



COMUNE DI CASAPEENNA

PROVINCIA DI CASERTA



PROGETTO ESECUTIVO

Lavori di messa in sicurezza territorio a rischio idrogeologico e idraulico con adeguamento geometrico-funzionale della viabilità intercomunale - Via Sant'Aniello

A.05 Relazione idrologica

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	Dicembre 2024	emissione

***Il Progettista
(U.T.C.)***

RELAZIONE IDROLOGICA

Indice

PREMESSE	1
1. Inquadramento idrografico del sito	2
2. Studio di idrologico	3

PREMESSE

La presente relazione idrologica ha lo scopo di esporre le risultanze degli studi idraulici, eseguiti nell'ambito del progetto, volti a caratterizzare l'entità delle portate meteoriche da assumere alla base dei calcoli idraulici per il dimensionamento e la verifica della nuova fognatura di progetto

1. Inquadramento idrografico del sito

L'area interessata dagli interventi di progetto, dal punto di vista orografico e dell'inquadramento geomorfologico, si presenta come completamente pianeggiante con un leggero declivio tendenzialmente diretto verso Nord / Nord-Ovest fin direzione del canale di bonifica di epoca borbonica denominato dei "Regi Lagni".

A causa della sua particolare ubicazione, il territorio comune di Casapesenna vede come unico sfogo per il recapito delle acque di drenaggio urbano la fognatura del confinante comune di San Cipriano d'Aversa, che a sua volta restituisce i reflui sia verso la fognatura di Casal di Principe e sia, con riferimento alle sole acque bianche, direttamente al canale fugatore Gallinelle, il quale recapita a sua volta al canale dei Regi Lagni.

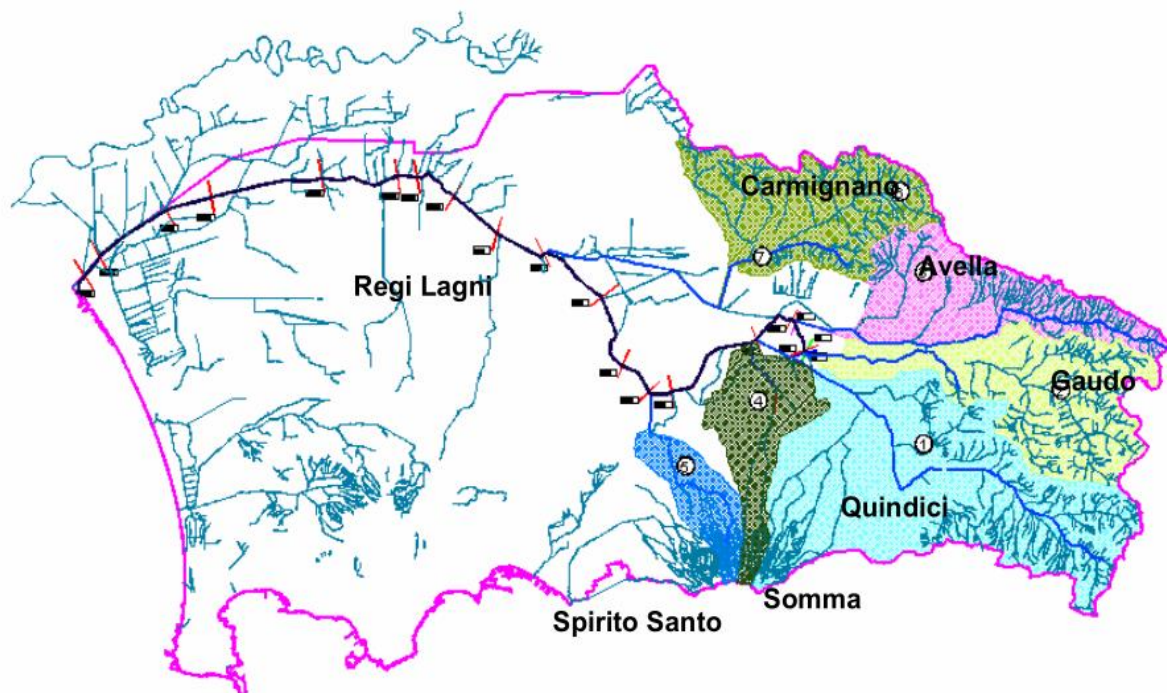


Figura 1 Stralcio del bacino idrografico dei Regi Lagni con evidenza dei sottobacini principali

Sulla base delle considerazioni in premessa riportate, dunque, si è proceduto a valutare l'entità della portata di progetto per la nuova rete fognaria che sarà di tipo bianco, non essendo previsti nell'immediato allacci di tipo nero, pur tuttavia potendo funzionare, in possibili sviluppi futuri, anche da collettore di tipo misto, dal momento che l'intera rete comunale è di questa tipologia. Ai fini delle valutazioni di seguito riportate, dunque, si è ritenuto trascurabile l'eventuale aliquota di portata derivante dalle acque nere.

2. Studio di idrologico

E' stato eseguito uno studio idrologico del sistema fognario nel suo complesso, sulla base del quale è stato possibile calibrare gli interventi di progetto con specifico riferimento alla nuova linea fognaria di progetto

Valutazione della portata di verifica idraulica

A seguire viene esposto il metodo seguito per la stima della portata di verifica idraulica attesa nel nuovo collettore di progetto.

Obiettivo principale, quindi, dello studio di seguito riportato è illustrare le metodologie e le analisi numeriche per la valutazione delle portate al colmo di piena che possono defluire, nelle sezioni del reticolo idrografico in esame, con assegnato periodo di ritorno T .

In via più dettagliata, i valori della portata Q_T , corrispondenti al periodo di ritorno T , possono essere stimati a partire da una relazione del tipo:

$$Q_T = \xi Q \times K_T \quad (1)$$

dove:

- ξQ e' un parametro centrale della distribuzione di probabilità della variabile idrologica Q , massimo annuale della portata istantanea (ad esempio: la media, la mediana, il valore modale, etc.);
- K_T e' un coefficiente amplificativo, denominato coefficiente di crescita col periodo di ritorno T espresso dalla relazione:

$$K_T = Q_T(T) \quad (2)$$

che dipende, per una data regione omogenea rispetto alle portate al colmo di piena, solo dal particolare modello probabilistico adottato e dallo specifico parametro ξQ preso a riferimento.

Una stima sufficientemente attendibile del parametro ξQ può essere effettuata, a causa della sua scarsa variabilità campionaria, già in base a pochi dati. Viceversa, l'affidabilità della stima dei parametri contenuti nell'espressione di K_T e, quindi, l'attendibilità della stima di K_T , risulta fortemente influenzata dal ridotto numero di dati generalmente a disposizione. Di conseguenza, mentre la valutazione di K_T può essere effettuata solo in base ad un'analisi regionale, condotta

su due distinti livelli (I e II Livello di analisi regionale), la valutazione del parametro ξQ va effettuata tenendo conto, soprattutto, delle peculiarità proprie dello specifico bacino preso in esame (analisi regionale di III Livello).

Nel caso in esame, per la scarsità dei dati di portata disponibili e per la molteplicità dei parametri da introdurre in eventuali legami di regressione tra il valore di ξQ e le caratteristiche climatiche e fisiografiche dei bacini, risulta praticamente impossibile procedere ad un'analisi regionale di III Livello.

L'alternativa a tale analisi consiste nel ricorrere ad una tecnica basata sull'accoppiamento di un adeguato modello di trasformazione afflussi/deflussi con un processo di massimizzazione (approccio variazionale).

Tanto premesso, nel seguito viene dapprima brevemente illustrata la metodologia utilizzata per la valutazione del parametro centrale della distribuzione di probabilità ricavata a partire da dati pluviometrici e fisiografici caratteristici dei bacini presi in esami.

Successivamente, sono illustrate le tecniche utilizzate per la valutazione dei diversi componenti del modello di trasformazione afflussi/deflussi preso a riferimento.

La metodologia utilizzata fa riferimento a quella proposta su scala nazionale dal progetto VAPI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). In particolare viene adottato un modello probabilistico a doppia componente (TCEV) che interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte di eventi (eventi massimi ordinari ed eventi massimi straordinari).

Le elaborazioni relative alla applicazione di tale modello fanno riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica in cui i parametri vengono valutati a scale regionali differenti, in funzione dell'ordine statistico.

Relativamente al valore da assegnare al periodo di ritorno T , prendendo a riferimento le tre classi di valori riportate dal DPCM del 29/09/98 si è fatto riferimento ai valori 2, 5, 10, 20, 30 anni.

La stima dei massimi istantanei di una variabile aleatoria (altezza di pioggia, intensità di pioggia, portata di piena, etc.) corrispondenti ad assegnati valori del periodo di ritorno T può essere effettuata attraverso una metodologia di tipo probabilistico con diversi tipi di approcci. Tra questi, vengono spesso utilizzati il modello di Gumbel e il modello T.C.E.V.

Il modello di Gumbel, molto diffuso in campo tecnico, quando applicato all'analisi dei massimi annuali delle altezze di pioggia o delle portate al colmo di piena tende a sottostimare i valori più elevati osservati nel passato (valori corrispondenti ai periodi di ritorno più elevati).

Il modello T.C.E.V. (Two Components Extreme Value) risulta maggiormente rispondente alle esigenze di un'attenta valutazione delle altezze di pioggia o delle portate al colmo di piena che possono defluire nei tronchi di un corso d'acqua.

Di fatto, il modello T.C.E.V. costituisce una generalizzazione del modello di Gumbel. Esso risulta, infatti, costituito dal prodotto di due leggi di Gumbel, la prima delle quali destinata ad interpretare e descrivere, in chiave probabilistica, i massimi valori ordinari e, la seconda, quelli straordinari (aventi, secondo il classico modello di Gumbel, una probabilità di superamento inferiore del 5% e, quindi, tali da potersi ritenere eccezionali).

Per curva di probabilità pluviometrica, si intende la rappresentazione grafica della seguente relazione analitica:

$$h_{d,T} = h_{d,T}(d, T) \quad (3)$$

nella quale si osserva che l'altezza, in colonna d'acqua, di pioggia " $h_{d,T}$ " risulta funzione della durata " d " della pioggia e del periodo di ritorno " T " (tempo che passa mediamente tra due superamenti di un prefissato valore di " $h_{d,T}$ ").

Indipendentemente dal modello adottato la (3), può essere scritta anche come segue:

$$h_{d,T} = \xi_{h_d} \times K_T \quad (4)$$

dove:

ξ_{h_d} è il parametro della variabile aleatoria " $h_{d,T}$ " e varia a seconda del modello da impiegare;

K_T è il fattore di crescita riferito ad uno specifico periodo di ritorno " T ".

Secondo il modello di Gumbel la (4) diviene, con

$$\xi_{h_d} = \varepsilon_{h_d} : \quad h_{d,T} = \varepsilon_{h_d} \times K_T \quad (5)$$

dove " K_T ", si ricava dalla seguente relazione:

$$K_T = \left[1 - K' \cdot \log_{10} \cdot \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \quad (6)$$

dalla (6) risulta necessario calcolare " K' ", facendo riferimento alle seguenti relazioni:

$$\bar{h}_d = \sum_{i=1}^N \frac{h_{d_i}}{N}$$

media

$$s_{h_d} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (h_{d_i} - \bar{h}_d)^2}{N-1}}$$

scarto quadratico medio

$$\hat{\epsilon}_{h_d} = \bar{h}_d - (0,450 \cdot s_{h_d})$$

moda

$$\alpha_{h_d} = \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot s_{h_d} \right)}$$

$$\hat{K}_d' = \frac{1}{0,4343 \cdot \hat{\epsilon}_{h_d} \cdot \alpha_{h_d}}$$

E' così possibile costruire un tabella dove sono riportate le altezze di pioggia per $d = 1, 3, 6, 12, 24$ ore, utilizzando le su scritte relazioni si ricavano 5 differenti valori di " $\hat{K}_d'$ ", di cui facendone una media, si ricava il valore di K' , attraverso la seguente relazione:

$$K' = \sum_d \frac{\hat{K}_d'}{N_d} \quad \text{il cui valore viene inserito nella (6).}$$

Essendo noto " K' ", attraverso la (6), fissato un periodo di ritorno " T " otteniamo il relativo K_T , inoltre fissata la durata " d ", attraverso i corrispondenti valori di " $\bar{h}_d$ " ed " s_{h_d} " risulta possibile ottenere, attraverso la relazione "moda", i relativi valori di " $\hat{\epsilon}_{h_d}$ ", e da qui possiamo avere dalla (5) " $h_{d,T}$ " riferito a ciascuna durata di pioggia " d " e a ciascun periodo di ritorno T .

Mentre per " K_T " è possibile utilizzare un qualsiasi valore di " T ", per " $\hat{\epsilon}_{h_d}$ " invece, ciò non risulta possibile in quanto, non sempre le durate di pioggia da prendere come riferimento coincidono con quelle per le quali sono disponibili le misure.

Dobbiamo a tal proposito individuare in che modo " $\hat{\epsilon}_{h_d}$ " varia al variare di " d ", ricorrendo ad un legame di regressione, utilizzando una espressione monomia del tipo:

$$\hat{\epsilon}_{h_d} = a \cdot d^n$$

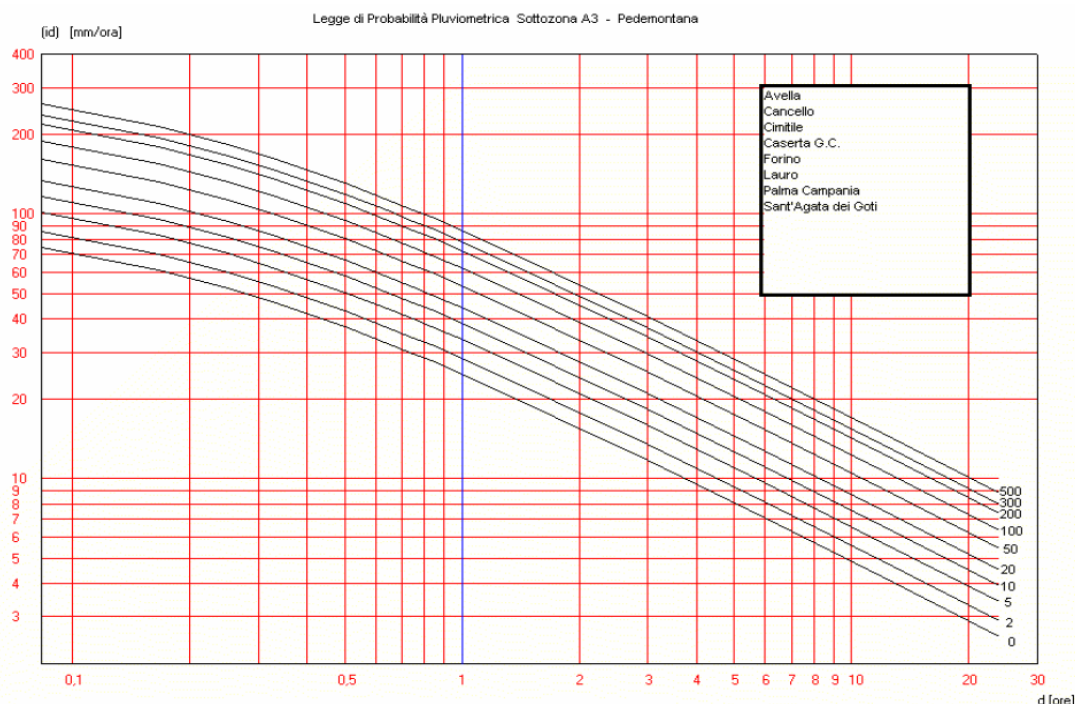
passando ai logaritmi, la suddetta relazione, si può scrivere come segue:

$$\log \hat{\varepsilon}_{h_d} = \log a + n \cdot \log d$$

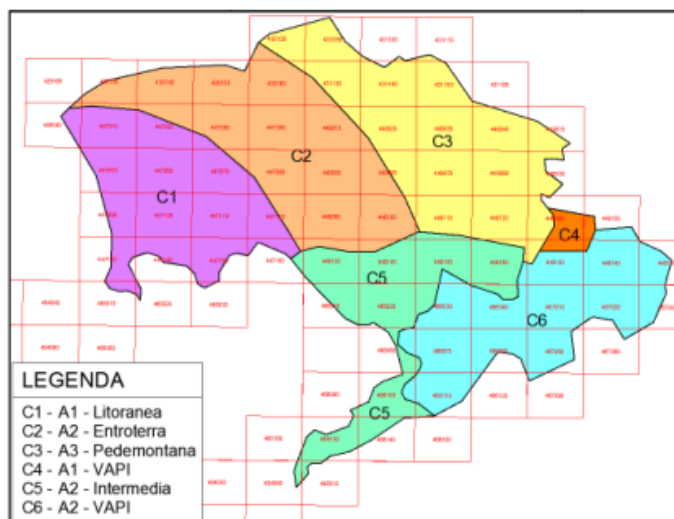
$$\downarrow \quad \quad \downarrow \quad \quad \downarrow$$

$$Y = A + n \cdot X$$

note le 5 coppie di valori $(\log d, \log \hat{\varepsilon}_{h_d})$ operiamo una regressione potenza al fine di poter stimare i parametri "A" ed "n" ottenendo l'equazione $Y = A + n \cdot X$, da cui $a = 10^A$.



Curva di possibilità pluviometrica per la sottozona C2



gura 7 - Sottozona Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale

$$I_d(d, T, z) = \frac{I_o}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot z}} \cdot K_T \quad (9.2)$$

Area omogenea	M(I ₀)	d _c	C	D 10 ⁵
C1	68.81	0.2842	0.7580	-14.5
C2	123.96	0.0956	0.7310	-14.4
C3	86.07	0.1980	0.7580	-2.4
C4	77.10	0.3661	0.7995	3.6077
C5	85.00	0.3034	0.7621	9.6554
C6	83.80	0.3312	0.7031	7.7381

T:	10	20	50	100	200	300
K _T :	1.63	2.03	2.61	3.07	3.55	3.82

Il coefficiente di afflusso “ ϕ ”, invece, tiene conto che durante un evento di pioggia non tutta l'acqua che cade sul suolo (afflussi) defluisce nelle fognature (deflussi), ma una parte di essa si disperde per infiltrazione nei suoli permeabili o ristagni sulla superficie del bacino.

Per ogni bacino, si sono individuate in maniera approssimata le aree permeabili e quelle impermeabili al fine di calcolare rispettivamente il coefficiente di afflusso attraverso la seguente media pesata:

$$\phi_{\text{bacino}} = \frac{(A_{\text{imp}} \cdot \phi_{\text{imp}}) + (A_{\text{per}} \cdot \phi_{\text{per}})}{A_{\text{bacino}}} \quad (1)$$

Caratteristiche della superficie scolante	Coefficiente di deflusso $\psi_f = \psi_1$
Tetti di metallo o di ardesia	0,95
Tetti normali in tegole di laterizio e cartone catramato	0,90
Tetti di fibrocemento	0,50–0,70
Lastricato d'asfalto e marciapiedi con manto impermeabile	0,85–0,90
Lastricato in pietra o legno, con connessioni sigillate	0,75–0,85
Lastricato in pietre di grande taglio senza sigillatura dei giunti	0,50–0,70
Massicciata in macadam all'acqua e lastricati in pietre di piccolo taglio	0,25–0,60
Viali inghiaati	0,15–0,30
Superfici non edificate, ferrovie	0,10–0,20
Superfici di parchi e giardini	0,05–0,10

Le massime portate di piena nelle canalizzazioni da progettare, vanno determinate in riferimento alle piogge critiche, stabilite sulle osservazioni pluviometriche di un lungo periodo di tempo e redatte dal Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (S.I.M.I.).

Per la stima della portata di pioggia, sono stati esclusi gli acquazzoni aventi carattere ordinario, ammettendo che una volta tanto (periodo di ritorno pari a 10 anni) i canali della rete possano entrare in pressione, ed in casi rari non possano accogliere tutta l'acqua che cade sulle superfici colanti.

Il calcolo delle portate meteoriche, condotto adottando il metodo cinematico: esso si basa sulle seguenti ipotesi di linearità:

- la formazione della piena, è dovuta al solo trasferimento delle masse liquide sul bacino;
- ogni goccia di pioggia che cade in un generico punto P del bacino idrologico, segue nel suo cammino lo stesso percorso;
- la velocità di una goccia d'acqua, non è influenzata da quelle vicine;

- la portata che defluisce nella sezione di chiusura del bacino, è data dalla somma dei contributi dovuti alle singole aree che compongono il bacino stesso;
 - intensità di pioggia costante nella stazione di riferimento per l'intera ampiezza del bacino.
- La legge di pioggia (o legge di possibilità pluviometrica), risulta molto utile nelle applicazioni pratiche, in quanto attraverso essa, si definisce una relazione funzionale, tra la altezza di pioggia massima " $h_{d,T}$ " di durata " d " caduta in un prefissato punto, e la stessa durata di pioggia " d ".

La determinazione della " $h_{d,T}$ " viene dunque effettuata attraverso un approccio probabilistico, introducendo il concetto di periodo di ritorno " T " di un evento. Nel nostro caso si è assegnato un valore di " T " centennale.

Se prendiamo a riferimento un'areola elementare " dAz " del generico bacino in esame, per quanto detto nelle ipotesi di base del metodo trattato, le gocce di pioggia cadute sull'areola considerata, si muoveranno sempre lungo lo stesso percorso per arrivare alla sezione di chiusura del bacino. A tal riguardo, si introduce il concetto di tempo di corrivazione " t_c " a cui si fa coincidere l'evento critico di pioggia e quindi il tempo di pioggia " d ", pertanto la singola goccia, che ricade nell'areola elementare " dAz " giungerà alla sezione di chiusura dopo un tempo pari proprio al tempo di corrivazione " t_c ", il cui valore risulta considerato somma di due aliquote:

$$d \equiv t_c = t_r + \frac{L_c}{V} \quad (4)$$

dove:

- t_r è il tempo di ruscellamento, ovvero il tempo necessario alle particelle per raggiungere il canale della fognatura. Il valore di tale parametro dipende dalla natura del terreno e dalla sua pendenza in genere esso si pone pari a $5 \div 10$ min;
- $\frac{L_c}{V}$ è il tempo di percorrenza delle particelle all'interno del canale fognario. In particolare con " L_c " si indica la lunghezza del canale fognario mentre con " V " si indica la velocità media di portata di tentativo, supponendo moto uniforme nella canalizzazione.

Per quanto detto, il tempo di corrivazione " t_c " risulta concettualmente molto importante, perché rappresenta l'istante di tempo a cui corrisponde il deflusso della massima portata pluviale nella sezione " Z ", il cui valore risulta ricavato dalla seguente relazione:

$$Q_{\max} = \varphi_{\text{bacino}} \cdot i_{\text{pm}} \cdot A_{\text{bacino}} \quad (5)$$

Sulla base, dunque, del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale e, in particolare, con riferimento ai dati riportati nella relazione idrologica allegata la piano è stato possibile stimare il valore dell'intensità di pioggia per la zona di interesse, nelle seguenti ipotesi:

- Estensione del bacino colante pari a 0,0255 kmq
- Coefficiente medio di afflusso costante pari a 0,90;
- Tempo di corrivazione valutato con la formula di Giandotti.
- Periodo di ritorno 10 anni.

E' stata, dunque effettuata una separata valutazione delle portata di pioggia per il bacino idrografico interessato, di cui a seguire si riportano i risultati in forma tabellare.

SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA	DESCRIZIONE
A	0,02550	[Km²]	Area del bacino sotteso
L	1,50	[Km]	Lunghezza dell'asta principale
Z _m	32,70	[m]	quota media del bacino
Z ₀	28,70	[m]	quota della sezione di chiusura
t_c	1,81	[ore]	Tempo di corrivazione

Tr **10,00** **[anni]** **Periodo di ritorno**

SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA	DESCRIZIONE
C	0,90	[-]	Coefficiente di proporzionalità
i(t _c)	22,39	[mm/h]	Intensità di pioggia
A	0,03	[Km²]	Area del bacino sotteso
Q	513,93	[m³/h]	Portata di pioggia netta
Q	0,14	[m³/s]	Portata di pioggia netta
V	927,89	[m³]	Volume di pioggia