

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

DIREZIONE TECNICA – CENTRO DI PRODUZIONE MILANO

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

IDRAULICA SEDE FERROVIARIA E STRADALE

Relazione di dimensionamento idraulico viabilità interferite

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

MDL1 12 D 26 RI ID0000 003 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Cantone	Nov. 2010			S. Borelli		
B	Recepimento Verifica sostanziale	D. Grossi	Mar. 2011			S. Borelli		

File: MDL112D26RIID0000003_B.doc

n. Lab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	IDROLOGIA.....	4
3	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI COLLETTAMENTO	6
3.1	SOTTOVIA SL25	7
3.2	SOTTOVIA SL09	8
4	VERIFICA DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO	9
5	VERIFICHE DEI POZZI DRENANTI.....	12
6	MATERIALI IMPIEGATI.....	14

1 PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono le metodologie nonché i risultati conseguiti, per il dimensionamento dei manufatti di raccolta ed allontanamento delle acque zenitali che pervengono ai sottovia di nuova realizzazione e ai sottovia in prolungamento siti nel comune di Parabiago, per i quali occorre ottemperare alla prescrizione di smaltire le acque meteoriche a mezzo di dispersione nel terreno (previo trattamento) al fine di non aggravare la situazione della rete fognaria.

E' da rilevare che per i prolungamenti dei rimanenti sottovia il progetto non altera sostanzialmente lo stato di fatto, e pertanto, in assenza di prescrizioni puntuali, si ritiene che il sistema di drenaggio esistente possa garantire l'allontanamento delle acque meteoriche, anche in condizioni post operam.

Il sistema di drenaggio delle acque zenitali pertinenti alla piattaforma stradale dei sottovia prevede la raccolta a mezzo di collettori in PVC, generalmente disposti simmetricamente rispetto all'asse della strada. Le acque raccolte dal sistema di drenaggio sono previste essere recapitate nel punto di minima quota dei sottovia in una vasca (o due vasche distinte) e quindi allontanate a mezzo di un impianto di sollevamento. Ogni impianto di sollevamento è costituito da un sistema di tre pompe di uguali caratteristiche, di cui due attive e una di riserva. Il periodo di ritorno per il dimensionamento dei manufatti in oggetto è stato assunto pari a venticinque anni, come prescritto dal Manuale di Progettazione RFI per le viabilità interferite, e la legge di possibilità pluviometrica considerata fa riferimento all'espressione monomia del PAI per la zona di Gallarate.

2 IDROLOGIA

La curva di possibilità pluviometrica adottata per il dimensionamento dei manufatti fa riferimento ad un periodo di ritorno pari a 25 anni. L'analisi idrologica è stata condotta a partire dai risultati di alcuni studi, mirati all'elaborazione statistica dei dati idrologici disponibili, condotti con diversi approcci metodologici. Gli studi considerati sono stati, con riferimento all'intero territorio padano, il "Rapporto sulla valutazione delle piene per l'Italia nord occidentale", svolto dal CNR-GNDCI (Brath e Rosso 1994) ed il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po", redatto all'Autorità di Bacino del fiume Po (2001, 2003). Per quanto riguarda l'area comunale milanese, di particolare interesse sono risultati gli studi "Il regime delle piogge intense a Milano" di Moisello (1976) e "Modello regionale per la stima delle piogge di breve durata ed elevato tempo di ritorno" (Maione et al. 2000) in quanto basati su registrazione pluviometriche relative anche a precipitazioni di breve durata.

Il confronto tra le altezze di pioggia ricavabili da ciascuno dei su citati studi ha mostrato che i risultati presentano scostamenti sempre contenuti entro un campo di variazione modesto, nonostante gli studi siano stati condotti a partire da una base statistica differente, con dati di diversa provenienza, ed elaborati con metodologie differenti. Anche dal confronto tra elaborazioni condotte su dati relativi a precipitazioni di diversa durata (superiori ed inferiori a 1 ora) non sono stati ottenuti scostamenti evidenti. La principale variazione del regime pluviometrico è risultata essere conseguente alla naturale variazione spaziale dei fenomeni meteorici che risultano essere più intensi nella zona a Nord rispetto a quella a Sud.

Tali osservazioni hanno consigliato di utilizzare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica monomie ricavate dalla mappatura del PAI (del tipo $h=at^n$) per la zona di Gallarate, e di considerarle valide per l'intera tratta ferroviaria.

I coefficienti che definiscono le LPP sono riportati nella Tabella 1, con riferimento a diversi periodi di ritorno.

<i>Tr [anni]</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>25</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>200</i>
a [mm/h ⁿ]	51.34	58.63	65.35	67.43	73.67	79.64	85.36
n [-]	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22

Tabella 1 - Parametri della legge di possibilità pluviometrica -

Nella figura che segue si rappresenta la LPP relativamente ad un periodo di ritorno pari a 25 anni.

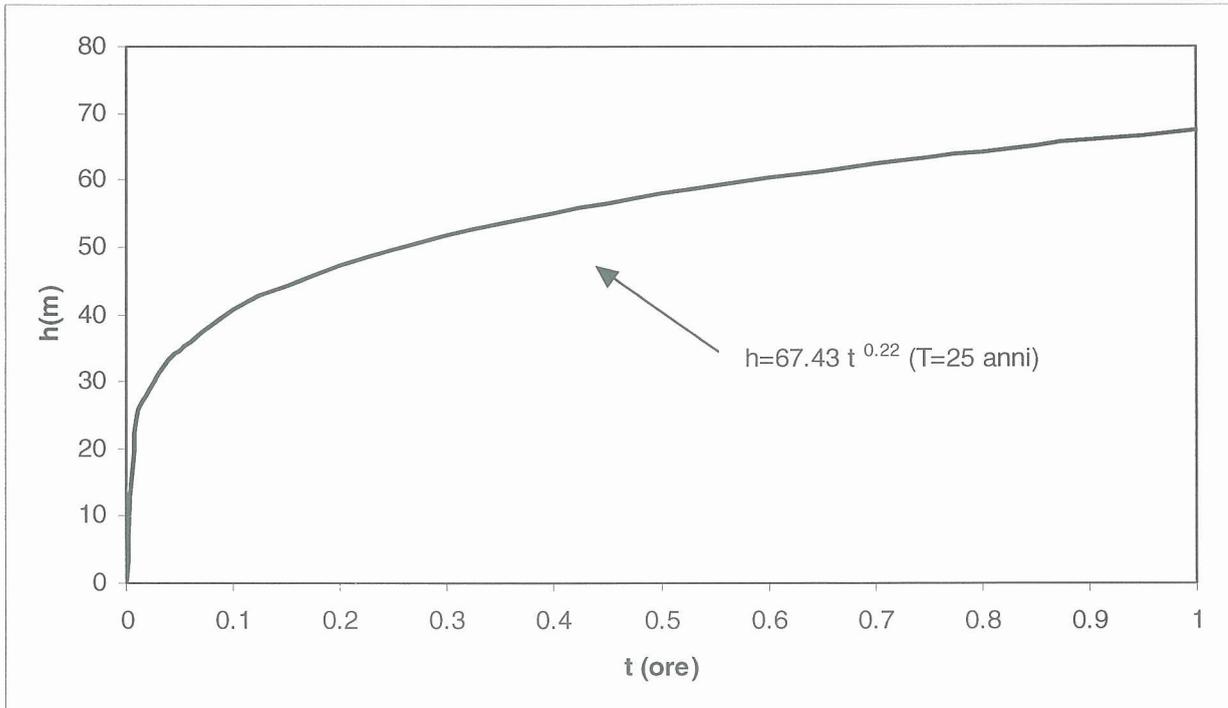


Figura 1 - Curva di possibilità pluviometrica -

3 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI COLLETTAMENTO

Per il dimensionamento dei manufatti deputati alla raccolta ed il convogliamento delle acque zenitali pertinenti alla piattaforma stradale si è fatto riferimento al metodo della corrivazione. Come è ben noto, secondo tale metodo il massimo valore di portata Q_T che, per un assegnato valore del periodo di ritorno T , perviene alla sezione di chiusura di un bacino è espresso da:

$$Q_T = j_T(t_c) \phi A \quad (1)$$

in cui si è indicato con ϕ il coefficiente di afflusso, assunto pari a 1, con A la superficie colante, $j_T(t_c)$ il valore dell'intensità di pioggia (j) di durata pari al tempo di corrivazione t_c e corrispondente al periodo di ritorno T . Il dimensionamento dei manufatti di raccolta e collettamento è stato condotto con riferimento ad un periodo di ritorno pari a $T=25$ anni, e pertanto i parametri della legge di possibilità pluviometrica sono:

$$a=67.43 \text{ mm/h}^n \quad n=0.22 \quad (2)$$

Il tempo di corrivazione è stato stimato facendo riferimento all'espressione suggerita dal Civil Engineering Department dell'Università di Maryland (1971) (Da Deppo e Datei, Le opere Idrauliche nelle costruzioni stradali, Bios, 1994):

$$t_c = \left[26.3 \frac{\left(\frac{L}{K_s} \right)^{0.6}}{3600^{(1-n)} 0.4 a^n S^{0.3}} \right]^{\frac{1}{0.6+0.4n}} \quad (3)$$

in cui si è indicato con:

L lunghezza della superficie scolante (m);

K_s coefficiente di Gaucler-Strickler, assunto pari a $66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;

j intensità di pioggia (mm/h);

a, n parametri della legge di pioggia riportati nella (2);

S pendenza media della superficie colante (assunta pari a 0.03).

Nella stima del tempo di corrivazione si è tuttavia imposto che il suo valore sia non inferiore a 5 minuti. La verifica idraulica dei collettori è stata condotta assicurando un grado di riempimento nei manufatti, in condizioni di moto uniforme, inferiore a 0.7. Le verifiche idrauliche sono state condotte applicando la formula di Gauckler-Stricker:

Relazione di dimensionamento idraulico viabilità
interferite

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 003	A	7 di 14

$$Q = K_s \sigma R^{2/3} i^{1/2} \quad (4)$$

in cui si è indicato con

Q la portata (m³/s)

i la pendenza del collettore (m/m);

σ la sezione idrica (m²);

R il raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

Nelle elaborazioni si è assunto $K_s=66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Di seguito si riportano delle tabelle in cui, per ciascun sottovia di nuova realizzazione per il quale si prevede la realizzazione della rete di smaltimento, si riassumono le verifiche idrauliche dei collettori previsti per il drenaggio.

3.1 Sottovia SL25

Sottovia SL25 - via Olona

Picchetto	Pendenza	Lunghezza	Larghezza	Superficie progressiva	Lunghezza progressiva	t_c	Q	D	h/D	V
	[-]	[m]	[m]	[mq]	[m]	[h]	[l/s]	[mm]	[-]	[m/s]
22-20	8.7%	66	7	462	66	0.08	55	400	0.22	2.70
15-18	6.82%	87	7	574	87	0.08	67	400	0.26	2.64

Tabella 2 - Risultati delle verifiche idrauliche sottovia SL25

3.2 Sottovia SL09

Progressiva	Pendenza	Lunghezza	Larghezza	Superficie progressiva	Lunghezza progressiva	tc	Q	D	h/D	V
[m]	[-]	[m]	[m]	[mq]	[m]	[h]	[l/s]	[mm]	[-]	[m/s]
1-3.5	0.25%	67	7	469	67	0.08	55	400	0.57	0.75
3.5-7	6.50%	84	7	1059	151	0.08	124	400	0.36	3.09
12-11.8	2.5%	17	7	119	17	0.08	14	400	0.15	1.17
11.8-8.5	9.00%	64	7	567	81	0.08	66	400	0.24	2.90
8.5-8	0.70%	13	7	658	94	0.08	77	400	0.51	1.20

Tabella 3 - Risultati delle verifiche idrauliche sottovia SL09

4 VERIFICA DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO

L'acqua meteorica che viene raccolta dalla rete di drenaggio dei sottovia confluisce in una vasca (o in alcuni casi due vasche, ciascuna a servizio di una singola rampa), dalla quale viene pompata all'interno di un impianto disoleatore e viene infine smaltita in una trincea drenante a valle del trattamento.

Per ciascun sottovia si è fatta la scelta progettuale di adottare due tipologie di vasche, di dimensioni fissate e attrezzate con pompe di uguali caratteristiche, di una di riserva;

Per l'impianto di disoleazione, posto in serie alla vasca, è stata adottata un'unica tipologia per tutti i sottovia. Per i disegni di carpenteria della vasca e dell'impianto disoleatore si rimanda agli elaborati specifici (MDL112D26BBID0000001A, MDL112D26BBID0000002A, MDL112D26BZSLZ100003A).

Si è scelto di adottare due tipologie di pompa, scelte nei vari casi a seconda delle necessità specifiche:

- Pompa centrifuga di potenza 4.04 kW, avente intervallo di portata 20-50 m³/ora (6-14 l/s) e intervallo di prevalenza 10.3-7.4 N/cm² (10.5-7.5 m), voce di tariffa IT.ID.E.3 07.G;
- Pompa centrifuga di potenza 5.52 kW, avente intervallo di portata 50-115 m³/ora (14-32 l/s) e intervallo di prevalenza 8.7-3.2 N/cm² (9.0-3.4 m), voce di tariffa IT.ID.E.3 07.H.

Fissata la tipologia di pompe da adottare nelle singole vasche, si è proceduto a calcolare il volume massimo di laminazione per eventi di pioggia di durata variabile. Tale calcolo è stato svolto risolvendo l'equazione di continuità della vasca $Q_e - Q_u = dW/dt$, (Q_e = portata entrante, Q_u = portata uscente, W = volume invasato, grandezze tutte funzione del tempo t) assumendo intervalli di tempo finiti di durata 1 minuto.

La portata uscente, per tutti i sottovia tranne l'SLZ1, è stata assunta costante e pari a quella fornita da 2 pompe funzionanti contemporaneamente, assumendo in via cautelativa e semplificata una prevalenza di 10 m per la pompa del primo tipo (quindi una portata di 8 l/s) e di 9 m per la pompa del secondo tipo (quindi una portata di 14 l/s), al fine di tenere conto di tutte le perdite di carico a valle dell'impianto di sollevamento.

Per quanto riguarda l'SLZ1 abbiamo assunto una portata costante pari a quella fornita da 4 pompe funzionanti in contemporanea, considerando una prevalenza di 10 m.

La portata entrante è stata invece calcolata, per eventi di diversa durata, assumendo un idrogramma la cui portata di picco è pari a quella ottenibile con la formula razionale (formula (1)), in cui il tempo di corrivazione è stato posto pari alla durata stessa dell'evento. Per la verifica della vasca si sono svolte verifiche con eventi di durata 15, 20, 30, 60, 80 minuti, in modo da individuare il volume di laminazione massimo richiesto per ogni singola vasca.

Di seguito si riportano due tabelle, la prima contenente le caratteristiche degli impianti di sollevamento, la seconda contenente il calcolo del volume utile di laminazione richiesto per ciascuna delle vasche, variabile in funzione delle pompe scelte e della superficie impermeabile drenata.

Sottovia	Rampa	Area	Numero pompe	Q pompa	Q tot	Prev. H	D mandata	V mandata	P pompa	P impianto
		[mq]		[l/s]						
SL25	Nord	924	2+1	8	16	10	100	1.02	4.04	8.08
	Sud	1148	2+1	8	16	10	100	1.02	4.04	8.08
SL09	Sud	2118	2+1	14	28	9	100	1.78	5.52	11.04
	Nord	1316	2+1	8	16	10	100	1.02	4.04	8.08
SL07	Sud	2030	2+1	14	28	9	100	1.78	5.52	11.04
SL11	Sud	1520	2+1	8	16	10	100	1.02	4.04	8.08
SL10	Sud	1270	2+1	8	16	10	100	1.02	4.04	8.08
SLX1	Nord	1030	2+1	8	16	10	100	1.02	4.04	8.08
	Sud	880	2+1	8	16	10	100	1.02	4.04	8.08
SL21	N/S	906	2+1	8	16	10	100	1.02	4.04	8.08
SLZ1	N/S	4120	4+2	14	56	10	400	1.78	5.52	22.08

Tabella 4 - Caratteristiche degli impianti di sollevamento

Sottovia	Rampa	Area [mq]	Q impianto [l/s]	Base Vasca [m]	Lunghezza Vasca [m]	Altezza Vasca [m]	Volume effettivo [mc]	Volume minimo [mc]	Riempimento [%]
SL25	Nord	924	16	5.00	5.00	3.20	80.00	26.83	34%
	Sud	1148	16	5.00	5.00	3.20	80.00	38.45	48%
SL09	Sud	2118	28	5.00	5.00	3.20	80.00	73.47	92%
	Nord	1316	16	5.00	5.00	3.20	80.00	47.17	59%
SL07	Sud	2030	28	5.00	5.00	3.20	80.00	68.38	85%
SL11	Sud	1520	16	5.00	5.00	3.20	80.00	57.76	72%
SL10	Sud	1270	16	5.00	5.00	3.20	80.00	44.78	56%
SLX1	Nord	1030	16	5.00	5.00	3.20	80.00	32.33	40%
	Sud	880	16	5.00	5.00	3.20	80.00	24.60	31%
SL21	N/S	906	16	5.00	5.00	3.20	80.00	25.90	32%
SLZ1	N/S	4120	56	5.50	6.00	4.50	148.50	139.88	94%

Tabella 5 - Caratteristiche vasche di sollevamento e laminazione

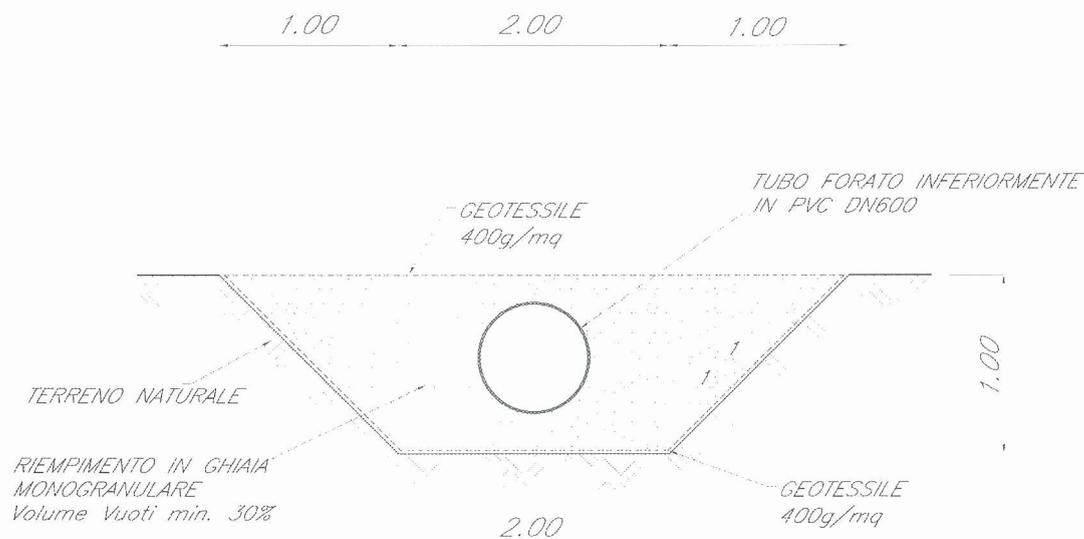
A valle dell'impianto di disoleazione si prevede di convogliare l'acqua in una trincea drenante al fine di disperderla nel sottosuolo. Poiché la portata in ingresso alla trincea è costante e pari a quella convogliata dalle pompe, si prevedono due tipologie di trincea, in funzione dell'impianto di pompaggio adottato nei singoli casi. Il dimensionamento è stato effettuato considerando delle dimensioni tali che, con un riempimento della trincea pari al 70%, la portata smaltita per infiltrazione risulti maggiore o uguale a quella in uscita dalle pompe. Si rileva che la trincea drenante non è prevista per il sottovia SL25 e per la rampa Sud del SLX1, in quanto il recapito avviene in tali casi nel reticolo idrico superficiale.

Assumendo un coefficiente di infiltrazione pari a 0.5 mm/s, si ottengono le dimensioni indicate nella tabella di seguito; entrambe le trincee garantiscono pertanto lo smaltimento dell'acqua in arrivo dalle pompe, essendo essa pari a 16 l/s oppure a 28 l/s.

Trincea drenante	Coefficiente infiltrazione [m/s]	Base minore [m]	Base maggiore [m]	Altezza [m]	Lunghezza [m]	Portata smaltita [l/s]
Tipo 1	0.0005	2	4	1	10	19.9
Tipo 2	0.0005	2	4	1	15	29.8

Si riportano di seguito la sezione trasversale e la sezione longitudinale della trincea.

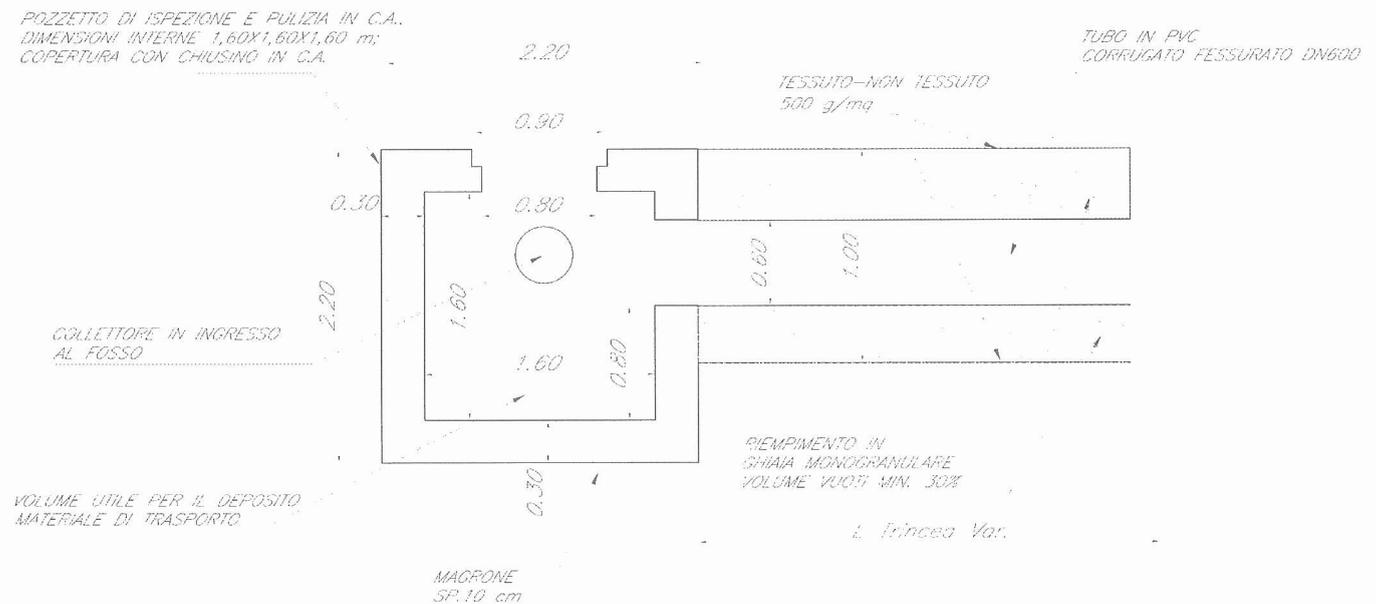
TRINCEA DRENANTE CHIUSA (Sez. trasversale)



Relazione di dimensionamento idraulico viabilità
interferite

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 003	A	12 di 14

TRINCEA DRENANTE CHIUSA (Sez. longitudinale)



5 VERIFICHE DEI POZZI DRENANTI

Il calcolo della portata dei pozzi drenanti citati nei precedenti paragrafi è stato condotto secondo i criteri dei moti di filtrazione noti in letteratura.

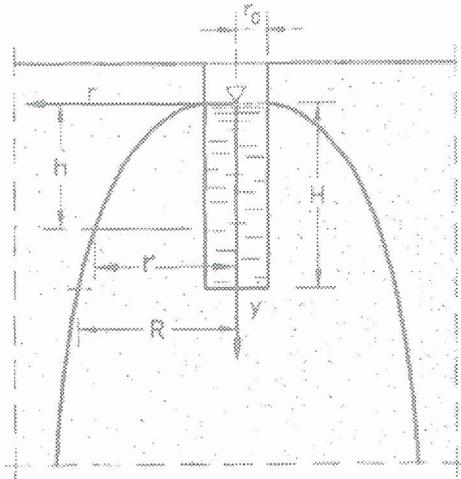
Il calcolo della portata viene condotto con la formulazione:

$$Q = C_u K r_0 H$$

dove:

$$\log C_u = 0,658 \log \frac{H}{r_0} - 0,398 \log H + 1,105$$

Con il significato dei simboli riassunto nel seguente grafico.



Nella seguente tabella si da evidenza dei valori ottenuti.

WBS	Geometria	Raggio [m]	Profondità [m]	Volume [mc]	Q Afferente [l/s]	Permeabilità [m/s]	Q Smaltita [l/s]
SL03 - Nord	DN1000 - L=4 m	0.50	4.00	3.14	26.02	5E-04	29.00
SL03 - Sud	DN1000 - L=4 m	0.50	4.00	3.14	26.02	5E-04	29.00
SL26 - Nord	DN600 - L=10 m	0.30	10.00	2.83	27.32	5E-04	77.00
SL26 - Sud	DN600 - L=10 m	0.30	10.00	2.83	32.53	5E-04	77.00
SL27 - Nord	DN500 - L=4 m	0.25	4.00	0.79	22.77	5E-04	23.00
SL27 - Sud	DN500 - L=4 m	0.25	4.00	0.79	21.67	5E-04	23.00
SL08 - Nord	DN600 - L=5 m	0.30	5.00	1.41	24.07	5E-04	32.00
SL08 - Sud	DN600 - L=5 m	0.30	5.00	1.41	25.07	5E-04	32.00

Si assume che, per eventi con tempo di ritorno pari a 25 anni, i pozzi diano una certa capacità di invaso atta a garantire dall'evento critico e a laminare la portata di maggior intensità nel tempo.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione di dimensionamento idraulico viabilità
interferite

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 003	A	14 di 14

6 MATERIALI IMPIEGATI

Le tubazioni sono previste in PVC rigido con giunto a bicchiere con anello elastomerico per condotte interrate non in pressione conformi alle norme UNI EN 1401 con classe di rigidità SN8 (8kN/m²). I pozzetti, con finalità sia di ispezione che di confluenza e caditoia saranno prefabbricati e realizzati in cemento Tipo 42.5 R e inerti lavati e vagliati per ottenere un cls di classe maggiore di 35 Mpa. La posa avverrà su platea realizzata in calcestruzzo di spessore 0.10 m e le sigillature saranno realizzate con malta cementizia. I chiusini e le griglie saranno in ghisa sferoidale a norma UNI EN 124 classe C250 (per utilizzazione su piazzale e strade interne).

Infine i pozzi perdenti previsti per i sottopassi saranno costituiti da tubo in PEAD corrugato e fessurato completo di sistema di giunzione a bicchiere o manicotto con anello elastomerico, coperchio pedonabile e chiusino in ghisa.