

logo



committente

COMUNE DI CISLAGO

Provincia di Varese

titolo intervento

LAVORI DI REALIZZAZIONE PISTA CICLABILE IN VIA C. BATTISTI/S.P. N° 223 DA VIA CARDUCCI AL CONFINE CON IL COMUNE DI TURATE LOTTO 2

fase progettuale

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

n° elaborato

titolo elaborato

A.2

RELAZIONE IDRAULICA RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

00	Ottobre 2023	Emissione progetto di fattibilità tecnica ed economica	EB	MMB	MMB
REV	DATA	NOTE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

codice commessa

27S23PFTE22

nome file

27S23PFTE2_CIS_A.2_REL_00
Relazione idraulica

scala

-

data

Ottobre 2023

società incaricata


BMB INGEGNERIA S.R.L.

Sede Legale: Via Sondrio, 55 - 20835 Muggiò (MB)
 Tel. +39 039 2785540 - Fax +39 039 2144493
 studio@bmbingegneria.net
 www.bmbingegneria.net

Codice Fiscale 04780760965
 Partita IVA 04780760965
 R.E.A. MB 1886967
 Iscriz. C.C.I.A.A. n° 04780760965

Professionista incaricato:

DOTT. ING. MARCO MANNUCCI BENINCASA

timbro

INDICE

1.	PREMESSE	2
2.	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	3
2.1	ANALISI DELLE PIOGGE INTENSE	3
3.1	CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI BACINI DI DRENAGGIO	4
3.2	METODO DI CALCOLO DELLE PORTATE	5
3.3	TIPOLOGIE DI INTERVENTO PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE	6
3.	CALCOLI IDRAULICI.....	7

1. PREMESSE

Il Comune di Cislago, nell'ambito dei “Lavori di realizzazione pista ciclabile in Via C. Battisti / S.P. n°223 da Via Carducci al confine con il Comune di Turate – LOTTO 2”, deve prevedere l'esecuzione della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Ai sensi dell'art. 1, comma 1, lettera d), punto 4d) del Regolamento Regionale n°8 del 19/04/2019 “Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica i sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “Legge per il governo del territorio”), le opere non sono soggette all'obbligo di applicazione del R.R. 7/2017 in quanto realizzazione di “itinerario ciclabile”.

di Turate.

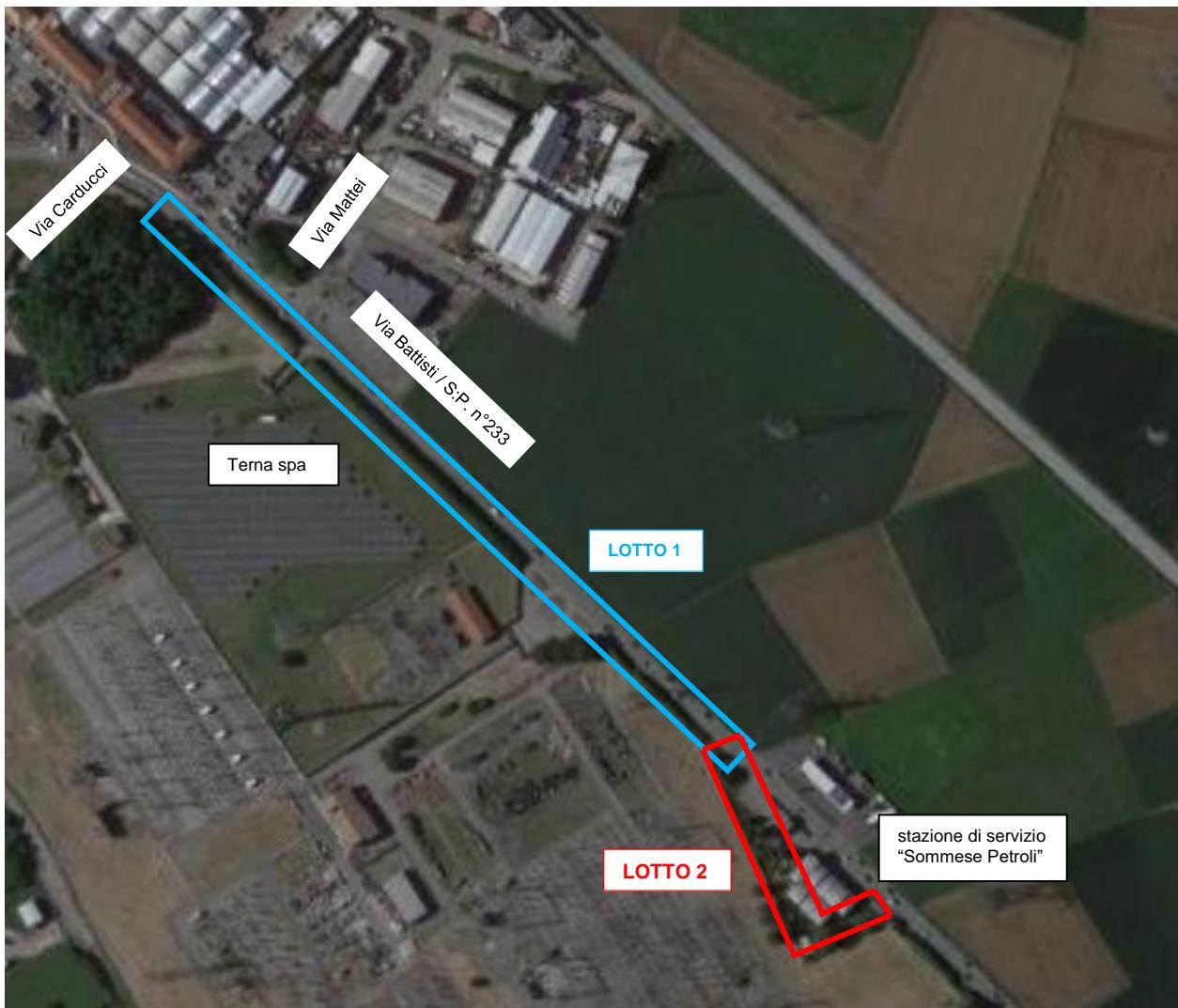


Figura 1: Vista aerea dello stato di fatto (fonte: Google Earth)

2. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

2.1 ANALISI DELLE PIOGGE INTENSE

Una delle ipotesi fondamentali che sta alla base del dimensionamento di opere soggette ad eventi idrologici, è che le portate massime e le onde di piena critiche, aventi un certo tempo di ritorno T, siano originate da una precipitazione con lo stesso tempo di ritorno.

Partendo da questa ipotesi è necessario determinare la curva di possibilità climatica, ovvero l'espressione che, per un pre-assegnato tempo di ritorno T, fornisce, per ogni durata di pioggia, la massima altezza di precipitazione che può verificarsi e che viene superata una volta ogni T anni.

A tale proposito si fa generalmente riferimento ad un'espressione algebrica monomia del tipo:

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

in cui h è l'altezza di pioggia espressa in millimetri, t è la corrispondente durata in ore, a ed n sono due coefficienti che definiscono la curva risultante.

Il sito "<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>" di ARPA Lombardia fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ogni località della Lombardia espressa nella forma:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot \left[1 - \log\left(\frac{T}{T-1}\right) \right]^k$$

in cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T, n è l'esponente della curva (parametro di scala), α , ε , k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora, per le durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore n = 0,5 in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

Per l'area in oggetto con tempo di ritorno **T = 10 anni** risulta:

$$\mathbf{h = 47,1540 \cdot t^{0,5}} \quad \text{con } t < 1 \text{ ora}$$

$$\mathbf{h = 47,1540 \cdot t^{0,32293}} \quad \text{con } t > 1 \text{ ora}$$

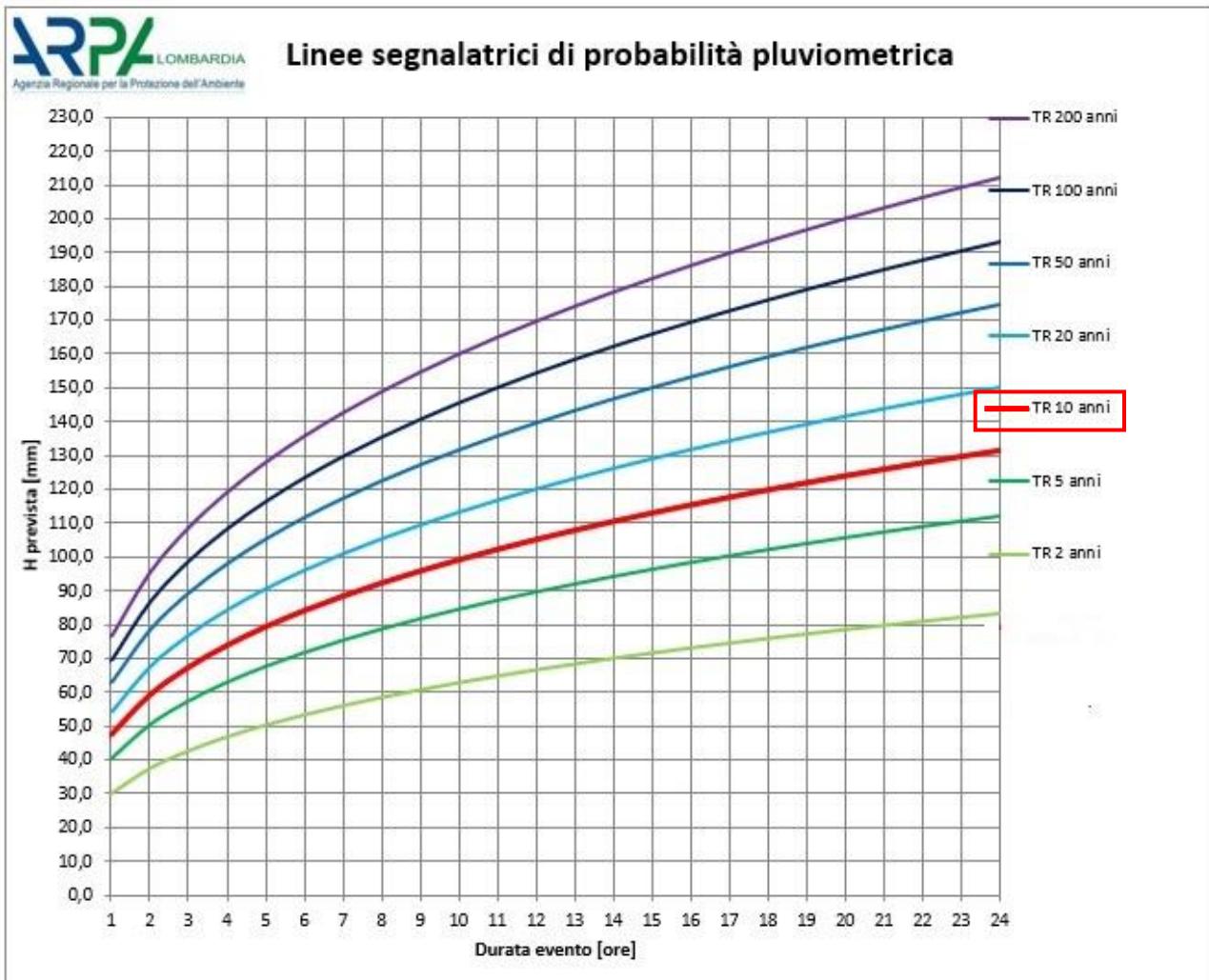


Figura 2: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per il Comune di Cislago nell'area oggetto dell'intervento

3.1 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI BACINI DI DRENAGGIO

Non tutto il volume di pioggia che ricade su una certa area affluisce alla rete drenante. Una parte di esso si perde per effetto di una serie di fenomeni idrologici (evaporazione, infiltrazione nel terreno, formazione sul bacino di un velo idrico, immagazzinamento in avvallamenti superficiali) prima di arrivare alla rete di drenaggio. Per il dimensionamento di quest'ultima sarà quindi rilevante solo la restante parte di pioggia, cioè la cosiddetta pioggia netta o efficace. Tale pioggia può essere valutata attraverso il coefficiente di assorbimento φ che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale cioè la frazione di acqua meteorica che scorre fino alla sezione di chiusura del bacino senza infiltrarsi nel terreno. Questo coefficiente varia in funzione dell'intensità della durata della pioggia, ma nella pratica progettuale generalmente viene considerato costante.

Nel caso in cui un bacino è composto da zone con diverse destinazioni d'uso, il coefficiente di deflusso complessivo deve essere calcolato come media pesata, in funzione delle diverse aree, dei coefficienti di deflusso di ogni zona attraverso la relazione:

$$\varphi = \frac{\sum_i S_i \cdot \varphi_i}{\sum_i S_i}$$

Per il calcolo della superficie scolante impermeabile è stato adottato il valore del coefficiente di deflusso pari a 1 (pavimentazioni continue quali strade, piste ciclabili).

3.2 METODO DI CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione, attraverso un modello afflussi-deflussi, della massima portata al colmo che si verifica all'uscita dalla rete di drenaggio di un bacino idrografico, corrispondente ad un tempo di ritorno prefissato, è necessario costruire uno ietogramma teorico di progetto a partire dalle curve di possibilità pluviometrica.

La forma utilizzata nel presente studio è largamente diffusa in letteratura è lo ietogramma Chicago. Lo ietogramma Chicago presenta un picco di intensità massima i_{max} ed ha il vantaggio di essere poco sensibile alla variazione della durata di base. Infatti, la parte centrale dello ietogramma rimane la stessa per durate progressivamente maggiori, aggiungendosi solo due "code" all'inizio e alla fine dell'evento. Inoltre esso contiene in sé, proprio per il modo con cui è costruito, le piogge critiche per tutte le durate parziali minori della durata complessiva; lo stesso ietogramma pertanto può essere utilizzato come ietogramma di progetto per tutti i sottobacini di un medesimo bacino, senza la necessità di ricerca delle durate critiche di ognuno di essi, purché la durata complessiva dello ietogramma sia sicuramente maggiore del tempo di corrievazione del bacino totale ("Sistemi di fognature e drenaggio" di A. Paoletti).

Il calcolo delle portate critiche può essere effettuato in base alla formula razionale applicando il *metodo della corrievazione*:

$$Q_c = S \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot A \cdot \vartheta_c^{n-1}$$

dove Q_c è la portata critica (l/s), S è l'area del bacino scolante considerato (ha), φ è il coefficiente di afflusso, a e n sono i due coefficienti che definiscono la curva di possibilità climatica, ϑ_c è la durata critica dell'evento meteorico (ore) pari a:

$$\vartheta_c = T_e + \frac{T_r}{1,5}$$

dove T_e è il tempo di corrievazione sul bacino prima del raggiungimento della rete di drenaggio (tempo di ingresso in rete) e T_r è il tempo di corrievazione in quest'ultima.

Il *tempo di corrievazione* del bacino T_0 è il tempo che intercorre tra la caduta della precipitazione su di un bacino ed il passaggio di questa dalla sezione di chiusura del bacino stesso. T_0 è dato da:

$$T_0 = T_e + T_r$$

Il tempo di ingresso in rete è stato posto pari a 5 minuti, mentre il tempo di corivazione della rete di drenaggio è stato posto pari a L/V_r dove L (m) è il percorso idraulicamente più lungo della rete mentre V_r (m/s) è la velocità della corrente a tubo pieno.

3.3 TIPOLOGIE DI INTERVENTO PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Il controllo e la gestione delle acque meteoriche può essere effettuato mediante **trincee drenanti**, sistemi di smaltimento negli strati superficiali del terreno.

Il dimensionamento delle trincee drenanti va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con il volume immagazzinato dal sistema; tale confronto può essere espresso con la seguente equazione:

$$(Q_p - Q_f) \cdot \Delta t = \Delta W$$

dove: Q_p è la portata influente (idrogramma di piena di progetto) in m^3/s ; Q_f è la portata infiltrata in m^3/s ; Δt è l'intervallo di tempo in secondi e ΔW è la variazione del volume infiltrato nel mezzo filtrante nell'intervallo Δt in m^3 .

La portata infiltrata Q_f di ogni singolo pozzo può essere calcolata con la seguente espressione:

$$Q_f = K \cdot J \cdot A$$

dove K è permeabilità del terreno in m/s ; J è la cadente piezometrica; A la superficie drenante effettiva.

Considerando la cadente pari a 1 (può essere posta pari a 1 qualora il tirante idrico della superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente) e che gli strati in questione si trovano generalmente in condizioni insature e quindi si riduce il valore della permeabilità a $K/2$, l'espressione precedente risulta essere:

$$Q_f = \frac{K}{2} \cdot [L \cdot I + 2 \cdot (L + I) \cdot h]$$

dove L , I e h sono la lunghezza, la larghezza e l'altezza della trincea drenante.

Pertanto il volume immagazzinato ΔW dovrà essere minore o uguale a zero e sarà pari alla somma del volume delle piogge W_{PC} (pari a $Q_p \times t$), del volume disperso totale della trincea W_{FT} (pari a $Q_f \times t$) e dal volume accumulato all'interno del sistema drenante (pari al volume della ghiaia che forma il sistema di dispersione).

3. CALCOLI IDRAULICI

Il sistema di smaltimento acque meteoriche sarà formato da:

- ❖ n°1 trincea disperdente di sez.80x80 cm, realizzate con tubazione di polietilene fessurata, liscia internamente e corrugata esternamente, SN8, DN/OD 200 mm, Di 172 mm, con sottofondo e rinfianco in ghiaia e tessuto non tessuto peso 136 g/mq;
- ❖ n°1 trincea disperdente di sez.100x100 cm, realizzate con tubazione di polietilene fessurata, liscia internamente e corrugata esternamente, SN8, DN/OD 200 mm, Di 172 mm, con sottofondo e rinfianco in ghiaia e tessuto non tessuto peso 136 g/mq;
- ❖ n°6 pozzetti di ispezione delle trincee drenanti realizzati con elementi prefabbricati in calcestruzzo armato, dim. int. 45x45 cm, spessore minimo delle pareti 6 cm, con griglia in ghisa sferoidale, conforme alla classe C250 della norma UNI-EN 124, luce netta 450x450 mm, telaio 550x550 mm.

Per il calcolo del volume di accumulo della trincea è stato considerato il volume interno delle tubazioni e il volume della ghiaia di riempimento considerando un valore di porosità del materiale pari a 0,40.

Preliminariamente, vista la tipologia del terreno, è stato ipotizzato un valore di permeabilità medio $K = 1,00 \times 10^{-6}$ m/s.

Si riportano nelle tabelle e figure seguenti lo ietogramma e gli idrogrammi di piena e il dimensionamento delle trincee drenanti.

t [min]	i [mm/ora]
5	26,16
10	30,34
15	37,49
20	54,53
25	163,35
30	60,38
35	43,67
40	35,94
45	31,25
50	28,01
55	25,62
60	23,74

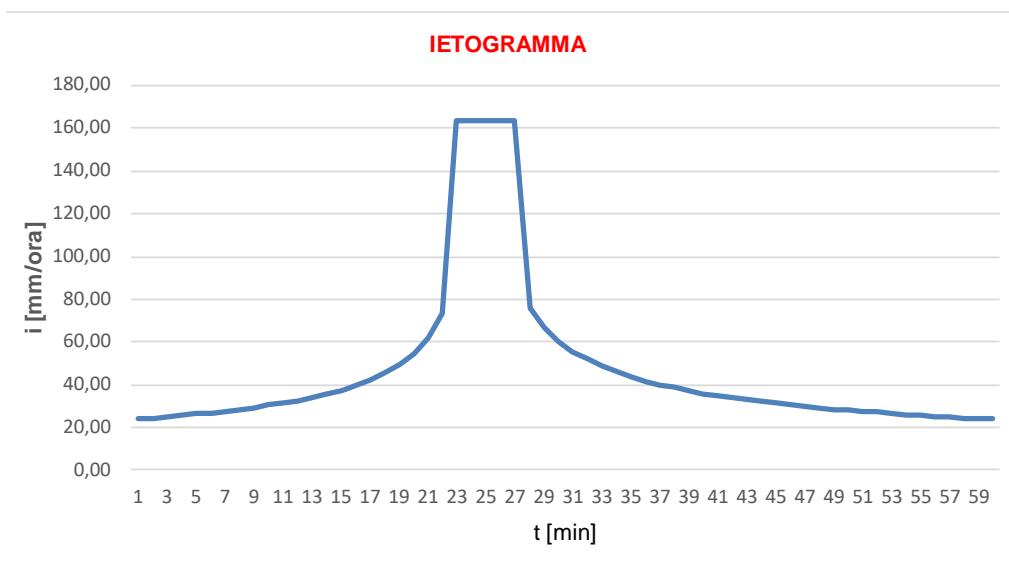
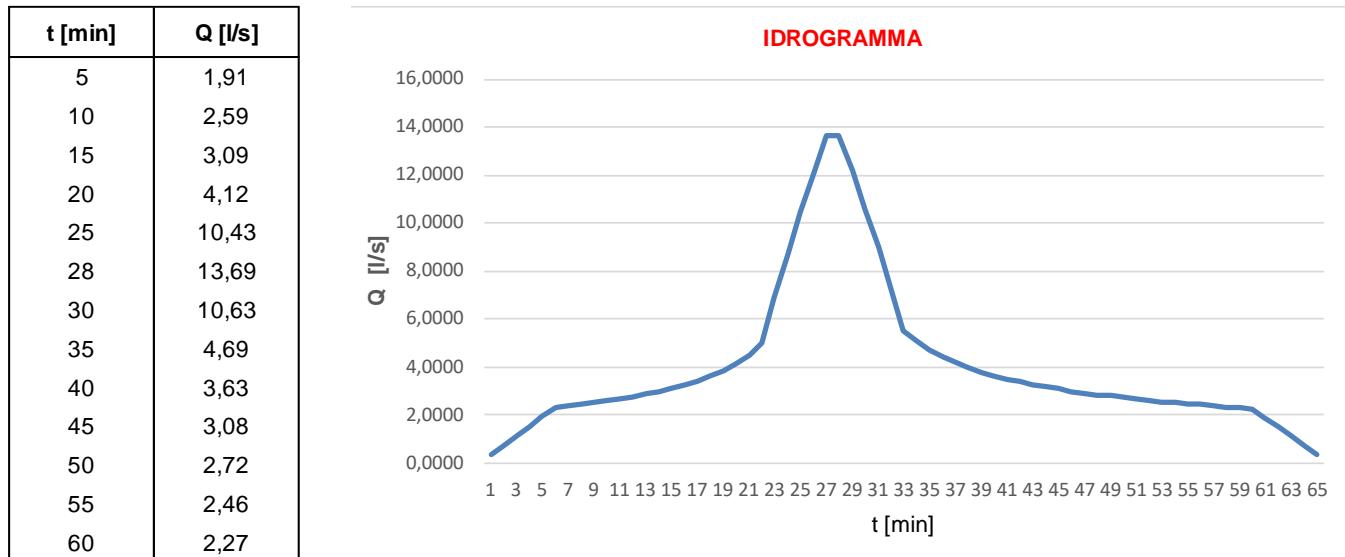


Figura 3: Ietogramma Chicago

TRINCEA DRENANTE 1

- ❖ lunghezza pista: 132,50 m
- ❖ larghezza pista: 2,50 m
- ❖ area scolante: 331,25 mq

**Figura 4:** Idrogramma TRINCEA DRENANTE 1

tempo	tempo	portata pioggia	capacità dispersa dalla trincea	volume disperso dalla trincea nell'intervallo di tempo	volume piogge	volume disperso dalla trincea	volume cumulato dalla trincea	volume immagazzinato dal sistema trincea+terreno ΔW
<i>t</i>	<i>t</i>	Q_p [l/s]	Q_f [mc/s]	W_f [mc]	W_{PC} [mc]	W_{FT} [mc]	W_{FC} [mc]	
[min]	[s]							
0	0	-	-	-	-	-	-	-
5	300	1,91	0,00012	0,0353	0,57	0,04	25,95	-25,41
10	600	2,59	0,00012	0,0353	1,35	0,07	25,95	-24,67
15	900	3,09	0,00012	0,0353	2,28	0,11	25,95	-23,78
20	1200	4,12	0,00012	0,0353	3,51	0,14	25,95	-22,58
25	1500	10,43	0,00012	0,0353	6,64	0,18	25,95	-19,48
28	1680	13,69	0,00012	0,0353	10,75	0,21	25,95	-15,41
30	1800	10,63	0,00012	0,0353	13,94	0,25	25,95	-12,26
35	2100	4,69	0,00012	0,0353	15,34	0,28	25,95	-10,89
40	2400	3,63	0,00012	0,0353	16,43	0,32	25,95	-9,83
45	2700	3,08	0,00012	0,0353	17,36	0,35	25,95	-8,94
50	3000	2,72	0,00012	0,0353	18,17	0,39	25,95	-8,16
55	3300	2,46	0,00012	0,0353	18,91	0,42	25,95	-7,46
60	3600	2,27	0,00012	0,0353	19,59	0,46	25,95	-6,81

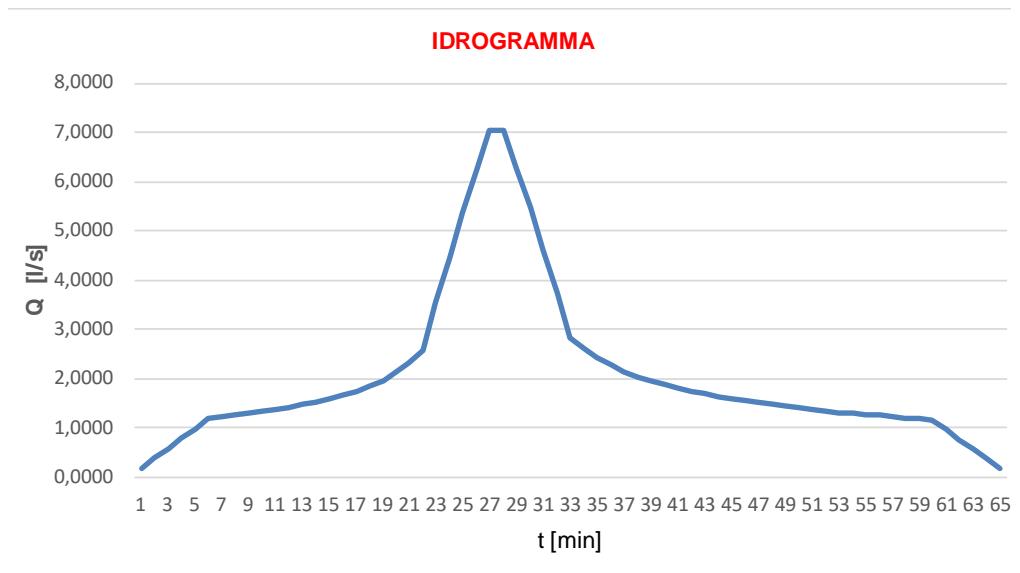
Tabella 1: Dati idraulici di dimensionamento della TRINCEA DRENANTE 1

Si prevede la realizzazione di una trincea drenante di lunghezza pari a 97,50 m, sez.80x80 cm.

TRINCEA DRENANTE 2

- ❖ lunghezza pista: 45,50 m
- ❖ larghezza pista: 3,75 m
- ❖ area scolante: 170,625 mq

t [min]	Q [l/s]
5	0,99
10	1,33
15	1,59
20	2,12
25	5,37
28	7,05
30	5,47
35	2,41
40	1,87
45	1,59
50	1,40
55	1,27
60	1,17

**Figura 5:** Idrogramma TRINCEA DRENANTE 2

tempo	tempo	portata pioggia	capacità dispersa dalla trincea	volume disperso dalla trincea nell'intervallo di tempo	volume piogge	volume disperso dalla trincea	volume cumulato dalla trincea	volume immagazzinato dal sistema trincea+terreno ΔW
<i>t</i> [min]	<i>t</i> [s]	Q_p [l/s]	Q_f [mc/s]	W_f [mc]	W_{PC} [mc]	W_{FT} [mc]	W_{FC} [mc]	
0	0	-	-	-	-	-	-	-
5	300	0,99	0,00004	0,0116	0,30	0,01	10,25	-9,97
10	600	1,33	0,00004	0,0116	0,70	0,02	10,25	-9,58
15	900	1,59	0,00004	0,0116	1,17	0,03	10,25	-9,11
20	1200	2,12	0,00004	0,0116	1,81	0,05	10,25	-8,49
25	1500	5,37	0,00004	0,0116	3,42	0,06	10,25	-6,89
28	1680	7,05	0,00004	0,0116	5,54	0,07	10,25	-4,79
30	1800	5,47	0,00004	0,0116	7,18	0,08	10,25	-3,16
35	2100	2,41	0,00004	0,0116	7,90	0,09	10,25	-2,44
40	2400	1,87	0,00004	0,0116	8,46	0,10	10,25	-1,89
45	2700	1,59	0,00004	0,0116	8,94	0,12	10,25	-1,43
50	3000	1,40	0,00004	0,0116	9,36	0,13	10,25	-1,02
55	3300	1,27	0,00004	0,0116	9,74	0,14	10,25	-0,65
60	3600	1,17	0,00004	0,0116	10,09	0,15	10,25	-0,31

Tabella 2: Dati idraulici di dimensionamento della TRINCEA DRENANTE 2

Si prevede la realizzazione di una trincea drenante di lunghezza pari a 25 m, sez. 100x100 cm.