocco
- a_2 = 1 per sbocco
- a_3 = 0,15 per saracinesca
- a_4 = 0,3 per valvola di ritegno
- a_5 = 0,10 per curva a 45°

$$\Sigma_i \alpha_i = 2.05\ V^2/2g$$

$$\Delta H_{cmax} = 0.59\ m$$

Ne deriva che la prevalenza totale da assegnare alle pompe è pari a:

$$\Delta H_{tot\ min} = \Delta H_g + \Delta H_d + \Delta H_c = 4.34\ m$$

In questa condizione, il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = (T_{pmin} \times Q_p) / 4$$

dove il T_{pmin} – rappresenta il tempo ciclo minimo – della pompa sommersa. Questa ultimo può assumersi pari al valore di

$$T_p = 6\ min$$

Pertanto il volume utile è dato dalla relazione:

$$Vu = 15 \times Q_p/4 = 15 \times 60 \times 0.578/4/1000 = 0.68\ m^3$$

Più precisamente tra il livello di avvio e di arresto di una elettropompa è necessario invasare un volume utile che dipende dalla durata minima possibile del ciclo T_p (tempo intercorrente tra un distacco ed un successivo riavvio della pompa) e della portata della pompa Q_p.

Per un qualunque valore della portata in arrivo in vasca, la durata del ciclo T_p, dipende dal tempo di riempimento del volume utile e dal tempo di svuotamento.

Può dimostrarsi che il ciclo più breve e quindi più gravoso per il motore azionante il gruppo, si verifica quando la portata in arrivo è pari alla metà della portata della pompa Q_p.

Le superficie interna della vasca in c.a. gettato in opera, di dimensioni pari a 2.60 m x 3.80 m, è pari a 9.88 mq.

La regolazione dei galleggianti è regolata in maniera tale che, ad un intervallo massimo di 6 min, la pompa entri in funzionamento, onde evitare un eccessivo ristagno di acque nere, con conseguente settizzazione.

La quota assegnata al galleggiante per l'arresto della pompa è pari a 0.24 msm.

La quota assegnata al galleggiante per l'avvio della pompa è pari a 0.64 msm.

L'altezza minima di sommergenza, necessaria al buon funzionamento della pompa, è stata fissata pari a 30 cm.

Tale valore è stato individuato tenendo conto del valore di NPSH (*Net Positive Suction Head*) della pompa stessa che è possibile ricavare dalle schede tecniche in allegato alla presente relazione e, al contempo, del volume di acqua reflua che giungendo all'impianto deve essere allontanata nel periodo di attacco (massimo livello di portata) e stacco (minimo livello di portata) della pompa.

FLYGT

ITT Water & Wastewater Italia

D 46

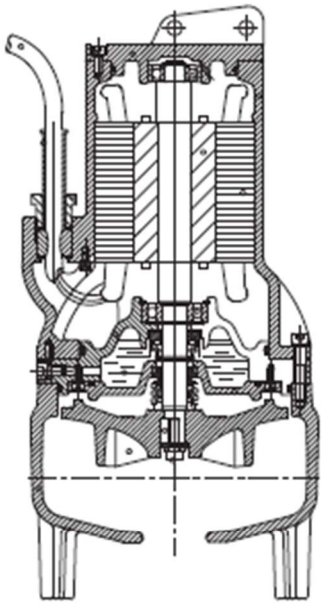
Specifiche tecniche



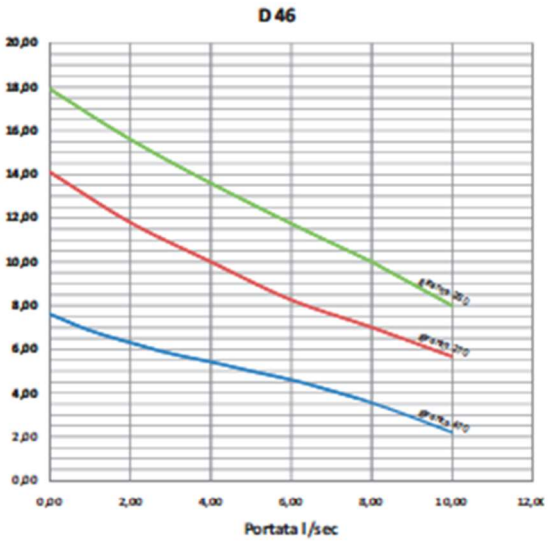
La D 46 è un'elettropompa sommergibile per acque di scarico civili e industriali, acque piovane, acque miste, ecc, anche contenenti corpi solidi fino ad un diametro di 45 mm.

Il peso specifico massimo ammesso per il liquido è pari ad 1,1 kg/dm3. La girante è a vortice liquido e presenta spiccate caratteristiche anti intasamento. L'elettropompa è costruita con i medesimi criteri seguiti per le più grandi pompe sommergibili per fognatura, sia per la scelta dei materiali che per il criterio costruttivo. Vi sono due tenute meccaniche con interposta camera d'olio. Sono previsti due sistemi di montaggio: DP con piede di accoppiamento automatico e DF, semplicemente appoggiata, con tubo di mandata rigido o flessibile. Vedere illustrazione a fondo pagina. La pompa può lavorare in servizio continuo anche con statore parzialmente scoperto.

DP/DF 46 50Hz



Caratteristiche curve



Motore

Asincrono, trifase, isolato in classe F, a 2 o 4 poli.

Materiali

- Fusioni: ghisa EN GJL 250
- Albero: acciaio inox AISI 420
- Anelli OR: gomma nitrilica (70° IRH)
- Tenuta meccanica superiore: carbonio – ceramica
- Tenuta meccanica inferiore: carburo di silicio – carburo di silicio
- Viteria: acciaio inox AISI 304

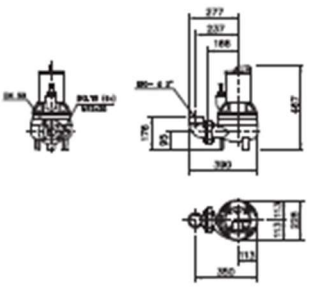
Dati tecnici

- Temperatura del liquido: max 40 °C
- Profondità di immersione: max 20 m
- pH del liquido pompato: 7 – 13
- Peso specifico del liquido fino a 1,1 kg/dm3.
- Minimo livello del liquido a metà alloggio statore

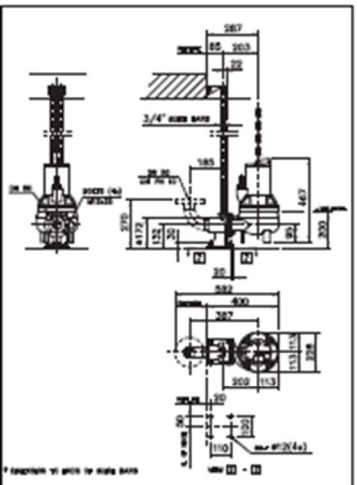
Collegamento bocca di mandata

DP - DF attacco filettato 2" gas femmina o raccordo porta tubo flessibile DN 50 per sola versione DF.

motore		assorbimento nominale		girante curve n°	versione	cavo elettrico	peso kg
Potenza in kW	giri/min.	230 V	400 V				
1,1	1400	5,9 A	3,4 A	470	LT	4G1,5	37
1,8	2850	8,3 A	4,8 A	270	MT	4G1,5	40
2,8	2850	10,0 A	5,8 A	280	MT	4G1,5	42



DF 46: si cala e si solleva mediante tubo rigido di mandata. Per versione mobile è disponibile un raccordo porta tubo flessibile.



DP 46: con piede di accoppiamento fissato sul fondo del pozzo. L'aggancio al piede è automatico.

ITT Water & Wastewater Italia srl
Via Gioacchino Rossini 1/A 20020 Lainate (Mi) - Tel. 0290358.1 - Fax 02919990 - www.ittwww.it - ittwww.italiaitt.com

D46.04.10.it.01.11.1M.mod.175-811/603.t.m.

salvo modifiche tecniche

4.2.6 *Tabella riassuntiva delle caratteristiche dei sollevamenti*

IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO -NODO-	VIA	NUMERO ELETTROPOMPE	POTENZA ASSORBITA [kW]	PORTATA SOLLEVATA [l/s]
O1.4	Via Terragneta	1 +1R	1,1	2,46
O1	Via Terragneta	1 +1R	2,4	8,5
N1	Traversa Bottaro	1 +1R	0,6	0,42
M3’	Via Magenta	1 +1R	0,6	1,81
L4.1’	Via Mortelletto/Postiglione/Schiti	1+1R	1,1	4,5

4.3 MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Gli impianti di sollevamento in progetto richiedono la realizzazione di vasche di adeguata volumetria, poste a profondità variabili dal piano campagna comprese tra i 3,5 e 5 metri circa.

I quattro impianti in progetto verranno ubicati sotto la sede stradale e saranno costituiti da una vasca, dimensionata mediante calcolo idraulico, in c.a. gettato in opera a perfetta regola d’arte.

La platea della vasca verrà posata su uno strato di magrone dello spessore di 0,15 m, dalla platea partiranno i setti di c.a., i quali raggiungeranno la superficie, dove verranno posati i chiusini in ghisa sferoidale classe di resistenza D400.

All’interno delle vasche verranno installate le pompe di sollevamento, le quali verranno dotate di gruppo elettrogeno di emergenza, in caso di mancanza di energia elettrica fornita dalla rete pubblica.

Nel caso in cui non fosse possibile l’installazione del gruppo elettrogeno, la vasca sarà affiancata da un’altra vasca di emergenza di pari volume, garantendo in questo modo all’Ente gestore il tempo tecnico per effettuare l’intervento manutentivo. Per garantire la migliore accessibilità alle macchine, installate all’interno del pozzetto di sollevamento, si sono previsti chiusini in ghisa sferoidale dotati di tenuta stagna all’acqua e agli odori e carrabili con classe di resistenza D 400 secondo la norma EN 124.

Le posizioni e le dimensioni dei manufatti sono desumibili dagli elaborati grafici.

5 VERIFICA DELLE OPERE DI PROGETTO

5.1 VERIFICHE IDRAULICHE DEI COLLETTORI DI PROGETTO

La verifica idraulica dei collettori esistenti è stata condotta in condizioni di moto uniforme. Le portate considerate ai fini della verifica, ma anche ai fini del dimensionamento, sono state, per ogni tratto di fognatura mista, così classificate:

- Q_{maxT};
- Q_{min}.

Con la dicitura Q_{maxT} si è voluta intendere la massima portata defluente nel tratto di fognatura considerato, con riferimento ad un assegnato periodo di ritorno T; essa è esprimibile mediante la seguente espressione:

$$Q_{maxT} = Q_T + X$$

In cui:

- Q_T è la portata pluviale al colmo di piena relativa al periodo di ritorno T;
- X è, in genere, la portata di punta nera defluente nella sezione di verifica del tratto considerato;

nella fognatura in parola, gli scaricatori di piena individuano la chiusura del bacino idrografico di monte e l'inizio del bacino idrografico a valle degli stessi scaricatori; pertanto nelle fognature a valle degli scaricatori di piena continua a defluire, in tempo di pioggia, la 5 Q_{mn} proveniente dal bacino di monte.

Indicato, quindi con i, l'i-esimo bacino idrografico, l'addendo X relativo al bacino i è fornito dalla seguente espressione:

$$X_i = \sum 5Q_{mn_{i-1}} + \sum Q_{pn_i}$$

Essendo:

- $\sum 5Q_{mn_{i-1}}$ la sommatoria delle portate derivate dagli i-1 scaricatori di piena a monte dell'i-esimo bacino;
- $\sum Q_{pn_i}$ la sommatoria delle portate nere di punta relative al bacino i-esimo sino alla sezione di verifica.

I periodi di ritorno considerati per le verifiche sono: T = 10 anni e T = 20 anni.

Con la dicitura Q_{min} si intende, invece, la portata media nera defluente nella sezione di verifica. Per le fogne nere esistenti la verifica idraulica è stata condotta con riferimento ai due valori di portata:

- Q_{max}
- Q_{min}

Avendo Q_{min} lo stesso significato visto per le fogne miste, mentre Q_{max} si riferisce alle 5Qmn per i tratti a valle degli scaricatori di piena e alle sole portate nere di punta per gli altri tratti. In realtà, le fogne "nere" a valle degli scaricatori di piena sono classificate in questo modo vista l'assenza di griglie e caditoie, ma in ogni caso esse convogliano le portate derivate dagli scaricatori di piena ($5Q_{mn}$).

In ipotesi di moto uniforme la corrente scorre in un alveo cilindrico con la superficie libera a distanza costante dal fondo; in essa le caratteristiche idrauliche (velocità, sezione, portata) non variano nello spazio e nel tempo.
La letteratura tecnica fornisce numerosi esempi di formule per il calcolo delle caratteristiche in moto uniforme.
Nel caso in esame, per la verifica dei collettori, è stata adottata la formula di Gauckler e Strickler.
Questa si esprime come segue:

$$V = K\, R^{(2/3)}\, I^{(1/2)}$$

che combinata opportunamente con quella di continuità:

$$Q = V\, \sigma$$

fornisce:

$$Q = K\, \sigma R^{(2/3)}\, i^{(1/2)}$$

I simboli indicano le seguenti grandezze:

- V (m/s), la velocità in moto uniforme;
- K ($m^{1/3}/s$), il coefficiente di scabrezza secondo Gaukler-Strickler;
- R (m) il raggio idraulico espresso come rapporto tra la sezione idrica e il contorno bagnato;
- i la pendenza del collettore;
- Q (mc/s), la portata;
- σ (mq), la sezione idrica.

La formula consente, nota la geometria della sezione idrica, di determinare le caratteristiche idrauliche della corrente che si instaurano al passaggio delle varie portate.
Per quanto concerne il valore del coefficiente di scabrezza K, questo dipende dalla natura delle pareti che costituiscono lo speco.
Per valori elevati di tale coefficiente si tende a pareti sostanzialmente lisce. Nel caso in esame si è previsto un coefficiente di scabrezza pari a 70 per le fogne esistenti.
La verifica dei collettori esistenti, riferita ad un periodo di ritorno pari a 10 anni, è soddisfatta se la corrente idrica defluisce in moto uniforme, con un grado di riempimento pari a 0,80, lasciando, in tal modo un adeguato franco di sicurezza al di sopra del pelo libero e garantendo altresì l'aerazione del condotto.
In tutti i casi in cui la corrente si presenta veloce si è verificato che il grado di riempimento, in stato critico, non superi lo 0.82 (hc/H o hc/D).
La verifica a venti anni è stata invece svolta con riferimento alla portata meteorica ventennale, constatando che non si determini il funzionamento in pressione del collettore.

Con riferimento alla verifica con periodo di ritorno ventennale, sono stati tollerati, in condizioni di stato critico, per le correnti veloci, tratti di fognatura con deflusso in pressione della corrente, in considerazione del fatto che, comunque tali condizioni di moto rappresentano situazioni di deflusso localmente singolari ed episodiche e pertanto da sole non giustificano la sostituzione dei tratti di fognatura nei quali si determinano.
Inoltre, la verifica delle fognature nere è stata condotta con riferimento alle pendenze minime rilevate, mentre quella relativa alle fogne miste è stata condotta con riferimento alle pendenze medie.

6 ALLEGATI

Si allegano di seguito gli elaborati di calcolo idraulico:

- ALLEGATO 1: Calcolo delle portate fecali
- ALLEGATO 2: Calcolo delle portate pluviali
- ALLEGATO 3: Dimensionamento
- ALLEGATO 4: Tabella di riepilogo

ALLEGATO 1 – CALCOLO PORTATE FECALI

TIPOLOGIA COLLETTORE	TRATTO	NODO INIZIALE	NODO FINALE	VIA	MATERIALE	LUNGHEZZA	UTENZE	Ab	$Q_{m,n}$ [l³/s]	$Q_{p,n}$ [l³/s]
Fogna nera	E8.1-E5.2	E8.1	E5.2	Via Caccia/Via Stamperia	PVC CIRCOLARE	86,63	20	54	0,11	0,33
Fogna nera	E6.1-E8.2	E6.1	E8.2	Via Stamperia	PVC CIRCOLARE	52,69	13	35,1	0,0715	0,2145
Fogna nera	E7.1-E8.2	E7.1	E8.2	Via Stamperia	PVC CIRCOLARE	34	18	48,6	0,099	0,297
Fogna nera	E5.1-E5.2	E5.1	E5.2	Via Fuoco	PVC CIRCOLARE	84,38	22	59,4	0,121	0,363
Fogna nera	E4.1-E4.2	E4.1	E4.2	Vico Zingari	PVC CIRCOLARE	136	36	97,2	0,198	0,594
Fogna nera	G6.1-G6.2	G6.1	G6.2	Via Andolfi	PVC CIRCOLARE	742,39	96	259,2	0,528	1,584
Fogna nera	G5.1-G7.1	G5.1	G7.1	Via Andolfi/Trav Andolfi	PVC CIRCOLARE	321,26	70	189	0,385	1,155
Fogna nera	G3.1-G7.1	G3.1	G7.1	Via Andolfi	PVC CIRCOLARE	300	87	234,9	0,4785	1,4355
Fogna nera	G7.1-G7.2	G7.1	G7.2	II Trav Plinio	PVC CIRCOLARE	508,57	110	297	0,605	1,815
Fogna nera	O1.1-O1.5	O1.1	O1.5	Via Solferino	PVC CIRCOLARE	268	26	70	0,143	0,429
Fogna nera	O1.2-O1.3	O1.2	O1.3	Via Volturno	PVC CIRCOLARE	189,5	65	176	0,3575	1,077
Fogna nera	L4.1-L4.2	L4.1	L4.2	Via Mortelletto/Pstiglione/Schiti	PVC CIRCOLARE	341,88	146	394	0,803	2,409
Fogna nera	L5.1-L5.2	L5.1	L5.2	Via Montebello	PVC CIRCOLARE	147,75	12	32,4	0,066	0,198
Fogna nera	L6.1-L6.2	L6.1	L6.2	Via Postiglione	PVC CIRCOLARE	208,66	118	318,6	0,649	1,947
Fogna nera	N1-N2	N1	N2	Trav Bottaro	PVC CIRCOLARE	239,56	26	70,2	0,143	0,429
Fogna nera	M4-M3	M4	M3	Via Magenta	PVC CIRCOLARE	152,84	24	64,8	0,132	0,396
Fogna nera	M5-M3	M5	M3	Via Magenta	PVC CIRCOLARE	305,71	30	81	0,165	0,495
Fogna nera	P4.2-P3.1	P4.2	P3.1	Via Torretta di Siena	PVC CIRCOLARE	301,07	5	13,5	0,0275	0,0825
Fogna nera	P3.2-P4.1	P3.2	P4.1	Via Torretta di Siena	PVC CIRCOLARE	102	30	81	0,165	0,495
Fogna nera	P1.1-P2.1	P1.1	P2.1	Via Torretta di Siena	PVC CIRCOLARE	124,5	19	51,3	0,1045	0,3135
Fogna nera	P2.1-P1.2	P2.1	P1.2	Via Torretta di Siena	PVC CIRCOLARE	634,86	20	54	0,11	0,33
Fogna mista	E2.1-E2.2	E2.1	E2.2	Via Roma	PVC CIRCOLARE	118,12	141	380,7	0,7755	2,3265
Fogna mista	F10.1-F5.3	F10.1	F5.2	Via Roma	PVC CIRCOLARE	73,4	44	118,8	0,242	0,726
Fogna mista	F5.2-F5.3	F5.2	F5.3	Via Roma	PRFV CIRCOLARE	131,17	150	405	0,825	2,475
Fogna mista	F5.1-F5.2	F5.1	F5.2	Via Isonzio- Via Capuozzo	PVC CIRCOLARE	466	298	804,6	1,639	4,917
Fogna mista	F6.2-F7.1	F6.2	F7.1	Via Tagliamento e traversa	PVC CIRCOLARE	41	17	45,9	0,0935	0,2805
Fogna mista	F1.1-F1.2	F1.1	F1.2	Via V. Veneto	PVC CIRCOLARE	536,07	132	356,4	0,726	2,178
Fogna mista	F2.1-F2.2	F2.1	F2.2	Via Martiri di Cefalonia	PVC CIRCOLARE	125,4	52	140,4	0,286	0,858
Fogna mista	F3.1-F3.2	F3.1	F3.2	Via Prisco	PVC CIRCOLARE	188,62	31	83,7	0,1705	0,5115
Fogna mista	F8.1-F8.2	F8.1	F8.2	Via V.Veneto/Via Pastore	PVC CIRCOLARE	318,65	109	294,3	0,5995	1,7985

ALLEGATO 2 – CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI

DEFINIZIONE DEI BACINI		
Bacino	Sezione di chiusura	Superficie
		[ha]
A1	E2.2	0,84559649
A2	F6.2	0,09891359
A3	F5.2	3,3121
A4	F5.2	3,731313
A5	F5.3	2,454366
B1	1.1	1,336865
B2	1	1,612237
B3	F3.2	0,125636
B4	F2.2	2,297252
B5	F2.2	1,023845
B6	2	1,205893
B7	F1.2	1,503304
C1	1	0,59230734
C2	1	0,0483
C3	2	0,352276
C4	2	0,868539
C5	3	0,1494
C6	F8.2	0,6517
D1	G1	9,27

CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI											
Caratteristiche morfologiche del bacino											
Sup. tot bacino	Sup. edificata bacino	Sup. non edificata bacino	Area impermeabile	Area permeabile	Pe = %area impermeabile	Pne = %area permeabile	φimp	φperm	φ	Pendenza media dell'asta - im	K di Desbordes
[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[%]	[%]	[-]	[-]	[-]	[%]	[min]
0,85	0,68	0,17	0,74	0,10	0,88	0,12	0,70	0,15	0,63	0,29%	37,20
0,10	0,08	0,01	0,09	0,01	0,94	0,06	0,70	0,15	0,66	5,43%	6,19
3,31	2,32	0,99	2,55	0,76	0,77	0,23	0,70	0,15	0,57	0,97%	36,10
3,73	2,61	1,12	2,87	0,86	0,77	0,23	0,70	0,15	0,57	0,41%	52,12
2,45	1,47	0,98	1,62	0,83	0,66	0,34	0,70	0,15	0,51	0,26%	55,67
1,34	0,67	0,67	0,74	0,60	0,55	0,45	0,70	0,15	0,45	1,21%	26,57
1,61	1,13	0,48	1,24	0,37	0,77	0,23	0,70	0,15	0,57	1,20%	26,79
0,13	0,04	0,09	0,04	0,08	0,33	0,67	0,70	0,15	0,33	2,25%	11,02
2,30	1,61	0,69	1,77	0,53	0,77	0,23	0,70	0,15	0,57	0,18%	61,10
1,02	0,72	0,31	0,79	0,24	0,77	0,23	0,70	0,15	0,57	0,43%	34,61
1,21	0,60	0,60	0,66	0,54	0,55	0,45	0,70	0,15	0,45	0,97%	28,00
1,50	1,05	0,45	1,16	0,35	0,77	0,23	0,70	0,15	0,57	0,68%	32,53
0,59	0,36	0,24	0,39	0,20	0,66	0,34	0,70	0,15	0,51	1,07%	21,19
0,05	0,04	0,01	0,04	0,01	0,88	0,12	0,70	0,15	0,63	0,93%	9,95
0,35	0,14	0,21	0,16	0,20	0,44	0,56	0,70	0,15	0,39	0,81%	21,41
0,87	0,69	0,17	0,76	0,10	0,88	0,12	0,70	0,15	0,63	0,94%	23,88
0,15	0,11	0,04	0,12	0,03	0,83	0,18	0,70	0,15	0,60	1,52%	11,76
0,65	0,26	0,39	0,29	0,36	0,44	0,56	0,70	0,15	0,39	2,20%	17,56
9,27	5,56	3,71	6,12	3,15	0,66	0,34	0,70	0,15	0,51	0,86%	52,79

CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI									
Formula triparametrica - Intensità di pioggia - Portata al colmo									
r	m(I0)	c	C	D	z	C-D*z	m	Δ	durata critica - tc [h]
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	4,82	0,70	0,70	0,00	0,42
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	7,00	0,70	0,70	0,00	0,07
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	5,02	0,70	0,70	0,00	0,40
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	5,02	0,70	0,70	0,00	0,58
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	4,67	0,70	0,70	0,00	0,62
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	10,85	0,70	0,70	0,00	0,30
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	10,85	0,70	0,70	0,00	0,30
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	9,67	0,70	0,70	0,00	0,12
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	9,04	0,70	0,70	0,00	0,68
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	9,59	0,70	0,70	0,00	0,39
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	7,30	0,70	0,70	0,00	0,31
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	6,36	0,70	0,70	0,00	0,36
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	13,40	0,70	0,70	0,00	0,24
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	13,40	0,70	0,70	0,00	0,11
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	12,67	0,70	0,70	0,00	0,24
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	12,67	0,70	0,70	0,00	0,27
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	11,00	0,70	0,70	0,00	0,13
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	9,38	0,70	0,70	0,00	0,20
0,67	83,80	0,33	0,70	0,00	18,11	0,70	0,70	0,00	0,59

CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI											
T=10 anni						T=20 anni					
KT10anni	Altezza di pioggia - h10(tc) (mm)	Intensità di pioggia - i10(tc) (mm/h)	Q10 (m3/s)	Q10 (l/s)	coefficiente udometrico - u10 l/(s*ha)	KT20anni	Altezza di pioggia - h20(tc) (mm)	intensità di pioggia - i20(tc) (mm/h)	Q20 (m3/s)	Q20 (l/s)	coefficiente udometrico - u20 l/(s*ha)
1,38	27,17	65,27	0,04753	47,52864	56,21	1,64	32,28	77,57	0,06	56,48	66,80
1,38	7,01	101,21	0,00903	9,03156	91,31	1,64	8,33	120,27	0,01	10,73	108,51
1,38	26,67	66,04	0,17038	170,37662	51,44	1,64	31,70	78,48	0,20	202,48	61,13
1,38	33,04	56,65	0,16466	164,65618	44,13	1,64	39,26	67,33	0,20	195,68	52,44
1,38	34,18	55,08	0,09394	93,93582	38,27	1,64	40,61	65,46	0,11	111,63	45,48
1,38	21,89	73,81	0,06055	60,54778	45,29	1,64	26,01	87,71	0,07	71,96	53,82
1,38	22,04	73,55	0,09236	92,36138	57,29	1,64	26,20	87,40	0,11	109,76	68,08
1,38	11,42	92,59	0,00524	5,23750	41,69	1,64	13,57	110,03	0,01	6,22	49,54
1,38	36,00	52,67	0,09425	94,24855	41,03	1,64	42,79	62,59	0,11	112,01	48,76
1,38	25,99	67,13	0,05354	53,53856	52,29	1,64	30,89	79,78	0,06	63,63	62,14
1,38	22,69	72,45	0,05369	53,69416	44,53	1,64	26,97	86,10	0,06	63,81	52,92
1,38	25,00	68,69	0,08044	80,43533	53,51	1,64	29,71	81,63	0,10	95,59	63,59
1,38	18,74	79,21	0,03264	32,64061	55,11	1,64	22,27	94,14	0,04	38,79	65,49
1,38	10,51	94,35	0,00392	3,92426	81,25	1,64	12,49	112,13	0,00	4,66	96,56
1,38	18,90	78,92	0,01480	14,80171	42,02	1,64	22,47	93,79	0,02	17,59	49,93
1,38	20,40	76,34	0,05710	57,09759	65,74	1,64	24,24	90,73	0,07	67,86	78,13
1,38	12,03	91,43	0,01120	11,20079	74,97	1,64	14,30	108,65	0,01	13,31	89,10
1,38	16,38	83,38	0,02893	28,93003	44,39	1,64	19,47	99,09	0,03	34,38	52,76
1,38	33,30	56,39	0,36422	364,21773	39,29	1,64	39,58	67,01	0,43	432,84	46,69

ALLEGATO 3 – DIMENSIONAMENTO

PORTATE MINIME																		
Collettore	Via	hu	hc	DEST	DINT	hu/D	hc/D	α	σu	χu	Ru	KGS	i	Qm,n	Qm,n	Vu,m,n	Vc,m,n	hu/DQm,n	hc/DQm,n
		[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[rad]	[m2]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[-]	[m3/s]	[l/s]	[m/s]	[m/s]	[%]	[%]
G6.1-G6.2	VIA ANDOLFI	0,0148	0,020	0,3150	0,2966	0,0500	0,0674	0,9024	0,0013	0,1338	0,0097	90	0,01	0,0005	0,5280	0,4083	0,4429	5,00%	6,74%
G6.1-G6.2	VIA ANDOLFI	0,0156	0,020	0,3150	0,2966	0,0527	0,0674	0,9268	0,0014	0,1374	0,0102	90	0,008	0,0005	0,5280	0,3778	0,4429	5,27%	6,74%
G5.1-G7.1	TRAVERSA VIA ANDOLFI	0,0226	0,020	0,3150	0,2966	0,0762	0,0674	1,1186	0,0024	0,1659	0,0145	90	0,005	0,0009	0,9127	0,3788	0,4429	7,62%	6,74%
G3.1-57.1	TRAVERSA VIA ANDOLFI	0,0167	0,020	0,3150	0,2966	0,0562	0,0674	0,9578	0,0015	0,1420	0,0108	90	0,005	0,0005	0,4791	0,3115	0,4429	5,62%	6,74%
G7.1-G7.2	II TRAVERSA PLINIO	0,0277	0,030	0,3150	0,2966	0,0935	0,1011	1,2430	0,0033	0,1843	0,0177	90	0,01	0,0020	1,9894	0,6106	0,5425	9,35%	10,11%
G7.1-G7.2	II TRAVERSA PLINIO	0,0345	0,030	0,3150	0,2966	0,1163	0,1011	1,3923	0,0045	0,2065	0,0217	90	0,004	0,0020	1,9900	0,4434	0,5425	11,63%	10,11%
E6.1-E8.2	VIA STAMPERIA	0,0062	0,010	0,2500	0,2354	0,0264	0,0425	0,6525	0,0003	0,0768	0,0041	90	0,01	0,0001	0,0722	0,2301	0,3132	2,64%	4,25%
E7.1-E8.2	VIA STAMPERIA	0,0085	0,010	0,2500	0,2354	0,0359	0,0425	0,7630	0,0005	0,0898	0,0055	90	0,005	0,0001	0,0993	0,1994	0,3132	3,59%	4,25%
E8.1-E5.2	VIA CACCIA/STAMPERIA	0,0117	0,010	0,2500	0,2354	0,0498	0,0425	0,9000	0,0008	0,1059	0,0076	90	0,01	0,0003	0,2819	0,3488	0,3132	4,98%	4,25%
E8.1-E5.2	VIA CACCIA/STAMPERIA	0,0126	0,010	0,2500	0,2354	0,0536	0,0425	0,9344	0,0009	0,1100	0,0082	90	0,0073	0,0003	0,2819	0,3126	0,3132	5,36%	4,25%
E4.1-E4.2	VICO ZINGARI	0,0197	0,020	0,2500	0,2354	0,0836	0,0850	1,1734	0,0017	0,1381	0,0126	90	0,005	0,0006	0,5999	0,3447	0,4429	8,36%	8,50%
E5.1-E5.2	VIA FUOCO	0,0079	0,010	0,2500	0,2354	0,0334	0,0425	0,7357	0,0004	0,0866	0,0052	90	0,01	0,0001	0,1203	0,2690	0,3132	3,34%	4,25%
L4.1-L4.1'	VIA MORTELLETTO/POSTIGLIONE/SCHITI	0,0189	0,020	0,2500	0,2354	0,0802	0,0850	1,1488	0,0016	0,1352	0,0121	90	0,005	0,0005	0,5499	0,3357	0,4429	8,02%	8,50%
L4.2-L4.1'	VIA MORTELLETTO/POSTIGLIONE/SCHITI	0,0247	0,020	0,2500	0,2354	0,1050	0,0850	1,3197	0,0024	0,1553	0,0157	90	0,005	0,0010	0,9684	0,3982	0,4429	10,50%	8,50%
N1-N2	TRAVERSA BOTTARO	0,0096	0,010	0,2500	0,2354	0,0406	0,0425	0,8114	0,0006	0,0955	0,0062	90	0,0062	0,0001	0,1435	0,2404	0,3132	4,06%	4,25%
L5.1-L5.2	VIA MONTEBELLO	0,0060	0,010	0,2500	0,2354	0,0253	0,0425	0,6393	0,0003	0,0752	0,0039	90	0,01	0,0001	0,0662	0,2240	0,3132	2,53%	4,25%
L6.1-L6.2	VIA POSTIGLIONE	0,0204	0,010	0,2500	0,2354	0,0868	0,0425	1,1960	0,0018	0,1408	0,0131	90	0,005	0,0006	0,6489	0,3529	0,3132	8,68%	4,25%
P4.2-P4.1	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0037	0,010	0,2500	0,2354	0,0155	0,0425	0,4995	0,0001	0,0588	0,0024	90	0,015	0,0000	0,0282	0,1985	0,3132	1,55%	4,25%
P4.1-P3.1	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0171	0,020	0,2500	0,2354	0,0727	0,0850	1,0921	0,0014	0,1285	0,0110	90	0,0115	0,0007	0,6770	0,4779	0,4429	7,27%	8,50%
P1.1-P2.1	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0087	0,010	0,2500	0,2354	0,0370	0,0425	0,7742	0,0005	0,0911	0,0057	90	0,005	0,0001	0,1056	0,2032	0,3132	3,70%	4,25%
P3.1-P1.2	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0224	0,030	0,2500	0,2354	0,0952	0,1274	1,2548	0,0021	0,1477	0,0143	90	0,0103	0,0011	1,1329	0,5374	0,5425	9,52%	12,74%
P3.1-P1.2	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0173	0,020	0,2500	0,2354	0,0735	0,0850	1,0983	0,0014	0,1293	0,0111	90	0,005	0,0005	0,4570	0,3174	0,4429	7,35%	8,50%
P3.2-P4.1	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0107	0,010	0,2500	0,2354	0,0456	0,0425	0,8610	0,0007	0,1013	0,0070	90	0,005	0,0002	0,1654	0,2330	0,3132	4,56%	4,25%
M.4-M.3'	VIA MAGENTA	0,0050	0,010	0,2500	0,2354	0,0213	0,0425	0,5855	0,0002	0,0689	0,0033	90	0,0843	0,0001	0,1320	0,5798	0,3132	2,13%	4,25%
M.5-M.3'	VIA MAGENTA	0,0064	0,010	0,2500	0,2354	0,0270	0,0425	0,6603	0,0003	0,0777	0,0042	90	0,0473	0,0002	0,1653	0,5082	0,3132	2,70%	4,25%
O1.1-O1.3	VIA SOLFERINO	0,0106	0,010	0,2500	0,2354	0,0449	0,0425	0,8542	0,0007	0,1005	0,0069	90	0,004	0,0001	0,1431	0,2063	0,3132	4,49%	4,25%
O1.2-O1.3	VIA VOLTURNO	0,0154	0,010	0,2500	0,2354	0,0655	0,0425	1,0356	0,0012	0,1219	0,0100	90	0,005	0,0004	0,3582	0,2948	0,3132	6,55%	4,25%
O1.4-O1	VIA TERRAGNETA	0,0229	0,010	0,2500	0,2354	0,0971	0,0425	1,2676	0,0022	0,1492	0,0145	90	0,005	0,0008	0,8226	0,3792	0,3132	9,71%	4,25%
F6.2-F7.1	VIA TAGLIAMENTO	0,0046	0,010	0,3150	0,2966	0,0154	0,0337	0,4979	0,0002	0,0738	0,0030	90	0,05	0,0001	0,0941	0,4211	0,3132	1,54%	3,37%
F6.2-F7.1	VIA TAGLIAMENTO	0,0059	0,010	0,3150	0,2966	0,0200	0,0337	0,5671	0,0003	0,0841	0,0039	90	0,0163	0,0001	0,0938	0,2852	0,3132	2,00%	3,37%
F5.1-F5.2	VIA ISONZIO	0,0114	0,020	0,5000	0,4708	0,0243	0,0425	0,6263	0,0011	0,1474	0,0075	90	0,0319	0,0007	0,6880	0,6184	0,4429	2,43%	4,25%
F5.1-F5.2	VIA ISONZIO	0,0155	0,020	0,5000	0,4708	0,0330	0,0425	0,7306	0,0018	0,1720	0,0102	90	0,0086	0,0007	0,6880	0,3924	0,4429	3,30%	4,25%
F5.1-F5.2	VIA CAPUOZZO	0,0256	0,030	0,6300	0,5932	0,0432	0,0506	0,8374	0,0042	0,2484	0,0167	90	0,005	0,0017	1,7310	0,4164	0,5425	4,32%	5,06%
F10.1-F5.3	VIA ROMA	0,0090	0,010	0,4000	0,3766	0,0240	0,0266	0,6224	0,0007	0,1172	0,0060	90	0,0137	0,0002	0,2419	0,3463	0,3132	2,40%	2,66%
F10.1-F5.3	VIA ROMA	0,0298	0,030	0,8000	0,8000	0,0373	0,0375	0,7770	0,0061	0,3108	0,0195	90	0,005	0,0028	2,8000	0,4614	0,5425	3,73%	3,75%
F1.1-1	VIA VITTORIO VENETO	0,0079	0,010	0,3150	0,2966	0,0266	0,0337	0,6556	0,0005	0,0972	0,0052	90	0,0157	0,0002	0,1711	0,3385	0,3132	2,66%	3,37%
1-F3.2	VIA VITTORIO VENETO	0,0115	0,020	0,4000	0,3766	0,0306	0,0531	0,7035	0,0010	0,1325	0,0076	90	0,0342	0,0006	0,6443	0,6420	0,4429	3,06%	5,31%
F2.1-F2.2	VIA MARTIRI DI CEFALONIA	0,0117	0,010	0,4000	0,3766	0,0309	0,0266	0,7073	0,0010	0,1332	0,0077	90	0,00644	0,0003	0,2860	0,2805	0,3132	3,09%	2,66%
F3.1-3.2	VIA PRISCO	0,0055	0,010	0,3150	0,2966	0,0184	0,0337	0,5444	0,0003	0,0807	0,0036	90	0,0776	0,0002	0,1718	0,5898	0,3132	1,84%	3,37%
F3.2-2	VIA VITTORIO VENETO	0,0152	0,020	0,6300	0,5932	0,0257	0,0337	0,6435	0,0019	0,1909	0,0100	90	0,00593	0,0006	0,6167	0,3223	0,4429	2,57%	3,37%
2-F1.2	VIA VITTORIO VENETO	0,0193	0,020	0,6300	0,5932	0,0325	0,0337	0,7255	0,0027	0,2152	0,0127	90	0,00593	0,0010	1,0271	0,3767	0,4429	3,25%	3,37%
F8.1-1	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	0,0090	0,010	0,3150	0,2966	0,0305	0,0337	0,7022	0,0006	0,1041	0,0059	90	0,01	0,0002	0,1828	0,2953	0,3132	3,05%	3,37%
F8.1 (1-3)	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	0,0210	0,020	0,4000	0,3766	0,0557	0,0531	0,9528	0,0024	0,1794	0,0136	90	0,005	0,0009	0,8860	0,3628	0,4429	5,57%	5,31%
(3)-F8.2	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	0,0156	0,020	0,5000	0,4708	0,0330	0,0425	0,7311	0,0018	0,1721	0,0102	90	0,0181	0,0010	1,0011	0,5698	0,4429	3,30%	4,25%
E2.1-E2.2	VIA ROMA	0,0202	0,020	0,4000	0,3766	0,0536	0,0531	0,9347	0,0023	0,1760	0,0131	90	0,0045	0,0008	0,7759	0,3359	0,4429	5,36%	5,31%

PORTATE MASSIME																		
Collettore	Via	hu	hc	DEST	DINT	hu/D	hc/D	α	σu	χu	Ru	KGS	i	Qmax	Qmax	Vu,max	Vc,max	hu/DQmax	hc/DQmax
		[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[rad]	[m2]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[-]	[m3/s]	[l/s]	[m/s]	[m/s]	[%]	[%]
G6.1-G6.2	VIA ANDOLFI	0,0249	0,030	0,3150	0,2966	0,0839	0,101	1,1757	0,0028	0,1743	0,0159	90	0,0100	0,0016	1,5840	0,5700	0,5425	8,39%	10,11%
G6.1-G6.2	VIA ANDOLFI	0,0262	0,030	0,3150	0,2966	0,0885	0,101	1,2081	0,0030	0,1792	0,0168	90	0,0080	0,0016	1,5840	0,5273	0,5425	8,85%	10,11%
G5.1-G7.1	TRAVERSA VIA ANDOLFI	0,0381	0,040	0,3150	0,2966	0,1285	0,135	1,4666	0,0052	0,2175	0,0239	90	0,0050	0,0027	2,7381	0,5275	0,6264	12,85%	13,49%
G3.1-57.1	TRAVERSA VIA ANDOLFI	0,0280	0,030	0,3150	0,2966	0,0944	0,101	1,2494	0,0033	0,1853	0,0178	90	0,0050	0,0014	1,4365	0,4345	0,5425	9,44%	10,11%
G7.1-G7.2	II TRAVERSA PLINIO	0,0471	0,060	0,3150	0,2966	0,1587	0,202	1,6388	0,0070	0,2430	0,0290	90	0,0100	0,0060	5,9900	0,8497	0,7672	15,87%	20,23%
G7.1-G7.2	II TRAVERSA PLINIO	0,0589	0,060	0,3150	0,2966	0,1986	0,202	1,8474	0,0097	0,2740	0,0355	90	0,0040	0,0060	5,9901	0,6153	0,7672	19,86%	20,23%
E6.1-E8.2	VIA STAMPERIA	0,0103	0,010	0,2500	0,2354	0,0439	0,042	0,8445	0,0007	0,0994	0,0068	90	0,0100	0,0002	0,2157	0,3214	0,3132	4,39%	4,25%
E7.1-E8.2	VIA STAMPERIA	0,0140	0,020	0,2500	0,2354	0,0594	0,085	0,9851	0,0011	0,1159	0,0091	90	0,0050	0,0003	0,2909	0,2767	0,4429	5,94%	8,50%
E8.1-E5.2	VIA CACCIA/STAMPERIA	0,0185	0,020	0,2500	0,2354	0,0785	0,085	1,1358	0,0016	0,1337	0,0119	90	0,0100	0,0007	0,7423	0,4681	0,4429	7,85%	8,50%
E8.1-E5.2	VIA CACCIA/STAMPERIA	0,0211	0,020	0,2500	0,2354	0,0898	0,085	1,2170	0,0019	0,1432	0,0135	90	0,0073	0,0008	0,8419	0,4357	0,4429	8,98%	8,50%
E4.1-E4.2	VICO ZINGARI	0,0332	0,030	0,2500	0,2354	0,1409	0,127	1,5392	0,0037	0,1812	0,0206	90	0,0050	0,0018	1,7898	0,4788	0,5425	14,09%	12,74%
E5.1-E5.2	VIA FUOCO	0,0131	0,020	0,2500	0,2354	0,0558	0,085	0,9541	0,0010	0,1123	0,0085	90	0,0100	0,0004	0,3600	0,3758	0,4429	5,58%	8,50%
L4.1-L4.1'	VIA MORTELLETTO/POSTIGLIONE/SCHITI	0,0319	0,030	0,2500	0,2354	0,1355	0,127	1,5078	0,0035	0,1775	0,0199	90	0,0050	0,0017	1,6500	0,4673	0,5425	13,55%	12,74%
L4.2-L4.1'	VIA MORTELLETTO/POSTIGLIONE/SCHITI	0,0420	0,050	0,2500	0,2354	0,1783	0,212	1,7436	0,0053	0,2052	0,0256	90	0,0050	0,0029	2,9040	0,5528	0,7004	17,83%	21,24%
N1-N2	TRAVERSA BOTTARO	0,0160	0,020	0,2500	0,2354	0,0678	0,085	1,0539	0,0013	0,1240	0,0103	90	0,0062	0,0004	0,4290	0,3356	0,4429	6,78%	8,50%
L5.1-L5.2	VIA MONTEBELLO	0,0099	0,020	0,2500	0,2354	0,0423	0,085	0,8282	0,0006	0,0975	0,0065	90	0,0100	0,0002	0,1986	0,3135	0,4429	4,23%	8,50%
L6.1-L6.2	VIA POSTIGLIONE	0,0345	0,020	0,2500	0,2354	0,1467	0,085	1,5725	0,0040	0,1851	0,0214	90	0,0050	0,0019	1,9468	0,4909	0,4429	14,67%	8,50%
P4.2-P4.1	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0060	0,010	0,2500	0,2354	0,0257	0,042	0,6439	0,0003	0,0758	0,0040	90	0,0150	0,0001	0,0836	0,2770	0,3132	2,57%	4,25%
P4.1-P3.1	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0288	0,040	0,2500	0,2354	0,1225	0,170	1,4304	0,0030	0,1684	0,0181	90	0,0115	0,0020	2,0300	0,6657	0,6264	12,25%	16,99%
P1.1-P2.1	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0145	0,020	0,2500	0,2354	0,0616	0,085	1,0033	0,0011	0,1181	0,0094	90	0,0050	0,0003	0,3140	0,2832	0,4429	6,16%	8,50%
P3.1-P1.2	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0380	0,050	0,2500	0,2354	0,1614	0,212	1,6536	0,0046	0,1946	0,0234	90	0,0103	0,0034	3,3988	0,7469	0,7004	16,14%	21,24%
P3.1-P1.2	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0292	0,030	0,2500	0,2354	0,1239	0,127	1,4388	0,0031	0,1693	0,0183	90	0,0050	0,0014	1,3700	0,4420	0,5425	12,39%	12,74%
P3.2-P4.1	VIA TORRETTA DI SIENA	0,0180	0,020	0,2500	0,2354	0,0763	0,085	1,1198	0,0015	0,1318	0,0116	90	0,0050	0,0005	0,4950	0,3252	0,4429	7,63%	8,50%
M.4-M.3'	VIA MAGENTA	0,0083	0,030	0,2500	0,2354	0,0355	0,127	0,7578	0,0005	0,0892	0,0055	90	0,0843	0,0004	0,3961	0,8115	0,5425	3,55%	12,74%
M.5-M.3'	VIA MAGENTA	0,0106	0,030	0,2500	0,2354	0,0451	0,127	0,8557	0,0007	0,1007	0,0069	90	0,0473	0,0005	0,4958	0,7110	0,5425	4,51%	12,74%
O1.1-O1.3	VIA SOLFERINO	0,0580	0,030	0,2500	0,2354	0,2462	0,127	2,0767	0,0083	0,2444	0,0341	90	0,0040	0,0050	4,9800	0,5981	0,5425	24,62%	12,74%
O1.2-O1.3	VIA VOLTURNO	0,0259	0,030	0,2500	0,2354	0,1101	0,127	1,3529	0,0026	0,1592	0,0164	90	0,0050	0,0011	1,0705	0,4105	0,5425	11,01%	12,74%
O1.4-O1	VIA TERRAGNETA	0,0387	0,030	0,2500	0,2354	0,1644	0,127	1,6699	0,0047	0,1965	0,0238	90	0,0050	0,0025	2,4600	0,5263	0,5425	16,44%	12,74%
F6.2-F7.1	VIA TAGLIAMENTO	0,0395	0,090	0,3150	0,2966	0,1331	0,303	1,4938	0,0055	0,2215	0,0247	90	0,0500	0,0093	9,3127	1,7049	0,9396	13,31%	30,34%
F6.2-F7.1	VIA TAGLIAMENTO	0,0518	0,090	0,3150	0,2966	0,1747	0,303	1,7246	0,0081	0,2558	0,0317	90	0,0163	0,0093	9,3126	1,1500	0,9396	17,47%	30,34%
F5.1-F5.2	VIA ISONZIO	0,1267	0,220	0,5000	0,4708	0,2692	0,467	2,1821	0,0378	0,5137	0,0735	90	0,0319	0,1066	106,5500	2,8212	1,4691	26,92%	46,73%
F5.1-F5.2	VIA ISONZIO	0,1785	0,220	0,5000	0,4708	0,3791	0,467	2,6533	0,0605	0,6246	0,0969	90	0,0086	0,1066	106,5500	1,7607	1,4691	37,91%	46,73%
F5.1-F5.2	VIA CAPUOZZO	0,3203	0,350	0,6300	0,5932	0,5399	0,590	3,3015	0,1522	0,9792	0,1555	90	0,0050	0,2801	280,0699	1,8399	1,8530	53,99%	59,00%
F10.1-F5.3	VIA ROMA	0,2280	0,300	0,4000	0,3766	0,6054	0,797	3,5662	0,0705	0,6715	0,1050	90	0,0137	0,1654	165,3805	2,3449	1,7155	60,54%	79,66%
F10.1-F5.3	VIA ROMA	0,3978	0,450	0,8000	0,8000	0,4972	0,563	3,1305	0,2496	1,2522	0,1993	90	0,0050	0,5419	541,8601	2,1713	2,1011	49,72%	56,25%
F1.1-1	VIA VITTORIO VENETO	0,1384	0,190	0,3150	0,2966	0,4667	0,641	3,0082	0,0316	0,4461	0,0709	90	0,0157	0,0611	61,0590	1,9312	1,3652	46,67%	64,06%
1-F3.2	VIA VITTORIO VENETO	0,1696	0,290	0,4000	0,3766	0,4504	0,770	2,9429	0,0487	0,5541	0,0878	90	0,0342	0,1601	160,0700	3,2887	1,6867	45,04%	77,00%
F2.1-F2.2	VIA MARTIRI DI CEFALONIA	0,2040	0,230	0,4000	0,3766	0,5416	0,611	3,3081	0,0616	0,6229	0,0989	90	0,0064	0,0951	95,1070	1,5443	1,5021	54,16%	61,07%
F3.1-3.2	VIA PRISCO	0,0844	0,180	0,3150	0,2966	0,2846	0,607	2,2509	0,0162	0,3338	0,0485	90	0,0776	0,0540	54,0499	3,3360	1,3288	28,46%	60,69%
F3.2-2	VIA VITTORIO VENETO	0,2531	0,290	0,6300	0,5932	0,4267	0,489	2,8473	0,1125	0,8445	0,1332	90	0,0059	0,2033	203,3200	1,8076	1,6867	42,67%	48,89%
2-F1.2	VIA VITTORIO VENETO	0,3076	0,350	0,6300	0,5932	0,5185	0,590	3,2156	0,1447	0,9537	0,1517	90	0,0059	0,2852	285,2496	1,9714	1,8530	51,85%	59,00%
F8.1-1	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	0,1119	0,140	0,3150	0,2966	0,3771	0,472	2,6451	0,0238	0,3923	0,0608	90	0,0100	0,0332	33,1848	1,3915	1,1719	37,71%	47,20%
F8.1 (1-3)	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	0,2628	0,290	0,4000	0,3766	0,6978	0,770	3,9549	0,0830	0,7447	0,1114	90	0,0050	0,1223	122,3193	1,4738	1,6867	69,78%	77,00%
(3)-F8.2	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	0,1766	0,270	0,5000	0,4708	0,3752	0,573	2,6369	0,0597	0,6207	0,0961	90	0,0181	0,1516	151,5900	2,5407	1,6275	37,52%	57,35%
E2.1-E2.2	VIA ROMA	0,1558	0,240	0,4000	0,3766	0,4136	0,637	2,7943	0,0435	0,5262	0,0827	90	0,0045	0,0499	49,8500	1,1458	1,5344	41,36%	63,73%
G1-G2	VIA ANDOLFI	0,3794	0,020	0,6300	0,5932	0,6396	0,0337	3,7076	0,1867	1,0997	0,1698	90	0,005	0,3642	364,2100	1,9511	0,4429	63,69%	3,37

ALLEGATO 4 – TABELLA DI RIEPILOGO

VERIFICHE				
Collettore	Via	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA
		Vm,n≥Vmin,n=0,5 m/s	Vmax,n≥Vmin,p,n=0,5 m/s	Vmax,n≤Vmax,n=4 m/s
G6.1-G6.2	VIA ANDOLFI	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
G6.1-G6.2	VIA ANDOLFI	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
G5.1-G7.1	TRAVERSA VIA ANDOLFI	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
G3.1-57.1	TRAVERSA VIA ANDOLFI	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
G7.1-G7.2	II TRAVERSA PLINIO	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
G7.1-G7.2	II TRAVERSA PLINIO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
E6.1-E8.2	VIA STAMPERIA	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
E7.1-E8.2	VIA STAMPERIA	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
E8.1-E5.2	VIA CACCIA/STAMPERIA	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
E8.1-E5.2	VIA CACCIA/STAMPERIA	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
E4.1-E4.2	VICO ZINGARI	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
E5.1-E5.2	VIA FUOCO	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
L4.1-L4.1'	VIA MORTELLETTO/POSTIGLIONE/SCHITI	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
L4.2-L4.1'	VIA MORTELLETTO/POSTIGLIONE/SCHITI	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
N1-N2	TRAVERSA BOTTARO	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
L5.1-L5.2	VIA MONTEBELLO	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
L6.1-L6.2	VIA POSTIGLIONE	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
P4.2-P4.1	VIA TORRETTA DI SIENA	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
P4.1-P3.1	VIA TORRETTA DI SIENA	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
P1.1-P2.1	VIA TORRETTA DI SIENA	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
P3.1-P1.2	VIA TORRETTA DI SIENA	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
P3.1-P1.2	VIA TORRETTA DI SIENA	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
P3.2-P4.1	VIA TORRETTA DI SIENA	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
M.4-M.3'	VIA MAGENTA	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
M.5-M.3'	VIA MAGENTA	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
O1.1-O1.3	VIA SOLFERINO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
O1.2-O1.3	VIA VOLTURNO	Verifica non soddisfatta	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta
O1.4-O1	VIA TERRAGNETA	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F6.2-F7.1	VIA TAGLIAMENTO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F6.2-F7.1	VIA TAGLIAMENTO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F5.1-F5.2	VIA ISONZIO	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F5.1-F5.2	VIA ISONZIO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F5.1-F5.2	VIA CAPUOZZO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F10.1-F5.3	VIA ROMA	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F10.1-F5.3	VIA ROMA	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F1.1-1	VIA VITTORIO VENETO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
1-F3.2	VIA VITTORIO VENETO	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F2.1-F2.2	VIA MARTIRI DI CEFALONIA	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F3.1-3.2	VIA PRISCO	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F3.2-2	VIA VITTORIO VENETO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
2-F1.2	VIA VITTORIO VENETO	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F8.1-1	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
F8.1 (1-3)	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
(3)-F8.2	VIA VITTORIO VENETO/VIA PASTORE	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
E2.1-E2.2	VIA ROMA	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta
G1-G2	VIA ANDOLFI	Verifica non soddisfatta	Verifica soddisfatta	Verifica soddisfatta