



REGIONE MARCHE



COMUNE DI FANO



COMUNE DI MONDOLFO



COMUNE DI SENIGALLIA

PROTOCOLLO D'INTESA APERTO TRA I COMUNI DI FANO, MONDOLFO E SENIGALLIA PER LA PROMOZIONE, LA VALORIZZAZIONE E LO SVILUPPO DEI RISPETTIVI TERRITORI COMUNALI

# Progetto integrato **CICLOVIA ADRIATICA** **ITINERARIO CICLABILE** **FANO-MAROTTA-SENIGALLIA**

## COMUNE DI FANO

### PROGETTO ESECUTIVO

Parte d'Opera

**Ciclovia Adriatica Tratto da Via Faa di Bruno  
N. 95 a N.177**

Progetto Architettonico

**Arch. Mariangela Giommi**  
**Arch. Michele Adelizzi**

Progetto Scarico acque Meteoriche

**Ing. Matteo Oliva**

Il Responsabile Unico del Procedimento:

**Ing. Ilenia Santini**

OGGETTO:

**Relazione specialistica sulla rete di smaltimento  
acque meteoriche**

TAV.

codice elaborato

**2.1.3**

Scala:

Data: Ottobre 2019

Aggiorn.



Sommario

1   PREMESSA .....2

2   ASSETTO IDRAULICO ESISTENTE .....2

3   SISTEMAZIONE IDRAULICA DI PROGETTO .....2

4   CRITERI DI PROGETTAZIONE E VALUTAZIONI IDROLOGICHE.....3

    4.1    CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....4

5   VERIFICHE IDRAULICHE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO .....7

    5.1    DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI DEFLUSSO .....7

    5.2    DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI .....8

    5.3    DIMENSIONAMENTO DELLE CADITOIE .....8

## 1 PREMESSA

La presente relazione idraulica riguarda la realizzazione del nuovo collettore fognario acque meteoriche inserito nei lavori del "progetto integrato ciclovia adriatica itinerario ciclabile Fano Marotta Senigallia - Realizzazione ciclovia adriatica tratto di Fano via Faa' di Bruno dal civico 177a al civico 95D.

## 2 ASSETTO IDRAULICO ESISTENTE

Attualmente il tratto di strada oggetto d'intervento risulta interamente asfaltata e non presenta alcun sistema di regimazione e smaltimento delle acque meteoriche superficiali.

Sono presenti alcune caditoie solo nel tratto iniziale lato Marotta per i primi 230 metri circa, le quali raccolgono le acque superficiali e le convogliano in una fognatura delle acque miste costituita da collettore in PVC Ø250 che corre sotto il sedime stradale per poi essere smaltite probabilmente nello scolmatore esistente 2 x Ø800 in cls che attraversa la sede stradale per sversare a mare.

## 3 SISTEMAZIONE IDRAULICA DI PROGETTO

In virtù del progetto della nuova sede stradale ciclo-pedonale, si prevede di realizzare un sistema di raccolta delle acque superficiali di piattaforma e convogliarle nel Rio Crinaccio. In particolare il tratto interessato si sviluppa per circa 1.150 metri con inizio in prossimità del confine con il comune di Mondolfo e terminare sul Rio Crinaccio nel comune di Fano.

La superficie scolante interessata dalle acque superficiali riguarda la sede stradale di circa 8 metri di larghezza (sede stradale + nuova ciclo-pedonale) che si sviluppa per i primi 1.050 metri circa in quanto il tratto finale di 100 metri circa (prima di sversare sul Rio Crinaccio) corre in spiaggia attraversando le attività balneari.

Tutte le acque superficiali saranno convogliate, mediante cordoli in cemento 25x15 cm posti sul ciglio della strada, in pozzetti prefabbricati in cls con dimensioni interne 40x40 cm forniti di caditoia carrabile in ghisa disposti ogni 15 metri circa l'uno dall'altra. Tali pozzetti saranno collegati mediante tubi asolati alla condotta principale che corre sotto la sede stradale costituita da una tubazione in PEAD SN8 di dimensioni crescenti da DN400 fino a DN800 in arrivo al Rio Crinaccio. La pendenza della tubazione principale è compresa tra 0,1% e 0,05%.

Nei cambi di sezione della condotta principale ed in corrispondenza degli scolmatori esistenti sono previsti dei pozzettoni prefabbricati, in numero di:

- n.2 di dimensioni interne 100x100 cm e profondi 200 cm,
- n.4 di dimensioni interne 150x150 cm e profondi 200 cm,

che consentono il raccordo tra le tubazioni. Tali pozzettoni sono forati alla base per favorire il deflusso delle acque presenti al loro interno nel terreno sabbioso sottostante.

Nel tratto finale, prima di recapitare le acque sul Rio Crinaccio, si prevede di inserire un ultimo pozzettone prefabbricato in cls di dimensioni interne 200x200x200 cm dotato di valvola a clapet che entra in funzione chiudendosi quando il livello del corso d'acqua sale sopra una certa soglia di progetto.

Tutti questi pozzettoni hanno anche una doppia funzionalità che è quella di fungere da serbatoi durante i periodi di massima intensità di pioggia in cui il sistema di drenaggio non è funzionante in quanto la clapet è chiusa.

In tale situazione il sistema di drenaggio (tubazione principale + pozzettoni) sarò in grado di accumulare acqua per un periodo di massima intensità di pioggia di circa 25/30 minuti, prima di saturarsi completamente, come evidenziato nel seguente prospetto:

| Tubazione principale    |                |                              |   | Pozzettoni |       |                              |           |      |
|-------------------------|----------------|------------------------------|---|------------|-------|------------------------------|-----------|------|
| Tubazioni (mm)          | Area tubi (mq) | Lungh tratto tubi (m)        | Vol tot tubi per tratto (mq)                                      | B (m)      | L (m) | H (m)                        | Vol (mc)  | Num. |
| 400                     | 0.1256         | 200                          | 25.12   | 1          | 1     | 2                            | 2         | 2    |
| 400                     | 0.1256         | 102                          | 12.8112   | 1.5        | 1.5   | 2                            | 4.5       | 4    |
| 600                     | 0.2826         | 265                          | 74.889  | 2          | 2     | 2                            | 8         | 1    |
| 800                     | 0.5024         | 235                          | 118.064   |            |       |                              |           |      |
| 800                     | 0.5024         | 194                          | 97.4656   |            |       |                              |           |      |
| 800                     | 0.5024         | 54                           | 27.1296   |            |       |                              |           |      |
| 800                     | 0.5024         | 107                          | 53.7568   |            |       |                              |           |      |
|                         |                | <b>A) VOLUME TOTALE (mc)</b> | <b>409.2362</b>   |            |       | <b>B) VOLUME TOTALE (mc)</b> | <b>30</b> |      |
| Volume totale = A + B = |                |                              | <b>439</b>  | <b>mc</b>  |       |                              |           |      |
| q=                      | 0.283          | l/sec,m                      |   |            |       |                              |           |      |
| q=                      | 17.84          | mc/min                       |   |            |       |                              |           |      |
| <b>Ts =</b>             | <b>25</b>      | <b>min</b>                   | (Il sistema fognario si satura dopo 25-30 min di pioggia intensa) |            |       |                              |           |      |

In tale calcolo è stato omissso, a favore di sicurezza, il contributo di n.8 pozzetti di ispezione distribuiti lungo la linea delle dimensioni interne 80x80 cm e profondità variabile da 110 cm a 170 cm.

Inoltre il pozzettone finale, quello in corrispondenza del Rio Crinaccio, è dotato di foro troppo pieno come forma ulteriore di sicurezza in caso di eventi di pioggia eccezionali.

Una volta terminato l'evento di pioggia il sistema idraulico potrà iniziare a scaricarsi, anche se la valvola clapet risulta ancora chiusa, grazie ai fori previsti alla base dei pozzettoni di linea. Infatti l'acqua presente al loro interno potrà defluire naturalmente nel terreno sottostante grazie all'alto grado di permeabilità delle sabbie.

#### 4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E VALUTAZIONI IDROLOGICHE

La progettazione è stata affrontata considerando tempi di ritorno di riferimento  $T_r = 10$  anni in accordo alle normative vigenti ed in particolare alle norme di capitolato ANAS, di cui si riporta un estratto:

### 6.3 RELAZIONE IDRAULICA

#### contenuti:

- criteri di verifica adottati;
- verifica delle principali opere di attraversamento di corsi d'acqua e di drenaggio delle opere stradali effettuata in moto uniforme e se necessario in moto permanente con franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idraulico di massima piena pari ad 1 metro;
- calcoli idraulici con tempo di ritorno come da tabella seguente:
  - drenaggio della piattaforma stradale dell'asse principale (cunette, tubazioni, ecc.)  $Tr = 25$  anni;
  - drenaggio della piattaforma stradale delle strade secondarie (cunette, tubazioni, ecc.)  $Tr = 10$  anni;
  - fossi di guardia dell'asse principale  $Tr = 50$  anni;
  - fossi di guardia delle strade secondarie  $Tr = 20$  anni;
  - ponti e difese fluviali  $Tr = 200$  anni (per le strade importanti si può operare una suddivisione in base all'area di bacino,  $Tr = 500$  anni per  $S \geq 50 \text{ km}^2$  e  $Tr = 200$  anni per  $S < 50 \text{ km}^2$ );
  - tombini e ponticelli  $Tr = 200$  anni per  $S \geq 10 \text{ km}^2$  e  $Tr = 100$  anni per  $S < 10 \text{ km}^2$ ;
  - impianti di sollevamento  $Tr = 25$  anni;
  - porzioni depresse dell'asse principale soggette ad allagamenti  $Tr = 200$  anni;
  - sottopassi e strade secondarie depresse soggette ad allagamenti  $Tr = 100$  anni;
- definizione e verifica delle opere di salvaguardia delle fondazioni dei ponti e dei viadotti e del rilevato stradale.

La raccolta delle acque meteoriche avverrà mediante caditoie che convogliano le acque in un collettore principale che corre sotto la sede stradale con pendenze minime dello 0,05% per recapitare nel recettore finale del Rio Crinaccio.

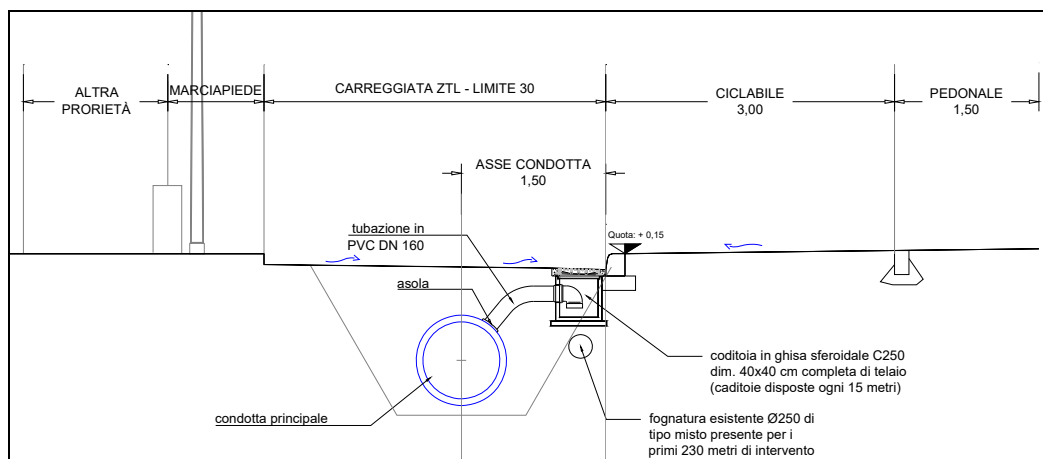


Figura 4.1: Sezione tipo del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma.

### 4.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Noti gli elementi geometrici significativi delle superfici da drenare si possono dimensionare le opere idrauliche in funzione degli afflussi meteorici di riferimento, rappresentati dalle curve di possibilità climatica del tipo

$$h = a \cdot t^n \quad (1)$$

dove l'altezza di pioggia  $h$  (mm) è correlata alla durata  $t$  (ore) dell'evento e i cui parametri significativi  $a$  ed  $n$ , calcolabili mediante l'analisi probabilistica in funzione del tempo di ritorno  $Tr$ , ovvero del periodo nel quale l'evento di una certa intensità può statisticamente ripetersi.

Per la costruzione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sono state acquisite le serie storiche (66 anni di osservazione) delle precipitazioni brevi ed intense relative alle stazioni pluviografiche di Fano e di Metaurilia (quest'ultima per i dati pluviometrici dal 2008 in poi) del bacino del Metauro, poste a breve distanza dall'opera in progetto e quindi rappresentative delle precipitazioni critiche sull'area.

Sulla serie storica delle precipitazioni è stata svolta un’analisi statistica mediante il metodo di Gumbel, che consente di determinare le altezze massime di pioggia previste con diversi tempi di ritorno (Tabelle 1-2-3).

TABELLA 1 - OSSERVAZIONI AL PLUVIOMETRO

| STAZIONE PLUVIOMETRICA DI: |       | FANO                  |       | N.B. Valori di input in rosso su sfondo grigio |        |                       |        |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|----------------------------|-------|-----------------------|-------|--|--------|-----------------------|--------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
| BACINO :                   |       | METAURO               |       | Valori calcolati in nero su fondo bianco       |        |                       |        |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
| QUOTA:                     |       | 14 m s.m.             |       |  |        |                       |        |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
| Anni di osservazione       |       | 66                    |       |  |        |                       |        |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|                            | Anno  | INTERVALLO DI ORE     |       |  |        |                       |        |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|                            |       | SCROSCI               |       |  |        |                       |        | PIOGGE                |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|                            |       | 15 minuti             |       | 30 minuti                                      |        | 45 minuti             |        | 1 ora                 |          | 3 ore                 |          | 6 ore                 |          | 12 ore                |          | 24 ore                |          |
|                            | h(mm) | $\bar{X}^2=(h_t-M)^2$ | h(mm) | $\bar{X}^2=(h_t-M)^2$                          | h(mm)  | $\bar{X}^2=(h_t-M)^2$ | h(mm)  | $\bar{X}^2=(h_t-M)^2$ | h(mm)    | $\bar{X}^2=(h_t-M)^2$ | h(mm)    | $\bar{X}^2=(h_t-M)^2$ | h(mm)    | $\bar{X}^2=(h_t-M)^2$ | h(mm)    | $\bar{X}^2=(h_t-M)^2$ |          |
|                            | 1951  |                       |       |  |        |                       |        | 29.00                 | 1.03     | 40.00                 | 2.03     | 44.40                 | 2.39     | 63.60                 | 52.36    | 79.40                 | 201.17   |
|                            | 1952  | 12.80                 | 1.13  |  |        |                       |        | 20.60                 | 54.52    | 20.80                 | 315.91   | 23.60                 | 499.41   | 31.40                 | 623.20   | 40.40                 | 615.85   |
|                            | 1953  | 12.80                 | 1.13  |  |        | 19.00                 | 0.00   | 40.00                 | 144.39   | 55.00                 | 269.82   | 67.00                 | 443.21   | 79.20                 | 521.49   | 84.40                 | 368.01   |
|                            | 1954  | 12.40                 | 2.15  | 13.60  | 37.48  |                       |        | 15.60                 | 153.35   | 18.80                 | 391.00   | 25.20                 | 430.46   | 36.20                 | 406.58   | 42.60                 | 511.50   |
|                            | 1955  | 13.20                 | 0.44  |  |        |                       |        | 39.00                 | 121.36   | 53.60                 | 225.79   | 64.20                 | 333.15   | 64.20                 | 61.40    | 74.40                 | 84.34    |
|                            | 1956  |                       |       |  |        | 19.00                 | 0.00   | 31.20                 | 10.35    | 44.80                 | 38.77    | 46.80                 | 0.73     | 46.80                 | 91.47    | 47.20                 | 321.59   |
|                            | 1957  |                       |       |  |        | 29.00                 | 98.86  | 23.00                 | 24.84    | 25.40                 | 173.55   | 32.20                 | 188.99   | 34.60                 | 473.67   | 42.60                 | 514.50   |
|                            | 1958  | 11.20                 | 7.10  | 20.40  | 0.46   | 16.60                 | 6.04   | 16.60                 | 129.59   | 28.00                 | 111.80   | 30.60                 | 235.55   | 40.60                 | 248.50   | 53.40                 | 139.63   |
|                            | 1959  | 14.20                 | 0.11  | 22.40  | 7.17   |                       |        |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|                            | 1960  | 20.40                 | 42.70 |  |        | 24.00                 | 24.43  | 29.60                 | 2.61     | 31.40                 | 51.46    | 31.40                 | 211.63   | 32.60                 | 564.72   | 40.80                 | 596.16   |
|                            | 1961  |                       |       | 16.20  | 12.40  | 22.60                 | 12.55  | 39.00                 | 121.36   | 56.20                 | 310.68   | 61.80                 | 251.30   | 65.40                 | 81.65    | 65.40                 | 0.03     |
|                            | 1962  |                       |       |  |        |                       |        | 26.20                 | 3.18     | 40.00                 | 2.03     | 44.60                 | 1.82     | 53.80                 | 6.57     | 55.80                 | 88.67    |
|                            | 1963  |                       |       |  |        |                       |        | 20.00                 | 63.74    | 40.00                 | 2.03     | 42.60                 | 11.21    | 47.80                 | 73.34    | 49.20                 | 256.52   |
|                            | 1964  |                       |       | 16.80  | 8.54   | 34.00                 | 223.29 | 60.00                 | 1,025.05 | 62.40                 | 567.69   | 62.60                 | 277.30   | 81.40                 | 626.80   | 81.40                 | 261.91   |
|                            | 1965  | 12.00                 | 3.48  |  |        |                       |        | 34.80                 | 46.46    | 34.80                 | 14.24    | 34.80                 | 124.27   | 46.40                 | 99.28    | 53.00                 | 149.24   |
|                            | 1966  | 16.60                 | 7.48  | 13.00  | 45.18  | 19.00                 | 0.00   | 21.20                 | 46.02    | 39.00                 | 0.18     | 60.00                 | 197.47   | 98.20                 | 1,750.26 | 113.40                | 2,321.66 |
|                            | 1967  | 20.80                 | 48.09 | 13.00  | 45.18  |                       |        | 22.80                 | 26.87    | 31.80                 | 45.88    | 32.00                 | 194.53   | 32.00                 | 593.60   | 32.00                 | 1,103.33 |
|                            | 1968  |                       |       |  |        |                       |        | 12.60                 | 236.66   | 16.40                 | 491.68   | 29.20                 | 280.48   | 36.80                 | 382.75   | 51.20                 | 196.46   |
|                            | 1969  |                       |       | 10.60  | 83.21  |                       |        | 47.00                 | 361.62   | 62.20                 | 558.20   | 63.60                 | 311.61   | 63.60                 | 52.36    | 63.60                 | 2.61     |
|                            | 1970  |                       |       | 11.00  | 76.07  | 18.00                 | 1.12   | 48.00                 | 400.66   | 60.00                 | 459.08   | 62.20                 | 264.14   | 76.20                 | 393.47   | 80.60                 | 236.66   |
|                            | 1971  | 11.40                 | 6.08  |  |        |                       |        | 15.20                 | 163.42   | 18.60                 | 398.95   | 25.60                 | 414.02   | 36.00                 | 414.69   | 58.20                 | 49.23    |
|                            | 1972  |                       |       | 17.20  | 6.36   |                       |        | 17.20                 | 116.29   | 27.60                 | 120.42   | 28.00                 | 322.11   | 31.60                 | 613.25   | 33.60                 | 999.60   |
|                            | 1973  |                       |       |  |        | 27.00                 | 63.09  | 24.00                 | 15.87    | 51.60                 | 169.68   | 74.20                 | 798.20   | 100.80                | 1,974.56 | 132.80                | 4,567.54 |
|                            | 1974  |                       |       |  |        |                       |        | 17.20                 | 116.29   | 22.40                 | 261.59   | 26.80                 | 366.63   | 37.40                 | 359.63   | 40.80                 | 596.16   |
|                            | 1975  |                       |       | 32.00  | 150.76 |                       |        | 32.40                 | 19.50    | 36.40                 | 4.73     | 45.00                 | 0.90     | 67.00                 | 113.13   | 81.60                 | 268.42   |
|                            | 1976  | 16.00                 | 4.56  |  |        |                       |        | 32.00                 | 16.13    | 36.40                 | 4.73     | 44.60                 | 1.82     | 57.80                 | 2.06     | 104.80                | 1,566.86 |
|                            | 1977  | 11.00                 | 8.21  |  |        |                       |        | 25.80                 | 4.77     | 29.00                 | 91.66    | 29.00                 | 287.22   | 36.20                 | 406.58   | 45.00                 | 408.70   |
|                            | 1978  |                       |       |  |        |                       |        | 27.00                 | 0.97     | 52.80                 | 202.39   | 57.60                 | 135.78   | 61.00                 | 21.49    | 61.20                 | 16.13    |
|                            | 1979  |                       |       | 24.00  | 18.30  |                       |        | 24.20                 | 14.32    | 65.40                 | 719.65   | 104.20                | 3,393.35 | 123.20                | 4,467.06 | 154.80                | 8,025.22 |
|                            | 1980  |                       |       |  |        |                       |        |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|                            | 1981  | 19.00                 | 26.37 | 10.60  | 83.21  |                       |        | 23.60                 | 19.22    | 25.60                 | 168.32   | 32.00                 | 194.53   | 51.20                 | 26.67    | 85.20                 | 399.34   |
|                            | 1982  |                       |       |  |        |                       |        |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|                            | 1983  | 11.60                 | 5.13  |  |        |                       |        | 40.40                 | 154.17   | 60.20                 | 467.69   | 68.20                 | 495.17   | 68.20                 | 140.09   | 70.60                 | 28.98    |
|                            | 1984  | 13.40                 | 0.22  |  |        |                       |        | 17.40                 | 112.01   | 19.20                 | 375.34   | 30.60                 | 235.55   | 43.80                 | 157.85   | 47.40                 | 317.42   |
|                            | 1985  |                       |       | 18.00  | 2.96   |                       |        | 32.00                 | 16.13    | 36.00                 | 6.62     | 37.40                 | 73.06    | 45.00                 | 129.14   | 50.00                 | 231.54   |
|                            | 1986  | 14.00                 | 0.02  |  |        | 20.00                 | 0.89   | 31.40                 | 11.67    | 33.00                 | 31.07    | 40.00                 | 35.37    | 67.40                 | 121.79   | 86.60                 | 457.26   |
|                            | 1987  | 14.00                 | 0.02  |  |        |                       |        | 25.00                 | 8.90     | 30.60                 | 63.58    | 33.40                 | 157.44   | 40.00                 | 267.78   | 47.40                 | 317.42   |
|                            | 1988  |                       |       |  |        |                       | 8.66   |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|                            | 1989  | 16.20                 | 5.45  |  |        | 24.00                 | 24.43  |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |                       |          |
|                            | 1990  | 11.80                 | 4.26  |  |        | 14.40                 | 21.69  | 28.00                 | 0.00     | 38.60                 | 0.00     | 38.60                 | 53.99    | 40.20                 | 261.27   | 40.20                 | 625.82   |
|                            | 1991  | 10.20                 | 13.43 |  |        | 15.80                 | 10.61  | 23.80                 | 17.50    | 34.80                 | 14.24    | 46.20                 | 0.06     | 57.20                 | 0.70     | 69.00                 | 14.32    |
|                            | 1992  | 6.00                  | 61.86 |  |        | 7.40                  | 135.89 | 10.20                 | 316.26   | 17.40                 | 448.33   | 24.80                 | 447.22   | 26.80                 | 874.03   | 31.60                 | 1,130.06 |
|                            | 1993  | 10.80                 | 9.39  |  |        | 13.60                 | 29.78  | 21.80                 | 38.24    | 33.60                 | 24.74    | 36.00                 | 98.95    | 36.60                 | 390.61   | 36.60                 | 1,819.90 |
|                            | 1994  | 8.60                  | 27.72 |  |        | 9.60                  | 89.44  | 13.00                 | 224.51   | 27.00                 | 133.95   | 42.20                 | 14.04    | 58.20                 | 3.37     | 66.40                 | 1.40     |
|                            | 1995  | 9.80                  | 16.53 |  |        | 16.20                 | 8.16   | 23.80                 | 17.50    | 39.80                 | 1.50     | 49.80                 | 14.84    | 51.80                 | 20.83    | 59.20                 | 36.20    |
|                            | 1996  | 14.80                 | 0.87  |  |        | 25.20                 | 37.73  | 40.60                 | 159.17   | 56.20                 | 310.68   | 74.60                 | 820.96   | 87.40                 | 963.24   | 53.60                 | 134.94   |
|                            | 1997  | 10.40                 | 12.01 |  |        | 11.80                 | 52.67  | 21.00                 | 48.77    | 32.80                 | 33.34    | 40.80                 | 26.50    | 53.00                 | 11.32    | 54.60                 | 112.71   |
|                            | 1998  | 11.40                 | 6.08  |  |        | 12.80                 | 39.15  | 20.20                 | 60.58    | 38.60                 | 0.00     | 55.00                 | 81.95    | 66.80                 | 108.91   | 84.00                 | 352.82   |
|                            | 1999  | 11.60                 |       |  |        | 17.20                 | 3.45   | 24.60                 | 11.45    | 45.40                 | 46.60    | 47.40                 | 2.11     | 48.60                 | 60.28    | 75.80                 | 112.01   |
|                            | 2000  | 11.80                 | 4.26  |  |        | 16.40                 | 7.06   | 27.20                 | 0.61     | 40.60                 | 4.11     | 46.20                 | 0.06     | 85.00                 | 820.02   | 85.60                 | 415.49   |
|                            | 2001  | 22.00                 | 66.18 |  |        | 26.80                 | 59.95  | 29.80                 | 3.30     | 31.00                 | 57.36    | 39.80                 | 37.79    | 48.20                 | 66.65    | 49.00                 | 262.97   |
|                            | 2002  | 8.80                  | 25.66 |  |        | 14.60                 | 19.87  | 21.60                 | 40.75    | 35.60                 | 8.84     | 37.00                 | 80.06    | 37.00                 | 374.96   | 37.00                 | 796.16   |
|                            | 2003  | 15.00                 | 1.29  |  |        | 22.40                 | 11.17  | 33.40                 | 29.34    | 33.40                 | 26.77    | 45.20                 | 0.56     | 55.40                 | 0.93     | 57.60                 | 58.01    |
|                            | 2004  | 8.20                  | 32.09 |  |        | 15.20                 | 14.88  | 22.40                 | 31.18    | 25.20                 | 178.86   | 29.20                 | 280.48   | 37.20                 | 367.26   | 39.80                 | 645.99   |
|                            | 2005  |                       |       |  |        |                       |        | 46.40                 | 339.16   | 80.80                 | 1,783.05 | 117.60                | 5,134.07 | 138.40                | 6,729.92 | 141.80                | 5,865.05 |
|                            | 2006  |                       |       |  |        |                       |        | 37.40                 | 88.67    | 43.80                 | 27.31    | 59.20                 | 175.63   | 87.20                 | 950.86   | 110.00                | 2,005.57 |
|                            | 2007  |                       |       |  |        |                       |        | 23.40                 | 21.01    | 24.00                 | 212.39   | 24.40                 | 464.30   | 40.00                 | 267.78   | 40.00                 | 635.87   |
|                            | 2008  | 15.60                 | 3.01  | 18.00  | 2.96   |                       |        | 22.20                 | 33.45    | 34.80                 | 14.24    | 36.60                 | 87.38    | 36.60                 | 390.61   | 54.00                 | 125.81   |
|                            | 2009  | 18.40                 | 20.57 | 22.60  | 8.28   |                       |        | 22.80                 | 26.87    | 26.00                 | 158.10   | 30.00                 | 254.32   | 34.60                 | 473.67   | 40.00                 | 635.87   |
|                            | 2010  | 22.00                 | 66.18 | 25.40  | 32.24  |                       |        | 41.60                 | 185.41   | 45.40                 | 46.60    | 45.40                 | 0.30     | 48.80                 | 57.21    | 58.80                 | 41.17    |
|                            | 2011  | 22.00                 | 66.18 | 28.40  | 75.31  |                       |        | 36.80                 | 77.73    | 41.40                 | 7.99     | 41.40                 | 20.68    | 41.60                 | 217.97   | 46.60                 | 346.57   |
|                            | 2012  | 13.00                 | 0.75  | 16.20  | 12.40  |                       |        | 20.20                 | 60.58    | 35.80                 | 7.69     | 38.60                 | 53.99    | 54.80                 | 2.45     | 66.40                 | 1.40     |
|                            | 2013  | 20.00                 | 37.64 | 26.20  | 41.97  |                       |        | 32.20                 | 17.78    | 39.60                 | 1.05     | 39.60                 | 40.29    | 46.80                 | 91.47    | 60.20                 | 25.16    |
|                            | 2014  | 13.40                 | 0.22  | 26.80  | 50.10  |                       |        | 28.20                 | 0.05     | 52.80                 | 202.39   | 78.80                 | 1,079.28 | 109.00                | 2,770.56 | 130.60                | 4,275.02 |
|                            | 2017  | 11.20                 | 7.10  | 18.60  | 1.26   |                       |        | 28.00                 | 0.00     | 39.80                 | 1.50     | 45.40                 | 0.30     | 55.80                 | 0.32     | 66.60                 | 1.91     |
|                            | 2018  | 16.40                 | 6.43  | 32.60  | 165.85 |                       |        | 45.40                 | 303.33   | 53.40                 | 219.82   | 57.60                 | 135.78   | 57.80                 | 2.06     | 72.40                 | 51.60    |

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

| N                                      | 43     | 23     | 28      | 61      | 61       | 61       | 61       | 61       |
|--|--------|--------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| $M = \frac{\sum h_t}{N}$               | 13.87  | 19.72  | 19.06   | 27.98   | 38.57    | 45.95    | 56.36    | 65.22    |
| $\sum X^2$                             | 659.57 | 967.66 | 1004.87 | 5916.50 | 11089.72 | 20576.71 | 32598.52 | 45748.50 |
| $\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N-1}}$ | 3.96   | 6.63   | 6.10    | 9.93    | 13.60    | 18.52    | 23.31    | 27.61    |
| $\alpha = 1,283 / \sigma$              | 0.32   | 0.19   | 0.21    | 0.13    | 0.09     | 0.07     | 0.06     | 0.05     |
| $\beta = M - 0,5772 / \alpha$          | 12.08  | 16.74  | 16.31   | 23.52   | 32.46    | 37.62    | 45.88    | 52.79    |

TABELLA 3 - ALTEZZE MASSIME DI PIOGGIA hmax (mm) PER LE DURATE CARATTERISTICHE E DIVERSI TEMPI DI RITORNO

| Tempo di ritorno |       | 15 minuti | 30 minuti | 45 minuti | 1 ora    | 3 ore    | 6 ore     | 12 ore    | 24 ore    |
|------------------|-------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 10 anni          | hmax= | 19.03 mm  | 28.37 mm  | 27.01 mm  | 40.93 mm | 56.30 mm | 70.10 mm  | 86.76 mm  | 101.23 mm |
| 20 anni          | hmax= | 21.26 mm  | 32.09 mm  | 30.44 mm  | 46.50 mm | 63.93 mm | 80.49 mm  | 99.84 mm  | 116.72 mm |
| 30 anni          | hmax= | 22.54 mm  | 34.23 mm  | 32.40 mm  | 49.71 mm | 68.32 mm | 86.47 mm  | 107.36 mm | 125.63 mm |
| 50 anni          | hmax= | 24.13 mm  | 36.91 mm  | 34.87 mm  | 53.72 mm | 73.80 mm | 93.94 mm  | 116.77 mm | 136.77 mm |
| 100 anni         | hmax= | 26.29 mm  | 40.52 mm  | 38.19 mm  | 59.12 mm | 81.20 mm | 104.01 mm | 129.45 mm | 151.80 mm |
| 200 anni         | hmax= | 28.44 mm  | 44.11 mm  | 41.49 mm  | 64.50 mm | 88.57 mm | 114.06 mm | 142.09 mm | 166.77 mm |

In particolare sono state costruite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (t espresso in ore e h in millimetri), mediante l'interpolazione lineare su carta bilogaritmica di questi dati, per i tempi di ritorno di 10, 20, 30, 50, 100, 200 anni, ricavando così i valori dei parametri caratteristici *a* ed *n* dell'espressione analitica di tali curve ( $h = a \cdot t^n$ ), come rappresentato graficamente in Tabella 4 e numericamente in Tabella 5.

TABELLA 4 – CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

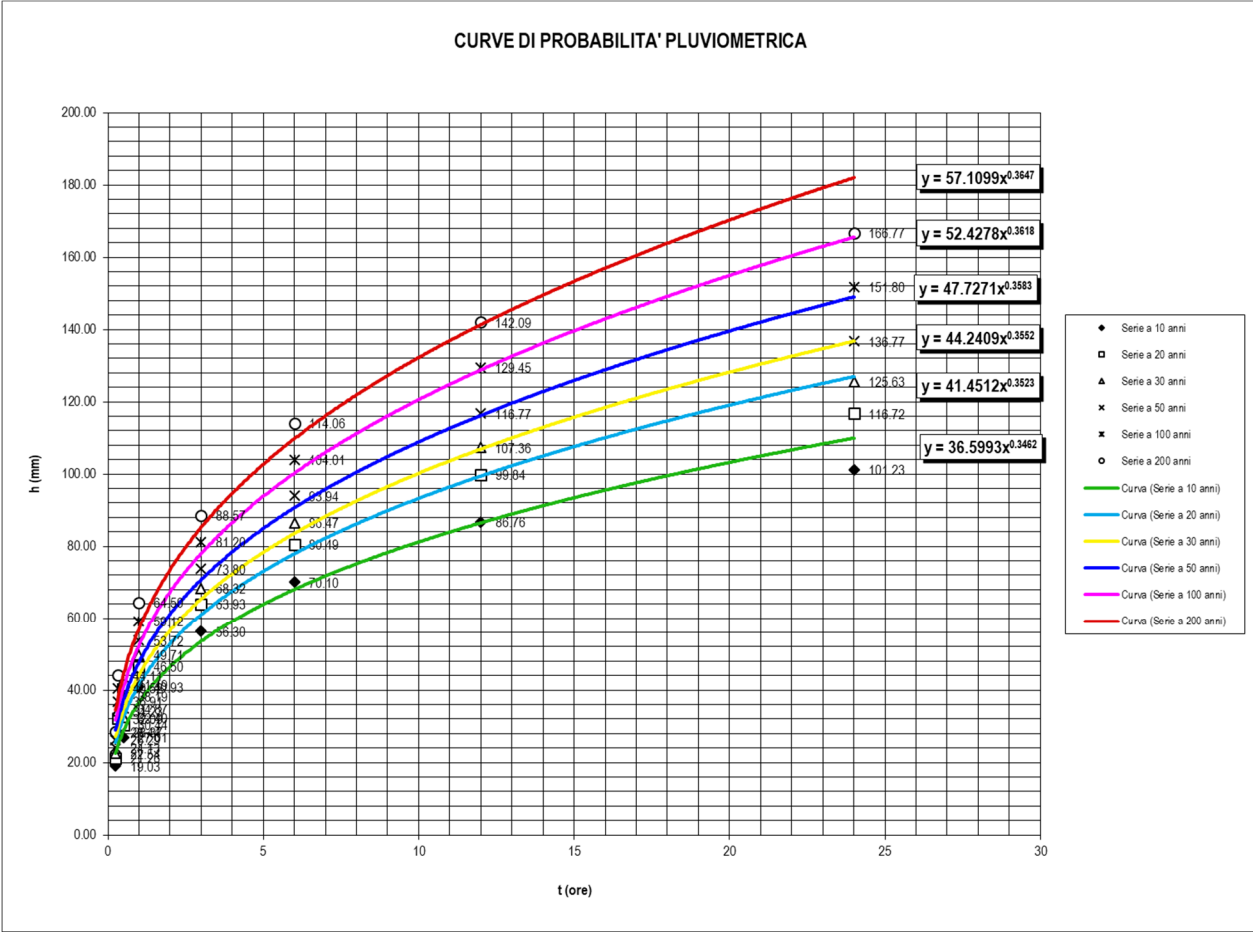


TABELLA 5 – VALORI DEI PARAMETRI CARATTERISTICI a E n

| Stazione FANO-METAURILIA |          |         |
|--------------------------|----------|---------|
| Tr                       | a [mm/h] | n       |
| Tr(10anni)               | 36.599   | 0.34620 |
| Tr(20anni)               | 41.451   | 0.35230 |
| Tr(30anni)               | 44.241   | 0.35520 |
| Tr(50anni)               | 47.727   | 0.35830 |
| Tr(100anni)              | 52.428   | 0.36180 |
| Tr(200anni)              | 57.110   | 0.36470 |



## 5 VERIFICHE IDRAULICHE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO

### 5.1 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI DEFLUSSO

L'espressione classica dei deflussi verso la rete di drenaggio è rappresentata dalla relazione

$$Q = \varphi \cdot J \cdot S \quad (2)$$

dove la portata  $Q$  è il prodotto dell'intensità massima di pioggia  $J = h/t$ , della superficie  $S$  del bacino scolante e del coefficiente di deflusso  $\varphi$  che rappresenta il rapporto fra l'afflusso meteorico e l'effettivo recapito alla caditoia, che nel caso specifico si pone pari a 0.90.

Con queste posizioni si può introdurre nella (2) la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione, stimabile mediante la relazione:

$$t = \left[ \frac{26.3 \cdot (L/K)^{0.6}}{3600^{(1-n)0.4} \cdot \left(\frac{a}{1000}\right)^{0.4} \cdot i^{0.3}} \right]^{\frac{1}{0.6+0.4n}} \quad (3)$$

con  $t$  (sec),  $a$  (mm/ora) ed  $n$  presi dalla Tabella 5 per tempo di ritorno  $Tr = 10$  anni,  $K$  ( $m^{1/3}/s$ ) la scabrezza,  $i$  la pendenza longitudinale media del tratto di monte e  $L$  (m) la lunghezza dell'area servita.

Sostituendo nella (3) i valori numerici opportuni, si determinano i valori di riferimento del tempo di corrivazione per i tratti di canaletta.

Non volendo, nel caso specifico, incorrere in eccessivi sovradimensionamenti e ammettendo la possibile saturazione dei collettori nella circostanza, invero singolare e ragionevolmente remota, che la massima precipitazione di calcolo corrisponda al centro di meteora dell'evento con la frequenza probabile assegnata, si incrementa il tempo di corrivazione teorico sopra descritto di un intervallo di 3 minuti (180 s), individuando così un'intensità di pioggia (scroscio) di calcolo accettabile e congruente con quanto suggeriscono anche i riscontri pratici sul campo.

Di seguito si riporta una tabella esplicativa dei calcoli effettuati, in cui si nota che la portata di deflusso per metro lineare di carreggiata stradale risulta:  **$Q = 0.28$  l/s m.**

| CALCOLO DELLA PORTATA DI DEFLUSSO DALLA CARREGGIATA  |                    |        |                   |                  |                    |                      | CALCOLO TEMPO DI CORRIVAZIONE |  |  |  |  |
|--|--------------------|--------|-------------------|------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|--|--|--|--|
| METODO RAZIONALE (moto uniforme)   |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $Q = \varphi S J \text{ [m}^3/\text{s]}$   |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $Q \text{ [m}^3/\text{s}]$ = volume specifico di invaso  |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $S \text{ [m}^2]$ = superficie del bacino scostante  |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $\varphi$ = coefficiente di deflusso   |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $J \text{ [mm/h]} = h / t_c$ = intensità massima di pioggia per tempi di pioggia pari al tempo di corrivazione $t_c$ |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $h = a t_c^n$ = altezza di precipitazione  |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $L_{carr} \text{ [m]}$ = larghezza carreggiata =   | 8                  |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $\varphi$ =  | 0.9                |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $t_c \text{ [min]}$ = tempo di corrivazione =  | 7.65               |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $a \text{ [mm/h]} =$   | 36.599             |        |                   | $Tr(10anni)$     |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $n =$  | 0.34620            |        |                   | $Tr(10anni)$     |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $u = Q/S = \varphi J \text{ [l/s/ha]}$ = coefficiente udometrico   |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
| $\varphi$  | $a \text{ [mm/h]}$ | $n$    | $t_c \text{ [h]}$ | $h \text{ [mm]}$ | $J \text{ [mm/h]}$ | $u \text{ [l/s/ha]}$ |                               |  |  |  |  |
| 0.90   | 36.599             | 0.3462 | 0.13              | 17.9             | 140.8              | 352                  |                               |  |  |  |  |
| $Q = u L_c$ = portata defluente per 1 metro di solido stradale di larghezza $L_c =$                                  |                    |        |                   |                  |                    |                      |                               |  |  |  |  |
|  |                    |        |                   |                  |                    |                      | 0.28 l/s                      |  |  |  |  |

|                          |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| $L_{carr}$ = Larghezza d | 8 m |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

## 5.2 DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI

Per la verifica idraulica delle canalizzazioni si confronterà il massimo afflusso sopra determinato con la capacità di portata valutabile, con approssimazione accettabile, mediante la formula di Gauckler-Strickler (moto uniforme):

$$Q = A \cdot K \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i} \quad (4)$$

dove  $Q$  (m<sup>3</sup>/s) è la portata,  $A$  (m<sup>2</sup>) l'area della sezione bagnata,  $K$  (m<sup>1/3</sup>/s) è il coefficiente di scabrezza,  $R$  (m) è il raggio idraulico, rapporto fra  $A$  e il suo contorno bagnato, e  $i$  è la pendenza.

A favore di sicurezza la verifica è stata condotta imponendo un grado di riempimento intorno all'80 % in corrispondenza del massimo afflusso meteorico.

Si è andato così a dimensionare i vari tratti di tubazione calcolando le portate defluenti come prodotto tra la lunghezza del tratto per la portata  $Q = 0.28$  l/s m e verificando con la (4) che il diametro della tubazione era in grado di smaltire quelle portate massime con quelle determinate pendenze longitudinali, garantendo un grado di riempimento intorno all'80 %. I risultati sono riportati nel seguente prospetto:

| Tratto | Lunghezza del tratto | Portata max nella tubazione |       | Pend. | Tubazione |
|--------|----------------------|-----------------------------|-------|-------|-----------|
|        |                      | l/s                         | mc/s  |       | mm        |
| TOTALE | 1050                 | 297                         | 0.297 |       |           |
| 1      | 200                  | 57                          | 0.057 | 0.10% | 400       |
| 2      | 102                  | 85                          | 0.085 | 0.20% | 400       |
| 3      | 265                  | 161                         | 0.161 | 0.08% | 600       |
| 4      | 235                  | 227                         | 0.227 | 0.05% | 800       |
| 5      | 194                  | 282                         | 0.282 | 0.05% | 800       |
| 7      | 54                   | 297                         | 0.297 | 0.07% | 800       |
| FIN    | 107                  | 297                         | 0.297 | 0.07% | 800       |

## 5.3 DIMENSIONAMENTO DELLE CADITOIE

Come elementi di drenaggio delle acque di piattaforma, si è scelto di disporre a ciglio strada dei cordoli in cemento 25x15 cm, che fungono da cunette alla "francese", e consentono alle acque di scorrere in superficie e defluire nelle caditoie. A loro volta le caditoie sono collegate alla tubazione principale che, correndo sotto la sede stradale, defluiscono le acque al recettore finale del Rio Crinaccio.

Pertanto le verifiche del sistema cunette e caditoie sono state condotte partendo dalle portate di deflusso sopra menzionate pari a  $Q = 0.28$  l/s m, per poi procedere nel seguente modo:

1. Si calcola la portata della canaletta scelta  $Q_c$  con la formula Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler.

$$Q_c = K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A_w \quad (5)$$

Dove:

- $Q_c$  è la portata della canaletta per un certo riempimento fissato (~100%)
- $K$  è il coefficiente di scabrezza (~70 per cls)

- $R_H$  è il raggio idraulico
  - $i$  è la pendenza minima da fornire alla canaletta (0,15% pendenza minima da profilo longitudinale della strada)
  - $A_w$  è l'area bagnata per il riempimento fissato (~100%)
2. Inserendo i valori sopradetti nella (5) si ottiene che la canaletta scelta consente per il riempimento e la pendenza minima fissati una portata di smaltimento pari a  **$Q_c=4.44$  l/s**.
3. Dividendo la portata ottenuta per la canaletta  $Q_c$  per la portata di acqua attesa  $Q$  si ottiene una  **$L_{max}=15.8$  m** che è la massima distanza alla quale potranno trovarsi i punti di raccolta.

Pertanto si disporranno i punti di raccolta ogni 15 metri circa.

Detti punti di raccolta sono costituiti da pozzetti prefabbricati in cls con dimensioni interne 40x40 cm e fornite di caditoia carrabile in ghisa per consentire la raccolta delle acque dalle canalette.

Di seguito è riportato un estratto esplicativo di calcolo, in cui è stata dimensionata anche la larghezza della grata della caditoia in base alle formulazioni presenti in letteratura tecnica.

# DIMENSIONAMENTO CUNETTA ALLA FRANCESE

## METODO A MOTO UNIFORME (formula di Gauckler-Strickler)

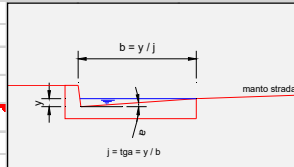
$$Q_c [m^3/sec] = K_s A R_H^{2/3} i^{1/2}$$

$R_H [m^2/m] = A/P$  = raggio idraulico

$K_s$  = coefficiente di Gauckler-Strickler [ $m^{1/3} s^{-1}$ ]

$i$  = pendenza longitudinale minima fondo canaletta

|                           |        |                            |
|---------------------------|--------|----------------------------|
| $A = b^2 j/2 =$           | 0.016  | $m^2$                      |
| $P = (b / \cos(a)) + y =$ | 0.49   | $m$                        |
| $K_s =$                   | 70     | $m^{1/3} s^{-1}$ (per cls) |
| $i =$                     | 0.0015 | 0.15%                      |
| $v =$                     | 0.278  | $m/s$                      |



|                              |        |     |
|------------------------------|--------|-----|
| $b$ = larghezza cunetta =    | 0.4    | $m$ |
| $y =$                        | 0.08   | $m$ |
| $j$ = pendenza trasversale = | 0.2000 |     |
| $a$ = angolo in gradi =      | 11.32  |     |

| $K_s [m^{1/3} s^{-1}]$ | $A [m^2]$ | $R_H [m^2/m]$ | $i$    | $Q_c [l/s]$ |
|------------------------|-----------|---------------|--------|-------------|
| 70                     | 0.02      | 0.0328        | 0.0015 | 4.44        |

Dividendo la portata  $Q$  per la portata  $Q_c$ , si ottiene la lunghezza massima alla quale si deve prevedere l'inserimento delle caditoie:

$$Q / Q_c = L_{max} = 15.8 \text{ m} \quad (\text{distanza massima per la disposizione delle caditoie})$$

PER CUI SI PREVEDONO CADITOIE OGNI 15 m

# DIMENSIONAMENTO DELLA CADITOIA

## EFFICIENZA E RENDIMENTO

$E_0 = Q_1/Q = 1 - (1/b)^{8/3}$  = Efficienza frontale di una caditoia

$Q_1$  = frazione della portata captata dalla caditoia

$Q$  = portata totale proveniente da monte

$b$  = larghezza cunetta

L'efficienza frontale misura la capacità della caditoia

$v_0 = 1.86 L^{0.79}$  per grate a barre normali alla direzione della corrente

$v_0 = 2.54 L^{0.51}$  per grate a barre parallele alla direzione della corrente

Se  $v_0 > v \rightarrow Q_1^* = Q_1 \rightarrow R_1 = Q_1^*/Q_1 = 1$

$Q_1^*$  = frazione di  $Q_1$

$R_1 = Q_1^*/Q_1$  = Rendimento della grata rispetto a  $Q_1$

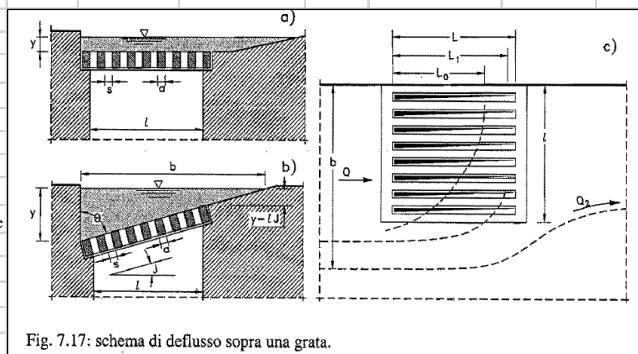


Fig. 7.17: schema di deflusso sopra una grata.

La portata laterale  $Q_2$  che sfugge alla cattura, data anch'essa come rapporto della  $Q$ , è allora data da:

$E_l = Q_2/Q = 1 - E_0 = Q - Q_1$  = Efficienza laterale della grata

Anche una parte della portata  $Q_2$  può essere catturata dalla grata in funzione della lunghezza  $L$  e velocità  $v$ .

Indicando con:

$Q_2^*$  = frazione di  $Q_2$

$R_2 = Q_2^*/Q_2 = (1 + (0.083 v^{1.8} / J L^{2.3}))^{-1}$  = Rendimento della grata rispetto a  $Q_2$

si ha:

$E = (Q_1^* + Q_2^*)/Q = R_1 E_0 + R_2 (1 - E_0)$  = Efficienza totale della grata

## AREA EFFICACE DELLA GRATA

Essendo:

$p = (n L a)/(l L) = n a / l$  = frazione efficace dell'area della grata

$a$  = apertura delle fessure

$n$  = numero delle aperture

si deve verificare che:

$m = n a L > 0.1 m^2$  (valore consigliato in letteratura)

## CALCOLO DELLA LUNGHEZZA L DELLA GRATA

Il problema relativo al calcolo della lunghezza  $L$  da assegnare alla caditoia per poter assicurare il drenaggio

$$E = y + v^2/2 g = y + Q^2/(2 g l^2 y^2) = \text{cost}$$

Posto  $q = Q/l$  e sapendo che:

$$q = y (2 g (H - y) y)^{1/2}$$

si ottiene l'espressione per determinare la lunghezza  $L$  sotto la condizione di  $y = 0$ :

$$L/H = 1/(2 C p) [\text{sen}^{-1}((y_0/H) + 3) ((y_0/H) (1 - (y_0/H)))^{1/2}]$$

dove

$H$  = energia specifica sulla grata

$y_0$  = battente idrico nella sezione iniziale d'ingresso alla grata

$C$  = coefficiente di contrazione

$p$  = frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva: 2.53

| C   | p   | v    | $y_0$ | H     | L/H   | L    |      |
|-----|-----|------|-------|-------|-------|------|------|
| 0.5 | 0.6 | 0.28 | 0.080 | 0.084 | 2.902 | 0.24 | 1.74 |