



# COMUNE DI NOVARA

**Permesso di Costruire e Variante n. 2 al Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica Convenzionato, relativo all'attuazione delle aree produttive e logistiche del quadrante nord ovest della Città di Novara - Ambito T12 (approvato con D.C.C. n° 57 del 14/09/2020) con contestuale Variante SUAP ai sensi dell'art. 17 bis co. 4 L.R. 56/77 e ss.mm. ed ii e dell'art. 8 del D.P.R. 160/2010 e s.m.i**



**Relazione Idraulica**

# RAUM

engineering

**RAUM ENGINEERING SRL**  
via XX settembre 38, 28100 Novara - ITALY  
+39.0321.390335  
PIVA/CF 02523870034  
[www.raum-engineering.com](http://www.raum-engineering.com)

A SEGRO GROUP COMPANY

Prima stesura:  
Dicembre 2021

Revisione 1:  
Settembre 2022

Revisione 2:  
Gennaio 2023

Stesura finale:

Consegna:

(ex Allegato 2 D.C.C. n. 82 del 27/12/2018)

## Sommario

|   |    |
|---|----|
| 1PREMESSA.....  | 4  |
| 1DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....                  | 5  |
| 1ANALISI IDROLOGICA.....                                | 6  |
| 1.1Analisi pluviometrica.....                           | 6  |
| 1.2Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica..... | 6  |
| 2DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI INFILTRAZIONE.....      | 8  |
| 2.1Conclusioni.....                                     | 11 |

## 1 PREMESSA

La presente relazione idraulica costituisce parte integrante del progetto di Variante Parziale al P.R.G.C. relativo alle Aree Produttive-Logistiche del Quadrante Nord Ovest della Città di Novara.

L'intervento di ampliamento interesserà un'area ampia circa 21.795,51 mq.



Figura 1.. Inquadramento territoriale. Immagine satellitare tratta dal sito google.it/maps.

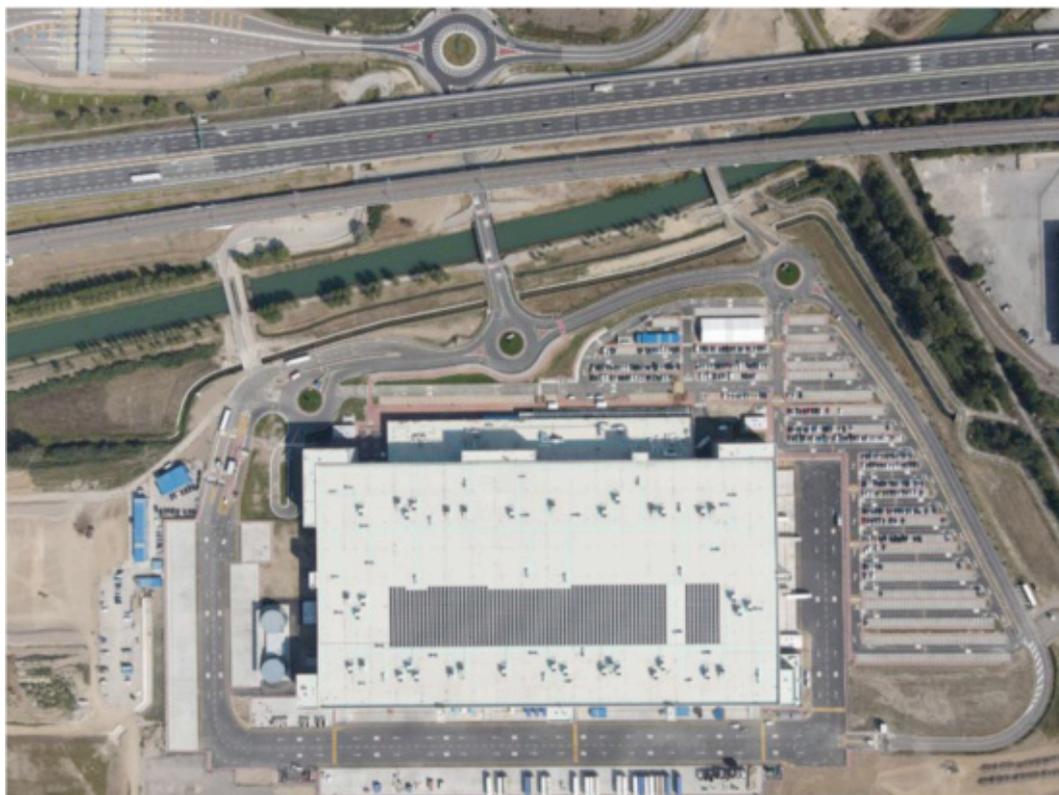
All'interno della presente relazione idraulica saranno approfonditi i seguenti temi:

1. Dimensionamento e verifica del bacino di infiltrazione delle portate meteoriche a seguito del nuovo ampliamento in progetto.

## 1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'area oggetto della presente Variante è individuata nella porzione a sud dell'intervento già realizzato nell'Ambito T12 del P.R.G.C. del Comune di Novara localizzata nel settore nord-ovest dell'area urbana in prossimità del casello Novara Ovest dell'autostrada A4.

L'area è delimitata a nord dal fascio infrastrutturale composto dall'autostrada A4 e dalla linea TAV, ad ovest dalla linea ferroviaria Novara-Biella (attualmente in funzione), a sud da terreni a destinazione agricola della stessa proprietà, ad est da terreni della stessa proprietà.



*Figura 2.. Ortofoto relativa allo stato di fatto dell'area oggetto di variante.*

## 1 ANALISI IDROLOGICA

Ai fini del dimensionamento della rete di collettamento delle acque meteoriche, si rende necessaria la preventiva definizione delle curve di possibilità climatica rappresentative dei dati pluviometrici caratteristici per la zona geografica di interesse.

### 1.1 Analisi pluviometrica

Il calcolo della rete meteorica prende origine dalla stima dell'altezza di precipitazione che si verifica sulla superficie scolante per una definita durata. La durata da considerare è pari al tempo necessario perché tutta la superficie sottesa dalla prefissata sezione contribuisca al deflusso, avendo definito un tempo di ritorno  $T_r$  (il numero di anni nel quale mediamente l'evento meteorico può essere uguagliato o superato).

Prefissato il periodo di ritorno  $T_r$ , l'equazione che esprime l'altezza  $h$  di precipitazione in funzione della durata  $\theta$  è data dalla forma:

$$h(T_r) = a \theta^n$$

dove:

$$h(T_r) = h \quad \text{altezza di precipitazione [mm];}$$

$$T_r = T_r \quad \text{tempo di ritorno [anno];}$$

$$\theta = \theta \quad \text{durata [ore];}$$

$$a, n = a, n \quad \text{parametri da determinare attraverso un'analisi pluviometrica.}$$

La scelta del tempo di ritorno viene in genere fatta sulla base di considerazioni di carattere tecnico-economico, accettando a priori un rischio non nullo, ovvero che durante gli  $N$  anni di esercizio della fognatura possano verificarsi delle disfunzioni. La scelta del tempo di ritorno si basa su un'analisi costi-benefici, in relazione all'importanza dell'opera e al rischio che ne consegue.

In "Fognature" di L. Da Deppo e C. Datei, come tempi di ritorno indicativi per le fognature urbane, si indica un valore di  $T_r$  compreso tra 5 e 20 anni.

Sulla base di considerazioni di carattere tecnico-economico, e vista l'importanza del nuovo insediamento, nell'analisi seguente è stato scelto un tempo di ritorno  $T_R = 30$  anni per il dimensionamento della fognatura bianca e  $T_R = 200$  anni per il dimensionamento del bacino di laminazione e infiltrazione.

Per quanto riguarda  $\theta$  (in ore), secondo letteratura (cit. "Manuale di Ingegneria civile e ambientale, Quarta Edizione, Bologna, Zanichelli/ESAC"), la definizione delle durate critiche di precipitazione che interessano "l'idrologia urbana", sono comprese tra pochi minuti (5-15 min) e poche ore (in genere meno di 3 ore) e di conseguenza un'analisi del regime delle precipitazioni deve interessare le piogge di breve durata e forte intensità (scrosci).

Inoltre, si può ipotizzare che il tempo di corrvazione sia dell'ordine dei minuti, e quindi le precipitazioni a cui bisogna fare riferimento sono quelle della durata inferiore all'ora.

## 1.2 Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica

Quanto segue nel presente capitolo riporta alcuni estratti degli approfondimenti metodologici riportati nel documento: "Guida all'utilizzo dell'atlante delle piogge intense" del Geoportale Arpa Piemonte.

Il servizio Atlante delle piogge intense, raggiungibile al sito [http://webgis.arpa.piemonte.it/atlante\\_pioggia\\_webapp/](http://webgis.arpa.piemonte.it/atlante_pioggia_webapp/) di ARPA Piemonte consente di ricavare, in un qualsiasi punto del territorio regionale, i parametri della curva di possibilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore espressa nella forma:

$$h = a \cdot K_T \cdot D^n$$

in cui  $h$  è l'altezza di pioggia,  $D$  è la durata dell'evento meteorico,  $a$  è il coefficiente pluviale orario,  $K_T$  è il fattore di crescita legato al tempo di ritorno  $T$ ,  $n$  è l'esponente di invarianza della scala (governa l'andamento della curva).

Per le precipitazioni di durata sub-oraria (10, 20 e 30 minuti), la formula analitica per il calcolo dell'altezza di pioggia relativa ad una determinata durata e ad un determinato periodo di ritorno è la seguente:

$$h(d, T) = a \left( \frac{1+B \cdot d}{1+B} \right)^{\frac{(n-1)(1+B)}{B}} \cdot d \cdot K_T$$

Dove  $a$  ed  $n$  sono gli stessi delle durate standard, mentre  $B$  è una costante pari a 136.495.

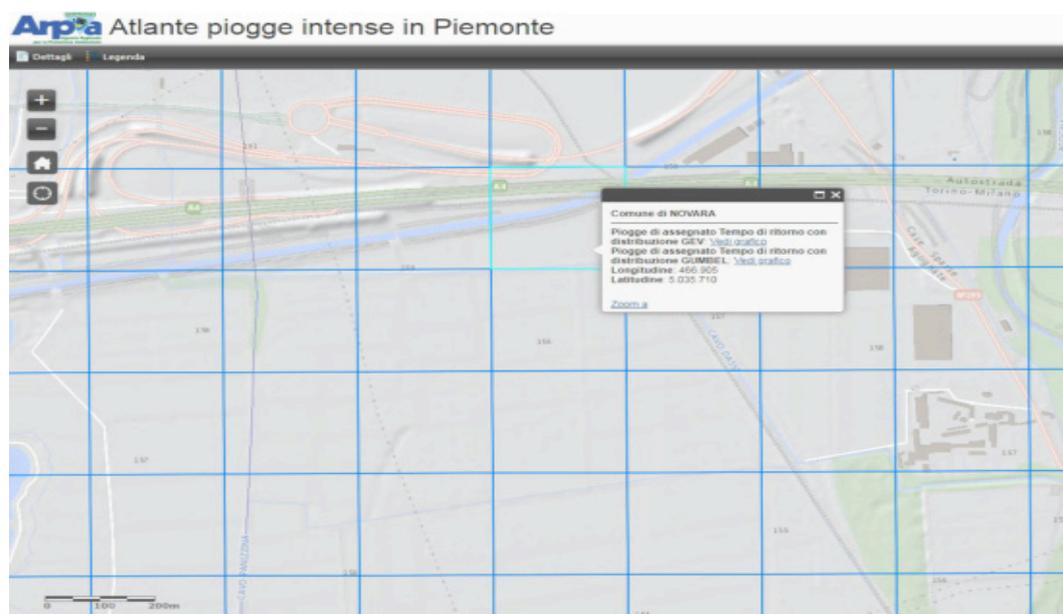


Figura 3.. Immagine tratta dal portale ARPA Piemonte per la determinazione dei parametri idrologici di progetto.

Selezionando il quadrante d'interesse dal webgis di ARPA Piemonte, è possibile interrogare i vettori specifici, ottenendo i seguenti parametri da inserire all'interno dell'equazione di possibilità indicata in precedenza:

Tabella 3.. Parametri idrologici distribuzione GUM ricavati dal sito ARPA per la costruzione della legge di possibilità pluviometrica.

**Atlante piogge intense in Piemonte (GUM)**

Comune di **NOVARA** (lat: 5035459.95493 , lon: 466905.454713)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. **a: 31.21 n: 0.29**

CSV Excel

| Fattore di crescita KT |     |     |     |     |      |      |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| K2                     | K5  | K10 | K20 | K50 | K100 | K200 |
| 0                      | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 2   | 2.2  | 2.4  |

**Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)**

CSV Excel

| Durata    | Tempo di ritorno in anni |      |       |       |       |       |       |  |
|-----------|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|           | 2                        | 5    | 10    | 20    | 50    | 100   | 200   |  |
| 10 minuti | 17.1                     | 23.4 | 27.5  | 31.5  | 36.7  | 40.5  | 44.4  |  |
| 20 minuti | 21.2                     | 28.9 | 34    | 39    | 45.3  | 50.1  | 54.6  |  |
| 30 minuti | 23.9                     | 32.6 | 38.4  | 43.9  | 51.1  | 56.5  | 61.8  |  |
| 1 ora     | 29.2                     | 39.9 | 47    | 53.8  | 62.5  | 69.1  | 75.7  |  |
| 3 ore     | 40.1                     | 54.8 | 64.5  | 73.8  | 85.9  | 94.9  | 103.9 |  |
| 6 ore     | 49                       | 67   | 78.8  | 90.2  | 104.9 | 116   | 127   |  |
| 12 ore    | 59.9                     | 81.8 | 96.3  | 110.2 | 128.2 | 141.7 | 155.1 |  |
| 24 ore    | 73.2                     | 99.9 | 117.6 | 134.6 | 156.6 | 173.1 | 189.5 |  |

L'applicazione dei parametri precedenti fornisce i seguenti valori di  $a$  ed  $n$  in funzione del tempo di ritorno, specifici per l'area di interesse:

Tabella 3.. Tabella riassuntiva dei parametri  $a_1$  ed  $n$  in funzione del tempo di ritorno, per precipitazioni di durata superiore all'ora.

| Tr    | 5      | 10     | 20     | 30     | 50     | 100    | 200    |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $a_1$ | 40.573 | 46.815 | 53.057 | 56.178 | 62.420 | 68.662 | 74.904 |
| $n$   | 0.29   | 0.29   | 0.29   | 0.29   | 0.29   | 0.29   | 0.29   |

Essendo  $a_1 = a \cdot K_T$ .

In questo modo sono ora disponibili i parametri  $a_1$  ed  $n$  della legge di possibilità pluviometrica:

$$h = a_1 D^n$$

legge dalla quale è possibile ricavare le portate generate da eventi caratterizzati da un prefissato tempo di ritorno.

Si osservi tuttavia come tali parametri si riferiscano a precipitazioni di durata superiore all'ora, mentre è noto che gli eventi critici per le reti di collettamento e scarico della scala di quello in progetto hanno durata certamente minore dell'ora (eventi definiti "scrosci").

In questo caso, come già anticipato, le indicazioni di Arpa suggeriscono di adottare per il calcolo una formula differente.

In definitiva i parametri che saranno utilizzati per il dimensionamento del bacino di laminazione e infiltrazione sono i seguenti:

|                             |                      |       |
|-----------------------------|----------------------|-------|
| Tempo di ritorno = 200 anni | $a = \dot{c}$        | 31.21 |
|                             | $K_{T200} = \dot{c}$ | 2.4   |
|                             | $n = \dot{c}$        | 0.29  |

## 2 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI INFILTRAZIONE

La progetto di Variante riguarda:

- la realizzazione di nuovi parcheggi privati per le auto a sud dei parcheggi già esistenti in corrispondenza dell'area verde e della strada di accesso alla parte sud dell'edificio. I nuovi stalli per le auto sono pari a 482;
- la realizzazione di una nuova rotatoria pubblica di diametro 61,00 metri che regolamerterà il traffico veicolare delle auto e dei tir in continuità con la strada pubblica esistente che attraversa l'intervento da nord a sud e permetterà ai tir di tornare indietro verso il polo logistico;
- la realizzazione di una nuova rotatoria di diametro 40,00 metri che permetterà l'ingresso sud all'edificio esistente;

Il sistema di infiltrazione riceverà il contributo delle portate meteoriche in arrivo dalla rete di strade, piazzali e parcheggi sia pubblici che privati, nonché le aree relative al nuovo ampliamento.

Per caratterizzare la rete di infiltrazione risulta necessario procedere al calcolo del volume di accumulo da prevedere all'interno del sistema drenante.

Esso sarà costituito da n.1 bacino di infiltrazione a cielo aperto ricavato sfruttando la capacità di infiltrazione del terreno in sito, per il quale è disponibile una stima della permeabilità K.

Al bacino di filtrazione arrivano:

- Portate meteoriche provenienti dai contributi di strade, piazzali e parcheggi, sia di proprietà pubblica che privata, per mezzo di un collettore in CLS di sezione rettangolare 2.00x1.00 m con un punto di scarico posizionato a quota 154.85 m s.l.m..
- Portate meteoriche provenienti dai contributi di strade, piazzali e parcheggi del nuovo ampliamento in progetto, per mezzo di un collettore in CLS di sezione rettangolare 1.00x0.75 m con un punto di scarico posizionato a quota 154.85 m s.l.m..

Il bacino, avente una quota media di fondo di 154.10 m s.l.m., sarà inoltre provvisto di una tubazione di troppo pieno posta a quota 155.10 m s.l.m.

La tubazione verrà collegata ad uno scarico già esistente nell'area in oggetto e, in ottemperanza alle indicazioni dell'Associazione Irrigazione Est Sesia, permetterà il convogliamento delle acque, per una portata non maggiore di 50 l/s, nel corpo ricettore denominato "Cavo d'Assi", mediante sottopasso della ferrovia posta lungo il confine Est.



*Figura 4.. Tubazione esistente di scarico nel Cavo d'Assi.*

La quota assoluta di scarico in corrispondenza del Cavo D'assi è stata rilevata pari a 152,60 con una tubazione Ø600 in CLS.

Ai fini del dimensionamento del bacino di invaso è necessario in primo luogo determinare i parametri idrologici dell'intera area oggetto di intervento. Con riferimento alle procedure di calcolo indicate nei paragrafi precedenti, si riporta il calcolo del coefficiente di deflusso ponderato relativo all'intera area di intervento, ed i parametri idrologici "a" ed "n" dai quali ricostruire l'equazione di possibilità pluviometrica, derivanti dai dati ARPA disponibili e validi per un tempo di ritorno TR=200 anni.

In particolare nell'individuazione dei coefficienti di deflusso si sono fatte le seguenti considerazioni:

- per le coperture è stato assunto un coefficiente di deflusso di 1.0;
- per le aree impermeabili di piazzali e viabilità è stato assunto un coefficiente di deflusso di 0.9;
- per le aree verdi è stato assunto un coefficiente di deflusso di 0.25, ritenendo che queste siano totalmente permeabili e non essendo direttamente collegate alla rete di smaltimento;
- per le aree semipermeabili quali sono gli stalli dei parcheggi, è stato assunto un coefficiente di deflusso pari a 0.5 essendo questi realizzati in green-block e avendo superficie semi-permeabile.

Tabella 4.. Calcolo del coefficiente di deflusso ponderato per l' area scolante a destinazione pubblica.

| <b>AREE SCOLANTI A DESTINAZIONE PUBBLICA (esistenti)</b> |                      |             |
|--|----------------------|-------------|
| <b>Tipologia del suolo</b>                               | <b>superficie mq</b> | <b>φ</b>    |
| Impermeabile   | 9594.42              | 0.9         |
| Verde  | 1235.60              | 0.25        |
| Semi-permeabile (green-block)                            | 5962.50              | 0.5         |
| <b>Totale area e coeff. di deflusso ponderato</b>        | <b>16792.52</b>      | <b>0.71</b> |

Tabella 4.. Dati ricevuti del coefficiente di deflusso ponderato per l' area scolante a destinazione privata.

| <b>AREE SCOLANTI A DESTINAZIONE PRIVATA (esistenti)</b> |                      |             |
|---|----------------------|-------------|
| <b>Tipologia del suolo</b>                              | <b>superficie mq</b> | <b>φ</b>    |
| Impermeabile  | 48000                | 0.9         |
| Verde   | 3000                 | 0.2         |
| Semi-permeabile (green-block)                           | 7000                 | 0.5         |
| Coperture   | 23000                | 1.0         |
| <b>Totale area e coeff. di deflusso ponderato</b>       | <b>81000</b>         | <b>0.87</b> |

Tabella 4.. Calcolo del coefficiente di deflusso ponderato per l' area scolante in progetto.

| <b>NUOVE AREE SCOLANTI IN PROGETTO</b>            |                      |             |
|---|----------------------|-------------|
| <b>Tipologia del suolo</b>                        | <b>superficie mq</b> | <b>φ</b>    |
| Impermeabile                                      | 16494.36             | 0.9         |
| Verde   | 4666.30              | 0.25        |
| Semi-permeabile (green-block)                     | 6022.93              | 0.5         |
| Coperture   | 23.35                | 1.0         |
| <b>Totale area e coeff. di deflusso ponderato</b> | <b>27206.94</b>      | <b>0.70</b> |

Tabella 4.. Calcolo del coefficiente di deflusso ponderato per l'intera area scolante afferente il bacino di invaso e parametri idrologici per eventi caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 200 anni.

| <b>AREE TOTALI STATO DI PROGETTO – Bacino drenante Sud-Est</b> |                      |             |
|--|----------------------|-------------|
| <b>Tipologia del suolo</b>                                     | <b>superficie mq</b> | $\varphi$   |
| Impermeabile   | 74088.78             | 0.9         |
| Verde  | 8901.90              | 0.23        |
| Semi-permeabile (green-block)                                  | 18985.43             | 0.50        |
| Coperture  | 23023.35             | 1.00        |
| <b>Totale area e coeff. di deflusso ponderato</b>              | <b>124999.46</b>     | <b>0.81</b> |
| a ( $K_T$ 200) =   | 74.90                |             |
| n =  | 0.29                 |             |

I dati di cui alle tabelle precedenti sono necessari per stimare le portate di origine meteorica in arrivo alla rete di infiltrazione in corrispondenza di eventi eccezionali, caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Il volume necessario all'accumulo si otterrà dal confronto tra le portate in ingresso e le portate che l'invaso di laminazione e infiltrazione sarà in grado di smaltire.

Il modello semplificato prevede di considerare il contributo infiltrato dato dalla superficie drenante S del fondo del bacino di invaso, la quale è caratterizzata da un coefficiente di permeabilità medio K espresso in m/s e funzione esclusivamente della capacità di infiltrazione del terreno in situ.

Il parametro progettuale K è stato fornito dal geologo e il valore stimato è di  $10^{-4}$  m/s, propria di terreni ghiaiosi su base sabbiosa ad elevata permeabilità.

Nel calcolo si considera l'impronta realmente drenante attraversabile dalle portate di infiltrazione.

Tabella 4.. Calcolo della portate di infiltrazione del bacino drenante di progetto.

|                             | <b>BACINO DRENANTE sud-est</b> |     |
|-----------------------------|--------------------------------|-----|
| Capacità di infiltrazione K | 0.0001                         | m/s |
| Area base per infiltrazione | 6695.00                        | mq  |
| Q infiltrazione area base   | 669.50                         | l/s |

Considerando di scaricare una portata di 669.5 l/s, corrispondente ad un **coefficiente udometrico di 53.56 l/s·ha**, si può calcolare, tramite l'equazione seguente, il volume di invaso necessario relativo ad una determinata durata  $\tau$  della precipitazione.

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \tau^n - Q_u \cdot \tau$$

dove:

$W_i$  è il volume di invaso;

$W_e$  è il volume in ingresso;

$W_u$  è il volume in uscita;

S la superficie scolante;

$\varphi$  I coefficiente di deflusso medio dell'area;

$\tau$  è la durata della precipitazione.

La durata critica, ossia la durata per la quale si ha il massimo volume di invaso da rendere disponibile, si ottiene ponendo nulla la derivata prima, in funzione del tempo, dell'equazione sopra riportata.

Si ottiene dunque:

$$\tau_{cr} = \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e conseguentemente

$$Wi_{-m} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

L'applicazione di tale metodo comporta una sopravvalutazione delle portate di piena in ingresso alla rete e conseguentemente dei volumi in invaso.

**Non è necessario quindi procedere alla valutazione dei volumi di invaso per le diverse durate di precipitazione in quanto il metodo sopra esposto consente di ricavare sin da subito il massimo volume di invaso necessario, correlato alla durata critica dell'evento che dipende a sua volta dalle caratteristiche del bacino di scolo e del sistema di infiltrazione.**

La tabella seguente illustra i risultati del calcolo del volume di accumulo da prevedere all'interno della rete di infiltrazione.

Tabella 4.. Calcolo del volume necessario all'invaso relativo al bacino di laminazione

| VOLUME NECESSARIO ALL'INVASO |                            |           |
|------------------------------|----------------------------|-----------|
|                              | BACINO DRENANTE<br>SUD-EST |           |
| Portata scaricata totale     | 0.670                      | mc/s      |
| Portata specifica scaricata  | 53.56                      | l/s*ha    |
| Durata critica               | 0.88                       | ore       |
| Volume di invaso minimo      | <b>5188.60</b>             | <b>mc</b> |
| Tempo di svuotamento         | 2.15                       | ore       |

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche dimensionali del bacino a cielo aperto in progetto per l'invaso.

Tabella 4.. Calcolo dei volumi disponibili all'invaso all'interno del bacino a cielo aperto in progetto.

| <b>BACINO DI INVASO IN PROGETTO</b>              |                                    |           |
|--|------------------------------------|-----------|
|  | <b>BACINO DRENANTE<br/>SUD-EST</b> |           |
| Area drenante bacino                             | 6695.00                            | mq        |
| Quota media fondo bacino                         | 154.10                             | m         |
| Quota di massimo invaso                          | 155.00                             | m         |
| Quota scarico troppo pieno                       | 155.10                             | m         |
| Quota piano campagna sponde                      | 156.10                             | m         |
| Franco di sicurezza                              | 1.10                               | m         |
| Tirante idrico h                                 | 0.90                               | m         |
| Scarpa O/V                                       | 1.00                               |           |
| Area liquida misurata in CAD ad h=0.90 m         | 7261.47                            | mq        |
| Area fittizia invaso misurata in cad ad h=0.45 m | 6973.43                            | mq        |
| <b>VOLUME MASSIMO INVASABILE A PROGETTO</b>      | <b>6276.09</b>                     | <b>mc</b> |

## 2.1 Conclusioni

Tabella 4.. Verifica dei volumi disponibili all'invaso

| <b>VERIFICA VOLUMI DI INVASO</b>         |         |    |
|--|---------|----|
| Volume di invaso minimo                  | 5188.60 | mc |
| Volume di invaso disponibile in progetto | 6276.09 | mc |

**5188.60 mc > 6192.78 mc**

Verifica soddisfatta

**In conclusione, il bacino di invaso è stato verificato per eventi caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 200 anni e per la durata critica di 0.88 h correlata al massimo invaso necessario.**