



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

DATA VALIDAZIONE

DATA APPROVAZIONE

ACCORDO QUADRO REALIZZAZIONE DI PARCHEGGI SCAMBIATORI DENOMINATI PARK EST E OVEST A SERVIZIO DELLA FILOVIA DI VERONA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA-ECONOMICA PARCHEGGIO OVEST - LOTTO 1

ELABORATO

01.GEN.RE.03.1

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

DATA EMISSIONE

31 Luglio 2023

SCALA

—

NOME FILE

PARK OVEST.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

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	7
7.1	<i>Suddivisione dei bacini e ambiti di intervento</i>	8
7.2	<i>Superfici efficaci e determinazione dei deflussi</i>	9
7.3	<i>Calcolo delle portate di pioggia</i>	9
7.4	<i>Descrizione della rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche</i>	10
8	VASCA DI PRIMA PIOGGIA	10
9	DIMENSIONAMENTO DEI POZZI PERDENTI	12
10	DIMENSIONAMENTO DEL BACINO DI LAMINAZIONE	13

1 PREMESSA

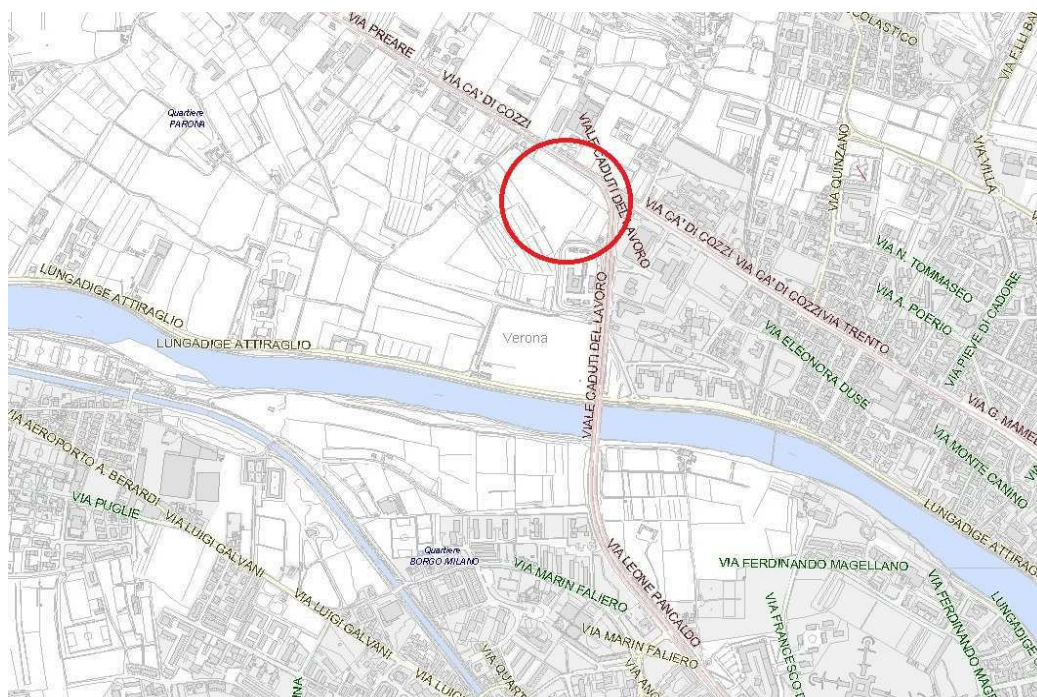
La presente **Relazione Idrologica Idraulica** è parte del **Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Parcheggio Scambiatore Ovest del Filobus di Verona** redatto da **Veneto Strade SpA** per conto del Committente **AMT3 SpA** in base alla convenzione sottoscritta con il Comune di Verona. Il Progetto del Parcheggio Est è denominato come Lotto 1 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 Tecnico Economica del Parcheggio Ovest**, 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 Ovest** sono previsti **385 stalli auto** e **8 stalli BUS** (4 da 18m e 4 da 12-15m) per una superficie territoriale di complessiva circa 19.000mq, viabilità di accesso inclusa, e una superficie a parcheggio di circa 13.000mq.

Il **Parcheggio Ovest** comprende le seguenti opere:

- La realizzazione dell'asse stradale principale a due corsie in entrata/uscita da via Ca' di Cozzi lungo il perimetro sud dell'area MONTRE fino all'area parcheggio, la strada ha uno sviluppo di 115ml tutta a doppio di marcia e sezione 8.0m + aiuola DX 2.0-3.0m e SX 1.50m (per eventuale futuro marciapiede). I raggi di svolta dei BUS dall'entrata lungo l'asse principale sono adeguati alle manovre, nell'ordine R min. 12.50m a R max. 15.00m.
- La realizzazione dell'area parcheggio per 385 stalli auto e 8 BUS 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 ghiaio e segnaposti, percorsi pedonali separati ed evidenziati con segnaletica
- Realizzazione dell'area destinata a moto e bici
- Rete di drenaggio acque meteo indicata negli elaborati e nella **Relazione Idrologica Idraulica**
- Impianto di pubblica illuminazione della strada e del parcheggio
- Predisposizione dell'area e degli allacciamenti (E.E. Acquedotto, Fognatura AR, Telecom) del futuro Fabbricato Servizi e del cavidotto di allacciamento per colonnine di ricarica auto elettriche (questi 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

La seguente figura mostra l'area di impianto del **Parcheggio Ovest**.



3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il **Parcheggio Ovest** si colloca nel territorio della 2° Circoscrizione, in corrispondenza del capolinea ovest del Filobus lungo due importate vie urbane all'intersezione tra via Ca' di Cozzi e viale Caduti del Lavoro. E' delimitato a nord-ovest con via Ca' di Cozzi e con aree agricole, a sud con aree agricole e con la centrale di teleriscaldamento e a sud-est con viale Caduti del Lavoro. L'area del parcheggio si presenta come un terreno coltivato prevalentemente a vigneto e in parte a frutteto, mentre la fascia che contorna via Ca' di Cozzi e viale Caduti del Lavoro variabile da 40 a 20m è incolta e densamente boscata. Nell'area sono presenti vincoli fisici costituiti dagli impianti di irrigazione privati e consortile a servizio delle coltivazioni, di un fabbricato dismesso di AGSM dismesso e di un ripetitore telefonico posto su un grande basamento in c.a. a confine sud con la centrale di teleriscaldamento che richiede la deviazione/modifica della strada di accesso al parcheggio da viale Caduti del Lavoro rispetto alla soluzione del Progetto Preliminare Comune di VR 2019. L'area è interamente di proprietà privata da acquisire mediante procedure espropriativa, oltre ad ottenere le prescritte autorizzazioni da parte degli Enti competenti, in parte già acquisite con il Preliminare 2019. Il sedime del parcheggio è posto circa a quota 73-74m.s.l.m. contro una quota di via Ca' di Cozzi di 76 e viale Caduti del Lavoro di 75m.s.l.m.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOTECNICO

Dal punto di vista geomorfologico l'area ricade nell'Alta Pianura Veronese compresa fra i rilievi morenici gardesani ad Ovest, l'altopiano carbonatico lessineo a Nord e la fascia risorgive a Sud. L'elemento fondamentale è rappresentato dal grande conoide dell'Adige prodotto dall'apporto detritico proveniente da Nord ad opera delle acque di dilavamento dei grandi ghiacciai. A seguito degli ultimi eventi glaciali, la diminuzione delle portate d'acqua del fiume ha modificato il suo decorso, rendendolo meandri-forme. L'area è ubicata nell'ambito delle alluvioni prevalentemente ghiaiose e ciottolose appartenenti al Conoide dell'Adige caratterizzate dalla presenza di svariati terrazzamenti di lieve entità <3m di altezza spesso poco evidenti a causa dell'elevata antropizzazione del territorio. La topografia appare uniformemente pianeggiante, con quote comprese tra circa 73 e 74m.s.l.m. debolmente degradante verso Sud. L'area si presenta stabile e priva di processi geomorfologici attivi o potenziali e prevalentemente caratterizzata dalla presenza di aree ad uso agricolo. Per quanto riguarda la stratigrafia dell'area, questa deriva dalle indagini effettuate in siti a poca distanza e da una serie di osservazioni e informazioni raccolte negli anni dalle quali è possibile ricostruire la seguente sequenza stratigrafica caratterizzata da buona permeabilità:

- Da 0.00 a 0.7-1.0m terreno agrario bruno rossastro costituito da sabbia limoso-sabbioso o argilloso con ghiaia (localmente possono essere presenti materiali di riporto di alcuni decimetri)
- Da 0.7-1.0m a 23m ghiaia e ciottoli in matrice limo-sabbiosa, localmente sabbioso-limosa;
- > 23m argilla localmente limosa e sabbiosa

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

I dati stratigrafici recuperati in occasione delle indagini effettuate per il Progetto Preliminare del Comune di VR 2019 hanno confermato che il sottosuolo dell'area di sedime è caratterizzato da sequenze ghiaioso-sabbiose di notevole spessore localmente in matrice limosa e/o argillosa. Gli orizzonti impermeabili, limoso-argillosi, intercettati nell'area circostante quella di progetto si trovano a profondità comprese tra circa 23.0 e 26.0 m dal p.c.

I materiali fluvioglaciali e fluviali sono costituiti prevalentemente da ghiaie e ciottoli (60-80%) e sabbie (10-20%), con rare lenti di limo-argilloso (5-10%). Dato che il sottosuolo è caratterizzato da un potente materasso fluvioglaciale e fluviale nell'area di intervento i terreni presentano una buona permeabilità con valori di $K = 10^{-3} - 10^{-4}$ m/sec. La zona di progetto si trova all'interno dell'area di ricarica degli acquiferi e, pertanto, va rispettato il Piano Regionale Tutela Acque R.V. La falda è posta ad una profondità superiore a 10 metri, la direzione principale di deflusso delle acque avviene da ONO verso ESE. Non si prevedono quindi interferenze con la falda; dalle misurazioni effettuate sul piezometro realizzato nell'area di interesse è stata riscontrata la presenza della falda a 27 m da p.c nell'area circostante il parcheggio, e non presenta evidenza di una circolazione idrica superficiale sia in occasione di eventi meteorici stagionali o eccezionali.

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 più vicina di Villafranca di Verona dal 1991 al 2014.

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:

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

Le curve di possibilità pluviometrica sono equazioni matematiche che permettono di calcolare l'altezza della precipitazione una volta 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 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

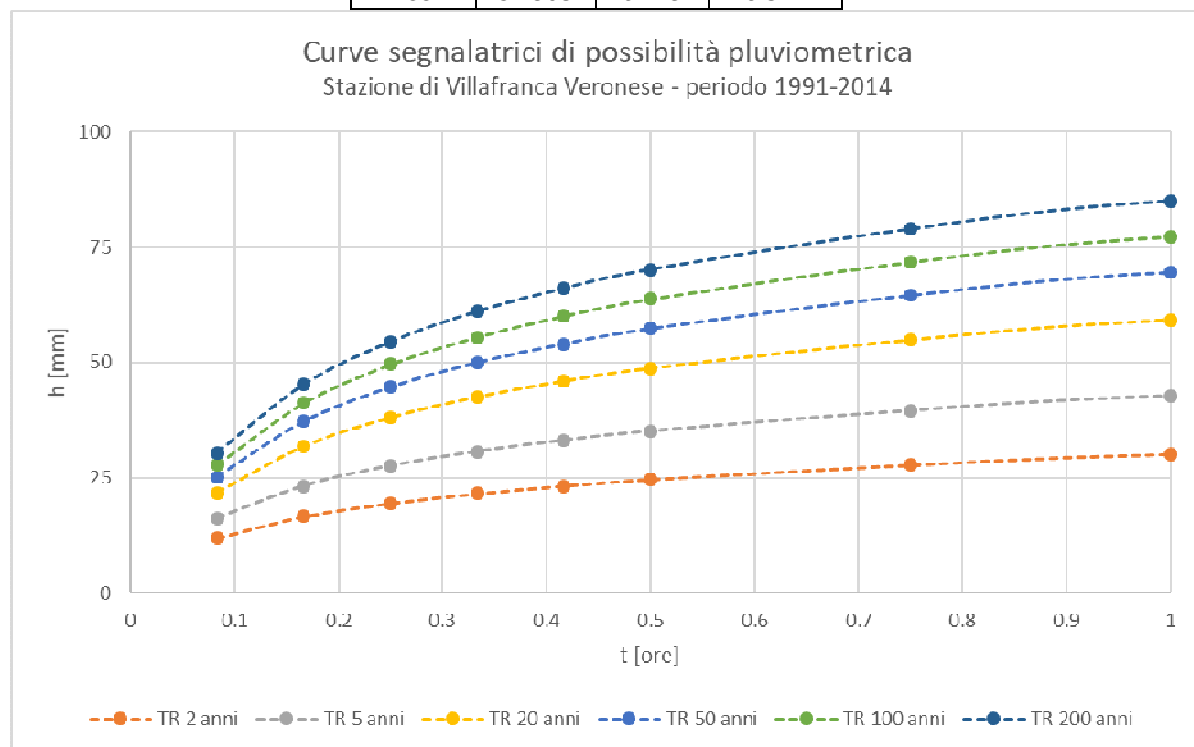


Figura 4: curve segnalatrici di possibilità pluviometrica massime effettive per durate sub-orarie e diversi tempi di ritorno

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

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

- h 1 ora = 60 minuti = 69.5 mm I 60' = 69.5 mm/h
- h 0,25 ore = 15' minuti = 44.6 mm I 15' = 178.4 mm/h

Bacino di laminazione Tr = 200 anni

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

- h 1 ora = 60 minuti = 85.0 mm 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 **9 sottobacini** di dimensioni definite che fanno riferimento ai collettori e ai recapiti delle relative opere di laminazione e dispersione. I sotto bacini 1 e 9 sono strade pubbliche e recapitano a pozzi perdenti previo pozzetto di disabbattatura / disoleazione, mentre i sottobacini 2-3-4-5-6-7-8 recapitano alla Vasca di Pima Pioggia VPP e poi nel bacino di laminazione / dispersione ubicato all'interno dell'area.

Fig. 7.1 Rappresentazione sottobacini del parcheggio Ovest

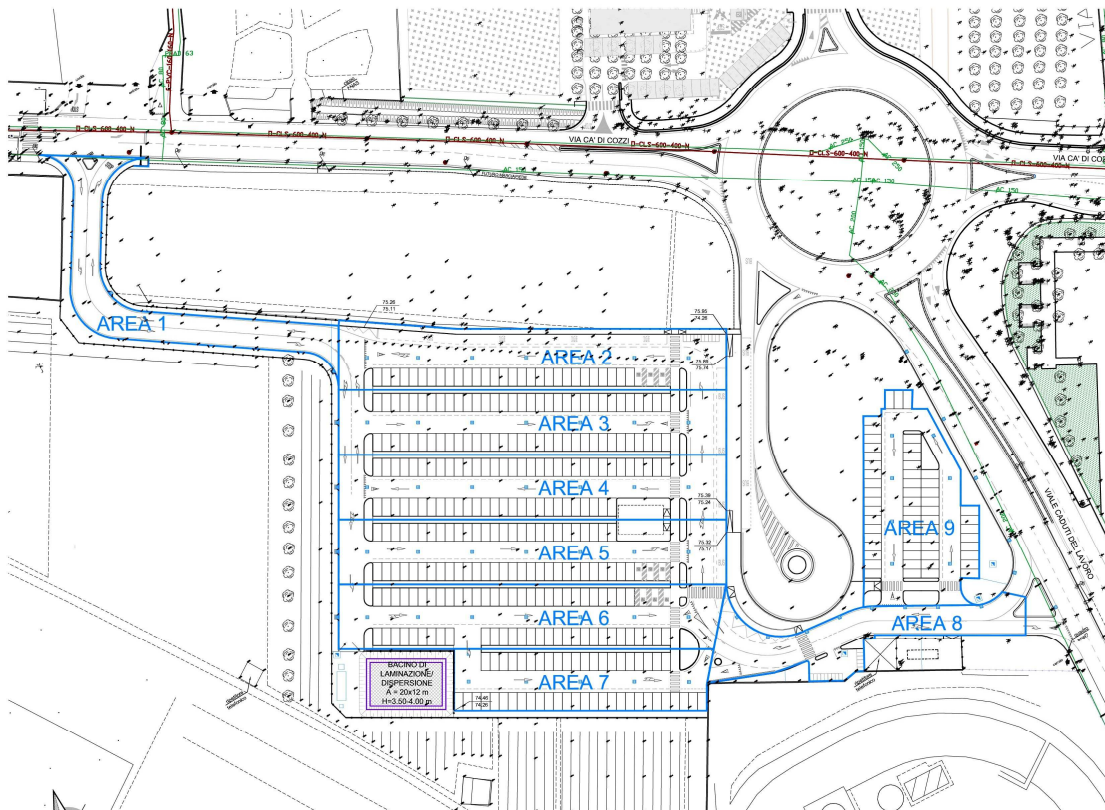


Tabella delle aree di pertinenza dei sottobacini

BACINO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTALE
Area pavimentata	1.000	1.365	925	1.000	1.070	1.035	915	480	455	8.245
Area grigliato	0	360	790	715	700	780	910	500	0	4.755
Area verde	240	20	220	220	220	290	435	55	0	1.700
TOTALE mq	1.240	1.745	1.935	1.935	1.990	2.105	2.260	1.035	455	14.700

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 * coefficiente 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: $\phi = \frac{\sum \phi_i A_i}{\sum A_i}$

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

SUPERFICIE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ϕ
Aree agricole	0,10
Aree verdi (giardini)	0,20
Aree semi permeabili (grigliati drenanti)	0.50 - 0,60
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 varie superfici di progetto è effettuato con il **Metodo Razionale** assumendo i seguenti valori di coefficiente di deflusso ϕ indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso :

- 0,2 per superfici permeabili (aree a verde ecc.)
- 0.6 per superfici semi permeabili (grigliati drenanti, strade sterrate ecc.)
- 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 vengono verificati in rapporto alla loro funzione e quindi si considera l'evento critico che massimizza la portata corrispondente ad un 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 Manning o Gauckler-Strickler che definiscono le condizioni di deflusso nella condotta 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 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. Nell'ambito dei lavori sopra descritti, che comportano la costruzione di strade e parcheggi pubblici in nuova sede, è quindi prevista a rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche.

In base alle direttive del Piano Tutela delle Acque Regione Veneto, le acque che ricadono sulle strade pubbliche (Sottobacini 1 e 9) o piazzali <5000mq (Sottobacini 8 e 9) possono essere recapitate nel suolo e/o nel sottosuolo non essendovi in zona corsi d'acqua ricettori; la dispersione nel sottosuolo avviene a pozzo perdente previsto trattamento di sedimentazione/disoleazione mediante la posa di idonei pozzetti separatori/disoleatori a monte del recapito.

Le acque che ricadono sul parcheggio principale di circa 13.280mq > 5.000mq (Sottobacini 2-3-4-5-6-7) sono trattate in Vasca di Prima Piovra VPP ubicata sul lato sud ovest est del parcheggio essendo il punto più depresso. Le prime piogge, corrispondenti ai primi **5mm** dell'evento, sono rilanciate nella Fognatura mista comunale presente su via Ca' di Cozzi utilizzando la corsia del Filobus e parte della Rotatoria LIDL, mentre le acque di seconda pioggia sono smaltite nel Bacino di laminazione/ dispersione all'interno del parcheggio stesso.

La rete A.M. è composta da caditorie a caduta collegate da tubazioni in PVC DN 200-315mm che recapitano nei pozzetti intermedi in cls 100x100xH150cm, le caditoie sono di tipo prefabbricato a caduta 50x50XH80cm interasse 15m. I chiusini e le griglie sono del tipo C250 KN se poste in banchina o su marciapiede e tipo D400 KN su aree carrabili. I collettori principali 2-3-4-5-6-7-8 recapitano nella VPP i collettori 1 e 9 ai pozzi perdenti come indicato in progetto.

8 VASCA DI PRIMA PIOGGIA

In conformità al Piano Tutela Acque R.V. la Vasca di Prima Piovra 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 13.280mq effettivamente contribuenti riportata nella Tabella del paragrafo 7.1 e nelle **Tablelle "Calcolo Portate dei Bacini"** 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. Le acque di prima pioggia necessitano di un opportuno trattamento al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquiferi conformemente agli obiettivi delle direttive europee, nazionale e regionale.

L'art. n. 113 del D.Lgs 03 Aprile n. 2006 n. 152 *"Disposizioni sulla tutela delle acquee dallo inquinamento"* prescrive che le acque di dilavamento e di prima pioggia siano disciplinate dalle Regioni. L'art. 39 delle **Norme Tecniche del Piano Tutela Acque 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 trattenere 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

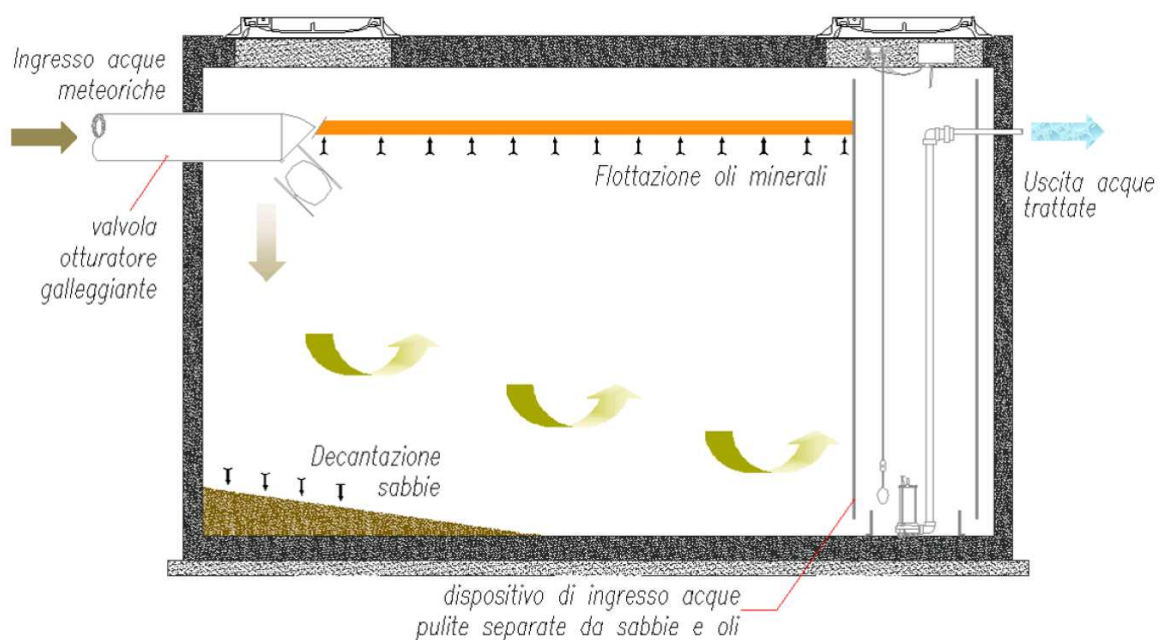
Nella riunione del 06 e 11.03.2024 Acque Veronesi ha confermato che le acque di prima pioggia possono essere recapitate nella fognatura mista di via Ca' di Cozzi, almeno 48 ore dopo l'ultimo evento meteorico, in un ciclo temporale adeguato a limitare la portata in fognatura; le acque di seconda pioggia sono recapitate nel bacino di laminazione/dispersione all'interno del parcheggio.

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 accumulato in vasca è stimata in **32 mc**, 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 in fognatura sarà **<2.0 l/s** e quindi accettabile dal sistema.

VPP N.	AREA	SUP. [m ²]	φ MEDIO	VOL. 1 ^a PIOGGIA [m ³]
1	Parcheggio Ovest	10.670	0.68	32

Schema della VPP trattamento acque di prima pioggia



9 DIMENSIONAMENTO DEI POZZI PERDENTI

Con riferimento alla **Planimetria Acque Meteoriche** di progetto, i pozzi perdenti hanno anello in CLS DN200cm altezza totale 4.00m e altezza filtrante forata 3.0m delimitati esternamente da una corona di materiale drenante spessore 0.50÷1.0m come da schema allegato. Tutti i materiali drenanti sono protetti con geo-tessuto per evitare la contaminazione di materiali fini che possano nel tempo ridurre l'efficienza del sistema. Il recapito ai pozzi perdenti è preceduto dal trattamento in pozzetto di disabbatore / disoleazione dei sedimenti e degli oli che consente anche una maggior durata del sistema di drenaggio. Con riferimento alla Relazione Geologica del PP, rimosso il primo strato superficiale di terreno vegetale di 50-70cm, il sottostante strato è prevalentemente ghiaioso-sabbioso con elevato coefficiente di permeabilità nell'ordine di $K = 10^{-3}$ m/s. La portata smaltibile da un pozzo perdente tipo **DN 200 cm** e di altezza totale **H = 4.00 m** e altezza filtrante utile **H = 3.00 m** può essere stimata con la relazione:

$$Ql = k 2 \pi H^2 / \ln (R/r_o)$$

Ql = portata laterale smaltibile per filtrazione (m³/s)

k = coefficiente di permeabilità materiale in sito assunto = 10^{-3} m/s

H = altezza utile della parte filtrante sopra falda = 3.0 m

R = raggio di influenza del cono di dispersione = $r + H = 1.0 + 3.00 = 4.0$ m

r_o = raggio del pozzo = 1.0 m

La relazione fa riferimento allo schema filtrante riportato nella figura sotto allegata, ad essa si deve aggiungere la portata dispersa dal fondo pozzo $Q_f = k \pi r_o^2$ e quindi la portata totale sarà:

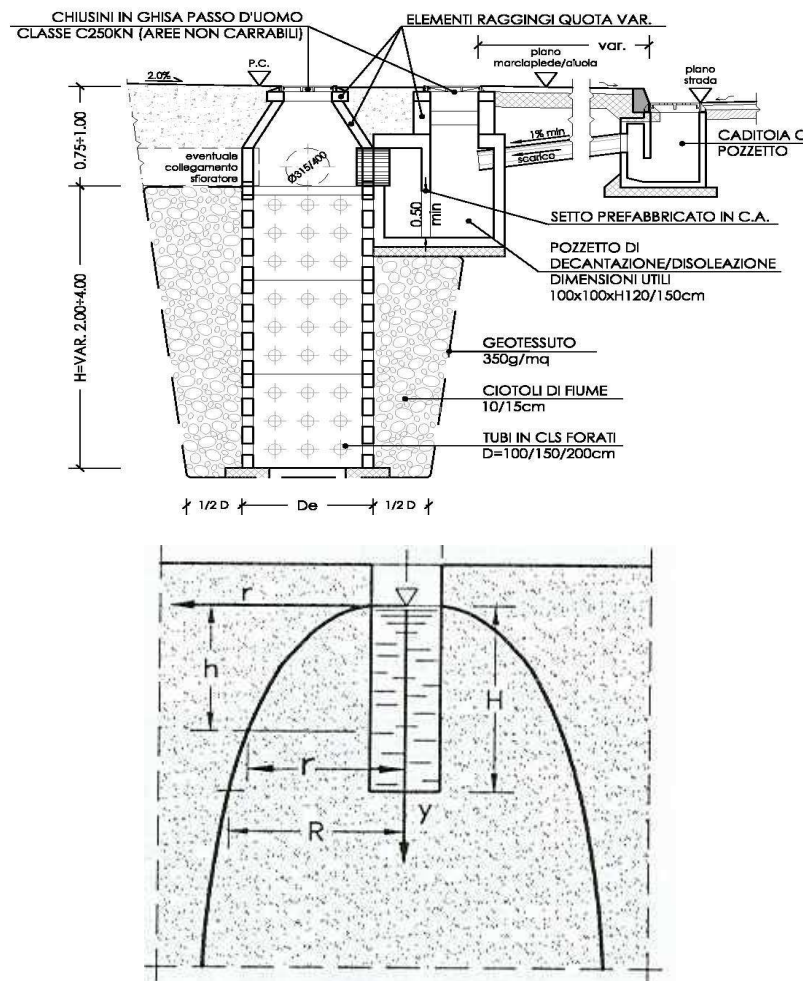
CAPACITA' POZZI PERDENTI DN200cm H=4.00 m $Q_p = Q_l + Q_f$

$$Q_p = Q_l + Q_f = 10^{-3} * 2 * 3.14 * 3^2 / \ln (4/ 1) + 3.14 * 1 * 10^{-3} = 0.044 \text{ m}^3/\text{s} = 44 \text{ l/s}$$

Per sicurezza si assume una capacità disperdente del pozzo di circa 85% = $Q_p = 35$ litri / sec.

Dalla Tabella "Calcolo Portate ai Bacini" allegata in appendice, si ricava il numero di pozzi perdenti necessari a smaltire le portate massime Q_{50} dei tratti stradali (Sottobacino 1 e 9) ove sono previsti per un tempo corrivazione **Tc = 15'** ed tempo ritorno **Tr = 50 anni**. La capacità di invaso del pozzo con anello in cls DN 200 cm + corona drenante media di 1.0 cm e De= 400 cm con 35-40% di indice dei vuoti ed altezza utile 3.0 m, è di circa 20mc/cadauno. Quindi i pozzi previsti sono in grado di invasare il 50% della portata oraria pur trascurando il volume invasato da tubazioni e caditoie.

PARTICOLARE POZZO PERDENTE SEZIONE



10 DIMENSIONAMENTO DEL BACINO DI LAMINAZIONE

Tutta la rete delle acque meteoriche del parcheggio (ad esclusione dei Bacini 1, 8 e 9) recapita nella **VPP** e poi nel **Bacino di Laminazione/Dispersione** ubicato sul lato sud ovest del comparto che è il punto più basso. Tale ubicazione è ideale sia dal punto di vista idraulico che dal punto di vista funzionale trovandosi in posizione opportuna per la buona permeabilità del sottosuolo.

Il bacino prevede uno scavo minimo di 3.50-4.00m sotto p.c e di almeno 1.50-2.00m sotto la quota di sbocco della tubazione di recapito in modo da garantire un tirante idraulico, un volume di invaso e una superficie utile di filtrazione/dispersione adeguata alla portata prevista. Il fondo del bacino è realizzato con materasso in gabbioni spessore 0.50m, mentre tutto il perimetro è realizzato con file di gabbioni 1.0x1.0x2.0m. La soprastante parete di scavo, inerbita fino al p.c. Il salto di fondo allo sbocco del collettore di recapito è protetto per evitare l'erosione. Tutta la superficie del fondo scavo e della gabbionata laterale sono rivestite in geo-tessuto in modo da limitare la contaminazione della parte drenante e aumentare l'efficienza e la vita utile del sistema di drenaggio. La portata di filtrazione dei bacini è valutabile mediante la seguente relazione:

CAPACITA' BACINO $Q_b = Q_l + Q_f = k * A_l * I + k * A_f * H$ dove:

Q_b = portata totale smaltibile dal bacino (m^3/s)
 Q_l = portata smaltibile per filtrazione dai lati (m^3/s)
 Q_f = portata smaltibile per filtrazione dal fondo (m^3/s)
 A_l = area laterale del bacino (m^2)
 A_f = area del fondo del bacino (m^2)
 k = coefficiente di permeabilità materiale in sito assunto = $10^{-3} m/s$
 H = altezza utile dell'invaso per la parte filtrante = 1.0 m
 I = gradiente idraulico assunto = 1

Dalla **Tabella C "Calcolo del Bacino"** allegata, le portate da smaltire risultano:

Portata massima da smaltire **Tr = 50 anni Tc = 15'** $Q_{50} = 0,310 mc/s \times 900 s = 270 mc$

Portata massima da smaltire **Tr = 50 anni Tc = 60'** $Q_{50} = 0,110 mc/s \times 3600 s = 396 mc$

Portata massima da invasare **Tr = 200 anni Tc = 60'** $Q_{200} = 0,155 mc/s \times 3600 s = 558 mc$

Il Bacino di Laminazione ha dimensioni del fondo 12x20m e profondità 3.5m con materasso 0.50 ed ha una capacità di filtrazione di 0.368 mc/s > della portata dell'evento critico di 0.310 mc/s ed è in grado di invasare una portata di $240mq \times H2m = 480 mc$ > della portata oraria di 396 mc senza considerare la portata invasabile dalle gabbionate permeabili e dal sistema della rete AM. L'altezza d'acqua per la portata oraria massima da invasare per Tr=200 anni è di 2.3m ed è contenuta all'interno del bacino.

TABELLA A - PARCHEGGIO OVEST - CALCOLO DELLE PORTATE AM

Descrizione	Superf.	Coeff. Sup	Superf.	Coeff. Sup	Superf.	Coeff. Sup	Superf.	Coeff. Corr.	Portata Q50 Tc 15'	Portata Q50 Tc 60'	NOTE		
Bacino n.	Pavim. mq	Pavim. Cp	grigliati mq	grigliati Cv	verde mq	verde Cv	Totale mq	Medio Cm	mc/s	mc/s	Recapito		
BACINO 1	1005	0,9	0	0,5	0	0,2	1.005	0,90	0,045	0,028	Al Fosso di guardia + 1 PP DN200xH400cm		
BACINO 2	1420	0,9	365	0,5	0	0,2	1.785	0,82	0,072	0,028	Al Collettore AM > VPP		
BACINO 3	905	0,9	825	0,5	0	0,2	1.730	0,71	0,061	0,024	Al Collettore AM > VPP		
BACINO 4	1010	0,9	750	0,5	0	0,2	1.760	0,73	0,064	0,025	Al Collettore AM > VPP		
BACINO 5	1010	0,9	750	0,5	0	0,2	1.760	0,73	0,064	0,025	Al Collettore AM > VPP		
BACINO 6	970	0,9	740	0,5	0	0,2	1.710	0,73	0,062	0,024	Al Collettore AM > VPP		
BACINO 7	505	0,9	415	0,5	0	0,2	920	0,72	0,033	0,013	Al Collettore AM > VPP		
BACINO 8	1005	0,9	0	0,5	0	0,2	1.005	0,90	0,045	0,017	2 PP DN200xH400cm		
BACINO 9	730	0,9	875	0,5	0	0,2	1.605	0,68	0,054	0,021	2 PP DN200xH400cm		
PORTATA TOTALE mc/s									13.280	0,68	0,454	0,177	
PORTATA PRIMA PIOGGIA ALLA VPP mc/s											0,036	0,009	Recapito alla VPP
VOLUME VASCA VPP mc											32	32	Volume VPP 32mc
PORTATA SECONDA PIOGGIA AL BACINO per Tr=50 anni mc/s											0,310	0,110	Scarico al Bacino Tr=50
PORTATA SECONDA PIOGGIA AL BACINO per Tr=200 anni mc/s												0,155	Scarico al Bacino Tr=200
PORTATA ORARIA TOTALE AL BACINO PER Tr=200 anni mc												558	
CAPACITA' DEL BACINO PER ALTEZZA ACQUA H=1.50m												600	OK 60 0mc > 558mc

TABELLA B - PARCHEGGIO OVEST CALCOLO COLLETTORI AM

Collettore N°.	Collettore Nr.	Tipo	Lungh. ml	Pendenza %	Diametro mm	Riemp. %	Capacità Qc mc/s	Portata Q50 mc/s	Verifica Qc > Q50	Recapito
COLLETTORE 2	2	PVC	100	0,5%	315	70%	0,074	0,072	OK	Al Collettore 8 > VPP
COLLETTORE 3	3	PVC	90	0,5%	315	70%	0,074	0,061	OK	Al Collettore 8 > VPP
COLLETTORE 4	4	PVC	90	0,5%	315	70%	0,074	0,064	OK	Al Collettore 8 > VPP
COLLETTORE 5	5	PVC	90	0,5%	315	70%	0,074	0,064	OK	Al Collettore 8 > VPP
COLLETTORE 6	6	PVC	90	0,5%	315	70%	0,074	0,062	OK	Al Collettore 8 > VPP
COLLETTORE 7	7	PVC	90	0,5%	315	70%	0,074	0,033	OK	Al Collettore 8 > VPP
COLLETTORE 8 PRINCIPALE	8	PVC	90	1,0%	400-500	60%	0,329	0,322	OK	Recapito alla VPP
COLLETTORE 9	9	PVC	75	0,5%	200	65%	0,023	0,022	OK	2 PP DN200xH400cm
COLLETTORE 10	10	PVC	38	0,5%	315	60%	0,060	0,054	OK	2 PP DN200xH400cm

TABELLA C - CALCOLO DEL BACINO DI LAMINAZIONE DISPERSIONE PARK OVEST

Descrizione Bacino nr.	Dimensioni mq	Superficie Fondo mq	Superficie Laterale mq	Coeff. Perm. k m/s	Alezza invaso H m	Capacità Fondo Qf mc/s	Capacità Perim. Qi mc/s	Capacità Totale Qb mc/s	Portata Q50 Tc 15' mc/s	Portata Q50 Tc 60' mc/s	Verifica Q50 < Qb
Bacino Ovest	12*20*H3.5m	240	64	0,001	2,0	0,240	0,096	0,368	0,310	0,110	OK