

ACQUA NOVARA VCO S.p.a.

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA

(art. 35 DPR n. 207/2010)

LAVORI DI ADEGUAMENTO SFIORATORI A LAGO

Sfioratore via Broggi – Arona
Sfioratore via De Gasperi - Arona

Novara, ottobre 2015
(Aggiornamento febbraio 2017)

STUDIO TECNICO DELTA

Ingegneri Associati

Via Gnifetti n. 78 – 28100 Novara

Tel 0321. 627766

Fax 0321.627075

e-mail: ing.escuriale@deltaing.it

pec : giovanni.escuriale@ingpec.eu

Il Progettista

Ing. G. Escuriale

1. Indice

1. Indice.....	1
2. Premessa.....	2
2.1. Localizzazione.....	2
3. Condotte separate per acque nere e acque bianche	3
3.1. Sfiatore Via Broggi.....	3
3.2. Sfiatore Via De Gasperi.....	3
4. Determinazione delle portate nere di progetto e relative verifiche.....	5
4.1. Sfiatore Via Broggi.....	5
4.2. Sfiatore Via De Gasperi.....	5
5. Dimensionamento e verifica delle tubazioni	6
5.1. Sfiatore Via Broggi.....	6
5.2. Sfiatore Via De Gasperi.....	8
6. Determinazione delle portate bianche di progetto e relative verifiche.....	10
6.1. Sfiatore Via Broggi.....	10
6.2. Sfiatore Via De Gasperi.....	10
7. Dimensionamento e verifica delle tubazioni	11
7.1. Sfiatore Via Broggi.....	11
7.2. Sfiatore Via De Gasperi.....	13
8. Dimensionamento scolmatore.....	15
9. Determinazione delle sollecitazioni indotte sul terreno.....	18
9.1. Sfiatore Via Broggi.....	18
9.2. Sfiatore Via De Gasperi.....	18
10. Dimensionamento zavorre.....	19
10.1. Zavorre via Broggi.....	19
10.2. Zavorre via De Gasperi	20
11. Inquadramento geologico di P.R.G.....	21

2. Premessa

I lavori oggetto della presente relazione hanno come obiettivo quello di adeguare 2 scaricatori di piena esistenti in Arona sostituendo e prolungando le tubazioni in modo tale che la bocca di uscita degli stessi sia posto ad una profondità minima di 10m.

Si sottolinea come a tale profondità il termoclino è favorevole alla permanenza sul fondo di tutti i reflui scaricati a lago, evitando così la risalita dei liquami in superficie, gli interventi proposti non prevedono modifiche alla tipologia e alla quantità di liquidi scaricati.

La localizzazione degli interventi è rappresentata nella tavola 1, i punti di interesse sono i seguenti:

- A. Sfiatore via Broggi
- B. Sfiatore via De Gasperi

In particolare nel caso dello sfiatore di via Broggi si prevede la sostituzione di un tratto di tubazione a terra con il rifacimento del pozzetto esistente e la messa in opera di tubazione a lago. Nel caso dello sfiatore di via De Gasperi, oltre che la messa in opera di un nuovo condotto sia a terra che a lago, si prevede il rifacimento dello scolmatore esistente.

2.1. Localizzazione



3. Condotte separate per acque nere e acque bianche

3.1. Sfiatore Via Broggi

- *Sistema di fognatura: fognatura mista*
- *Tipologia utenze:* fognatura per scarichi esclusivamente di tipo civile. Non esistono scarichi liquidi provenienti da particolari complessi (attività industriali, macelli, ospedali...).
- *Numero degli utenti serviti dal tronco fognario: situazione e tipologia demografica ed urbanistica attuale e futura:* liquidi provenienti dalle utenze circostanti
- *Dotazione idrica procapite:* la tubazione è dimensionata per una dotazione di 250 l/giorno per abitante.
- *Punto di partenza:* il tratto di fognatura oggetto di intervento interessa il tratto a lago e i 15 m di tubazione che dalla costa si dirigono verso via Broggi. Per quanto riguarda l'origine della tubazione nel suo complesso origina all'inizio di via Broggi.
- *Punto di arrivo:* la nuova tubazione, sia nei 15 m a terra che, i 65 a lago, interessa esclusivamente le acque derivanti dallo scolmatore esistente. Le acque che interesseranno il tratto oggetto del presente documento sono quelle in condizioni di mancata ricevibilità da parte del collettore fognario principale.
- *Recapito finale:* il tratto oggetto di intervento ha come destinazione finale lo sbocco a lago, nel tratto posto a monte dello scolmatore i reflui confluiscono nel collettore che corre lungo via Europa.
- *Caratteristiche della tubazione:* il tratto oggetto di intervento, ovvero quello finale del condotto esistente (15 m dalla riva e 65 m a lago), sarà realizzato con una tubazione tipo PEAD PE 100 ϕ 500 con giunti saldati termicamente e completo rinfiacco in sabbia per la parte interrata a terra (non vi è coinvolgimento di acque nere).
- *Profondità di scavo e posa tubazioni:* il piano di posa è variabile, il tratto di interesse per la sostituzione della tubazione esistente ha profondità massima pari a 150 cm. Il tratto a lago, fino al raggiungimento della batimetrica di 4 m (40 m da riva) è interrato a una profondità media di 1,00 m.
- *Sviluppo in metri lineari:* il condotto oggetto di progetto è costituito da 15 m di tubazione interrata a riva e 65 m a lago sino a raggiungere la quota di -10
- *Tipi di giunti utilizzati:* i tubi in PEAD vengono saldati in testa tramite saldature termo elettriche. Tutte le tipologie di tubazioni sono tali da rendere la condotta impermeabile alla penetrazione di acque esterne e alla fuoriuscita di liquame dall'interno dalla loro sede in tutte le condizioni di esercizio.
- *Dichiarazione dell'intervento non ricadente in aree di salvaguardia di opere acquedottistiche ai sensi del D.Lgs. 258/2000 e art. 21 c. 1-2-3-4 D.Lgs. 152/1999:* l'intervento ricade in area urbana non compresa in aree di salvaguardia di opere acquedottistiche.

3.2. Sfiatore Via De Gasperi

- *Sistema di fognatura:* la fognatura esistente è di tipo misto, a servizio delle abitazioni che prospettano sulla via stessa.
- *Tipologia utenze:* fognatura per scarichi esclusivamente di tipo civile. Non esistono scarichi liquidi provenienti da particolari complessi (attività industriali, macelli, ospedali...).

- *Numero degli utenti serviti dal tronco fognario: situazione e tipologia demografica ed urbanistica attuale e futura:* liquidi provenienti dalle utenze circostanti
- *Dotazione idrica procapite:* la tubazione è dimensionata per una dotazione di 250 l/giorno per abitante.
- *Punto di partenza:* il tratto di fognatura oggetto di intervento interessa il tratto a lago e i 52 m di tubazione che dalla costa si dirigono verso via De Gasperi, attraversando perpendicolarmente a via Europa il prato antistante il lago. Per quanto riguarda l'origine della tubazione nel suo complesso origina all'inizio di via De Gasperi. Lo scolmatore oggetto di rifacimento riceve i reflui dalla fogna di via De Gasperi per collietarli nella tubazione che corre lungo via Europa. Nel caso di mancanza ricettiva da parte del collettore, lo scolmatore scarica i reflui direttamente a lago.
- *Punto di arrivo:* la nuova tubazione, sia nei 52 m a terra che, i 120 a lago, interessa esclusivamente le acque derivanti dallo scolmatore esistente posto all'incrocio tra via Europa e Via De Gasperi. Le acque che interesseranno il tratto oggetto del presente documento sono quelle in condizioni di mancata ricevibilità da parte del collettore fognario principale.
- *Recapito finale:* il tratto oggetto di intervento ha come destinazione finale lo sbocco a lago, nel tratto posto a monte dello scolmatore i reflui confluiscono direttamente da via De Gasperi
- *Caratteristiche della tubazione:* il tratto oggetto di intervento, ovvero quello finale del condotto esistente (52 m dalla riva e 120 m a lago), sarà realizzato con una tubazione tipo PEAD PE 100 ϕ 315 con giunti saldati termicamente e completo rinfianco in sabbia per la parte interrata a terra (non vi è coinvolgimento di acque nere se non nel tratto interessato al rifacimento dello scolmatore esistente).
- *Profondità di scavo e posa tubazioni:* il piano di posa è variabile, per quanto riguarda la porzione a terra si avrà una profondità media di 240 cm. Il tratto a lago, fino al raggiungimento della batimetrica di 4 m (40 m da riva) è interrato a una profondità media di 1,00 m.
- *Sviluppo in metri lineari:* il condotto oggetto di progetto è costituito da 52 m di tubazione a terra e 120 m a lago sino a raggiungere la quota di -10.
- *Tipi di giunti utilizzati:* i tubi in PEAD vengono saldati in testa tramite saldature termo elettriche. Tutte le tipologie di tubazioni sono tali da rendere la condotta impermeabile alla penetrazione di acque esterne e alla fuoriuscita di liquame dall'interno dalla loro sede in tutte le condizioni di esercizio.
- *Dichiarazione dell'intervento non ricadente in aree di salvaguardia di opere acquedottistiche ai sensi del D.Lgs. 258/2000 e art. 21 c. 1-2-3-4 D.Lgs. 152/1999:* l'intervento ricade in area urbana non compresa in aree di salvaguardia di opere acquedottistiche.

4. Determinazione delle portate nere di progetto e relative verifiche

Per quanto riguarda il calcolo delle portate delle acque nere si è applicata la formula riportata e proceduto come segue:

$$Q_{24} = \frac{(f \times DI \times P)}{86400}$$

4.1. Sfiatore Via Broggi

PORTATA ACQUE NERE			
Q ₂₄	19,68	l/sec	Portata media giornaliera
Q _m	39,35	l/sec	Portata media diurna [2 Q ₂₄]
Q _p	78,70	l/sec	Portata di punta diurna [4 Q ₂₄]
Dati			
φ	0,85	sec ⁻¹	Modulo resistente effettivo
DI	250	l	Dotazione idrica
P	8000	-	Popolazione gravante

4.2. Sfiatore Via De Gasperi

PORTATA ACQUE NERE			
Q ₂₄	1,23	l/sec	Portata media giornaliera
Q _m	2,46	l/sec	Portata media diurna [2 Q ₂₄]
Q _p	4,92	l/sec	Portata di punta diurna [4 Q ₂₄]
Dati			
φ	0,85	sec ⁻¹	Modulo resistente effettivo
DI	250	l	Dotazione idrica
P	500	-	Popolazione gravante

5. Dimensionamento e verifica delle tubazioni

5.1. Sfiatore Via Broggi

Per quanto concerne via Broggi si riporta il calcolo di verifica dello stato di fatto. L'intervento proposto NON interessa la fognatura nera esistente.

Tuttavia, ipotizzando una pendenza minima di 1,5% e diametro dei condotti in PVC pari a 315 si hanno le seguenti portate e velocità.

$$\text{Portata: } Q = k \times \sqrt{i} \times A \times R^{2/3}$$

VERIFICA PORTATA ACQUE NERE			
VERIFICA	RISULTATO	24%	Verifica soddisfatta
Portata	78,70	l/sec	Portata di progetto
Smaltibile	326,72	l/sec	Capacità di smaltimento
A	0,144	m ²	Superficie bagnata [A = r ² (β - senβ) / 2]
R	0,151	m	Raggio idraulico [(r/2) x (β - senβ) / β]
Dati			
β	180,00	°	Angolo di riempimento di progetto
D _{est}	0,315	m	Diametro interno
Sp.	0,0062	m	Spessore tubazione
D	0,3026	m	Diametro interno
% riemp	50%	-	Percentuale riempimento
h	0,151	m	Altezza di riempimento
R	0,151	m	Raggio
a	0,000	m	Cateto di calcolo
b	0,151	m	Cateto di calcolo
α	1,57	Rad	Semiangolo interno
α	90,00	°	Semiangolo interno
β	180,00	°	Angolo di riempimento
D	0,3026	m	Diametro della tubazione
K	80	m ^{1/3} /sec	Coeff. Di scabrezza per tubi (95-70) Strickler
i	0,01	m	Pendenza

Per quanto riguarda le velocità si sono verificate le velocità in modo da valutare che non vi sia superamento della velocità massima di 4m/sec (causa deterioramento eccessivo) e non vi sia ristagno per velocità inferiori a 0,5 m/sec.

$$V = k\sqrt{Ri}$$

$$R = \frac{D}{4}$$

$$k = \frac{87\sqrt{R}}{g + \sqrt{R}}$$

VERIFICA VELOCITA' ACQUE NERE			
VERIFICA	RISULTATO		Verifica soddisfatta
Min.	0,50	m/sec	Velocità minima consentita
Max.	4,00	m/sec	Velocità massima consentita
Velocità	1,51	m/sec	Velocità minima di progetto

Dati			
k	55,0	-	Coefficiente di conduttanza
R	0,07565	m	Raggio idraulico
i	0,01	m	Pendenza
γ	0,16	-	Coeff. Scabrezza di Bazin
D _{est}	315	mm	Diametro esterno
Sp.	6,2	mm	Spessore tubazione
D	302,6	mm	Diametro interno
D	0,3026	m	Diametro interno

5.2. Sfiatore Via De Gasperi

VERIFICA PORTATA ACQUE NERE			
VERIFICA	RISULTATO	2%	Verifica soddisfatta
Portata	4,92	l/sec	Portata di progetto
Smaltibile	326,72	l/sec	Capacità di smaltimento
A	0,144	m ²	Superficie bagnata [$A = r^2 (\beta - \text{sen}\beta) / 2$]
R	0,151	m	Raggio idraulico [$(r/2) \times (\beta - \text{sen}\beta) / \beta$]
Dati			
β	180,00	°	Angolo di riempimento di progetto
D _{est}	0,315	m	Diametro interno
Sp.	0,0062	m	Spessore tubazione
D	0,3026	m	Diametro interno
% riemp	50%	-	Percentuale riempimento
h	0,151	m	Altezza di riempimento
R	0,151	m	Raggio
a	0,000	m	Cateto di calcolo
b	0,151	m	Cateto di calcolo
α	1,57	Rad	Semiangolo interno
α	90,00	°	Semiangolo interno
β	180,00	°	Angolo di riempimento
D	0,3026	m	Diametro della tubazione
K	80	m ^{1/3} /sec	Coeff. Di scabrezza per tubi (95-70) Strickler
i	0,01	m	Pendenza

VERIFICA VELOCITA' ACQUE NERE			
VERIFICA	RISULTATO		Verifica soddisfatta
Min.	0,50	m/sec	Velocità minima consentita
Max.	4,00	m/sec	Velocità massima consentita
Velocità	1,51	m/sec	Velocità minima di progetto

Dati			
k	55,0	-	Coefficiente di conduttanza
R	0,07565	m	Raggio idraulico
i	0,01	m	Pendenza
γ	0,16	-	Coeff. Scabrezza di Bazin
D _{est}	315	mm	Diametro esterno
Sp.	6,2	mm	Spessore tubazione
D	302,6	mm	Diametro interno
D	0,3026	m	Diametro interno

6. Determinazione delle portate bianche di progetto e relative verifiche

Per quanto concerne gli interventi proposti si è resa necessaria una valutazione delle portate necessarie per quanto concerne le acque meteoriche.

Tale calcolo è stato eseguito con il metodo De Martino che permette di stimare le acque meteoriche di bacini fino a 30 ha.

6.1. Sfiatore Via Broggi

Nel caso di via Broggi si è considerato un bacino di dimensioni di 5 ha che, applicando la formula riportata, restituisce una portata di acque meteoriche indicata in tabella.

$$u = \frac{I \gamma_0}{0,36}$$

$$Q = uS$$

PORTATA ACQUE BIANCHE			
Q	531,25	l/sec	Portata acque meteoriche
Dati			
u	106,25	l/sec	Coeff. udometrico unitario per ha
S	5	ha	Superficie di bacino
ψ	0,3	-	Coeff. di assorbimento medio ponderato rispetto l'area
λ	0,85	-	Coeff. di ritardo
γ_0	150	l/sec	Intensità della pioggia

6.2. Sfiatore Via De Gasperi

Nel caso di via De Gasperi il bacino ha dimensioni più contenute perché al servizio delle abitazioni e delle aree che si affacciano direttamente sulla via

PORTATA ACQUE BIANCHE			
Q	185,94	l/sec	Portata acque meteoriche
Dati			
u	106,25	l/sec	Coeff. udometrico unitario per ha
S	1,75	ha	Superficie di bacino
ψ	0,3	-	Coeff. di assorbimento medio ponderato rispetto l'area
λ	0,85	-	Coeff. di ritardo
γ_0	150	l/sec	Intensità della pioggia

7. Dimensionamento e verifica delle tubazioni
7.1. Sfiatore Via Broggi

VERIFICA PORTATA ACQUE BIANCHE			
VERIFICA	RISULTATO	41%	Verifica soddisfatta
Portata	531,25	l/sec	Portata di progetto
Smaltibile	1303,75	l/sec	Capacità di smaltimento
A	0,456	m ²	Superficie bagnata $[A = r^2 (\beta - \text{sen}\beta) / 2]$
R	0,261	m	Raggio idraulico $[(r/2) \times (\beta - \text{sen}\beta) / \beta]$
Dati			
β	227,16	°	Angolo di riempimento di progetto
D _{est}	0,5	m	Diametro interno
Sp.	0,0297	m	Spessore tubazione
D	0,4406	m	Diametro interno
% riemp	70%	-	Percentuale riempimento
h	0,308	m	Altezza di riempimento
R	0,220	m	Raggio
a	0,088	m	Cateto di calcolo
b	0,202	m	Cateto di calcolo
α	1,16	Rad	Semiangolo interno
α	66,42	°	Semiangolo interno
β	227,16	°	Angolo di riempimento
D	0,4406	m	Diametro della tubazione
K	70	m ^{1/3} /sec	Coeff. Di scabrezza per tubi (95-70) Strickler
i	0,01	m	Pendenza

VERIFICA VELOCITA' ACQUE BIANCHE			
VERIFICA	RISULTATO		Verifica soddisfatta
Min.	0,50	m/sec	Velocità minima consentita
Max.	4,00	m/sec	Velocità massima consentita
Velocità	1,95	m/sec	Velocità minima di progetto

Dati			
k	58,7	-	Coefficiente di conduttanza
R	0,11015	m	Raggio idraulico
i	0,01	m	Pendenza
γ	0,16	-	Coeff. Scabrezza di Bazin
D _{est}	500	mm	Diametro esterno
Sp.	29,7	mm	Spessore tubazione
D	440,6	mm	Diametro interno
D	0,4406	m	Diametro interno

7.2. Sfiatore Via De Gasperi

VERIFICA PORTATA ACQUE BIANCHE			
VERIFICA	RISULTATO	57%	Verifica soddisfatta
Portata	185,94	l/sec	Portata di progetto
Smaltibile	326,72	l/sec	Capacità di smaltimento
A	0,144	m ²	Superficie bagnata [$A = r^2 (\beta - \text{sen}\beta) / 2$]
R	0,151	m	Raggio idraulico [$(r/2) \times (\beta - \text{sen}\beta) / \beta$]
Dati			
β	180,00	°	Angolo di riempimento di progetto
D _{est}	0,315	m	Diametro interno
Sp.	0,0062	m	Spessore tubazione
D	0,3026	m	Diametro interno
% riemp	50%	-	Percentuale riempimento
h	0,151	m	Altezza di riempimento
R	0,151	m	Raggio
a	0,000	m	Cateto di calcolo
b	0,151	m	Cateto di calcolo
α	1,57	Rad	Semiangolo interno
α	90,00	°	Semiangolo interno
β	180,00	°	Angolo di riempimento
D	0,3026	m	Diametro della tubazione
K	80	m ^{1/3} /sec	Coeff. Di scabrezza per tubi (95-70) Strickler
i	0,01	m	Pendenza

VERIFICA VELOCITA' ACQUE BIANCHE			
VERIFICA	RISULTATO		Verifica soddisfatta
Min.	0,50	m/sec	Velocità minima consentita
Max.	4,00	m/sec	Velocità massima consentita
Velocità	1,51	m/sec	Velocità minima di progetto

Dati			
k	55,0	-	Coefficiente di conduttanza
R	0,07565	m	Raggio idraulico
i	0,01	m	Pendenza
γ	0,16	-	Coeff. Scabrezza di Bazin
D _{est}	315	mm	Diametro esterno
Sp.	6,2	mm	Spessore tubazione
D	302,6	mm	Diametro interno
D	0,3026	m	Diametro interno

8. Dimensionamento scolmatore

Per quanto concerne via De Gasperi, è necessario demolire e ricostruire lo scolmatore. Tale necessità è resa dal fatto che lo scolmatore esistente risulta deteriorato e non più in grado di garantire un corretto funzionamento nel tempo.

Si prevede l'installazione di uno scolmatore di dimensioni 150x150 posizionato al posto dell'esistente. Le tubazioni in ingresso dello stesso rimarranno quelle esistenti in PVC Ø 315, la tubazione di raccordo con il collettore fognario principale sarà sostituita e sarà messo in opera un tubo in PEAD Ø 250, mentre la tubazione di scolmo, quella diretta a lago, sarà realizzata in PEAD PE 100 Ø 315.

Per quanto riguarda il tirante idrico che è necessario per il funzionamento del ciglio di sfioro, considerando:

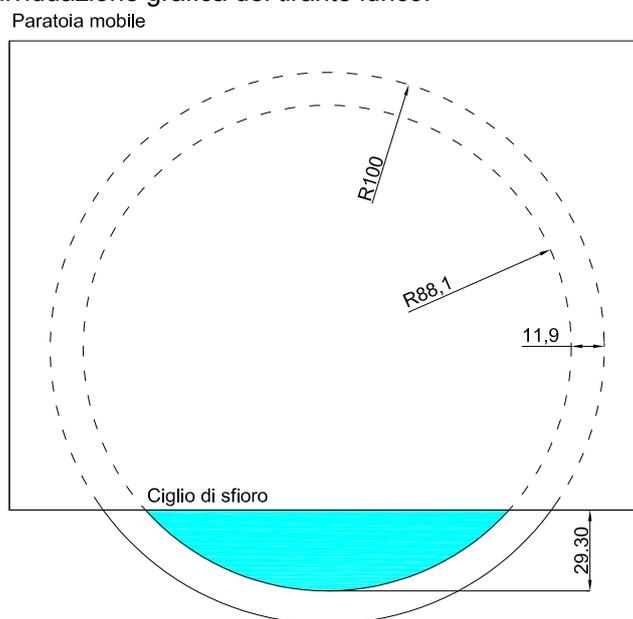
- Portata media giornaliera (Q_{24}):
- Portata massima ($5 \times Q_{24}$):
- pendenza massima 5 %

Si ottiene un'area necessaria di 2653,98 mm².

CALCOLO TIRANTE IDRICO SCOLMATORE			
H	29,30	mm	Tirante idrico
A _{Req}	2653,98	mm ²	Area richiesta per smaltimento acque nere

Dati			
Q	6,15	l/sec	Portata di progetto [$5 \times Q_{24}$]
Velocità	2,32	l/sec	Velocità di progetto
R	88,100	mm	Raggio tubazione acque nere in uscita da scolmatore

Di seguito si riporta l'individuazione grafica del tirante idrico:



Si riportano inoltre le verifiche di portata e e velocità del condotto fognario:

VERIFICA PORTATA ACQUE NERE			
VERIFICA	RISULTATO	4%	Verifica soddisfatta
Portata	6,15	l/sec	Portata di progetto
Smaltibile	172,73	l/sec	Capacità di smaltimento
A	0,049	m ²	Superficie bagnata [$A = r^2 (\beta - \text{sen}\beta) / 2$]
R	0,088	m	Raggio idraulico [$(r/2) \times (\beta - \text{sen}\beta) / \beta$]
Dati			
β	180,00	°	Angolo di riempimento di progetto
D _{est}	0,2	m	Diametro interno
Sp.	0,0119	m	Spessore tubazione
D	0,1762	m	Diametro interno
% riemp	50%	-	Percentuale riempimento
h	0,088	m	Altezza di riempimento
R	0,088	m	Raggio
a	0,000	m	Cateto di calcolo
b	0,088	m	Cateto di calcolo
α	1,57	Rad	Semiangolo interno
α	90,00	°	Semiangolo interno
β	180,00	°	Angolo di riempimento
D	0,1762	m	Diametro della tubazione
K	80	m ^{1/3} /sec	Coeff. Di scabrezza per tubi (95-70) Strickler
i	0,05	m	Pendenza

VERIFICA VELOCITA' ACQUE NERE			
VERIFICA	RISULTATO		Verifica soddisfatta
Min.	0,50	m/sec	Velocità minima consentita
Max.	4,00	m/sec	Velocità massima consentita
Velocità	2,32	m/sec	Velocità di progetto

Dati			
k	49,4	-	Coefficiente di conduttanza
R	0,04405	m	Raggio idraulico
i	0,05	m	Pendenza
γ	0,16	-	Coeff. Scabrezza di Bazin
D _{est}	200	mm	Diametro esterno
Sp.	11,9	mm	Spessore tubazione
D	176,2	mm	Diametro interno
D	0,1762	m	Diametro interno

9. Determinazione delle sollecitazioni indotte sul terreno

9.1. Sfiatore Via Broggi

L'intervento di via Broggi prevede la semplice sostituzione di un tubo esistente e il ripristino in sede di una nuova tubazione. L'unica variabile è la sostituzione di un tubo in cls con uno in PEAD, lo stato tensionale prima e dopo l'intervento è favorevole alla realizzazione di quanto in progetto.

9.2. Sfiatore Via De Gasperi

2

Per quanto riguarda via De Gasperi la tubazione verrà posta per la massima parte all'interno del prato antistante via Europa.

La verifica è condotta valutando lo stato tensionale del terreno in condizioni prima e dopo l'inserimento del tubo.

VERIFICA PORTANZA TERRENO			
VERIFICA	RISULTATO	95%	Verifica soddisfatta
S.D.P.	0,356	kg/cm ²	Peso sul terreno allo stato di progetto
S.D.F.	0,37	l/sec	Peso sul terreno allo stato di fatto
-	935,000	kg/m	Peso terreno senza tubazione [unità di lunghezza]
-	851,551	kg/m	Peso terreno con tubazione
-	10,0000	kg/m	Peso unitario tubazione
-	28,353	kg/m	Peso acqua interna a tubazione
Dati			
h	2,2	m	Profondità di posa
L	0,25	m	Larghezza scavo
γ	1700	kg/m ³	Peso specifico terreno
γ_{tubo}	10	kg/m	Peso unitario tubazione
ϕ est	0,25	m	Diametro esterno tubazione
ϕ int	0,19	m	Diametro interno tubazione

10. Dimensionamento zavorre

Per quanto concerne la modalità di ancoraggio delle tubazioni a lago si è provveduto al dimensionamento di zavorre in calcestruzzo. Come si evince dalle tabelle di calcolo riportate, si è previsto di posizionare i blocchi ogni 10 m.

La spinta di galleggiamento della tubazione è stata valutata nel caso in cui la tubazione si svuoti completamente e con un coefficiente di sicurezza di 1,2.

10.1. Zavorre via Broggi

Le zavorre saranno poste a 10 m le une dalle altre e avranno dimensione di 120x120x70 cm. Il tratto interrato avrà zavorre sagomate e appoggiate direttamente sul tubo, il tratto in cui la tubazione risulta fuori dal fondo le zavorre saranno costituite da parallelepipedi connessi alla tubazione tramite catene.

Diametro ϕ 500		
Diametro	0,5	m
Area	0,20	m ²
Raggio	0,25	m
Lunghezza	10	m
Volume	1,96	mc
Spinta	1963,5	kg
Peso cls	2400	kg
FS	1,2	-
Peso calcolo	2356,2	kg
Volume	1,0	mc
Lato cubo	0,99	m

a	1,2	m
b	1,2	m
h	0,7	m
V		mc

10.2. Zavorre via De Gasperi

Le zavorre saranno poste a 10 m le une dalle altre e avranno dimensione di 100x80x50 cm. Il tratto interrato avrà zavorre sagomate e appoggiate direttamente sul tubo, il tratto in cui la tubazione risulta fuori dal fondo le zavorre saranno costituite da parallelepipedi connessi alla tubazione tramite catene.

Diametro ϕ 315		
Diametro	0,315	m
Area	0,08	m ²
Raggio	0,1575	m
Lunghezza	10	m
Volume	0,78	mc
Spinta	779,3	kg
Peso cls	2400	kg
FS	1,2	-
Peso calcolo	935,2	kg
Volume	0,39	mc
Lato cubo	0,73	m

a	1	m
b	0,8	m
h	0,5	m
V	0,40	mc

CLASSE	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA		VULNERABILITA' E VALORE ESPOSTO	RISCHIO TOTALE	INTERVENTI RICHIESTI PER LA RIDUZIONE O MINIMIZZAZIONE DEL RISCHIO				IDONEITA' URBANISTICA	
	Agente morfogenetico prevalente	Grado di pericolosità			Interventi generali di riassetto	Interventi locali di riassetto	Controllo e manutenzione opere esistenti	Rispetto norme tecniche		
I	Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche	Non sono evidenziate particolari processi morfogenetici e condizioni geotecniche penalizzanti	Inevitante	Area edificate ed inedificate a vulnerabilità media	Inevitante	Non necessari	Non necessari	Non necessari	D.M. 14/01/2008	Nessuna condizione salvo il rispetto del D.M. 14/01/2008
II	Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modelli accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo, esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificato o dell'intero significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione edificabilità.	Pendi caratterizzati da moderata acclività; presenza di terreni con mediocri caratteristiche geotecniche; aree con condizioni di scarso drenaggio; aree soggette a modesti allagamenti a bassa energia. Possono essere presenti anche più agenti contemporaneamente	Moderato	Area edificate ed inedificate soggette a processi morfogenetici modesti, a bassa vulnerabilità	Moderato	Non necessari	Necessari in alcuni casi a livello di singolo lotto edificato o dell'intero significativo	Non necessari	Necessarie nel caso di nuove edificazioni D.M. 14/01/2008	Condizionata a: - eventuale esecuzione di interventi locali di riassetto - rispetto delle norme tecniche illustrate nella N.T.A., con riferimento a indagini geotecniche, geomeccaniche e geoidrologiche di dettaglio.
IIIA	Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o litologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabile o soggette a pericolo di valanghe, aree inavvolabili da acque di esondazione). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 5677	Alvei attivi, fasce di inondazione lacustre, sponde di corsi d'acqua e plane di esondazione. Versanti acclivi, aree soggette a processi di erosione accelerata	Da moderato ad elevato	Area inedificate soggette a processi morfogenetici intensi, ad elevata vulnerabilità	Nullo in quanto aree inedificate	Non necessari	Non necessari	Non necessari	D.M. 14/01/2008	Area inidonea al sensi dell'art. 30 L.R. 5677; le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili possono essere realizzate ai sensi dell'art. 31 L.R. 5677. Eventuali edifici esistenti non cartografati, devono essere oggetto di analisi di dettaglio per definire le condizioni locali di pericolosità e di rischio, secondo quanto previsto al punto 6.2 della N.T.E. Circ. N.T.A. La realizzazione di opere infrastrutturali e di impianti può essere consentita solo a seguito di specifiche analisi di dettaglio
IIIB	<p>PRESCRIZIONI GENERALI PER LE CLASSI II B</p> <p>Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 5677</p> <p>Le aree inserite in classe II B dovranno fare parte di un cronoprogramma delle opere di difesa nell'ambito del quale sia esplicitata la destinazione ai fini urbanistici delle opere suddette e siano individuate, per ogni opera, le porzioni di territorio che risultano da esse protette e/o a pericolosità e rischio minimizzato.</p>									
IIIB1	A seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni e completamenti	Area soggette ad esondazione di corsi d'acqua del reticolo litografico minore. Settori di versanti potenzialmente instabili o interessati dalla possibile caduta di massi	Da moderato a medio	Area parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di medio-alta intensità e non dissestate o parzialmente dissestate da opere di riassetto, vulnerabilità medio-elevata	Moderato, localmente medio	Necessari	Necessari	Necessari	Necessarie nel caso di nuove edificazioni e ristrutturazioni D.M. 14/01/2008	Nessun aumento del carico antropico allo stato attuale. In seguito alla realizzazione delle opere di riassetto, edificabilità condizionata a: - collaudo delle opere; - presenza di un programma di controllo e manutenzione; - rispetto delle norme tecniche della N.T.A.
IIIB3	Anche a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico; non sono ammesse nuove unità abitative e completamenti	Area comprese nelle fasce spondali di corsi d'acqua con bacino idrografico di ridotte o medie dimensioni. Area soggette a possibile esondazione lacustre con quote del piano campagna comprese tra 196,5 e 198,5 m s.l.m.	Medio-elevato	Area parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di elevata intensità, anche se difese da opere di riassetto, vulnerabilità elevata	Elevato	Necessari	Necessari	Necessari per la tutela degli edifici esistenti	Necessarie nel caso di ristrutturazioni D.M. 14/01/2008	Edificabilità nulla per nuove unità abitative. Opere sugli edifici esistenti che comportino un modesto incremento del carico antropico potranno essere eseguite solo a seguito della completa realizzazione degli interventi di riassetto, ove previsti, che dovranno essere assoggettati a programmi di controllo e manutenzione, per la tutela dell'edificato e l'incolumità delle persone
IIIB4	Anche a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico	Area soggette a possibile esondazione lacustre con quote del piano campagna al di sotto di 196,5 m s.l.m.	Medio	Area parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di elevata intensità, anche se difese da opere di riassetto, vulnerabilità elevata	Elevato	Necessari	Necessari	Necessari per la tutela degli edifici esistenti	Necessarie nel caso di ristrutturazioni D.M. 14/01/2008	Edificabilità nulla per nuove unità abitative. Opere sugli edifici esistenti, che tuttavia non comportino un aumento del carico antropico, potranno essere eseguite solo a seguito della completa realizzazione degli interventi di riassetto, ove previsti, che dovranno essere assoggettati a programmi di controllo e manutenzione, per la tutela dell'edificato e l'incolumità delle persone

In termini generali le aree di interesse sono caratterizzate da pericolosità geomorfologica da moderata ad elevata. Si rileva tuttavia che tutte le aree di interesse risultano molto scarsamente edificate o addirittura non edificate. Gli interventi proposti sono soggetti alle norme tecniche DM 11.03.1988.

Da un punto di vista geologico, facendo riferimento a quanto riportato nello studio geologico del PRGC vigente, redatto dal Dott. Geol. Fulvio Epifani e dal Geol. Marco Marini, l'area in esame è ascritta all'Unità del Lido del Complesso di Arona.

In questa unità sono raggruppati depositi in facies lacustre e depositi in facies di delta-conoide: si tratta in genere di materiali a granulometria medio-fine (sabbie, sabbie limose, e limi) a cui sono intercalati livelli a granulometria più elevata (ghiaie e sabbie).

Una prima caratterizzazione geotecnica consente di definire i seguenti parametri:

ANGOLO DI ATTRITO	COESIONE	PESO DI VOLUME
$22^{\circ} \div 24^{\circ}$	$c=0 \text{ t/mq}$	$\gamma=1,7 \text{ t/mc}$

Indagini eseguite in aree prossime a quelle in esame hanno confermato la parametrizzazione.