

Oggetto	LAVORI DI CONSOLIDAMENTO MOVIMENTO FRANOSO ZONA CIMITERO <i>(Legge n.205 del 27-12-2017, Importo complessivo finanziato 660.000,00=€).</i> <i>(Progetto esecutivo)</i>
----------------	---

RELAZIONE TECNICA SULLA RETE DRENANTE

Committente: Comune di Carezzano

CAREZZANO 14 Ottobre 2018

I TECNICI

Ing. Alberto Desimoni

Arch. Franco Ratti

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

Ing. Alberto Desimoni
Via Ernesto Guala 1 - 15057 TORTONA (AL)
tel.: 0131 861867 - fax: 0131 861867 - e-mail: desi.al@tor.it

Arch. Franco Ratti
Via Bottazzi 2 - 15057 TORTONA (AL)
tel.: 0131 814831 - e-mail: francoratti54@gmail.com



INDICE

0. PREMESSA.....	1
1. DESCRIZIONE AREE DI INTERVENTO.....	1
1.1 INTERVENTO NEL VERSANTE SUD-OVEST (ZONA CIMITERO).	1
1.2 INTERVENTO NEL TRATTO DI VIA VITTORIO VENETO.	3
2. CRITERI DI PROGETTAZIONE E VERIFICHE.....	5
2.1 CURVE DELLE POSSIBILITÀ CLIMATICHE.	5
2.2 DETERMINAZIONE DELL'INFILTRAZIONE.....	6
2.3 VERIFICA DEL TUBO DRENO.	9
3. BIBLIOGRAFIA.....	13



0. PREMESSA.

La presente relazione viene inserita nell'ambito del progetto finalizzato agli interventi relativi al consolidamento del versante posto a sud-ovest dell'abitato di Carezzano Capoluogo, in zona Cimitero (**Figura 1.1**), interessato dal dissesto idrogeologico descritto nell'indagine Geomorfologica – Geologica – Geotecnica condotta dal Dott. Geol. Riccardo Ferretti ed il cui documento è allegato al presente progetto.

Scopo della relazione è dunque quello di esporre le considerazioni e le soluzioni tecniche adottate unitamente alle verifiche eseguite per dimensionare, dal punto di vista idrologico – idraulico, i tubi di drenaggio inseriti nell'opera. Nella presente relazione al fine di fornire una maggiore organicità all'argomento, l'esposizione, delle verifiche eseguite, viene preceduta dalla descrizione delle condizioni delle aree in oggetto e dalle modalità di intervento già riportate nell'elaborato “*Relazione Tecnica*” allegata al progetto.

1. DESCRIZIONE AREE E MODALITÀ DI INTERVENTO.

Nella sopracitata relazione del Geol. Ferretti sono esaurientemente descritte le condizioni geomorfologico-geologico-geotecnica (di seguito citata come *Rel/Geol*) che hanno generato il dissesto nelle aree (**Figura 1.1**) oggetto dell'intervento in progetto.



Figura 1.1: Ripresa aerea del sito oggetto dell'intervento. Le retinature in verde e in rosso individuano le aree oggetto delle opere di consolidamento (immagine da Google Earth ripresa del 10.06.2017)

1.1 Intervento nel versante sud-ovest (zona Cimitero).

Il versante Sud-Ovest, che costituisce l'area principale di intervento (retinatura verde di **Figura 1.1**), risulta “coinvolto in un dissesto gravitativo caratterizzato, principalmente, da un meccanismo di movimento di tipo a colata” quale conseguenza di una situazione “costituita da locali contropendenze (...), unitamente alle modeste caratteristiche di permeabilità della coltre colluviale di copertura, oltretutto ostacolare il normale

Progetto:	CONSOLIDAMENTO MOVIMENTO FRANOSO ZONA CIMITERO	Oggetto:	RELAZIONE TECNICA SULLA RETE DRENANTE
Ubicazione:	Area versante sud-ovest e ovest in zona cimitero	Codice:	0789
Promotore:	Comune di CAREZZANO	Data:	Ottobre 2018
		Pagina:	1 di 13



deflusso delle acque e creare indesiderati ristagni, comportano l'abbattimento delle proprietà geotecniche di resistenza al taglio dei terreni" e inoltre " tali circostanze risultano maggiormente rovinose a seguito di eventi piovosi particolarmente intensi, poiché possono comportare il superamento del limite plastico dei terreni di copertura, fenomeni di rigonfiamento e perdita di coesione, implicando l'insorgere di rilasci tensionali e la conseguente riattivazione di movimenti gravitativi" (¹).

L'intervento in progetto si prefigge quindi lo scopo di migliorare l'assetto idrogeologico unitamente alle condizioni di equilibrio geomorfologico dell'area.

In base alle condizioni rilevate, e in conformità con quanto suggerito dalla *Re/Geo/* l'intervento consiste nella realizzazione di un drenaggio a gravità che dovrà in pratica spingersi in profondità sino a raggiungere la prossimità del contatto coltre-substrato per intercettare, unitamente all'acqua di infiltrazione da precipitazione, anche la possibile acqua di circolazione sotterranea il cui contributo potrebbe dar luogo ad una potenziale superficie di scorrimento.

La **Figura 1.2** rappresenta il percorso del drenaggio previsto nel versante sud-ovest. Il percorso segue in pratica la linea di massima pendenza del versante.

La coppia di tubi dreno (**Figura 1.3**) prevista sul fondo della trincea per tutto il percorso del ramo principale e del ramo secondario D-D', assicura un deflusso agevole all'acqua di infiltrazione raccolta dal soprastante materiale ghiaioso di granulometria decrescente (pietrame, misto naturale). La verifica del loro funzionamento idraulico verrà trattata nei successivi paragrafi del capitolo 2. La pendenza media del ramo principale raggiunge 11.3%

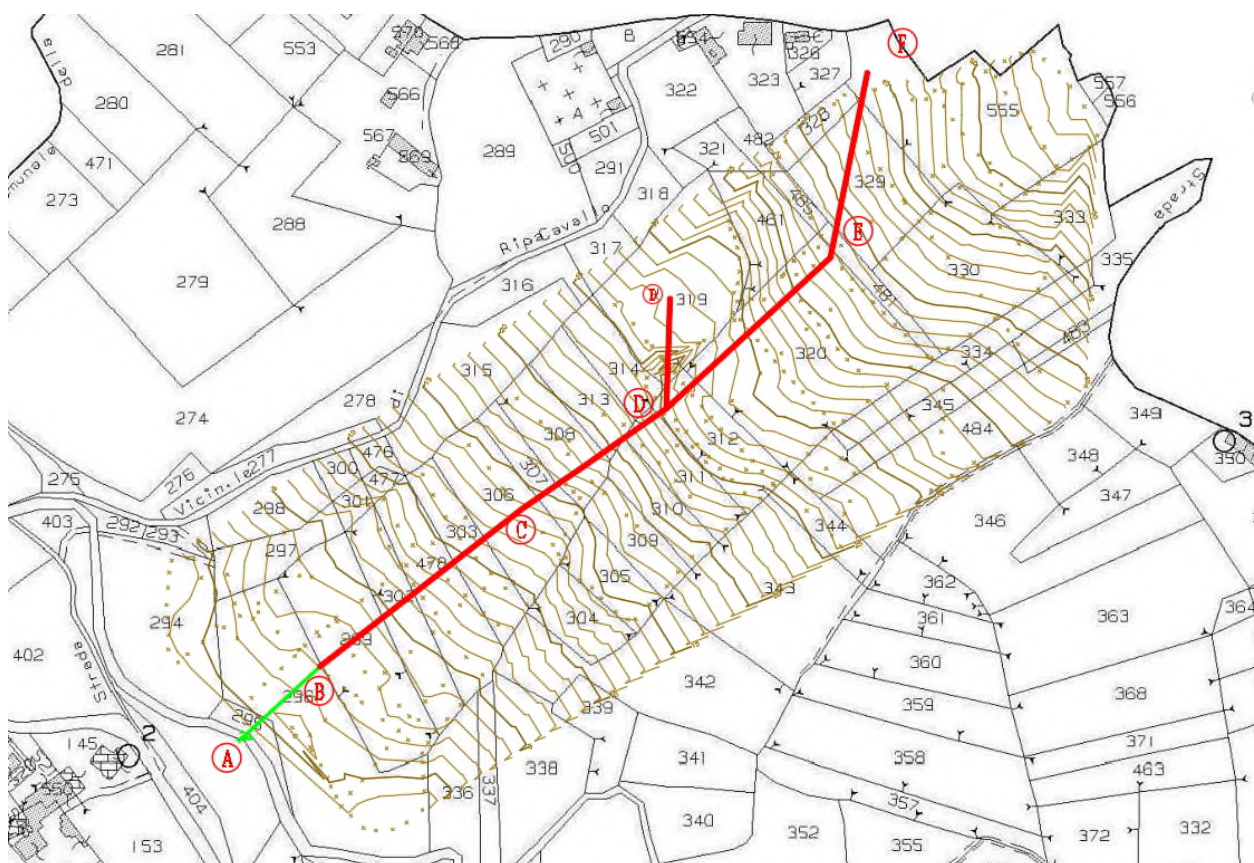


Figura 1.2: Planimetria del percorso del drenaggio nel versante sud- ovest

¹ Estratto dalla relazione del Geol. Ferretti sulle indagini geomorfologico-geologico-geotecniche

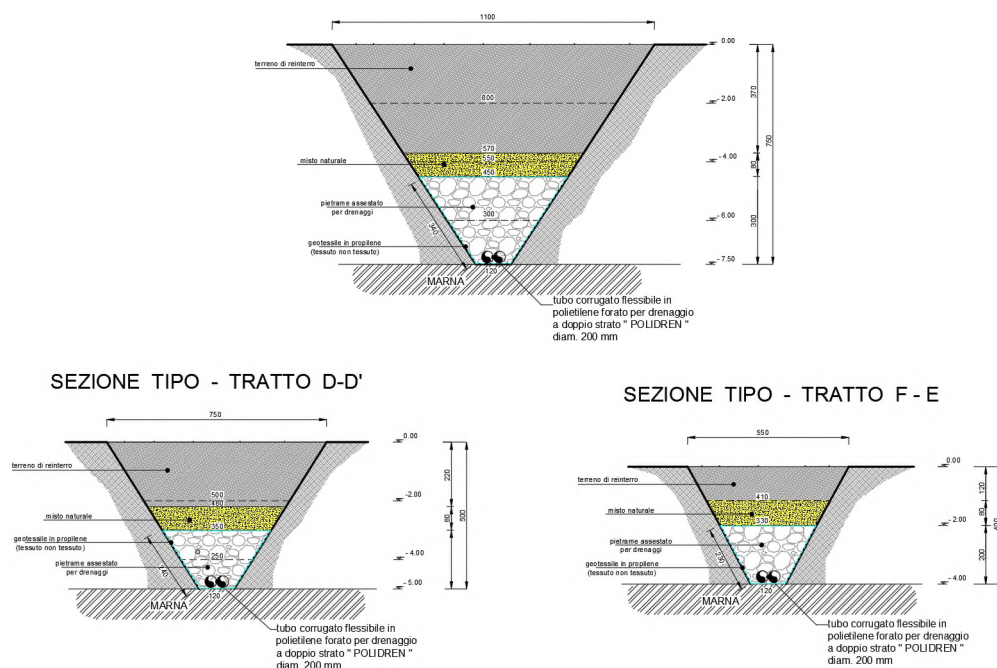


Figura 1.3: Sezioni tipo previste nei tratti del percorso

1.2 Intervento nel tratto di via Vittorio Veneto.

Il tratto di viabilità comunale di via Vittorio Veneto (retinatura rossa di Figura 1.1) e foto di Figura 1.4 presenta continui fenomeni di subsidenza legati a problematiche gravitative unitamente a problematiche legate alla realizzazione del rilevato stradale.



Figura 1.4: Tratto di viabilità di via Vittorio Veneto soggetto a fenomeni di subsidenza (la freccia indica la zona di maggior evidenza del fenomeno - ripresa da sud).



Anche in questo caso l'intervento consiste nella realizzazione di un dreno che raggiunga il substrato. Sarà posizionato sull'asse della strada medesima in modo che il ripristino del rilevato sia realizzato con materiale e modalità appropriate.

In **Figura 1.5** viene evidenziato il percorso del tubo dreno e dello scarico nel fossato naturale esistente, mentre in **Figura 1.6** viene rappresentata la modalità di realizzazione del dreno che in questo caso risulta costituito da materiale appropriato per la realizzazione di un rilevato stradale atto a garantire una adeguata stabilità del piano viario. Sempre per migliorare la stabilità del piano viario anche un ulteriore tratto di circa 100[m], a valle dell'intervento, sarà interessato dal rifacimento del cassonetto stradale.

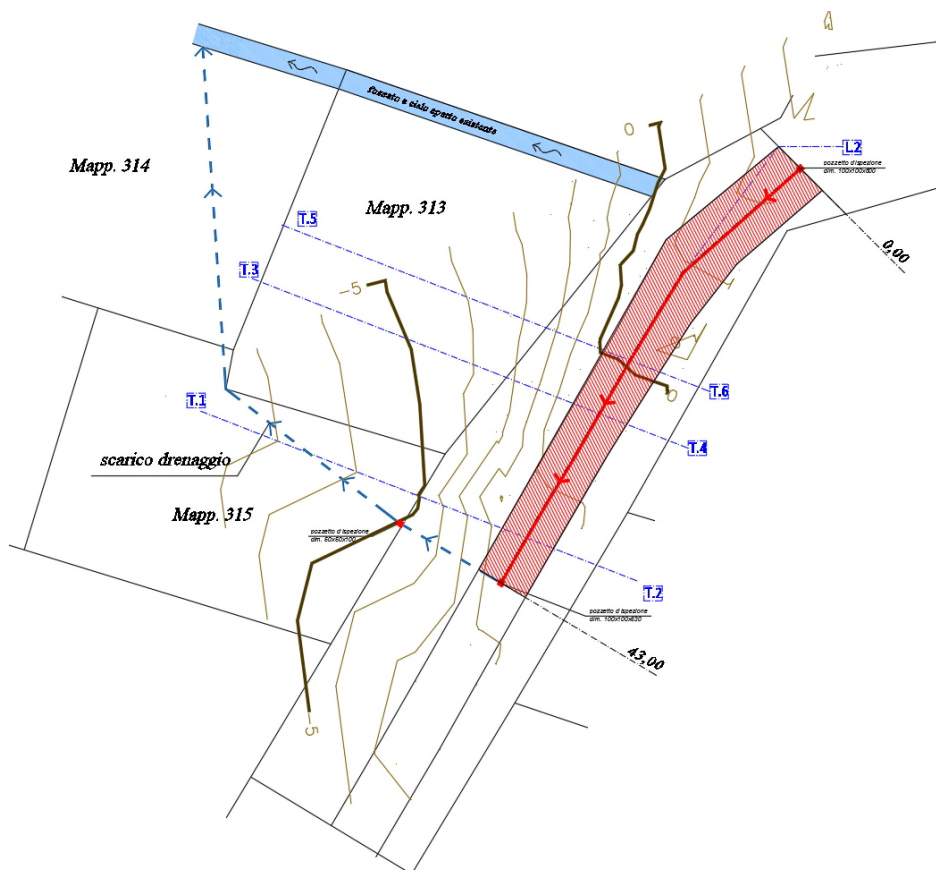


Figura 1.5: planimetria dell'intervento in via Vittorio Veneto e relativo sistema di scarico al ricettore finale

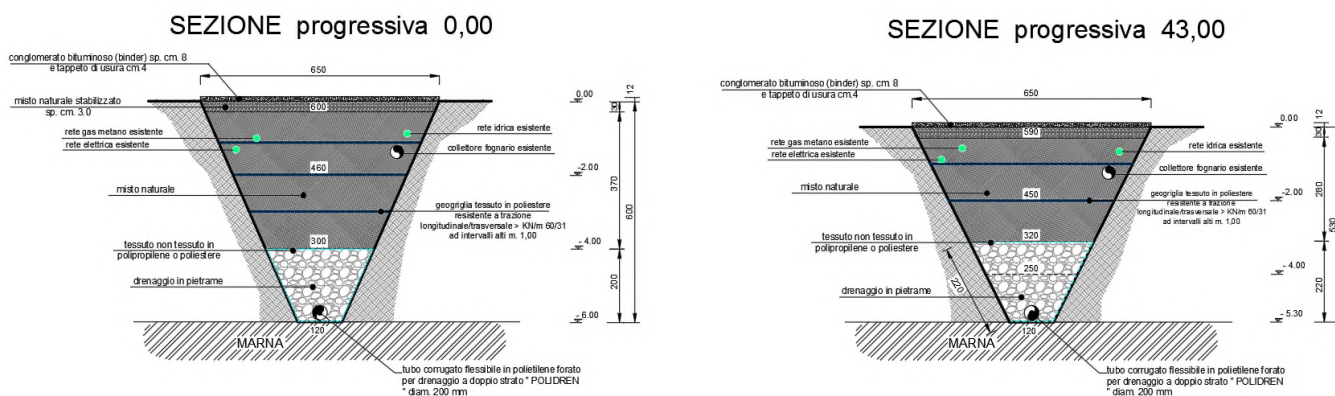


Figura 1.6: sezione trasversale tipo del drenaggio al punto iniziale e terminale del tratto.

Progetto:	CONSOLIDAMENTO MOVIMENTO FRANOSO ZONA CIMITERO	Oggetto:	RELAZIONE TECNICA SULLA RETE DRENANTE
Ubicazione:	Area versante sud-ovest e ovest in zona cimitero	Codice:	0789
Promotore:	Comune di CAREZZANO	Data:	Ottobre 2018
		Pagina:	4 di 13



2. CRITERI DI PROGETTAZIONE E VERIFICHE.

Viste le analisi geomorfologiche e geotecniche, l'intervento in progetto mira a facilitare l'evacuazione delle acque di infiltrazione meteoriche o di risorgiva superficiale in modo tale che le argille costituenti il versante, non abbiano modo di rigonfiare e plasticizzarsi oltre misura innescando di conseguenza un movimento gravitativo.

Il dimensionamento delle tubazioni drenanti è stato verificato, sulla base di una possibile portata affluente che si può ipotizzare essere costituita da due componenti:

1. Portata per apporto diretto superficiale in relazione alle precipitazioni meteoriche relative all'area idrologica di competenza;
2. Portata per apporto della falda freatica sotterranea.

Di entrambe le componenti risulta arduo formulare delle ipotesi di calcolo in particolar modo per quanto concerne la componente n. 2. Si hanno comunque buone ragioni di ritenere che la suddetta parte di portata sia ampiamente minoritaria nei confronti della componente meteorica essendo in qualche misura direttamente dipendente da quest'ultima.

Per la componente diretta meteorica si può formulare un'ipotesi sufficientemente conservativa secondo la quale la portata sarà una frazione della portata meteorica di precipitazione. La suddetta frazione sarà rappresentata in pratica dal coefficiente di permeabilità del terreno di riporto nelle trincee di drenaggio. In letteratura a riguardo esistono dati riferiti alla velocità di infiltrazione U_i espressa in [mm/h] che rappresenta la capacità di penetrazione dell'acqua superficiale di entrare nel terreno. Tale velocità risulta essenzialmente funzione della natura del terreno (sabbioso, limoso, argilloso, ecc..) del suo grado di saturazione e di compattazione. Occorre inoltre osservare che se l'intensità di pioggia è inferiore alla capacità di infiltrazione, quest'ultima coinciderà con la pioggia stessa; nel caso contrario l'infiltrazione coinciderà con la capacità di infiltrazione e la parte eccedente darà luogo allo scorrimento superficiale.

2.1 Curve delle possibilità climatiche.

Per la determinazione dei parametri idrologici necessari per la valutazione delle portate di precipitazione, si sono utilizzati i dati forniti nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e pubblicato dall'Autorità di bacino del Po.

Le portate meteoriche sono state ottenute mediante l'utilizzo dell'equazione delle possibilità climatiche nella classica forma esponenziale :

$$h = a t^n \quad \{2.1.1\}$$

dove :

h = altezza precipitazione espressa in [mm]

a = costante espressa in [mm/ora]

t = tempo espresso in [ore]

n = esponente (adimensionale)

Nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) pubblicato dall'Autorità di bacino del Po adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26/04/2001, vengono forniti i valori di a e n , per i punti privi di osservazione diretta, ottenuti con una interpolazione spaziale con il metodo kriging, discretizzati in un reticolo base con celle quadrate di 2 km di lato. La zona in oggetto è in pratica raggruppata a cavallo delle celle CR120 e CS120 della tavola 14 allegato 3 del PAI. In Figura 2.1 viene riportata la localizzazione delle celle attraverso una sovrapposizione degli allegati 2 e 3 della tavola 14 (documenti PAI).

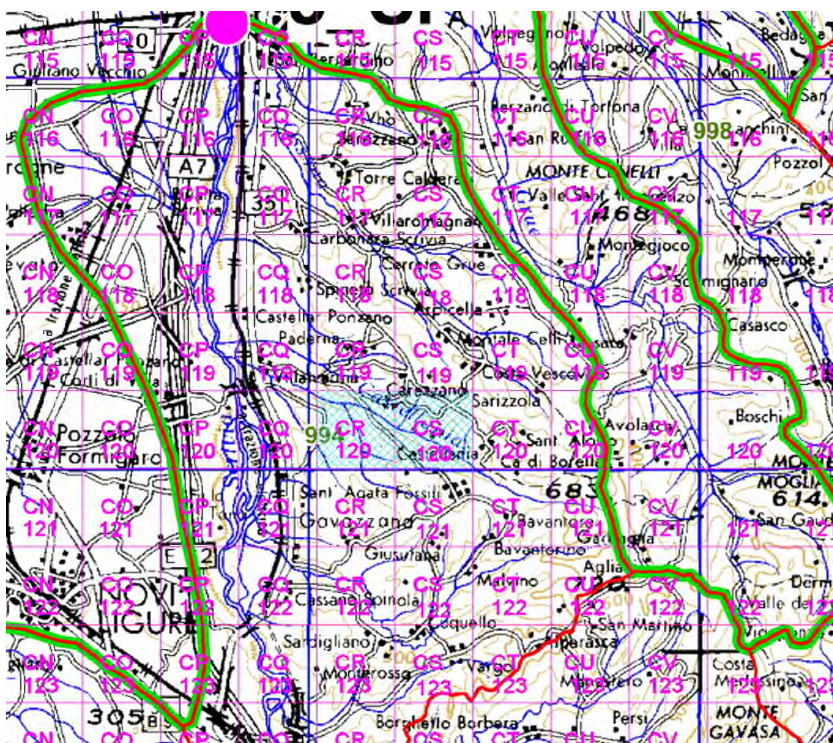


Figura 2.1: estratto tav. 14 allegato 2 con la sovrapposizione delle celle estratte dalla tav. 14 allegato 3 (PAI)

Sempre dai documenti PAI si ricavano i valori della costante a e dell'esponente n attribuiti alle celle in funzione dei vari tempi di ritorno:

Celle	$h=a \cdot t^n$	Tempo di ritorno			
		20 anni	100 anni	200 anni	500 anni
CR120	a	47.87	63.3	69.88	78.59
	n	0.340	0.338	0.338	0.337
CS120	a	46.43	61.31	67.66	76.06
	n	0.341	0.339	0.339	0.338
MEDIA	a	47.15	62.455	68.77	77.325
	n	0.3405	0.3385	0.3385	0.3375

Trattandosi di una zona compresa tra due celle si procede adottando la media aritmetica dei coefficienti.

Volendo determinare valori delle costanti a ed n per tempi di ritorno diversi da quelli forniti dal PAI si è ricorso ad una interpolazione mediante una curva di regressione di tipo logaritmico ottenendo le seguenti grandezze:

CELLA media tra CR120 e CS120 (*)					
Tempo di ritorno	2 anni	5 anni	10 anni	15 anni	50 anni
a	25.64	34.23	40.72	51.03	55.81
n	0.342	0.342	0.341	0.340	0.339

(*) i valori riportati sono stati ottenuti come elaborazione dei dati della media per Tr 20 - 100 - 200 - 500 con curva di regressione di tipo logaritmico.

2.2 Determinazione dell'infiltrazione.

Per quanto già affermato in precedenza si ipotizza che la portata destinata alla rete di drenaggio sia rappresentata da una quota parte della portata meteorica in relazione alla velocità di infiltrazione.



La sezione di verifica presa in considerazione è rappresentata dal collettore principale prima dell'immissione al ricettore terminale in modo che venga conteggiata tutta l'area sottesa del bacino della rete di drenaggio. La potenzialità di drenaggio è dunque rappresentata dalla scala di deflusso che la tubazione del collettore principale presenta in relazione alla pendenza di posa.

Come già in precedenza affermato, si osserva che se l'intensità di pioggia prevista è inferiore alla capacità di infiltrazione, quest'ultima coinciderà con la pioggia stessa mentre, nel caso contrario, l'infiltrazione coinciderà con la capacità di infiltrazione propria del terreno e la parte eccedente darà luogo allo scorrimento superficiale.

Occorre quindi definire la velocità di infiltrazione da confrontare con i parametri di precipitazione sopra definiti.

Prendendo come parametro il metodo sviluppato da Horton (2) si assume che la capacità di infiltrazione f [mm/h] sia in ogni istante proporzionale alla differenza tra la capacità attuale e la capacità d'infiltrazione asintotica f_c secondo la relazione :

$$df/dt = -k (f - f_c)$$

dove k [h⁻¹] è una costante legata alla rapidità della diminuzione della capacità di infiltrazione
L'integrazione della precedente relazione fornisce :

$$f = f_c + (f_o - f_c) e^{-kt} \quad \{2.2.1\}$$

dove: f_o rappresenta la capacità di infiltrazione all'istante $t=0$.

I parametri sopra definiti esprimono dunque la capacità di penetrazione della pioggia nella superficie del suolo, attraverso gli strati saturi del terreno e la velocità con cui quest'ultimo si va saturando. I loro valori riportati in bibliografia sono strettamente legati allo specifico complesso suolo-copertura, essendo dipendenti dal diverso terreno, ma anche dalla diversa copertura verde.

Si può determinare quindi l'altezza F [mm] complessivamente infiltratasi sino all'istante t attraverso l'integrazione di f in funzione di t ottenendo:

$$F = f_c t + ((f_o - f_c)(1 - e^{-kt}))/k \quad \{2.2.2\}$$

La validità della relazione è nell'ipotesi che l'intensità della precipitazione sia in ogni istante superiore alla capacità di infiltrazione.

Le prossime tabella definiscono i parametri di classificazione dei suoli secondo il Soil Conservation Service e i valori dei parametri di infiltrazione per l'equazione di Horton sempre proposti dal Soil Conservation Service

Tipo	Descrizione
A	<i>Scarsa potenzialità di deflusso</i> Comprende forti spessori di sabbie con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profondi, molto permeabili.
B	<i>Potenzialità di deflusso moderatamente bassa</i> Comprende la maggior parte degli strati sabbiosi meno spessi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	<i>Potenzialità di deflusso moderatamente alta.</i> Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	<i>Potenzialità di deflusso molto alta.</i> Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie

Tabella 2.1: Classifica della permeabilità dei suoli secondo il Soil Conservation Service

² Horton R.E. (1940) An Approach toward a Physical Interpretation of Infiltration Capacity- Soil Science Society of America, Proceeding, vol. 5



Tipo di suolo	f_o [mm/h]	f_c [mm/h]	k [h ⁻¹]
A	250	25.4	2
B	200	12.7	2
C	125	6.3	2
D	76	2.5	2

Tabella 2.2: valori dei parametri di infiltrazione per l'equazione di Horton
(proposti dal Soil Conservation Service)

Tipo di suolo	f_o [mm/h]	f_c [mm/h]	k [h ⁻¹]
Curva Maggiorata (Suoli molto Permeabili)	117	17	5.34
Curva Standard (Suoli mediamente permeabili)	67	13	4.14
Curva Ridotta (Suoli Scarsamente Permeabili)	76	6	4.14

Tabella 2.3: valori dei parametri di infiltrazione per l'equazione di Horton
(proposti dal Manuale ASCE - American Society of Civil Engineers)

L'applicazione della {2.2.2} risulta valida nell'ipotesi che l'intensità di precipitazione sia in ogni istante superiore alla capacità di infiltrazione per cui nel presente studio avendo assunto i valori:

Tipo di suolo : **D**

Capacità di infiltrazione al tempo iniziale **$f_o = 76$** [mm/h]

Capacità d'infiltrazione asintotica (tempo infinito) **$f_c = 2.5$** [mm/h]

Costante legata alla rapidità della diminuzione della capacità di infiltrazione **$k = 2$** [h⁻¹]

Si ottiene per un intervallo $t = 5$ [h] il seguente grafico

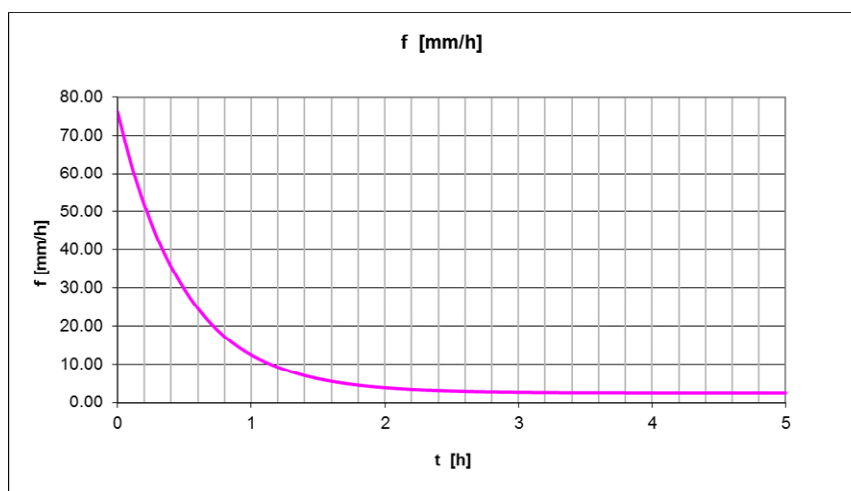


Figura 2.2: Grafico della capacità di infiltrazione (formula {2.2.1})

L'intensità di precipitazione espressa attraverso la {2.1.1} risulterà:

$$i = h/t = a t^{-n} \quad \{2.2.3\}$$

Assumendo i parametri **a** ed **n** corrispondenti al tempo di ritorno più sfavorevole, 2 anni, si ottiene, sempre per il periodo $t = 5$ [h], il seguente grafico

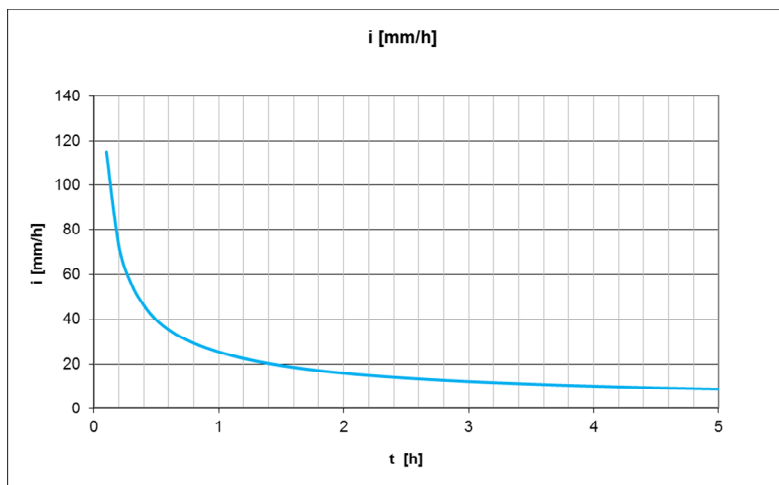


Figura 2.3: Grafico della intensità di precipitazione per $tr=2$ anni (formula {2.2.3})

Sovrapponendo i due grafici si ottiene:

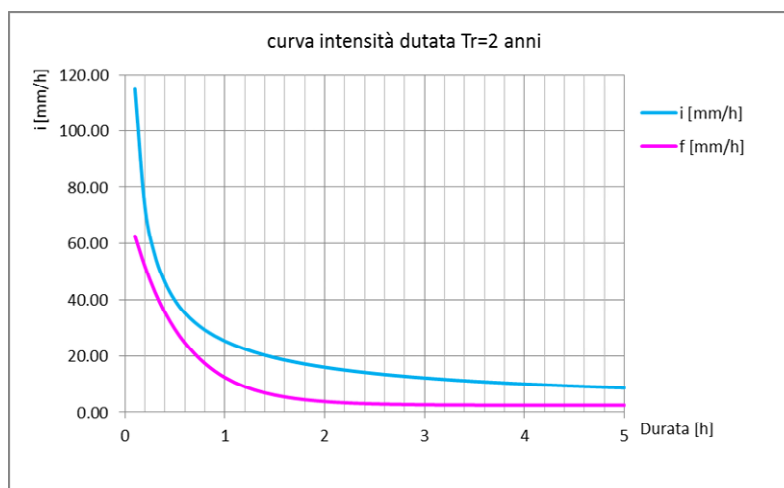


Figura 2.4: Confronto dei grafici tra Capacità di infiltrazione f (formula {2.2.1}) e Intensità di precipitazione i (formula {2.2.3})

Dal confronto tra la capacità di infiltrazione e l'intensità di precipitazione di **Figura 2.4** si può notare che l'ipotesi di applicabilità della relazione {2.2.2} è sempre soddisfatta.

2.3 Verifica del tubo dreno.

Il grafico di **Figura 2.2** evidenzia inoltre che la capacità di infiltrazione assume un valore asintotico, praticamente stabile, per un intervallo di tempo ≥ 4 [h] per cui il valore complessivo dato dalla {2.2.2} risulterà:

$$F = 46.74 \text{ [mm]}$$

Considerando che l'area sottesa dalla rete drenante dell'area sud-ovest risulta pari a 23725 [m²] si ottiene che la portata drenante complessiva Q_d alla sezione terminale risulta pari a :

$$Q_d = 277.2 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

La scheda seguente riporta la verifica a moto uniforme della sezione del tubo in progetto.

Si osserva che il sistema di drenaggio prevede due tubi Ø200 [mm] (interni) e che già un solo tubo



risulta sufficiente a smaltire l'intera portata prevista. L'adozione del doppio tubo permette di avere un prudenziale margine di funzionalità non avendo preso in considerazione la portata di una eventuale falda freatica sotterranea che potrebbe essere presente in prossimità del contatto coltre-substrato.

Passando all'esame dell'area di intervento nel tratto di via Vittorio Veneto si può osservare che l'area sottesa dalla rete drenante risulta pari a ~250 [m²] e la conseguente portata di infiltrazione risulta pari a:

$$Q_d = 2.92 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

La scheda di verifica evidenzia che la portata per infiltrazione risulta ampiamente verificata dalle capacità di portata del tubo di drenaggio. Si ritiene comunque corretto il dimensionamento in quanto il dreno potrebbe anche in questo caso far defluire, con ampio margine, la portata di falda freatica sotterranea che non è stata quantizzata non avendone riscontrato durante il sondaggio geognostico la presenza. Si ha quindi buone ragioni di ritenere che una eventuale portata di falda sotterranea sia strettamente legata alla stagionalità delle precipitazioni .



Cantiere	Comune di Carezzano		
Indirizzo			
Oggetto	Lavori di consolidamento versante sud-ovestTubo dreno sezione terminale	Sezione_dreno_200.FSC	
Note	pendenza parte terminale 5.70%	Ottobre 2018	
tratto di tubo da Sez. -	Progressiva m 20	Quota m .08	
a Sez. -	Progressiva m 49.94	Quota m 1.78	
Tipo tubazione	Tubo dreno Circolareb	DN int. mm 200	Scabr.om.eq. mm 2
lunghezza tratto m	29.94	Dislivello m 1.7	pendenza fondo 56.78‰

Parametri Idraulici di moto uniforme del Tubo

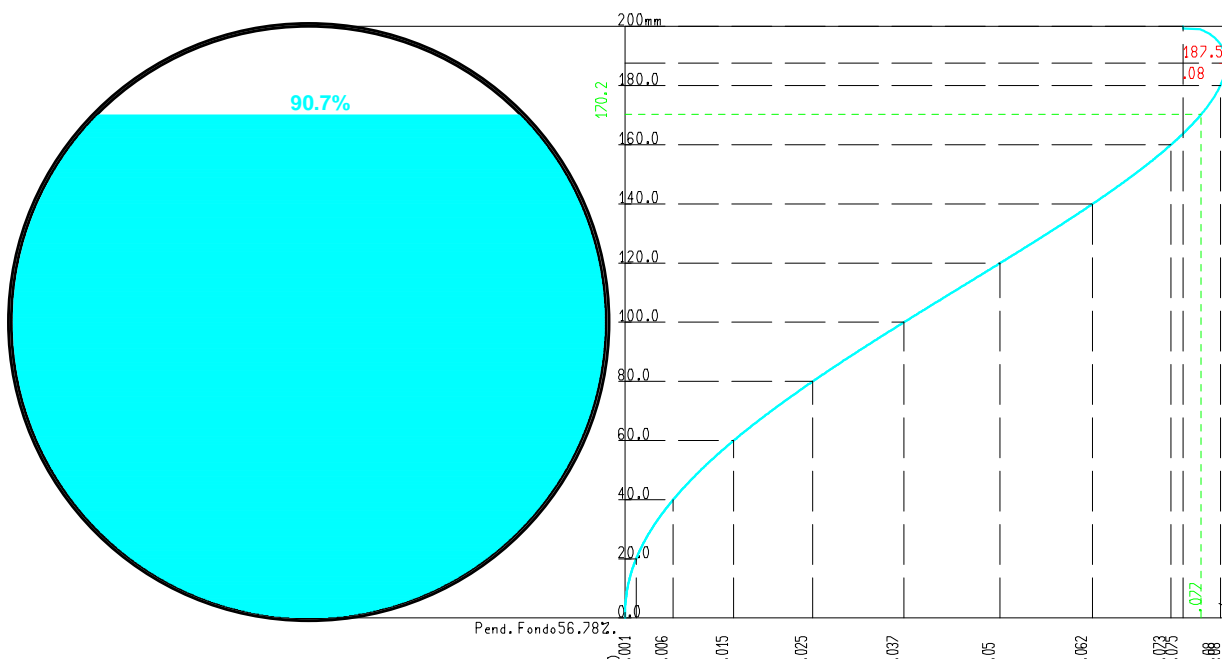
Altezza Riemp_to [cm]	Area di Riemp_to [cm²]	Larghezza pelo libero [cm]	Raggio Idraulico [cm]	% Riemp_to	Scabrezza media [mm]	Coefficiente Resist_za (Colebrook)	Portata [m³/sec]	Velocità media [m/sec]	Numero di Froude	Tipo di Corrente
0.20	0.5	4.0	0.13	0.17	2.00	5.17603	0.0000	0.141	1.229	veloce
2.00	16.4	12.0	1.27	5.20	2.00	10.81367	0.0015	0.910	2.488	veloce
4.00	44.7	16.0	2.41	14.24	2.00	12.41093	0.0064	1.438	2.747	veloce
6.00	79.3	18.3	3.42	25.23	2.00	13.27948	0.0145	1.833	2.814	veloce
8.00	117.3	19.6	4.28	37.35	2.00	13.84099	0.0251	2.138	2.790	veloce
10.00	157.1	20.0	5.00	50.00	2.00	14.22497	0.0373	2.374	2.705	veloce
12.00	196.8	19.6	5.55	62.65	2.00	14.48565	0.0501	2.548	2.567	veloce
14.00	234.9	18.3	5.92	74.77	2.00	14.64671	0.0625	2.661	2.373	veloce
16.00	269.4	16.0	6.08	85.76	2.00	14.71258	0.0730	2.708	2.107	veloce
18.00	297.8	12.0	5.96	94.80	2.00	14.66178	0.0796	2.672	1.712	veloce
18.75	306.0	9.7	5.80	97.40	2.00	14.59532	0.0803	2.624	1.490	veloce
20.00	314.2	0.0	5.00	100.00	2.00	14.22497	0.0746	2.374	0.003	lenta

Parametri Idraulici con portata di progetto m³/h 277.2 (0.0770 m³/sec) (77.000 litri/sec)

17.02	284.9	14.2	6.06	90.69	2.00	14.70447	0.0770	2.702	1.929	veloce
-------	-------	------	------	-------	------	----------	--------	-------	-------	--------

Profondità critica per l'assegnata portata 0.197 [m]
Profondità di moto uniforme per la portata assegnata 0.170 [m]
Portata massima della sezione: 0.0803 [m³/sec] Sfruttamento :95.89%

Carico specifico minimo 0.533 [m]
Carico specifico per la portata assegnata 0.575 [m]





Cantiere	Comune di Carezzano		
Indirizzo			
Oggetto	Lavori di consolidamento versante ovest (via V.Veneto)Tubo dreno sezione terminale	Sezione_dreno_200_via_V-Veneto.FSC	
Note	pendenza parte terminale 8.28%	Ottobre 2018	
tratto di tubo da Sez. -	Progressiva m	20.88	Quota m -1.52
a Sez. -	Progressiva m	31.17	Quota m -.67
Tipo tubazione	Tubo dreno Circolareb		DN int. mm 200 Scabr.om.eq. mm 2
lunghezza tratto m	10.29	Dislivello m .85	pendenza fondo 82.6‰

Parametri Idraulici di moto uniforme del Tubo

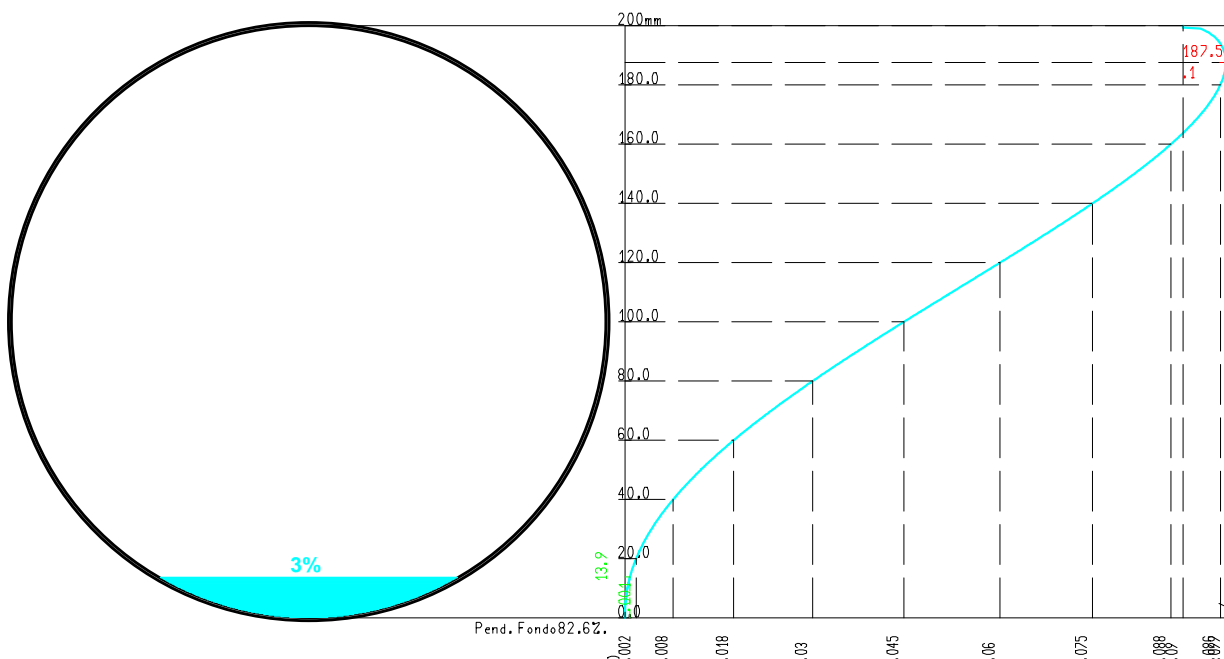
Altezza Riemp_to [cm]	Area di Riemp_to [cm²]	Larghezza pelo libero [cm]	Raggio Idraulico [cm]	% Riemp_to	Scabrezza media [mm]	Coefficiente Resist_za (Colebrook)	Portata [m³/sec]	Velocità media [m/sec]	Numero di Froude	Tipo di Corrente
0.20	0.5	4.0	0.13	0.17	2.00	5.17682	0.0000	0.170	1.483	veloce
2.00	16.4	12.0	1.27	5.20	2.00	10.81611	0.0018	1.097	3.002	veloce
4.00	44.7	16.0	2.41	14.24	2.00	12.41427	0.0078	1.735	3.314	veloce
6.00	79.3	18.3	3.42	25.23	2.00	13.28345	0.0175	2.211	3.395	veloce
8.00	117.3	19.6	4.28	37.35	2.00	13.84543	0.0303	2.580	3.366	veloce
10.00	157.1	20.0	5.00	50.00	2.00	14.22977	0.0450	2.864	3.263	veloce
12.00	196.8	19.6	5.55	62.65	2.00	14.49071	0.0605	3.074	3.097	veloce
14.00	234.9	18.3	5.92	74.77	2.00	14.65193	0.0754	3.210	2.863	veloce
16.00	269.4	16.0	6.08	85.76	2.00	14.71787	0.0880	3.268	2.543	veloce
18.00	297.8	12.0	5.96	94.80	2.00	14.66701	0.0960	3.223	2.066	veloce
18.75	306.0	9.7	5.80	97.40	2.00	14.60049	0.0969	3.166	1.798	veloce
20.00	314.2	0.0	5.00	100.00	2.00	14.22977	0.0900	2.864	0.004	lenta

Parametri Idraulici con portata di progetto m³/h 2.92 (0.0008 m³/sec) (0.811 litri/sec)

1.39	9.6	10.2	0.90	3.05	2.00	9.94658	0.0008	0.848	2.791	veloce
------	-----	------	------	------	------	---------	--------	-------	-------	--------

Profondità critica per l'assegnata portata 0.025 [m]
Profondità di moto uniforme per la portata assegnata 0.014 [m]
Portata massima della sezione: 0.0969 [m³/sec] Sfruttamento :0.84%

Carico specifico minimo 0.032 [m]
Carico specifico per la portata assegnata 0.058 [m]





3. BIBLIOGRAFIA

- [1] *"Meccanica dei fluidi – Principi ed applicazioni idrauliche"*, E. Marchi e A. Rubatta, UTET;
- [2] *"Sistemi di fognatura – manuale di progettazione"*, AA.VV. C.S.D.U. Hoepli;
- [3] *"Rischio Idraulico e difesa del territorio"*, A.Murachelli – V.Riboni, Dario Flaccovio Editore;
- [4] *"La sistemazione dei bacini Idrografici"*, V.Ferro , McGraw-Hill;
- [5] *"Sistemazioni Idraulico-forestali"*, G.Benini, UTET;
- [6] *"Le pubbliche Fognature"*, P. Pocecco- M. Pocecco , Dario Flaccovio Editore