

COMUNE DI FICAROLO
Provincia di Rovigo

PIANO DEGLI INTERVENTI

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
Deliberazione Giunta Regionale Veneto 6 ottobre 2009 n. 2948

FEBBRAIO 2019



INDICE

PREMESSA		pag. 3
PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA		pag. 5
ANALISI SITUAZIONE ESISTENTE		pag. 8
ANALISI SITUAZIONE FUTURA		pag. 10
VERIFICA INTERFERENZE CON AREE DI CRITICITA' IDRAULICA		pag. 14
IDROLOGIA SOTTERRANEA		pag. 18
PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI		pag. 19
APPENDICE 1	INDIVIDUAZIONE AREE SOGGETTE A VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	
APPENDICE 2	SCHEDE RIPARTIZIONI SUPERFICI	
APPENDICE 3	DEFLUSSI E LAMINAZIONI – METODO CINEMATICO CLASSICO – ELABORAZIONI	
APPENDICE 4	DIMENSIONAMENTO SISTEMI DI SCARICO - ELABORAZIONI	
ALLEGATO	CARTA IDROGEOLOGICA (PAT FICAROLO 2010)	

PREMESSA

Gli studi di compatibilità idraulica fanno riferimento alle trasformazioni urbanistiche e sono regolamentati dalla Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 2948 del 6 ottobre 2009, recante disposizioni in merito ai nuovi strumenti urbanistici PAT-PATI-PI o varianti *“che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico”*. La sopra citata Delibera sostituisce le precedenti D.G.R.V. n. 1841 del 19 giugno 2007, n. 1322 del 10 maggio 2006 e n. 3637 del 13 dicembre 2002.

“Scopo fondamentale dello studio è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell’attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione”.

Al fine di evitare alterazioni al regime idraulico dovranno essere previste idonee misure compensative, tali da garantire l’*“invarianza idraulica”* rispetto alla situazione antecedente l’urbanizzazione.

Qui di seguito vengono evidenziate le principali prescrizioni contenute nell’allegato A (*“Modalità operative e indicazioni tecniche”*) della sopra citata D.G.R.V. n. 1841/2007:

- *“ogni nuovo strumento urbanistico comunale (PAT/PATI o PI) deve contenere uno studio di compatibilità idraulica che valuti per le nuove previsioni urbanistiche le interferenze che questi hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni causate al regime idraulico”*;
- *“lo studio di compatibilità idraulica è parte integrante dello strumento urbanistico e ne dimostra la coerenza con le condizioni idrauliche del territorio”*;
- *“nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l’area interessata dallo strumento urbanistico in esame, cioè l’intero territorio comunale per i nuovi strumenti urbanistici (o anche più Comuni per strumenti intercomunali) PAT/PATI o PI”*;
- *“è richiesta con progressiva definizione la individuazione puntuale delle misure compensative, eventualmente articolata tra pianificazione strutturale (Piano di Assetto del Territorio – PAT), operativa (Piano degli Interventi – PI), ovvero Piani Urbanistici Attuativi – PUA”*;
- *“a livello di PAT lo studio sarà costituito dalla verifica di compatibilità della trasformazione urbanistica con le indicazioni del PAI e degli altri studi relativi a condizioni di pericolosità idraulica, nonché dalla caratterizzazione idrologica ed idrografica e dalla indicazione delle misure compensative, avendo preso in*

considerazione come unità fisiografica il sottobacino interessato in un contesto di Ambito Territoriale Omogeneo”;

- *“nell’ambito del PI, andando pertanto a localizzare puntualmente le trasformazioni urbanistiche, lo studio avrà lo sviluppo necessario ad individuare le misure compensative ritenute idonee a garantire l’invarianza idraulica con definizione progettuale a livello preliminare/studio di fattibilità”;*
- *“la progettazione definitiva degli interventi relativi alle misure compensative sarà sviluppata nell’ambito dei Piani Urbanistici Attuativi”.*

* * *

Tutto ciò premesso, nel presente studio vengono effettuate valutazioni di compatibilità idraulica concernenti n. 7 aree interessate da trasformazioni urbanistiche, dettagliatamente individuate in **APPENDICE 1** (di cui n. 4 aree residenziali e n. 3 aree produttive).

Per dette aree si è proceduto alle seguenti operazioni:

- analisi delle eventuali interferenze con i dissesti idraulici presenti o potenziali;
- analisi delle problematiche di carattere idraulico, con l’individuazione delle possibili soluzioni e prescrizioni per le successive fasi realizzative;
- raffronto fra la situazione esistente (area agricola) e la situazione futura (area urbanizzata), il tutto supportato da uno studio idraulico comprendente calcoli ed elaborazioni per la valutazione, in corrispondenza di ciascuna area, della portata massima di afflusso, della portata in uscita e del volume di invaso necessario per garantire l’invarianza idraulica.

Nelle valutazioni che seguono si fa inoltre riferimento ai contenuti dello studio di compatibilità idraulica relativo al P.A.T. (anno 2010).

PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA

Nello studio di compatibilità idraulica relativo al P.A.T. (anno 2010) si è fatto ricorso a curve segnalatrici di possibilità pluviometrica del tipo a due parametri. In particolare, relativamente a un tempo di ritorno **TR = 50 anni**, si è fatto riferimento alla seguente equazione che lega l'altezza di precipitazione (h) alla durata (T_p) della precipitazione medesima:

$$\text{TR} = 50 \text{ anni:} \quad h \text{ (mm)} = 49,621 T_p^{0,2793} \quad T_p \text{ (ore).}$$

A partire dal 2011 il Consorzio di Bonifica Adige Po (territorialmente competente) si è dotato di uno studio dal titolo “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento”, con l'individuazione di Zone Territoriali Omogenee (Z.T.O.), ciascuna delle quali caratterizzata da curve segnalatrici di possibilità pluviometrica del tipo a tre parametri (a,b,c):

$$h = a T_p / (T_p + b)^c \quad \text{con} \quad h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (min).}$$

Nello studio testè citato il comune di Ficarolo rientra nella zona Z.T.O. Padana, contraddistinta dai seguenti valori dei parametri (vedi figure seguenti):

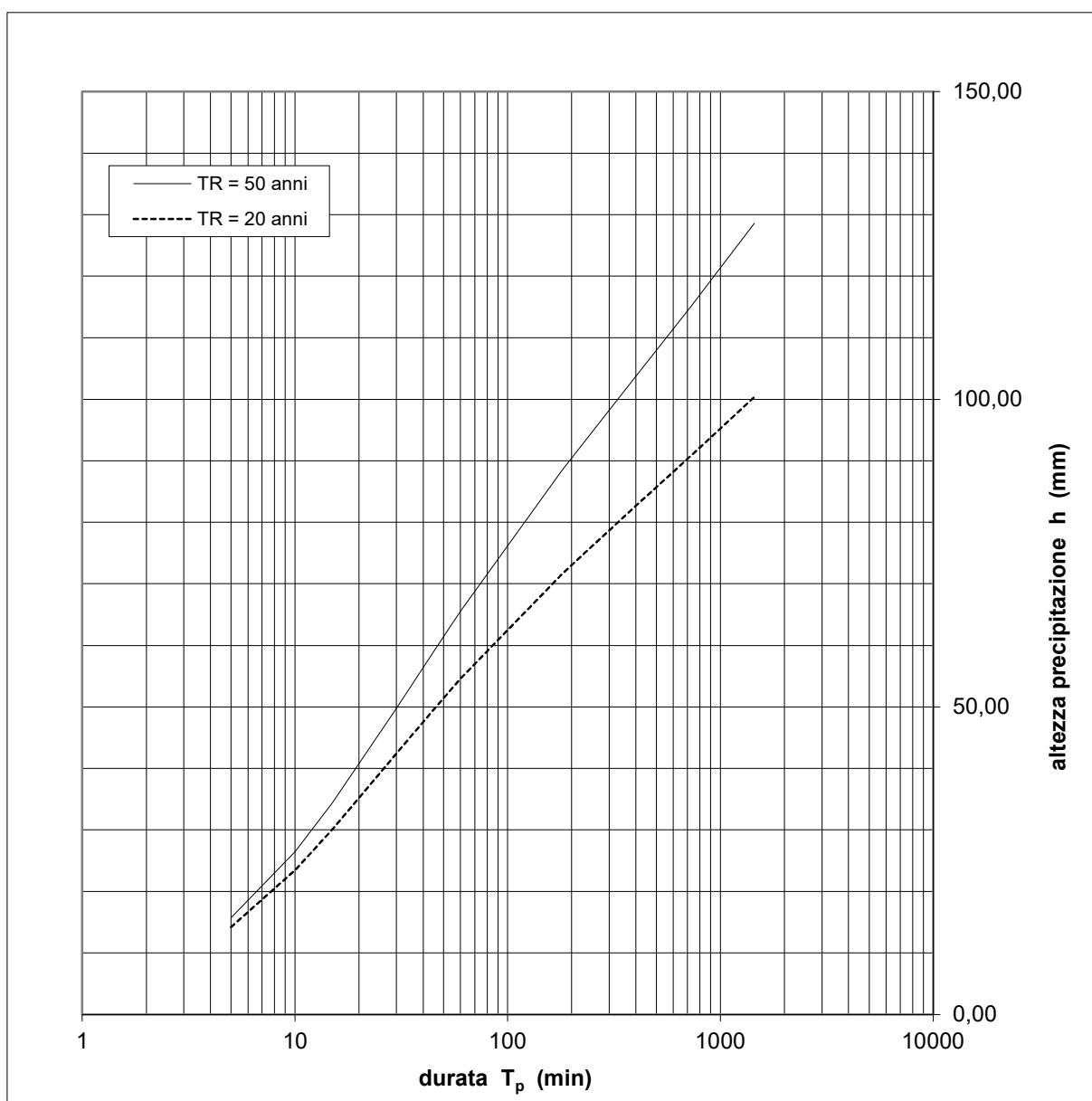
$$\begin{array}{llll} \text{TR} = 50 \text{ anni:} & a = 44,6 & b = 17,4 & c = 0,853 \\ \text{TR} = 20 \text{ anni:} & a = 38,5 & b = 15,2 & c = 0,867. \end{array}$$

LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (dicembre 2011)

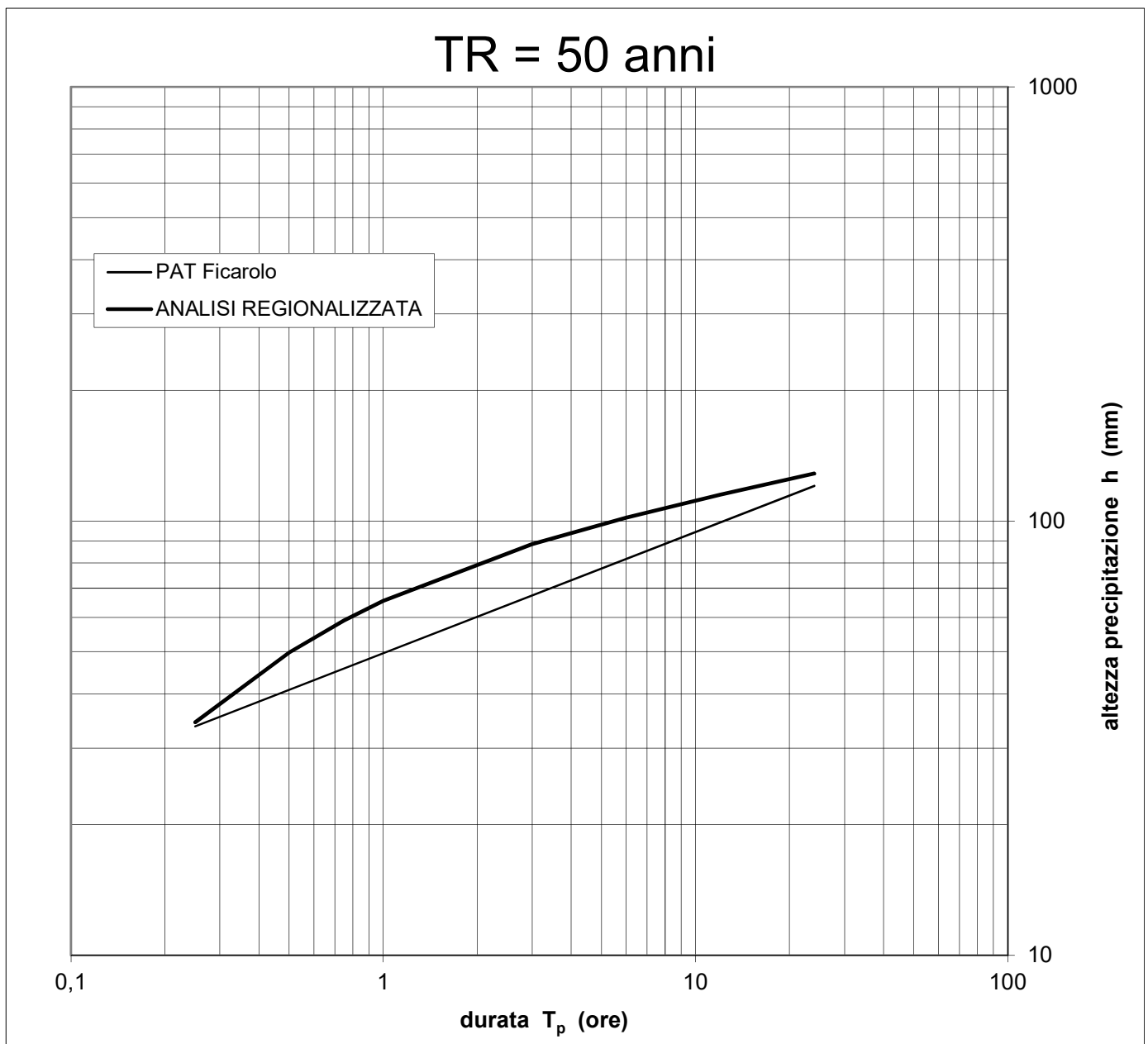
Z.T.O. PADANA - Consorzio Bonifica Adige Po - Rovigo

	a	b	c	
TR = 50 anni	44,6	17,4	0,853	$h = a T_p / (T_p + b)^c$
TR = 20 anni	38,5	15,2	0,867	h (mm) T _p (min)



Nelle figure che seguono si riporta il raffronto fra i dati relativi all'analisi regionalizzata (curva a tre parametri) e i dati relativi alla equazione a due parametri adottata nel PAT. Dalla figura sottostante risulta evidente come l'analisi regionalizzata fornisca altezze delle precipitazione maggiori.

Nelle elaborazioni successive si fa riferimento a quest'ultima.



ANALISI SITUAZIONE ESISTENTE

Nell'ipotesi di trasformazione urbanistica di aree attualmente adibite all'uso agricolo, valgono le considerazioni che seguono.

La variazione di destinazione d'uso, da area agricola ad area urbanizzata, comporta necessariamente un'alterazione del regime idraulico:

- la permeabilità del suolo diminuisce,
- i tempi di corrivazione diminuiscono,
- le portate e i volumi di deflusso aumentano.

In considerazione del fatto che il rischio idraulico non deve aumentare, occorrerà prevedere idonee misure compensative.

Con riferimento alla situazione attuale vengono valutati i parametri idrologici (portata massima, volumi di deflusso competenti a aree di uso agricolo), parametri i cui valori non potranno essere superati nella successiva fase di urbanizzazione (prevedendo idonee misure compensative).

Con riferimento alle precipitazioni relative a un prefissato tempo di ritorno, per la valutazione del coefficiente udometrico, si è fatto ricorso convenzionalmente al metodo cinematico (Turazza):

$$u \text{ (litri/s ha)} = 0,1157 \text{ m k h} / (t_p + t_c)$$

ove:

m = coefficiente di piena

k = coefficiente di deflusso

h = altezza di pioggia corrispondente al tempo di precipitazione

t_p = durata della precipitazione (giorni)

t_c = tempo di corrivazione (giorni).

Considerata la condizione più critica (durata pari al tempo di corrivazione), si perviene alle seguenti espressioni (coefficiente udometrico critico e portata massima):

$$u \text{ (litri/s ha)} = 0,1157 \text{ k h} / t_c$$

$$Q_{\max} = u A \quad (\text{ove: } A = \text{superficie del bacino}).$$

Nei calcoli si è fatto riferimento a un valore del coefficiente di deflusso pari a $k = 0,10$ tipico di aree agricole (valore peraltro prescritto dalla D.G.R.V. 2948/2009).

Per la valutazione dei tempi di corrivazione, nell'ipotesi di superfici praticamente pianeggianti di modesta estensione, si è fatto ricorso alla nota espressione di Ventura:

$$t_c (\text{giorni}) = 0,315 A^{1/2} \quad (A = \text{superficie del bacino in km}^2)$$

Con riferimento a un prefissato valore del tempo di ritorno pari a $TR = 50$ anni, in **APPENDICE 3** sono stati valutati i tempi di corrivazione e i coefficienti udometrici competenti alla situazione preesistente l'urbanizzazione (area agricola).

Nei calcoli più appresso riportati per la valutazione dei volumi di laminazione, tenuto conto delle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica, si è fatto riferimento a un valore massimo del coefficiente udometrico pari a:

$$u = 5 \text{ litri/s ha.}$$

ANALISI SITUAZIONE FUTURA

Con riferimento alle tre aree in esame, per la valutazione delle portate e dei volumi di afflusso relativi alla situazione futura, si può far riferimento a diverse valutazioni inerenti ai coefficienti di deflusso Ψ (vedi **APPENDICE 2**):

- valutazioni in base alla sola destinazione (approccio di tipo analitico),
- valutazioni in base a criteri probabilistici legati al tempo di ritorno TR (Autori vari 1997).

Nelle valutazioni si tiene conto della presenza di parcheggi da realizzarsi con materiali che facilitino l'infiltrazione dell'acqua nel terreno (betonelle riempite di terra, prato armato o altro), prevedendo la realizzazione di un adeguato sottofondo in materiale granulare drenante.

Con riferimento al primo tipo di approccio (di tipo analitico) si è tenuto conto dei valori dei coefficienti di deflusso prescritti dalla D.G.R.V. 2948/2009, e precisamente:

- $\Psi = 0,2$ per le superfici permeabili (aree verdi)
 $\Psi = 0,6$ per le superfici semipermeabili (grigliati drenanti)
 $\Psi = 0,9$ per le superfici impermeabili (tetti, terrazzi, strade, marciapiedi e piazzali).

In base a tale approccio sono stati valutati i seguenti valori dell'indice di impermeabilità (Im = rapporto superfici impermeabili / superficie totale) e del coefficiente di deflusso (media ponderata):

area 1 (residenziale)	A = 3.048 m ²	Imp = 0,566	$\Psi = 0,598$
area 2 (residenziale)	A = 4.333 m ²	Imp = 0,567	$\Psi = 0,598$
area 3 (residenziale)	A = 12.134 m ²	Imp = 0,565	$\Psi = 0,597$
area 4 (produttiva)	A = 30.966 m ²	Imp = 0,600	$\Psi = 0,620$
area 5 (produttiva)	A = 13.891 m ²	Imp = 0,600	$\Psi = 0,620$
area 6 (residenziale)	A = 15.263 m ²	Imp = 0,565	$\Psi = 0,597$
area 7 (produttiva)	A = 9.163 m ²	Imp = 0,600	$\Psi = 0,620$.

Con riferimento ai contenuti della DGRV 2948/2009, delle n. 7 aree in esame n. 3 aree (n. 2 residenziali e n. 1 produttiva) risultano contraddistinte da superfici territoriali comprese fra 0,1 e 1 ha e sono pertanto da intendersi di **“modesta impermeabilizzazione potenziale”**,

mentre n. 4 aree (n. 2 residenziali e n. 2 produttive) con superficie compresa fra 1 e 10 ha, di **“significativa impermeabilizzazione potenziale”**.

Tutto ciò premesso si è proceduto all’analisi della situazione futura e al calcolo idrologico delle portate e delle misure compensative (volumi di invaso e altro).

Con riferimento alle aree in esame, il tempo di corrivazione t_c è stato determinato considerando tempi di accesso alla rete pari a 5’ e una velocità media dell’acqua nelle condotte di fognatura (acque bianche) pari a $V = 0,7$ m/s.

La portata massima nella situazione futura (relativa a un prefissato tempo di ritorno: $TR = 50$ anni) è stata valutata in base al metodo cinematico:

$$Q_{\max} = (\text{litri/s}) = 2,778 \Psi h (\text{mm}) A (\text{ha}) / t_c (\text{ore})$$

ove al solito:

h = altezza precipitazione

A = superficie del bacino.

I risultati delle elaborazioni effettuate con il **metodo cinematico classico** (che rispetto ad altri metodi fornisce risultati maggiormente prudenziali), sono contenuti in **APPENDICE 3**. Come detto si è fatto ricorso all’analisi regionalizzata delle precipitazioni relativa alla Z.T.O. Padana.

Con riferimento a un tempo di ritorno $TR = 50$ anni si sono determinati i seguenti valori della portata massima nella situazione futura:

area 1 (residenziale)	$A = 3.048 \text{ m}^2$	$Q_{\max} = 86,0$ litri/s
area 2 (residenziale)	$A = 4.333 \text{ m}^2$	$Q_{\max} = 119,6$ litri/s
area 3 (residenziale)	$A = 12.134 \text{ m}^2$	$Q_{\max} = 307,2$ litri/s
area 4 (produttiva)	$A = 30.966 \text{ m}^2$	$Q_{\max} = 724,0$ litri/s
area 5 (produttiva)	$A = 13.891 \text{ m}^2$	$Q_{\max} = 360,2$ litri/s
area 6 (residenziale)	$A = 15.263 \text{ m}^2$	$Q_{\max} = 377,1$ litri/s
area 7 (produttiva)	$A = 9.163 \text{ m}^2$	$Q_{\max} = 247,6$ litri/s.

Nello spirito della deliberazione in oggetto, volendo limitare la portata massima in uscita entro valori non superiori a quelli relativi alla situazione preesistente:

coefficiente udometrico: **$u = 5$ litri/s ha**

si sono infine valutati i volumi di invaso V_{\min} necessari a garantire il principio dell'invarianza idraulica. I risultati sono stati ottenuti in base ad un bilancio fra portata affluente Q_a e portata in uscita Q_u , con riferimento alla nota equazione di continuità:

$$\Sigma dV_{\min} = \Sigma Q_a dt - \Sigma Q_u dt.$$

Ciò premesso, con riferimento a un tempo di ritorno **TR = 50 anni** (prescritto tassativamente dalla D.G.R.V. 2948/2009), sulla scorta delle elaborazioni relative all'**analisi regionalizzata**, è stato condotto un calcolo per la valutazione dei volumi di invaso V_{\min} secondo il metodo "cinematico classico" (maggiormente prudentiale rispetto ad altri metodi). Le elaborazioni sono riportate nell' **APPENDICE 3**. Si sono ottenuti i seguenti risultati:

area 1 (residenziale)	A = 3.048 m ²	$V_{\min} = 152,0 \text{ m}^3$	(499 m ³ /ha)
area 2 (residenziale)	A = 4.333 m ²	$V_{\min} = 216,0 \text{ m}^3$	(499 m ³ /ha)
area 3 (residenziale)	A = 12.134 m ²	$V_{\min} = 603,0 \text{ m}^3$	(497 m ³ /ha)
area 4 (produttiva)	A = 30.966 m ²	$V_{\min} = 1608,7 \text{ m}^3$	(520 m ³ /ha)
area 5 (produttiva)	A = 13.891 m ²	$V_{\min} = 723,0 \text{ m}^3$	(521 m ³ /ha)
area 6 (residenziale)	A = 15.263 m ²	$V_{\min} = 758,2 \text{ m}^3$	(497 m ³ /ha)
area 7 (produttiva)	A = 9.163 m ²	$V_{\min} = 477,2 \text{ m}^3$	(521 m ³ /ha).

La D.G.R.V. 2948/2009 prevede inoltre, quale ulteriore misura compensativa, la possibilità di adottare "*sistemi di infiltrazione facilitata*" nel sottosuolo, in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione, qualora il coefficiente di permeabilità k risulti non inferiore a $1 \cdot 10^{-3}$ m/s, con frazione limosa inferiore al 5%, nell'ipotesi di falda freatica sufficientemente profonda e di regola nel caso di piccole superfici impermeabilizzate.

Nel caso in esame, considerate le caratteristiche di permeabilità dei terreni in esame, di gran lunga inferiori al limite minimo sopra citato, non sussistono le condizioni per le quali sia prevedibile l'adozione di tali "*sistemi di infiltrazione facilitata*".

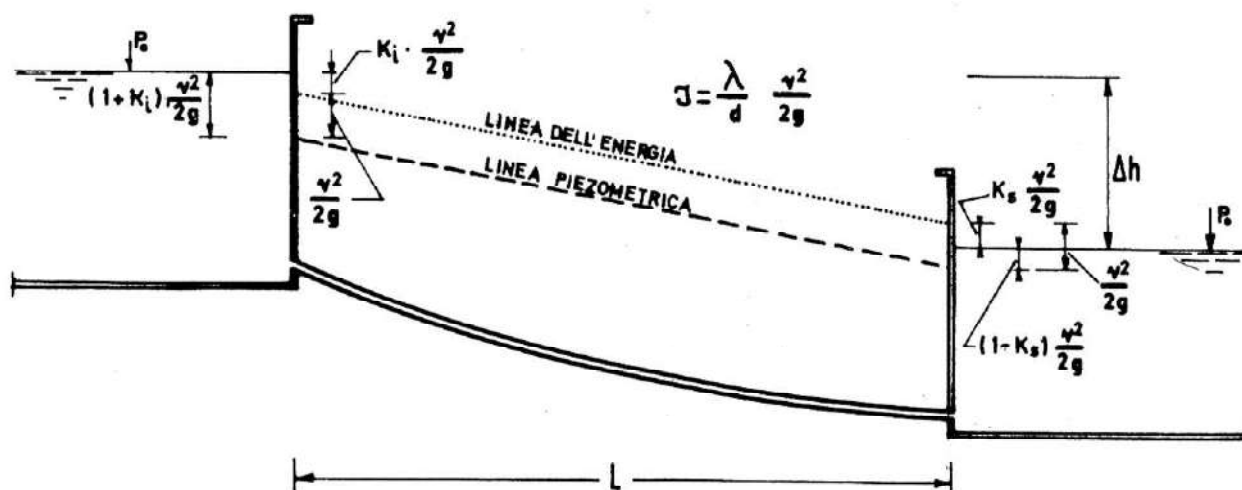
* * *

Ai fini di un pre-dimensionamento dello scarico nella rete esterna, con riferimento a un valore della portata unitaria in uscita pari a:

$$u = 5 \text{ litri/s ha}$$

viene preso in considerazione lo schema di due serbatoi collegati mediante un tubo di diametro D e lunghezza L , con dislivello idraulico h variabile (vedi immagine seguente). Tenendo conto delle perdite di carico all'imbocco, allo sbocco e di tipo continuo, si perviene a una valutazione teorica del diametro interno D_i in funzione della portata in uscita $Q_u =$ costante e del dislivello $h =$ variabile. In funzione di diversi valori dei dislivelli h in **APPENDICE 4** si riportano i valori teorici del diametro interno D_i del tubo di scarico (manufatto di scarico controllato) nella rete di scolo esterna all'area, calcolati in base a un valore del coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a $k = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Si fa presente che i valori del diametro assumono una valenza puramente teorica; in realtà si raccomanda di esaminare attentamente le situazioni, verificando che venga garantito il dislivello idraulico previsto e che siano adottate tutte le necessarie precauzioni, tali da consentire un adeguato deflusso della portata in uscita anche nell'ipotesi di impedimenti e/o ostruzioni.

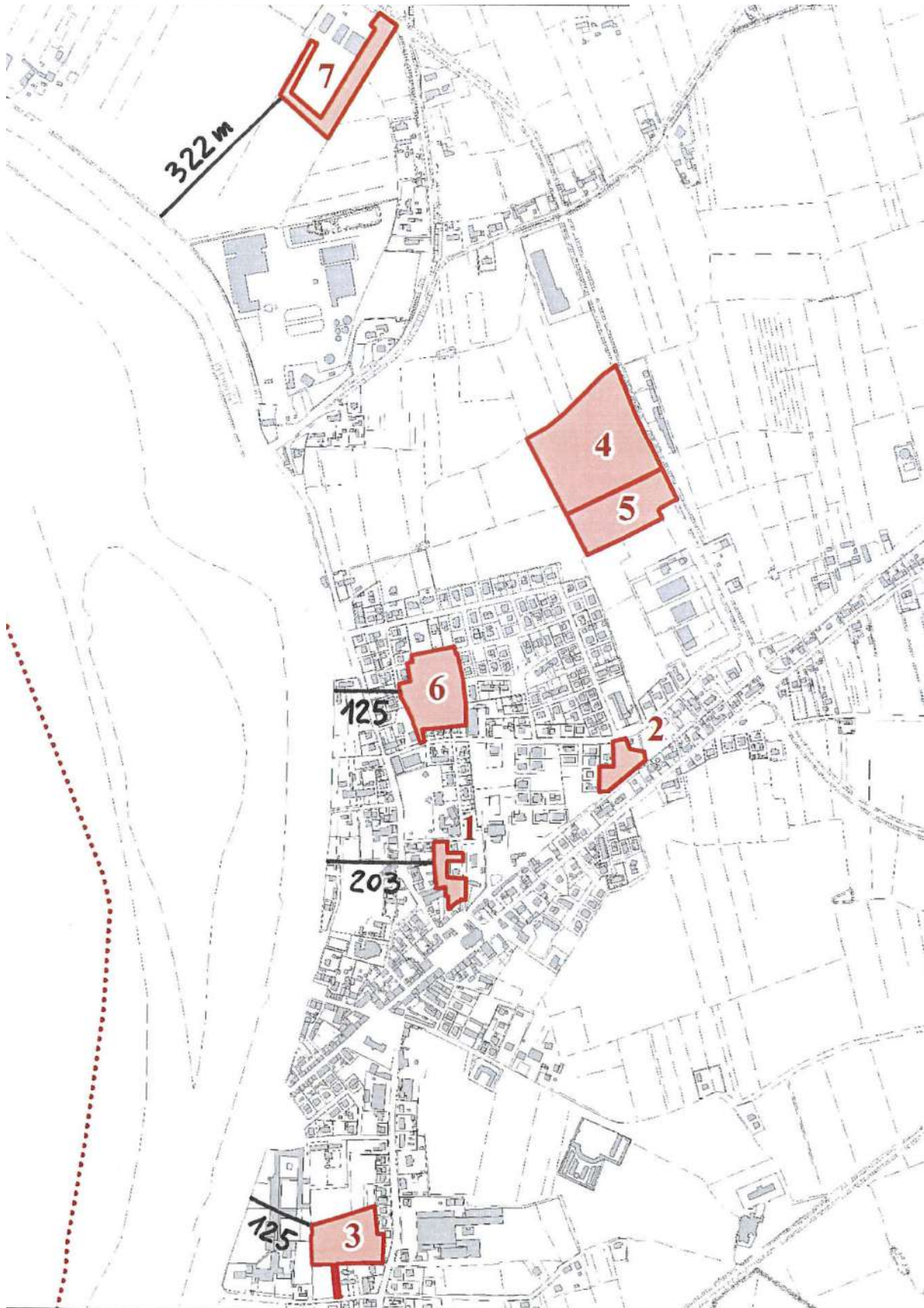


VERIFICA INTERFERENZE CON AREE DI CRITICITA' IDRAULICA

Gli interventi in esame rientrano all'interno dell'ampia area (interessante la quasi totalità del territorio della provincia di Rovigo), classificata a pericolosità moderata P1, di cui al P.A.I. di Fissero-Tartaro-Canalbianco. *“Nelle aree classificate a pericolosità moderata – P1 spetta agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore prevedere e disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, in relazione al grado di pericolosità individuato e nel rispetto dei criteri e indicazioni generali del presente Piano”.*



Fanno in parte eccezione le aree n. 3 e n. 6 (vedi figura di pagina seguente) individuate entrambe a una distanza minima di 125 m dall'unghia arginale a campagna del Fiume Po, di conseguenza rientranti parzialmente nella fascia C di cui al relativo Piano Stralcio.



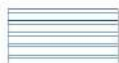
Nella “Carta Idrogeologica” di cui allo Studio di Compatibilità Idraulica del PAT di Ficarolo (2010) (vedi **ALLEGATO**) vengono individuate, con simbologie diverse, le zone soggette ad inondazioni periodiche e le zone a deflusso difficoltoso interessanti il territorio comunale.

Nessuna delle sette aree in esame sembra interferire con le suddette zone di criticità idraulica (vedi estratto di pagina seguente). Solamente l’area n. 2 risulta individuata nelle vicinanze di due zone soggette ad inondazioni periodiche.

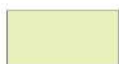
LEGENDA



Area a deflusso difficoltoso



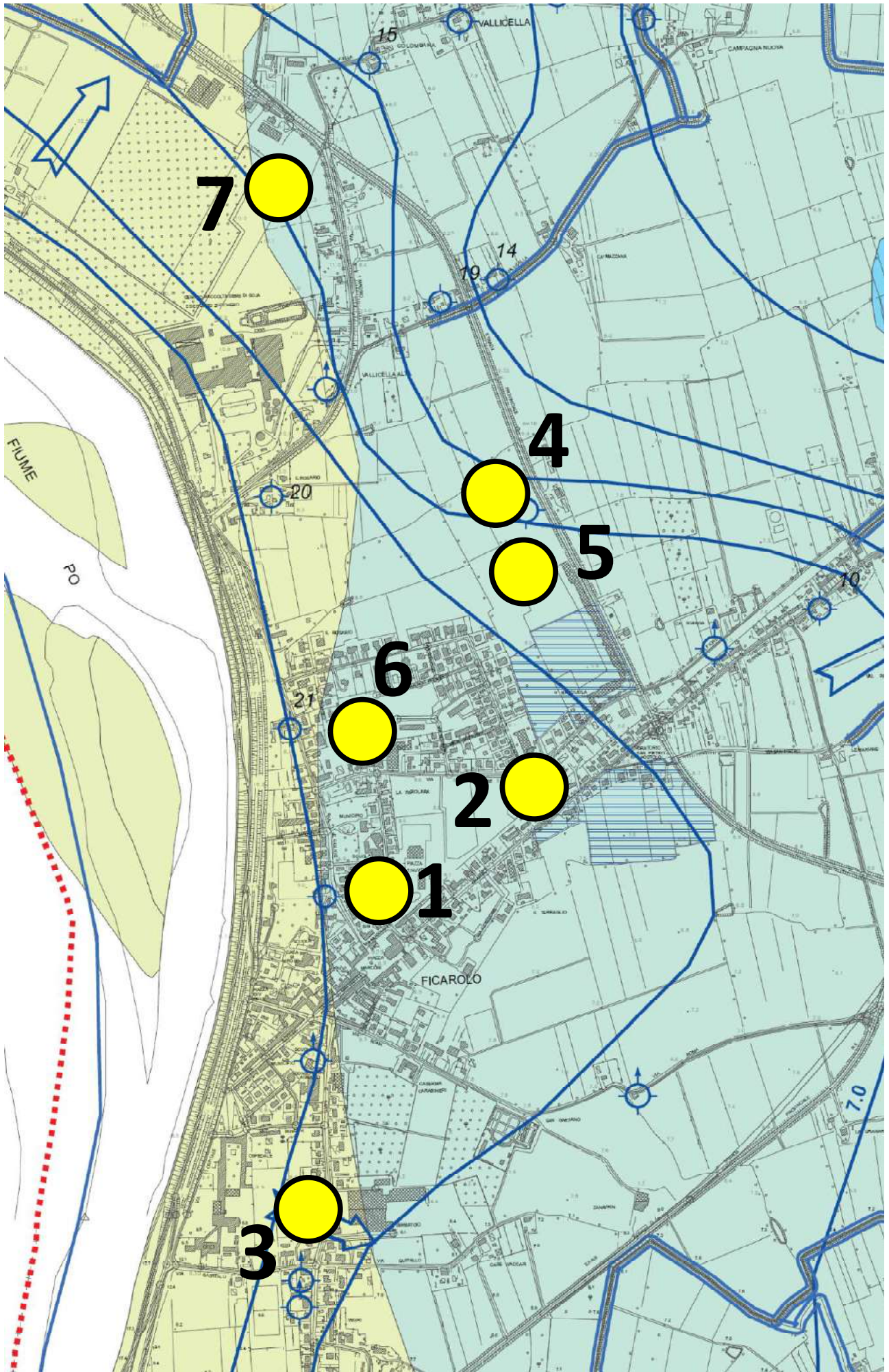
Area soggetta ad inondazioni periodiche



Falda compresa tra 0 e 1 m da p.c.



Falda compresa tra 1 e 2 m da p.c.



IDROLOGIA SOTTERRANEA

La medesima “Carta Idrogeologica” fornisce indicazioni concernenti la profondità della falda (vedi estratto di pagina precedente).

In base a dette indicazioni le aree oggetto di indagine risulterebbero contraddistinte da profondità della falda comprese fra 1 e 2 m dal piano campagna p.c.; fa eccezione l’area n. 3 per la quale si prevede una profondità inferiore a 1 metro.

Si rimanda naturalmente alle successive fasi di programmazione (Piani Urbanistici Attuativi) l’esecuzione di indagini geognostiche, per una precisa definizione, caso per caso, della situazione idrologica sotterranea.

PRESCRIZIONI

Vengono nel seguito evidenziate le **prescrizioni di carattere generale** relative alle aree oggetto di trasformazione.

- 1) *si dovrà prevedere la sopraelevazione del piano campagna a quote adeguatamente superiori rispetto al livello di sicurezza forniti dall'Ente gestore della rete di scolo; la sopraelevazione non dovrà interferire negativamente con le zone circostanti, pregiudicando il funzionamento della rete di drenaggio esistente ovvero aggravando i volumi di afflusso meteorico;*
- 2) *ciascuna area dovrà essere considerata alla stregua di un bacino idraulicamente chiuso verso l'esterno, prevedendo nella parte terminale di valle la realizzazione di un adeguato sistema di laminazione dotato di idoneo dispositivo di limitazione della portata in uscita (scarico controllato verso l'esterno);*
- 3) *i sistemi di laminazione e i relativi dispositivi di limitazione delle portate in uscita dovranno essere dimensionati secondo i criteri previsti dalla D.G.R.V. n. 2948/2009;*
- 4) *al fine di garantire l'efficacia dei sistemi di laminazione, la quota di fondo di detti sistemi dovrà risultare più elevata rispetto al prevedibile livello massimo di falda;*
- 5) *dovrà essere realizzato un adeguato collegamento alla rete pubblica (collettori di bonifica o fognatura urbana), in grado di convogliare all'esterno la portata in uscita;*
- 6) *dovrà essere garantita la perfetta efficienza della rete idraulica, previa manutenzione programmata dei dispositivi di laminazione, dei relativi scarichi controllati (bocche tarate) e dei fossati recettori privati (o tubazioni) fino alla confluenza nella rete pubblica (collettori di bonifica o fognatura urbana);*
- 7) *il livello di accesso ai fabbricati dovrà risultare individuato adeguatamente al di sopra della quota di massimo invaso del sistema di laminazione, relativa a un tempo di ritorno delle precipitazioni $TR = 50$ anni;*
- 8) *va evitata la realizzazione di locali posti al di sotto del piano campagna (scantinati).*

Tali prescrizioni vanno considerate alla stregua di linee guida per le successive fasi di programmazione (Piani Urbanistici Attuativi).

* * *

Per le aree rientranti, sia pure parzialmente, all'interno della fascia C (larghezza 150 m dall'unghia arginale a campagna del fiume Po) in fase attuativa dovrà essere richiesto parere di nulla osta da parte dell'Ufficio AIPo territorialmente competente.

In conformità alle indicazioni fornite dalla D.G.R.V. n. 2948/2009, fra le opere relative alla messa in sicurezza da un punto di vista idraulico, dovrà essere previsto quanto segue:

*“... utilizzo di pavimentazioni drenanti su sottofondo permeabile per i parcheggi”,
“ aree verdi conformate in modo tale da massimizzare la capacità di invaso e laminazione”.*

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla qualità delle acque meteoriche, si dovrà fare riferimento ai contenuti del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto pubblicato nel B.U.R.V. in data 08-12-2009.

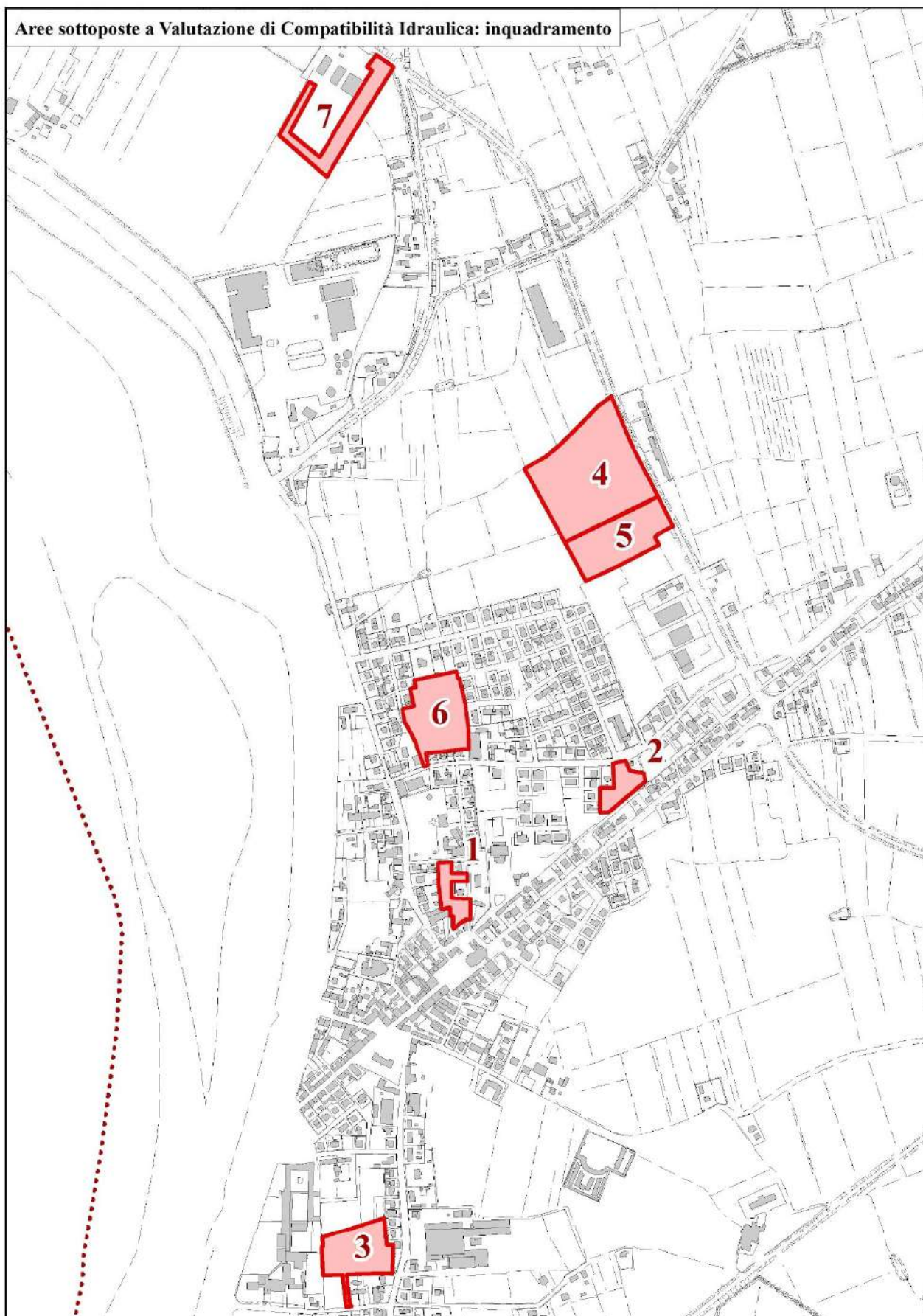
Si fa presente che le elaborazioni e le valutazioni contenute nel presente documento dovranno naturalmente essere oggetto di ulteriori affinamenti nelle successive fasi di programmazione (Piani Urbanistici Attuativi).

Per quanto non specificato nel presente documento si dovrà far riferimento ai contenuti dello studio di compatibilità idraulica relativo al P.A.T. (2010), nonché alla più volte citata D.G.R.V. 2948/2009.

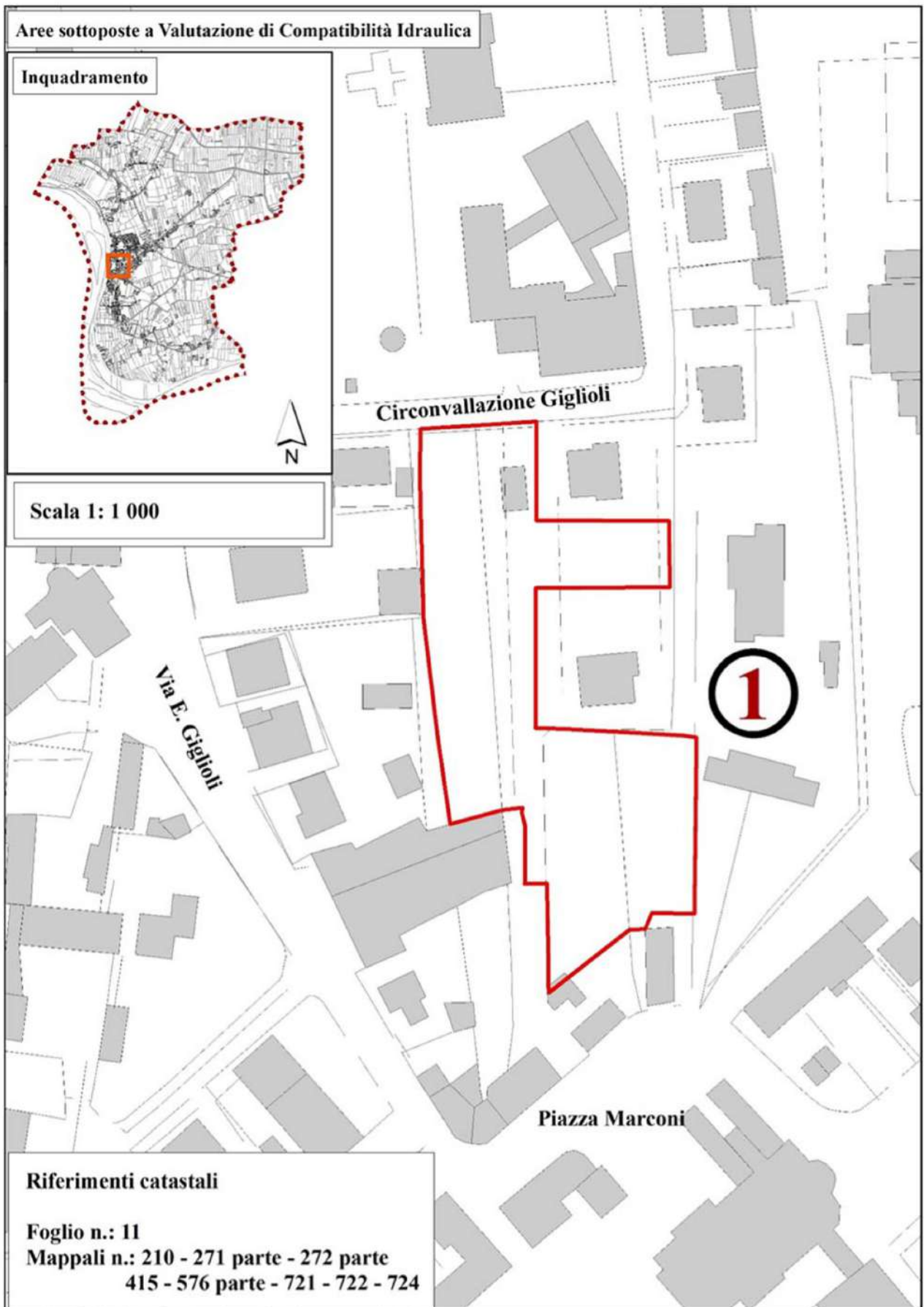
APPENDICE 1

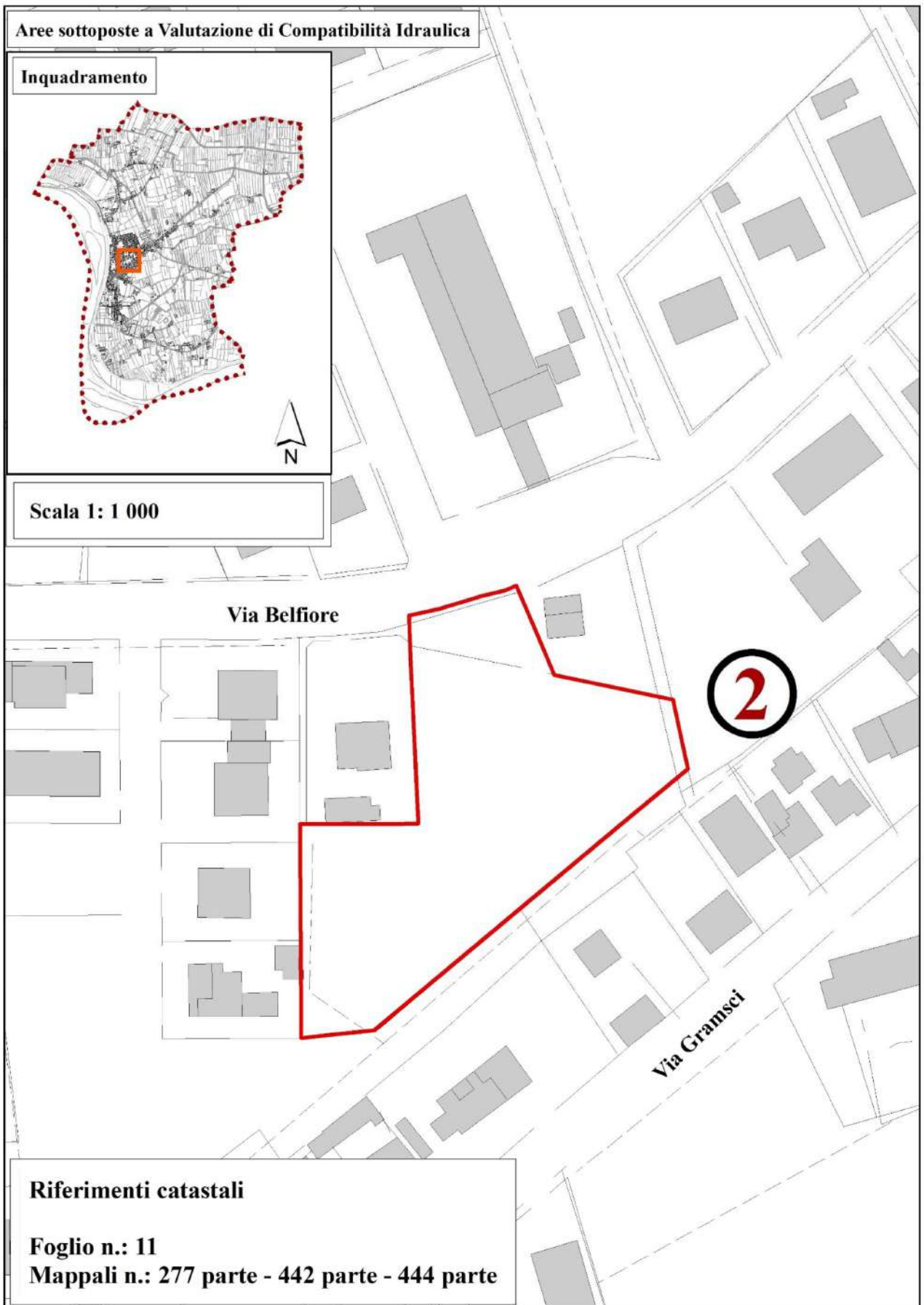
INDIVIDUAZIONE AREE
SOGGETTE A VALUTAZIONI
DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

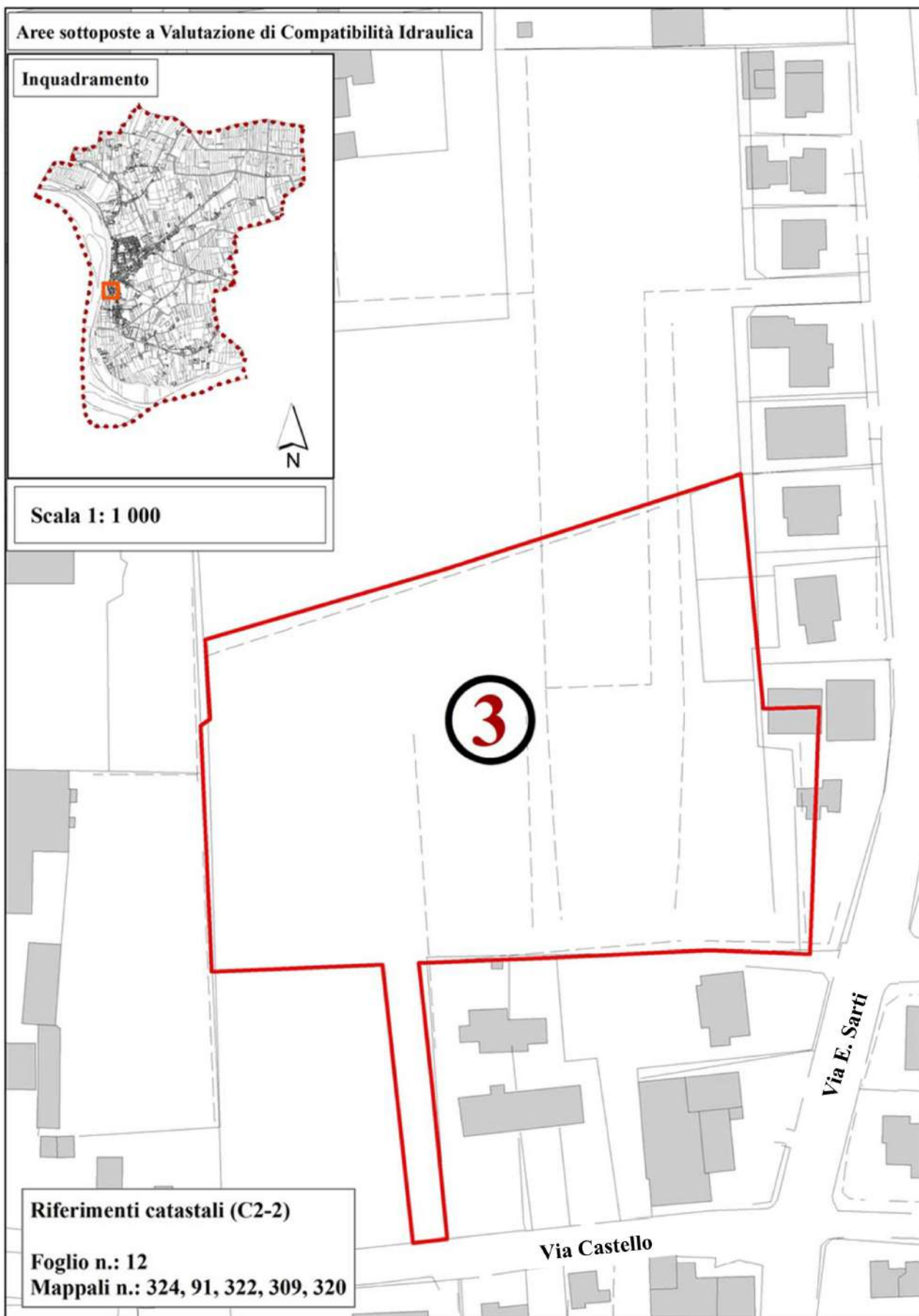
Aree sottoposte a Valutazione di Compatibilità Idraulica: inquadramento



DETTAGLI







Aree sottoposte a Valutazione di Compatibilità Idraulica

Inquadramento



Scala 1: 1 000

4

Riferimenti catastali (D1-5)

Foglio n.: 7
Mappali n.: 83, 173, 561, 562, 848,
849, 906, 907, 908, 909, 910, 911

Aree sottoposte a Valutazione di Compatibilità Idraulica

Inquadramento



Scala 1: 1 000

5

Riferimenti catastali (D2)

Foglio n.: 7

Mappali n.: 852 parte, 853 parte, 850, 851, 847

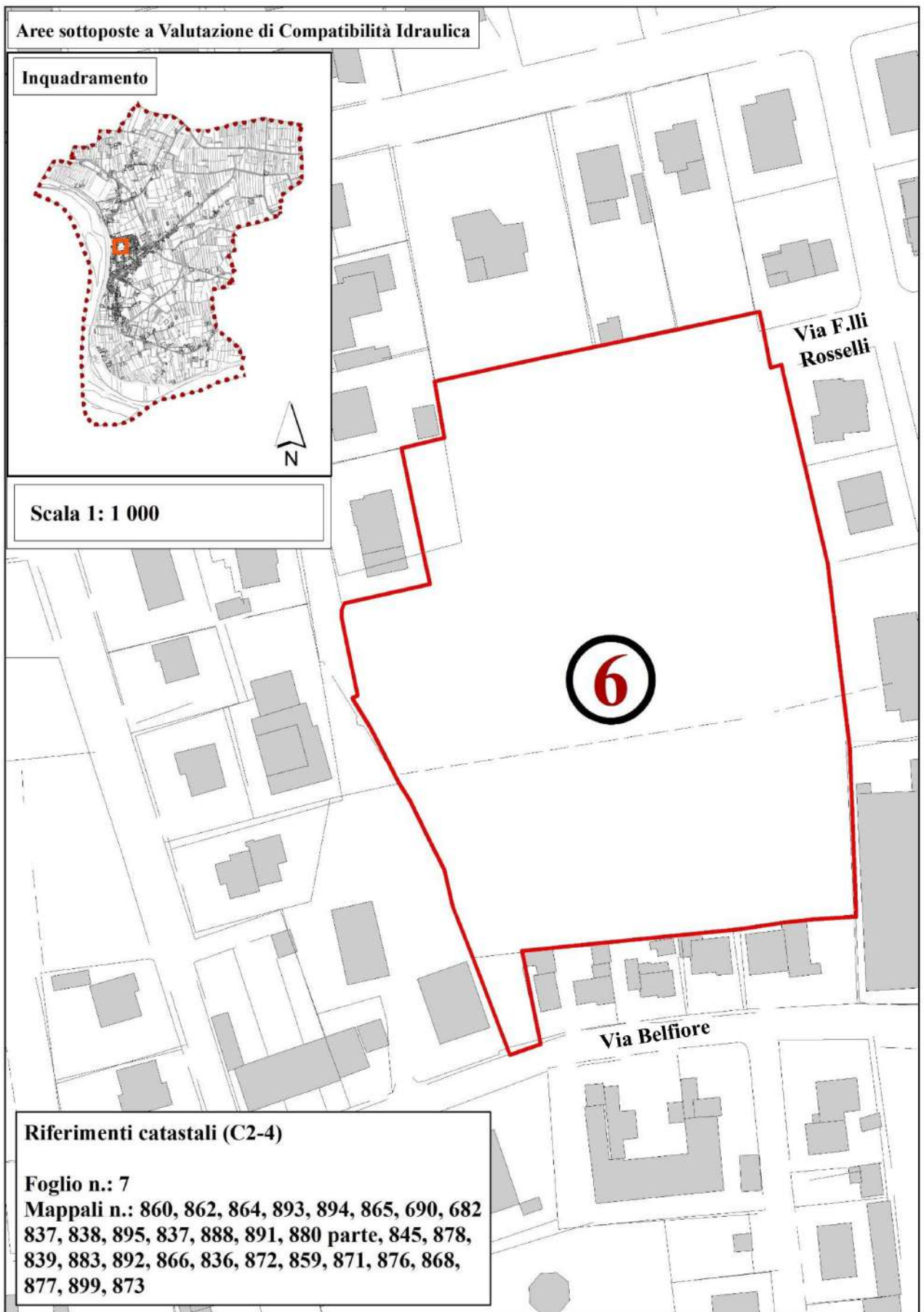
SR 6 Eridania

Aree sottoposte a Valutazione di Compatibilità Idraulica

Inquadramento



Scala 1: 1 000



Riferimenti catastali (C2-4)

Foglio n.: 7

Mappali n.: 860, 862, 864, 893, 894, 865, 690, 682, 837, 838, 895, 837, 888, 891, 880 parte, 845, 878, 839, 883, 892, 866, 836, 872, 859, 871, 876, 868, 877, 899, 873

Aree sottoposte a Valutazione di Compatibilità Idraulica

Inquadramento



Scala 1: 1 000

7

Riferimenti catastali (D5-10)

Foglio n.: 5

Mappali n.: 31 parte, 345 parte, 349 parte, 114 parte

APPENDICE 2

SCHEDE RIPARTIZIONI SUPERFICI

ELABORAZIONI

SCHEDA AREA

1

PIANO INTERVENTI - COMUNE DI FICAROLO (RO)
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

AREA RESIDENZIALE

C2-1, circonvallazione Giglioli

SUPERFICIE TERRITORIALE:	(m ²)	3.048,00		indice permeabilità	coeff. DEFLUSSO
superfici coperte (impermeabili):	(m ²)	1.219,00	39,99%	0,0	0,90
verde pubblico (permeabile):	(m ²)	100,00	3,28%	1,0	0,20
strade e marciapiedi (impermeabili):	(m ²)	457,00	14,99%	0,0	0,90
parcheggi (semipermeabili):	(m ²)	100,00	3,28%	0,5	0,60
restante superf. verde (permeabile):	(m ²)	1.172,00	38,45%	1,0	0,20
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
TOTALE:	3.048,00		100,00%		Ψ = 0,598

SUPERFICIE PERMEABILE TOTALE:	(m ²)	1.322,00	43,37%
SUPERF.IMPERMEABILE TOTALE:	(m ²)	1.726,00	56,63%
TOTALE:	3.048,00		100,00%

aliquota aree impermeabili: **I_m = 0,566** coeff. DEFLUSSO

funzione di TR (Autori vari 1997)

permeabile	0,25
impermeabile	0,85

Ψ = 0,590

Wisner et al. 1983

permeabile	0,2
impermeabile	0,9

Ψ = 0,596

Di Fidio 1999

permeabile	0
impermeabile	0,8

Ψ = 0,453

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

SCHEDA AREA

2

PIANO INTERVENTI - COMUNE DI FICAROLO (RO)
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

AREA RESIDENZIALE

C2-3, via Belfiore

SUPERFICIE TERRITORIALE:	(m ²)	4.333,00		indice permeabilità	coeff. DEFLUSSO
superfici coperte (impermeabili):	(m ²)	1.733,00	40,00%	0,0	0,90
verde pubblico (permeabile):	(m ²)	145,00	3,35%	1,0	0,20
strade e marciapiedi (impermeabili):	(m ²)	650,00	15,00%	0,0	0,90
parcheggi (semipermeabili):	(m ²)	145,00	3,35%	0,5	0,60
restante superf. verde (permeabile):	(m ²)	1.660,00	38,31%	1,0	0,20
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
TOTALE:	4.333,00		100,00%		Ψ = 0,598

SUPERFICIE PERMEABILE TOTALE:	(m ²)	1.877,50	43,33%
SUPERF.IMPERMEABILE TOTALE:	(m ²)	2.455,50	56,67%
TOTALE:	4.333,00		100,00%

aliquota aree impermeabili: **I_m = 0,567** coeff. DEFLUSSO

permeabile 0,25
impermeabile 0,85
funzione di TR (Autori vari 1997) **Ψ = 0,590**

permeabile 0,2
impermeabile 0,9
Wisner et al. 1983 **Ψ = 0,597**

permeabile 0
impermeabile 0,8
Di Fidio 1999 **Ψ = 0,453**

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

SCHEDA AREA

6

PIANO INTERVENTI - COMUNE DI FICAROLO (RO)
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

AREA RESIDENZIALE

C2/4

SUPERFICIE TERRITORIALE:	(m ²)	15.263,00		indice permeabilità	coeff. DEFLUSSO
superfici coperte (impermeabili):	(m ²)	6.105,00	40,00%	0,0	0,90
verde pubblico (permeabile):	(m ²)	456,00	2,99%	1,0	0,20
strade e marciapiedi (impermeabili):	(m ²)	2.289,00	15,00%	0,0	0,90
parcheggi (semipermeabili):	(m ²)	456,00	2,99%	0,5	0,60
restante superf. verde (permeabile):	(m ²)	5.957,00	39,03%	1,0	0,20
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
	(m ²)	-	-	-	-
TOTALE:	15.263,00		100,00%		Ψ = 0,597

SUPERFICIE PERMEABILE TOTALE:	(m ²)	6.641,00	43,51%
SUPERF.IMPERMEABILE TOTALE:	(m ²)	8.622,00	56,49%
TOTALE:	15.263,00		100,00%

aliquota aree impermeabili: **I_m = 0,565** coeff. DEFLUSSO

funzione di TR (Autori vari 1997)

permeabile	0,25
impermeabile	0,85

Ψ = 0,589

Wisner et al. 1983

permeabile	0,2
impermeabile	0,9

Ψ = 0,595

Di Fidio 1999

permeabile	0
impermeabile	0,8

Ψ = 0,452

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

APPENDICE 3

DEFLUSSI E LAMINAZIONI

METODO CINEMATICO CLASSICO

Riferimento analisi regionalizzata precipitazioni
curve segnalatrici a 3 parametri
Z.T.O. Padana – Consorzio di Bonifica Adige Po

ELABORAZIONI

Area 1 (residenziale)

(A = 3.048 m²)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):

$V_{\min} = 152,0 \text{ m}^3$ (499 m³/ha)

Portata afflusso massima (TR = 50 anni):

$Q_{\max} = 86,0 \text{ litri/s}$

Portata in uscita (5 litri/s):

$Q_u = 1,52 \text{ litri/s}$

Area 2 (residenziale)

(A = 4.333 m²)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):

$V_{\min} = 216,0 \text{ m}^3$ (499 m³/ha)

Portata afflusso massima (TR = 50 anni):

$Q_{\max} = 119,6 \text{ litri/s}$

Portata in uscita (5 litri/s):

$Q_u = 2,17 \text{ litri/s}$

Area 3 (residenziale)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):
Portata afflusso massima (TR = 50 anni):
Portata in uscita (5 litri/s):

$$(A = 12.134 \text{ m}^2)$$

$$V_{\min} = 603,0 \text{ m}^3 \quad (497 \text{ m}^3/\text{ha})$$
$$Q_{\max} = 307,2 \text{ litri/s}$$
$$Q_u = 6,07 \text{ litri/s}$$

Area 4 (produttiva)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):
Portata afflusso massima (TR = 50 anni):
Portata in uscita (5 litri/s):

$$(A = 30.966 \text{ m}^2)$$

$$V_{\min} = 1608,7 \text{ m}^3 \quad (520 \text{ m}^3/\text{ha})$$
$$Q_{\max} = 724,0 \text{ litri/s}$$
$$Q_u = 15,48 \text{ litri/s}$$

Area 5 (produttiva)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):
Portata afflusso massima (TR = 50 anni):
Portata in uscita (5 litri/s):

$$(A = 13.891 \text{ m}^2)$$

$$V_{\min} = 723,0 \text{ m}^3 \quad (521 \text{ m}^3/\text{ha})$$
$$Q_{\max} = 360,2 \text{ litri/s}$$
$$Q_u = 6,95 \text{ litri/s}$$

Area 6 (residenziale)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):
Portata afflusso massima (TR = 50 anni):
Portata in uscita (5 litri/s):

$$(A = 15.263 \text{ m}^2)$$

$$V_{\min} = 758,2 \text{ m}^3 \quad (497 \text{ m}^3/\text{ha})$$
$$Q_{\max} = 377,1 \text{ litri/s}$$
$$Q_u = 7,63 \text{ litri/s}$$

Area 7 (produttiva)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):
Portata afflusso massima (TR = 50 anni):
Portata in uscita (5 litri/s):

$$(A = 9.163 \text{ m}^2)$$

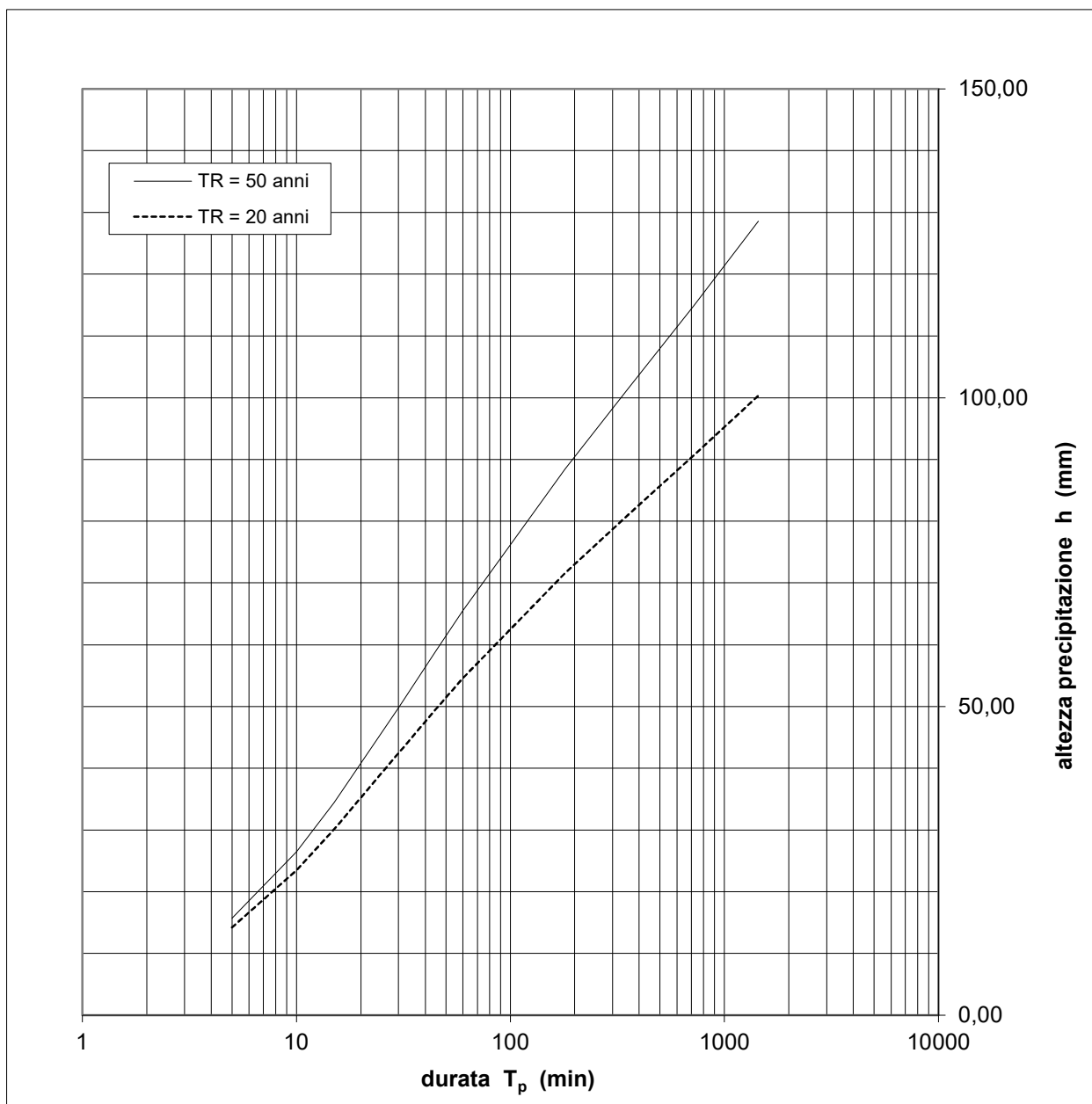
$$V_{\min} = 477,2 \text{ m}^3 \quad (521 \text{ m}^3/\text{ha})$$
$$Q_{\max} = 247,6 \text{ litri/s}$$
$$Q_u = 4,58 \text{ litri/s}$$

LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

Z.T.O. PADANA

	a	b	c	
TR = 50 anni	44,6	17,4	0,853	$h = a T_p / (T_p + b)^c$
TR = 20 anni	38,5	15,2	0,867	h (mm) T _p (min)



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

Piano Interventi - FICAROLO (RO)

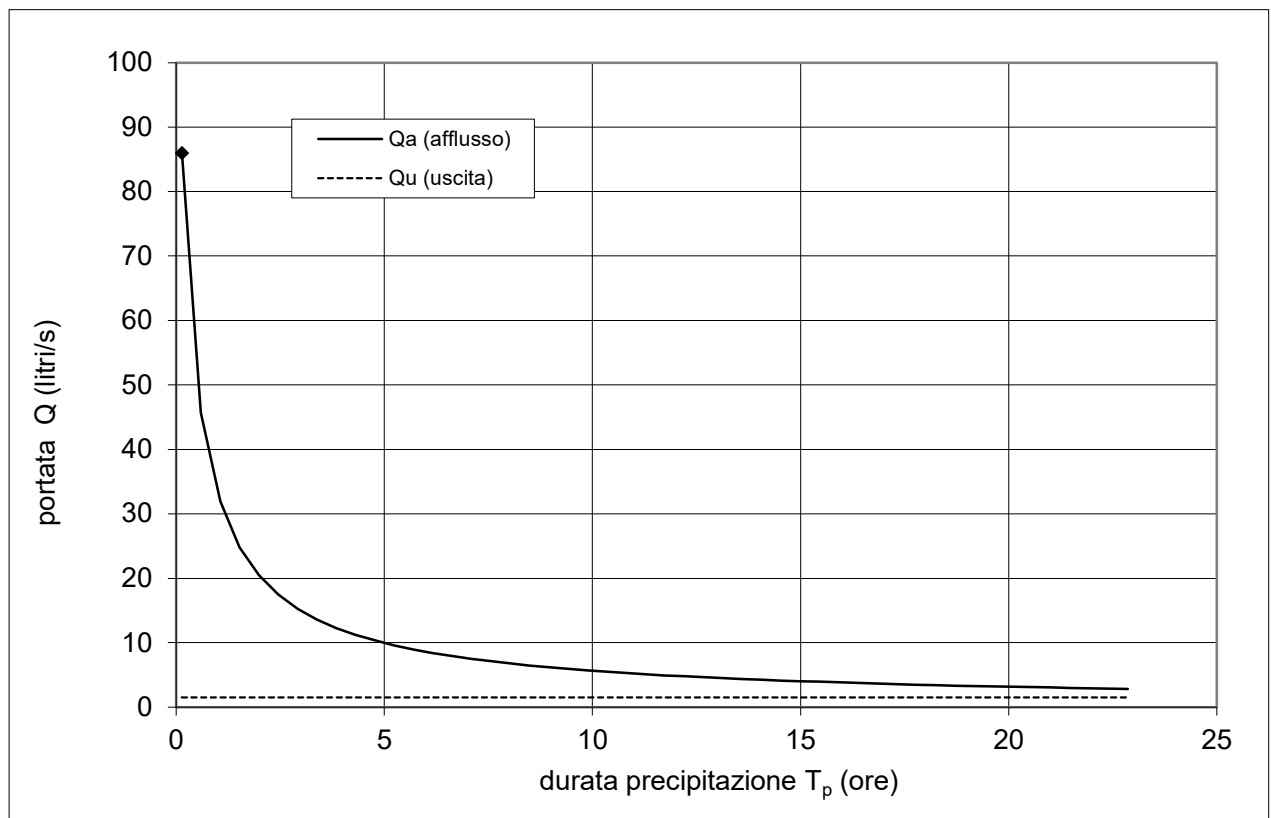
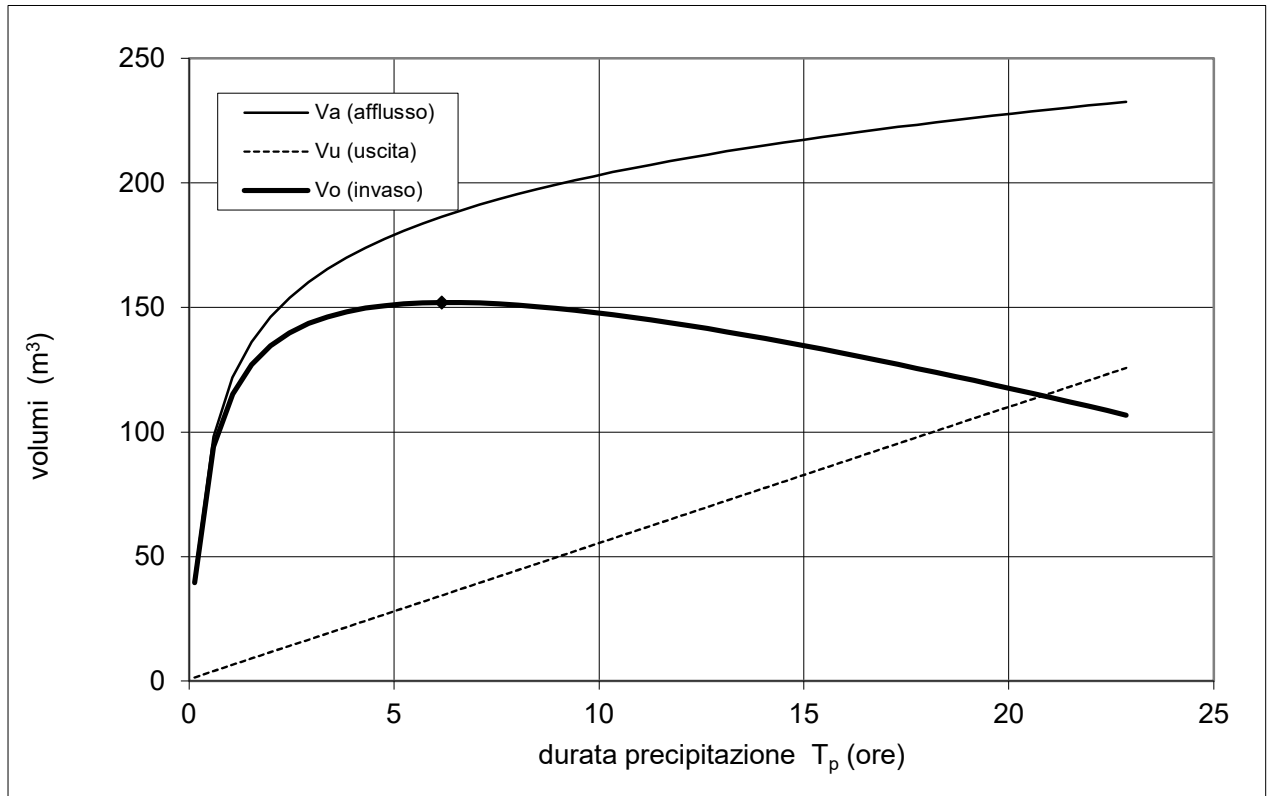
area RESIDENZIALE

1

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 152,0$

$T_p (ore) = 6,163$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

Piano Interventi - FICAROLO (RO)

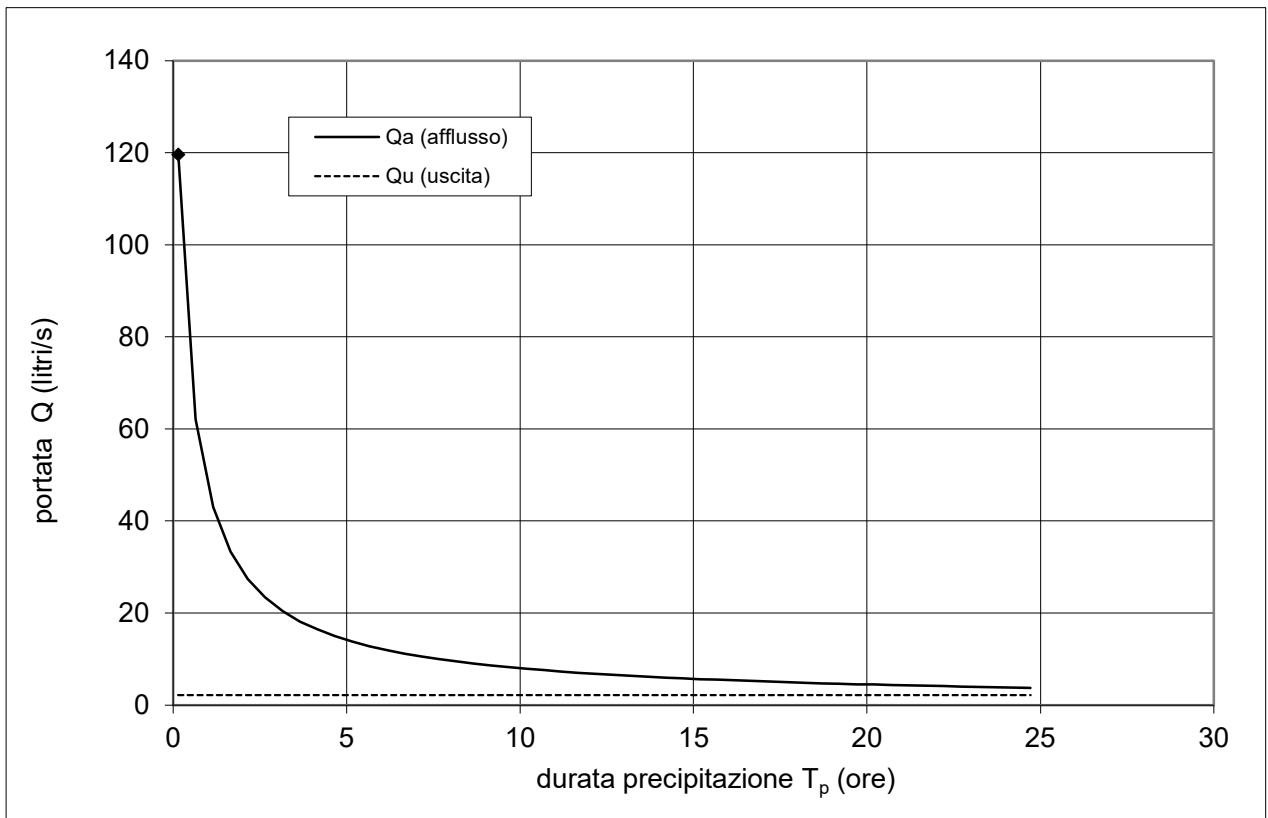
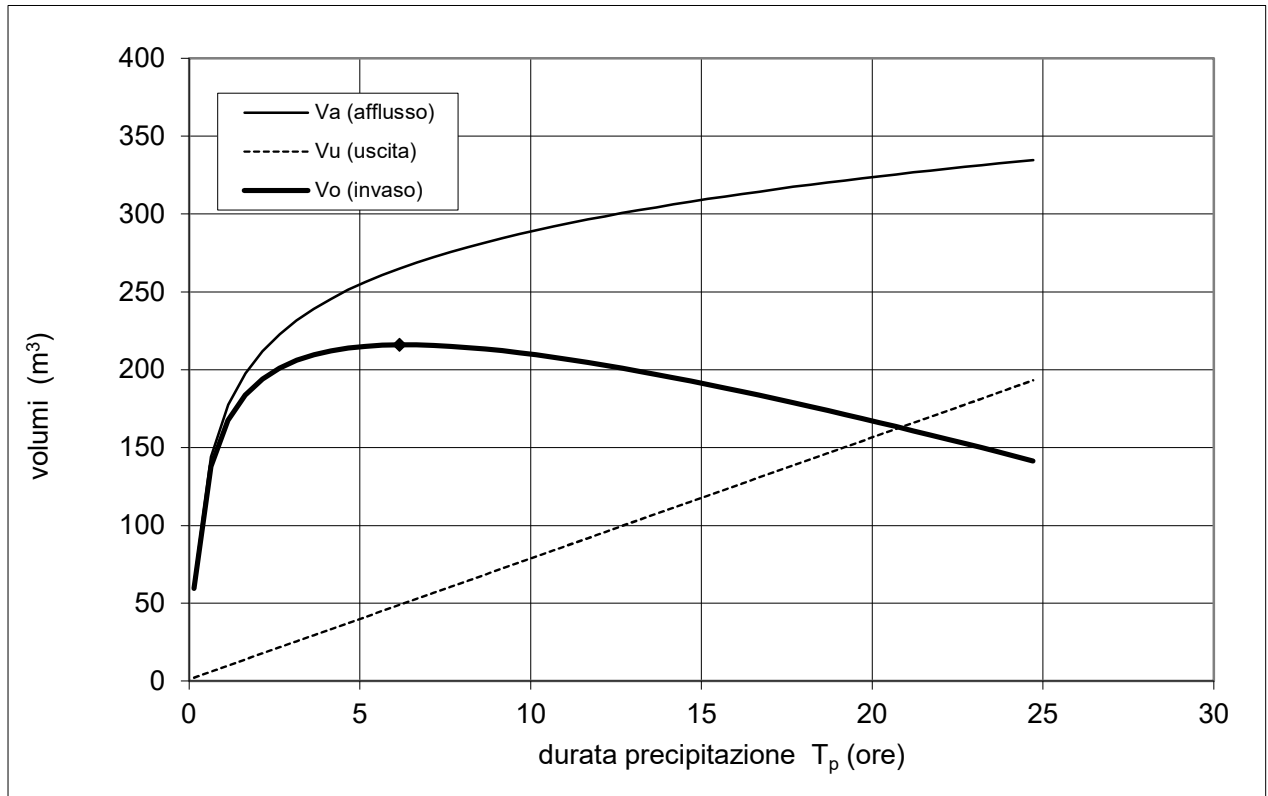
area RESIDENZIALE

2

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 216,0$

$T_p (ore) = 6,160$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

Piano Interventi - FICAROLO (RO) area RESIDENZIALE

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

Z.T.O. PADANA

	a	b	c	
TR = 50 anni	44,6	17,4	0,853	$h = a T_p / (T_p + b)^c$
TR = 20 anni	38,5	15,2	0,867	h (mm) T_p (min)

superficie bacino: **A (ha) = 1,2134** **A (m²) = 12.134**

1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

pendenza media:	i (-) =	-
percorso max:	L_{max} (m) =	-
	velocità media:	V (m/s) = -
		nella rete
tempo di accesso alla rete:	t_a (min) =	-
valutazione tempo corrivazione:		
metodo del percorso:	t_c (min) =	-
	tempo corrivazione assunto:	t_c (min) = 50,0
Ventura (1):	t_c (min) =	50,0
		t_c (ore) = 0,833
Ventura (2):	t_c (min) =	-
Ferro:	t_c (min) =	-
	coefficiente di deflusso:	Ψ = 0,100

	altezza precipitazioni h (t_c) [mm]	coefficiente udometrico u_1 [litri/s ha]	portata massima Q_{1max} [litri/s]
TR = 50 anni	61,4	20,48	24,9
TR = 20 anni	51,5	17,15	20,8

2 - Situazione URBANIZZATA:

percorso max:	L_{max} (m) =	265,0	velocità media:	V (m/s) =	0,7
					nella rete
tempo di accesso alla rete:	t_a (min) =	5			
valutazione tempo corrivazione:					
	t_c (min) =	11,3	tempo corrivazione assunto:	t_c (min) =	11,3
				t_c (ore) =	0,189
coefficiente di deflusso medio:		Ψ = 0,597			

	altezza precipitaz. h (t_c) [mm]	coeff. udometrico u_2 [litri/s ha]	portata massima Q_{2max} [litri/s]	u_2 / u_1
TR = 50 anni	28,8	253,2	307,2	12,36
TR = 20 anni	25,4	223,5	271,1	13,03

scelta valori	TR = 50 anni	Q_u (litri/s) = 6,067	u (litri/s ha) =	5,0
portata in uscita:	TR = 20 anni	Q_u (litri/s) = 6,067	u (litri/s ha) =	5,0

volume INVASO necessario:	TR = 50 anni	V_o (m³) = 603,0	497 m ³ /ha
	TR = 20 anni	V_o (m ³) = 458,3	378 m ³ /ha

volume AFFLUENTE (60 primi):	TR = 50 anni	V_{a60} (m ³) = 474,6	391 m ³ /ha
	TR = 20 anni	V_{a60} (m ³) = 395,3	326 m ³ /ha

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

Piano Interventi - FICAROLO (RO)

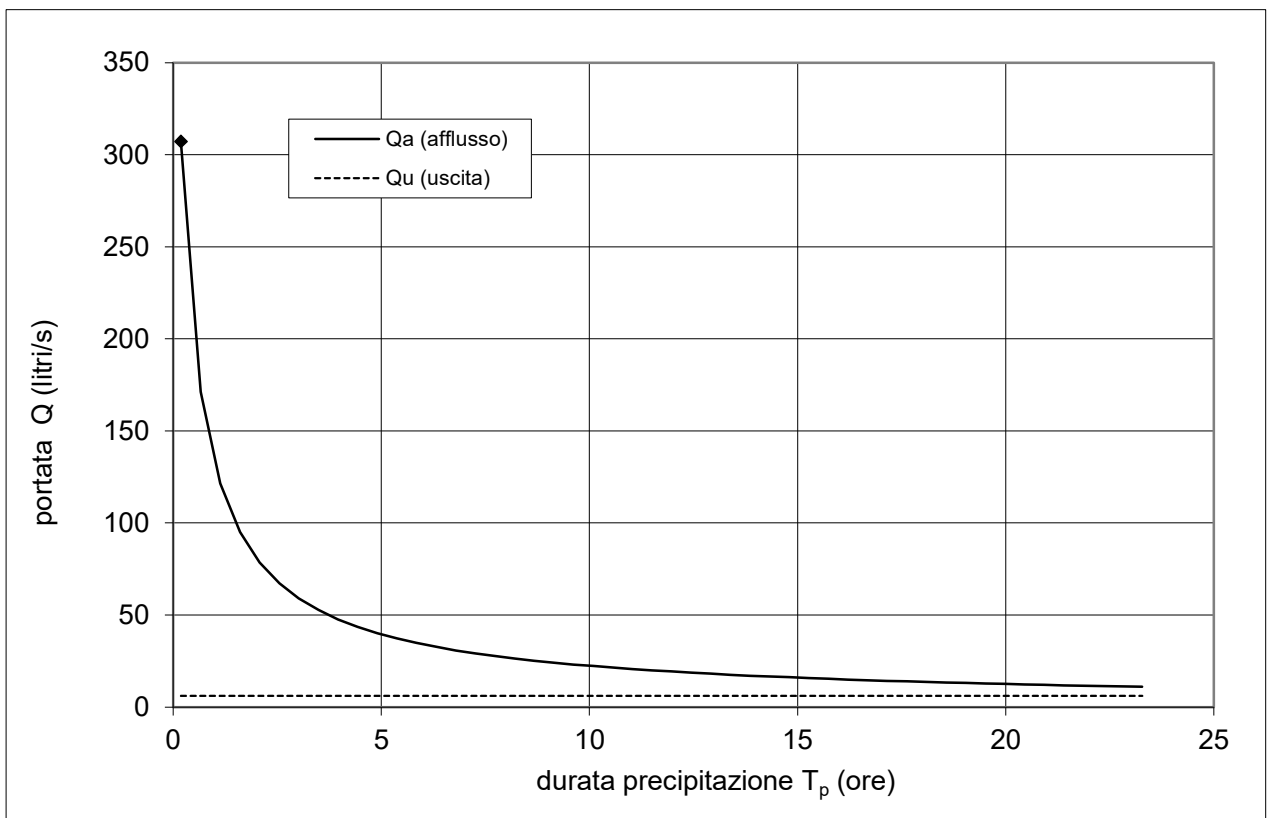
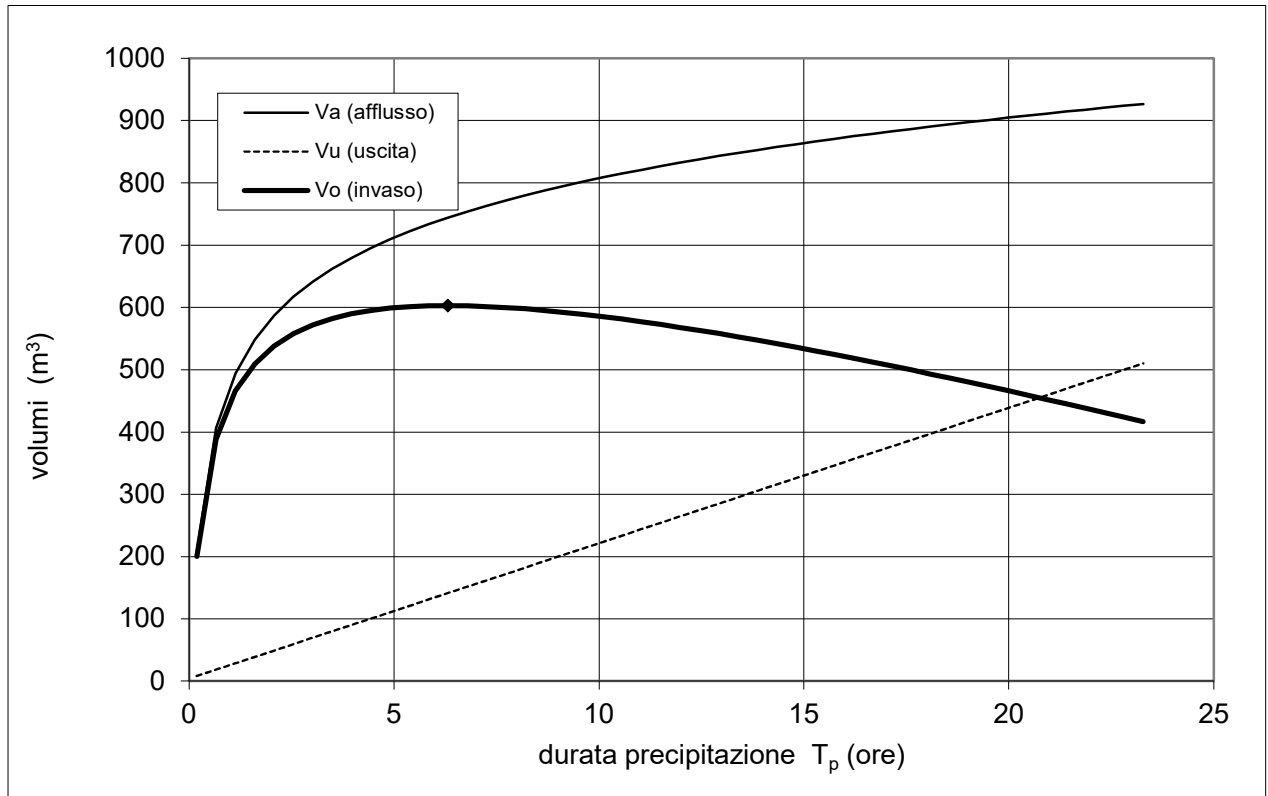
area RESIDENZIALE

3

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 603,0$

$T_p (ore) = 6,315$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

Piano Interventi - FICAROLO (RO) area PRODUTTIVA

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

Z.T.O. PADANA

	a	b	c	
TR = 50 anni	44,6	17,4	0,853	$h = a T_p / (T_p + b)^c$
TR = 20 anni	38,5	15,2	0,867	h (mm) T_p (min)

superficie bacino: **A (ha) = 3,0966** **A (m²) = 30.966**

1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

pendenza media:	i (-) =	-
percorso max:	L_{max} (m) =	-
	velocità media:	V (m/s) = -
		nella rete
tempo di accesso alla rete:	t_a (min) =	-
valutazione tempo corrivazione:		
metodo del percorso:	t_c (min) =	-
	tempo corrivazione assunto:	t_c (min) = 79,8
Ventura (1):	t_c (min) =	79,8
		t_c (ore) = 1,330
Ventura (2):	t_c (min) =	-
Ferro:	t_c (min) =	-
	coefficiente di deflusso:	Ψ = 0,100

	altezza precipitazioni h (t_c) [mm]	coefficiente udometrico u_1 [litri/s ha]	portata massima Q_{1max} [litri/s]
TR = 50 anni	71,8	14,99	46,4
TR = 20 anni	59,3	12,38	38,3

2 - Situazione URBANIZZATA:

percorso max:	L_{max} (m) =	443,0	velocità media:	V (m/s) =	0,7
					nella rete
tempo di accesso alla rete:	t_a (min) =	5			
valutazione tempo corrivazione:					
	t_c (min) =	15,5	tempo corrivazione assunto:	t_c (min) =	15,5
				t_c (ore) =	0,259
coefficiente di deflusso medio:		Ψ = 0,620			

	altezza precipitaz. h (t_c) [mm]	coeff. udometrico u_2 [litri/s ha]	portata massima Q_{2max} [litri/s]	u_2 / u_1
TR = 50 anni	35,2	233,8	724,0	15,60
TR = 20 anni	30,7	204,1	631,9	16,49

scelta valori	TR = 50 anni	Q_u (litri/s) = 15,483	u (litri/s ha) =	5,0
portata in uscita:	TR = 20 anni	Q_u (litri/s) = 15,483	u (litri/s ha) =	5,0

volume INVASO necessario:	TR = 50 anni	V_o (m³) = 1608,7	520 m³/ha
	TR = 20 anni	V_o (m ³) = 1221,8	395 m ³ /ha

volume AFFLUENTE (60 primi):	TR = 50 anni	V_{a60} (m ³) = 1258,0	406 m ³ /ha
	TR = 20 anni	V_{a60} (m ³) = 1047,6	338 m ³ /ha

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

Piano Interventi - FICAROLO (RO)

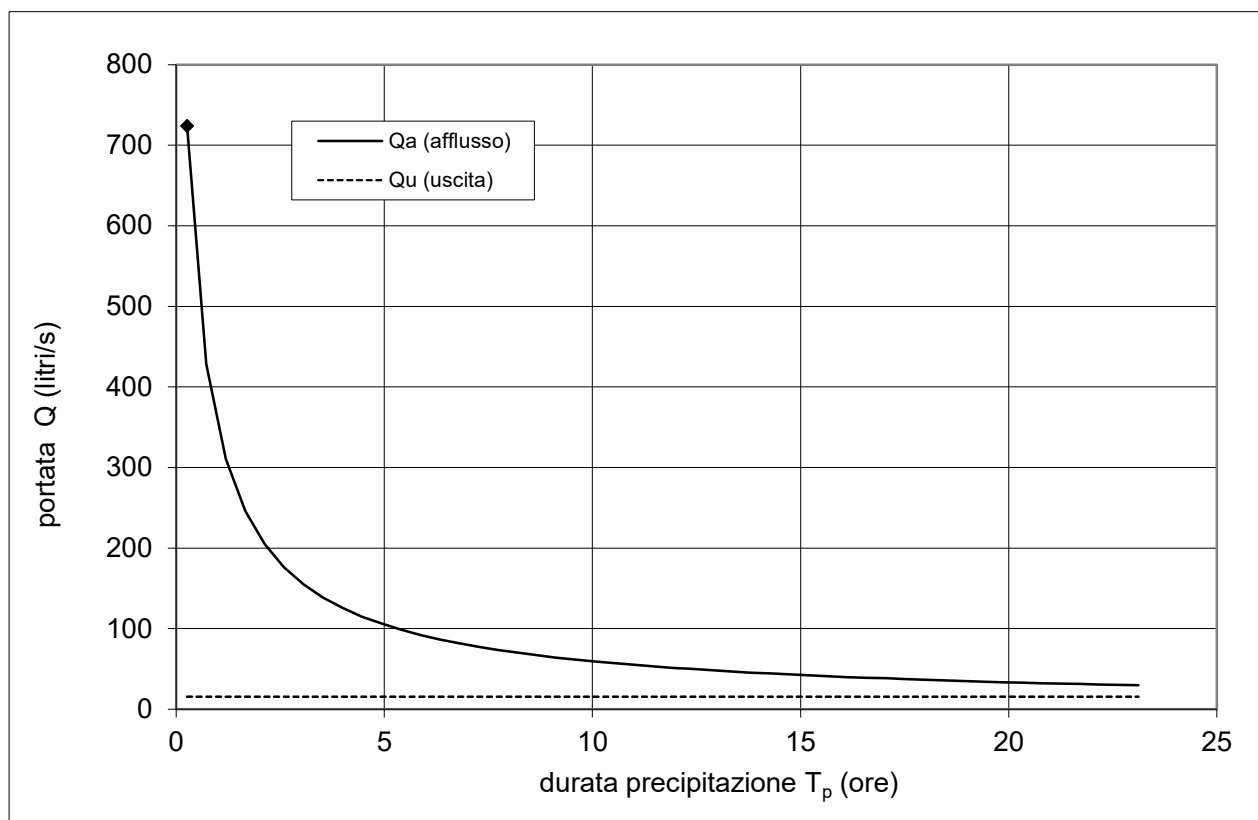
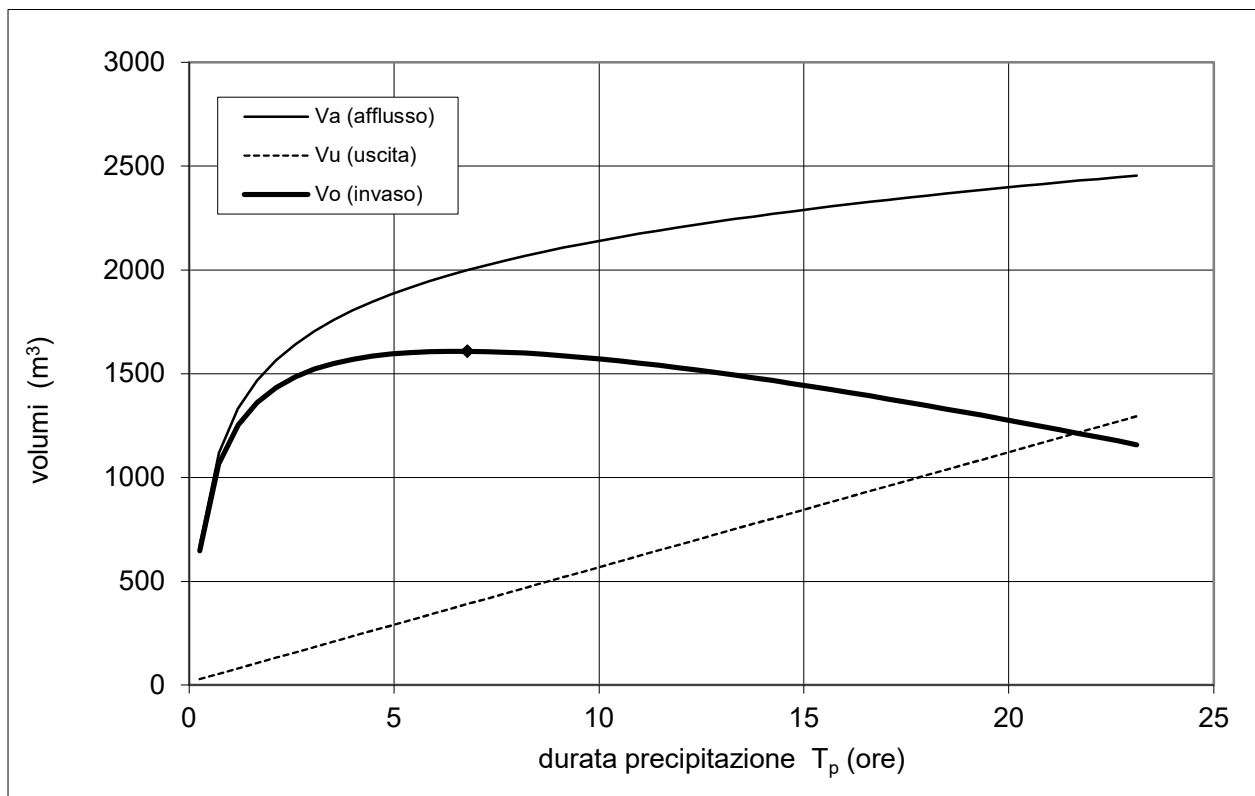
area PRODUTTIVA

4

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 1608,7$

$T_p (ore) = 6,789$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

Piano Interventi - FICAROLO (RO) area PRODUTTIVA

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

Z.T.O. PADANA

	a	b	c	
TR = 50 anni	44,6	17,4	0,853	$h = a T_p / (T_p + b)^c$
TR = 20 anni	38,5	15,2	0,867	h (mm) T_p (min)

superficie bacino: **A (ha) = 1,3891** **A (m²) = 13.891**

1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

pendenza media:	i (-) =	-
percorso max:	L_{max} (m) =	-
	velocità media:	V (m/s) = -
		nella rete
tempo di accesso alla rete:	t_a (min) =	-
valutazione tempo corrivazione:		
metodo del percorso:	t_c (min) =	-
	tempo corrivazione assunto:	t_c (min) = 53,5
Ventura (1):	t_c (min) =	53,5
		t_c (ore) = 0,892
Ventura (2):	t_c (min) =	-
Ferro:	t_c (min) =	-
	coefficiente di deflusso:	Ψ = 0,100

	altezza precipitazioni h (t_c) [mm]	coefficiente udometrico u_1 [litri/s ha]	portata massima Q_{1max} [litri/s]
TR = 50 anni	63,0	19,61	27,2
TR = 20 anni	52,6	16,39	22,8

2 - Situazione URBANIZZATA:

percorso max:	L_{max} (m) =	285,0	velocità media:	V (m/s) =	0,7
					nella rete
tempo di accesso alla rete:	t_a (min) =	5			
valutazione tempo corrivazione:					
	t_c (min) =	11,8	tempo corrivazione assunto:	t_c (min) =	11,8
				t_c (ore) =	0,196
coefficiente di deflusso medio:		Ψ = 0,620			

	altezza precipitaz. h (t_c) [mm]	coeff. udometrico u_2 [litri/s ha]	portata massima Q_{2max} [litri/s]	u_2 / u_1
TR = 50 anni	29,6	259,3	360,2	13,22
TR = 20 anni	26,1	228,5	317,4	13,94

scelta valori	TR = 50 anni	Q_u (litri/s) = 6,9455	u (litri/s ha) =	5,0
portata in uscita:	TR = 20 anni	Q_u (litri/s) = 6,9455	u (litri/s ha) =	5,0

volume INVASO necessario:	TR = 50 anni	V_o (m³) = 723,0	521 m ³ /ha
	TR = 20 anni	V_o (m ³) = 549,3	395 m ³ /ha

volume AFFLUENTE (60 primi):	TR = 50 anni	V_{a60} (m ³) = 564,3	406 m ³ /ha
	TR = 20 anni	V_{a60} (m ³) = 470,0	338 m ³ /ha

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

Piano Interventi - FICAROLO (RO)

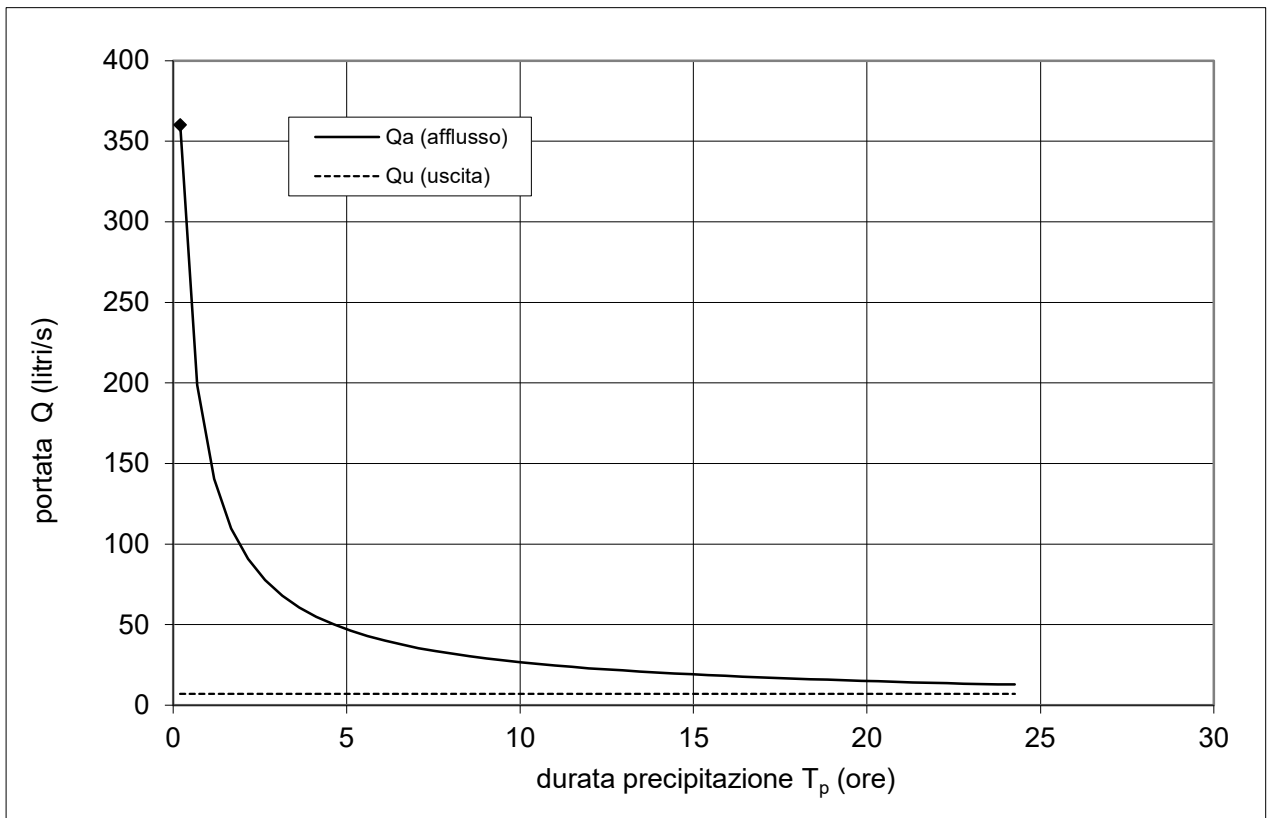
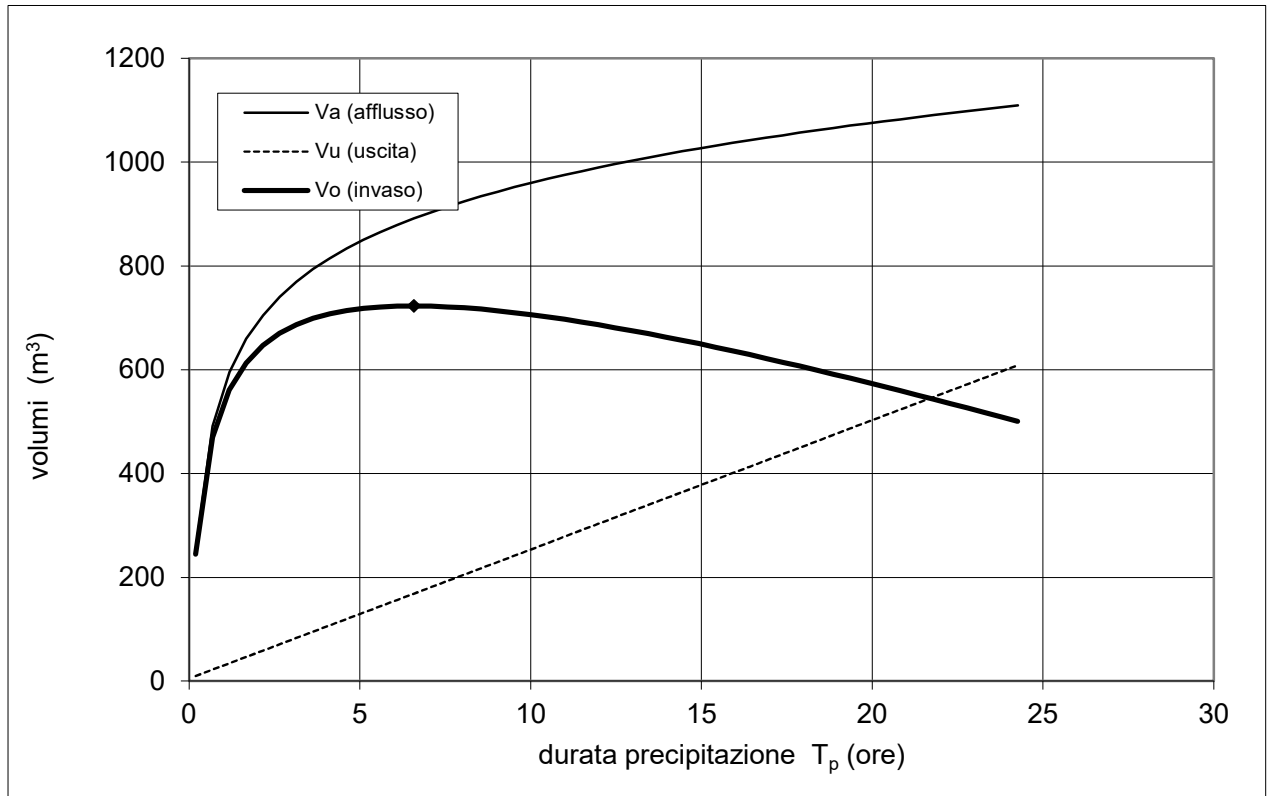
area PRODUTTIVA

5

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 723,0$

$T_p (ore) = 6,581$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

Piano Interventi - FICAROLO (RO)

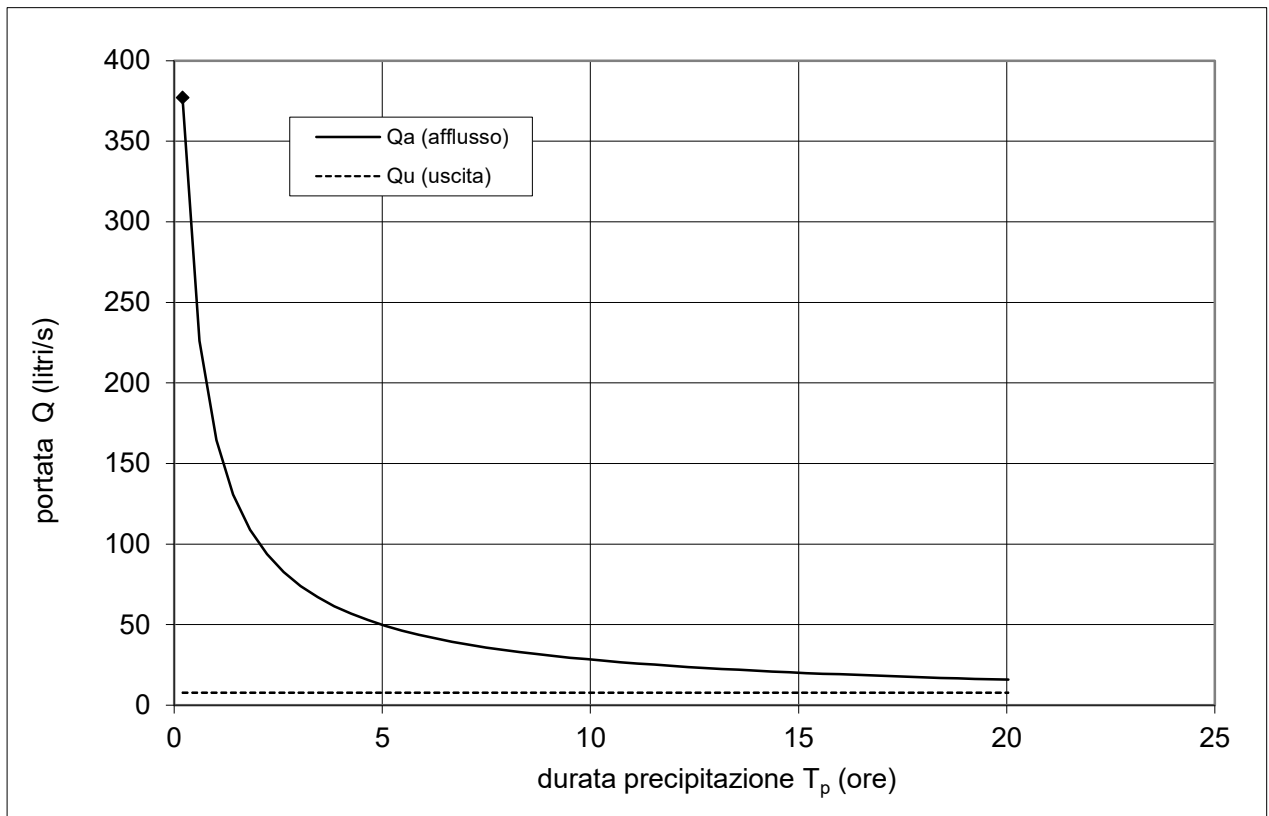
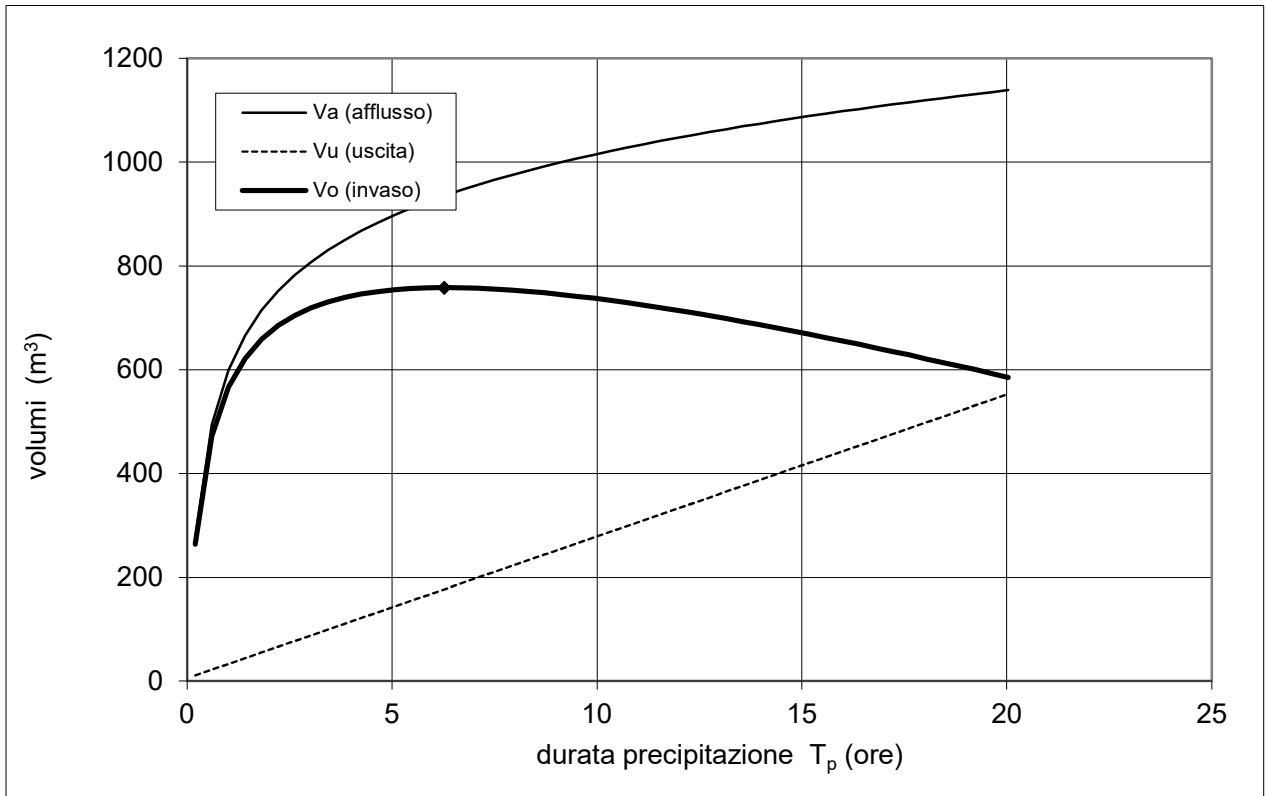
area RESIDENZIALE

6

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 758,2$

$T_p (ore) = 6,274$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

Piano Interventi - FICAROLO (RO)

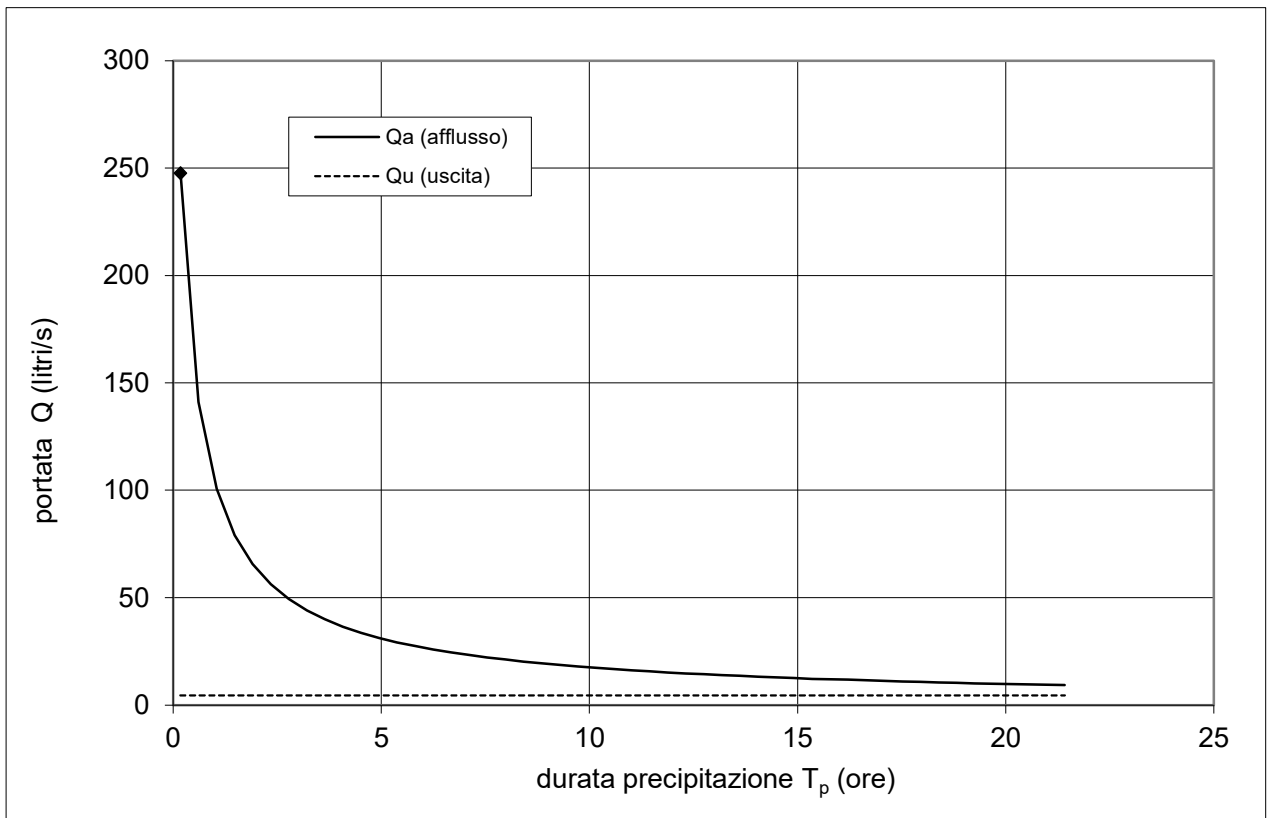
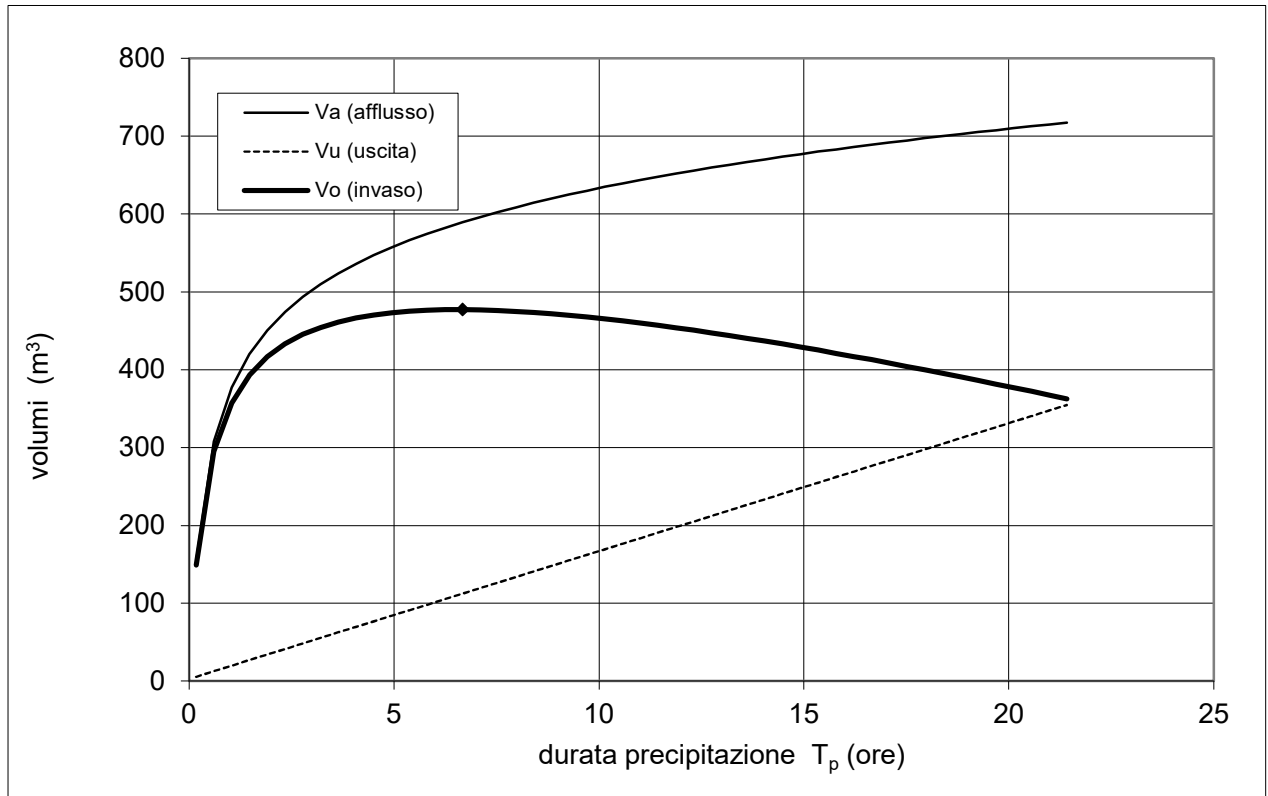
area PRODUTTIVA

7

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 477,2$

$T_p (ore) = 6,677$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

APPENDICE 4

DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI SCARICO

ELABORAZIONI

Area 1 (residenziale) Portata in uscita (5 litri/s):	(A = 3.048 m ²)	Q _u = 1,52 litri/s
Area 2 (residenziale) Portata in uscita (5 litri/s):	(A = 4.333 m ²)	Q _u = 2,17 litri/s
Area 3 (residenziale) Portata in uscita (5 litri/s):	(A = 12.134 m ²)	Q _u = 6,07 litri/s
Area 4 (produttiva) Portata in uscita (5 litri/s):	(A = 30.966 m ²)	Q _u = 15,48 litri/s
Area 5 (produttiva) Portata in uscita (5 litri/s):	(A = 13.891 m ²)	Q _u = 6,95 litri/s
Area 6 (residenziale) Portata in uscita (5 litri/s):	(A = 15.263 m ²)	Q _u = 7,63 litri/s
Area 7 (produttiva) Portata in uscita (5 litri/s):	(A = 9.163 m ²)	Q _u = 4,58 litri/s

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

1

P.I. FICAROLO (RO)

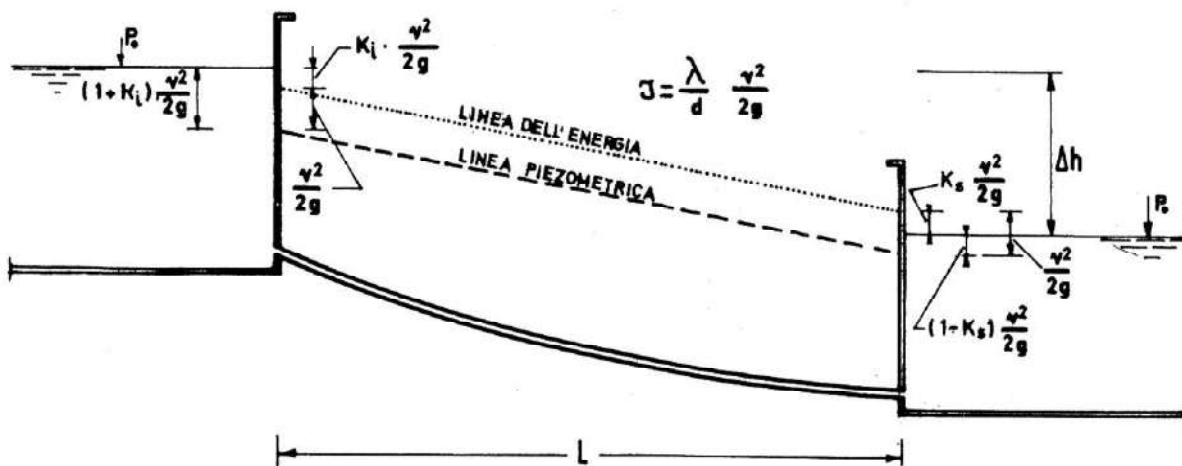
portata in uscita: Q_u (litri/s) = 1,52
 lunghezza tubo di scarico: L (m) = 15
 coeff. Gauckler-Strickler k ($m^{1/3}/s$) = 65

coeff. perdita imbocco: ζ_i = 0,5
 coeff. perdita sbocco: ζ_s = 1
 coeff. perdita curve: ζ_c = 0,15

D (mm)	λ	$\lambda L / D$	α
60	0,0753185	18,83	20,48
70	0,0715461	15,33	16,98
80	0,0684314	12,83	14,48
90	0,0657968	10,97	12,62
100	0,0635261	9,53	11,18
110	0,0615396	8,39	10,04
120	0,0597804	7,47	9,12
130	0,0582065	6,72	8,37
140	0,0567862	6,08	7,73
150	0,0554952	5,55	7,20
160	0,0543141	5,09	6,74
170	0,0532275	4,70	6,35
180	0,052223	4,35	6,00

λ = funzione di resistenza

$\alpha = \Sigma \zeta + \lambda L / D$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

1

P.I. FICAROLO (RO)

D (mm)	A (m ²)	V (m/s)	Δh (m)
60	0,002827	0,54	0,30
70	0,003848	0,39	0,14
80	0,005027	0,30	0,07
90	0,006362	0,24	0,04
100	0,007854	0,19	0,02
110	0,009503	0,16	0,01
120	0,011310	0,13	0,01
130	0,013273	0,11	0,01
140	0,015394	0,10	0,00
150	0,017671	0,09	0,00
160	0,020106	0,08	0,00
170	0,022698	0,07	0,00
180	0,025447	0,06	0,00

$$Q_u \text{ (litri/s)} = 1,52$$

$$L \text{ (m)} = 15$$

$$k \text{ (m}^{1/3}\text{/s)} = 65$$

$$\text{imbocco} \quad \zeta_i = 0,5$$

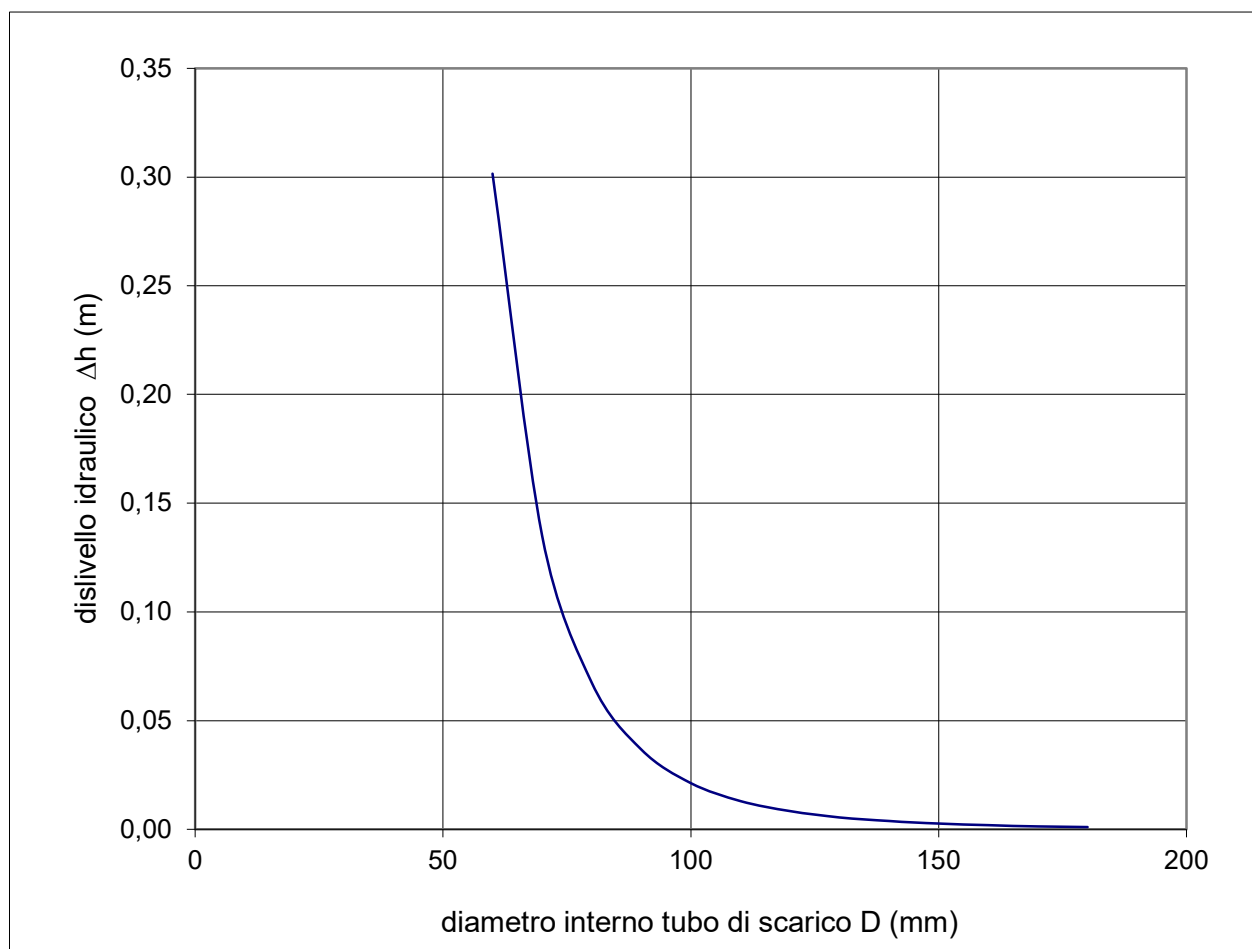
$$\text{sbocco} \quad \zeta_s = 1$$

$$\text{curve} \quad \zeta_c = 0,15$$

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

P.I. FICAROLO (RO)

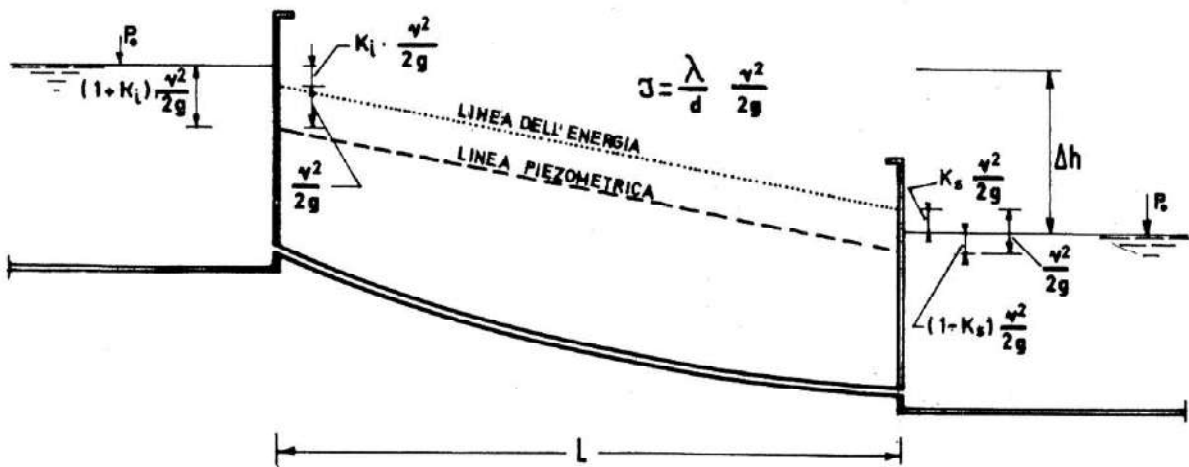
portata in uscita: Q_u (litri/s) = 2,17
 lunghezza tubo di scarico: L (m) = 15
 coeff. Gauckler-Strickler k ($m^{1/3}/s$) = 65

coeff. perdita imbocco: $\zeta_i = 0,5$
 coeff. perdita sbocco: $\zeta_s = 1$
 coeff. perdita curve: $\zeta_c = 0,15$

D (mm)	λ	$\lambda L / D$	α
70	0,0715461	15,33	16,98
80	0,0684314	12,83	14,48
90	0,0657968	10,97	12,62
100	0,0635261	9,53	11,18
110	0,0615396	8,39	10,04
120	0,0597804	7,47	9,12
130	0,0582065	6,72	8,37
140	0,0567862	6,08	7,73
150	0,0554952	5,55	7,20
160	0,0543141	5,09	6,74
170	0,0532275	4,70	6,35
180	0,052223	4,35	6,00
190	0,0512902	4,05	5,70

λ = funzione di resistenza

$\alpha = \Sigma \zeta + \lambda L / D$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

2

P.I. FICAROLO (RO)

D (mm)	A (m ²)	V (m/s)	Δh (m)
70	0,003848	0,56	0,28
80	0,005027	0,43	0,14
90	0,006362	0,34	0,07
100	0,007854	0,28	0,04
110	0,009503	0,23	0,03
120	0,011310	0,19	0,02
130	0,013273	0,16	0,01
140	0,015394	0,14	0,01
150	0,017671	0,12	0,01
160	0,020106	0,11	0,00
170	0,022698	0,10	0,00
180	0,025447	0,09	0,00
190	0,028353	0,08	0,00

$$Q_u \text{ (litri/s)} = 2,17$$

$$L \text{ (m)} = 15$$

$$k \text{ (m}^{1/3}\text{/s)} = 65$$

$$\text{imbocco} \quad \zeta_i = 0,5$$

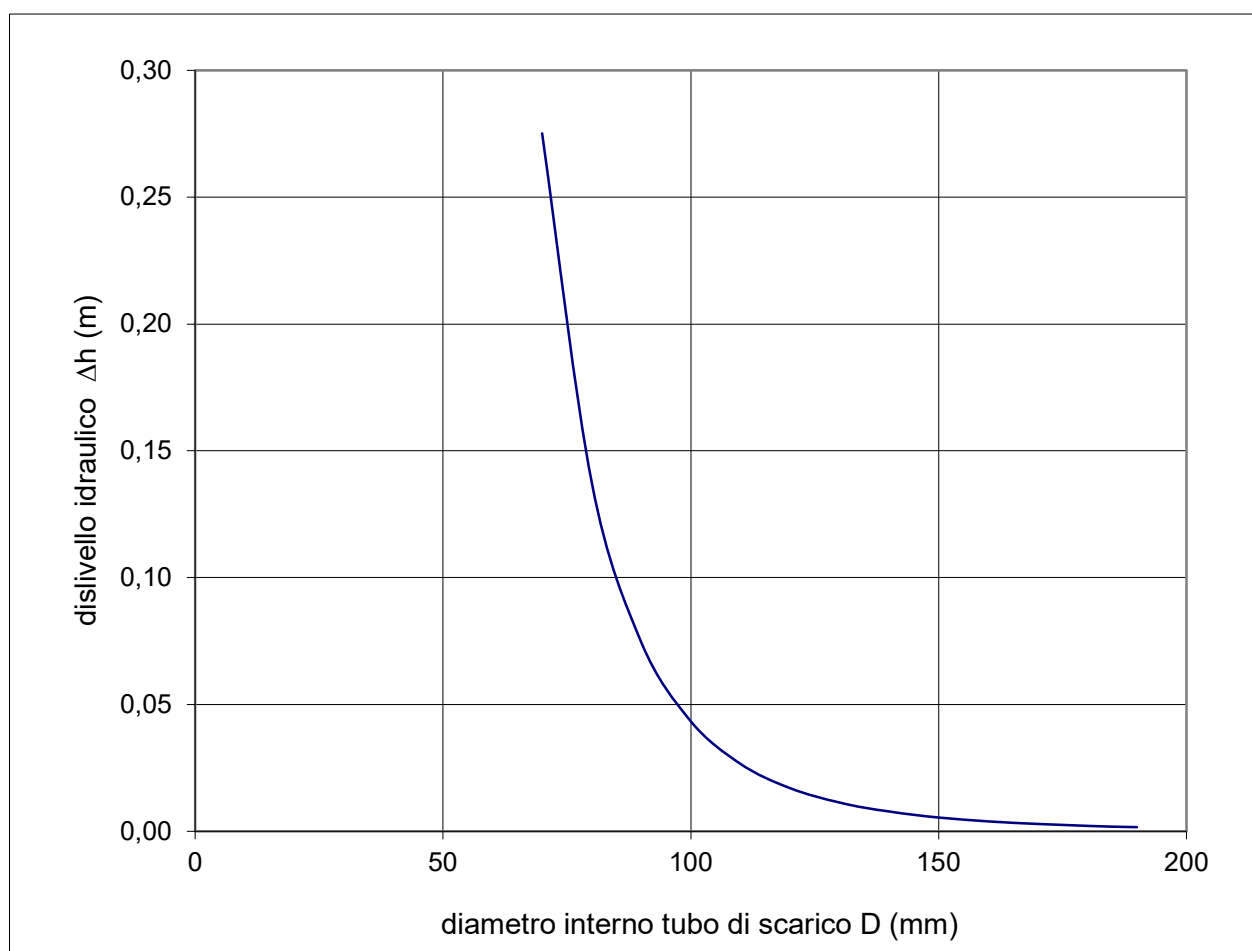
$$\text{sbocco} \quad \zeta_s = 1$$

$$\text{curve} \quad \zeta_c = 0,15$$

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

3

P.I. FICAROLO (RO)

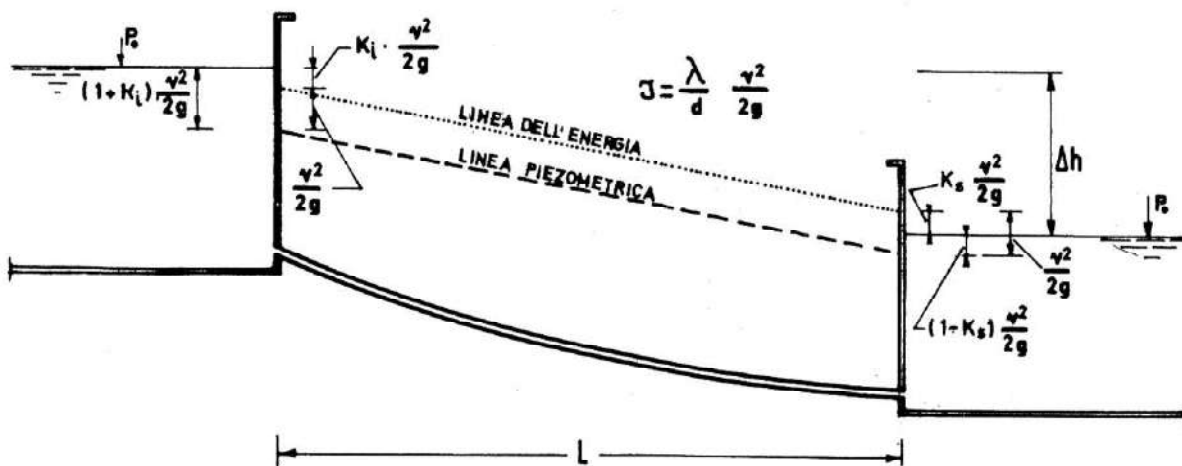
portata in uscita: Q_u (litri/s) = 6,07
 lunghezza tubo di scarico: L (m) = 15
 coeff. Gauckler-Strickler k ($m^{1/3}/s$) = 65

coeff. perdita imbocco: $\zeta_i = 0,5$
 coeff. perdita sbocco: $\zeta_s = 1$
 coeff. perdita curve: $\zeta_c = 0,15$

D (mm)	λ	$\lambda L / D$	α
105	0,0625013	8,93	10,58
115	0,0606345	7,91	9,56
125	0,0589724	7,08	8,73
135	0,0574788	6,39	8,04
145	0,0561259	5,81	7,46
155	0,0548919	5,31	6,96
165	0,0537598	4,89	6,54
175	0,0527157	4,52	6,17
185	0,0517482	4,20	5,85
195	0,050848	3,91	5,56
205	0,0500074	3,66	5,31
215	0,0492198	3,43	5,08
225	0,0484795	3,23	4,88

λ = funzione di resistenza

$\alpha = \Sigma \zeta + \lambda L / D$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

3

P.I. FICAROLO (RO)

D (mm)	A (m ²)	V (m/s)	Δh (m)
105	0,008659	0,70	0,26
115	0,010387	0,58	0,17
125	0,012272	0,49	0,11
135	0,014314	0,42	0,07
145	0,016513	0,37	0,05
155	0,018869	0,32	0,04
165	0,021382	0,28	0,03
175	0,024053	0,25	0,02
185	0,026880	0,23	0,02
195	0,029865	0,20	0,01
205	0,033006	0,18	0,01
215	0,036305	0,17	0,01
225	0,039761	0,15	0,01

$$Q_u \text{ (litri/s)} = 6,07$$

$$L \text{ (m)} = 15$$

$$k \text{ (m}^{1/3}\text{/s)} = 65$$

$$\text{imbocco} \quad \zeta_i = 0,5$$

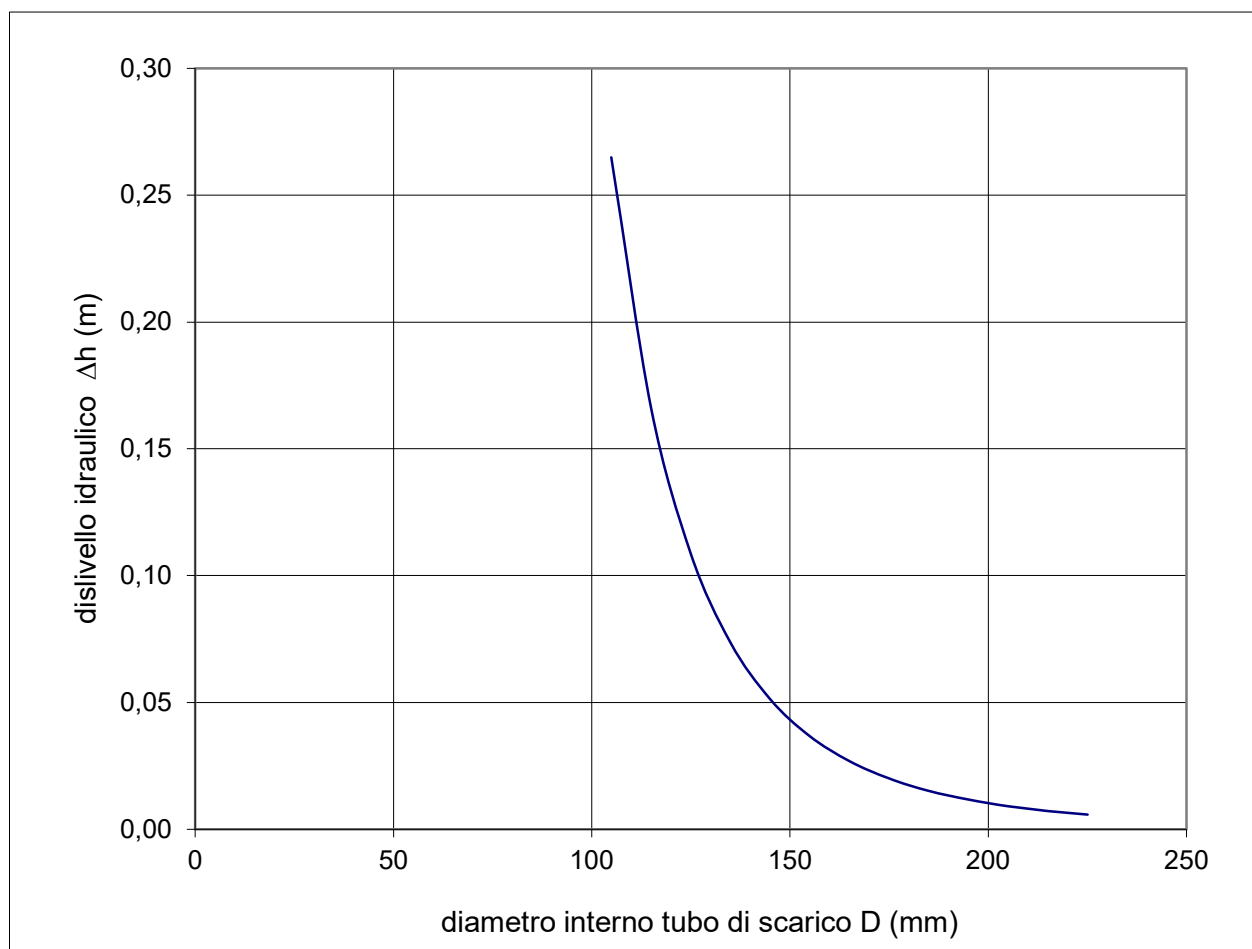
$$\text{sbocco} \quad \zeta_s = 1$$

$$\text{curve} \quad \zeta_c = 0,15$$

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

4

P.I. FICAROLO (RO)

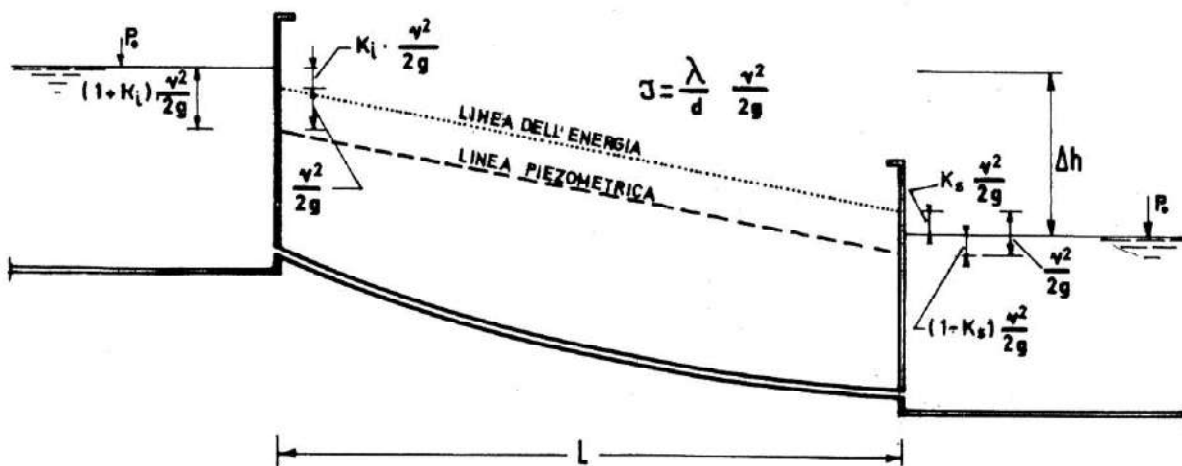
portata in uscita: Q_u (litri/s) = 15,48
 lunghezza tubo di scarico: L (m) = 15
 coeff. Gauckler-Strickler k ($m^{1/3}/s$) = 65

coeff. perdita imbocco: $\zeta_i = 0,5$
 coeff. perdita sbocco: $\zeta_s = 1$
 coeff. perdita curve: $\zeta_c = 0,15$

D (mm)	λ	$\lambda L / D$	α
150	0,0554952	5,55	7,20
160	0,0543141	5,09	6,74
170	0,0532275	4,70	6,35
180	0,052223	4,35	6,00
190	0,0512902	4,05	5,70
200	0,0504207	3,78	5,43
210	0,0496073	3,54	5,19
220	0,048844	3,33	4,98
230	0,0481256	3,14	4,79
240	0,0474477	2,97	4,62
250	0,0468064	2,81	4,46
260	0,0461985	2,67	4,32
270	0,045621	2,53	4,18

λ = funzione di resistenza

$\alpha = \Sigma \zeta + \lambda L / D$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

4

P.I. FICAROLO (RO)

D (mm)	A (m ²)	V (m/s)	Δh (m)
150	0,017671	0,88	0,28
160	0,020106	0,77	0,20
170	0,022698	0,68	0,15
180	0,025447	0,61	0,11
190	0,028353	0,55	0,09
200	0,031416	0,49	0,07
210	0,034636	0,45	0,05
220	0,038013	0,41	0,04
230	0,041548	0,37	0,03
240	0,045239	0,34	0,03
250	0,049087	0,32	0,02
260	0,053093	0,29	0,02
270	0,057256	0,27	0,02

$$Q_u \text{ (litri/s)} = 15,48$$

$$L \text{ (m)} = 15$$

$$k \text{ (m}^{1/3}\text{/s)} = 65$$

$$\text{imbocco} \quad \zeta_i = 0,5$$

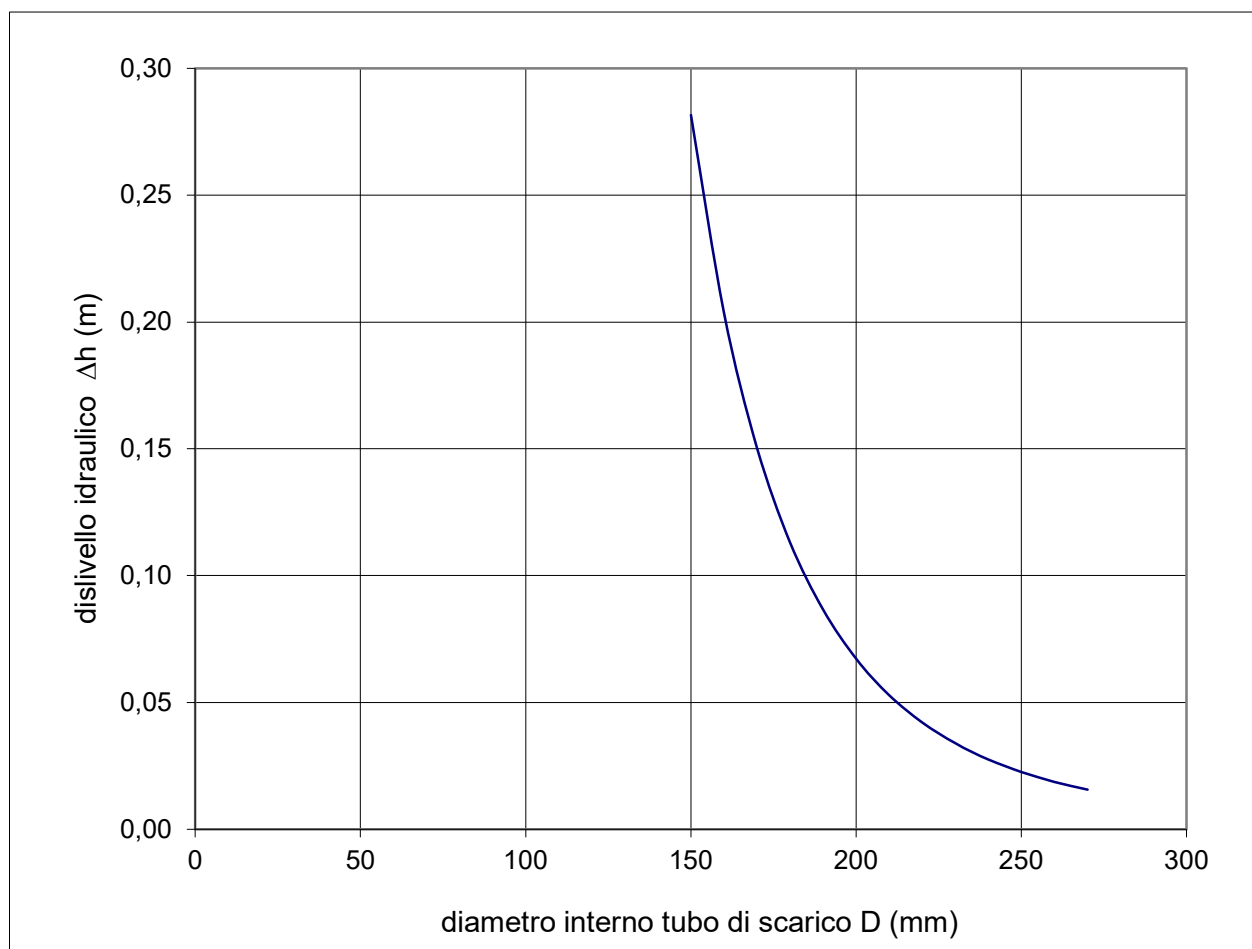
$$\text{sbocco} \quad \zeta_s = 1$$

$$\text{curve} \quad \zeta_c = 0,15$$

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

5

P.I. FICAROLO (RO)

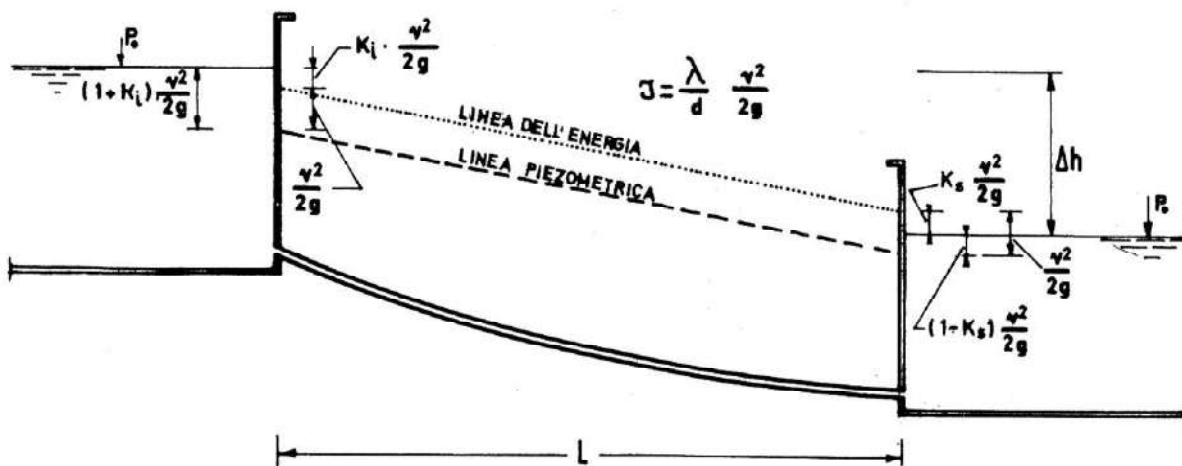
portata in uscita: Q_u (litri/s) = 6,95
 lunghezza tubo di scarico: L (m) = 15
 coeff. Gauckler-Strickler k ($m^{1/3}/s$) = 65

coeff. perdita imbocco: $\zeta_i = 0,5$
 coeff. perdita sbocco: $\zeta_s = 1$
 coeff. perdita curve: $\zeta_c = 0,15$

D (mm)	λ	$\lambda L / D$	α
110	0,0615396	8,39	10,04
120	0,0597804	7,47	9,12
130	0,0582065	6,72	8,37
140	0,0567862	6,08	7,73
150	0,0554952	5,55	7,20
160	0,0543141	5,09	6,74
170	0,0532275	4,70	6,35
180	0,052223	4,35	6,00
190	0,0512902	4,05	5,70
200	0,0504207	3,78	5,43
210	0,0496073	3,54	5,19
220	0,048844	3,33	4,98
230	0,0481256	3,14	4,79

λ = funzione di resistenza

$\alpha = \Sigma \zeta + \lambda L / D$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

5

P.I. FICAROLO (RO)

D (mm)	A (m ²)	V (m/s)	Δh (m)
110	0,009503	0,73	0,27
120	0,011310	0,61	0,18
130	0,013273	0,52	0,12
140	0,015394	0,45	0,08
150	0,017671	0,39	0,06
160	0,020106	0,35	0,04
170	0,022698	0,31	0,03
180	0,025447	0,27	0,02
190	0,028353	0,25	0,02
200	0,031416	0,22	0,01
210	0,034636	0,20	0,01
220	0,038013	0,18	0,01
230	0,041548	0,17	0,01

$$Q_u \text{ (litri/s)} = 6,95$$

$$L \text{ (m)} = 15$$

$$k \text{ (m}^{1/3}\text{/s)} = 65$$

$$\text{imbocco} \quad \zeta_i = 0,5$$

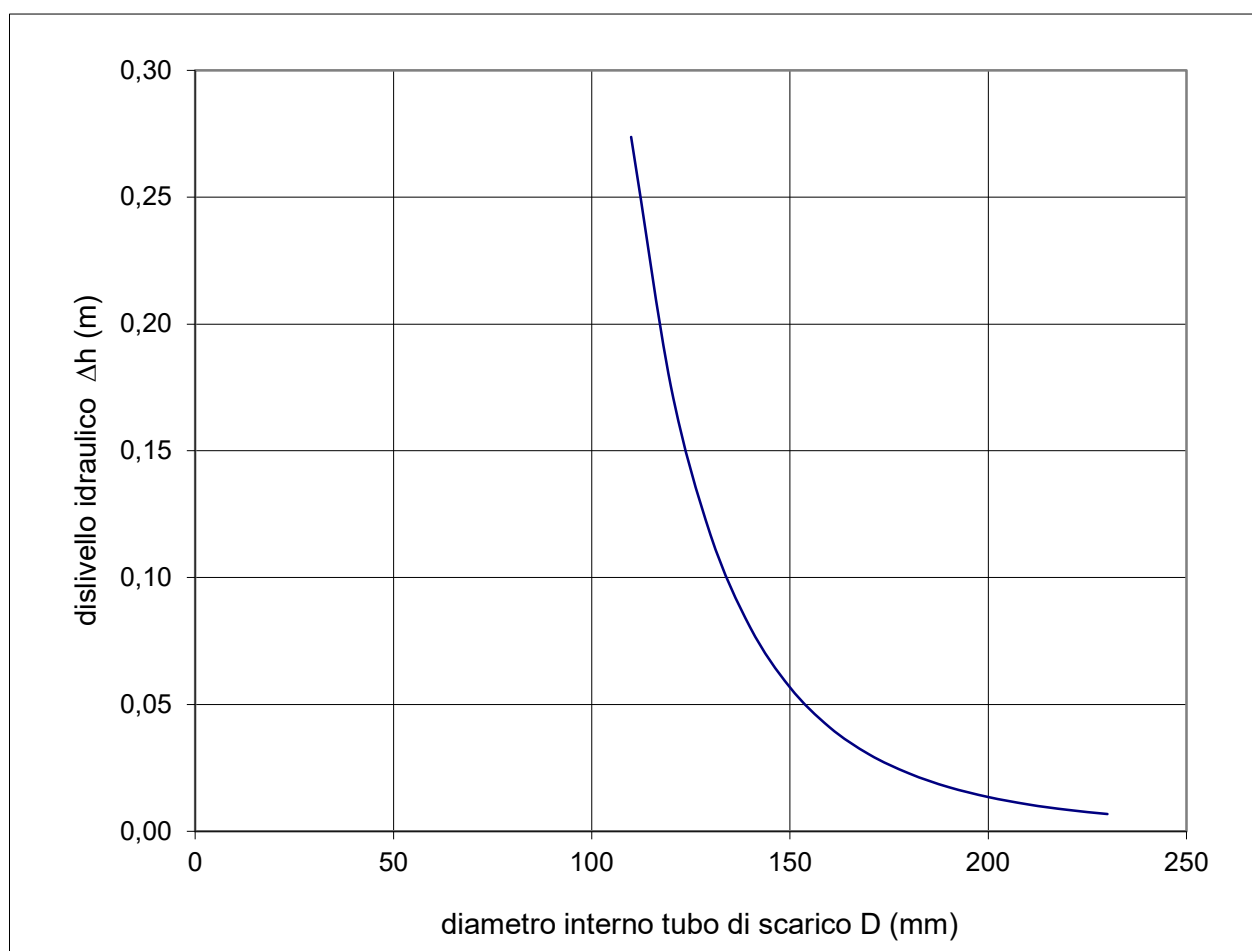
$$\text{sbocco} \quad \zeta_s = 1$$

$$\text{curve} \quad \zeta_c = 0,15$$

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

6

P.I. FICAROLO (RO)

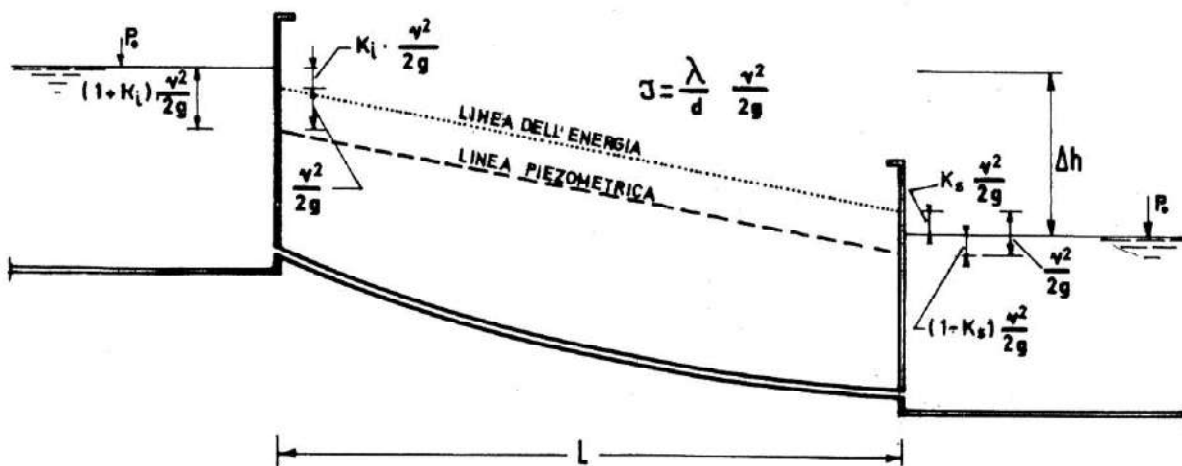
portata in uscita: Q_u (litri/s) = 7,63
 lunghezza tubo di scarico: L (m) = 15
 coeff. Gauckler-Strickler k ($m^{1/3}/s$) = 65

coeff. perdita imbocco: ζ_i = 0,5
 coeff. perdita sbocco: ζ_s = 1
 coeff. perdita curve: ζ_c = 0,15

D (mm)	λ	$\lambda L / D$	α
110	0,0615396	8,39	10,04
120	0,0597804	7,47	9,12
130	0,0582065	6,72	8,37
140	0,0567862	6,08	7,73
150	0,0554952	5,55	7,20
160	0,0543141	5,09	6,74
170	0,0532275	4,70	6,35
180	0,052223	4,35	6,00
190	0,0512902	4,05	5,70
200	0,0504207	3,78	5,43
210	0,0496073	3,54	5,19
220	0,048844	3,33	4,98
230	0,0481256	3,14	4,79

λ = funzione di resistenza

$\alpha = \Sigma \zeta + \lambda L / D$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

6

P.I. FICAROLO (RO)

D (mm)	A (m ²)	V (m/s)	Δh (m)
110	0,009503	0,80	0,33
120	0,011310	0,67	0,21
130	0,013273	0,57	0,14
140	0,015394	0,50	0,10
150	0,017671	0,43	0,07
160	0,020106	0,38	0,05
170	0,022698	0,34	0,04
180	0,025447	0,30	0,03
190	0,028353	0,27	0,02
200	0,031416	0,24	0,02
210	0,034636	0,22	0,01
220	0,038013	0,20	0,01
230	0,041548	0,18	0,01

$$Q_u \text{ (litri/s)} = 7,63$$

$$L \text{ (m)} = 15$$

$$k \text{ (m}^{1/3}\text{/s)} = 65$$

$$\text{imbocco} \quad \zeta_i = 0,5$$

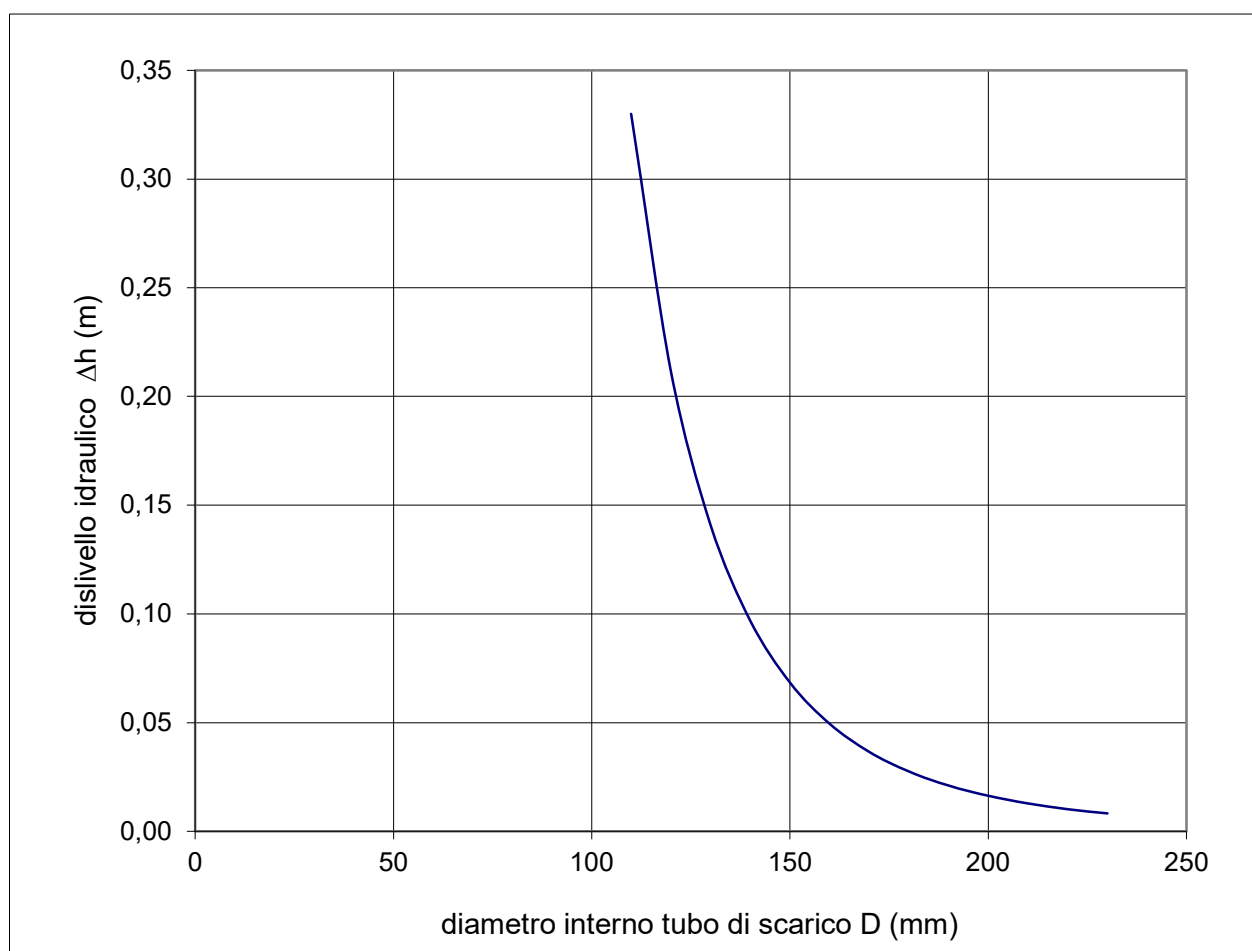
$$\text{sbocco} \quad \zeta_s = 1$$

$$\text{curve} \quad \zeta_c = 0,15$$

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

7

P.I. FICAROLO (RO)

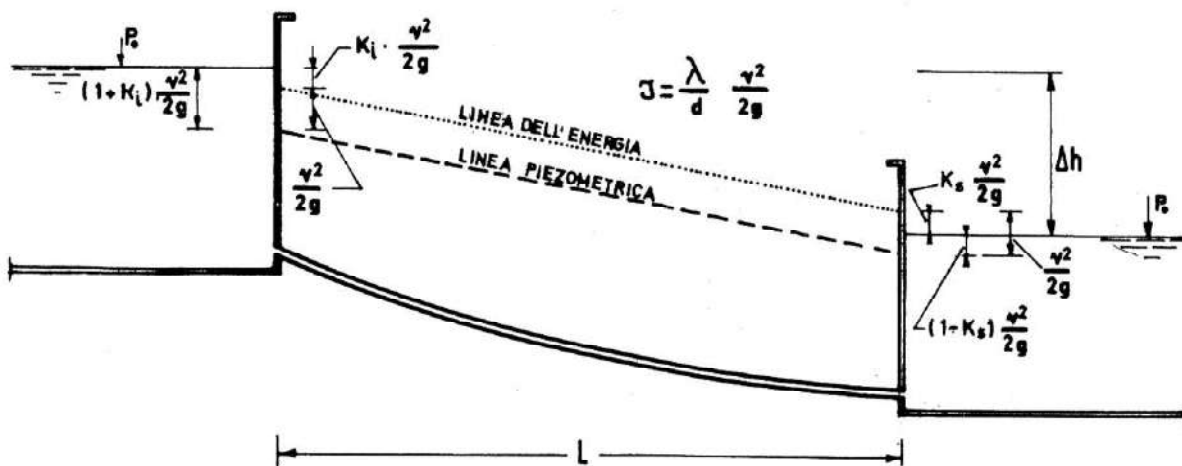
portata in uscita: Q_u (litri/s) = 4,58
 lunghezza tubo di scarico: L (m) = 15
 coeff. Gauckler-Strickler k ($m^{1/3}/s$) = 65

coeff. perdita imbocco: ζ_i = 0,5
 coeff. perdita sbocco: ζ_s = 1
 coeff. perdita curve: ζ_c = 0,15

D (mm)	λ	$\lambda L / D$	α
90	0,0657968	10,97	12,62
100	0,0635261	9,53	11,18
110	0,0615396	8,39	10,04
120	0,0597804	7,47	9,12
130	0,0582065	6,72	8,37
140	0,0567862	6,08	7,73
150	0,0554952	5,55	7,20
160	0,0543141	5,09	6,74
170	0,0532275	4,70	6,35
180	0,052223	4,35	6,00
190	0,0512902	4,05	5,70
200	0,0504207	3,78	5,43
210	0,0496073	3,54	5,19

λ = funzione di resistenza

$\alpha = \Sigma \zeta + \lambda L / D$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

7

P.I. FICAROLO (RO)

D (mm)	A (m ²)	V (m/s)	Δh (m)
90	0,006362	0,72	0,33
100	0,007854	0,58	0,19
110	0,009503	0,48	0,12
120	0,011310	0,40	0,08
130	0,013273	0,35	0,05
140	0,015394	0,30	0,03
150	0,017671	0,26	0,02
160	0,020106	0,23	0,02
170	0,022698	0,20	0,01
180	0,025447	0,18	0,01
190	0,028353	0,16	0,01
200	0,031416	0,15	0,01
210	0,034636	0,13	0,00

$$Q_u \text{ (litri/s)} = 4,58$$

$$L \text{ (m)} = 15$$

$$k \text{ (m}^{1/3}\text{/s)} = 65$$

$$\text{imbocco} \quad \zeta_i = 0,5$$

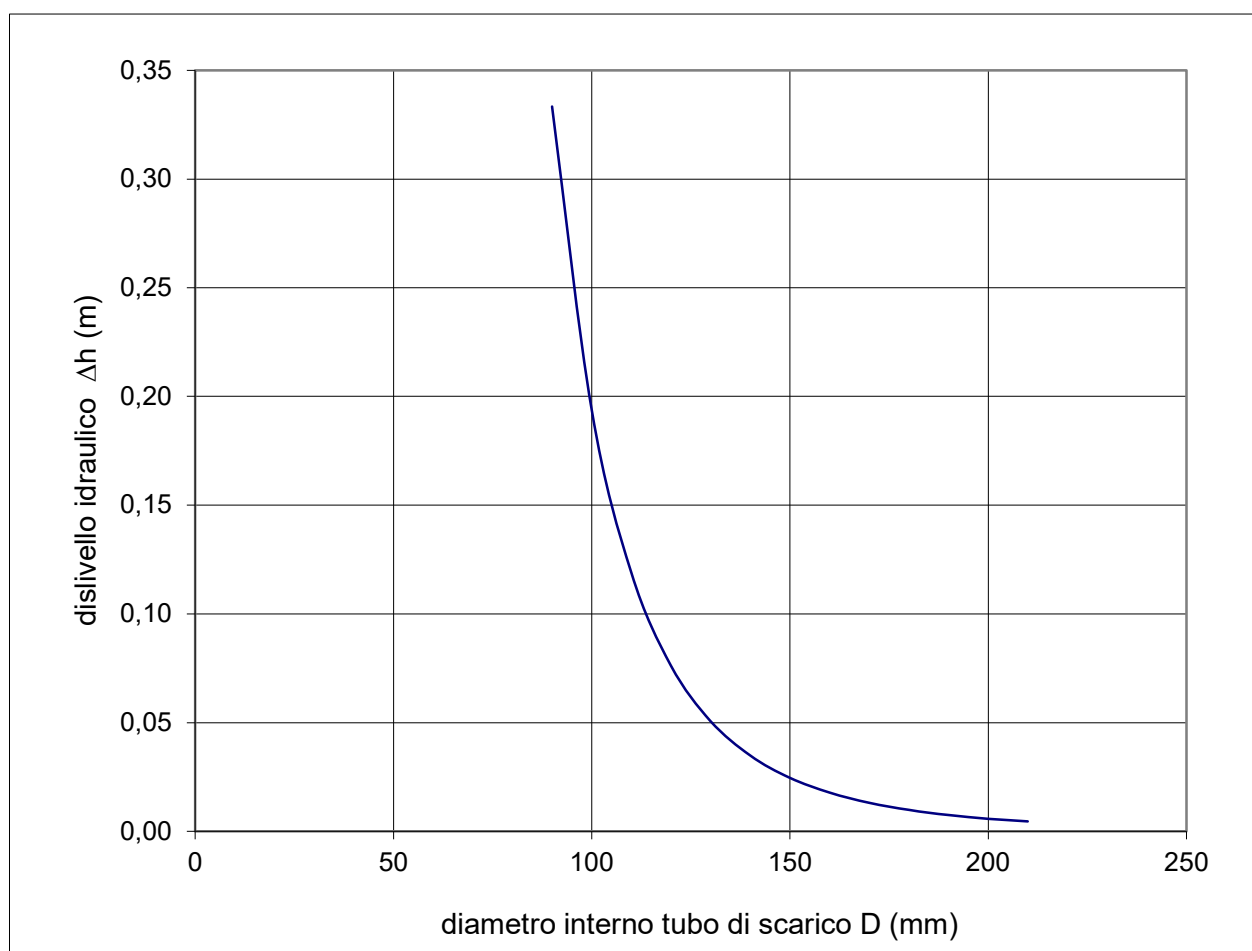
$$\text{sbocco} \quad \zeta_s = 1$$

$$\text{curve} \quad \zeta_c = 0,15$$

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro