



SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. DOMENICO MENNA

IL PROGETTISTA
ING. TIZIANO PANATO

VALIDATO
ING. ALESSANDRO ZAGO

APPROVATO
ING. DOMENICO MENNA

ACCORDO QUADRO REALIZZAZIONE DI PARCHEGGI SCAMBIATORI DENOMINATI PARK EST E OVEST A SERVIZIO DELLA FILOVIA DI VERONA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA-ECONOMICA PARCHEGGIO EST - LOTTO 2

ELABORATO

01.GEN.RE.03.1

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

DATA EMISSIONE

31 Luglio 2023

SCALA

—

NOME FILE

PARK EST.PFTE.01.GEN.RE.03.1

1

08 Aprile 2025

0

31 Luglio 2023

Revisione Generale

Prima stesura

REV.

DATA

DESCRIZIONE DELLA MODIFICA

CONSULENZE SPECIALISTICHE - SERVICE DI PROGETTO :

Progettazione stradale


CONSULTING ENGINEERING S.R.L.

Ing. Maurizio Fabbiani

via Camuzzoni, 1 - VERONA

e-mail: info@infratecsrl.it

tel. 045 8101737

DATA VALIDAZIONE

DATA APPROVAZIONE

1 Sommario

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOTECNICO	4
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	4
6	PLUVIOMETRIA	5
5.1	<i>Analisi idrologiche</i>	5
5.2	<i>Curve di possibilità pluviometrica</i>	6
7	VOLUMI DI PIOGGIA	9
7.1	<i>Suddivisione dei bacini e ambiti di intervento</i>	9
7.2	<i>Superfici efficaci e determinazione dei deflussi</i>	9
7.3	<i>Calcolo delle portate di pioggia</i>	10
7.4	<i>Descrizione della rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche</i>	10
8	VERIFICA VASCA DI PRIMA PIOGGIA	11

1 PREMESSA

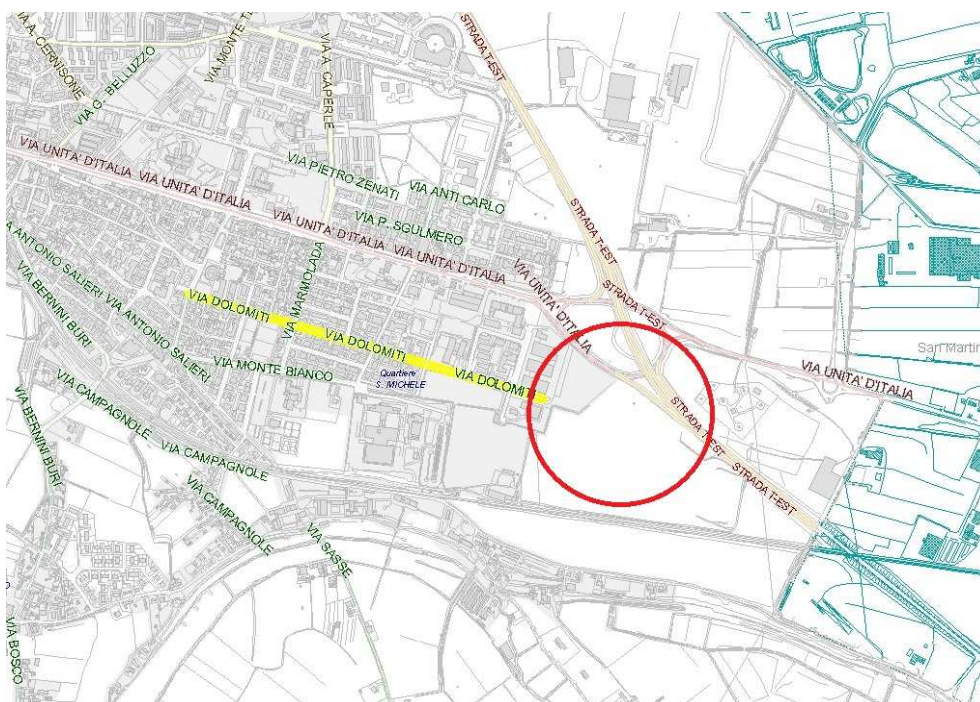
La presente **Relazione Idrologica Idraulica** è parte del **Progetto di Fattibilità Tecnico Economica dei Parcheggio Scambiatore Est del Filobus di Verona** redatto da **Veneto Strade SpA** per conto del Committente **AMT3 SpA** in base alla convenzione sottoscritta con il Comune di Verona. Il Progetto del Parcheggio Est è denominato come Lotto 2 in base all'Accordo Quadro sottoscritto da Veneto Strade con l'Impresa esecutrice nel 2022.

Le nuove opere in progetto richiedono la progettazione e la realizzazione della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche oltre alla progettazione e realizzazione di sistemi di invaso e drenaggio delle acque che ricadono sulla superficie stradale e sugli elementi di margine.

Si richiama a tale riguardo l'art. 30 del PTA Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto di cui all'art. 121 del D.Lgs 152/2006 "Norme in materia ambientale". Si richiama inoltre la DGRV 2948 del 06.10.2009 in merito alla "Valutazione di compatibilità idraulica" dei nuovi interventi urbani che recita che *"in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione"*.

La presente **Relazione Idrologica Idraulica** descrive gli elementi principali della rete di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche AM e delle acque reflue AR del **Progetto di Fattibilità T.E. del Parcheggio Est**, ai sensi dell'art. 41 e Allegato I.7 del D.Lgs 36/2023 che recepisce le osservazioni e prescrizioni delle Conferenza Servizi del Progetto Preliminare 2020 e del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica 2023 e successive modifiche e integrazioni.

La seguente figura mostra l'area di intervento



2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Come riportato nello **Studio di Traffico** del PFTE, nel **Parcheggio Est** sono previsti **11 stalli BUS da 18m** e **300 stalli auto** per una superficie territoriale interessata di complessivi 16.780mq circa e una superficie a parcheggio di circa 13.560mq. Il **Parcheggio Est** comprende le seguenti opere:

- Realizzazione dell'asse stradale principale in uscita dalla rotatoria esistente di via Unità d'Italia, lungo il perimetro del parcheggio fino all'uscita sulla stessa rotatoria per uno sviluppo di 590ml tutta a senso unico di marcia. A lato DX dell'asse principale sono disposti 11 stalli BUS.
- Realizzazione dell'area parcheggio per 300 stalli auto composta da: corsie pavimentate di manovra di 6.0m a senso unico e di 7.0m a doppio senso di marcia, stalli auto 2.50x5.00m in grigliato in cls permeabile con riempimento in ghiaino e percorsi pedonali separati
- Realizzazione dell'area destinata a moto e bici
- Rete di drenaggio acque meteoriche, vasca di trattamento prima pioggia e scarico al laghetto esistente come indicato negli elaborati
- Impianto di pubblica illuminazione come indicato negli elaborati
- Predisposizione degli allacciamenti (E.E. acquedotto, fognatura AR) del futuro Fabbricato Servizi e del cavidotto di allacciamento colonnine di ricarica auto elettriche (oggetto di successivo intervento diretto del Comune di VR)
- Opere in verde, alberature e impianti di irrigazione composta da tubazione ad ala gocciolante e paciamatura come da prescrizioni della Direzione Strade e Giardini
- Segnaletica orizzontale e verticale di CdS e di indicazione
- Opere complementari e di arredo e finitura



3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il **Parcheggio Est** si colloca nel territorio della 7° Circoscrizione di San Michele ed ha una superficie complessiva di circa 16.780mq pressoché pianeggiante ed attualmente incolta. E' delimitato a nord da Via Unità d'Italia, a nord-est con il raccordo Autostradale VR Est - Tangenziale Est, ad ovest con il quartiere di San Michele e a sud con il futuro percorso del Filobus proveniente da via Dolomiti verso il capolinea 1A. L'area nel complesso si presenta come terreno (attualmente incolto) libero da vincoli fisici interni (eccetto la linea aerea) interamente di proprietà privata per cui sarà necessario attivare le procedure espropriative oltre ad ottenere le prescritte autorizzazioni da parte degli Enti competenti, in parte già acquisite con il Preliminare 2019. Dai rilievi piano altimetrici effettuati risulta una distribuzione del terreno a una quota 51 - 52 m.s.l.m. ribassata rispetto alla quota della Rotatoria 54-55 m.s.l.m. All'interno dell'area non si registrano differenze di livello rilevanti. Anche le indagini / valutazioni geologiche non hanno rilevato particolari emergenze nell'area di insediamento né particolari vincoli fatta salva la presenza di una tubazione di scolo acque in disuso e il Traliccio di AGSM della linea aerea 132KW che rimane comunque al di fuori dell'area del parcheggio. Lo stato dei luoghi consente quindi la realizzazione sia del parcheggio che delle piste di collegamento alla Rotatoria della Tangenziale Est - via Unità d'Italia e quindi una viabilità autonoma e agevolata rispetto alla viabilità del quartiere e quindi indipendente anche dal percorso della Filovia proveniente da via Dolomiti.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOTECNICO

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame ricade nell'Alta Pianura Veronese compresa fra i rilievi morenici gardesani ad Ovest, l'altopiano carbonatico Lessini a Nord e la fascia risorgive a Sud. L'elemento fondamentale della sua genesi è rappresentato dalla grande conoide dell'Adige e dall'apporto detritico proveniente da Nord ad opera del dilavamento dei ghiacciai pleistocenici. L'area in esame è ubicata nell'ambito delle alluvioni prevalentemente ghiaiose e ciottolose rissiane appartenenti al Conoide dell'Adige caratterizzate dalla presenza di svariati terrazzamenti di lieve entità <3m spesso poco evidenti a causa dell'elevata antropizzazione che ha mascherato i caratteri naturali del territorio. La topografia dell'area appare unitaria ed uniformemente pianeggiante, con quote compresa tra 51 e 52 metri sul livello del mare che nel complesso danno luogo ad un paesaggio aperto, debolmente degradante verso Sud-Est. L'area si presenta stabile e priva di processi geomorfologici attivi o potenziali ed è prevalentemente caratterizzata dalla presenza di aree verdi prevalentemente incolte. Per quanto riguarda la stratigrafia dell'area, questa deriva dalle indagini effettuate con le Relazioni Geologiche – Geotecniche sopra citate e da una serie di osservazioni e informazioni raccolte negli anni. In dettaglio, dalle indagini effettuate nell'area è possibile ricostruire la seguente sequenza stratigrafica caratterizzata da buona permeabilità:

1. 0 - 0,5m terreno agrario bruno rossastro costituito da sabbia limo-argillosa con ghiaia e ciottoli
2. 0,5 – 12,5m sabbia e ghiaia con ciottoli
3. > 12,5m argilla e alternanze sabbia-ghiaia

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Non si evidenzia una circolazione idrica importante; in corrispondenza della pianura sud – est di Verona, le alluvioni impermeabili sono generalmente presenti a grande profondità mentre le

alluvioni ghiaiose e sabbiose più superficiali evidenziano una elevata permeabilità formando una falda freatica alimentata sia dagli apporti superficiali che dal fiume Adige.

Dato che il sottosuolo è caratterizzato da un potente materasso fluvioglaciale e fluviale, prevalentemente costituito da ghiaie con sabbie e ciottoli, i terreni nell'area d'intervento presentano buona permeabilità con valori di K da 10^{-3} a 10^{-4} m/sec. La zona di progetto si trova all'interno dell'area di ricarica degli acquiferi e, pertanto dovranno essere rispettate le prescrizioni del Piano Regionale di Tutela delle Acque. La falda è posta a circa 9-10 metri dal piano campagna, come si evince dalla carta idrogeologica del PAT del Comune di Verona e dalle Relazioni geologiche sopra citate. L'escursione media annua della falda è di 1-2 metri, non si prevedono quindi interferenze con la falda. Sulla base delle informazioni sulle caratteristiche litologiche della bibliografia esistente e degli altri interventi effettuati nell'area in oggetto, per le verifiche idrauliche di seguito riportate si assume in $K = 10^{-3}$ m/s.

6 PLUVIOMETRIA

5.1 Analisi idrologiche

I dati a disposizione per lo studio provengono dalle registrazioni delle stazioni pluviometriche della rete di monitoraggio al suolo del Centro Meteorologico di Teolo dell'Agenzia Regionale per la prevenzione e la protezione ambientale del Veneto. Per ciascuna stazione, salvo diversamente indicato, le registrazioni sono eseguite con scansione di 5 minuti primi. La fonte dei dati pluviometrici utilizzati è la serie storica dei dati pluviometrici raccolti e validati da A.R.P.A.V. per la stazione di Villafranca Veronese. La serie disponibile comincia nel 1991 e termina nel 2014 compreso. Ogni 24 ore, per ciascuna stazione, viene costituito un blocco dati giornaliero con tutte le rilevazioni effettuate ogni 5 minuti con la precipitazione totale caduta nelle 24 ore. In tabella sono riportati i valori massimi delle altezze di pioggia per le durate da 5 minuti fino a 24 ore rilevati alla stazione di misura di Villafranca di Verona dal 1991 al 2014 (recentemente aggiornata al 2023).

Tabella 1: Stazione di Villafranca Veronese: valori massimi annui di precipitazione effettiva per durate da 5 minuti a 5 giorni consecutivi (elaborazioni dati ARPAV)

Anno	5 m	10 m	15 m	30 m	45 m	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	48h	72h	96h	120h
1991	9.0	12.8	15.0	20.2	24.4	28.0	29.0	31.6	54.2	81.2	89.4	90.2	93.8	113.0
1992	10.4	18.2	24.6	26.6	26.8	27.0	28.6	28.8	39.4	50.0	92.6	103.4	108.0	108.0
1993	8.0	10.8	12.8	19.2	23.2	29.0	39.2	43.0	50.0	51.6	62.4	71.8	80.2	86.0
1994	10.0	15.0	17.8	20.4	21.4	28.6	35.6	40.2	44.6	52.6	52.8	82.2	82.2	82.2
1995	7.8	12.2	18.0	26.4	28.6	28.6	28.6	29.0	36.4	53.8	61.2	63.6	63.8	66.6
1996	15.8	28.4	42.0	66.4	69.8	70.6	77.6	78.0	78.6	78.6	78.6	82.8	82.8	88.2
1997	8.2	15.0	19.0	25.0	27.4	28.0	34.0	40.8	47.0	53.0	89.0	96.4	97.6	97.6
1998	14.2	26.0	31.4	35.4	37.4	39.0	40.2	40.4	40.4	49.0	49.0	49.0	59.4	61.2
1999	6.0	9.6	12.0	13.6	14.6	17.6	31.2	44.0	69.8	73.4	77.6	81.8	104.6	113.0
2000	16.4	31.8	37.4	62.0	68.4	68.6	73.2	74.4	74.6	77.6	85.4	92.0	94.4	97.8
2001	9.2	14.2	20.4	27.6	29.2	29.4	29.4	33.2	40.6	50.0	61.2	63.4	63.4	78.4
2002	9.8	16.8	24.0	30.4	36.0	37.0	53.0	58.2	58.6	59.6	79.8	109.8	116.4	117.4
2003	9.0	14.6	18.8	26.6	30.2	33.2	43.2	44.8	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2	46.0
2004	12.8	17.0	20.2	22.4	22.4	27.0	38.6	46.6	59.6	63.4	89.0	89.0	91.8	91.8
2005	11.2	22.4	30.8	49.6	51.4	51.8	52.0	55.0	58.4	80.6	102.8	106.6	128.8	138.4
2006	5.2	9.0	12.6	17.2	18.4	19.2	23.6	39.6	60.4	67.4	84.6	98.2	98.6	98.6
2007	7.0	12.0	15.0	19.6	28.0	34.4	34.6	34.6	60.8	72.0	85.8	94.2	94.6	96.8
2008	13.4	21.2	25.0	40.0	54.0	65.4	82.8	98.4	103.0	107.4	137.4	140.0	140.2	140.2
2009	9.6	13.6	19.2	30.2	34.6	36.8	37.0	57.8	57.8	57.8	63.6	95.2	110.0	110.0
2010	11.8	20.4	25.0	37.4	40.8	41.4	45.0	57.0	65.6	72.6	106.8	109.6	144.0	166.8
2011	7.4	12.8	14.8	15.8	24.4	25.4	32.8	40.4	50.8	61.6	73.6	83.0	88.2	90.2
2012	8.8	14.4	15.4	17.2	21.6	27.4	41.2	43.4	49.2	60.2	71.2	72.6	77.8	82.8
2013	8.6	14.2	18.4	20.6	26.8	31.4	46.6	58.8	62.2	72.2	77.6	126.0	126.6	128.4
2014	12.0	22.4	27.8	30.6	31.2	44.6	58.4	58.8	59.0	59.2	76.2	93.2	102.8	121.2

5.2 Curve di possibilità pluviometrica

I valori massimi annui di precipitazione per una specifica durata vengono generalmente analizzati con metodi statistici per ottenere una stima della loro frequenza. L'eccezionalità di una precipitazione viene indicata mediante il tempo di ritorno, cioè il numero di anni in cui mediamente si osserva un evento meteorico uguale o superiore al valore dato. L'elaborazione statistica dei valori massimi di precipitazione consente di individuare una relazione che per ciascuna stazione e per ciascuna durata associ ad un'altezza di precipitazione il tempo di ritorno proprio e, viceversa, a ciascun tempo di ritorno la misura di pioggia con quella data frequenza.

Il metodo statistico più diffuso fa uso della distribuzione probabilistica di Gumbel altrimenti nota come distribuzione dei valori estremi di tipo 1 (EV1) o legge doppio-esponenziale, che ha la seguente espressione di probabilità cumulata di non superamento:

$$P(X \leq x) = e^{-e^{-\frac{1}{\alpha}(x-\varepsilon)}}$$

La distribuzione EV1 ha due parametri, α ed ε . Per la loro stima è stato utilizzato il metodo di Gumbel, mediante il quale viene effettuata la ricerca di una retta di regressione dei punti sperimentali con il metodo dei minimi quadrati. Tale retta interpola i valori disponibili di ogni serie che si possono disporre sul diagramma probabilistico nel quale in ascissa si trova la variabile ridotta y , definita come:

$$y = \frac{1}{\alpha}(x - \varepsilon) \text{ e in ordinata la variabile studiata } x.$$

Le curve di possibilità pluviometrica sono equazioni che permettono di calcolare l'altezza della precipitazione per un assegnato un tempo di pioggia. Per una stazione, o per un gruppo di

stazioni, va calcolata una curva di possibilità pluviometrica per ogni tempo di ritorno. Si definisce tempo di ritorno T_r il periodo nel quale, statisticamente, un valore di pioggia sarà eguagliato o superato

La forma più usata di curva segnalatrice di possibilità pluviometrica è la seguente:

$$h = at^n$$

I coefficienti (a) e (n) vengono tradizionalmente individuati per interpolazione delle altezze di pioggia stimate con il metodo di Gumbel, analizzando separatamente le precipitazioni sub-orarie, quelle da 1 a 24 ore e quelle da 1 a 5 giorni. Si ottengono così tre coppie di coefficienti, ciascuna delle quali è strettamente valida per durate comprese nell'intervallo di taratura: ai coefficienti (a) e (n) fanno riferimento i principali metodi di calcolo idrologico delle reti, specificatamente il metodo cinematico e il metodo dell'invaso.

In alcune circostanze, quale ad esempio lo studio idrologico dei dispositivi di invarianza idraulica, risulta tuttavia necessario disporre di una curva segnalatrice unica che sia in grado di interpolare adeguatamente tutti i valori di precipitazione da durate di pochi minuti a periodi di quasi 24 ore. In tal caso, l'interpolazione di un'unica relazione con la struttura sopra indicata non porge risultati soddisfacenti. Per tali circostanze risulta opportuno l'uso di curve segnalatrici che meglio si adattino ai valori misurati, adottando formule di struttura leggermente più complessa e con tre parametri. Tra questi, la relazione attualmente più utilizzata è la seguente:

$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

I parametri (a) (b) (c) vengono stimati anche in questo caso per ottimizzazione della curva rispetto alle altezze ottenute con il metodo di Gumbel, a parità di tempo di ritorno. In Tabella 2 si riportano i valori dei tre parametri determinati per vari tempi di ritorno, per h espresso in millimetri e t in ore.

Tabella 2: Parametri a, b e c della curva di possibilità pluviometrica relativa

TR	a	b	c
2	31.331	0.053	0.764
5	45.349	0.077	0.796
20	63.730	0.096	0.820
50	75.414	0.104	0.830
100	84.216	0.109	0.836
200	92.968	0.113	0.841

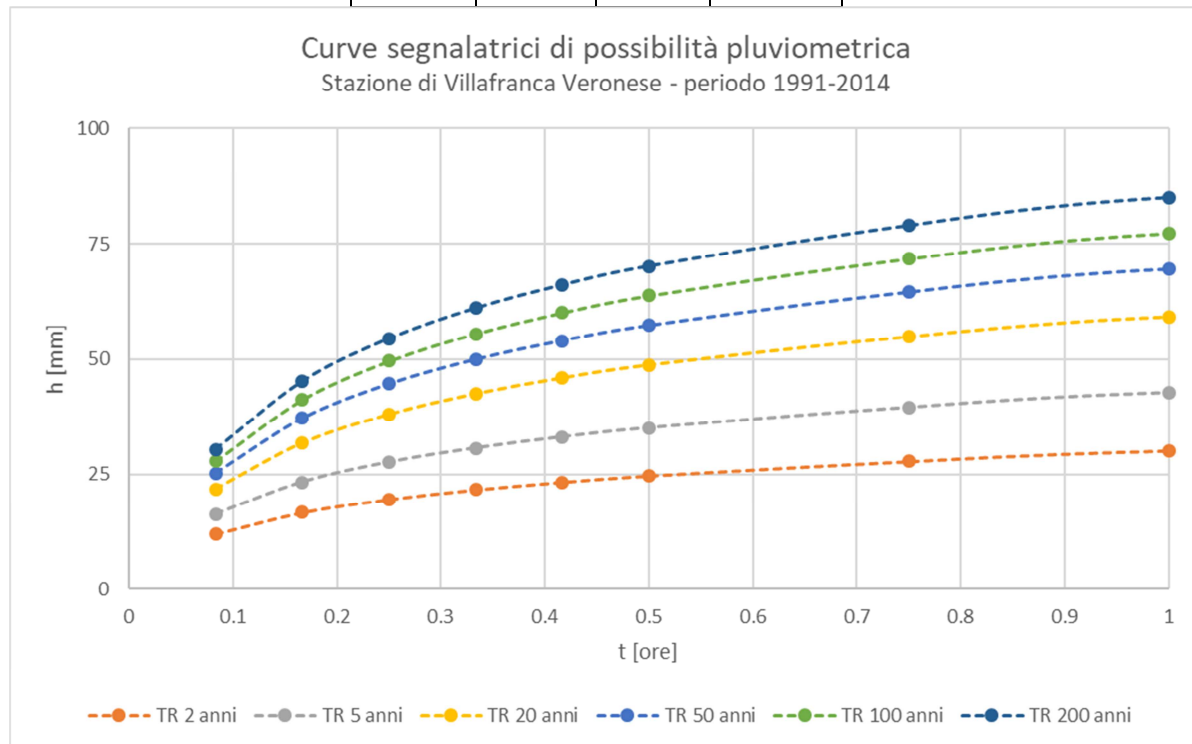


Figura 4: curve segnalatrici di possibilità pluviometrica massime effettive per durate sub-orarie e diversi tempi di ritorno

In base alle indicazioni operative in Allegato A del DGRV n.2948 del 06.10.2009, il tempo di ritorno per il dimensionamento della rete di drenaggio stradale in oggetto è pari a **Tr= 50 anni**, tali opere devono smaltire la portata dello scroscio del 15' e ovviamente dei 60'. In base alla stessa DGRV qualora di ricorra a sistemi di filtrazione facilitati nel sottosuolo, quali un bacino di laminazione con dispersione >75% della portata, la curva oraria da considerare è quella per **Tr= 200 anni**.

Di seguito si riportano le curve di possibilità pluviometrica e la corrispondente equazione utilizzata per la progettazione e le rispettive altezze (**h**) e intensità di pioggia (**I**) per gli **eventi di 60' e di 15'** per **Tr=50 anni** e per **Tr=200 anni** per 60'.

Rete drenaggio stradale Tr = 50 anni

- h 1 ora = 60 minuti = 69.5 mm
- h 0,25 ore = 15' minuti = 44.6 mm

$$h = \frac{75,414 \cdot t}{(t+0,104)^{0,83}}$$

I 60' = 69.5 mm/h
I 15' = 178.4 mm/h

Bacino di laminazione Tr = 200 anni

- h 1 ora = 60 minuti = 85.0 mm

$$h = \frac{92,968 \cdot t}{(t+0,113)^{0,841}}$$

I 60' = 85.0 mm/h

7 VOLUMI DI PIOGGIA

7.1 Suddivisione dei bacini e ambiti di intervento

La progettazione delle opere di raccolta, drenaggio, laminazione e dispersione prevede la suddivisione dell'intera area di intervento in **7 sottobacini** di dimensioni definite che fanno riferimento ai collettori e ai recapiti delle relative opere di laminazione e dispersione.

Rappresentazione sottobacini del parcheggio est

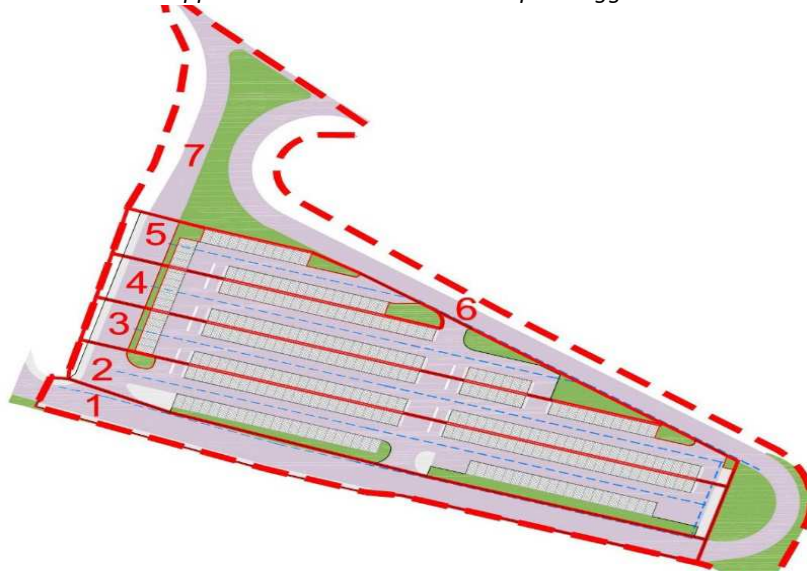


Tabella delle aree di pertinenza dei sottobacini

BACINO	1	2	3	4	5	PARZIALI	6	7	TOTALE
Area pavimentata	1.953	1.784	1.459	1.096	588	6.880	1.622	577	9.079
Area grigliato	0	1.191	1.263	795	429	3.678	0	0	3.678
Area verde	22	466	128	312	260	1.188	2.019	816	4.023
TOTALE mq	1.975	3.441	2.850	2.203	1.277	11.746	3.641	1.393	16.780

7.2 Superfici efficaci e determinazione dei deflussi

I volumi di pioggia che raggiungono la rete di smaltimento sono funzione della permeabilità delle superfici. Il coefficiente di deflusso indica la frazione del volume di pioggia che raggiunge lo scarico. L'area efficace (area x coeff. di deflusso) è la porzione di superficie che effettivamente contribuisce agli afflussi in rete. La DGRV 2948/2009 suggerisce i valori guida da utilizzare riportati alla successiva Tabella. Nel caso del Parcheggio in oggetto considerata l'ottima per permeabilità del sottofondo e degli stalli in grigliato con riempimento di ghiaio, è stato considerato un coefficiente di deflusso di 0.5. Non sono computate le superfici a verde essendo confinate fra cordone e auto drenanti. Il coefficiente di deflusso medio viene stimato sulla base della

suddivisione in aree caratterizzate da coefficiente di deflusso omogeneo: $\varphi = \frac{\sum \varphi_i A_i}{\sum A_i}$

Tabella 5: Coefficienti di deflusso suggeriti dalla D.G.R.V. 2948 / 2009

SUPERFICIE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ϕ
Aree agricole	0,10
Aree verdi (giardini)	0,20
Aree semi permeabili (grigliati drenanti)	0,50-060
Aree impermeabilizzate (tetti, strade, terrazze)	0,90

7.3 Calcolo delle portate di pioggia

Il dimensionamento dei collettori e dei volumi di invaso e dispersione, compensativi degli effetti di impermeabilizzazione connessi alle nuove opere in progetto, è di seguito sviluppato utilizzando:

- Tr pari a 50 anni
- Tempo di pioggia pari a 15 e 60 minuti

Il calcolo della portata che defluisce dalle superfici di progetto è effettuato con il **Metodo Razionale** assumendo i seguenti valori di coefficiente di deflusso ϕ indice del volume meteorico efficace:

- 0,2 per superfici permeabili (aree a verde ecc.)
- 0.6 per superfici semi permeabili nel caso in oggetto assunto 0.5 per stalli in grigliati drenanti
- 0,9 per superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali ecc.)

Metodo Razionale

$$Q = A * \phi * I : 3.6$$

A = superficie scolante (km²)

ϕ = coefficiente di deflusso

I = intensità di pioggia corrispondente al tempo di corrivazione t (mm/s)

t = tempo di corrivazione per 15' e 60' per superfici pavimentate

Gli elementi della rete sono verificati in rapporto alla loro funzione e si considera l'evento critico che massimizza la portata corrispondente al tempo di ritorno **Tr=50 anni** per il dimensionamento degli elementi principali collettori, pozzi perdenti e sistema di dispersione in generale. Le verifiche dei Collettori sono effettuate con la formula di Gauckler–Strickler per le condotte a pelo libero.

$$V_c = (1/n) S_o^{1/2} R^{2/3}$$

$$Q_c = V_c * A_c$$

Le **Tabelle** riportate in appendice alla relazione riassumono le **Portate mc/s** corrispondenti alle diverse aree e relativi bacini e il dimensionamento dei corrispondenti **Collettori AM** sui vari tratti oltre al dimensionamento della **Vasca di Prima Pioggia VPP**.

7.4 Descrizione della rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche

La rete di drenaggio stradale delle acque meteoriche A.M. è uno degli elementi essenziali per la sicurezza e la manutenzione delle infrastrutture al fine di prevenire ristagni d'acqua che possono ammalorare la pavimentazione e costituire pericolo per il fenomeno di acqua planning. La rete A.M. del Park Est è composta da caditoie e tubazioni in PVC DN 200-315mm, le caditoie sono di tipo prefabbricato a caduta 60x60xH80cm interasse 15m circa. I chiusini e le griglie sono del tipo C250KN se poste in banchina o su marciapiede e tipo D400KN su aree carrabili.

In base alle direttive del Piano Tutela Acque Regione Veneto PTA, le acque che ricadono sulle strade pubbliche possono essere recapitate nel suolo o nel primo strato del sottosuolo in assenza di corsi d'acqua ricettori. Essendo la superficie carrabile del parcheggio di circa 10.560mq > 5.000mq previsti dal PTA, le acque di prima pioggia, corrispondenti ai primi **5mm** dell'evento (che ricadono sui bacini 1-2-3-4-5) sono recapitate e trattate nella **Vasca di Prima Pioggia VPP** ubicata sul lato est del parcheggio e quindi nella fognatura mista di via Dolomiti; mentre le acque di seconda pioggia (non inquinanti) sono recapitate nel bacino di laminazione / dispersione ricavato negli strati superficiali del suolo / sottosuolo sul lato sud del comparto come indicato in progetto. La VPP rientra nella fascia di rispetto di 200m del campo pozzi per acqua potabile di Acque

Veronesi, ubicato sul lato opposto della Tangenziale Est mentre il bacino di laminazione è al di fuori della fascia.

I pozzi attingono comune in falda profonda a circa 90m e si trovano ben a monte delle iso-fretatiche che decrescono da nord a sud per cui non vi è possibilità di inquinamento della falda idropotabile sia per la notevole profondità, sia per la sua giacitura e direzione come confermato da Acque Veronesi anche nella riunione del 31.05.2024. L'art. 16 delle NTA del PTA lettere d) e K) specifica comunque che *“non è ammessa la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade nella zona di rispetto dei pozzi”* indipendentemente dai fattori tecnici / pratici sopra esposti che tecnicamente / praticamente lo consentirebbero secondo l'Ente gestore dei pozzi Acque Veronesi, ma ammette comunque la dispersione nel suolo delle seconde piogge (non inquinanti) intendendosi come suolo i primi strati di terreno naturale di circa 1.50-2.00m nel caso in oggetto come la Relazione Geologica allegata al Progetto Preliminare 2019.

Nel progetto, a seguito del parere della Direzione Ambiente del 16.04.2024, delle riunioni con il RUP, con Acque Veronesi e con il Consorzio APV del 18.06.2024, per lo scarico della seconda pioggia è stata quindi prevista una tubazione in CLS DN 600mm di 250ml dall'uscita del pozzetto di seconda pioggia fino al bacino di laminazione / dispersione ubicato sul lato sud-est del comparto. Il bacino ha il fondo a quota 48 m.s.l.m in materasso filtrante spessore 30cm e superficie base 600mq il tutto protetto con geo-tessuto. La posa della tubazione richiede l'apposizione di servitù idraulica a favore del Comune di Verona B1.50mxL250m oltre all'acquisizione dell'area di occupazione del bacino di 1.000mq inserita del Piano Particolare allegato al progetto.

Dalle **Tabelle di Calcolo** allegate in appendice, la portata della seconda pioggia per **Tr=50** anni è **0.353 mc/s** per i **15'** e **0.144 mc/s** i **60'**. La tubazione forata in cls **DN 600mm** con pendenza **0.5%** ha una capacità di **0.386 mc/s > 0.353 mc/s** della portata massima con 75% di riempimento. La portata totale al bacino per **Tr=200** anni è **680mc** contro un volume di invaso di circa **1.000 mc** con altezza d'acqua di **1.50m** senza considerare il volume della tubazione di adduzione DN600 di **70 mc**.

8 VERIFICA VASCA DI PRIMA PIOGGIA

In conformità al Piano Tutela Acque R.V. la **Vasca di Prima Pioggia VPP** è prevista in quanto il parcheggio supera i 5.000 mq; ai fini del calcolo delle portate è considerata l'area di parcheggio di 10.560mq effettivamente contribuenti riportata nella Tabella del paragrafo 7.1 e nelle **Tabelle “Calcolo Portate dei Bacini”** sotto allegate con le relative superfici e coefficienti.

La gestione delle acque di prima pioggia è lo strumento di tutela dei corpi idrici ricettori; tali acque infatti costituiscono il veicolo attraverso cui le sostanze inquinanti disciolte e sospese inclusi metalli e composti organici e inorganici vengono scaricati nei corpi idrici ricettori durante eventi con caratteristica di rapida transitorietà. Le acque di prima pioggia necessitano di un opportuno trattamento al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquiferi conformemente agli obiettivi di qualità fissati dalla direttiva europea, nazionale e regionale.

L'art. n. 113 del D.Lgs 03 Aprile n. 2006 n. 152 *“Disposizioni sulla tutela delle acque dallo inquinamento”* prescrive che le acque di dilavamento e di prima pioggia siano disciplinate dalle

Regioni. L'art. 39 delle **Norme Tecniche del PTA Regione Veneto** disciplina infatti le modalità di trattamento e i criteri di dimensionamento. I volumi da destinare al trattamento di prima pioggia vanno dimensionati in modo da trattenerne almeno i primi **5 mm** di pioggia distribuiti sul bacino di riferimento fino al successivo evento meteorico, si considerano eventi separati quelli fra i quali intercorrono almeno 48 ore.

Il trattamento delle acque di prima pioggia prevede sezioni di grigliatura, dissabbiatura e disoleatura e vengono convogliate tramite un pozzetto di by-pass avente ruolo di ripartitore delle acque di prima pioggia dalle acque di seconda pioggia in appositi moduli dove il sistema di trattamento si realizza in tre fasi distinte:

- la separazione delle acque di prima e seconda pioggia
- l'accumulo temporaneo delle acque inquinate con la sedimentazione delle sostanze solide
- gli inquinanti residui vengono convogliati in un pozzetto di raccolta

Nelle riunioni del 06 e del 11.03 e del 31.05.2024, Acque Veronesi ha confermato che le acque di prima pioggia possono essere recapitate nella fognatura mista di via Dolomiti, almeno 48 ore dopo l'ultimo evento meteorico, in un ciclo temporale adeguato a limitare la portata in fognatura. La Vasca di Prima Pioggia VPP sarà in allestimento prefabbricato di dimensioni tali da soddisfare la capacità di raccolta delle singole zone. Ogni unità di raccolta opera in modo indipendente per modalità di carico e svuotamento attraverso il comando di una sonda rilevatrice di pioggia in grado di operare anche in presenza di ripetute precipitazioni con periodi ravvicinati. La figura allegata mostra lo schema del trattamento previsto mentre di seguito viene riportato il calcolo dei volumi da trattare in relazione alle aree indicate nella **Tabella "Calcolo delle Portate dei Bacini"**.

Dalle tabelle il volume di prima pioggia da accumulare in vasca è stimata in **40mc** ma è prevista una **VPP da 42mc** per sicurezza/margine e per standard dei prefabbricati reperibili, tale volume viene recapitato nella fognatura mista mediante pompa sommersa parte della VPP e tubazione in PEad DN63mm. Prevedendo di scaricare tale portata in un lasso di tempo (notturno) di almeno 6 ore (48 ore dopo l'ultimo evento) la portata alla fognatura sarà di **1.85 l/s** più che accettabile dal sistema.

VPP N.	AREA	SUP. [m ²]	φ MEDIO	VOL. 1^ PIOGGIA [m ³]
1	Parcheggio Est	10.560	0.76	40 mc

Schema della VPP trattamento acque di prima pioggia

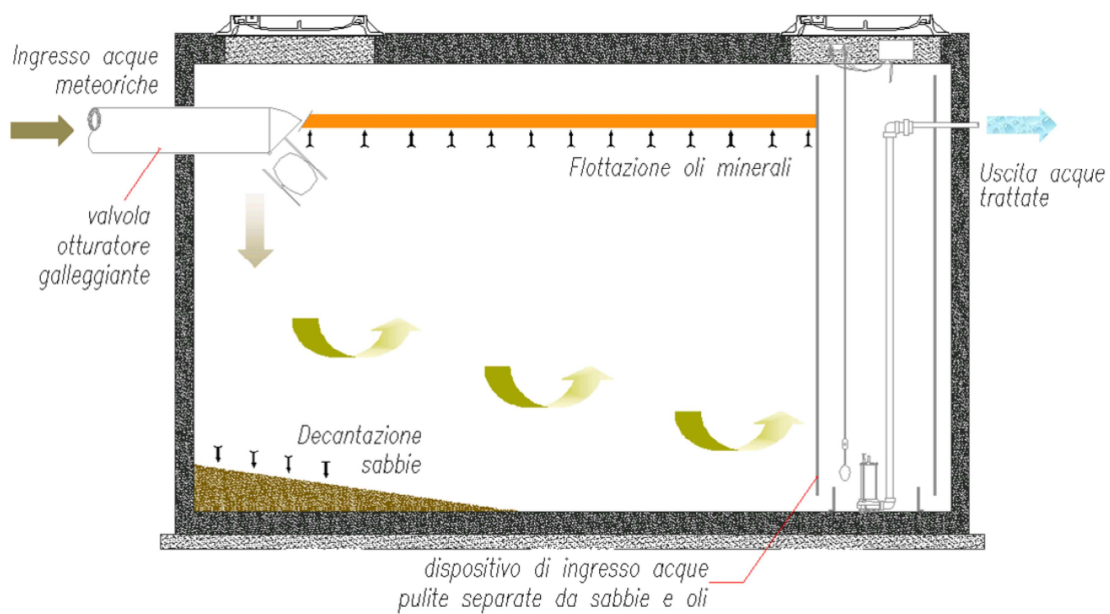


TABELLA A - PARCHEGGIO EST - CALCOLO DELLE PORTATE AM

Descrizione Bacino n.	Superf. Pavim. mq	Coeff. Sup Pavim. Cp	Superf. grigliati mq	Coeff. Sup grigliati Cv	Superf. verde mq	Coeff. Sup verde Cv	Superf. Totale mq	Coeff. Corr. Medio Cm	Portata Q50 Tc 15' mc/s	Portata Q50 Tc 60' mc/s	NOTE Recapito
BACINO 1	1953	0,9	0	0,5	0	0,2	1.953	0,90	0,087	0,034	Collettore 1
BACINO 2	1784	0,9	1191	0,5	0	0,2	2.975	0,74	0,109	0,042	Collettore 2
BACINO 3	1459	0,9	1263	0,5	0	0,2	2.722	0,71	0,096	0,038	Collettore 3
BACINO 4	1096	0,9	795	0,5	0	0,2	1.891	0,73	0,069	0,027	Collettore 4
BACINO 5	590	0,9	429	0,5	0	0,2	1.019	0,73	0,037	0,014	Collettore 5
							10.560	0,76	0,398	0,155	Recapito alla VPP
BACINO 6	1622	0,9	0	0,5	0	0,2	1.622	0,90	0,072	0,028	Al fosso di guardia
BACINO 7	577	0,9	0	0,5	0	0,2	577	0,90	0,026	0,010	Al fosso di guardia
PORTATA PRIMA PIOGGIA ALLA VPP PER Tr=50 anni mc/s									0,045	0,011	Recapito alla VPP
VOLUME VASCA PRIMA PIOGGIA mc									40 mc	40 mc	Volume VPP 42mc > 40mc
PORTATA SECONDA PIOGGIA AL COLLETTORE PER Tr=50 anni mc/s									0,353	0,144	2a pioggia al collettore
PORTATA SECONDA PIOGGIA AL BACINO PER Tr=50 anni mc/s										0,189	2a pioggia al bacino
PORTATA ORARIA TOTALE AL BACINO PER Tr=50 anni mc										680	
VOLUME DI INVASO DEL BACINO PER H1.50m mc										1.000	OK 1.000mc > 680mc

TABELLA B - PARCHEGGIO EST CALCOLO COLLETTORI AM

Collettore N°.	Collettore Nr.	Tipo	Lungh. ml	Pendenza min %	Diametro mm	Riemp. %	Capacità Qc mc/s	Portata Q50 mc/s	Verifica Qc > Q50	Recapito
COLLETTORE 1	1	PVC	155	0,50%	200-315	80%	0,870	0,087	OK	Alla VPP
COLLETTORE 2	2	PVC	165	0,80%	200-315	80%	0,110	0,109	OK	Alla VPP
COLLETTORE 3	3	PVC	165	0,80%	200-315	80%	0,110	0,096	OK	Alla VPP
COLLETTORE 4	4	PVC	120	0,50%	200-315	70%	0,074	0,069	OK	Al collettore 6 e VPP
COLLETTORE 5	5	PVC	70	0,50%	200-315	50%	0,444	0,037	OK	Al collettore 6 e VPP
COLLETTORE 6	6	PVC	105	0,12%	200-315	70%	0,115	0,106	OK	Alla VPP
COLLETTORE 7	7	PVC	25	1,00%	400	70%	0,227	0,196	OK	Alla VPP
COLLETTORE 8	8	PVC	250	0,50%	500	75%	0,386	0,353	OK	Al bacino sud-est