



S T U D I O - S E G A L A  
Michele Segala architetto

Via San Salvatore Corte Regia 6 37121 Verona IT  
tel +39 045 590903 cel +39 348 7414227  
email info@studio-segala.it www.studio-segala.it

# COMUNE DI VERONA

COMMITTENZA

DAL BOSCO GIANLUCA

C.F. DBL GLC 67D13 L781Z  
VIA QUARTO PONTE N. 27

TAVOLA:

## 06-A

REVISIONE:

01 -  
02 -  
03 -  
04 -

SCALA:

DISEGNO:  
APPROVATO:

DATA: 04.02.2014

AGGIORNATO: 05.03.2014

FILE:

COPERTINE.DWG

PUA

SANTALUCIA\_609

PER LA REALIZZAZIONE DI UN PIANO  
URBANISTICO RESIDENZIALE IN LOCALITA'  
SANTA LUCIA, VIA SOMMACAMPAGNA, ATO 9,  
CIRCOSCRIZIONE 4a, DENOMINATO PUA  
"SANTALUCIA\_609"



PROGETTO: Arch. Michele Segala  
Arch. Roberta Corradini  
Ing. Margherita Rizzi

COLLABORATORI:

IMPIANTI A RETE : Ing. Ilario Rossi  
Ing. Anna Rossi

GEOLOGIA: Geol. Luca Zaroni

TOPOGRAFIA: Geom. Lucio Pippa

OGGETTO:

## RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

D.G.R.V. n. 2948 6 Ottobre 2009

PROGETTISTA:

ING. ILARIO ROSSI

ING. ANNA ROSSI

COMMITTENTE:

DAL BOSCO GIANLUCA

Questo disegno non si puo' riprodurre ne' copiare, ne' comunicare a terze persone od a case concorrenti  
senza il nostro consenso (vigenti leggi sulle privative industriali e sulla tutela delle opere dell'ingegno)

## SOMMARIO

|          |                                              |           |
|----------|----------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>                        | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>LOCALIZZAZIONE DELL'AREA.....</b>         | <b>3</b>  |
| 2.1      | INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....       | 4         |
| 2.2      | INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....            | 5         |
| 2.3      | SITUAZIONE IDROGEOLOGICA .....               | 5         |
| 2.4      | CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE .....        | 7         |
| <b>3</b> | <b>CALCOLO DELLE PORTATE .....</b>           | <b>10</b> |
| 3.1      | FATTORE RIDUTTIVO.....                       | 10        |
| 3.2      | PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE.....   | 11        |
| 3.3      | MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE.....    | 12        |
| 3.3.1    | Sistema di smaltimento acque meteoriche..... | 13        |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSIONI.....</b>                      | <b>31</b> |

## **1 PREMESSA**

Lo studio di Ingegneria Rossi, con l'arch. Segala, che sta predisponendo il "progetto per la realizzazione di un intervento residenziale in località Santa Lucia, Via Sommacampagna, ATO 9, Circoscrizione IV, denominato PUA "SANTALUCIA 609", è stato incaricato di effettuare uno studio idraulico legato alla realizzazione delle opere predette.

L'intera area di progetto in questa fase, oggetto del presente piano, ha una estensione fondiaria di **8954 m<sup>2</sup>**.

IL progetto prevede la realizzazione di 8 lotti ad uso residenziale, di una strada di penetrazione e di due aree ad uso parcheggio.

La futura strada di penetrazione, marciapiedi e zone impermeabilizzate avranno una superficie complessiva pari a 1973,76 m<sup>2</sup>, di cui 591,33 m<sup>2</sup> ad uso parcheggio realizzato con superficie asfaltata.

L'allegato A del DGRV n° 2948 del 6 Ottobre 2009 prevede che per i nuovi strumenti urbanistici, o per le varianti che comportano una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico, dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, atte a dimostrare che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

Lo studio si propone quindi di:

- riconoscere le principali caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e litostratigrafiche dell'area;
- verificare l'idoneità dell'area dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico;
- individuare idonei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche.

## 2 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA

Il progetto consiste nella realizzazione di una strada di penetrazione con annessi ad uso di una futura lottizzazione sita nel Comune di Verona lungo Via Sommacampagna.

La realizzazione dell'intero progetto nel complesso comporterà un incremento della superficie impermeabile rispetto allo stato attuale con conseguente incremento di portata meteorica che si verrà a generare sulle nuove superfici impermeabili in occasione delle piogge.



**Figura 1:** Estratto da Carta Tecnica Regionale (elementi 123163 Madonna di Dossobuono)



**Figura 2:** Foto area di inquadramento dell'area d'intervento

## 2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

La storia geologica del territorio in esame è strettamente collegata con l'evoluzione geodinamica che ha portato alla formazione delle Alpi e quindi della pianura Padana.

Secondo l'Agip mineraria, tutta la zona che va dalle pendici dei Lessini e dalla cerchia morenica del Garda fino al fiume Po, dal punto di vista tettonico è particolarmente semplice, infatti, le successioni plioceniche e quelle più antiche, si immergono regolarmente dal margine alpino verso Sud costituendo un'ampia monoclinale che va a raccordarsi con le strutture della dorsale ferrarese. Per quanto riguarda la pianura, che si raccorda alle dorsali moreniche mediante dolci conoidi, sembrerebbe che dal Pliocene inferiore a tutto il Pleistocene, vi sia stata una lenta subsidenza non compensata dalla sedimentazione e forse continuata anche in seguito, visti i notevoli spessori (circa 350-400 m.) di Quaternario continentale rilevati a Bovolone, Nogarole Rocca e Villafranca. La subsidenza sembra sia stata maggiore nell'area dell'attuale corso del Po dove l'abbassamento potrebbe essere messo in relazione con la faglia dei laghi di Mantova. Al costipamento naturale dei sedimenti si è unita in seguito l'attività antropica che ne ha accentuato il movimento. Nel periodo 1897-1957 si sono registrati abbassamenti di circa 1.5 mm./anno nella pianura mantovano-veronese e circa 7 mm./anno nel delta del Po.

Negli ultimi diciotto milioni di anni, oltre ad individuarsi l'attuale corso dell'Adige che incide le alluvioni rissiane formando vari terrazzamenti, si rileva un'importante abbassamento al livello della medio-bassa pianura. Questo è messo in luce dal riordino delle principali linee idrografiche da una direzione NW-SE (attribuibile in base ai reperti ad un periodo precedente l'Età del Ferro) ad una direzione NNW-SSE, e dall'approfondimento dei letti dei corsi d'acqua che hanno così formato numerosi terrazzamenti. In linea teorica, (mancano però dati sicuri per affermarlo) si potrebbe ipotizzare che la tettonica responsabile di tale abbassamento potesse dipendere dalla continuazione della faglia dei laghi di Mantova, che si trova più o meno allineata alla stessa maniera. Questa faglia, è una probabile dislocazione di direzione Est-Ovest dedotta dalle brusche variazioni litostratigrafiche a Nord e a Sud dei laghi, passando da ghiaie sabbiose a Nord, a sabbie limose a Sud. Oltre a questa faglia, gli altri elementi tettonici di una certa importanza sono la faglia del Fiume Adige alle propaggini meridionali dei Lessini, e la faglia San Benedetto Po - Garolda.

La faglia del Fiume Adige attivatasi sicuramente prima degli ultimi 18.000 anni, è stata dedotta dal fatto che alcuni pozzi a Sud dell'area collinare, hanno raggiunto profondità di oltre 200 metri senza incontrare il substrato lapideo, deduzione che è stata poi confermata dagli studi palinologici. Negli ultimi 18.000 anni però, essa ha avuto un movimento inverso a quello precedente, sembra infatti che l'abbassamento sia avvenuto nella parte settentrionale della faglia con conseguente migrazione a Nord del corso dell'Adige.



## 2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico la zona è interessata da forme di accumulo originate dai principali processi fluviali, fluvioglaciali che hanno modellato negli anni l'alta pianura veronese.

La natura l'intensità e lo stadio evolutivo raggiunto in passato dai processi suddetti, consentono, attraverso il riconoscimento sul territorio delle forme, dei lineamenti e dei caratteri geologici ed idrogeologici, la classificazione delle diverse aree della pianura in unità idrogeologiche distinte.

In linea generale, la pianura veronese è formata da tre unità geomorfologiche principali:

- Il conoide antico dell'Adige con tracce di canali intrecciati anche molto grandi,
- Il piano di divagazione dell'Adige, che ha inciso sul conoide scavando scarpate alte fino a 14 metri.
- La pianura alluvionale recente dei Fiumi Adige, Po e dei corsi d'acqua locali.

La zona in esame appartiene all'unità geomorfologia definita "conoide antico dell'Adige", ed è ubicata 900 metri a Sud-Ovest dell'orlo di terrazzo che individua il piano di divagazione dell'Adige. Il fiume in questa zona ha inciso sul conoide scavando scarpate alte fino a 15 metri.

L'unità geomorfologica di pertinenza è quindi caratterizzata in linea generale da una serie di depositi alluvionali fluvioglaciali e fluviali prevalentemente ghiaioso-ciottolosi e ghiaioso-sabbiosi attribuibili al Riss. Tali depositi devono la loro origine al regime nettamente diverso da quello attuale degli scaricatori fluvioglaciali, caratterizzato da alternanze di portate molto elevate e imponente trasporto solido, conseguenti allo scioglimento dei ghiacci e allo smantellamento degli apparati morenici, e fasi di calma con portate medio-basse e formazione di aree paludose.

In superficie, la zona appare totalmente pianeggiante con quote variabili attorno ai 70 metri slm. Ma non sono evidenti particolari fenomeni geomorfologici, a parte la scarpata di erosione dell'Adige già evidenziata. A livello geomorfologico, i fenomeni glaciali hanno giocato un ruolo fondamentale visto che l'evoluzione antica dei corsi d'acqua suddetti è strettamente legata ad essi. Come già visto, la glaciazione wurmiana è quella che ha influito maggiormente sia sotto l'aspetto morfologico, sia sotto l'aspetto climatico. Fino all'8.000 A.C. non si hanno importanti conoscenze su questa glaciazione, ma si possono ipotizzare grossi apporti idrici molto superiori agli attuali, che avrebbero dato forma alla pianura con rotte fluviali, deposizione ed erosione di sedimenti.

Dal punto di vista sismico, ai sensi della normativa sismica OPCM 3274 e successive modifiche ed integrazioni, questo Comune appartiene alla zona 3.

## 2.3 SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

La situazione idrogeologica della zona riflette quelle che sono le caratteristiche geologico-deposizionali descritte e, nella fattispecie, i caratteri granulometrici dei depositi e la presenza

dell'Adige come alimentatore, consentono l'esistenza di abbondanti risorse idriche sotterranee.

Nella zona in esame, come in tutta la fascia dell'alta pianura veronese, esistono condizioni di acquifero freatico indifferenziato talora per oltre 100 metri di profondità, con la presenza di qualche manifestazione lenticolare limo-argillosa realmente poco estesa.

Verso oriente a ridosso dei Lessini e verso Sud, alcune intercalazioni limo-argillose importanti scompongono l'acquifero freatico in un sistema multifalda, costituito da una falda freatica e più falde in pressione sovrapposte.

La profondità della superficie piezometrica è molto variabile, ed assume i maggiori valori al limite settentrionale dell'alta pianura (50-70 m. a Bussolengo), diminuendo progressivamente verso Sud-Sud Est (circa 20 m. nell'area in studio) ed affiorando in superficie lungo la fascia delle risorgive, alimentando in tal modo la rete idrografica di risorgiva.

I principali fattori di alimentazione della falda freatica sono l'Adige, gli apporti sotterranei del sistema lessineo, gli apporti meteorici e l'infiltrazione delle acque irrigue.

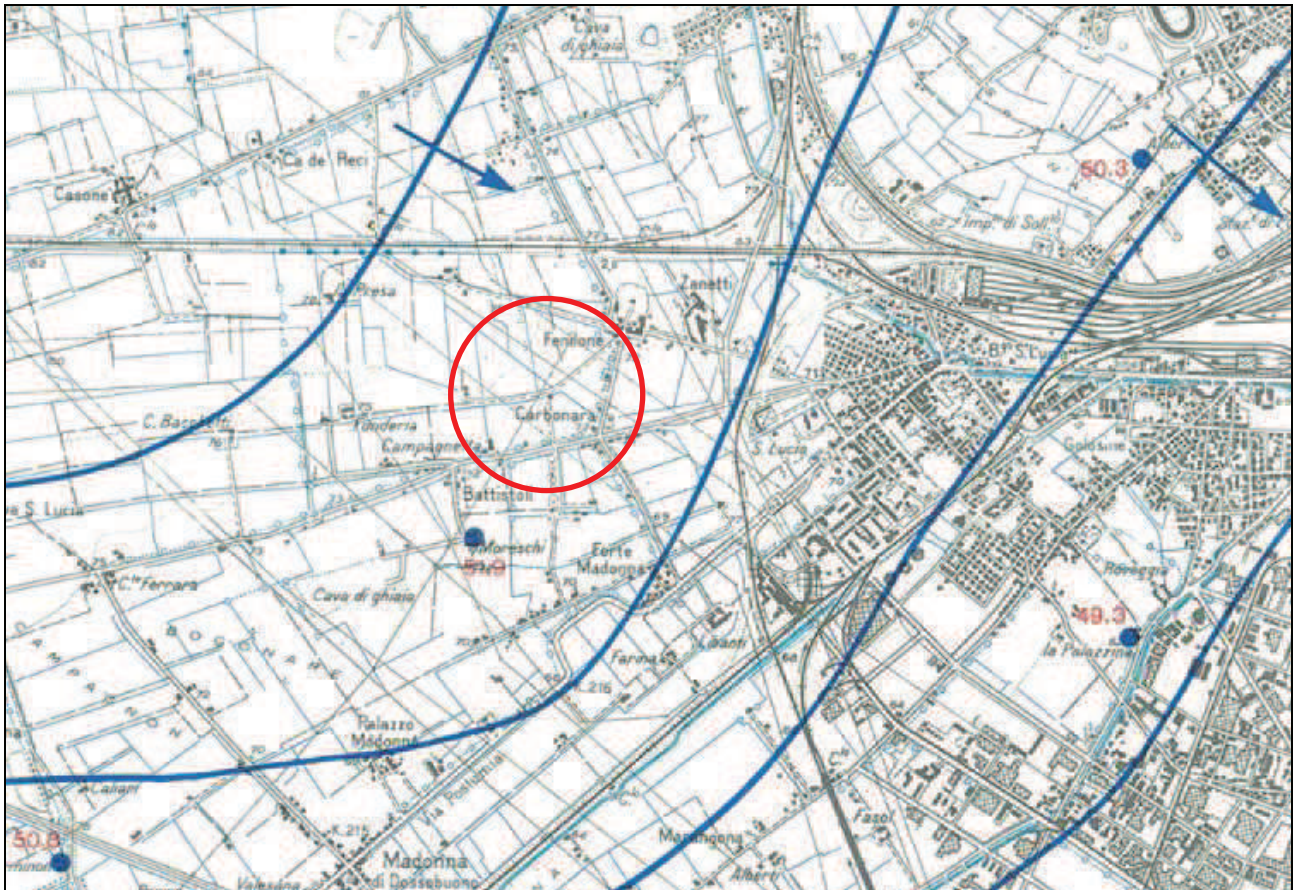
Primo in ordine d'importanza è ovviamente il fiume Adige, che scarica nei depositi alluvionali della pianura la potente falda di subalveo dei depositi di fondo della Val Lagarina.

La stretta connessione esistente tra fiume e falda freatica, è confermata dal confronto tra il regime dell'Adige fiume e quello della falda stessa che mostra oscillazioni del tutto analoghe, ma sfasate temporalmente in base alla distanza dal fiume stesso.

Il regime suddetto è di tipo alpino con una fase di magra da febbraio a maggio (con minimi in Aprile) e da una fase di piena estiva culminante in Settembre.

Tutti gli altri fattori di alimentazione vengono in secondo piano, ma in talune zone si è potuto riscontrare che gli apporti in falda dovuti alle irrigazioni ed alle precipitazioni meteoriche possono arrivare sino al 35-40% delle dispersioni di subalveo.

Il deflusso generale delle acque sotterranee è diretto normalmente da NO a SE ma può deviare localmente in presenza di particolari condizioni idrogeologiche.



## 2.4 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

La distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali delle precipitazioni di durata 1 ora è legata a fenomeni di tipo temporalesco molto spesso localizzati e distribuiti sul territorio in modo disomogeneo. Pertanto, deve essere messo in evidenza come l'interpolazione di dati sia fortemente collegata alla disponibilità di registrazione di tali fenomeni attraverso idonei strumenti di misura (pluviografi) opportunamente dislocati sul territorio.

La varietà degli eventi possibili, in quanto marcati da diversa frequenza, pone la questione di scegliere tra essi quello cui fare riferimento.

L'evento di riferimento da selezionare tra i possibili si deve caratterizzare per un ragionevole valore della sua frequenza probabile.

Questo periodo è chiamato **Tempo di ritorno.**

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

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

Volendo determinare le portate si deve fare prima una premessa sulla durata dei diversi eventi.

Gli eventi meteorici sono convenzionalmente suddivisi in:



eventi di breve durata, i cosiddetti scrosci; essi hanno una durata mediamente inferiore all'ora e sono caratterizzate da forte intensità e perciò sviluppano elevate portate alla sezione di chiusura del bacino idrografico;

eventi di lunga durata; essi hanno una durata superiore all'ora hanno minore intensità ma sviluppano elevati volumi alla sezione di chiusura del bacino idrografico.

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

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

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

dove:

$h$  = altezza di pioggia in mm

$t$  = tempo in ore

Nelle applicazioni dell'ingegneria idraulica la stima delle portate di piena viene effettuata con metodologie diverse in relazione alla quantità e qualità dell'informazione idrologica disponibile.

Essa può essere condotta:

- con metodi diretti: elaborando dati di portata disponibili per il corso d'acqua che si esamina;
- con metodi indiretti: ricorrendo, per supplire alla insufficienza di dati di portata, a dati della stessa grandezza osservati su altri corsi d'acqua della medesima regione idrologica.

Nel caso che si conoscano le precipitazioni sul bacino, si possono utilizzare modelli matematici di trasformazione afflussi-deflussi il più semplice dei quali è la cosiddetta formula razionale; con l'applicazione di formule empiriche ricavate da vari autori in base all'informazione idrologica nota nei bacini.

Per l'area oggetto del presente studio (attualmente ad uso agricolo), si possono considerare i dati forniti dall'ufficio di telerilevamento e climatologia ARPAV – Centro meteorologico di Teolo per la Stazione di Villafranca.

| <b>Parametri delle curve di possibilità pluviometriche<br/>con aggregazione 1-24h</b> |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| <b>Tempo di ritorno</b>                                                               | <b>a</b> | <b>n</b> |
| 2 anni                                                                                | 33,82479 | 0,189139 |
| 5 anni                                                                                | 50,45508 | 0,139739 |
| 10 anni                                                                               | 61,55325 | 0,119248 |
| 20 anni                                                                               | 72,23765 | 0,104576 |
| 50 anni                                                                               | 86,1054  | 0,090233 |

I dati che sono stati inviati dall'ARPAV sono già stati elaborati attraverso la regolarizzazione

statistico-probabilistica, e fanno riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

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

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

$$\mu_x = mx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N xi$$

$$\sigma_x = sx = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (xi - mx)^2}$$

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

misura della dispersione attorno al valore medio

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha$$

moda

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

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

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

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

Come esplicitamente previsto dal D.G.R.V. n° 2948 del 6 ottobre 2009, nei successivi calcoli si fa riferimento ad un **tempo di ritorno di 50 anni**.

Nella seguente tabella sono riportati, per intervalli temporali caratteristici, i valori di precipitazione massimi al suolo calcolati sulla base dei parametri sopra indicati:

| Durata [h] | Precipitazione [mm] |
|------------|---------------------|
| 2 anni     | 34,3                |
| 5 anni     | 50                  |
| 10 anni    | 60,5                |
| 20 anni    | 70,5                |
| 25 anni    | 73,7                |
| 50 anni    | 83,4                |

**Tabella 1:** valori di precipitazione massimi per diverse durate di pioggia calcolati con  $T$  pari a **50 anni**.

### 3 CALCOLO DELLE PORTATE

#### 3.1 FATTORE RIDUTTIVO

Il calcolo della portata in uscita da un'area edificata è legato alle precipitazioni meteoriche e deve tener conto di alcuni elementi intrinseci del luogo, denominati “**impermeabilità**”, “**ritardo**”, “**ritenuta**” e “**distribuzione della pioggia**”, che complessivamente contribuiscono a ridurre tale valore.

Secondo il D.G.R. n° 2948 del 6 Ottobre 2009 , il fattore riduttivo da utilizzare nei calcoli è dato dal prodotto dei soli primi due coefficienti:- coefficiente di **deflusso**  $\phi_1$ , 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....);

- coefficiente di **ritardo**  $\psi$ , funzione della pendenza media e dell'estensione del bacino di alimentazione, preso pari a 1,0.

Il fattore riduttivo  $\phi$  risulta quindi pari a:

|                                                        |                                                        |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| zone agricole                                          | zone verdi                                             |
| $\phi_1 \times \psi = 0,10 \times 1,0 = \mathbf{0,10}$ | $\phi_1 \times \psi = 0,20 \times 1,0 = \mathbf{0,20}$ |
| zone semipermeabili                                    | zone impermeabili                                      |
| $\phi_1 \times \psi = 0,60 \times 1,0 = \mathbf{0,60}$ | $\phi_1 \times \psi = 0,90 \times 1,0 = \mathbf{0,90}$ |

### 3.2 PORTATA ORARIA DELLE ACQUE METEORICHE

La quantità d'acqua meteorica che si genera in una certa area, viene calcolata con la formula seguente:

$$Q = \phi \cdot S \cdot j$$

Se  $S$  è in  $[m^2]$  e  $j$  in  $[m/ora]$  la portata  $Q$  in  $[m^3/h]$  è data dalla:

$$Q = \phi \cdot S \cdot j \text{ [m}^3/\text{h]}$$

in cui, come in parte già visto, si ha:

|        |                   |                      |
|--------|-------------------|----------------------|
| $\phi$ | fattore riduttivo | <i>variabile</i>     |
| $j$    | intensità oraria  | <b>vd. Tabella 1</b> |
| $S$    | superficie        | variabile ( $m^2$ )  |

Tale formula viene utilizzata come base di calcolo al variare dei tempi di pioggia mantenendo però "fissi" i fattori riduttivi di deflusso relativi alla particolare tipologia di superficie di progetto ed i relativi valori di superficie.

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate.

Il volume da laminare risulta dalla compensazione tra il volume (portata oraria) conseguente alla situazione di progetto più critica (in corrispondenza del picco di piena calcolato sulla curva di precipitazione con tempo di ritorno pari a 50 anni) e la portata smaltibile tramite infiltrazione nel terreno (con le opere previste da progetto quali pozzi perdenti, trincee drenanti etc) o direttamente nella rete idrografica esistente.



**CALCOLO AREE DA CEDERE AL COMUNE DI VERONA****STATO ATTUALE**

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | PORTATA      |
|---------------------|--------|------------------------------|--------------|
| AREA                | 0,1    | 1.973,76                     | 16,46        |
| <b>TOTALE</b>       |        |                              | <b>16,46</b> |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

**STATO DI PROGETTO**

| TIPOLOGIA DELL'AREA                                       | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE "RIDOTTA" (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------------------------|--------|------------------------------|----------------------------------------|
| STRADE, MARCIAPIEDI ED AREE IMPERMEABILIZZATE E PARCHEGGI | 0,9    | 1.973,76                     | 1.776,38                               |

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella 2**:

| TEMPO (h)                 | 1        | 2        | 3        | 6          | 12       | 24       |
|---------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|
| altezza di pioggia (mm/h) | 86.1     | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509 | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)               | 152.9467 | 162.7919 | 168.8422 | 179.710568 | 191.2786 | 203.5912 |

**Tabella 2:** volumi di pioggia calcolati per diverse durate di precipitazione

### 3.3 MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il regime idraulico secondo il principio dell'invarianza idraulica, così come definito dalla D.G.R.V. n° 2948 del 6 Ottobre 2009.

Il citato D.G.R.V. n° 2948 del 6 Ottobre 2009, nell'allegato A al capoverso "indicazioni operative" riporta testualmente: "...**omissis**... Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene...**omissis**... Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le

superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....)...**omissis**...Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante. Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione...**omissis**...Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella:

| Classe di Intervento                          | Definizione                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trascurabile impermeabilizzazione potenziale  | intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha                                                          |
| Modesta impermeabilizzazione potenziale       | Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha                                                                   |
| Significativa impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$ |
| Marcata impermeabilizzazione potenziale       | Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$                                                         |

**Nel caso in esame, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa, a seguito di prove di permeabilità che hanno confermato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si è deciso di prevedere dei sistemi di smaltimento tramite infiltrazione nel terreno.**

### 3.3.1 Sistema di smaltimento acque meteoriche

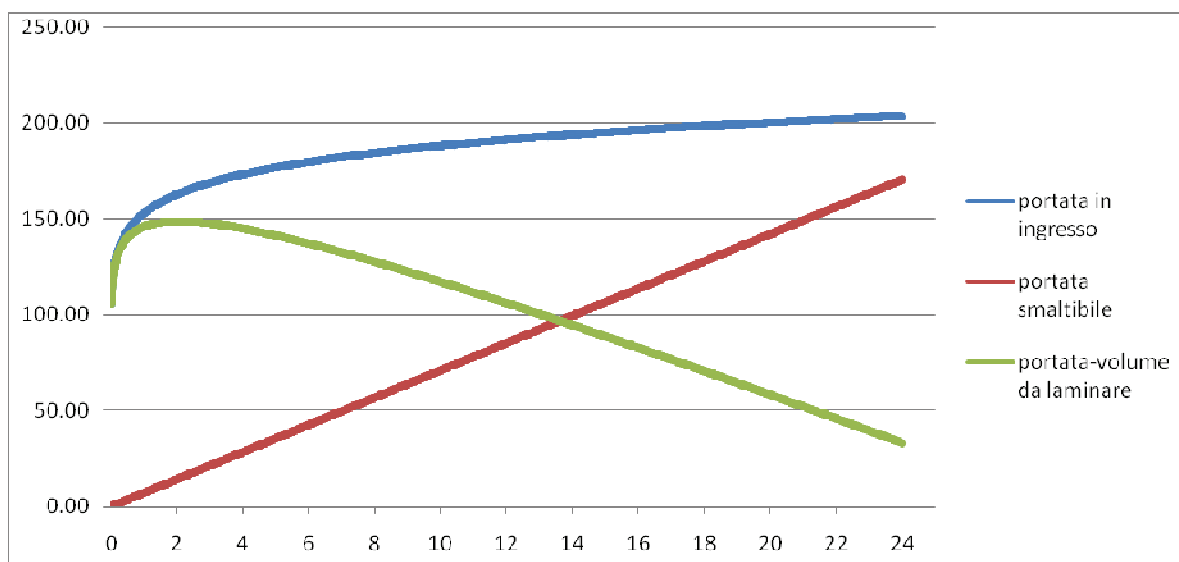
La portata smaltibile allo stato attuale, in accordo alle direttive del Consorzio di Bonifica, viene fissata in un valore pari a **10 l/s/ha**.

Utilizzando tale valore nel bilancio afflussi-deflussi ed inserendolo nei calcoli per ricavarsi la curva di portata meteorica che si genera al netto della portata smaltita si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella per intervalli temporali caratteristici:

| durata precipitazione (h) | Portata unitaria (volume) in ingresso (m <sup>3</sup> ) | Portata unitaria (volume) in uscita (m <sup>3</sup> ) | Volume residuo da laminare (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                         | 152.9466624                                             | 7.105536                                              | 145.8411264                                  |
| 2                         | 162.791867                                              | 14.211072                                             | 148.580795                                   |
| 3                         | 168.8421669                                             | 21.316608                                             | 147.5255589                                  |
| 6                         | 179.710568                                              | 42.633216                                             | 137.077352                                   |
| 12                        | 191.27857                                               | 85.266432                                             | 106.012138                                   |
| 24                        | 203.5912065                                             | 170.532864                                            | 33.05834248                                  |

**Tabella 3:** bilancio afflussi deflussi per varie durate di precipitazione. (\*): il valore negativo sta a significare che il sistema di smaltimento ha provveduto a smaltire interamente la portata generata e potenzialmente sarebbe in grado di smaltirne ulteriormente.

Inserendo i dati della precedente tabella in un grafico si possono cogliere alcuni aspetti essenziali:



1. la condizione “critica” si rileva in corrispondenza delle prime 2 ore di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **148,58 m<sup>3</sup>** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 124 min (2 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $148,58 \text{ m}^3 / 2 = \underline{74,29 \text{ m}^3}$ .

Si prevede di realizzare n. 7 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 6,5 metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno in corrispondenza delle aree ad uso parcheggio e fuori dalla fascia di rispetto dei pozzi per pompaggio acqua potabile.

Tali pozzi permettono di smaltire nel breve periodo il 50% dell'acqua meteorica raccolta e al contempo, qualora la portata fosse maggiore della loro capacità di infiltrazione complessiva, contribuiscono a laminare un volume pari a circa  $80,39 \text{ m}^3$ .

### **CALCOLO LOTTI**

Per quanto riguarda il LOTTO 4 ed il LOTTO 5, essendo totalmente all'interno delle fascia di rispetto dei 200 metri dal pozzo per uso idropotabile di Acque Veronesi, il loro volume di laminazione e lo smaltimento saranno posizionati lungo la rete principale.

### **LOTTO 4**

#### **STATO ATTUALE**

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE ( $\text{m}^2$ ) | PORTATA |
|---------------------|--------|-----------------------------|---------|
| AREA                | 0,1    | 2063,37                     | 17,20   |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

#### **STATO DI PROGETTO**

| TIPOLOGIA DELL'AREA      | $\phi$ | SUPERFICIE ( $\text{m}^2$ ) | SUPERFICIE "RIDOTTA" ( $\text{m}^2$ ) |
|--------------------------|--------|-----------------------------|---------------------------------------|
| AREE IMPERMEABILIZZATE E | 0,9    | 654,12                      | 588,70                                |
| AREE A VERDE             | 0,2    | 1409,25                     | 281,85                                |

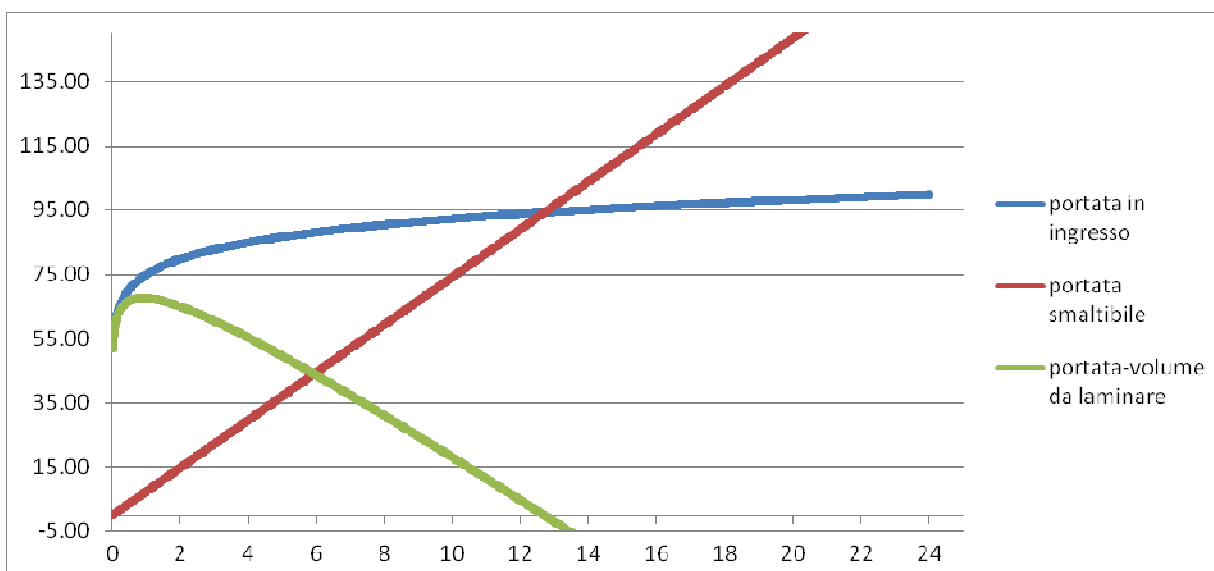
Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella**:

| TEMPO (h)                 | 1        | 2        | 3        | 6           | 12       | 24       |
|---------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| altezza di pioggia (mm/h) | 86.1     | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509  | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)               | 74.95504 | 79.77991 | 82.745   | 88.07131377 | 93.74048 | 99.77457 |

La portata smaltibile allo stato attuale, in accordo alle direttive del Consorzio di Bonifica, viene fissata in un valore pari a **10 l/s/ha**.

Utilizzando tale valore nel bilancio afflussi-deflussi ed inserendolo nei calcoli per ricavarsi la curva di portata meteorica che si genera al netto della portata smaltita si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella per intervalli temporali caratteristici:

| durata precipitazione (h) | Portata unitaria (volume) in ingresso (m <sup>3</sup> ) | Portata unitaria (volume) in uscita (m <sup>3</sup> ) | Volume residuo da laminare (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                         | 74.9550438                                              | 7.428132                                              | 67.5269118                                   |
| 2                         | 79.77991365                                             | 14.856264                                             | 64.92364965                                  |
| 3                         | 82.74500284                                             | 22.284396                                             | 60.46060684                                  |
| 6                         | 88.07131377                                             | 44.568792                                             | 43.50252177                                  |
| 12                        | 93.74048031                                             | 89.137584                                             | 4.602896306                                  |
| 24                        | 99.77457213                                             | 178.275168                                            | -78.50059587                                 |



1. la condizione "critica" si rileva in corrispondenza delle prima ora di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;

2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **67,56 m<sup>3</sup>** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 54 min (1 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $67,56 \text{ m}^3 / 2 = \mathbf{33,78 \text{ m}^3}$ .

Si prevede di realizzare n. 3 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 6,5 metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno in corrispondenza delle aree ad uso parcheggio e **fuori dalla fascia di rispetto dei pozzi per pompaggio acqua potabile** per un volume complessivo pari a 34,5 m<sup>3</sup>.

### LOTTO 5

#### STATO ATTUALE

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | PORTATA |
|---------------------|--------|------------------------------|---------|
| AREA                | 0,1    | 415,62                       | 3,46    |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

#### STATO DI PROGETTO

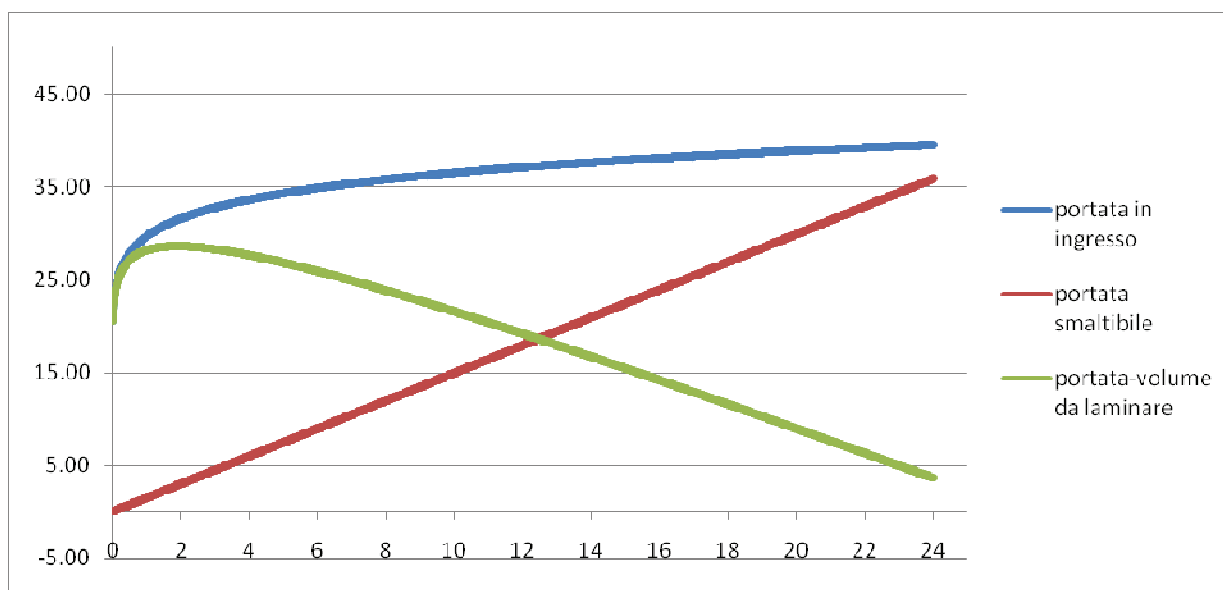
| TIPOLOGIA DELL'AREA      | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE “RIDOTTA” (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|--------|------------------------------|----------------------------------------|
| AREE IMPERMEABILIZZATE E | 0,9    | 374,06                       | 336,65                                 |
| AREE A VERDE             | 0,2    | 41,56                        | 8,31                                   |

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella**:

| TEMPO (h)                 | 1        | 2        | 3        | 6           | 12       | 24       |
|---------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| altezza di pioggia (mm/h) | 86.1     | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509  | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)               | 29.70157 | 31.61347 | 32.78841 | 34.89900595 | 37.14546 | 39.53652 |



| durata precipitazione (h) | Portata unitaria (volume) in ingresso (m <sup>3</sup> ) | Portata unitaria (volume) in uscita (m <sup>3</sup> ) | Volume residuo da laminare (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                         | 29.7015726                                              | 1.496232                                              | 28.2053406                                   |
| 2                         | 31.61346825                                             | 2.992464                                              | 28.62100425                                  |
| 3                         | 32.78841002                                             | 4.488696                                              | 28.29971402                                  |
| 6                         | 34.89900595                                             | 8.977392                                              | 25.92161395                                  |
| 12                        | 37.14546134                                             | 17.954784                                             | 19.19067734                                  |
| 24                        | 39.53652146                                             | 35.909568                                             | 3.626953459                                  |



1. la condizione “critica” si rileva in corrispondenza delle prima ora di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **28,62 m<sup>3</sup>** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 114 min (1,9 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $28,62 \text{ m}^3 / 2 = \mathbf{14,31 \text{ m}^3}$ .

Si prevede di realizzare n. 1 pozzo perdente di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 6,5

metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno in corrispondenza delle aree ad uso parcheggio e **fuori dalla fascia di rispetto dei pozzi per pompaggio acqua potabile** per un volume complessivo pari a 11,48 m<sup>3</sup>.

### **LOTTO 1**

#### **STATO ATTUALE**

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | PORTATA |
|---------------------|--------|------------------------------|---------|
| AREA                | 0,1    | 485,69                       | 4,05    |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

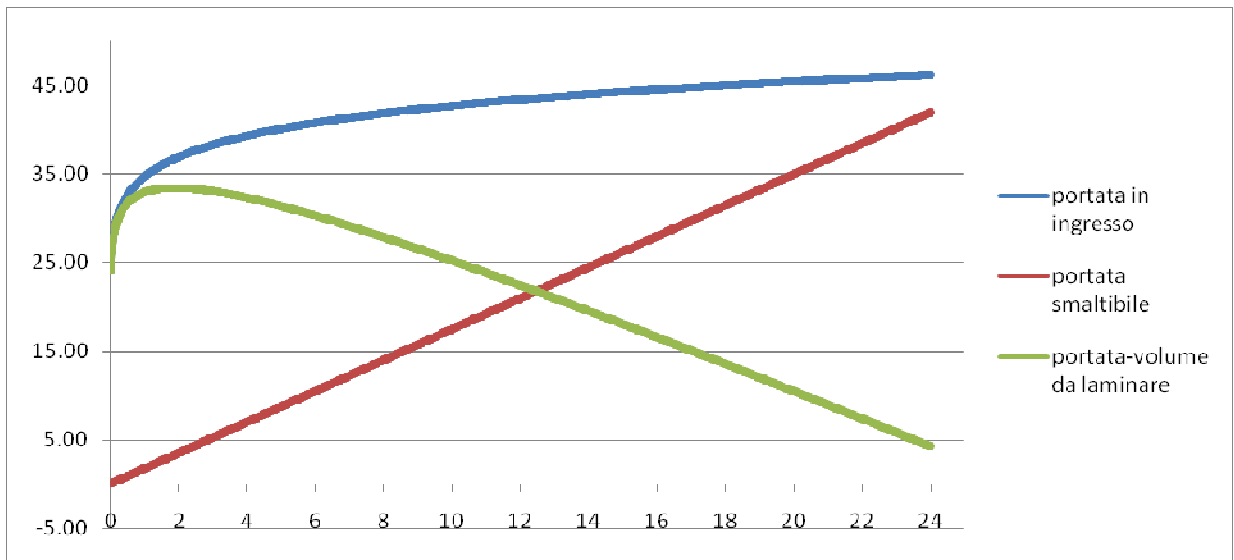
#### **STATO DI PROGETTO**

| TIPOLOGIA DELL'AREA      | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE "RIDOTTA" (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|--------|------------------------------|----------------------------------------|
| AREE IMPERMEABILIZZATE E | 0,9    | 437,12                       | 393,40                                 |
| AREE A VERDE             | 0,2    | 48,57                        | 9,71                                   |

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella**:

| TEMPO (h)                 | 1       | 2        | 3        | 6           | 12       | 24       |
|---------------------------|---------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| altezza di pioggia (mm/h) | 86.1    | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509  | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)               | 34.7088 | 36.94302 | 38.31604 | 40.78244545 | 43.40762 | 46.20178 |

| durata precipitazione (h) | Portata unitaria (volume) in ingresso (m <sup>3</sup> ) | Portata unitaria (volume) in uscita (m <sup>3</sup> ) | Volume residuo da laminare (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                         | 34.7088042                                              | 1.748484                                              | 32.9603202                                   |
| 2                         | 36.94301626                                             | 3.496968                                              | 33.44604826                                  |
| 3                         | 38.31603527                                             | 5.245452                                              | 33.07058327                                  |
| 6                         | 40.78244545                                             | 10.490904                                             | 30.29154145                                  |
| 12                        | 43.40761891                                             | 20.981808                                             | 22.42581091                                  |
| 24                        | 46.20177526                                             | 41.963616                                             | 4.238159258                                  |



1. la condizione “critica” si rileva in corrispondenza delle prima ora di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **33,45 m<sup>3</sup>** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 114 min (1.9 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $33,45 \text{ m}^3 / 2 =$  **16,72 m<sup>3</sup>**.

Si consiglia di realizzare n. 2 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 5,5 metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno o altro sistema di smaltimento a scelta del progettista tale da garantire un volume di laminazione di 19,43 m<sup>3</sup>.

**LOTTO 2****STATO ATTUALE**

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | PORTATA |
|---------------------|--------|------------------------------|---------|
| AREA                | 0,1    | 535,63                       | 4,46    |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

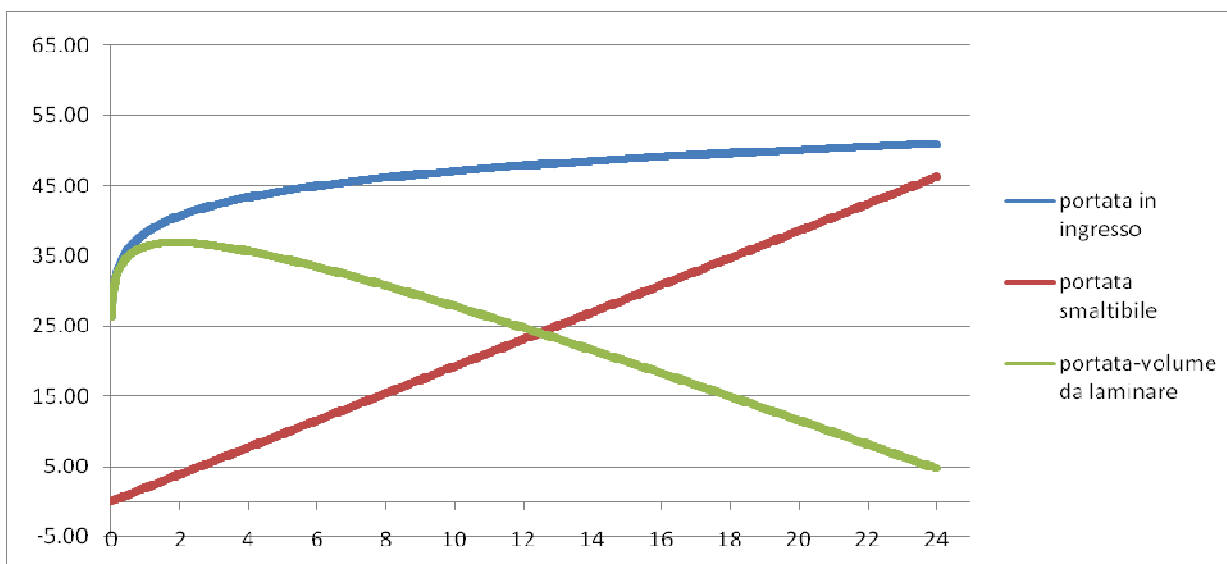
**STATO DI PROGETTO**

| TIPOLOGIA DELL'AREA      | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE "RIDOTTA" (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|--------|------------------------------|----------------------------------------|
| AREE IMPERMEABILIZZATE E | 0,9    | 482,07                       | 433,86                                 |
| AREE A VERDE             | 0,2    | 53,56                        | 10,71                                  |

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella**:

| TEMPO (h)                 | 1        | 2        | 3        | 6           | 12       | 24       |
|---------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| altezza di pioggia (mm/h) | 86.1     | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509  | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)               | 38.27791 | 40.74186 | 42.25607 | 44.97610075 | 47.87122 | 50.9527  |

| durata precipitazione (h) | Portata unitaria (volume) in ingresso (m <sup>3</sup> ) | Portata unitaria (volume) in uscita (m <sup>3</sup> ) | Volume residuo da laminare (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                         | 38.2779075                                              | 1.928268                                              | 36.3496395                                   |
| 2                         | 40.74186339                                             | 3.856536                                              | 36.88532739                                  |
| 3                         | 42.25606983                                             | 5.784804                                              | 36.47126583                                  |
| 6                         | 44.97610075                                             | 11.569608                                             | 33.40649275                                  |
| 12                        | 47.87122056                                             | 23.139216                                             | 24.73200456                                  |
| 24                        | 50.95269977                                             | 46.278432                                             | 4.674267767                                  |



1. la condizione “critica” si rileva in corrispondenza delle prima ora di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **36,89 m<sup>3</sup>** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 114 min (1,9 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $36,89\text{m}^3 / 2 = \underline{\underline{18,44 \text{ m}^3}}$ .

Si consiglia di realizzare n. 2 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 5,5 metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno o altro sistema di smaltimento a scelta del progettista tale da garantire un volume di laminazione di  $19,43 \text{ m}^3$ .

**LOTTO 3****STATO ATTUALE**

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | PORTATA |
|---------------------|--------|------------------------------|---------|
| AREA                | 0,1    | 2152,82                      | 17,95   |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

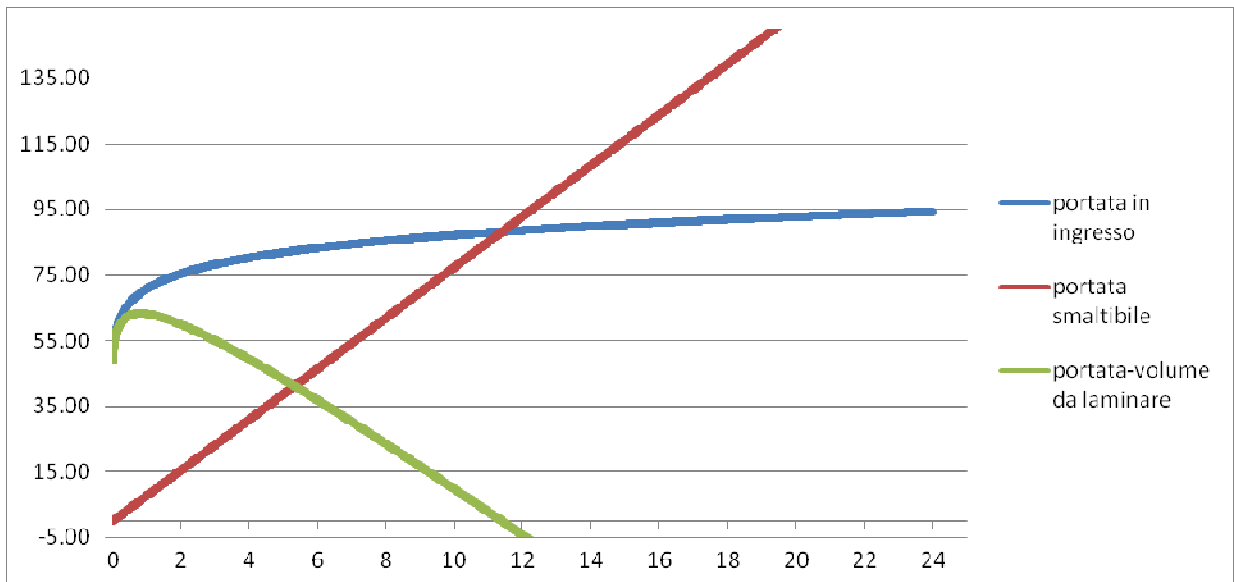
**STATO DI PROGETTO**

| TIPOLOGIA DELL'AREA      | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE<br>"RIDOTTA" (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|--------|------------------------------|-------------------------------------------|
| AREE IMPERMEABILIZZATE E | 0,9    | 560,47                       | 504,42                                    |
| AREE A VERDE             | 0,2    | 1592,35                      | 318,47                                    |

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella**:

| TEMPO (h)                    | 1        | 2        | 3        | 6           | 12       | 24       |
|------------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| altezza di pioggia<br>(mm/h) | 86.1     | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509  | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)                  | 70.85109 | 75.41178 | 78.21453 | 83.24921212 | 88.60798 | 94.31169 |

| durata precipitazione<br>(h) | Portata unitaria (volume)<br>in ingresso<br>(m3) | Portata unitaria<br>(volume)<br>in uscita<br>(m3) | Volume residuo da<br>laminare<br>(m3) |
|------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                            | 70.8510873                                       | 7.750152                                          | 63.1009353                            |
| 2                            | 75.41178472                                      | 15.500304                                         | 59.91148072                           |
| 3                            | 78.21452864                                      | 23.250456                                         | 54.96407264                           |
| 6                            | 83.24921212                                      | 46.500912                                         | 36.74830012                           |
| 12                           | 88.60797909                                      | 93.001824                                         | -4.39384491                           |
| 24                           | 94.31169087                                      | 186.003648                                        | -91.69195713                          |



1. la condizione “critica” si rileva in corrispondenza delle prima ora di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **63,24 m<sup>3</sup>** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 48 min (0,8 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $63,24 \text{ m}^3 / 2 =$  **31,62 m<sup>3</sup>**.

Si consiglia di realizzare n. 3 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 6,5 metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno o altro sistema di smaltimento a scelta del progettista tale da garantire un volume di laminazione di 34,45 m<sup>3</sup>.



**LOTTO 6****STATO ATTUALE**

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | PORTATA |
|---------------------|--------|------------------------------|---------|
| AREA                | 0,1    | 407,68                       | 3,40    |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

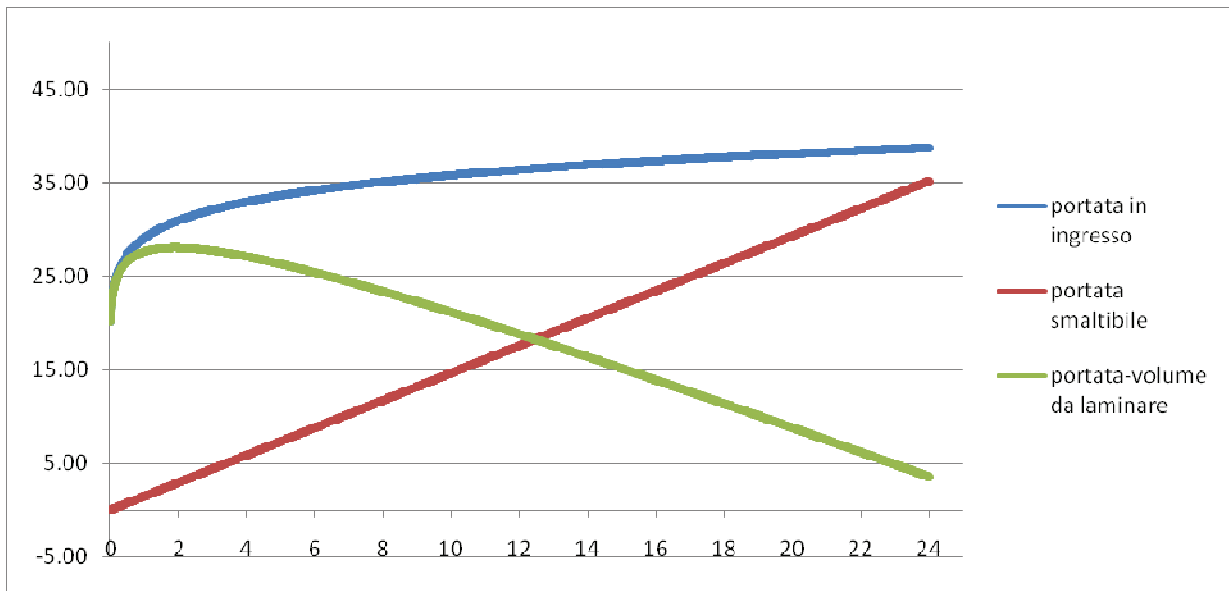
**STATO DI PROGETTO**

| TIPOLOGIA DELL'AREA      | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE "RIDOTTA" (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|--------|------------------------------|----------------------------------------|
| AREE IMPERMEABILIZZATE E | 0,9    | 366,91                       | 330,21                                 |
| AREE A VERDE             | 0,2    | 40,77                        | 8,15                                   |

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella**:

| TEMPO (h)                 | 1        | 2        | 3        | 6           | 12       | 24       |
|---------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| altezza di pioggia (mm/h) | 86.1     | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509  | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)               | 29.13392 | 31.00927 | 32.16176 | 34.23201516 | 36.43554 | 38.7809  |

| durata precipitazione (h) | Portata unitaria (volume) in ingresso (m <sup>3</sup> ) | Portata unitaria (volume) in uscita (m <sup>3</sup> ) | Volume residuo da laminare (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                         | 29.1339153                                              | 1.467648                                              | 27.6662673                                   |
| 2                         | 31.00927074                                             | 2.935296                                              | 28.07397474                                  |
| 3                         | 32.16175699                                             | 4.402944                                              | 27.75881299                                  |
| 6                         | 34.23201516                                             | 8.805888                                              | 25.42612716                                  |
| 12                        | 36.43553622                                             | 17.611776                                             | 18.82376022                                  |
| 24                        | 38.78089834                                             | 35.223552                                             | 3.557346337                                  |



1. la condizione “critica” si rileva in corrispondenza delle prima ora di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **28,07 m³** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 114 min (1,9 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $28,07 \text{ m}^3 / 2 =$  **14,03 m³**.

Si consiglia di realizzare n. 2 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 4 metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno o altro sistema di smaltimento a scelta del progettista tale da garantire un volume di laminazione di 14,13 m³.

**LOTTO 7****STATO ATTUALE**

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | PORTATA |
|---------------------|--------|------------------------------|---------|
| AREA                | 0,1    | 399,90                       | 3,33    |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

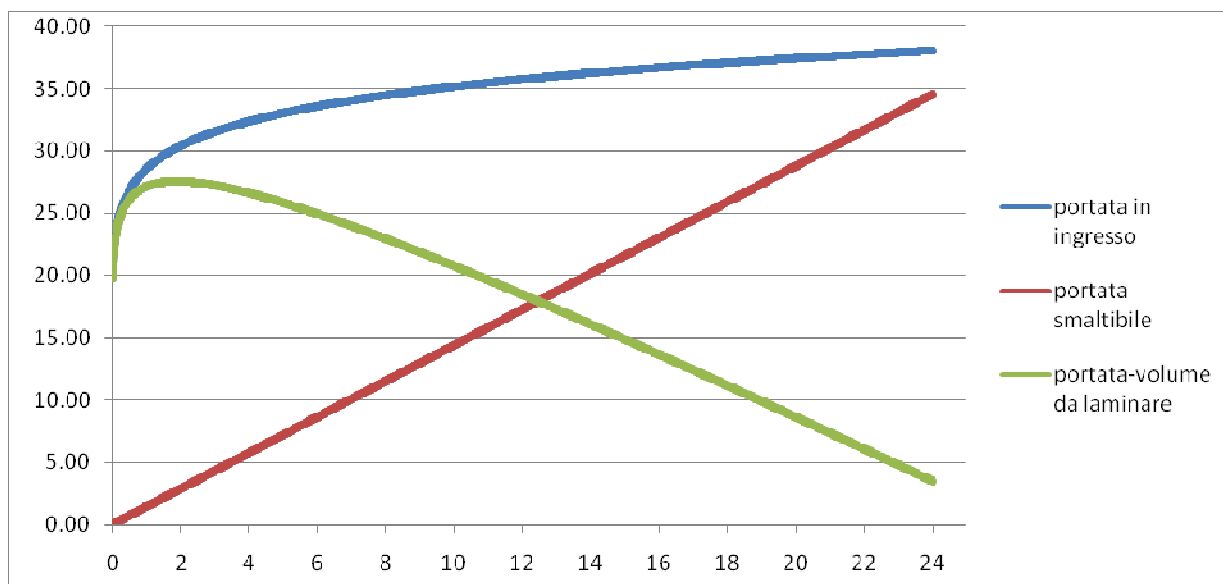
**STATO DI PROGETTO**

| TIPOLOGIA DELL'AREA      | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE "RIDOTTA" (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|--------|------------------------------|----------------------------------------|
| AREE IMPERMEABILIZZATE E | 0,9    | 359,91                       | 323,91                                 |
| AREE A VERDE             | 0,2    | 39,99                        | 7,99                                   |

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella**:

| TEMPO (h)                 | 1        | 2        | 3        | 6           | 12       | 24       |
|---------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| altezza di pioggia (mm/h) | 86.1     | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509  | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)               | 28.57805 | 30.41763 | 31.54813 | 33.57888418 | 35.74036 | 38.04098 |

| durata precipitazione (h) | Portata unitaria (volume) in ingresso (m <sup>3</sup> ) | Portata unitaria (volume) in uscita (m <sup>3</sup> ) | Volume residuo da laminare (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                         | 28.5780537                                              | 1.43964                                               | 27.1384137                                   |
| 2                         | 30.41762823                                             | 2.87928                                               | 27.53834823                                  |
| 3                         | 31.54812558                                             | 4.31892                                               | 27.22920558                                  |
| 6                         | 33.57888418                                             | 8.63784                                               | 24.94104418                                  |
| 12                        | 35.74036308                                             | 17.27568                                              | 18.46468308                                  |
| 24                        | 38.04097677                                             | 34.55136                                              | 3.489616772                                  |



1. la condizione “critica” si rileva in corrispondenza delle prima ora di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **27,54 m<sup>3</sup>** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 114 min (1,9 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $27,54 \text{ m}^3 / 2 =$  **13,77 m<sup>3</sup>**.

Si consiglia di realizzare n. 2 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 4 metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno o altro sistema di smaltimento a scelta del progettista tale da garantire un volume di laminazione di 14,13 m<sup>3</sup>.

**LOTTO 8****STATO ATTUALE**

| TIPOLOGIA DELL'AREA | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | PORTATA |
|---------------------|--------|------------------------------|---------|
| AREA                | 0,1    | 465,53                       | 3,88    |

Per la destinazione d'uso di progetto i dati utilizzati sono illustrati nella seguente tabella:

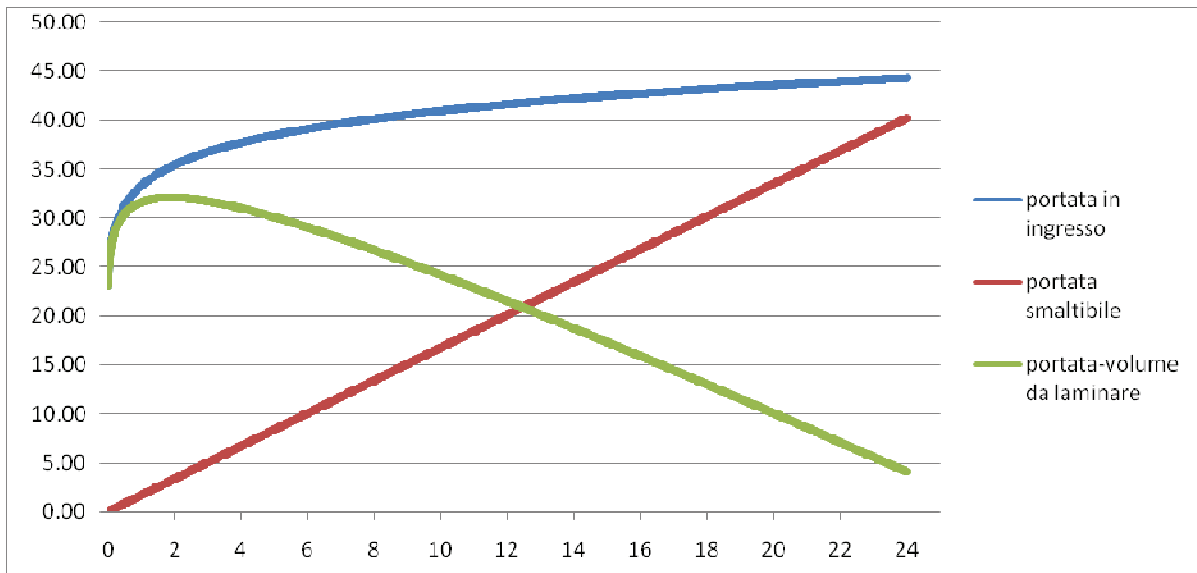
**STATO DI PROGETTO**

| TIPOLOGIA DELL'AREA      | $\phi$ | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) | SUPERFICIE "RIDOTTA" (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|--------|------------------------------|----------------------------------------|
| AREE IMPERMEABILIZZATE E | 0,9    | 418,98                       | 377,08                                 |
| AREE A VERDE             | 0,2    | 46,55                        | 9,31                                   |

Il volume di pioggia che si ottiene per le diverse durate di precipitazione meteoriche è riportato nella seguente **Tabella**:

| TEMPO (h)                 | 1        | 2        | 3        | 6           | 12       | 24       |
|---------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| altezza di pioggia (mm/h) | 86.1     | 91.64227 | 95.04824 | 101.166509  | 107.6786 | 114.6099 |
| Volume (mc)               | 33.26835 | 35.40984 | 36.72588 | 39.08992976 | 41.60616 | 44.28435 |

| durata precipitazione (h) | Portata unitaria (volume) in ingresso (m <sup>3</sup> ) | Portata unitaria (volume) in uscita (m <sup>3</sup> ) | Volume residuo da laminare (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                         | 33.2683512                                              | 1.675908                                              | 31.5924432                                   |
| 2                         | 35.40984104                                             | 3.351816                                              | 32.05802504                                  |
| 3                         | 36.72587827                                             | 5.027724                                              | 31.69815427                                  |
| 6                         | 39.08992976                                             | 10.055448                                             | 29.03448176                                  |
| 12                        | 41.60615567                                             | 20.110896                                             | 21.49525967                                  |
| 24                        | 44.2843515                                              | 40.221792                                             | 4.0625595                                    |



1. la condizione “critica” si rileva in corrispondenza delle prima ora di pioggia, dopodiché il sistema di smaltimento inizia a smaltire in maniera graduale tutta la portata che si genera;
2. il valore del volume massimo da destinare alla laminazione viene individuato pari a **32,06 m<sup>3</sup>** complessivi in corrispondenza di un tempo di pioggia pari a 114 min (1,9 h).

In accordo a quanto previsto dalla vigente normativa, poiché il terreno è ad esclusiva componente ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e poiché a seguito di prove di permeabilità si è riscontrato un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s, si decide di smaltire “velocemente” mediante infiltrazione facilitata nel terreno una quota di portata pari al 50% e di prevedere la laminazione del restante 50%.

Il volume complessivo minimo da destinare alla laminazione è quindi pari a:  $32,06 \text{ m}^3 / 2 =$  **16,03 m<sup>3</sup>**.

Si consiglia di realizzare n. 2 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 5 metri collegati tra loro con un tubo di troppo pieno o altro sistema di smaltimento a scelta del progettista tale da garantire un volume di laminazione di 17,67 m<sup>3</sup>.

## 4 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto sopra esposto, poiché le caratteristiche dello stesso lo consentono (matrice ciottolosa/ghiaiosa con mancanza di frazione fine/limosa e con un valore di permeabilità  $k > 10^{-3}$  m/s), le acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabili conseguenti alla realizzazione delle opere di progetto potranno essere smaltite mediante infiltrazione facilitata nel terreno con la realizzazione di n. 11 pozzi perdenti di diametro pari a 1,5 m e profondità pari a 6,5 metri, per la parte da cedere al comune e per la quota dei lotti 4 e 5 i quali sono all'interno della fascia di rispetto di pozzi.

Si prevede che ciascun lotto rimanente si lami il volume di acqua che si genera a seguito dell'intervento, con tipologie di smaltimento a scelta del progettista.

### RICAPITOLANDO

#### PARTE DA CEDERE AL COMUNE E QUOTA DI VOLUME DI LAMINAZIONE LOTTO 4 E

LOTTO 5 volume da laminare =  $122,38 \text{ m}^3$  attraverso realizzazione di 11 pozzi perdenti aventi diametro 1,5 metri e profondità 6,5 metri per volume pari a  $126,34 \text{ m}^3$ .

LOTTO 1: volume da laminare =  $16,72 \text{ m}^3$

LOTTO 2: volume da laminare =  $18,44 \text{ m}^3$

LOTTO 3: volume da laminare =  $31,62 \text{ m}^3$

LOTTO 6: volume da laminare =  $14,03 \text{ m}^3$

LOTTO 7: volume da laminare =  $13,77 \text{ m}^3$

LOTTO 8: volume da laminare =  $16,08 \text{ m}^3$