

# COMUNE DI MONTONE PROVINCIA DI PERUGIA

## MANUTENZIONE E MESSA IN SICUREZZA VIABILITA' INTERNA ZONA INDUSTRIALE SANTA MARIA DI SETTE - VIA DELL'INDUSTRIA

COMMITTENTE

**COMUNE DI MONTONE  
AREA TECNICA**

**R.U.P. Geom. Claudio Mariotti**  
Piazza Fortebraccio n.3 - 06014 Montone (PG)

PROGETTAZIONE

RTP Capogruppo Ing. Nicola Neri



**Ing. Nicola Neri**

**Studio di Ingegneria Civile e Ambientale**

Via Settevalli, 133/C - 06129 Perugia (PG)  
Tel./Fax. 075 500.75.4 Cell. 328.0344358  
e-mail: nicola.neri@ingpec.eu

**Dott. Geol. Francesco Brunelli**

Via Andreani 21 - 06019 Umbertide (PG)  
e-mail: francescobrunelli@pec.epap.it

**Ing. Jacopo Marazzani**

Piazza Martin Luther King 22 - 06081 Assisi (PG)  
e-mail: jacopo.marazzani@ingpec.eu

Oggetto:

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

Elaborato :

**R\_01**

codice archivio :

codice commessa :

**CMP**

scala :

**varie**

LUGLIO 2022	1 <sup>a</sup> emissione	Neri	Neri
data	motivazione	redatto	referente

---

## INDICE

1. PREMESSA .....	1
2. STATO ATTUALE .....	2
3. OPERE IN PROGETTO .....	3
4. PLUVIOMETRIA.....	8
5. ANALISI IDRAULICA .....	14
6. QUADRO ECONOMICO .....	17

---

## 1. PREMESSA

Il presente progetto esecutivo si riferisce alla realizzazione degli interventi relativi alla “Manutenzione e messa in sicurezza Viabilità interna Zona Industriale Santa Maria di Sette - Via dell'Industria” nel Comune di Montone.

Nello specifico il progetto prevede la realizzazione di un tronco fognario lungo Via dell'Industria ed il successivo ripristino della pavimentazione stradale, nonché la realizzazione del successivo recapito delle acque al Torrente Carpina mediante la realizzazione di un canale a cielo aperto in terra.



Figura 1 - Localizzazione dell'intervento

## 2. STATO ATTUALE

La viabilità della zona industriale di Santa Maria di Sette si presenta in cattive condizioni essendo soggetta a notevole traffico pesante che usura in modo repentino il manto superficiale. A questa condizione di utilizzo si aggiungono i numerosi lavori di scavo per la posa in opera di sottoservizi che hanno implicato la molteplice rottura della carreggiata. Il sistema di drenaggio a bordo strada è costituito da caditoie 40x40 è quasi completamente ostruito da materiale inerte.

La rete fognaria è del tipo misto con collettori principali disposti lungo la viabilità e che recapita le acque nella zona sud dell'area industriale. Da qui il collettore attraversa la viabilità di imbocco della E45 e si ricollega alla rete fognaria che prosegue verso l'abitato di Umbertide.



Figura 2 - Planimetria rete fognaria allo stato attuale



### 3. OPERE IN PROGETTO

L'intervento prevede la Manutenzione e Messa in sicurezza della viabilità della zona Industriale di Santa Maria di Sette mediante la realizzazione di un collettore fognario per acque bianche lungo Via dell'Industria nel tratto terminale in prossimità della rotatoria con la viabilità di imbocco della E45, ed il successivo ripristino della pavimentazione stradale. Il recapito finale del sistema di drenaggio in progetto è il Torrente Carpina che sarà raggiunto mediante un canale in terra.



Figura 3 – Planimetria della fognatura in progetto.

Il dimensionamento del collettore tiene conto della futura espansione della rete fognaria per le acque bianche che andrà a servire anche le zone situate nella porzione nord-ovest tramite due collettori di futura realizzazione provenienti da Via dell'Industria a sinistra e da Via Mazzini destra.

Il collettore sarà realizzato con una tubazione in PEAD SN8 corrugato doppia parete DN1200 che si sviluppa dal punto A posto in prossimità dell'accesso ai due maggiori insediamenti industriali

dell'area e prosegue al centro della carreggiata fino al punto B. Il collettore avrà una quota di scorrimento approssimativamente intorno ai -2.00m dal p.c. per poter raccogliere gli scarichi provenienti dagli insediamenti limitrofi, come meglio specificato negli elaborati grafici di progetto.

In questo tratto di viabilità è previsto il rifacimento del sistema di raccolta delle acque provenienti dalla piattaforma stradale mediante un sistema di caditoie in ghisa sferoidale 60x60cm con classe di resistenza D400, collegate tramite dei pozzetti in cav di dimensioni interne nette 60x60cm al collettore principale mediante tubazioni in PVC SN8 DN 250.

La fognatura sarà dotata di pozzetti di ispezione in cav rinfiancati in cls dotati di soletta carrabile per traffico pesante e chiusino di ispezione in ghisa sferoidale con classe di resistenza D400. Le dimensioni nette interne dei pozzetti variano da 1.60x1.60m a 2.00x2.00m, l'altezza è variabile.

L'allettamento delle tubazioni sarà realizzato in sabbia ed il riempimento con misto granulometrico stabilizzato, la pavimentazione stradale sarà chiusa con conglomerato bituminoso tipo binder. Il ripristino del piano viabile sarà realizzato tramite la stesa di un tappetino di usura di conglomerato bituminoso di 5 cm.

Dal punto B il collettore piega verso est fino al punto C dove sarà realizzato l'attraversamento della rotatoria mediante spingitubo fino al punto D per una lunghezza pari a 35m. Di seguito il collettore prosegue fino al punto E dove scarica a cielo aperto sul fosso di guardia della strada comunale per il quale è prevista una modesta riprofilatura fino al punto F.

In corrispondenza del punto F è previsto l'attraversamento della strada comunale sempre con la medesima tubazione in PEAD DN 1200 (tratto F-F0), mentre successivamente è prevista la realizzazione di un fosso in terra con sezione trapezia di dimensioni  $b=1,00m$  e  $h=1,20m$  fino al Torrente Carpina (tratto F0-I).

In corrispondenza del Torrente è prevista la deviazione del fosso per consentire l'immissione con un angolo di circa  $30^\circ$  e la realizzazione di una scogliera in massi ciclopici per un tratto di almeno 3m a monte e a valle dello scarico.





Figura 4 - Inizio Collettore Via dell'Industria



Figura 5 – Via dell'Industria punto B



Figura 6 - Tratto C-D attraversamento con spingitubo



Figura 7 - Tatto a valle della rotatoria D-E-F



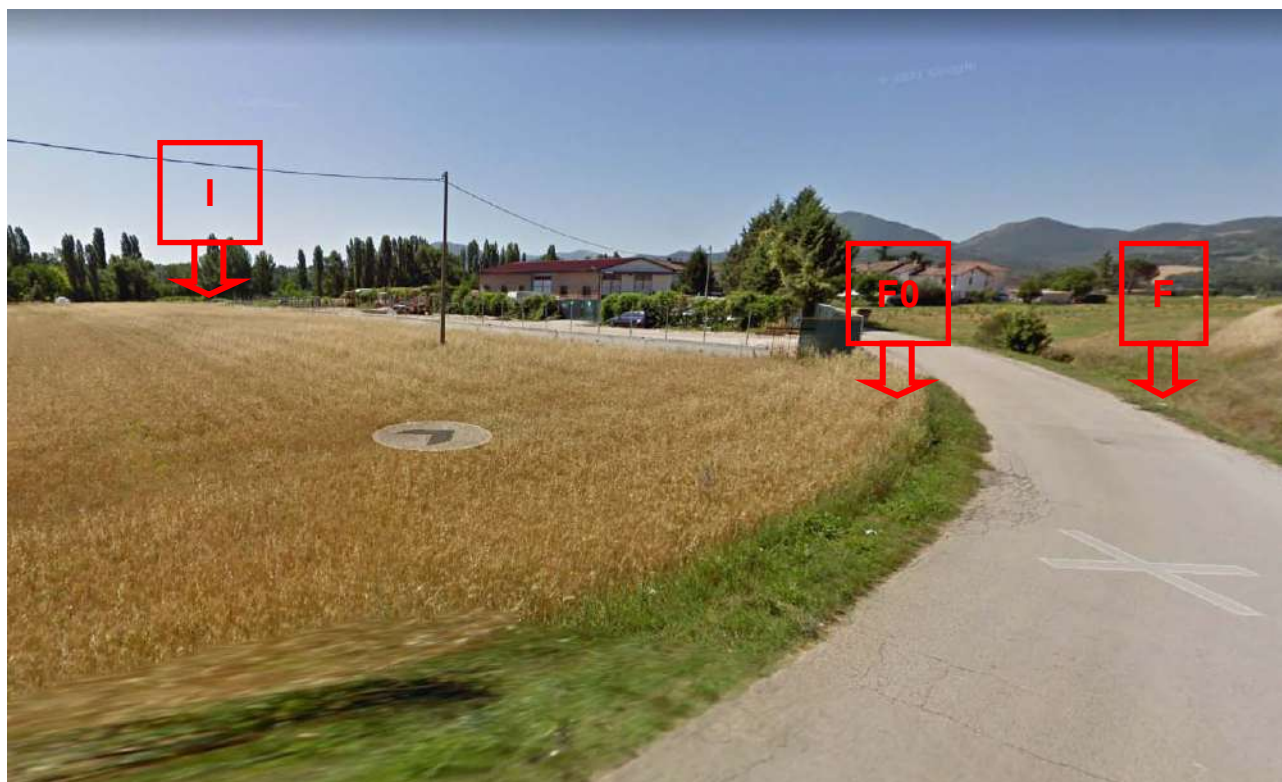


Figura 8 - Tratto F0-I canale a cielo aperto

## 4. PLUVIOMETRIA

L'impiego di un modello di trasformazione afflussi-deflussi presuppone la stima delle caratteristiche del regime delle precipitazioni locali espresso dalla Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (di seguito richiamata come L.S.P.P.).

Lo studio delle piogge è stato affrontato applicando il metodo derivato dallo studio "Revisione della regionalizzazione delle piogge intense mediante analisi della variabilità spazio-temporale delle precipitazioni intense" (2019, Università degli Studi di Perugia, CNR- IRPI e Regione Umbria).

Il punto di partenza dello studio è costituito dalla stima delle relazioni tra altezza di pioggia di assegnata durata e la corrispondente frequenza di accadimento, comunemente denominate curve di probabilità pluviometrica o linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ottenute attraverso l'analisi statistica delle altezze di pioggia massime annuali delle stazioni pluviometriche disponibili al 31 dicembre 2015, laddove la numerosità di questi ultimi lo ha reso possibile. Le stazioni per le quali è stato effettuato questo tipo di analisi sono 46 e sono ben distribuite sul territorio regionale. Lo studio di regionalizzazione delle precipitazioni analizza in forma congiunta i dati di pioggia delle stazioni pluviometriche valutandone il grado di omogeneità a partire dagli esiti dello studio a scala locale citato in precedenza. L'analisi consente di individuare le caratteristiche comuni del regime pluviometrico sull'intero territorio considerato e fornisce gli strumenti per un'eventuale suddivisione dell'area in sottoinsiemi omogenei.

Sulla base di quanto innanzi premesso, questo rapporto intende descrivere le fasi della procedura che viene adottata per lo sviluppo del modello probabilistico regionale delle piogge brevi, mediante analisi della variabilità spazio-temporale delle precipitazioni intense. I risultati dello studio sono implementati e visualizzabili sul Portale del Servizio Idrografico della Regione Umbria.

L'analisi regionale consiste nel definire, in riferimento ad una regione omogenea, la variabile casuale  $x' = X / m$  ottenuta adimensionalizzando i valori della variabile originaria  $X$  costituita da tutte le osservazioni di precipitazione nella regione rispetto ad una grandezza indice  $m$ ; il valore della grandezza indice si può dedurre dalla media della distribuzione riferita al campione costituito dai valori  $hD$  dei massimi annuali dell'altezza di pioggia di prefissata durata osservati in ciascuna stazione della regione.

La tecnica di analisi regionale adottata è basata sull'approccio di Hosking et al. (1985) per la stima regionale dei parametri della distribuzione GEV con un modello di tipo non gerarchico.

La procedura di stima dei parametri può essere eseguita attraverso la massima verosimiglianza o preferibilmente con i momenti pesati in probabilità. La curva di crescita ottenuta assume di conseguenza validità regionale ed è assunta costante in ciascun sito della zona omogenea. Su tale base, nell'ambito di una regione omogenea si ipotizza che la distribuzione di probabilità dei massimi annui delle altezze di precipitazione,  $h_j(D)$ , di durata  $D$  sia invariante a meno di un fattore di scala dipendente dal sito di interesse, rappresentato dalla grandezza indice. Una volta definita la curva di crescita  $K_D(T)$  ed una relazione che permetta il calcolo della grandezza indice  $m_j$ , la stima della variabile di assegnato tempo di ritorno,  $h_j(D, T)$ , per il sito  $j$ , risulta esprimibile mediante il prodotto:

$$h_j(D, T) = m_{j,D} K_D(T)$$

in cui  $m_{j,D}$  è la grandezza indice relativa al sito di interesse e per la durata  $D$  considerata, e  $K_D(T)$  è la curva di crescita della regione omogenea a cui il sito appartiene.

La grandezza indice  $m_{j,D}$  viene stimata sulla base di una analisi spaziale della media dei valori massimi annuali dell'altezza di precipitazione di durata  $D$  registrati in ciascuna stazione dell'area omogenea e che coincide con la media della distribuzione.

Da un punto di vista operativo, per ogni durata  $D$  di precipitazione la regionalizzazione GEV di tipo non gerarchico prevede i seguenti passi:

- identificazione di zone omogenee mediante l'analisi del coefficiente di variazione e di asimmetria;
- calcolo della grandezza indice come media campionaria dei dati relativi a ciascuna stazione pluviometrica;
- normalizzazione del campione di ogni stazione, i cui valori sono divisi per la corrispondente media;
- regolarizzazione del campione composto dai dati normalizzati di tutte le stazioni comprese nella medesima zona omogenea, mediante una opportuna distribuzione di probabilità, e individuazione della corrispondente curva di crescita;
- verifica a posteriori dell'omogeneità delle zone precedentemente identificate mediante test statistico ed eventuale riformulazione dell'ipotesi;
- analisi spaziale della grandezza indice.



Il territorio regionale è stato suddiviso in due zone come indicato nella figura seguente.

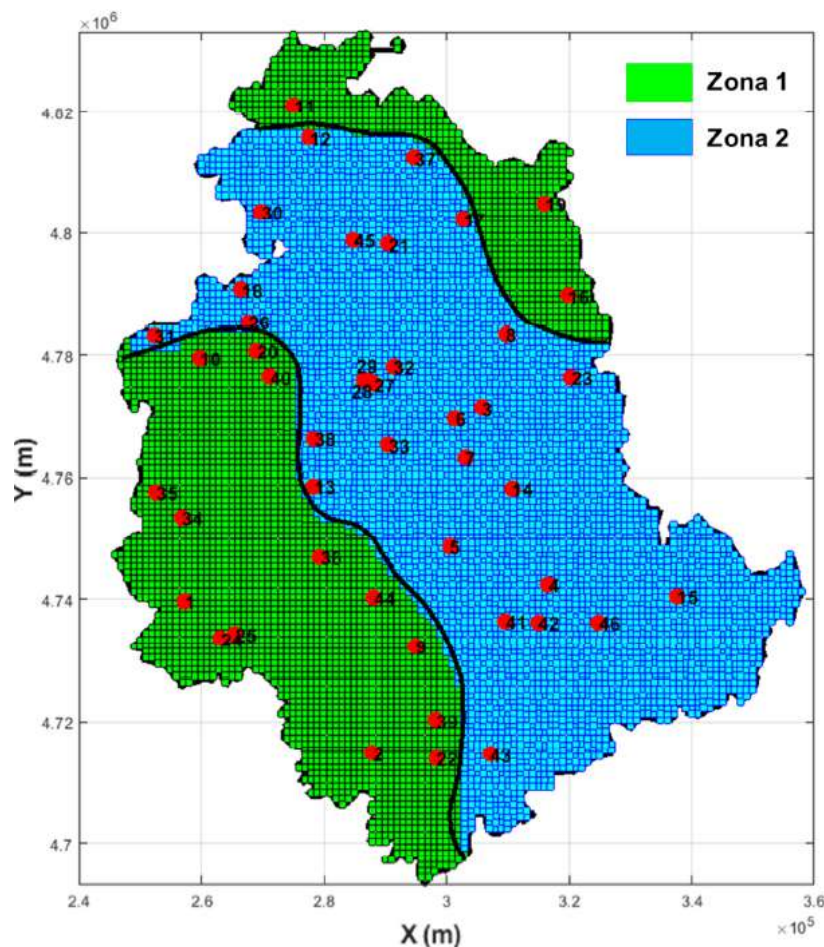


Figura 9 - Suddivisione della Regione Umbria in due zone omogenee.

La regolarizzazione del campione composto dai dati normalizzati di tutte le stazioni comprese nella medesima zona omogenea ha evidenziato che solo per la Zona 2 è possibile supporre l'invarianza del fattore di crescita atteso in funzione della durata  $D$ ,  $K(T) = KT$ , per ciascun tempo di ritorno  $T$ , come mostrato nella tabella successiva. Per la Zona 1, invece, l'invarianza del fattore di crescita può essere assunto per le durate superiori alle 3 ore e per quelle di 1 ora e 3 ore. In Tabella vengono anche mostrate le relazioni che approssimano la dipendenza lineare del fattore di crescita  $KT$  in funzione del  $\ln(T)$ .

ZONA 1 (durate 1-3 ore) $K_T=0,631+0,3809 \ln(T)$		ZONA 1 (durate 6-48 ore) $K_T=0,4898+0,4671 \ln(T)$		ZONA 2 (durate 1-48 ore) $K_T= 0,7483+0,2972 \ln(T)$	
T (anni)	$K_T$	T (anni)	$K_T$	T (anni)	$K_T$
2	0,92	2	0,90	2	0,94
5	1,25	5	1,25	5	1,24
10	1,50	10	1,52	10	1,44
25	1,83	25	1,92	25	1,71
50	2,10	50	2,26	50	1,91
100	2,38	100	2,64	100	2,11
200	2,69	200	3,07	200	2,32

Figura 10- Fattori di crescita  $K_T$  attesi per le piogge relative alla due zone omogenee.

È stata assunta come pioggia indice la media della distribuzione GEV,  $\mu(D)$ , che nei siti osservati è rappresentata dalla media campionaria. Considerando la pioggia di durata 24 ore,  $D=24$ , per ciascuna stazione,  $i$ , è stata determinata una relazione che consente di ottenere il valore medio riferito alla durata  $D$ ,  $m_i(D)$ , a partire da  $m_i(24)$ :

$$m_i(D) = m_i(24) \left( \frac{D}{24} \right)^\alpha$$

con  $a=0,27$  per la Zona 1 e  $a=0,26$  per la Zona 2. Il coefficiente di determinazione,  $R^2$ , per tutti i siti è risultato superiore a 0,99, mostrando l'affidabilità della relazione. Il valore quindi dell'altezza di pioggia  $h(D,T)$  di fissata durata e tempo di ritorno, per ciascuna stazione  $i$ , può essere ricavato grazie al fattore di crescita  $K_T$ , come riportato in Equazione

$$h_i(D,T) = m_i(D)K_T = m_i(24) \left( \frac{D}{24} \right)^\alpha K_T$$

Al fine di regionalizzare la pioggia indice, trasferendo di fatto il modello probabilistico a siti privi di osservazioni, in letteratura la procedura prevede l'individuazione di relazioni che legano la grandezza indice a variabili geomorfologiche e/o climatiche (Brath et al. 1998; Rossi e Villani, 1994). In tale contesto, si è deciso di utilizzare il modello del Kriging universale dove le informazioni del modello digitale del terreno con risoluzione di 1 km sono state utilizzate come deriva esterna (Webster e Oliver, 2007). È stata quindi realizzata una mappa regionale della pioggia  $m(24)$  su un grigliato a maglie di 1 km, da cui è possibile individuare i valori medi delle

piogge massime annuali di durata inferiore alle 24 ore. A titolo di esempio, nella figura successiva viene mostrata la mappa delle isoiete  $m(24)$ . Considerando che l'utilizzo del Kriging non è un approccio speditivo, sono state realizzate 42 mappe di risoluzione 1 km, ciascuna corrispondente ad una determinata durata (1, 3, 6, 12, 24, 36 e 48) ed ad un fissato tempo di ritorno (2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anni).

Le mappe hanno caratteristiche tali da essere implementate sulla piattaforma web-gis del Servizio Idrografico Regionale.

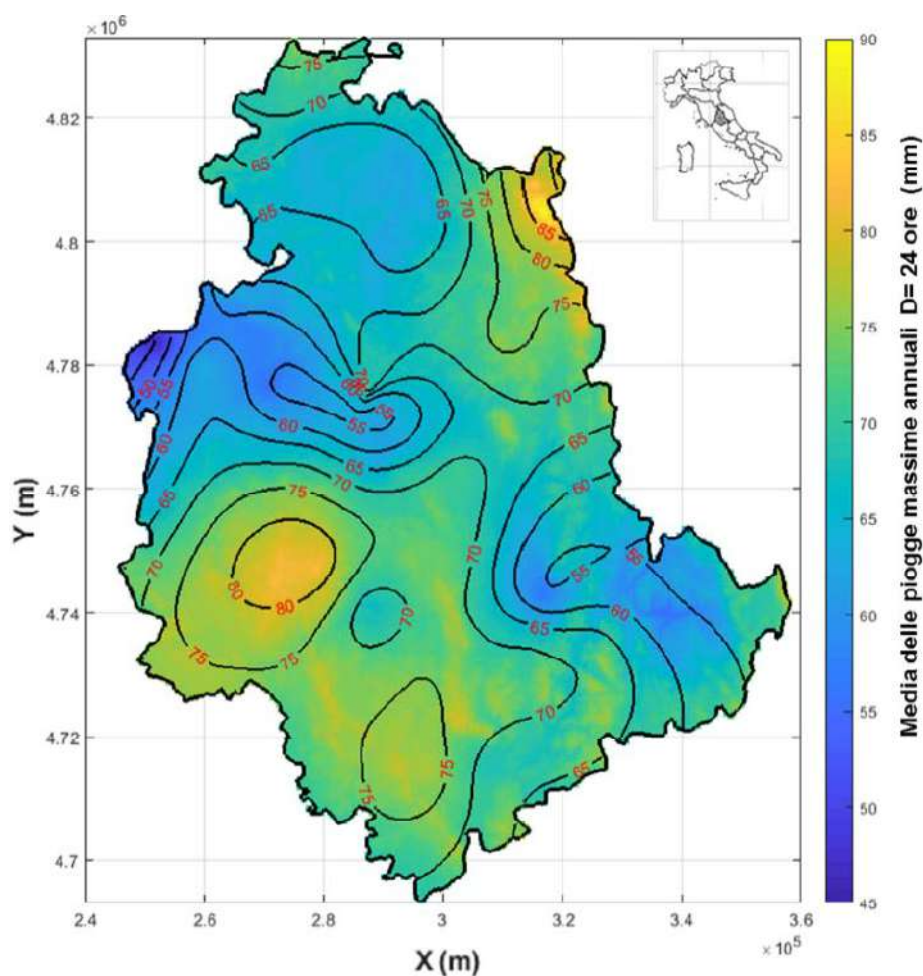


Figura 11 - Mappaa delle isoiete per la durata D=24 ore

Per l'area in esame si sono determinati i seguenti spessori di pioggia in riferimento alle varie durate e tempi di ritorno.



Tabella 1 – Altezze di pioggia di riferimento.

	<b>TR100</b>	<b>TR50</b>	<b>TR25</b>	<b>TR10</b>	<b>TR5</b>
Durata	h	h	h	h	h
(ore)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	60.89	54.97	49.04	41.21	35.28

Per le durate inferiori all'ora si assume come parametro n il valore di 0.5 in accordo a quanto determinato dalla letteratura per i pluviometri di Roma Macao e Milano Monviso.

## 5. ANALISI IDRAULICA

Nel presente paragrafo vengono determinate le portate meteoriche afferenti alla linea fognaria in funzione della superficie drenata e della sua tipologia. Si assume un coefficiente di deflusso pari a 0.9 per le superfici impermeabili come tetti e strade, pari a 0.3 l'apporto delle superfici destinate a verde e permeabili.

La verifica idraulica delle canalette e delle condotte per lo smaltimento delle acque di piattaforma è stata condotta mediante il metodo dell'invaso a fronte dell'elevata affidabilità e della vasta diffusione di tale approccio semplificato.

Tale metodo tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante  $S$  sia solcata da un collettore avente sezione d'area  $A$  e pendenza  $i$ .

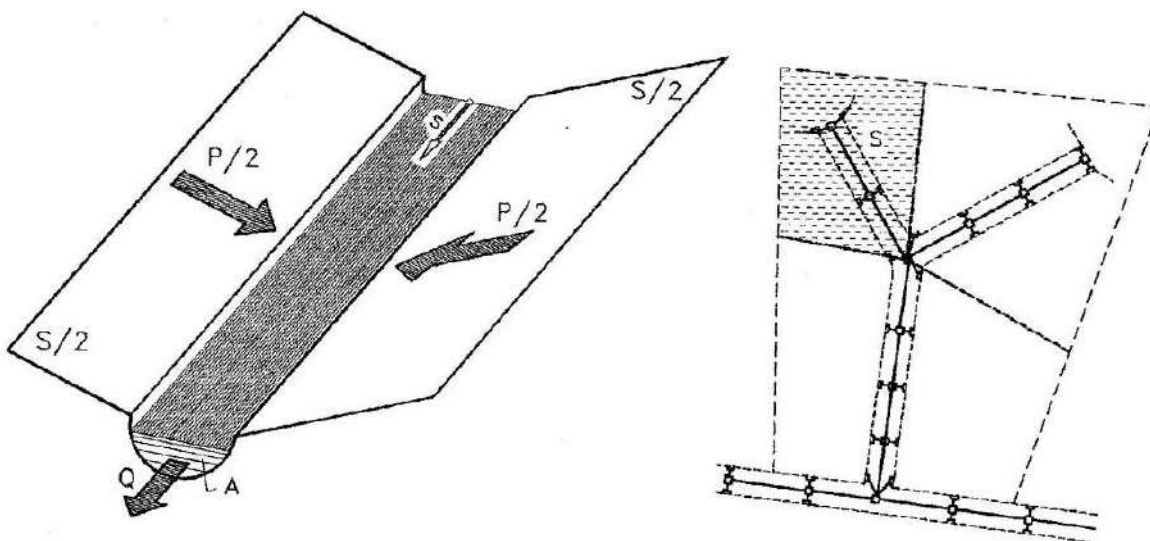


Figura 12: Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

$p = \varphi j S$ , con  $j = a \tau^{n-1}$  intensità di pioggia costante sulla durata  $\tau$  della precipitazione;

$V$  = volume invasato a monte della sezione di chiusura;

$Q$  = portata transitante nella sezione di chiusura.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento del singolo elemento pari al tempo di pioggia ( $t_r = t_p$ ).

Note la pendenza e le dimensioni dei collettori è stato calcolato il tirante idrico che si instaura all'interno delle canalette in condizioni di moto uniforme.

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo dell'80%.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

- *Volume specifico piccoli invasi*  $W_p = 0.005 \text{ m}$ ;
- *Coefficiente di afflusso tetti e strade*  $\varphi_p = 0.9$ ;
- *Coefficiente di afflusso per aree verdi*  $\varphi_{av} = 0.3$ ;
- *Coefficiente di scabrezza di Manning del PEAD*  $n_M = 0.010 \text{ s /m}^{1/3}$ ;
- *Coefficiente di scabrezza di Manning canali in terra*  $n_M = 0.028 \text{ s /m}^{1/3}$ ;

La portata lungo il collettore viene calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle canalette è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:  $n$  – coefficiente di scabrezza secondo Manning [ $\text{m}^{-1/3} \text{ s}$ ];



- $A$  – area bagnata [m<sup>2</sup>];  
 $R_h$  – raggio idraulico [m];  
 $i$  – pendenza del fondo.

Noto il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

Mediante un rilievo topografico sono state definite le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

I risultati delle verifiche sono riportati nelle tabelle seguenti indicando per ciascun tronco di rete il nodo iniziale e finale, il tipo di tubazione ed il diametro o le dimensioni del canale, la lunghezza, la pendenza, la quota di inizio e fine, le superfici afferenti, la portata di progetto, il tirante idrico, il grado di riempimento e la velocità della corrente.

I risultati delle portate afferenti al singolo collettore sono riportate nella tabella seguente.

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Imp.	Sup. Ril.	Sup. Aest	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s
A	C	PEAD_SN8_1200	130	130	0.50%	258.63	257.98	71530	0	6190	66234	1811	0.68	66%	3.1
C	D	PEAD_SN8_1200	35	35	0.51%	257.98	257.80	71530	0	6540	66339	1811	0.67	66%	3.2
D	E	PEAD_SN8_1200	20	20	0.50%	257.80	257.70	71530	0	6740	66399	1811	0.68	66%	3.1
E	F	Trap_100x120	22	22	0.50%	257.70	257.59	71530	0	6960	66465	1812	0.75	62%	1.4
F	F0	PEAD_SN8_1200	8	8	0.50%	257.59	257.55	71530	0	7120	66513	1812	0.68	66%	3.1
F0	G	Trap_100x120	110	110	0.50%	257.55	257.00	71530	0	9320	67173	1812	0.75	62%	1.4
G	H	Trap_100x120	36	36	2.14%	257.00	256.23	71530	0	10040	67389	1812	0.51	42%	2.4
H	H1	Trap_100x120	45	45	4.18%	256.23	254.35	71530	0	10940	67659	1813	0.42	35%	3.0
H1	I	Trap_100x120	48	48	7.35%	254.35	250.82	71530	0	11900	67947	1813	0.36	30%	3.7

## 6. QUADRO ECONOMICO

Il costo del presente progetto esecutivo, relativo alla “Manutenzione e messa in sicurezza Viabilità interna Zona Industriale Santa Maria di Sette - Via dell'Industria” nel Comune di Montone, ammonta a complessivi € 250.000,00, di cui € 114.772,14 per lavori a base d’asta, € 20.078,41 per importi della sicurezza non ribassabili, € 14.803,35 per importi della manodopera non ribassabile ed € 100.346,10 per somme a disposizione dell’Amministrazione.

L’importo delle opere da porre a base d’asta e gli importi non ribassabili della sicurezza e della manodopera sono stati determinati applicando i prezzi di cui all’Elenco Prezzi della Regione Umbria edizione 2021 approvato con D.G.R. n. 1335 del 22/12/2021, pubblicata sul BUR n. 1 del 05/01/2022.

Fanno eccezione n. 5 prezzi che non hanno trovato riscontro nell’elenco prezzi della Regione e che, pertanto, sono stati composti secondo un’analisi sui costi di mercato, ragguagliandoli a quelli del prezzario regionale.

Sono compresi, tra le somme a disposizione, i lavori in economia per la realizzazione dello spingitubo, le somme per occupazioni, servitù, espropri, l’IVA, le spese per indagini e rilievi, nonché le spese tecniche.

Gli importi dei lavori in appalto e delle somme a disposizione dell’Amministrazione risultano dal quadro economico allegato al progetto.