

SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

GARA D'APPALTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA,
L'ESECUZIONE DEI LAVORI E LA FORNITURA DEI VEICOLI

OFFERTA TECNICA
B2 - PROGETTO DEFINITIVO



AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO DEFINITIVO DI OFFERTA

ELABORATO:

STUDI ED INDAGINI
Idrologia ed Idraulica
Valutazione di compatibilità idraulica ai sensi della D.G.R. n. 2948/09

A.T.I.:



SCALA:	-
RIF. N°:	POAD20IRS02B
ALLEGATO N°:	PD A0201 RS02B

PROGETTAZIONE R.T.P.:

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE VARIE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Massimo Raccosta



(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Massimo Raccosta



(MANDANTE)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Giambattista Parietti

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
B	Lug. 2013	Emissione per variante urbanistica	Technital	Cacciatori	EPiccoli	Renso

1. PREMESSA.....	2
2. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DEPOSITO E FUTURO AMPLIAMNETO	4
2.1. GENERALITÀ.....	4
2.2. VULNERABILITÀ E VINCOLI PARTICOLARI	4
3. ASSETTO IDROGEOLOGICO DEPOSITO.....	6
4. PLUVIOMETRIA GENERALE.....	7
4.1. ELABORAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI	7
4.2. DATI PLUVIOMETRICI.....	8
4.3. ANALISI STATISTICA.....	8
4.3.1. Piogge di durata inferiore all'ora.....	9
4.3.2. Piogge di durata superiore all'ora	10
4.3.3. Determinazione della curva di possibilità climatica	11
4.3.3.1. Piogge di durata inferiore all'ora Tr 10	11
4.3.3.2. Piogge di durata superiore all'ora Tr 10.....	13
4.3.3.3. Piogge di durata inferiore all'ora Tr 50	15
4.3.3.4. Piogge di durata superiore all'ora Tr 50.....	17
5. INVARIANZA IDRAULICA	19
5.1. STIMA DELLE PORTATE EFFICACI.....	19
5.2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA IN USCITA	20
5.3. MISURE COMPENSATIVE PER LA MITIGAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA	20
5.3.1. Determinazione del volume di invaso per la laminazione	20
6. DEPOSITO.....	22
6.1. FUTURO AMPLIAMENTO DEPOSITO	23
7. STRADA ACCESSO DEPOSITO.....	25
8. VIALE DELLE NAZIONI	27
9. VIALE DEL COMMERCIO	30
10. NUOVO VIALE ANTISTANTE IL PARCO PRUSST.....	33
11. VIA DOLOMITI	36
12. SOTTOSTAZIONI	39
13. SOTTOPASSO VIA CITTÀ DI NIMES	39
14. CONCLUSIONI	40

1. PREMESSA

La realizzazione del Deposito e della Filovia necessitano come da normativa della Regione Veneto di predisporre uno studio di “Valutazione di compatibilità idraulica” in quanto tale intervento comporta l'impermeabilizzazione di superfici agricole mettendo in evidenza diverse problematiche connesse con lo smaltimento delle acque meteoriche; in particolare si possono avere conseguenze idraulico-quantitative, date dall'insufficienza dei corsi d'acqua ricettori e delle reti di fognatura esistenti.

Il ciclo naturale delle acque subisce, a seguito della costruzione delle opere stradali in ampliamento o di nuova realizzazione oltre al nuovo Deposito, due tipi di alterazioni di tipo idraulico-quantitativo riconducibili ad:

- una modifica del regime idrologico locale dovuto ad una minore infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo;
- la maggiore impermeabilizzazione aumenta le velocità dei deflussi superficiali e quindi riduce i tempi di corrivazione dei bacini con il conseguente aumento delle portate consegnate ai ricettori.

Queste conseguenze possono essere controllate inserendo nei sistemi di raccolta dei volumi di invaso che abbiano la funzione di laminare i picchi di portata in modo da ottenere un rilascio controllato delle portate in uscita verso i recettori.

Il presente progetto si prefigge perciò di garantire l'invarianza idraulica del territorio, essa è definita come “la trasformazione di un area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dalla stessa”.

Le aree interessate da questo studio di compatibilità Idraulica sono:

- Deposito e officina Filovia oltre al futuro ampliamento ;
- nuova strada di collegamento deposito Filovia con la strada Genovesa;
- allargamento ovest carreggiata viale delle Nazioni;
- allargamento Viale del Commercio;
- nuova strada dietro parcheggio Fiera in zona parco Prusst;
- nuovo sottopasso via Nimes;
- nuovo tratto stradale di via Dolomiti con relativa rotatoria;
- nuove sottostazioni in progetto;

Per ogni area sulla base della prevedibile variazione della permeabilità e della risposta idrologica sono state individuate, se necessarie, le misure compensative per favorire l'infiltrazione delle acque o per la realizzazione di volumi di invaso.

In particolare sono state calcolate le varie tipologie di superfici interessate dall'intervento sia nella condizione di stato attuale, sia in quella di progetto, in modo da individuare per ogni area i volumi di laminazione necessari al fine di garantire l'invarianza idraulica.

Per quanto riguarda il corretto dimensionamento delle opere per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, del sistema di approvvigionamento idrico e del sistema di allontanamento degli scarichi civili viene individuato il migliore assetto da assegnare al sistema rispetto al recapito finale tenendo conto:

- della sollecitazione meteorica di progetto;
- dei vincoli dettati dalle normative vigenti;
- dei vincoli dettati dalle prescrizioni degli Enti competenti;
- dall'analisi delle sensibilità del sistema (fascia delle risorgive, particolari aree di ricarica degli acquiferi, aree di salvaguardia di captazioni idropotabili, vocazione ittica);
- della funzionalità del sistema di trattamento delle acque;



Figura 1 Veduta Area Deposito Filovia in progetto in rosso l'area dell'intervento

2. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DEPOSITO E FUTURO AMPLIAMNETO

2.1. Generalità

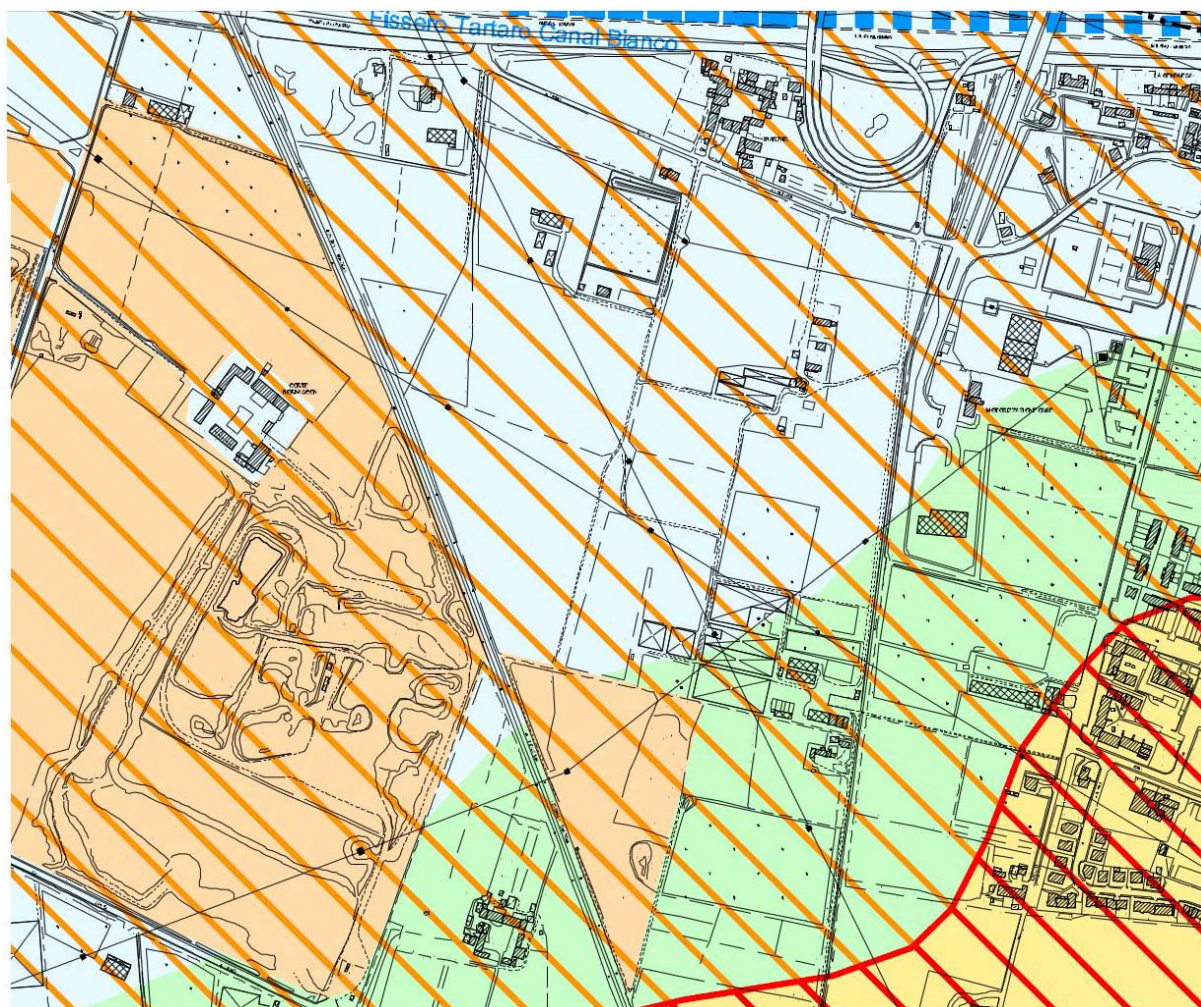
L'area in oggetto si trova in prossimità del casello autostradale di Verona Sud (A4), delimitata ad Ovest dalla linea ferroviaria "Verona-Bologna" e ad Est da via della Genovesa. L'attuale configurazione dell'area è esclusivamente ad uso agricolo con occasionali presenze di attività produttive poste in vicinanza alla viabilità esistente. Si è scelto di trattare in maniera più approfondita l'area legata al Deposito della Filovia essendo quella con il maggior aumento di superficie impermeabile in tutto il progetto.

2.2. Vulnerabilità e vincoli particolari

La vulnerabilità idrogeologica del sito è desunta dalla "*Carta delle Fragilità*" allegata al PAT del comune di Verona che sintetizza tutte le informazioni disponibili (litologia di superficie, presenza di ghiaie e sabbie in profondità, soggiacenza della falda superficiale, acclività, permeabilità ecc.) e suddivide il territorio provinciale in 5 classi di vulnerabilità idrogeologica: bassa, media, alta, elevata, elevatissima.

Dall'analisi della cartografia comunale si evince che l'area oggetto di urbanizzazione è caratterizzata da "Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi". Si prevede, in adempimento delle vigenti normative, di trattare le acque di prima pioggia, provenienti dal piazzale e dalla viabilità interna, preventivamente alla loro dispersione nel terreno.

Da un controllo nell'area circostante non sono stati individuati pozzi pubblici destinati ad attingere acque sotterranee destinate al consumo umano.



LEGENDA

CONFINI COMUNALI	
PENALITA' AI FINI EDIFICATORI - art. 37	
TERRENO OTTIMO	
TERRENO BUONO	
TERRENO MEDIOCRE	
TERRENO SCADENTE	
TERRENO PESSIMO	
VULNERABILITA' INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI - art. 38	
UNITA' E	
UNITA' A	
UNITA' M	
UNITA' B	
UNITA' C	
UNITA' V	
AREE SOGGETTE A DISSESTO IDROGEOLOGICO - art. 39	
AREE DI FRANA	
LIMITE DI BACINO IDROGRAFICO (Adige-Fissone-Tardano-Canal Bianco)	
CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA (dal livello di alluvione 100 anni alla 1000 anni)	
MOLTO ELEVATA	
ELEVATA	
MEDIA	
MODERATA	

Figura 2 Stralcio della "Carta delle Fragilità" – Fonte: PAT Verona.

3. ASSETTO IDROGEOLOGICO DEPOSITO

La zona in esame è compresa (cfr. SORBINI et al.: “Geologia e geomorfologia di una porzione della pianura a S.E. di Verona”, 1984) entro il conoide antico del fiume Adige, che sovrasta con scarpata di terrazzo alluvionale di una decina di metri di altezza il sottostante piano di divagazione recente del fiume il cui alveo meandriforme si svolge diversi chilometri più ad Est e Nord-Est.

Entro il conoide antico il paesaggio morfologico si presenta subpianeggiante ed in debolissimo declivio a meridione; in base alla C.T.R., il piano di campagna giace quivi a quota prossima ai 56 m s.l.m.

Il sottosuolo, celato da coltre metrica di suolo eluviale ciottoloso di colore bruno-rossastro, è costituito dalle alluvioni del “conoide antico atesino”, rappresentate da prevalenti depositi ghiaio-sabbiosi e ciottolosi poligenici, ben classati ed addensati, solo localmente intercalati da lenti sabbiose e livelli limo-argillosi.

In base alla stratigrafia del pozzo della centrale A.G.S.M. di loc. Genovesa, ubicato un chilometro a Est, le alluvioni ghiaio-sabbiose si estendono per più di 60 metri di profondità e sono intercalate da uno spesso orizzonte argilloso tra 24 e 20 m s.l.m. (oltre 30 metri sotto il piano di campagna dell’area in esame), e da un più esiguo livello sabbioso tra -8 e 6 m s.l.m.

Gli afflussi meteorici ed irrigui concorrono ad alimentare un’estesa falda freatica, da sempre sfruttata da numerosi pozzi per uso anche potabile, che viene a giorno in corrispondenza di risorgive ubicate qualche chilometro più a valle ed a Sud dell’area in esame.

Entro la zona allo studio la superficie freatica giace ad una decina di metri sotto il piano campagna, sicché la recente cartografia redatta per il PAT del Comune di Verona ascrive l’area d’intervento all’Unità A cui corrispondono “aree caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria, con strato di alterazione superficiale di scarsa potenza” in zone di morfologia subpianeggiante; le aree dell’Unità A sono altresì caratterizzate da una “vulnerabilità intrinseca alta” per il rischio che la contaminazione superficiale raggiunga la sottostante falda freatica.

In base ai sondaggi eseguiti e riportati nella relazione geologica geotecnica il terreno costituito da ghiaie poligeniche in matrice sabbiosa molto addensata con una permeabilità media variabile attorno al valore di $K = 1,1 \cdot 10^{-4}$ m/sec. La falda si trova alla profondità di 14 m da p.c. e la tipologia del terreno proveniente da scavi è di tipo A-1, quindi di buona/ottima qualità.

4. PLUVIOMETRIA GENERALE

4.1. Elaborazione dei dati pluviometrici

La valutazione delle portate che la rete di drenaggio deve essere in grado di convogliare e smaltire è stata effettuata con opportuni metodi di trasformazione afflussi-deflussi, che consentono di associare ad una determinata grandezza idrologica un'assegnata probabilità di accadimento a partire da eventi pluviometrici caratterizzati dalla medesima probabilità.

Volendo determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio, si deve fare prima una premessa sulla durata dei diversi eventi. Gli eventi meteorici sono convenzionalmente suddivisi in:

- eventi di breve durata, i cosiddetti scosci; essi hanno una durata mediamente inferiore all'ora e sono caratterizzate da forte intensità e perciò sviluppano elevate portate alla sezione di chiusura del bacino idrografico;
- eventi di lunga durata; essi hanno una durata superiore all'ora hanno minore intensità ma sviluppano elevati volumi alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Le due tipologie di eventi meteorici descritti in precedenza hanno caratteristiche differenti e per questo si ritiene opportuno analizzarli in modo separato e perciò ricavare due curve di possibilità pluviometrica di progetto una per gli eventi di breve durata ed una per quelli di lunga durata.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti **a** (mm/ore) e **n** che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

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

dove: **h** = altezza di pioggia in mm

t = tempo in ore

Il concetto di rischio idraulico è quantificato dal tempo di ritorno T_r , definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$T_r = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

L'equazione di possibilità pluviometrica fornisce, per un fissato tempo di pioggia **t**, il massimo valore di **h** nel periodo pari al tempo di ritorno T_r e viene utilizzata, nei modelli afflussi-deflussi, per la determinazione della portata afferente all'area interessata.

4.2. Dati pluviometrici

La ricerca presso gli enti dei dati pluviometrici ha portato all'individuazione di una stazione pluviometrica, gestita da ARPAV, prossima alla zona di intervento. Le serie storiche delle piogge ci sono state fornite dal Centro Meteorologico di Teolo.

I dati idrologici, derivanti dalla stazione di "Villafranca" sono registrati negli archivi del Centro Meteo di Teolo e interessano un periodo di osservazione che va dal 1990 al 2006.

STAZIONE	COORDX E	COORDY N
Villafranca di Verona	1643529	5025977

Si sono analizzate sia le piogge intense, cioè quelle di durata inferiore all'ora, che le piogge di lunga durata in quanto le prime mettono in crisi il sistema di drenaggio che fa parte delle opere di urbanizzazione, mentre le seconde mettono in crisi il sistema di laminazione dell'intera lotto di progetto.

Per il progetto si utilizzeranno i dati relativi ad eventi critici con tempo di ritorno T_r pari a 10 anni per il dimensionamento del sistema di captazione ed allontanamento delle acque meteoriche dei piazzali e viabilità interne mentre per il dimensionamento dell'invarianza idraulica e delle opere d'invaso si è utilizzato un tempo di ritorno T_r pari a 50 anni.

4.3. Analisi statistica

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, è stata eseguita facendo riferimento alla distribuzione del valore estremo EV1 o di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\frac{x-u}{\alpha}))$$

dove χ e u rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = m_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$\sigma_x = s_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot s_x}{\pi}$$

misura della dispersione attorno al valore medio

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha \text{ moda}$$

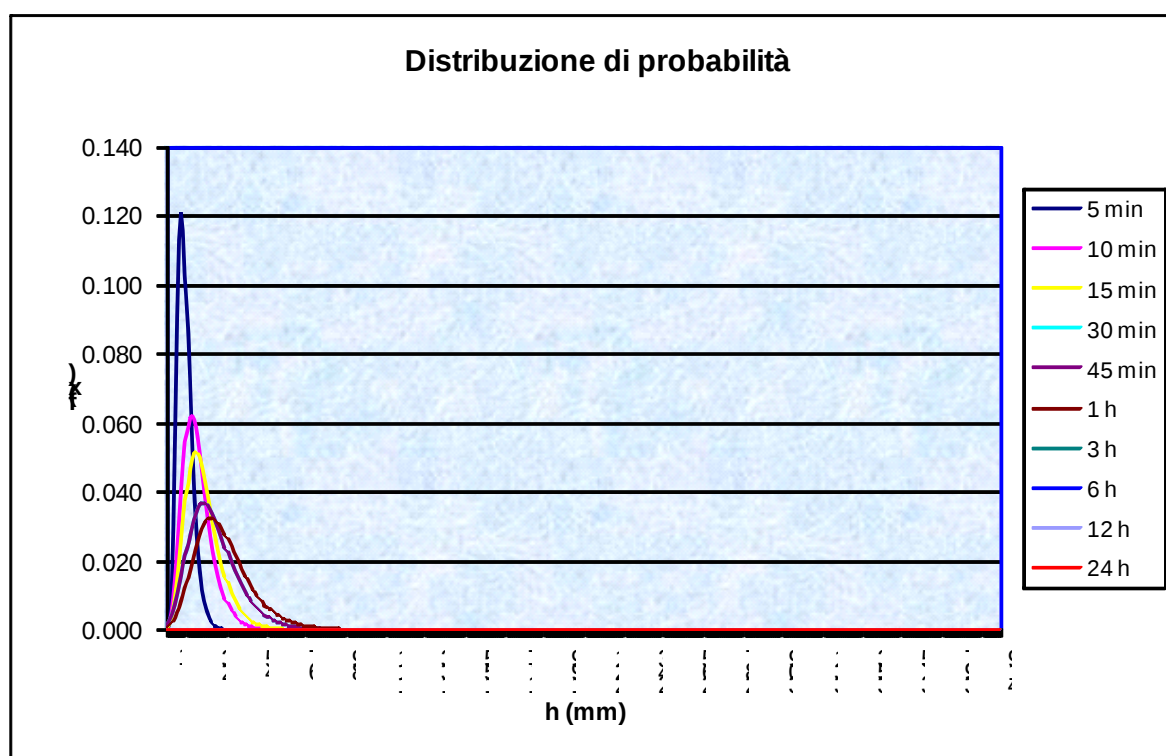
con $\lambda = 0,5772$ è la costante di Eulero.

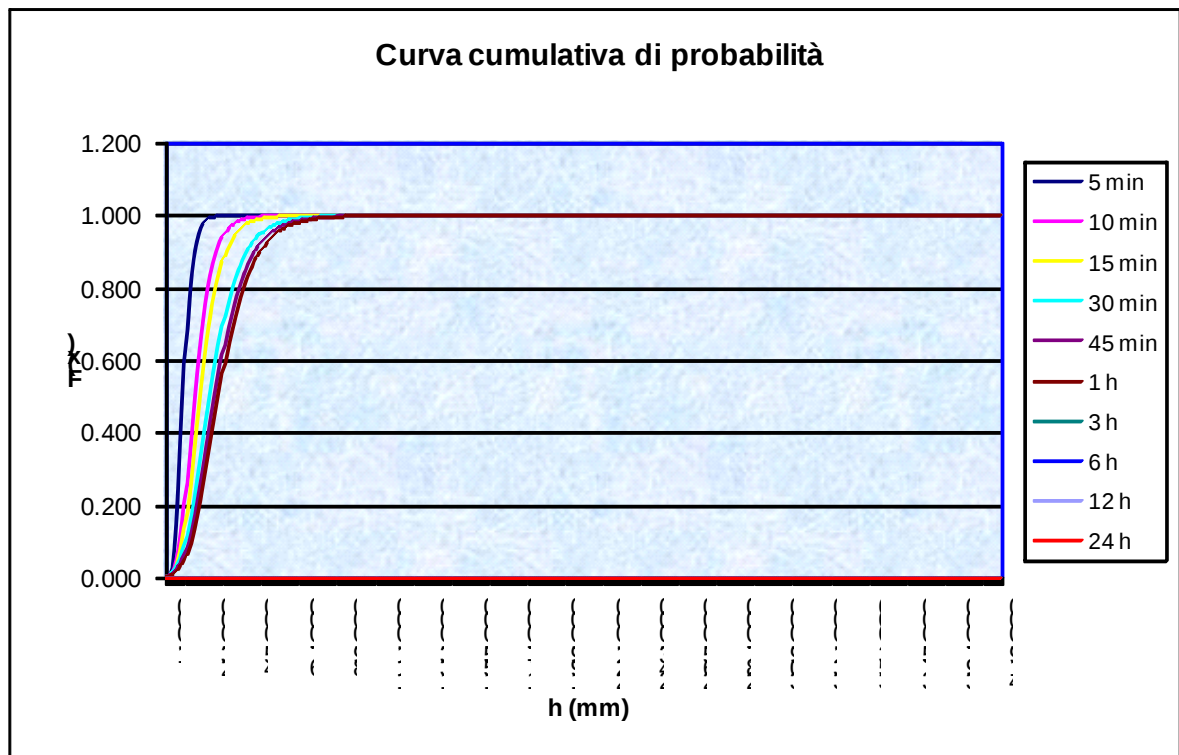
Indicando con $F(x)$ la probabilità di non superamento del valore x , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

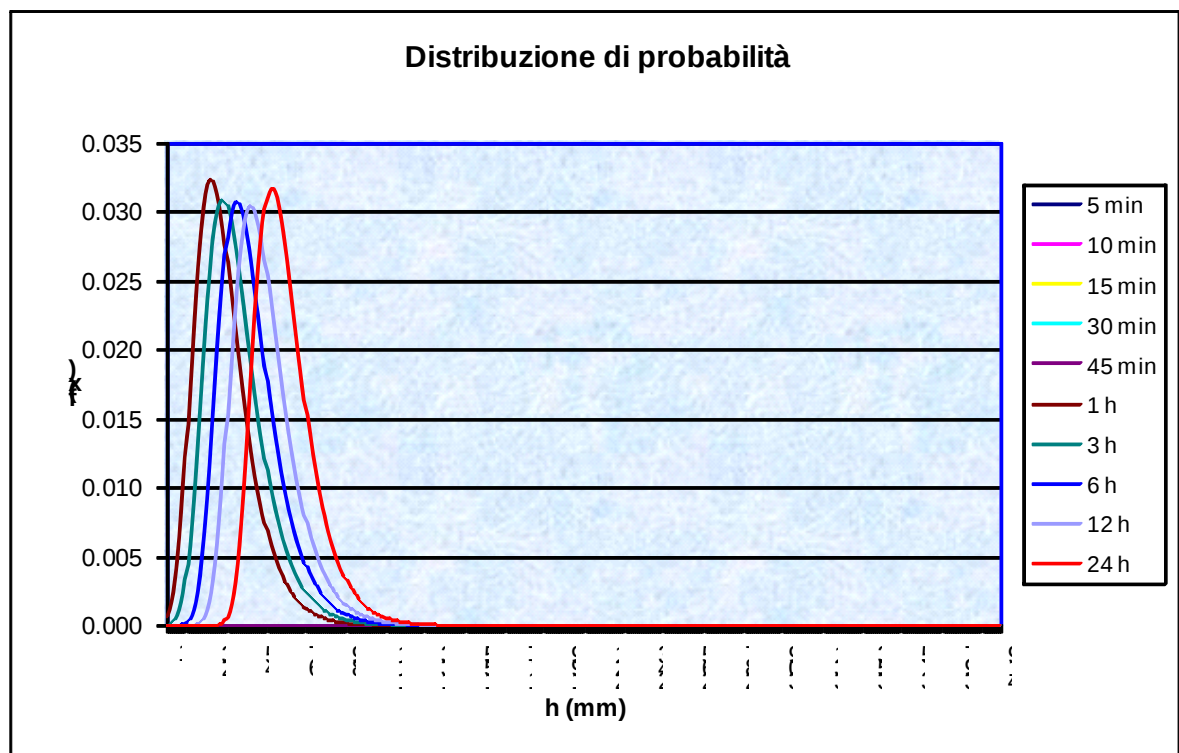
dove Tr rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore x viene superato una sola volta.

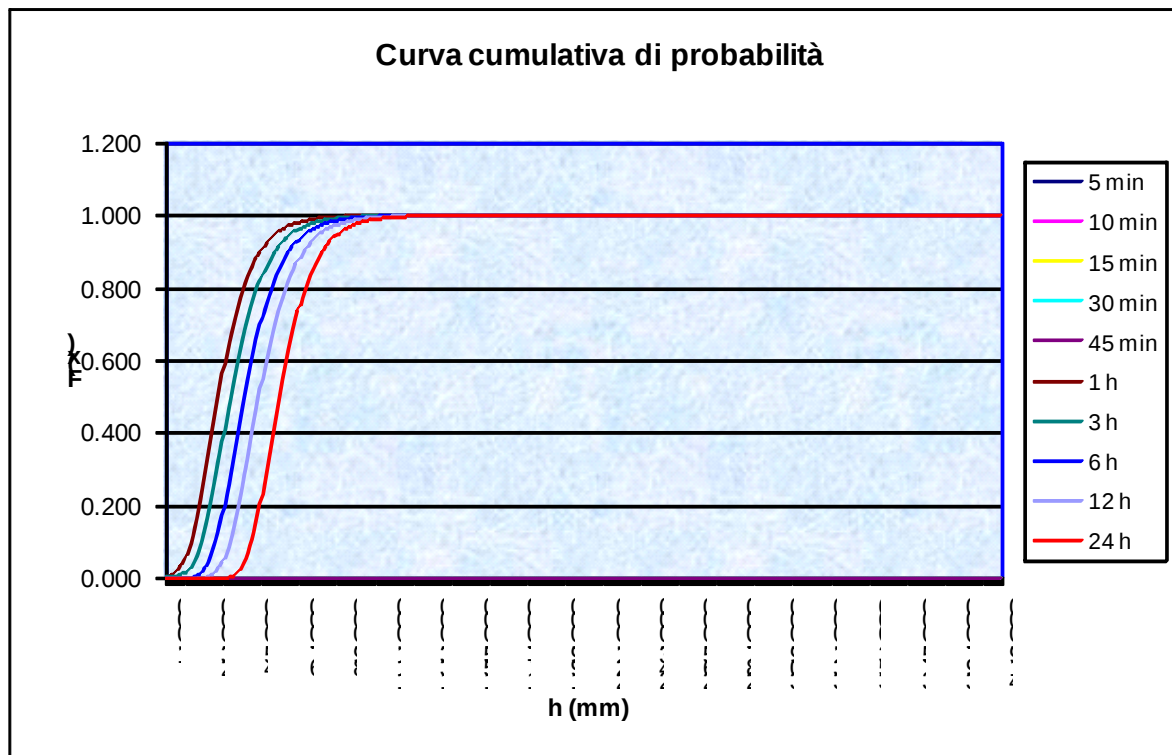
4.3.1. Piogge di durata inferiore all'ora





4.3.2. Piogge di durata superiore all'ora





4.3.3. Determinazione della curva di possibilità climatica

Si procede ora alla determinazione dei parametri **a** e **n** della curva di possibilità climatica con il modello della regressione lineare. Come detto in precedenza per le opere in progetto si utilizzeranno come curve di progetto le curve riferite a eventi con tempi di ritorno di 10 anni e di 50 anni.

4.3.3.1. Pioggie di durata inferiore all'ora T_r 10

Tempo di ritorno 10 anni

Regressioe lineare - applicata a distribuzione monomia

$$Y = a \cdot X^n$$

$$y = \ln(Y) \quad x = \ln(X)$$

$$c = \ln(a) \quad d = n$$

$$y = c + x \cdot d$$

Popolazione campionaria

N	Y	X	y	x	xx	xy
1	14	0.08	2.64	-2.48	6.17	-6.56
2	26	0.17	\	-1.79	3.21	-5.84
3	31	0.25	3.43	-1.39	1.92	-4.76
4	41	0.50	3.71	-0.69	0.48	-2.57
5	45	0.75	3.81	-0.29	0.08	-1.10
6	48	1.00	3.87	0.00	0.00	0.00

$$S_x = -6.64 \quad S_{xy} = -20.83$$

$$S_y = 20.72 \quad S_{xx} = 11.87$$

Determinazione dei coefficienti c e d

$$c = 3.97407 \quad a = 53.20$$

d = 0.469889 n = 0.470

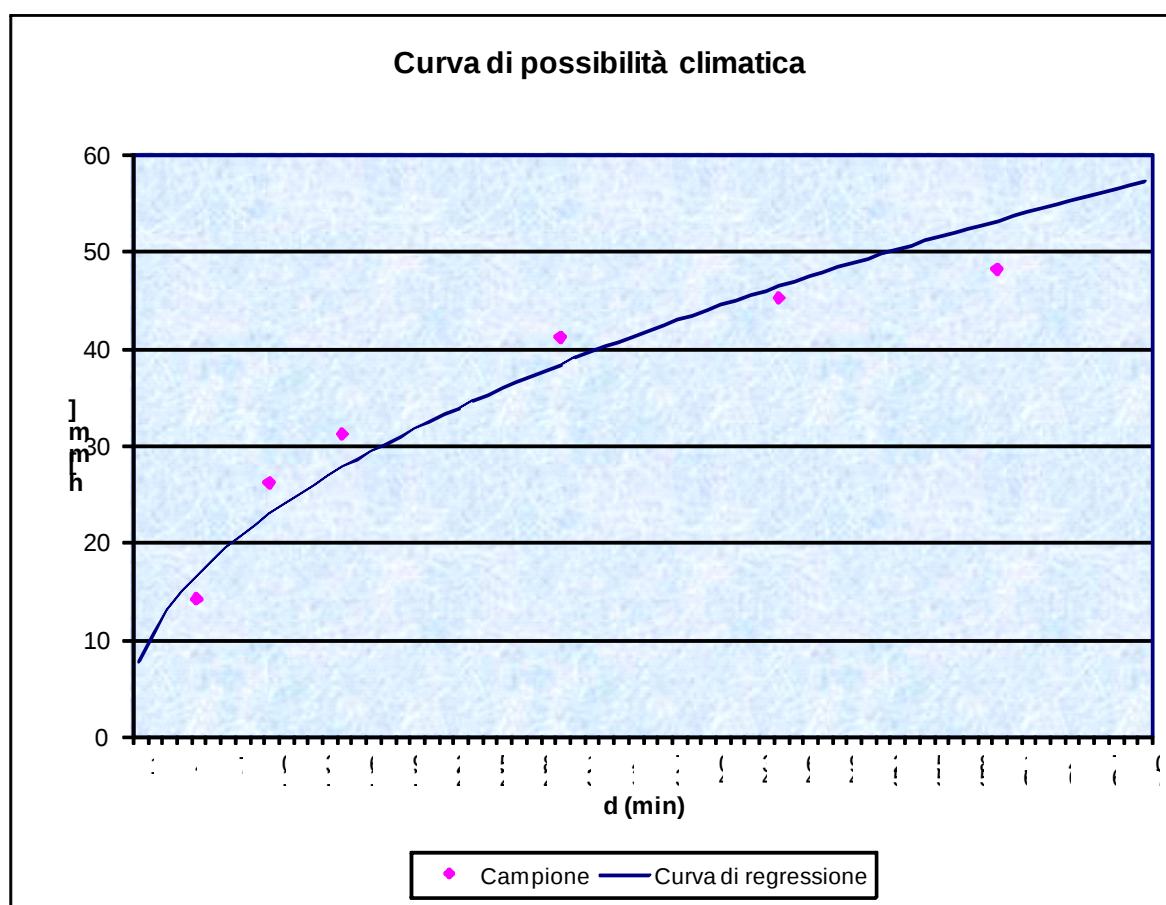
Coefficiente di determinazione

Esso da una misura normalizzata della bontà dell'adattamento

$0 < R^2 < 1$

y_i	x_i	$(y_i - a - bx_i)^2$	$(y_i - 1/N \cdot \sum y_i)^2$
2.64	-2.48	0.03	0.66
3.26	-1.79	0.02	0.04
3.43	-1.39	0.01	0.00
3.71	-0.69	0.00	0.07
3.81	-0.29	0.00	0.12
3.87	0.00	0.01	0.17
		0.07	1.07

$R^2 = 0.932$



L'analisi statistica è stata sviluppata con un campione di eventi intensi con durate che vanno dai 5 minuti ai 45 minuti. La curva di possibilità climatica che ne deriva potrà essere utilizzata solo per il dimensionamento degli elementi della rete di drenaggio che avranno tempi di corrivazione compresi tra i 5 e i 45 minuti.

Qui di seguito si riporta la *Curva di possibilità climatica* riferita al tempo di ritorno Tr 10.

PIOGGE DI DURATA INFERIORE ALL'ORA	
Tempo di ritorno (anni)	Curva di possibilità Valide per $5 \text{ min} < t < 45 \text{ min}$ (h [mm], t [h])
10	$h = 53,20 \cdot t^{0,470}$

4.3.3.2. Pioggie di durata superiore all'ora Tr 10

Tempo di ritorno 10 anni

Regressione lineare - applicata a distribuzione monomia

$$Y = a \cdot X^n$$

$$y = \ln(Y) \quad x = \ln(X)$$

$$c = \ln(a) \quad d = n$$

$$y = c + x \cdot d$$

Popolazione campionaria

N	Y	X	y	x	xx	xy
1	48	1.00	3.87	0.00	0.00	0.00
2	55	3.00	4.01	1.10	1.21	4.40
3	62	6.00	4.13	1.79	3.21	7.39
4	70	12.00	4.25	2.48	6.17	10.56
5	79	24.00	4.37	3.18	10.10	13.89

$$S_x = 8.55 \quad S_{xy} = 36.24$$

$$S_y = 20.62 \quad S_{xx} = 20.69$$

Determinazione dei coefficienti c e d

$$c = 3.853547 \quad a = 47.16$$

$$d = 0.15852 \quad n = 0.159$$

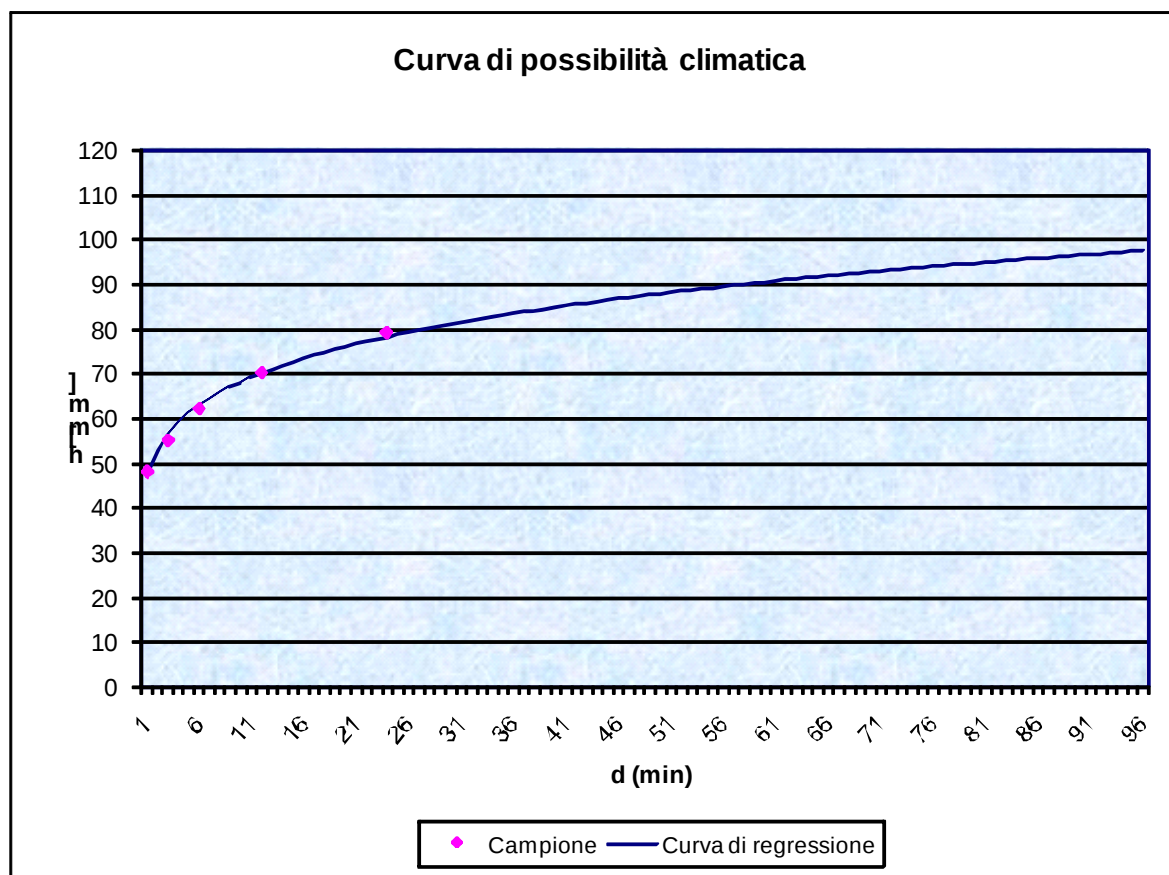
Coefficiente di determinazione

Esso da una misura normalizzata della bontà dell'adattamento

$$0 < R^2 < 1$$

y_i	x_i	$(y_i - a - b x_i)^2$	$(y_i - 1/N \cdot S_y)^2$
3.87	0.00	0.00	0.06
4.01	1.10	0.00	0.01
4.13	1.79	0.00	0.00
4.25	2.48	0.00	0.02
4.37	3.18	0.00	0.06
		0.00	0.15

$$R^2 = 0.994$$



L'analisi statistica è stata sviluppata con un campione di eventi intensi di durata variabile tra 1 ora e tra 24 ore. La curva di possibilità climatica che ne deriva potrà essere utilizzata solo per il dimensionamento degli elementi della rete di drenaggio che avranno tempi di corrivazione superiori ai 45 minuti. Qui di seguito si riporta la *Curva di possibilità climatica* riferita al tempo di ritorno T_r 10.

PIOGGE DI DURATA INFERIORE ALL'ORA	
Tempo di ritorno (anni)	Curva di possibilità Valide per $t > 45$ min (h [mm], t [h])
10	$h = 47,16 \cdot t^{0,159}$

4.3.3.3. Pioggie di durata inferiore all'ora Tr 50

Tempo di ritorno 50 anni

Regressione lineare - applicata a distribuzione monomia

$$Y = a \cdot X^b$$

$$y = \ln(Y) \quad x = \ln(X)$$

$$c = \ln(a) \quad d = b$$

$$y = c + x \cdot d$$

Popolazione campionaria

N	Y	X	y	x	xx	xy
1	19	0.08	2.94	-2.48	6.17	-7.32
2	36	0.17	3.58	-1.79	3.21	-6.42
3	42	0.25	3.74	-1.39	1.92	-5.18
4	58	0.50	4.06	-0.69	0.48	-2.81
5	63	0.75	4.14	-0.29	0.08	-1.19
6	67	1.00	4.20	0.00	0.00	0.00

Sx =	-6.64	Sxy =	-22.93
Sy =	22.67	Sxx =	11.87

Determinazione dei coefficienti c e d

c =	4.314145	a =	74.75
d =	0.483304	b =	0.483

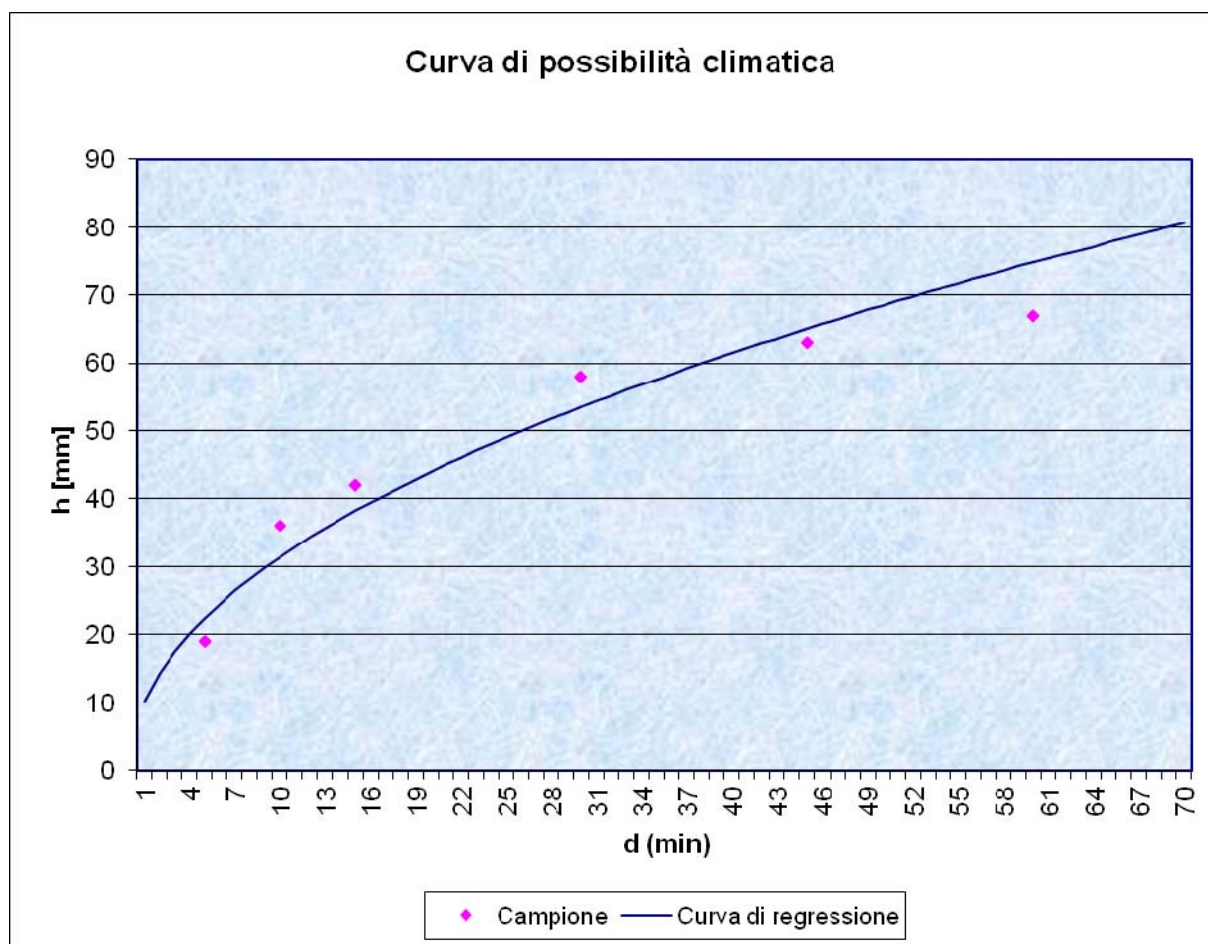
Coefficiente di determinazione

Esso da una misura normalizzata della bontà dell'adattamento

$$0 < R^2 < 1$$

yi	xi	(yi-a-bxi)^2	(yi-1/N*Sy)^2
2.94	-2.48	0.03	0.70
3.58	-1.79	0.02	0.04
3.74	-1.39	0.01	0.00
4.06	-0.69	0.01	0.08
4.14	-0.29	0.00	0.13
4.20	0.00	0.01	0.18
		0.08	1.13

$$R^2 = 0.933$$



L'analisi statistica è stata sviluppata con un campione di eventi intensi con durate che vanno dai 5 minuti ai 45 minuti. La curva di possibilità climatica che ne deriva potrà essere utilizzata solo per il dimensionamento degli elementi della rete di drenaggio che avranno tempi di corrivazione compresi tra i 5 e i 45 minuti.

Si riporta la *Curva di possibilità climatica* riferita al tempo di ritorno T_r 50 anni.

PIOGGE DI DURATA INFERIORE ALL'ORA	
Tempo di ritorno (anni)	Curva di possibilità Valide per 5 min < t < 45 min (h [mm], t [h])
50	$h = 74,75 \cdot t^{0,483}$

4.3.3.4. Pioggie di durata superiore all'ora Tr 50

Tempo di ritorno 50 anni

Regressione lineare - applicata a distribuzione monomia

$$Y = a \cdot X^b$$

$$y = \ln(Y) \quad x = \ln(X)$$

$$c = \ln(a) \quad d = b$$

$$y = c + x \cdot d$$

N = numero punti considerati

Popolazione campionaria

N	Y	X	y	x	xx	xy
1	67	1.00	4.20	0.00	0.00	0.00
2	75	3.00	4.32	1.10	1.21	4.74
3	82	6.00	4.41	1.79	3.21	7.90
4	90	12.00	4.50	2.48	6.17	11.18
5	98	24.00	4.58	3.18	10.10	14.57

$$S_x = 8.55 \quad S_{xy} = 38.39$$

$$S_y = 22.01 \quad S_{xx} = 20.69$$

Determinazione dei coefficienti c e d

$$c = 4.195587 \quad a = 66.39$$

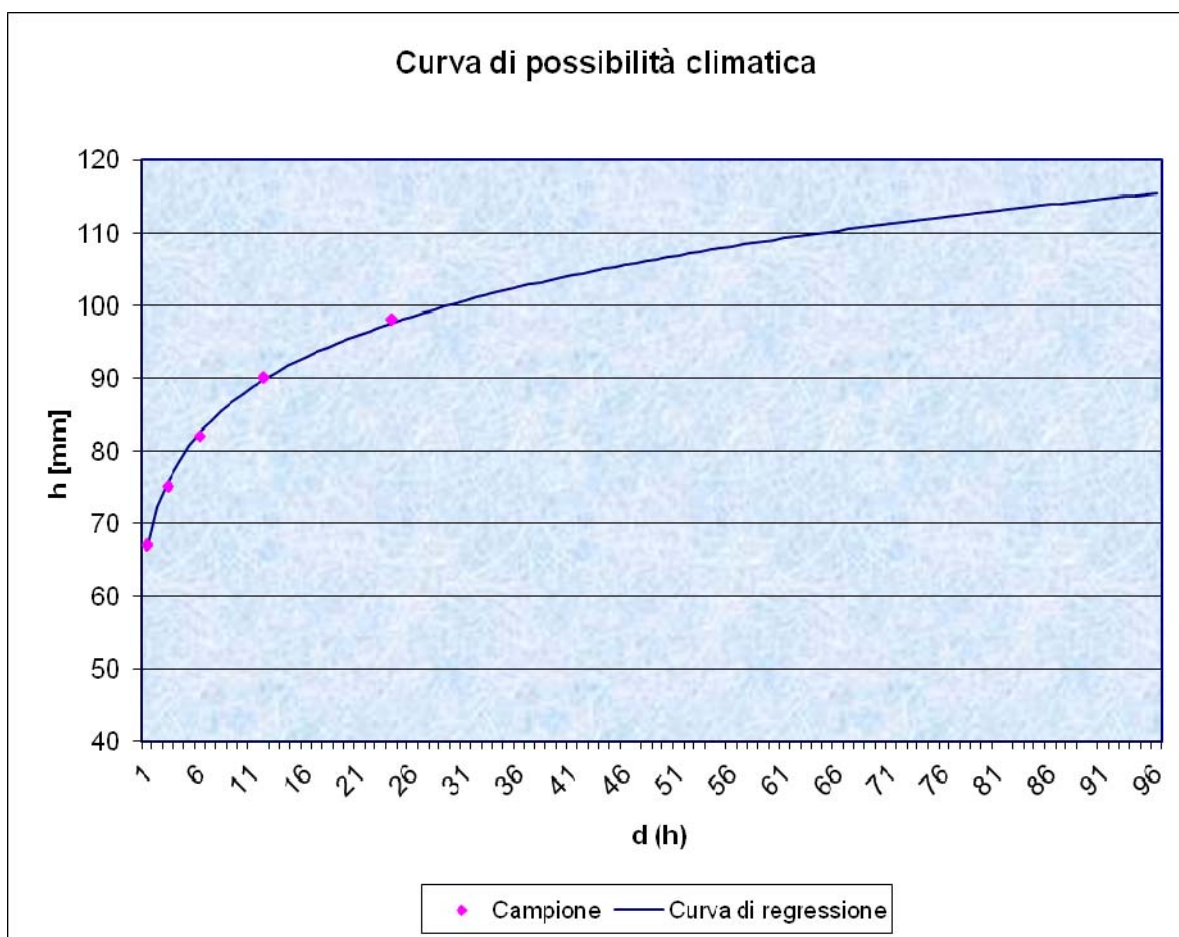
$$d = 0.121092 \quad b = 0.121$$

Coefficiente di determinazione

Esso da una misura normalizzata della bontà dell'adattamento $0 < R^2 < 1$

yi	xi	(yi-a-bxi)^2	(yi-1/N*Sy)^2
4.20	0.00	0.00	0.04
4.32	1.10	0.00	0.01
4.41	1.79	0.00	0.00
4.50	2.48	0.00	0.01
4.58	3.18	0.00	0.03
		0.00	0.09

$$R^2 = 0.997$$



L'analisi statistica è stata sviluppata con un campione di eventi intensi di durata variabile tra 1 ora e tra 24 ore. La curva di possibilità climatica che ne deriva potrà essere utilizzata solo per il dimensionamento degli elementi della rete di drenaggio che avranno tempi di corrivazione superiori ai 45 minuti.

Si riporta la *Curva di possibilità climatica* riferita al tempo di ritorno T_r 50 anni

PIOGGE DI DURATA INFERIORE ALL'ORA	
Tempo di ritorno (anni)	Curva di possibilità Valide per $5 \text{ min} < t < 45 \text{ min}$ (h [mm], t [h])
50	$h = 66,39 \cdot t^{0,121}$

5. INVARIANZA IDRAULICA

5.1. Stima delle portate efficaci

Per precipitazione efficace s'intende la frazione della precipitazione complessiva, non trattenuta dal terreno e dalla vegetazione, che partecipa alla formazione del deflusso superficiale. Il rapporto fra precipitazione efficace e precipitazione lorda prende il nome di coefficiente di afflusso.

Il valore della precipitazione efficace dipende principalmente da tre fattori:

- *il grado di saturazione del terreno superficiale al momento del verificarsi dell'evento meteorico:* maggiore è il grado di saturazione, legato ad eventi meteorici precedenti, minore è la capacità del terreno di assorbire altra acqua e di conseguenza maggiore è la frazione del volume d'acqua precipitato che va ad alimentare il deflusso superficiale;
- *la permeabilità delle litologie superficiali:* ovviamente una maggiore permeabilità dei terreni superficiali favorisce l'infiltrazione dell'acqua meteorica, comportando una conseguente diminuzione del deflusso superficiale;
- *l'uso del suolo:* la destinazione del suolo influisce notevolmente sul volume del deflusso superficiale: una fitta copertura vegetale, per esempio, tende a diminuirlo, un'intensa urbanizzazione, diminuendo la permeabilità superficiale del terreno, tende viceversa ad aumentarlo.

I tipi di superficie presi in considerazione ed i relativi coefficienti di deflusso vengono assunti come da allegato A del Dgr n.2948 del 6 ottobre 2009 della Regione Veneto e sono riportati nella seguente tabella:

Tipo di pavimentazione	coefficiente di deflusso
Superfici impermeabili	0.90
Superfici semi-permeabili	0.60
Superfici permeabili	0.20
Aree Agricole	0.10

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico.

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori φ si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum_i \varphi_i \cdot S_i}{S}$$

5.2. Determinazione della portata in uscita

Prima di procedere con lo studio idrologico dell'area in esame nella sua sistemazione finale a termine dei lavori di allargamento della strada esistente, si vuole determinare la capacità di deflusso dell'area che incide sulla rete di scolo locale.

In questo modo si va a definire la situazione all'istante zero, determinando in una seconda fase le reali variazioni delle grandezze idrologiche a seguito del cambiamento d'uso del territorio.

Per la determinazione della portata in uscita dalla sezione di chiusura dell'ipotetico bacino imbrifero, non si sono effettuate valutazioni idrologiche particolari, ma si è partiti dal presupposto di scaricare al suolo tramite l'utilizzo di sistemi di infiltrazione.

5.3. Misure compensative per la mitigazione delle portate di piena

L'incremento idrico dovuto alle opere stradali e alle altre opere in progetto è di notevole entità, quindi saranno necessarie misure compensative per non alterare l'attuale equilibrio idraulico che regimenta i flussi alla rete idrica superficiale.

In questo paragrafo si vogliono confrontare i risultati ottenuti tra lo stato di fatto e lo stato di progetto.

Le misure compensative che si intendono adottare per mantenere invariato l'equilibrio idraulico dell'area consistono sostanzialmente nella realizzazione di invasi, sfruttando laddove possibile il volume dei pozzi e delle condotte per ottenere un volume tale che permetta l'accumulo temporaneo degli eccessi meteorici con progressivo rilascio nel sottosuolo.

5.3.1. Determinazione del volume di invaso per la laminazione

Il dimensionamento degli invasi sarà effettuato con il metodo delle sole piogge che risulta essere il più cautelativo tra i metodi che si possono trovare in letteratura.

Il volume di laminazione sarà determinato dalla differenza tra il volume in ingresso e quello in uscita, integrando rispetto il tempo la portata in ingresso e quella in uscita ai bacini nel seguente modo:

- volume in ingresso al bacino di laminazione:

$$Vi(t) = \sum_{t=0}^{tf} Q_i(t) \cdot dt [m^3]$$

- volume in uscita al bacino di laminazione:

$$Vu(t) = \sum_{t=0}^{tf} Q_u(t) \cdot dt [m^3]$$

Il volume complessivo necessario per la laminazione sarà perciò dato dal valore massimo della seguente differenza variabile nel tempo:

$$\Delta V = Vi(t) - Vu(t) [m^3]$$

Il volume così determinato non sarà aumentato per tenere conto che tale metodo si basa su ipotesi semplificative e considera eventi di progetto isolati, in quanto per la conformazione dei bacini e del sistema di raccolta delle acque meteoriche si hanno comunque dei margini notevoli:

- il tempo di ritorno dell'evento di progetto è di 50 anni come da normativa della Regione Veneto;
- sui bacini è stato applicato un franco idraulico di sicurezza;

6. DEPOSITO

Il deposito si estende su un'area complessiva formata da:

- Superfici impermeabili 82893 m²
- Superfici a verde 21457 m²

Considerando i coefficienti di deflusso descritti nel paragrafo 5.1 si ottiene un coefficiente di deflusso dell'area pari a 0,76.

Pertanto la superficie equivalente da considerarsi è pari a 78895 m².

Il volume di laminazione da ottenersi è stato ricavato, come descritto nel paragrafo 5.3.1, considerando una portata in ingresso pari all'evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni, sull'intera superficie e come portata in uscita dal sistema si sono considerati quella dispersa dal sistema formato da 95 pozzi di raggio 0.75m e altezza pari a 4 metri e 1180 ml di trincea drenante costituita da tubazioni con diametro DN 1200mm. La portata dispersa dal sistema risulta pari a 0.881 m³/s come descritto nella relazione delle acque grigie elaborato PDD0104RT03.

Di seguito si riportano i risultati del dimensionamento dell'invaso necessario per il deposito.

BACINO DI LAMINAZIONE

ID: Deposito

DATI

Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 50 anni

Tempo di ritorno	a	n
TR 50 t<1h	74	0.483
TR 50 t>1h	74	0.121

Bacino scolante

S eq = 78895 m² superficie equivalente

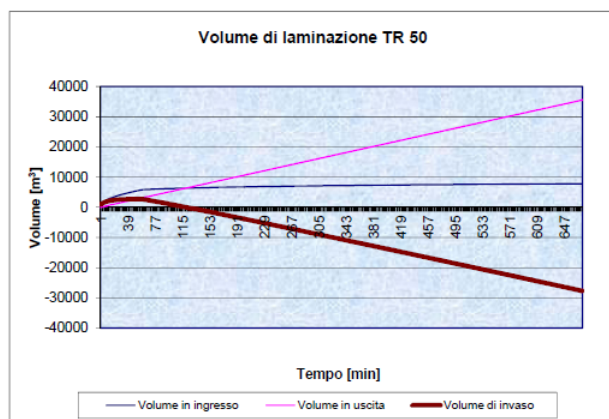
Portata in uscita

Qu = 881 l/s

RISULTATI

V = 2729 m³ volume di laminazione

vc = 346 m³/ha volume specifico



Come si può notare l'invaso necessario risulta essere pari a 2729 m^3 ; tale vaso è garantito dal sistema di dispersione e dal volume dei collettori di progetto delle acque grigie che sono stati appositamente sovradimensionati per poter assolvere anche la funzione di laminazione.

Cautelativamente si è scelto di utilizzare per tale vaso il solo 60% del volume delle condotte della rete di drenaggio delle acque grigie.

Vengono ora riepilogati i volumi considerati:

- Pozzi: 95 per un volume complessivo pari a 671 m^3
- Trincea drenante: 1180 ml per un volume pari a 1334 m^3
- Collettori di progetto acque grigie: per un volume complessivo pari a $1298 \times 60\% = 779 \text{ m}^3$

L'invaso complessivo delle opere idrauliche di progetto risulta essere pari a 2784 m^3 .

6.1. FUTURO AMPLIAMENTO DEPOSITO

Il futuro ampliamento del Deposito si estende su un'area complessiva formata da:

- Superfici impermeabili 63250 m^2
- Superfici a verde 9137 m^2

Considerando i coefficienti di deflusso descritti nel paragrafo 5.1 si ottiene un coefficiente di deflusso dell'area pari a 0,81.

Pertanto la superficie equivalente da considerarsi è pari a 58753 m^2 .

Il volume di laminazione da ottenersi è stato ricavato, come descritto nel paragrafo 5.3.1, considerando una portata in ingresso pari all'evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni, sull'intera superficie e come portata in uscita dal sistema quella dispersa dal sistema formato da 56 pozzi di raggio 0.75m e altezza pari a 4 metri e 1056 ml di trincea drenante costituita da tubazioni con diametro DN 1200mm. La portata dispersa dal sistema risulta pari a $0.626 \text{ m}^3/\text{s}$.

Di seguito si riportano i risultati del dimensionamento dell'invaso necessario per il futuro ampliamento del deposito.

BACINO DI LAMINAZIONE

ID: Futuro Amp.

DATI

Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 50 anni

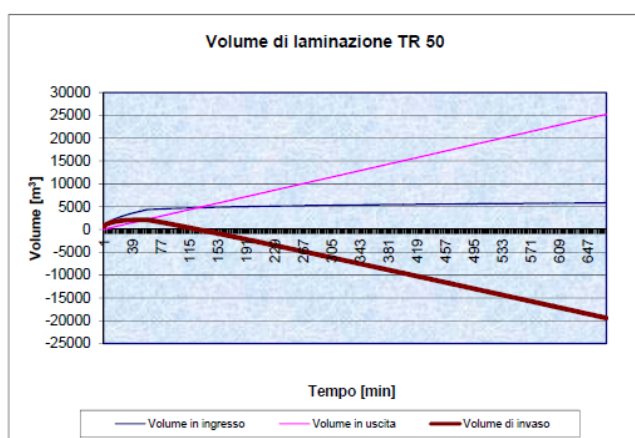
Tempo di ritorno	a	n
TR 50 t<1h	74	0.483
TR 50 t>1h	74	0.121

Bacino scolante

S eq = 58783 m² superficie equivalente

Portata in uscita

Qu = 626 l/s

RISULTATIV = 2126 m³ volume di laminazionevc = 362 m³/ha volume specifico

Dai calcoli eseguiti l'invaso necessario risulta essere pari a 2126 m³; tale invasore è garantito dal sistema di dispersione e dal volume dei collettori di progetto delle acque grigie che sono stati appositamente sovradimensionati per poter assolvere anche la funzione di laminazione.

Cautelativamente si è scelto di utilizzare per tale invasore il solo 60% del volume delle condotte della rete di drenaggio delle acque grigie.

Vengono ora riepilogati i volumi considerati:

- Pozzi: 56 per un volume complessivo pari a 396 m³
- Trincea drenante: 1056 ml per un volume pari a 1194 m³
- Collettori di progetto acque grigie: per un volume complessivo pari a 922.36x60%=553 m³

L'invasore complessivo risulta essere pari a 2143 m³.

7. STRADA ACCESSO DEPOSITO

La strada in progetto collega il deposito alla strada Genovese e estende su un area complessiva formata da:

- Superfici impermeabili 14544 m²
- Superfici semi impermeabile 542.13 m²
- Superfici a verde 2047 m²

Considerando i coefficienti di deflusso descritti nel paragrafo 5.1 si ottiene un coefficiente di deflusso dell'area pari a 0,81.

Pertanto la superficie equivalente da considerarsi è pari a 13824 m².

Il volume di laminazione da ottenersi è stato ricavato, come descritto nel paragrafo 5.3.1, considerando una portata in ingresso pari all'evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni, sull'intera superficie e come portata in uscita dal sistema quella dispersa dal sistema formato da 13 pozzi di raggio 0.75m e altezza pari a 3 metri e da un bacino d'infiltrazione inerbito con un volume pari a 758 m³ senza il franco idraulico in totale un volume di 950 m³. La portata dispersa dal sistema risulta pari a 0.059 m³/s.

Di seguito si riportano i risultati del dimensionamento dell'invaso necessario per la strada di accesso al deposito.

BACINO DI LAMINAZIONE

ID: Strada Accesso

DATI

Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 50 anni

Tempo di ritorno	a	n
TR 100 t<1h	75	0.483
TR 100 t>1h	75	0.121

Bacino scolante

S eq = 13824 m² superficie equivalente

Portata in uscita

Qu = 59 l/s

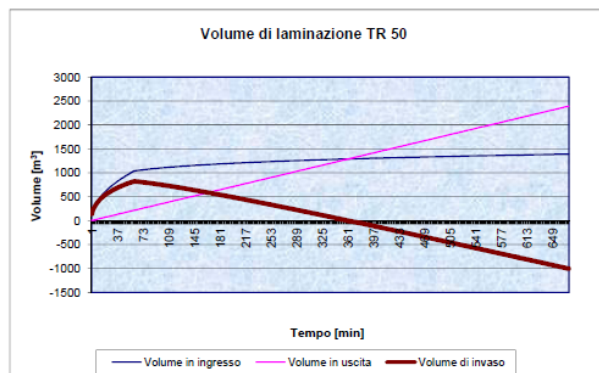
Qf = 0 l/s ulteriore portata derivante da infiltrazione nel sottosuolo

Qtot = 59 l/s portata in uscita complessiva

RISULTATI

V = 822 m³ volume di laminazione

vc = 594 m³/ha volume specifico



Come si può notare l'invaso necessario risulta essere pari a 822 m^3 ; tale invasore è garantito dal sistema di dispersione e dal volume garantito dal bacino d'infiltrazione e di laminazione.

Cautelativamente si è scelto di utilizzare per tale invasore solo il volume utile senza il franco idraulico di 0,5m.

Vengono ora riepilogati i volumi considerati:

- Pozzi: 13 per un volume complessivo pari a 69 m^3
- Bacino d'infiltrazione volume di laminazione pari a 758 m^3

L'invasore complessivo risulta essere pari a 827 m^3 .

8. VIALE DELLE NAZIONI

Il progetto prevede il rifacimento del viale delle Nazioni nel suo tratto finale con un allargamento a est e la costruzione della nuova sottostazione SSE9.

Attualmente l'area interessata dall'allargamento si estende su una zona già fortemente impermeabilizzata occupata da fabbricati o già pavimentata come viene illustrata dall'immagine aerea di seguito.



Figura 3 Veduta aerea di Viale delle Nazioni stato attuale.

Il sottosuolo ha le stesse caratteristiche del deposito già descritte nel capitolo 4 della presente relazione con la falda ubicata ad una profondità media di circa 12 metri dal piano campagna, appartiene alla stessa zona di vulnerabilità idraulica e non è percorsa o lambita da nessun corso d'acqua naturale di seguito in figura è riportata lo stralcio del P.A.T relativa alla zona interessata dal progetto.

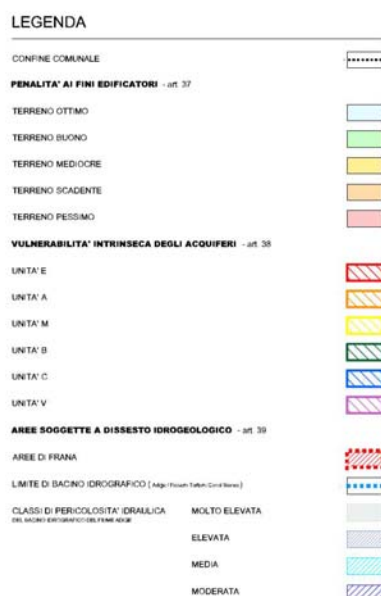


Figura 4 Carta delle fragilità P.A.T. relativa a Viale delle Nazioni.

Si sono calcolate le superfici impermeabili e permeabili allo stato attuale e a quello di progetto per ricavare in base alla differenza l'incremento di superfici impermeabile risultante pari a:

- Superfici impermeabili 1300 m²

Considerando i coefficienti di deflusso descritti nel paragrafo 5.1 si ottiene un coefficiente di deflusso dell'area pari a 0,9.

Pertanto la superficie equivalente da considerarsi è pari a 1170 m².

Il volume di laminazione da ottenersi è stato ricavato, come descritto nel paragrafo 5.3.1, considerando una portata in ingresso pari all'evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni, sull'intera

superficie e come portata in uscita dal sistema quella dispersa dal sistema formato da 7 pozzi di raggio 0.75m e altezza pari a 3 metri. La portata dispersa dal sistema risulta pari a 0.018 m³/s.

Di seguito si riportano i risultati del dimensionamento dell'invaso necessario per viale delle Nazioni e la sottostazione nelle vicinanze.

BACINO DI LAMINAZIONE

ID: Viale Delle Nazioni

DATI

Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 50 anni

Tempo di ritorno	a	n
TR 50 t<1h	74	0.483
TR 50 t>1h	74	0.121

Bacino scolante

S eq = 1170 m² superficie equivalente

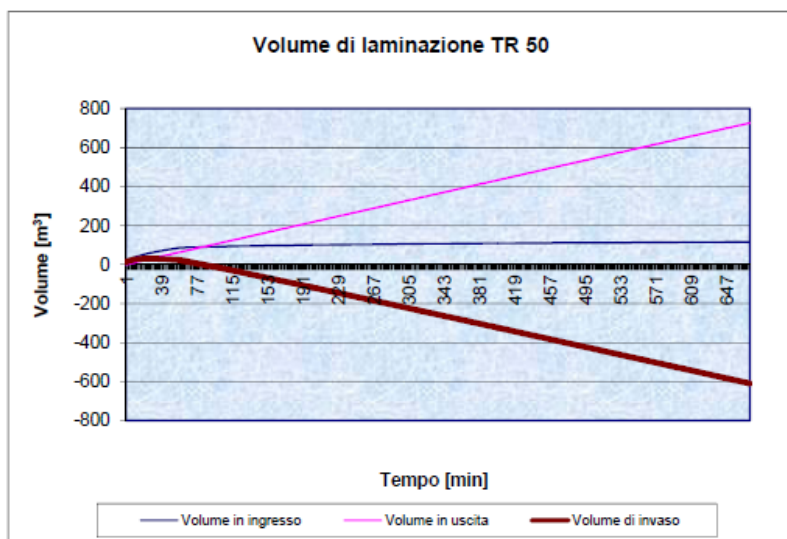
Portata in uscita

Qu = 18 l/s

RISULTATI

V = 30 m³ volume di laminazione

vc = 256 m³/ha volume specifico



Come si può notare l'invaso necessario risulta essere pari a 30 m³; tale invaso è garantito dal sistema di dispersione dei pozzi drenanti previsti in progetto .

L'invaso complessivo garantito dai 7 pozzi è pari a un volume complessivo pari a 37,09 m³ maggiore di quello necessario .

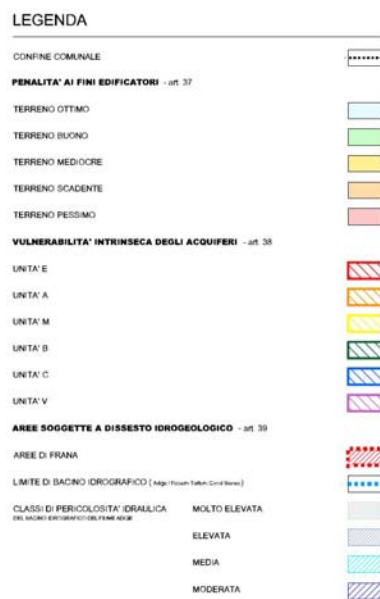
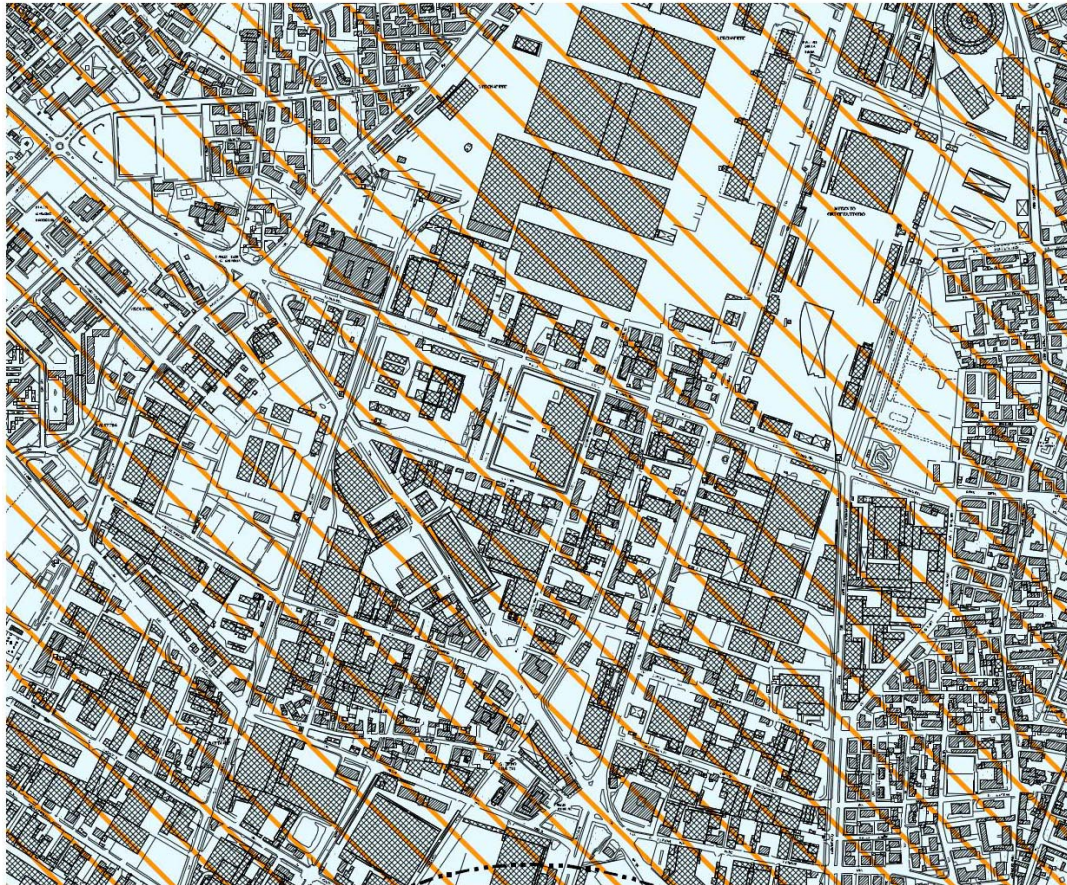


Figura 6 Carta delle fragilità P.A.T. relativa a Viale del Commercio.

Si sono calcolate le superfici impermeabili e permeabili allo stato attuale e a quello di progetto per ricavare in base alla differenza l'incremento di superfici impermeabile risultante pari a:

- Superfici impermeabili 2365 m²

Considerando i coefficienti di deflusso descritti nel paragrafo 5.1 si ottiene un coefficiente di deflusso dell'area pari a 0,9.

Pertanto la superficie equivalente da considerarsi è pari a 2129 m².

Il volume di laminazione da ottenersi è stato ricavato, come descritto nel paragrafo 5.3.1, considerando una portata in ingresso pari all'evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni, sull'intera superficie e come portata in uscita dal sistema quella dispersa dal sistema formato da 12 pozzi di raggio 0.75m e altezza pari a 3 metri. La portata dispersa dal sistema risulta pari a 0.031 m³/s.

Di seguito si riportano i risultati del dimensionamento dell'invaso necessario per viale del Commercio.

BACINO DI LAMINAZIONE

ID: Viale Del Commercio

DATI

Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 50 anni

Tempo di ritorno	a	n
TR 50 t<1h	74	0.483
TR 50 t>1h	74	0.121

Bacino scolante

S eq = 2129 m² superficie equivalente

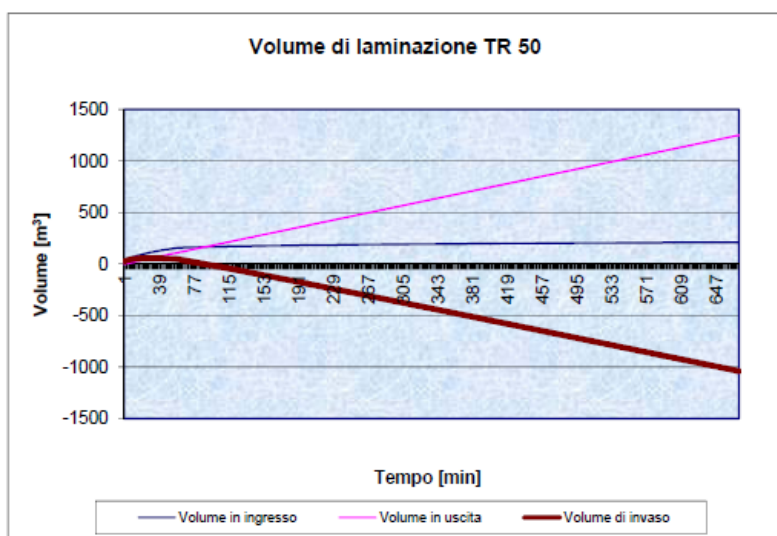
Portata in uscita

Qu = 31 l/s

RISULTATI

V = 57 m³ volume di laminazione

vc = 270 m³/ha volume specifico



Come si può notare l'invaso necessario risulta essere pari a 57 m³; tale invaso è garantito dal sistema di dispersione dei pozzi drenanti previsti in progetto .

L'invaso complessivo garantito dai 12 pozzi è pari a un volume complessivo pari a 63,59 m³ maggiore di quello necessario.

10. NUOVO VIALE ANTISTANTE IL PARCO PRUSST

Partendo dall'incrocio attuale tra Viale del Commercio e Viale Industria è previsto la creazione di una nuova strada di uso esclusivo della filovia che attraverserà una zona attualmente occupata dal parcheggio della Fiera e una zona dismessa. Anche in questa zona si può notare dalla figura di seguito come sia fortemente già ricoperta da superfici impermeabili e semi permeabili.



Figura 7 Vista Aerea dello stato attuale zona di fronte al parco Prusst in rosso il tracciato nuova strada.

La mappa del P.A.T. relativa alla zona interessata dal progetto evidenzia le caratteristiche già descritte nei paragrafi precedenti come si può vedere dall'immagine di seguito.

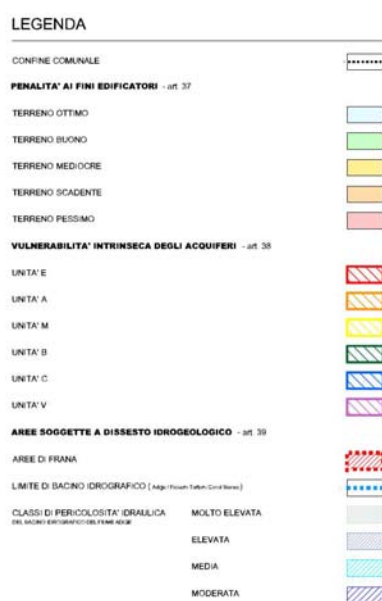
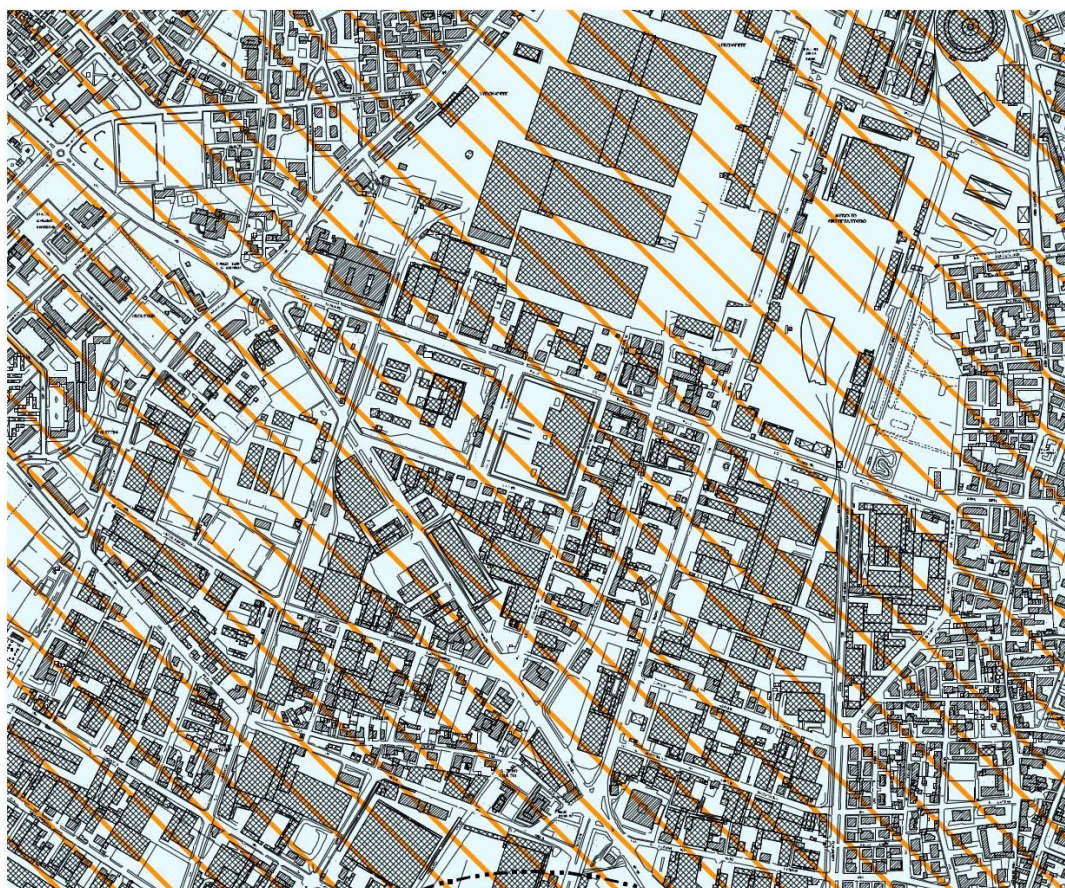


Figura 8 Carta delle fragilità P.A.T relativa alla zona di fronte al Prusst

Nonostante la zona sia già fortemente impermeabilizzata si è voluto considerare al fine di migliorare l'invarianza idraulica della zona la superficie come semi permeabile in modo da ricavare una differenza tra superfici equivalenti pari a 1699 m².

Il volume di laminazione da ottenersi è stato ricavato, come descritto nel paragrafo 5.3.1, considerando una portata in ingresso pari all'evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni, sull'intera

superficie e come portata in uscita dal sistema quella dispersa dal sistema formato da 4 pozzi di raggio 0.75m e altezza pari a 3 metri. La portata dispersa dal sistema risulta pari a 0.010 m³/s.

Di seguito si riportano i risultati del dimensionamento dell'invaso necessario per la nuova strada di fronte al viale Prusst.

BACINO DI LAMINAZIONE

ID: Nuova strada prusst

DATI

Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 50 anni

Tempo di ritorno	a	n
TR 50 t<1h	74	0.483
TR 50 t>1h	74	0.121

Bacino scolante

S eq = 1699 m² superficie equivalente

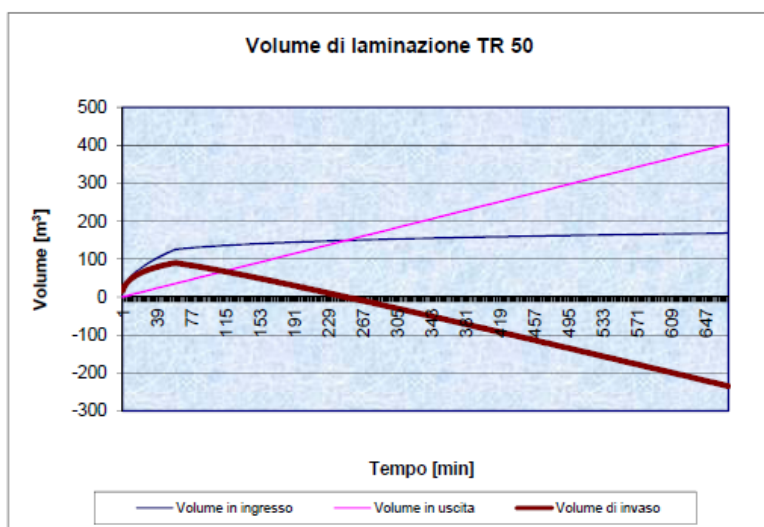
Portata in uscita

Qu = 10 l/s

RISULTATI

V = 90 m³ volume di laminazione

vc = 532 m³/ha volume specifico



Come si può notare l'invaso necessario risulta essere pari a 90 m³; tale invaso è garantito dal sistema di dispersione dei pozzi drenanti previsti in progetto e dallo scarico per gravità nel nuovo parco a superficie verde in progetto e ubicato parallelamente alla nuova strada di progetto.

L'invaso complessivo garantito dai 4 pozzi è pari a un volume complessivo pari a 21.2 m³ il rimanente verrà disperso nell'area verde del parco nelle opportune zone.

11. VIA DOLOMITI

Nel tratto finale di Via Dolomiti il progetto prevede il tracciamento di un nuovo tratto di strada dell'estensione di 230 metri con una parte iniziale in rilevato per poi terminare con un rondò vi è inoltre ubicata una fermata della filovia e un marciapiede parallelo alla strada per ulteriori dettagli si rimanda alle tavole planimetriche.

Come si vede dalla figura successiva l'intera area è attualmente una zona di carattere agricolo.

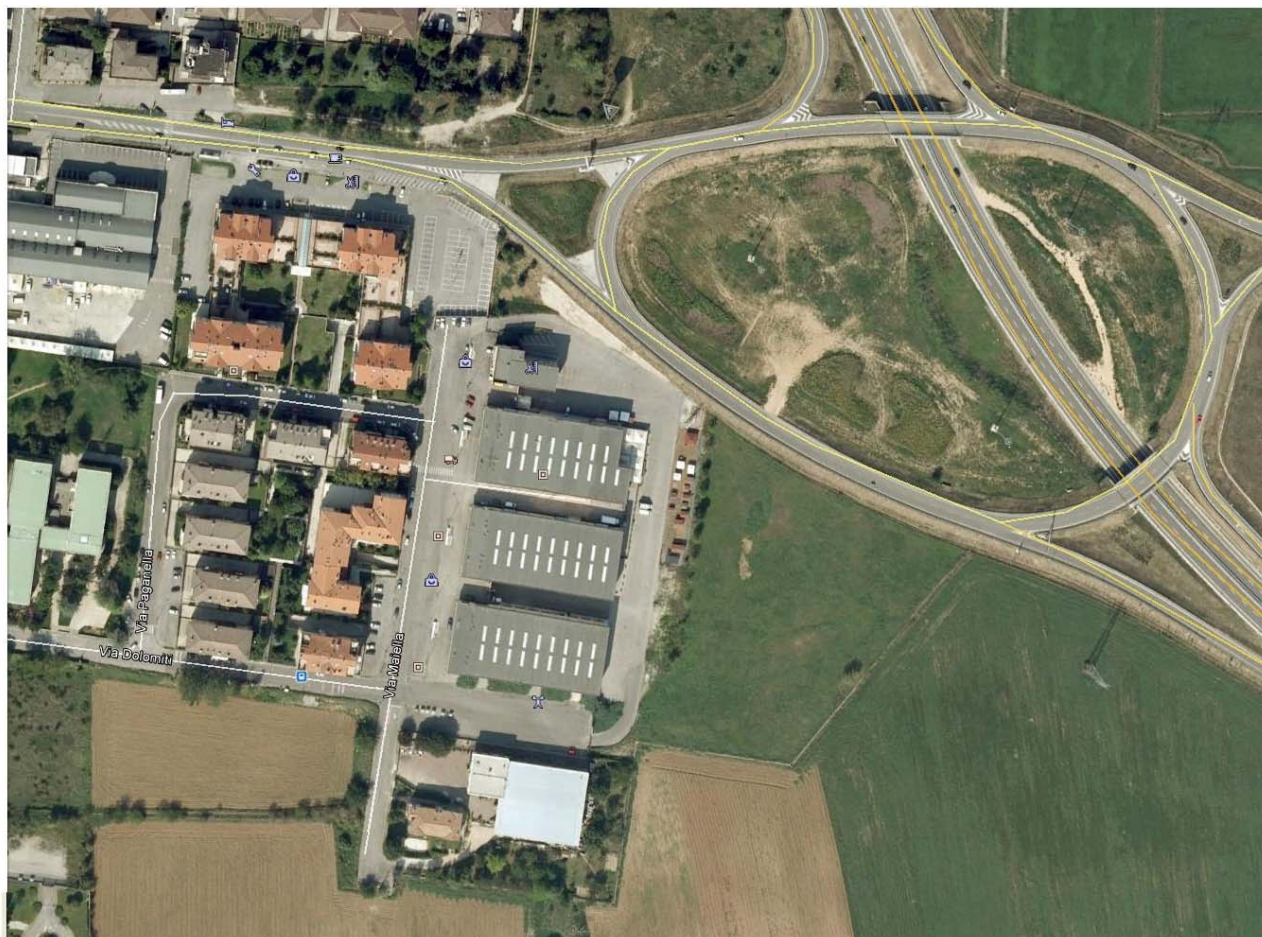


Figura 9 Vista aerea del prolungamento di Via Dolomiti.

La mappa del P.A.T. relativa alla zona interessata dal progetto evidenzia le caratteristiche già descritte nei paragrafi precedenti come si può vedere dall'immagine di seguito.

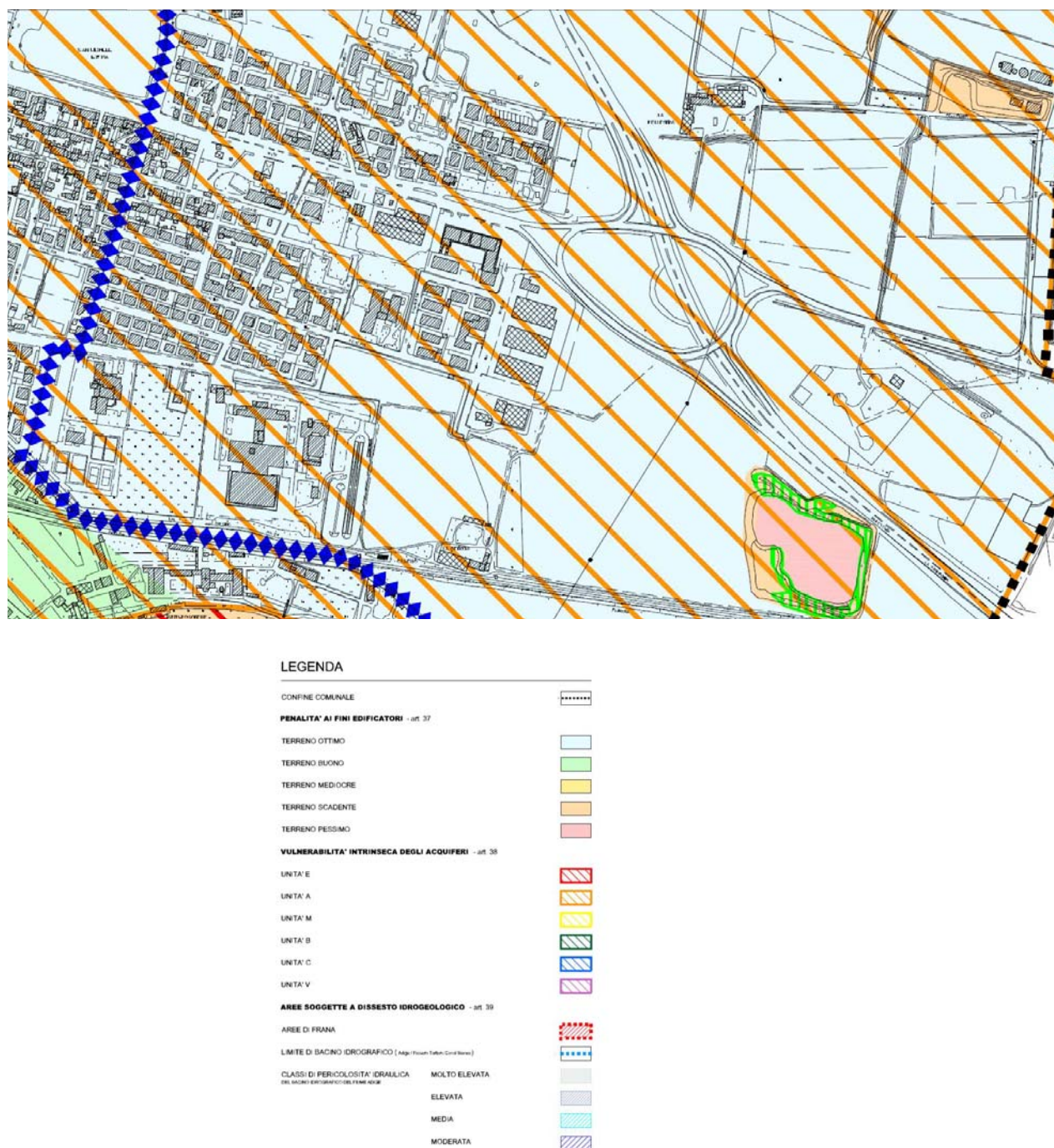


Figura 10 Carta delle fragilità P.A.T. relativa alla zona di Via Dolomiti.

La strada in progetto collega si estende su un'area complessiva formata da:

- Superfici impermeabili 3791 m²;
- Superfici a verde 90 m².

Considerando i coefficienti di deflusso descritti nel paragrafo 5.1 si ottiene un coefficiente di deflusso dell'area pari a 0,88.

Pertanto la superficie equivalente da considerarsi è pari a 3430 m^2 .

Il volume di laminazione da ottenersi è stato ricavato, come descritto nel paragrafo 5.3.1, considerando una portata in ingresso pari all'evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni, sull'intera

superficie e come portata in uscita dal sistema quella dispersa dal sistema formato da 10 pozzi di raggio 0.75m e altezza pari a 3 metri e da un fosso d'infiltrazione ubicato parallelamente alla strada per un'estensione di 300m avente la base minore di 0,50 m pendenza delle sponde 3/2 altezza utile di progetto 0,30m.

Di seguito si riportano i risultati del dimensionamento dell'invaso necessario per la strada di nuova realizzazione.

BACINO DI LAMINAZIONE

ID: Via Dolomiti

DATI

Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 50 anni

Tempo di ritorno	a	n
TR 50 t<1h	74	0.483
TR 50 t>1h	74	0.121

Bacino scolante

S eq = 3430 m² superficie equivalente

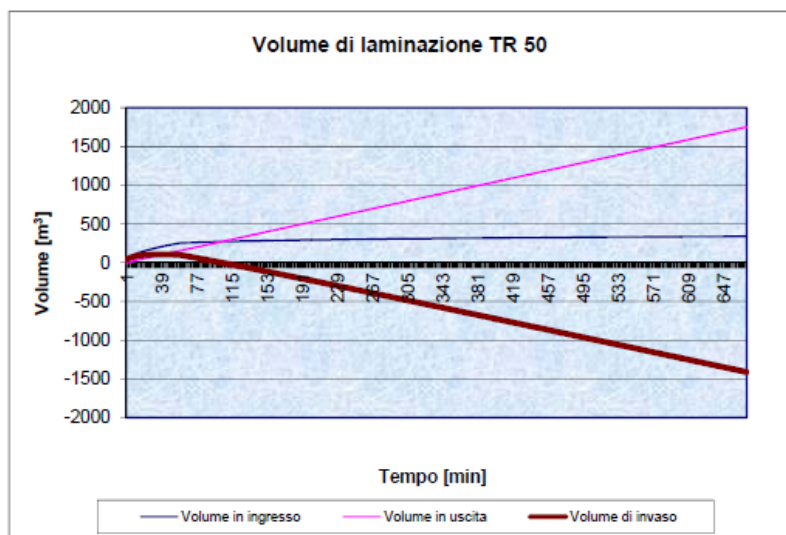
Portata in uscita

Qu = 43 l/s

RISULTATI

V = 105 m³ volume di laminazione

vc = 307 m³/ha volume specifico



L'invaso necessario risulta essere pari a 105 m³; tale invaso è garantito dal sistema di dispersione.

Vengono ora riepilogati i volumi considerati:

- Pozzi: 10 per un volume complessivo pari a 53 m³
- Fosso d'infiltrazione della lunghezza di 300 metri e con un volume utile di 86 m³.

L'invaso complessivo risulta essere pari a 139 m³ superiore a quanto richiesto.

12. SOTTOSTAZIONI

Le sottostazioni sono state suddivise in tre tipologie differenti:

- Fuori Terra di tipo A ricadono in aree permeabili o semi-permeabili ed hanno due lati della struttura in cui verrà rimodellato il terreno vegetale creando delle collinette;
- Fuori Terra di tipo B senza la collinetta sui due lati;
- Interrate con terreno vegetale di ricoprimento della struttura;

per maggiori chiarimenti si rimanda alle tavole dei tipologici delle sottostazioni.

In totale le sottostazioni in progetto sono 13 di cui :

- 4 interrate;
- 2 della tipologia tipo B ricadenti in zone già impermeabilizzate;
- 1 di tipo A ricadente in zona permeabile ma già calcolata nel volume di laminazione delle opere idrauliche di Viale delle Nazioni;

Le rimanenti sette sottostazioni di tipo A ricadono in base alla classificazione dell'allegato A del Dgr n° 2948 della Regione Veneto: come trascurabile impermeabilizzazione potenziale essendo sia singolarmente che globalmente di estensione superficiale inferiore alla soglia di 0,1 ha secondo la normativa.

13. SOTTOPASSO VIA CITTÀ DI NIMES

Il sottopasso di Via città di Nimes non presenta nessun aumento della superfici di impermeabilizzazione potenziale perché la zona interessata dall'opera in progetto, allo stato attuale come evidenziato dall'immagine seguente è totalmente ricoperta da una superficie pavimentata impermeabile.

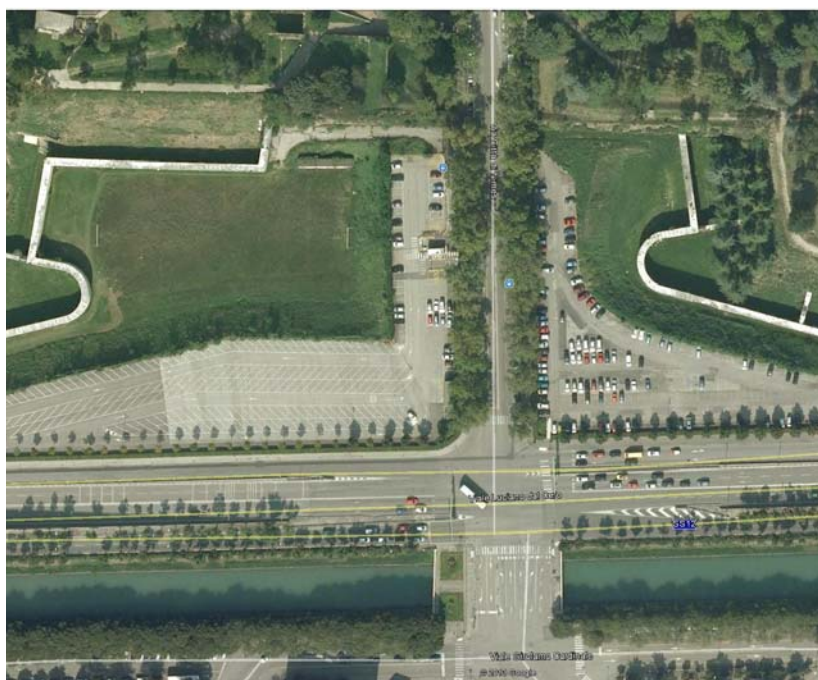


Figura 11 Stato attuale Sottopasso Città di Nimes.

14. CONCLUSIONI

Lo studio ha evidenziato come per ogni trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale si sono previste delle adeguate misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell' "invarianza idraulica".

Inoltre essendo le aree di progetto ubicate in zone ad elevata vulnerabilità degli acquiferi, il sistema di dispersione delle acque nel sottosuolo per i piazzali prevede un adeguato sistema di depurazione delle acque di prima pioggia come previsto dalla normativa della Regione Veneto per la tutela delle acque e riportato in maniera più dettagliata nella relazione tecnica delle acque grigie elaborato PDD0104RT03 .

Nella relazione si sono individuate diverse tipologie di sistemi di smaltimento per infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche; in particolare sono stati adottati i seguenti sistemi:

- Pozzi disperdenti;
- Trincee disperdenti;
- Invasi o bacini di laminazione ed infiltrazione.

Il progetto non risulta in area a rischio idraulico per possibile esondazione, essendo l'idrografia naturale assente nelle zone prese in esame dallo studio e lo stesso, nel suo complesso, non aggrava il contesto idraulico esistente.