

COMUNE DI
VERONA
PROVINCIA DI
VERONA

testo

DOC. D-03.00
PALAZZINA 269+122_PUA

revisione

01 - 04.06.2013
02 -
03 -
04 -

scala

disegno



data 04.06.2013

aggiornato

file
PALAZZINA269122_PUA_DOC.D-03.00

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO PALAZZINA 269+122

collaboratori

INFRATEC consulting engineering s.r.l. viabilità
IN.TEC tecnologie integrate s.r.l. infrastrutture
STUDIO NUCCI & ASSOCIATI geologia
GEOM. PIPPA LUCIO topografia

oggetto

OPERE DI SOSTENIBILITA'
PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE IDRAULICA

progettista Arch. Michele Segala

progettista Arch Alfredo Pasquetto

direttore dei lavori Arch. Michele Segala

committente SISTEMA S.P.A. e CATERINA S.P.A.



Regione Veneto - Provincia di Verona

COMUNE DI VERONA

Regione Veneto - Provincia di Verona

COMUNE DI VERONA

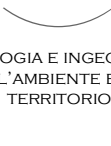
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
“PALAZZINA 269+122”

OPERE DI SOSTENIBILITÀ

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
“PALAZZINA 269+122”

OPERE DI SOSTENIBILITÀ

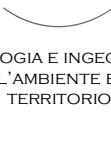
RELAZIONE IDRAULICA


**STUDIO NUCCI
& ASSOCIATI**


GEOLOGIA E INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE E DEL
TERRITORIO

Dott. Geol. Enrico Nucci
Dott. Geol. Lorena Benedetti
Dott. Geol. Alberto Cò
Dott. Ing. Alessia Canteri

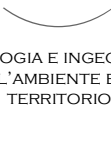
Via Leida, 4 - 37135 Verona
Tel: 045 952072 – Fax: 045 8646464
info@studionuccieassociati.com
Cod.Fisc. e P.IVA 03628610234
www.studionuccieassociati.com


**STUDIO NUCCI
& ASSOCIATI**


GEOLOGIA E INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE E DEL
TERRITORIO

Dott. Geol. Enrico Nucci
Dott. Geol. Lorena Benedetti
Dott. Geol. Alberto Cò
Dott. Ing. Alessia Canteri

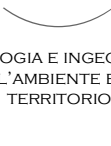
Via Leida, 4 - 37135 Verona
Tel: 045 952072 – Fax: 045 8646464
info@studionuccieassociati.com
Cod.Fisc. e P.IVA 03628610234
www.studionuccieassociati.com


**STUDIO NUCCI
& ASSOCIATI**


GEOLOGIA E INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE E DEL
TERRITORIO

Dott. Geol. Enrico Nucci
Dott. Geol. Lorena Benedetti
Dott. Geol. Alberto Cò
Dott. Ing. Alessia Canteri

Via Leida, 4 - 37135 Verona
Tel: 045 952072 – Fax: 045 8646464
info@studionuccieassociati.com
Cod.Fisc. e P.IVA 03628610234
www.studionuccieassociati.com


**STUDIO NUCCI
& ASSOCIATI**


GEOLOGIA E INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE E DEL
TERRITORIO

Dott. Geol. Enrico Nucci
Dott. Geol. Lorena Benedetti
Dott. Geol. Alberto Cò
Dott. Ing. Alessia Canteri

Via Leida, 4 - 37135 Verona
Tel: 045 952072 – Fax: 045 8646464
info@studionuccieassociati.com
Cod.Fisc. e P.IVA 03628610234
www.studionuccieassociati.com

Dott. Ing. Alessia Canteri

Committente:

SISTEMA S.P.A. E CATERINA S.R.L.

Committente:

SISTEMA S.P.A. E CATERINA S.R.L.

Cod. Rif. SA12064	Data: 04/06/2013
-------------------	------------------

Cod. Rif. SA12064	Data: 04/06/2013
-------------------	------------------

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	5
3.1	RETI DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	5
3.2	RETI DI GESTIONE DEL CONSORZIO DI BONIFICA VERONESE	5
4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO IDRAULICO.....	8
4.1	RETE IDRAULICA DI PROGETTO	8
4.2	INTERVENTI SU OPERE CONSORTILI	10
5	ANALISI IDROLOGICA	13
6	VERIFICHE IDRAULICHE	14
6.1	VERIFICA DEI COLLETTORI	14
6.2	VERIFICA DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO	15
6.3	VERIFICA INTERVENTI CONSORTILI	16
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	17

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1:	TABULATI DI CALCOLO COLLETTORI
ALLEGATO 2:	TABULATI DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE

Codice di Rif.: SA12064

Verona, 04 Giugno 2013

1 PREMESSA

Il presente elaborato viene redatto nell'ambito delle OPERE DI SOSTENIBILITÀ relative al progetto per la realizzazione di un *Piano Urbanistico Attuativo denominato "Palazzina 269+122"* in Località Palazzina all'interno del territorio comunale di Verona. Nello specifico, per opere di sostenibilità si intendono gli interventi necessari alla sistemazione delle vie limitrofe al comparto in progetto vero e proprio ed una nuova rotatoria da realizzarsi all'incrocio tra Via del Pestrino e Via S. Giovanni Lupatoto.

Nelle pagine seguenti verranno affrontati gli aspetti necessari alla definizione degli interventi tali da garantire un'adeguata regimazione delle acque meteoriche ricadenti nell'area in esame, anche alla luce del nuovo assetto idraulico introdotto. Si sottolinea che all'interno dell'area in esame insistono allo stato attuale delle opere di regolazione / ispezione di canali consortili che subiranno delle modifiche al fine di risolvere le interferenze con gli interventi urbanistici previsti.

Di seguito verranno quindi sviluppati i seguenti aspetti:

- *descrizione dello stato attuale dell'area in esame, con specifico riferimento agli aspetti idraulici legati sia alle opere consortili che alle reti di smaltimento delle acque meteoriche presenti;*
- *analisi idrologica dell'area;*
- *definizione degli interventi idraulici di progetto necessari alla gestione delle acque meteoriche e alla risoluzione delle interferenze coi manufatti consortili.*

2 DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli elaborati di progetto considerati per la redazione della seguente relazione sono:

- TAV.04.00 – STATO DI FATTO. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RILIEVO PLANOALTIMETRICO;
- TAV.07.02 – STATO DI PROGETTO. STANDARD AREE DA CEDERE O VINCOLARE AD USO PUBBLICO. STRALCI FUNZIONALI VERIFICA L.R. 15/2004;
- TAV.08.02 – STATO DI PROGETTO. SCHEMA DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE E DELLE INFRASTRUTTURE A RETE;
- TAV.10.02 – OPERE DI SOSTENIBILITÀ: PLANIMETRIA DI PROGETTO. OPERE STRADALI.

La normativa di riferimento considerata è invece di seguito riassunta:

R.D. n. 523 del 25/07/1904

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie

R.D. n. 368 del 08/05/1904

Regolamento per la esecuzione del T.U. della L. 22 marzo 1900, n. 195, e della L. 7 luglio 1902, n. 333, sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi - titolo VI "Disposizioni di polizia".

Legge 179 31.07.2002

Disposizioni in materia ambientale.

D.G.R. 29.12.2004 n° 4453

Piano di Tutela delle Acque. Misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici significativi.

D.L. 03.04.2006 n° 152 e s.m.i.

Norme in materia ambientale.

D.G.R. 24.07.2007 n° 2267

Piano di Tutela delle Acque. Approvazione delle norme di salvaguardia.

D.C.R. 05.11.2009 n°107

Piano di tutela delle acque. (Proposta di deliberazione amministrativa n. 92).

3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 RETI DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Allo stato attuale, sotto l'aspetto idraulico, l'area di progetto risulta dotata di reti di gestione delle acque meteoriche, sia per quanto riguarda Via del Pestrino che Via S. Giovanni Lupatoto.

Nello specifico, le caditoie presenti in Via del Pestrino sono collegate ad una serie di pozzi perdenti ubicati lungo la strada, che provvedono quindi all'infiltrazione delle acque raccolte. Per quanto riguarda invece Via San Giovanni, a seguito dei sopralluoghi svolti, è stato possibile rilevare la presenza di una rete di regimazione delle acque meteoriche sviluppata attraverso caditoie a bocca di lupo, ubicate su entrambi i lati della strada.

3.2 RETI DI GESTIONE DEL CONSORZIO DI BONIFICA VERONESE

Come anticipato in premessa, allo stato attuale il lotto di progetto risulta interessato dalla presenza di opere idrauliche consortili funzionali alla gestione delle acque ad uso irriguo provenienti da due canali in calcestruzzo, uno superiore ed uno inferiore all'altro, che attraversano Canale Milani in corrispondenza dell'incrocio tra Via San Giovanni Lupatoto e Via del Pestrino; tali canali vengono identificati dal consorzio competente come *canale 140 G* (canale superiore) e *canale ramo di sinistra* (canale inferiore).



Fig. 1_ Canali in calcestruzzo di attraversamento del Canale Milani.

Nello specifico le opere presenti sono:

1. un manufatto in calcestruzzo che riceve le acque dal *canale 140 G* e regola, attraverso due paratoie, le portate defluenti in due canalette in calcestruzzo di sezione rettangolare coperte (denominate dal consorzio *canale 32/140* e *canale 33/140*) che corrono, contigue tra loro, lungo i confini ovest e nord dell'area di lottizzazione.



Il manufatto risulta sopraelevato rispetto al piano strada, così come il tratto iniziale delle due canalette. Le due canalette presentano una sezione rettangolare di base pari a circa 0,80 m ed altezza 0,90 m ca..

In fase di sopralluogo le canalette risultavano in funzione, con un tirante d'acqua pari a 0,80 m. Dal rilievo topografico eseguito il tratto di canalette parallelo a Via del Pestrino, di lunghezza pari a 145 m ca., presenta una pendenza dell'1,5‰ (quota della soletta di copertura pari a 60,72 m s.l.m. nel tratto iniziale e 60,48 m s.l.m. nel tratto finale). Secondo le indicazioni del Consorzio, le canalette garantiscono allo stato attuale una portata massima di 200 l/s ca. ciascuna.

2. un pozzetto in calcestruzzo con griglia di chiusura per l'ispezione delle acque provenienti dal *canale ramo di sinistra*, dal quale prosegue poi una tubazione interrata in calcestruzzo di diametro pari a 2,00 m. La base di tale manufatto risulta sopraelevata rispetto al piano stradale di circa 20 ÷ 25 cm. La tubazione corre parallela a via San Giovanni in corrispondenza della fascia occupata da marciapiedi, aiuole e alcuni accessi stradali con una copertura minima di circa 1,40 m (valore stimato in quanto non è stato possibile l'accesso al pozzetto).



Fig. 4_ Manufatto di ispezione delle acque provenienti dal canale ramo di sinistra.

4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO IDRAULICO

Alla luce delle opere stradali previste dal piano urbanistico, il progetto idraulico ha lo scopo da un lato di predisporre un'ideale rete di collettamento delle acque meteoriche in grado di raccogliere le piogge ricadenti all'interno dell'area di progetto e dall'altro di indicare gli adeguamenti necessari ai manufatti consortili presenti in considerazione del nuovo assetto dell'area (soprattutto in funzione delle nuove quote dei piani stradali).

Per quanto concerne la gestione delle acque meteoriche, il progetto idraulico prevede:

1. il riposizionamento delle caditoie presenti in Via del Pestrino il cui asse stradale verrà modificato;
2. la predisposizione di una rete di collettamento in grado di raccogliere le acque meteoriche ricadenti nella porzione nord della rotonda e convogliarle all'interno di pozzi perdenti da inserire nell'area verde prevista all'interno della rotatoria;
3. la predisposizione di una rete di collettamento nella porzione meridionale della rotatoria che vada a collegarsi con la rete esistente su Via San Giovanni Lupatoto.

Si sottolinea che gli interventi stradali previsti nel piano non produrranno un considerevole aumento delle superfici impermeabili presenti; per questo gli interventi idraulici si limitano, ove possibile, ad un solo "riordino" dei sistemi di regimazione attualmente in essere. La suddivisione della rete di gestione delle acque meteoriche della rotatoria è sostanzialmente dovuta alla presenza del canale del Consorzio che la attraversa parallelamente a via S. Giovanni Lupatoto.

Sotto l'aspetto areale, i tre punti progettuali sopra riportati interessano le seguenti superfici:

INTERVENTO	SUP. COINVOLTA
1 – Riordino rete presente in Via del Pestrino	1.396 m ²
2 – Predisposizione nuova rete idraulica	2.295 m ²
3 – Gestione acque relative a Via S. Giovanni Lup.	2.323 m ²

L'area totale di progetto, considerando i tre punti di cui sopra, risulta quindi pari a 6.014 m², per buona parte già impermeabilizzata anche allo stato attuale.

4.1 RETE IDRAULICA DI PROGETTO

Entrando nello specifico della nuova rete idraulica, questa risulta composta da 2 linee. Le singole tratte sono separate da pozzetti ai quali sono collegate n. 2 o più caditoie (in quest'ultimo caso le doppie caditoie sono collegate in serie) ciascuno.

Il numero di caditoie, ubicate al limite esterno della rotatoria, è stato determinato considerando, in linea generale alla luce delle pendenze, almeno una caditoia ogni $150 \div 200 \text{ m}^2$ ca. di superficie stradale servita. Sono previste pendenze nell'ordine dello $0,5 \div 1,0 \%$, mentre per quanto riguarda i materiali, in considerazione dei diametri relativamente contenuti, sono state considerate condotte in PVC rigido (PVC-U). Per la visione dello sviluppo delle linee e dei relativi elementi idraulici si rimanda alla tavola grafica allegata al progetto (TAV.10-D.02).

Tralasciando quindi l'intervento di riordino su Via del Pestrino, la rete idraulica prevista servirà una superficie di 4.618 m^2 così suddivisa:

2 – Predisposizione nuova rete rotatoria nord – linea 1

TIPO DI SUPERFICIE SCOLANTE	SUPERFICE
Aree verdi	466 m^2
Superfici asfaltate o pavimentazioni impermeabili	1.828 m^2
TOTALE	2.295 m^2

3 – Predisposizione nuova rete rotatoria sud – linea 2

TIPO DI SUPERFICIE SCOLANTE	SUPERFICE
Aree verdi	445 m^2
Superfici asfaltate o pavimentazioni impermeabili	1.878 m^2
TOTALE	2.323 m^2

Il contributo di ruscellamento superficiale per una determinata quantità di pioggia viene espresso attraverso il *coefficiente di deflusso* ϕ , indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso. I valori di ϕ (in funzione del tipo di superficie scolante) assunti nel presente progetto idraulico sono:

TIPO DI SUPERFICIE SCOLANTE	ϕ
Aree verdi	0,20
Superfici asfaltate o pavimentazioni impermeabili	0,90

L'influenza delle singole superfici S_i in funzione della specifica destinazione d'uso viene computata attraverso una media ponderata dei coefficienti di deflusso ϕ_i :

$$\bar{\phi} = \sum_i \phi_i S_i / S_{tot}$$

Considerando la linea nel suo complesso, le superfici scolanti di progetto si presentano così come schematicamente riassunto nelle tabelle alla pagina seguente.

2 – Predisposizione nuova rete rotatoria nord – linea 1

TIPO DI SUPERFICIE SCOLANTE	SUP. TOT.	φ	SUP. IDR.
Aree verdi	466 m ²	0,20	93 m ²
Superfici asfaltate o pavimentazioni impermeabili	1.828 m ²	0,90	1.646 m ²
TOTALE	2.295 m ²		1.739 m ²
COEFF. DEFLUSSO PONDERATO			0,76

3 – Predisposizione nuova rete rotatoria sud – linea 2

TIPO DI SUPERFICIE SCOLANTE	SUP. TOT.	φ	SUP. IDR.
Aree verdi	445 m ²	0,20	89 m ²
Superfici asfaltate o pavimentazioni impermeabili	1.878 m ²	0,90	1.690 m ²
TOTALE	2.323 m ²		1.779 m ²
COEFF. DEFLUSSO PONDERATO			0,77

Lo smaltimento delle acque raccolte avviene attraverso una batteria di 4 pozzi perdenti per quanto riguarda le acque relative alla linea 1, mentre quanto intercettato dalla linea 2 verrà scaricato nella rete esistente attualmente a servizio di Via San Giovanni Lupatoto, come di fatto avviene anche attualmente.

4.2 INTERVENTI SU OPERE CONSORTILI

Alla luce delle opere di urbanizzazione previste dal progetto si rendono necessari interventi alle opere consortili presenti per risolvere alcune interferenze. Gli interventi garantiranno comunque, nel rispetto dei vincoli progettuali (quote dei piani finiti, carrabilità delle superfici, ...), la medesima efficienza idraulica attuale.

INTERVENTI SULLE CANALETTE IN CALCESTRUZZO 32/140 E 33/140 LIMITROFE A VIA DEL PESTRINO

Per quanto riguarda le canalette in calcestruzzo 32/140 e 33/140 ed il relativo manufatto di regolazione delle portate si prevedono i seguenti interventi:

- demolizione del manufatto di regolazione e posizionamento di un pozzetto d'incrocio in calcestruzzo dotato di chiusino a tenuta; il pozzetto riceverà le acque del medesimo collettore di alimentazione del manufatto di regolazione esistente (canale 140G);
- posa di una tubazione interrata in calcestruzzo DN 800 in sostituzione delle due canalette 32/140 e 33/140. La tubazione, che lavorerà in pressione, si svilupperà, a partire dal nuovo pozzetto appena descritto, in fregio a Via del Pestrino per una lunghezza totale di 145 m ca. e verrà posata con una pendenza pari all'1,5‰ (pendenza attuale delle canalette pari all'1,5‰). La tubazione sarà dotata di due pozzetti di ispezione intermedi a tenuta (distanziati tra loro circa a 40 ÷ 50 m). Come verificato al capitolo seguente la tubazione garantirà una portata pari ad almeno 400 l/s (attualmente le canalette garantiscono una portata pari a 200 l/s ciascuna);

- realizzazione di un nuovo manufatto di realizzazione analogo a quello esistente allo sbocco della tubazione DN 800 e collegamento alla rete consortile esistente sul lato nord del lotto.

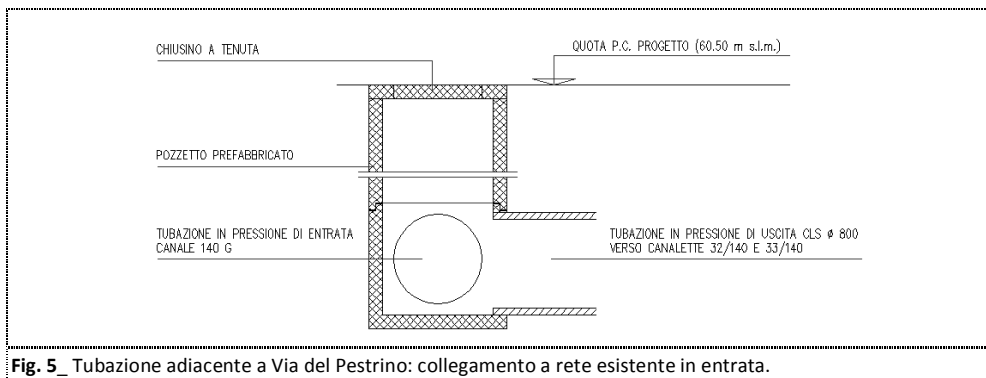


Fig. 5_ Tubazione adiacente a Via del Pestrino: collegamento a rete esistente in entrata.

Le tubazioni verranno interrate alla profondità minima di circa 0,60 m dal piano di progetto, come visibile dall'estratto dell'elaborato grafico di progetto sotto riportato, al quale si rimanda (TAV.10-E.02) per una visione più completa dell'intervento:

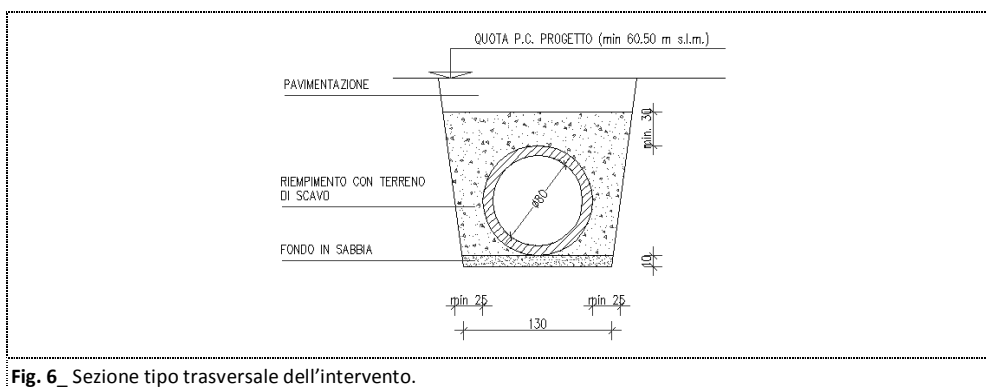


Fig. 6_ Sezione tipo trasversale dell'intervento.

INTERVENTI SUL MANUFATTO DI ISPEZIONE DELLE ACQUE PROVENIENTI DAL CANALE RAMO DI SINISTRA E SULLA TUBAZIONE IN CALCESTRUZZO DN 2000

Per quanto riguarda le opere adiacenti a Via San Giovanni si prevede:

- la demolizione della parte superficiale del manufatto di ispezione e della pavimentazione in calcestruzzo esistente immediatamente a monte e la successiva copertura del manufatto attraverso una soletta in calcestruzzo armato carrabile sopra la quale verrà poi realizzato il pacchetto di pavimentazione di progetto (quota piano finito di progetto 60,07 m s.l.m.). In accordo col Consorzio, la camera non sarà ispezionabile essendo già presente un'apertura del condotto verso il canale Milani. La soletta sarà comunque dotata di una tubazione Ø200 di sfiato aperta sull'adiacente area verde. Il sistema sarà adeguatamente impermeabilizzato per garantirne la tenuta;

- un intervento di protezione della tubazione in calcestruzzo esistente lungo via S. Giovanni Lupatoto, di diametro interno pari a due metri (in modo da preservarne l'integrità a seguito dei carichi generati dal passaggio di mezzi pesanti), attraverso la realizzazione di una soletta in calcestruzzo armato carrabile della portata di 400 kN, di spessore pari a 20 cm e larghezza di 3,50 m.

Si sottolinea che tutti gli interventi relativi alle opere consortili tranne quest'ultimo punto (realizzazione soletta di protezione) verranno eseguiti dal Consorzio di Bonifica Veronese preliminarmente agli interventi urbanistici attraverso un permesso di costruire dedicato. La realizzazione della soletta di protezione verrà invece realizzata dalla Committente nell'ambito degli interventi urbanistici in progetto.

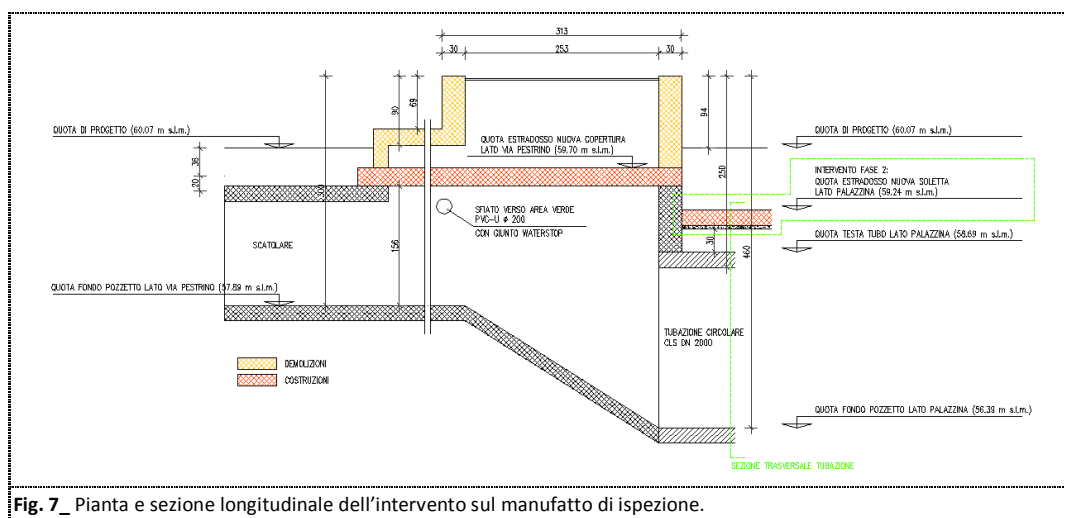


Fig. 7_ Pianta e sezione longitudinale dell'intervento sul manufatto di ispezione.

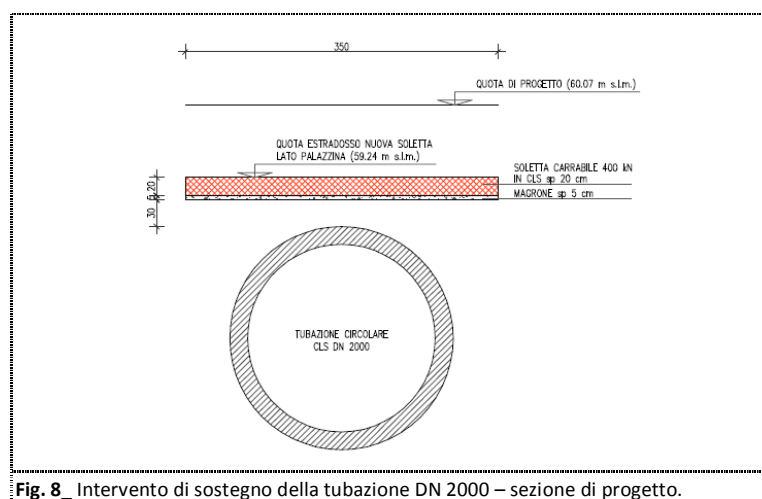


Fig. 8_ Intervento di sostegno della tubazione DN 2000 – sezione di progetto.

Per l'ubicazione ed un maggiore dettaglio degli elementi descritti si rimanda allo specifico elaborato grafico di progetto (TAV.10-E.02).

5 ANALISI IDROLOGICA

Per la caratterizzazione idrologica dell'area in esame si è fatto riferimento ai dati registrati dalla **stazione pluviometrica di Verona**, relativi ad eventi piovosi intensi di durata oraria (1, 3, 6, 12 e 24 ore) registrati nel periodo 1928 ÷ 1980 (*dati desunti dagli Annali Idrologici degli uffici Idrografici del Magistrato alle Acque di Venezia*).

I dati sono stati elaborati con il metodo di Gumbel, al fine di definire il legame tra l'altezza di pioggia h e la durata di precipitazione t attraverso una curva di possibilità pluviometrica (CPP) monomia in forma:

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

Il progetto idraulico è stato riferito ad eventi meteorici caratterizzati da un **tempo di ritorno pari a 25 anni** ($Tr = 25$ anni). L'elaborazione statistica ha fornito i seguenti risultati: $a = 45,4$ mm, $n = 0,240$. La curva di possibilità pluviometrica assume quindi la forma:

$$h = 45,4 \cdot t^{0,240} \text{ (con } h \text{ in mm e } t \text{ in ore)}$$

Si è scelto di dimensionare la rete con un tempo di ritorno di 25 anni garantendo comunque opere di compensazione del sistema (fondamentalmente sistemi di invaso) per eventi con tempo di ritorno di 50 anni, come indicato nella relazione di compatibilità idraulica (elaborato DOC.M-01.00).

6 VERIFICHE IDRAULICHE

6.1 VERIFICA DEI COLLETTORI

Per la verifica dei collettori si è scelto di adottare il *metodo dell'invaso*. Il metodo semplifica il problema del moto vario nelle condotte assegnando al moto l'equazione nella forma del moto uniforme e assumendo l'equazione dei serbatoi per simulare, concettualmente, l'effetto dell'invaso.

La procedura di calcolo ha imposto innanzitutto la suddivisione del collettore in progetto, per la cui distribuzione, oltre che per le specifiche caratteristiche delle tratte verificate (superficie scolante, pendenza, ecc.), si rimanda alla planimetria di progetto e agli elaborati di calcolo in allegato a fine testo (vedi allegato 1). Dopo aver suddiviso la linea nelle tratte di calcolo, è stata applicata ai fattori dell'equazione di possibilità pluviometrica una correzione, per tener conto della variazione del coefficiente di deflusso φ con la durata della precipitazione, ottenendo i seguenti valori di calcolo:

$$a' = a = 45,4$$

$$n' = 4/3 \quad n = 0,320$$

Calcolato il fattore $\varepsilon = 1,951$, il metodo è stato applicato alle sezioni chiuse (condotte - $\alpha = 1,0$), determinando il coefficiente udometrico secondo la seguente equazione:

$$u = 10^{1/n'} \cdot 0,278 \varepsilon^{-1/n'} \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n'-1)/n'} \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n'}}{v_0^{(1-n')/n'}}$$

Il volume d'invaso specifico v_0 , presente nelle due equazioni, è somma di un volume d'invaso specifico delle condotte v_{0c} e superficiale v_{0s} . Nel calcolo è stato assunto un valore iniziale $v_0 = v_{0s} = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$. La quantità v_{0c} relativa al volume invasato dalle condotte, a priori incognita, è stata definita nel proseguo dei calcoli.

Determinata la portata relativa al tratto di condotta e fissati i coefficienti di scabrezza K_s , pari a $85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le condotte in materiale plastico, si è proceduto con la ricerca del diametro fissata la pendenza di progetto, assumendo come limite massimo un grado di riempimento della condotta $y/D = 0,80 \div 0,85$. Il calcolo per ciascuna tratta si è sviluppato attraverso alcune iterazioni successive fino alla convergenza del valore del diametro della condotta, estendendo poi l'analisi a tutta la linea.

Un'ultima verifica è stata fatta sui valori di velocità e tensione tangenziale all'interno delle condotte. E' infatti necessario verificare che la velocità non sia inferiore a 0,5 m/s, per evitare eventuali depositi di materiale, e non superiore a 5,0 m/s, per evitare problemi di abrasione del fondo. Inoltre, lo sforzo tangenziale minimo al fondo della condotta deve essere di almeno 2 Pa.

Per una visione puntuale dei risultati di questa verifica si rimanda all'elaborato a fine testo (allegato 1), mentre per alcune valutazioni sull'esito delle verifiche si rinvia alle conclusioni riportate nel prossimo capitolo.

6.2 VERIFICA DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO

Lo smaltimento delle acque raccolte dalla linea 1 avviene attraverso una batteria di pozzi drenanti ubicati nell'area verde presente all'interno della rotatoria. Nel calcolo sono stati considerati pozzi drenanti di diametro pari a 1,50 m ed altezza utile filtrante di 5,50 m. La profondità massima di tali elementi si colloca alla quota di circa 53,00 m s.l.m., circa 5,50 m dall'attuale piano campagna (la parte centrale della rotatoria di progetto sarà collocata circa 2,00 m al di sopra dell'attuale p.c.), garantendo rispetto alla quota di morbida della falda (47,00 m s.l.m.) un franco di circa 6,0 m.

Alla luce della permeabilità dei terreni in sito (valore di permeabilità considerato pari a $5 \cdot 10^{-4}$ m/s), un pozzo così realizzato assicura una portata di filtrazione pari a 12,44 l/s ed un volume di invaso di 10,60 m³. Una batteria di 3 pozzi così dimensionati è in grado di assicurare un volume di invaso pari a 31,8 m³ ca. ed una portata filtrante di 37,3 l/s, valori sufficienti ad un adeguato smaltimento delle acque meteoriche previste. Per garantire un maggiore grado di sicurezza del sistema, che comunque è indipendente da resto della rete del PUA, si è scelto di aumentare il numero di pozzi, prevedendo una **batteria composta da 4 pozzi** (volume totale di invaso pari a 42,4 m³ e portata di filtrazione di 49,8 m/s).

Per una visione puntuale dei risultati di questa verifica si rimanda all'elaborato a fine testo (allegato 2).

6.3 VERIFICA INTERVENTI CONSORTILI

INTERVENTI SULLE CANALETTE IN CALCESTRUZZO 32/140 E 33/140 LIMITROFE A VIA DEL PESTRINO

La condotta di progetto dovrà garantire una portata pari alla somma delle portate massime circolanti nelle canalette 32/140 e 33/140, pari a 200 l/s ciascuna. **La portata di verifica risulta quindi pari a 400 l/s.**

La verifica idraulica della condotta in pressione è stata eseguita attraverso la formula di *Hazen – Williams*, di seguito riportata:

$$\Delta = J \cdot L = \frac{10,675 \cdot Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,8704}} \cdot L$$

dove:

- Δ è il dislivello piezometrico, pari a 0,022 m nel caso in esame;
- C è il coefficiente di scabrezza delle tubazioni, assunto pari a 100 per il calcestruzzo;
- D è il diametro della condotta, pari a 0,80 m;
- L è la lunghezza della condotta, pari a 145 m nel caso in esame.

Sulla base dei dati assunti, la relazione restituisce un valore di portata Q pari a 460 l/s, superiore alla portata di verifica pari a 400 l/s. La tubazione risulta quindi VERIFICATA.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La nuova rete idraulica risulta composta da n. 2 linee, una a servizio della parte nord della rotatoria (linea 1) ed una relativa alla porzione sud (linea 2). I collettori saranno realizzati con tubazioni in PVC-U secondo pendenze dell'ordine dello $0,5 \div 1,0\%$. Lo smaltimento delle acque raccolte avviene attraverso una batteria di 4 pozzi perdenti per quanto riguarda le acque relative alla linea 1, mentre quanto intercettato dalla linea 2 verrà scaricato nella rete esistente attualmente a servizio di Via San Giovanni Lupatoto.

Il dimensionamento dei collettori esposto assicura un grado di riempimento massimo delle condotte generalmente pari o inferiore al 75%. Va infine sottolineato che la rete sarà sottoposta con frequenza regolare all'ordinaria manutenzione in modo da assicurare la pulizia degli elementi del sistema, così da prevenire eventuali problemi di deposito di materiale all'interno delle condotte o in corrispondenza degli scarichi e garantire quindi l'efficienza generale della rete.

Lo smaltimento delle acque della linea 1 avviene attraverso pozzi drenanti di diametro pari a 1,50 m ed altezza utile filtrante di 5,50 m. Una batteria di 4 pozzi così dimensionati è in grado di assicurare un volume di invaso pari a $42,8 \text{ m}^3$ ca. ed una portata filtrante di 49,4 l/s, valori più che sufficienti ad un adeguato smaltimento delle acque meteoriche previste.

Si sottolinea che la rete di progetto risulta autonoma sotto l'aspetto idraulico, senza la necessità di ulteriori misure compensative. I pozzi sono infatti stati sovradimensionati rispetto allo stretto necessario in maniera tale da garantire un adeguato margine di sicurezza idraulica del sistema.

Per quanto riguarda invece gli interventi sulle opere consortili presenti, si evidenzia che quanto previsto risulta già condiviso con i tecnici del Consorzio di Bonifica Veronese.

L'intervento di riordino su via del Pestrino e l'allacciamento alla rete esistente su via San Giovanni Lupatoto richiederanno un approfondimento nella successiva fase progettuale conseguente ad una verifica topografica e funzionale degli elementi esistenti.

Dott. Ing. Alessia Canteri

ALLEGATO 1

TABULATI DI CALCOLO COLLETTORI

TRATTO	SEZIONE	PEND.	LUNG. (m)	A SCOL. (hmq)	C DEFL.	v0 (mc/hmq)	u (l/s,hmq)	Q (l/s)	D o B (m)	Q/Ks(rad(i))	AR _H ^{2/3} D ^{8/3}	A/D ²	Y/D	A SEZ. (mq)	Voc (mc)	Voc/A SCOL.	Rh/D	Rh (m)	PEND.	ΔZ (m)	Tau (Pa)	Vel. (m/s)
211 - 212	C	0,0100	31,00	0,0447	0,75	50,00	1393,32	62,34	0,250	0,007334	0,296	0,649	0,77	0,0406	1,26	28,10						
211 - 212	C	0,0100	31,00	0,0447	0,75	78,10	540,11	24,17	0,250	0,002843	0,115	0,303	0,41	0,0189	0,59	13,13						
211 - 212	C	0,0100	31,00	0,0447	0,75	63,13	848,95	37,99	0,250	0,004469	0,180	0,433	0,54	0,0270	0,84	18,73						
211 - 212	C	0,0100	31,00	0,0447	0,75	68,73	708,54	31,70	0,250	0,003730	0,150	0,373	0,48	0,0233	0,72	16,14						
211 - 212	C	0,0100	31,00	0,0447	0,75	66,14	768,94	34,41	0,250	0,004048	0,163	0,403	0,51	0,0252	0,78	17,44						
211 - 212	C	0,0100	31,00	0,0447	0,75	67,44	737,81	33,01	0,250	0,003884	0,157	0,393	0,50	0,0245	0,76	17,00						
211 - 212	C	0,0100	31,00	0,0447	0,75	67,00	747,98	33,47	0,250	0,003937	0,159	0,393	0,50	0,0245	0,76	17,00						
211 - 212	C	0,0100	31,00	0,0447	0,75	67,00	747,98	33,47	0,250	0,003937	0,159	0,393	0,50	0,0245	0,76	17,00	0,25	0,0625	0,0100	0,310	6,25	1,34
212 - 213	C	0,0100	21,50	0,1031	0,69	57,38	815,24	84,04	0,315	0,009887	0,215	0,502	0,61	0,0498	1,07	10,38						
212 - 213	C	0,0100	21,50	0,1031	0,69	67,77	572,49	59,02	0,315	0,006943	0,151	0,383	0,49	0,0380	0,82	7,92						
212 - 213	C	0,0100	21,50	0,1031	0,69	65,30	619,39	63,85	0,315	0,007512	0,164	0,403	0,51	0,0400	0,86	8,33						
212 - 213	C	0,0100	21,50	0,1031	0,69	65,71	611,13	63,00	0,315	0,007412	0,161	0,403	0,51	0,0400	0,86	8,33						
212 - 213	C	0,0100	21,50	0,1031	0,69	65,71	611,13	63,00	0,315	0,007412	0,161	0,403	0,51	0,0400	0,86	8,33	0,25	0,0797	0,0100	0,215	7,97	1,57
213 - 214	C	0,0050	16,80	0,1330	0,72	62,18	778,76	103,60	0,355	0,017237	0,273	0,605	0,72	0,0763	1,28	9,63						
213 - 214	C	0,0050	16,80	0,1330	0,72	71,81	573,40	76,28	0,355	0,012691	0,201	0,472	0,58	0,0595	1,00	7,52						
213 - 214	C	0,0050	16,80	0,1330	0,72	69,69	611,04	81,29	0,355	0,013525	0,214	0,492	0,60	0,0620	1,04	7,83						
213 - 214	C	0,0050	16,80	0,1330	0,72	70,01	605,25	80,52	0,355	0,013396	0,212	0,492	0,60	0,0620	1,04	7,83						
213 - 214	C	0,0050	16,80	0,1330	0,72	70,01	605,25	80,52	0,355	0,013396	0,212	0,492	0,60	0,0620	1,04	7,83	0,28	0,0986	0,0050	0,084	4,93	1,28
214 - 215	C	0,0050	10,60	0,1630	0,74	66,33	732,69	119,41	0,355	0,019867	0,314	0,689	0,82	0,0869	0,92	5,65						
214 - 215	C	0,0050	10,60	0,1630	0,74	71,98	615,86	100,37	0,355	0,016700	0,264	0,587	0,70	0,0740	0,78	4,81						
214 - 215	C	0,0050	10,60	0,1630	0,74	71,14	631,35	102,90	0,355	0,017119	0,271	0,605	0,72	0,0763	0,81	4,96						
214 - 215	C	0,0050	10,60	0,1630	0,74	71,29	628,55	102,44	0,355	0,017044	0,270	0,596	0,71	0,0752	0,80	4,89						
214 - 215	C	0,0050	10,60	0,1630	0,74	71,22	629,94	102,67	0,355	0,017081	0,270	0,596	0,71	0,0752	0,80	4,89						
214 - 215	C	0,0050	10,60	0,1630	0,74	71,22	629,94	102,67	0,355	0,017081	0,270	0,596	0,71	0,0752	0,80	4,89	0,30	0,1056	0,0050	0,053	5,28	1,34
215 - 21F	C	0,0050	8,70	0,2295	0,76	65,07	822,97	188,86	0,450	0,031423	0,264	0,587	0,70	0,1189	1,03	4,51						
215 - 21F	C	0,0050	8,70	0,2295	0,76	69,58	713,78	163,81	0,450	0,027254	0,229	0,521	0,63	0,1055	0,92	4,00						
215 - 21F	C	0,0050	8,70	0,2295	0,76	69,07	724,95	166,37	0,450	0,027680	0,233	0,531	0,64	0,1075	0,94	4,08						
215 - 21F	C	0,0050	8,70	0,2295	0,76	69,14	723,31	165,99	0,450	0,027618	0,232	0,531	0,64	0,1075	0,94	4,08	0,29	0,1288	0,0050	0,044	6,44	1,53

TRATTO	SEZIONE	PEND.	LUNG. (m)	A SCOL. (hmq)	C DEFL.	v0 (mc/hmq)	u (l/s,hmq)	Q (l/s)	D o B (m)	Q/Ks(rad(i))	AR _H ^{2/3} D ^{8/3}	A/D ²	Y/D	A SEZ. (mq)	Voc (mc)	Voc/A SCOL.	Rh/D	Rh (m)	PEND.	ΔZ (m)	Tau (Pa)	Vel. (m/s)
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	50,00	1152,35	83,08	0,250	0,013823	0,557	0,785	1,00	0,0491	1,54	21,38						
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	71,38	540,85	38,99	0,250	0,006488	0,262	0,587	0,70	0,0367	1,15	15,98						
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	65,98	639,13	46,08	0,250	0,007667	0,309	0,681	0,81	0,0426	1,34	18,55						
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	68,55	589,36	42,49	0,250	0,007070	0,285	0,632	0,75	0,0395	1,24	17,20						
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	67,20	614,83	44,33	0,250	0,007375	0,297	0,657	0,78	0,0411	1,29	17,89						
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	67,89	601,59	43,37	0,250	0,007217	0,291	0,640	0,76	0,0400	1,26	17,43						
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	67,43	610,31	44,00	0,250	0,007321	0,295	0,649	0,77	0,0406	1,27	17,66						
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	67,66	605,89	43,68	0,250	0,007268	0,293	0,649	0,77	0,0406	1,27	17,66						
221 - 222	C	0,0050	31,40	0,0721	0,71	67,66	605,89	43,68	0,250	0,007268	0,293	0,649	0,77	0,0406	1,27	17,66	0,30	0,0758	0,0050	0,157	3,79	1,08
222 - 223	C	0,0050	15,90	0,1459	0,69	58,73	752,73	109,85	0,315	0,018277	0,398	0,785	1,00	0,0779	1,24	8,49						
222 - 223	C	0,0050	15,90	0,1459	0,69	67,22	564,96	82,45	0,315	0,013718	0,299	0,657	0,78	0,0652	1,04	7,11						
222 - 223	C	0,0050	15,90	0,1459	0,69	65,83	590,52	86,18	0,315	0,014339	0,312	0,689	0,82	0,0684	1,09	7,45						
222 - 223	C	0,0050	15,90	0,1459	0,69	66,18	583,98	85,23	0,315	0,014180	0,309	0,681	0,81	0,0676	1,08	7,37						
222 - 223	C	0,0050	15,90	0,1459	0,69	66,09	585,56	85,46	0,315	0,014218	0,310	0,681	0,81	0,0676	1,08	7,37						
222 - 223	C	0,0050	15,90	0,1459	0,69	66,09	585,56	85,46	0,315	0,014218	0,310	0,681	0,81	0,0676	1,08	7,37	0,30	0,0959	0,0050	0,080	4,79	1,26
223 - 224	C	0,0050	24,40	0,1705	0,72	63,77	724,30	123,50	0,315	0,020548	0,447	0,785	1,00	0,0779	1,90	11,15						
223 - 224	C	0,0050	24,40	0,1705	0,72	74,93	514,27	87,69	0,315	0,014589	0,318	0,697	0,83	0,0691	1,69	9,89						
223 - 224	C	0,0050	24,40	0,1705	0,72	73,67	533,10	90,90	0,315	0,015124	0,329	0,732	0,88	0,0726	1,77	10,39						
223 - 224	C	0,0050	24,40	0,1705	0,72	74,17	525,50	89,60	0,315	0,014908	0,325	0,719	0,86	0,0713	1,74	10,20						
223 - 224	C	0,0050	24,40	0,1705	0,72	73,98	528,39	90,10	0,315	0,014990	0,326	0,719	0,86	0,0713	1,74	10,20						
223 - 224	C	0,0050	24,40	0,1705	0,72	73,98	528,39	90,10	0,315	0,014990	0,326	0,719	0,86	0,0713	1,74	10,20	0,30	0,0953	0,0050	0,122	4,77	1,25
224 - F.ESIST.	C	0,0050	9,70	0,2323	0,77	67,60	785,22	182,41	0,400	0,030349	0,349	0,785	1,00	0,1257	1,22	5,25						
224 - F.ESIST.	C	0,0050	9,70	0,2323	0,77	72,85	669,88	155,62	0,400	0,025891	0,298	0,657	0,78	0,1052	1,02	4,39						
224 - F.ESIST.	C	0,0050	9,70	0,2323	0,77	71,99	686,92	159,57	0,400	0,026549	0,306	0,674	0,80	0,1078	1,05	4,50						
224 - F.ESIST.	C	0,0050	9,70	0,2323	0,77	72,10	684,72	159,06	0,400	0,026464	0,305	0,674	0,80	0,1078	1,05	4,50						
224 - F.ESIST.	C	0,0050	9,70	0,2323	0,77	72,10	684,72	159,06	0,400	0,026464	0,305	0,674	0,80	0,1078	1,05	4,50	0,30	0,1217	0,0050	0,049	6,08	1,48

ALLEGATO 2

TABULATI DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE

DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI POZZI PERDENTI

a) Calcolo della portata in uscita dai pozzi (Sieker, 1984)

Coeff. di permeabilità terreno	k =	5,00E-02 5,00E-04	[cm/s] [m/s]	
Diam. anello perdente	D =	1,50	[m]	
Altezza pozzo	Hp =	6,00	[m]	
Altezza totale anelli perdenti	H =	5,50	[m]	
Profondità falda (da fondo pozzo)	Z =	5,00	[m]	
Raggio pozzo	r =	0,75	[m]	
Raggio efficace pozzo	reff =	3,50	[m]	
Area efficace pozzo	Aeff =	36,72	[mq]	
Volume singolo pozzo	Vpozzo =	10,60	[mc]	
Numero pozzi	n =	4		
Portata di filtrazione	Qi =	49,75	[l/s]	
Volume sistema pozzi	Vsist =	42,41	[mc]	OK

b) Verifica del volume di invaso

Definizione curva pluviometrica	a =	45,40	
	n =	0,320	
Coeff. di deflusso	φ =	0,76	
Superficie	Sup =	2295,10	[mq]

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
5	20,50	35,75	14,92	20,83
10	25,59	44,63	29,85	14,79
15	29,13	50,82	44,77	6,05
20	31,94	55,72	59,70	VUOTO
25	34,31	59,84	74,62	VUOTO
30	36,37	63,44	89,54	VUOTO
35	38,21	66,64	104,47	VUOTO
40	39,88	69,55	119,39	VUOTO
45	41,41	72,23	134,31	VUOTO
50	42,83	74,70	149,24	VUOTO
55	44,15	77,02	164,16	VUOTO
60	45,40	79,19	179,09	VUOTO

MAX = 20,83

