



# SISTEMA NAZIONALE CICLOVIE TURISTICHE

## CICLOVIA "TRIESTE-LIGNANO SABBIA D'ORO-VENEZIA"

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Gruppo di Progettazione  
Macrotratta Friuli Venezia Giulia



DOTT. GEOL.  
UMBERTO  
STEFANEL

DOTT.  
ARCHEOLOGO  
LUCA VILLA

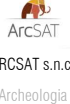
DOTT.  
MAURO  
BORGATO

ING.  
DANIELE  
BERTAGNOLLI

Supporto Tecnico  
Macrotratta Veneto



Geologo  
Maurizio  
OLIVOTTO



## MACROTRATTA FRIULI VENEZIA GIULIA

### PARTE GENERALE

#### 06 - IDRAULICA E IDROGEOLOGIA

#### RELAZIONE SUGLI ASPETTI IDRAULICI E IDROLOGICI

|      |        |             |        |           |          |     |      |           |  |         |            |           |       |
|------|--------|-------------|--------|-----------|----------|-----|------|-----------|--|---------|------------|-----------|-------|
| Fase | Codice | Macrotratta | Tronco | Categoria | Allegato | Sub | Tipo | Revisione |  | Redatto | Verificato | Approvato | Scala |
| F    | 06     | FVG         | 0      | ID        | 001      | 00  | F    | A         |  | C.F.    | R.C.       | R.C.      |       |

|                                         |                                                                                                                                                                   |                                                                                       |                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>REGIONE CAPOFILA</div> <div></div> | <div>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO<br/>macrotratta Friuli Venezia Giulia</div> <div>Dott. PADRINI Marco<br/>Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia</div> | <div></div> <div>REGIONE DEL VENETO</div> <div></div> <div>VENETO STRADE S.p.A.</div> | <div>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO<br/>macrotratta Veneto</div> <div>Ing. MANGINELLI Gabriella<br/>Veneto Strade</div>                             |
|                                         |                                                                                                                                                                   |                                                                                       | <div>IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE<br/>macrotratta Veneto</div> <div>Arch. POLO Lorella<br/>Veneto Strade</div> |

|           |             |             |
|-----------|-------------|-------------|
|           |             |             |
|           |             |             |
|           |             |             |
|           |             |             |
| A         | AGOSTO 2021 | EMISSIONE   |
| REVISIONE | DATA        | DESCRIZIONE |

INDICE

1   PREMESSA.....2

2   INQUADRAMENTO IDROGRAFICO .....2

    2.1   IL TRACCIATO PRINCIPALE .....2

3   INQUADRAMENTO IDROLOGICO .....3

4   INQUADRAMENTO URBANISTICO: PIANIFICAZIONE DI SETTORE.....6

    4.1   P.A.I. DEI BACINI IDROGRAFICI DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO .....6

    4.2   PAIR PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI INTERESSE REGIONALE .....9

        4.2.1   *PAIR Bacino idrografico laguna di Marano - Grado*.....9

        4.2.2   *PAIR Bacino idrografico di Levante* .....10

    4.3   DISPOSIZIONI COMUNI PER LE AREE DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA .....11

    4.4   PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO ALPI ORIENTALI 2015-2021 (PGRA) .....12

5   ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO.....16

    5.1   TRACCIATO PRINCIPALE .....16

    5.2   LE CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO CICLABILE .....16

6   RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....16

7   LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....19

## 1 PREMESSA

Il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica si riferisce alla ciclovia **Trieste-Lignano Sabbiadoro-Venezia (TriLiVe)**, la quale è destinata a congiungere Trieste a Venezia sviluppandosi sul territorio delle Regioni Friuli Venezia Giulia e Veneto, seguendo un sviluppo nell'entroterra del Veneto Orientale, ma collocato a ridosso del litorale adriatico; in particolare, il punto di congiunzione tra i tracciati friulano e veneto è costituito dal ponte di Bevazzana, posizionato sul fiume Tagliamento in prossimità della foce e connesso sul lato FVG ai territori dei Comuni di Lignano Sabbiadoro e Latisana e sul lato del Veneto a quello del Comune di San Michele al Tagliamento.



Figura 1.1 – Ciclovia Trieste-Lignano Sabbiadoro-Venezia (TriLiVe): inquadramento territoriale.

La presente relazione riferisce in merito ai principali aspetti idraulici connessi al progetto in esame, includendo in particolare anche l'illustrazione delle modalità di collettamento delle acque meteoriche a servizio delle aree oggetto di intervento e l'individuazione delle misure compensative da realizzarsi al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area nel rispetto del principio di invarianza idraulica.

## 2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

### 2.1 Il tracciato principale

Il Piano regionale di tutela delle acque (PRTA), approvato il 20 marzo 2018 con decreto del Presidente n. 074, previa deliberazione della Giunta Regionale n. 591/2018, è lo strumento previsto all'articolo 121 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 attraverso il quale le Regioni individuano gli interventi volti a garantire la tutela delle risorse idriche e la sostenibilità del loro sfruttamento per il conseguimento degli obiettivi fissati dalla Direttiva comunitaria 2000/60/CE. In particolare, nel PRTA sono individuati i corpi idrici superficiali e sotterranei che rappresentano l'unità base a cui fare riferimento per la conformità con gli obiettivi ambientali imposti dalla Direttiva Quadro Acque.

La suddivisione amministrativa del territorio, sotto l'aspetto gestionale idraulico, rispecchia i tre livelli amministrativi definiti dalla L. 183/89, e nella fattispecie troviamo bacini idrografici aventi rilevanza nazionale (Isonzo, Tagliamento, Livenza), interregionale (Lemene) e regionale (corsi d'acqua che recapitano nella laguna di Marano e Grado e del Carso triestino).

Il tracciato della ciclovia TriLive partendo dalla località di Bevazzana, attraversa l'area idrografica dell'Alta e Bassa Pianura Friulana compresa tra il fiume Tagliamento ed il sistema idrografico Torre-Isonzo; il bacino idrografico della laguna di Marano e Grado fino al bacino idrografico di Levante che si sviluppa ad est del sistema idrografico del fiume Isonzo fino al confine di stato con la repubblica di Slovenia.

Il percorso ciclabile ricade in parte in area di competenza del Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana ed in parte nel bacino di Levante di competenza della Regione.

La ciclovia costeggia e incontra lungo il suo sviluppo numerosi corsi d'acqua, canali di bonifica e canali irrigui di svariati ordini, sin dalla sua origine posta in continuità con il tracciato che si snoda nel territorio del Veneto.

Un nuovo ponte ciclabile viene infatti collocato a valle del ponte carrabile di Bevazzana sul **Tagliamento**, immediatamente a Sud della confluenza del **canale di Bevazzana** (Litoranea Veneta).

La ciclovia prosegue verso est snodandosi lungo la costa risalendo in sommità dell'argine in destra **Fiume Stella**, fino al Comune di Precenico per poi proseguire lungo via Lamarutto fino all'attraversamento del **Canale Comor** e lungo la strada provinciale 121 nell'entroterra attraversando il **Fiume Zenilla** fino al Comune di San Giorgio di Nogaro.

Qui il tracciato prevede l'attraversamento del **Fiume Corno** e prosegue costeggiando l'argine sinistro del canale lungo via Zumello fino all'attraversamento del **Fiume Ausa** e proseguendo fino ad Aquileia.

Il tracciato prosegue costeggiando la strada regionale 352 fino a Grado e da qui percorrendo parallelamente la Riva Foscato si immette nella Strada provinciale 19 fino ad attraversare il **Canale Averso** costeggiando la Riserva naturale della Valle Cavarata. Percorrendo l'argine sinistro del canale la pista prosegue poi per tutto il lungomare sulla Strada del Caneo per poi risalire all'interno lungo l'argine destro del **Canale Isonzato** fino alla

nuova passerella di progetto sul **Fiume Isonzo**.

Attraversato l'Isonzo il percorso prosegue in direzione sud, lungo l'argine sinistro del **Canale Quarantia** costeggiando la Riserva Naturale della Foce dell'Isonzo per poi proseguire sul lungo mare fino a Marina Giulia e lungo via del Brancolo e via Dei Bagni fino a Monfalcone.

Da qui il tracciato prosegue in direzione San Giovanni del Duino dove costeggia le Bocche del Timavo e la Riserva naturale delle Falesie di Duino per proseguire lungo la strada statale n. 14, strada costiera, fino a Trieste passando per il Porto Vecchio, per Domio ed Aquilinia fino al Valico Rabuiese.

### 3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

Nel presente capitolo vengono introdotti i dati pluviometrici da utilizzare per il calcolo degli eventi meteorici di progetto e della volumetria da rendere disponibile per l'invaso.

Di norma, la stima delle altezze di precipitazione avviene mediante regolarizzazione statistica, individuando cioè una distribuzione teorica di probabilità che bene si accorda con i valori osservati. A tal proposito, la letteratura statistica ha sviluppato una varietà di metodi per la scelta della distribuzione più idonea alle differenti tipologie di dato e per l'inferenza dei parametri di una distribuzione a partire da un campione di misure.

La Regione Friuli-Venezia Giulia, Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna ha fornito un applicativo RainMapFVG 1.0 con il quale, per ogni punto appartenente alla superficie della fornisce informazioni relative alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) delle precipitazioni orarie ed in particolare:

- Parametro **a** per tempi differenti di ritorno;
- Parametro **n**;
- Precipitazioni attese in funzione della durata dell'evento per differenti tempi di ritorno.

Il tempo di ritorno delle piogge cui fare riferimento e da assumere negli studi di Compatibilità idraulica viene definito pari a 50 anni.

La base dati relativa agli eventi di precipitazione massimi, utilizzata dall'applicativo è stata realizzata nel progetto INTERREG IIIB Alpine Space Mitigation of Hydro-geological Risk in Alpine Catchments – Catchrisk e in particolare allo studio che ha portato alla regionalizzazione degli eventi di precipitazione massimi nella regione.

Nello studio sono stati utilizzati i dati relativi alle precipitazioni orarie (1,3,6,12 e 24 ore) provenienti da 62 stazioni pluviometriche cadenti nella regione in esame e nella Regione Veneto in prossimità del confine nel periodo dal 1920 al 2003. La numerosità campionaria minima è pari a 15 anni ed il valore medio è pari a 51 anni.

Il modello utilizzato è il fattore di scala costante non funzione del tempo di ritorno, basato sulla distribuzione GEV (Generalized Extreme Value) espresso dalla seguente equazione:

$$h = at^n$$

Dove **h** è l'altezza della precipitazione attesa; **a** è il coefficiente pluviometrico orario dipendente dal tempo di ritorno; **n** è il coefficiente di scala, assunto scala/invariante del modello utilizzato, e **t** è la durata della precipitazione.

Il parametro **a** è legato al periodo di ritorno ( $T_r$ ) da un'equazione del tipo:

$$a = f(a_1, cv, T_r)$$

dove:

**a<sub>1</sub>**: coefficiente pluviometrico orario

**cv**: coefficiente di variazione

Lo studio in esame ha realizzato, tra i prodotti finali, le mappe dei parametri **a<sub>1</sub>**, **cv** ed **n**, con risoluzione pari a 500 m. Tali mappe costituiscono la base dati degli eventi estremi di precipitazione utilizzate dall'applicativo RainMapFVG, per determinare, assegnato un punto cadente nella Regione Friuli-Venezia Giulia, direttamente i valori dei parametri **a<sub>1</sub>**, **cv** ed **n**, e del tempo di ritorno, i valori del parametro **a** in funzione del tempo di ritorno ed infine mediante l'equazione  $h=at^n$  i valori delle precipitazioni attese in funzione della durata dell'evento e del relativo tempo di ritorno.

Le mappe dei parametri **a<sub>1</sub>**, **cv** ed **n** sono rappresentate nelle immagini che seguono.

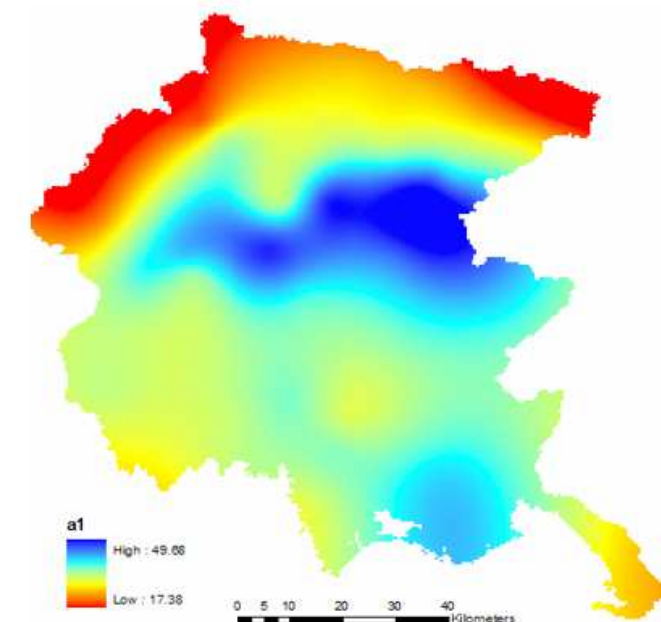


Figura 3.1 – Parametro **a<sub>1</sub>**



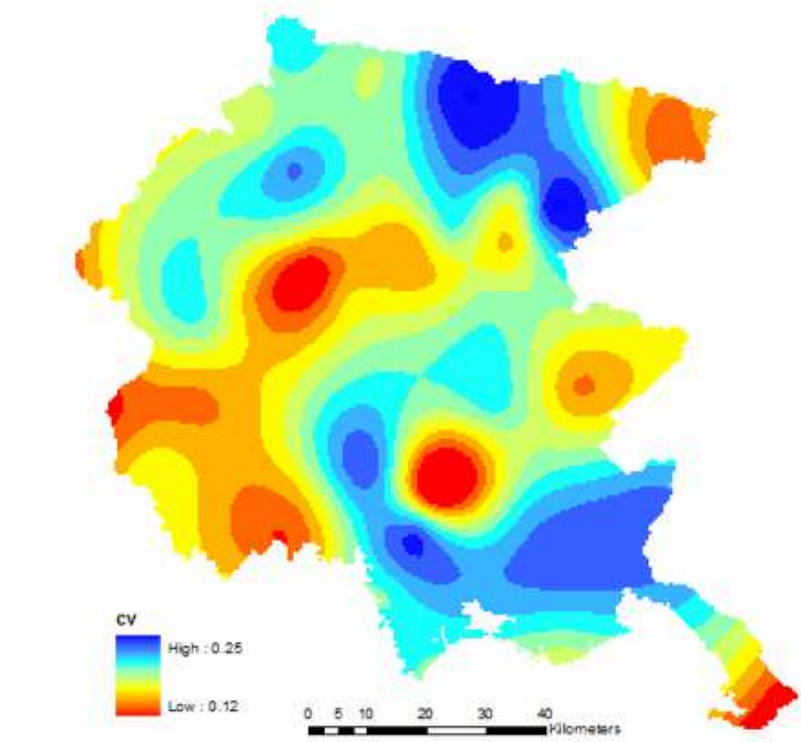


Figura 3.2 –Parametro CV

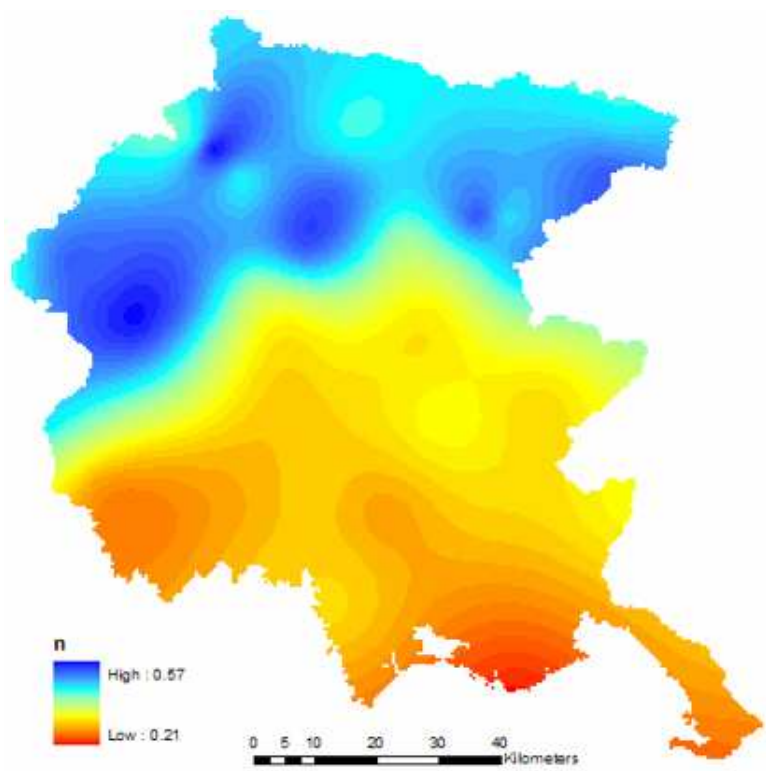


Figura 3.3 – Parametro n

Sulla base della regionalizzazione proposta dalla Regione FVG sono tre le porzioni di territorio attraversate dalla ciclovia e di cui di seguito si riportano i dati come forniti dall’applicativo della Regione di cui sopra.

| LSPP Friuli Venezia Giulia      |                         |       |       |       |         |       |       |
|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est |                         |       |       |       |         |       |       |
|                                 | E                       |       |       |       | N       |       |       |
| Input                           | 2378547                 |       |       |       | 5065307 |       |       |
| Baricentro cella                | 2378750                 |       |       |       | 5065250 |       |       |
| Parametri LSPP                  |                         |       |       |       |         |       |       |
| n                               | 0,25                    |       |       |       |         |       |       |
|                                 | Tempo di ritorno (Anni) |       |       |       |         |       |       |
|                                 | 2                       | 5     | 10    | 20    | 50      | 100   | 200   |
| a                               | 34,2                    | 46,0  | 54,5  | 63,2  | 75,3    | 85,0  | 95,3  |
| Precipitazioni (mm)             |                         |       |       |       |         |       |       |
| Durata (Hr)                     | Tempo di ritorno (Anni) |       |       |       |         |       |       |
|                                 | 2                       | 5     | 10    | 20    | 50      | 100   | 200   |
| 1                               | 34,2                    | 46,0  | 54,5  | 63,2  | 75,3    | 85,0  | 95,3  |
| 2                               | 40,6                    | 54,6  | 64,7  | 75,0  | 89,4    | 100,9 | 113,2 |
| 3                               | 44,9                    | 60,4  | 71,5  | 83,0  | 98,8    | 111,6 | 125,1 |
| 4                               | 48,2                    | 64,8  | 76,8  | 89,1  | 106,1   | 119,8 | 134,3 |
| 5                               | 50,9                    | 68,5  | 81,2  | 94,1  | 112,1   | 126,6 | 142,0 |
| 6                               | 53,2                    | 71,7  | 84,9  | 98,5  | 117,3   | 132,5 | 148,5 |
| 7                               | 55,3                    | 74,5  | 88,2  | 102,3 | 121,9   | 137,6 | 154,3 |
| 8                               | 57,2                    | 77,0  | 91,2  | 105,7 | 126,0   | 142,2 | 159,5 |
| 9                               | 58,9                    | 79,2  | 93,9  | 108,9 | 129,7   | 146,5 | 164,2 |
| 10                              | 60,4                    | 81,3  | 96,4  | 111,7 | 133,1   | 150,3 | 168,5 |
| 11                              | 61,9                    | 83,3  | 98,7  | 114,4 | 136,3   | 153,9 | 172,5 |
| 12                              | 63,2                    | 85,1  | 100,8 | 116,9 | 139,3   | 157,3 | 176,3 |
| 13                              | 64,5                    | 86,8  | 102,8 | 119,2 | 142,1   | 160,4 | 179,8 |
| 14                              | 65,7                    | 88,4  | 104,7 | 121,4 | 144,7   | 163,4 | 183,2 |
| 15                              | 66,8                    | 89,9  | 106,5 | 123,5 | 147,2   | 166,2 | 186,3 |
| 16                              | 67,9                    | 91,4  | 108,3 | 125,5 | 149,5   | 168,9 | 189,3 |
| 17                              | 68,9                    | 92,7  | 109,9 | 127,4 | 151,8   | 171,4 | 192,2 |
| 18                              | 69,9                    | 94,1  | 111,5 | 129,2 | 154,0   | 173,9 | 194,9 |
| 19                              | 70,8                    | 95,3  | 113,0 | 131,0 | 156,0   | 176,2 | 197,5 |
| 20                              | 71,7                    | 96,6  | 114,4 | 132,6 | 158,0   | 178,4 | 200,1 |
| 21                              | 72,6                    | 97,7  | 115,8 | 134,3 | 159,9   | 180,6 | 202,5 |
| 22                              | 73,4                    | 98,9  | 117,1 | 135,8 | 161,8   | 182,7 | 204,8 |
| 23                              | 74,2                    | 100,0 | 118,4 | 137,3 | 163,6   | 184,7 | 207,1 |
| 24                              | 75,0                    | 101,0 | 119,7 | 138,8 | 165,3   | 186,7 | 209,3 |

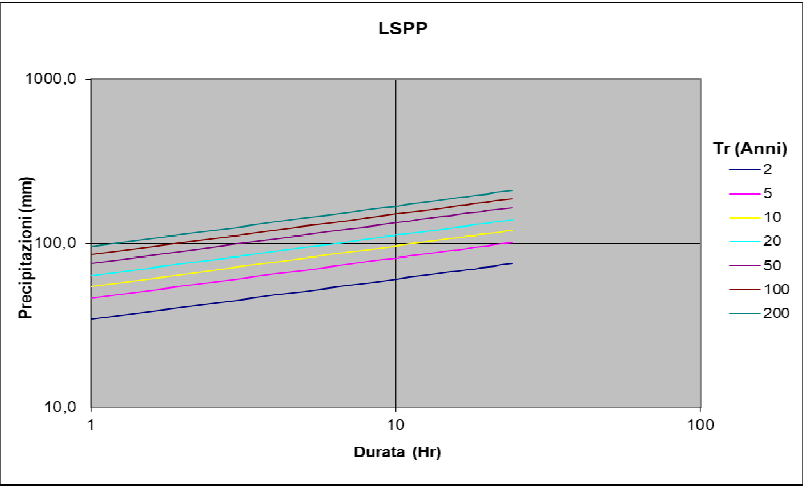


Figura 3.4 – Dati pluviometrici tratto Lignano Sabbiadoro – Marano Lagunare

| LSPP Friuli Venezia Giulia      |  |                         |       |       |         |       |       |       |  |  |
|---------------------------------|--|-------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|--|--|
| Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est |  |                         |       |       |         |       |       |       |  |  |
| Input                           |  | E                       |       |       | N       |       |       |       |  |  |
|                                 |  | 2395262                 |       |       | 5062212 |       |       |       |  |  |
| Baricentro cella                |  | 2395250                 |       |       | 5062250 |       |       |       |  |  |
| Parametri LSPP                  |  |                         |       |       |         |       |       |       |  |  |
| n                               |  | 0,24                    |       |       |         |       |       |       |  |  |
|                                 |  | Tempo di ritorno (Anni) |       |       |         |       |       |       |  |  |
|                                 |  | 2                       | 5     | 10    | 20      | 50    | 100   | 200   |  |  |
| a                               |  | 38,9                    | 55,8  | 67,9  | 80,3    | 97,5  | 111,4 | 126,0 |  |  |
| Precipitazioni (mm)             |  |                         |       |       |         |       |       |       |  |  |
| Durata (Hr)                     |  | Tempo di ritorno (Anni) |       |       |         |       |       |       |  |  |
|                                 |  | 2                       | 5     | 10    | 20      | 50    | 100   | 200   |  |  |
| 1                               |  | 38,9                    | 55,8  | 67,9  | 80,3    | 97,5  | 111,4 | 126,0 |  |  |
| 2                               |  | 45,8                    | 65,7  | 79,9  | 94,5    | 114,8 | 131,1 | 148,4 |  |  |
| 3                               |  | 50,4                    | 72,2  | 87,9  | 104,0   | 126,3 | 144,3 | 163,3 |  |  |
| 4                               |  | 53,9                    | 77,3  | 94,1  | 111,3   | 135,2 | 154,4 | 174,7 |  |  |
| 5                               |  | 56,8                    | 81,5  | 99,2  | 117,3   | 142,5 | 162,7 | 184,1 |  |  |
| 6                               |  | 59,3                    | 85,1  | 103,5 | 122,4   | 148,7 | 169,8 | 192,2 |  |  |
| 7                               |  | 61,5                    | 88,2  | 107,4 | 126,9   | 154,2 | 176,1 | 199,3 |  |  |
| 8                               |  | 63,5                    | 91,0  | 110,8 | 131,0   | 159,1 | 181,7 | 205,7 |  |  |
| 9                               |  | 65,3                    | 93,6  | 113,9 | 134,7   | 163,6 | 186,9 | 211,5 |  |  |
| 10                              |  | 66,9                    | 95,9  | 116,8 | 138,1   | 167,7 | 191,6 | 216,8 |  |  |
| 11                              |  | 68,4                    | 98,1  | 119,4 | 141,2   | 171,5 | 195,9 | 221,7 |  |  |
| 12                              |  | 69,9                    | 100,1 | 121,9 | 144,1   | 175,1 | 200,0 | 226,3 |  |  |
| 13                              |  | 71,2                    | 102,0 | 124,2 | 146,9   | 178,4 | 203,8 | 230,6 |  |  |
| 14                              |  | 72,4                    | 103,8 | 126,4 | 149,5   | 181,6 | 207,4 | 234,7 |  |  |
| 15                              |  | 73,6                    | 105,5 | 128,5 | 151,9   | 184,5 | 210,8 | 238,5 |  |  |
| 16                              |  | 74,8                    | 107,2 | 130,4 | 154,2   | 187,4 | 214,0 | 242,2 |  |  |
| 17                              |  | 75,8                    | 108,7 | 132,3 | 156,5   | 190,0 | 217,1 | 245,7 |  |  |
| 18                              |  | 76,9                    | 110,2 | 134,1 | 158,6   | 192,6 | 220,0 | 249,0 |  |  |
| 19                              |  | 77,8                    | 111,6 | 135,8 | 160,6   | 195,1 | 222,8 | 252,2 |  |  |
| 20                              |  | 78,8                    | 112,9 | 137,5 | 162,6   | 197,5 | 225,5 | 255,2 |  |  |
| 21                              |  | 79,7                    | 114,2 | 139,1 | 164,4   | 199,7 | 228,1 | 258,2 |  |  |
| 22                              |  | 80,6                    | 115,5 | 140,6 | 166,3   | 201,9 | 230,7 | 261,0 |  |  |
| 23                              |  | 81,4                    | 116,7 | 142,1 | 168,0   | 204,1 | 233,1 | 263,8 |  |  |
| 24                              |  | 82,3                    | 117,9 | 143,5 | 169,7   | 206,1 | 235,4 | 266,4 |  |  |

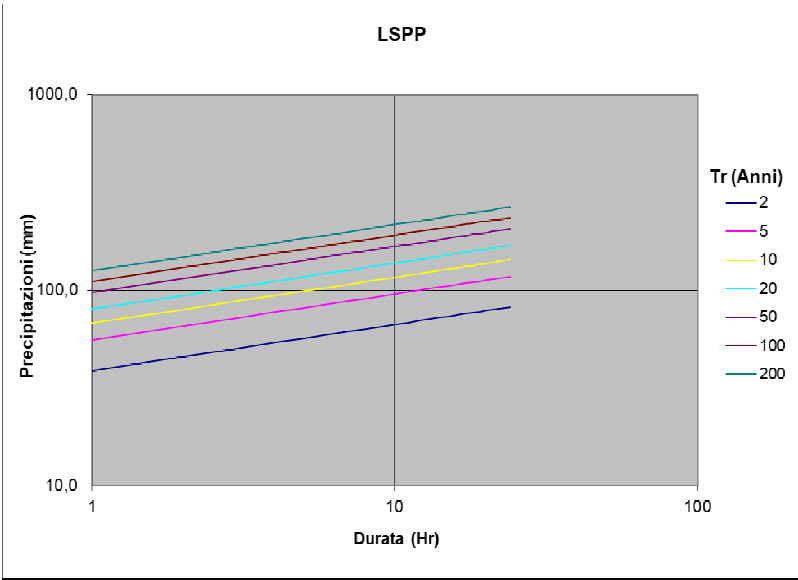


Figura 3.5 – Dati pluviometrici tratto Grado – Monfalcone

LSPP Friuli Venezia Giulia

| Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est |         |  |  |  |         |  |  |
|---------------------------------|---------|--|--|--|---------|--|--|
|                                 | E       |  |  |  | N       |  |  |
| Input                           | 2419819 |  |  |  | 5066752 |  |  |
| Baricentro cella                | 2419750 |  |  |  | 5066750 |  |  |

| Parametri LSPP |                         |      |      |      |      |      |       |
|----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| n              | 0,25                    |      |      |      |      |      |       |
|                | Tempo di ritorno (Anni) |      |      |      |      |      |       |
|                | 2                       | 5    | 10   | 20   | 50   | 100  | 200   |
| a              | 34,5                    | 48,9 | 59,3 | 69,9 | 84,7 | 96,6 | 109,2 |

| Precipitazioni (mm) |                         |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Durata (Hr)         | Tempo di ritorno (Anni) |       |       |       |       |       |       |
|                     | 2                       | 5     | 10    | 20    | 50    | 100   | 200   |
| 1                   | 34.5                    | 48.9  | 59.3  | 69.9  | 84.7  | 96.6  | 109.2 |
| 2                   | 41.0                    | 58.3  | 70.6  | 83.3  | 100.9 | 115.0 | 130.0 |
| 3                   | 45.4                    | 64.5  | 78.2  | 92.2  | 111.7 | 127.4 | 143.9 |
| 4                   | 48.9                    | 69.4  | 84.1  | 99.1  | 120.1 | 136.9 | 154.7 |
| 5                   | 51.7                    | 73.4  | 88.9  | 104.9 | 127.0 | 144.8 | 163.7 |
| 6                   | 54.1                    | 76.8  | 93.1  | 109.8 | 133.0 | 151.6 | 171.4 |
| 7                   | 56.2                    | 79.8  | 96.8  | 114.1 | 138.2 | 157.6 | 178.1 |
| 8                   | 58.2                    | 82.6  | 100.1 | 118.0 | 142.9 | 163.0 | 184.2 |
| 9                   | 59.9                    | 85.0  | 103.1 | 121.6 | 147.2 | 167.9 | 189.8 |
| 10                  | 61.5                    | 87.3  | 105.9 | 124.8 | 151.2 | 172.4 | 194.9 |
| 11                  | 63.0                    | 89.5  | 108.4 | 127.9 | 154.9 | 176.6 | 199.6 |
| 12                  | 64.4                    | 91.4  | 110.8 | 130.7 | 158.3 | 180.5 | 204.0 |
| 13                  | 65.7                    | 93.3  | 113.1 | 133.3 | 161.5 | 184.2 | 208.2 |
| 14                  | 67.0                    | 95.0  | 115.2 | 135.9 | 164.6 | 187.6 | 212.1 |
| 15                  | 68.1                    | 96.7  | 117.2 | 138.2 | 167.4 | 190.9 | 215.8 |
| 16                  | 69.3                    | 98.3  | 119.2 | 140.5 | 170.2 | 194.1 | 219.3 |
| 17                  | 70.3                    | 99.8  | 121.0 | 142.7 | 172.8 | 197.0 | 222.7 |
| 18                  | 71.3                    | 101.3 | 122.7 | 144.7 | 175.3 | 199.9 | 225.9 |
| 19                  | 72.3                    | 102.6 | 124.4 | 146.7 | 177.7 | 202.6 | 229.0 |
| 20                  | 73.3                    | 104.0 | 126.0 | 148.6 | 180.0 | 205.3 | 232.0 |
| 21                  | 74.2                    | 105.3 | 127.6 | 150.4 | 182.2 | 207.8 | 234.9 |
| 22                  | 75.0                    | 106.5 | 129.1 | 152.2 | 184.4 | 210.2 | 237.6 |
| 23                  | 75.9                    | 107.7 | 130.6 | 153.9 | 186.5 | 212.6 | 240.3 |
| 24                  | 76.7                    | 108.9 | 132.0 | 155.6 | 188.5 | 214.9 | 242.9 |

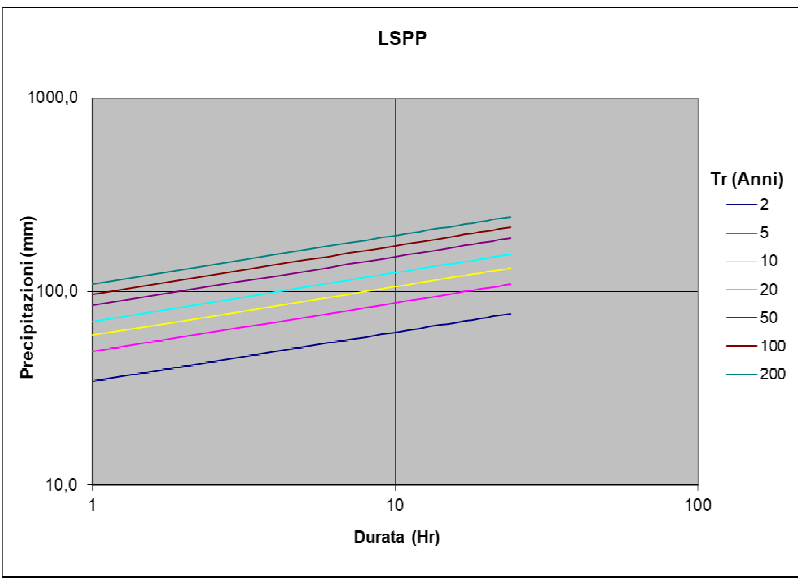


Figura 3.6 – Dati pluviometrici tratto Trieste - Slovenia

## 4 INQUADRAMENTO URBANISTICO: PIANIFICAZIONE DI SETTORE

Il D.Lgs. 152/2006, che ha abrogato la L.183/1989, prevede che, nelle more dell'approvazione dei piani di bacino, le Autorità di distretto adottino, ai sensi dell'articolo 65, comma 8, piani stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI), che contengano in particolare l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico, la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia e la determinazione delle misure relative ad alcuni sottobacini (Medio-Basso Tagliamento, Corno, Cormor e Cellina-Meduna). I vigenti PAI, sono relativi ai seguenti bacini: Livenza, Piave, Tagliamento, Fella, Isonzo, Slizza, Levante.

Il piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione (PAI-4bacini) è stato approvato con Decreto del presidente del Consiglio dei ministri in data 21.11.2013 (G.U. serie generale n. 97 del 28.04.2014).

### 4.1 P.A.I. dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento

Il PAI si configura come uno strumento che attraverso criteri, indirizzi e norme consente una riduzione del dissesto idrogeologico e del rischio connesso e che, proprio in quanto "piano stralcio", si inserisce in maniera organica e funzionale nel processo di formazione del Piano di Bacino di cui alla D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Il Progetto di Piano per l'Assetto idrogeologico dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione è stato predisposto nel 2004, ai sensi dell'art 1 comma 1, della Legge 267/98, e della Legge 365/2000 da parte dell'Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico.

Con delibera n. 3 del 09/11/2012 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico ha adottato il "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta - Bacchiglione, denominato PAI 4 bacini, e le corrispondenti misure di salvaguardia. Il provvedimento di adozione è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 280 del 30 novembre 2012 e dunque il piano è divenuto vigente dal 1° dicembre 2012. Esso è stato approvato con DPCM 21 novembre 2013 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 97 del 28 aprile 2014.

Il PAI racchiude all'interno i contenuti e le previsioni dei Piani stralcio per la Sicurezza Idraulica precedentemente approvati e relativi ad alcuni sottobacini.

La Cartografia di Piano definisce le perimetrazioni delle classi di Pericolosità Idraulica individuate sul territorio. Con riferimento al tracciato di progetto, la ciclovia, in area Tagliamento si articola in aree che il P.A.I. classifica a pericolosità moderata P1 come indicato nelle tavole 70 e 68 della Carta della Pericolosità Idraulica, in zona Isonzo la ciclabile lambisce aree che il P.A.I. classifica a pericolosità media P2 ed elevata P3.

Si riportano pertanto alcuni estratti delle Norme di Attuazione del PAI con riferimento alla disciplina degli interventi nelle aree classificate a pericolosità P1 (art. 12), P2 (art. 11) e P3 (art. 10):

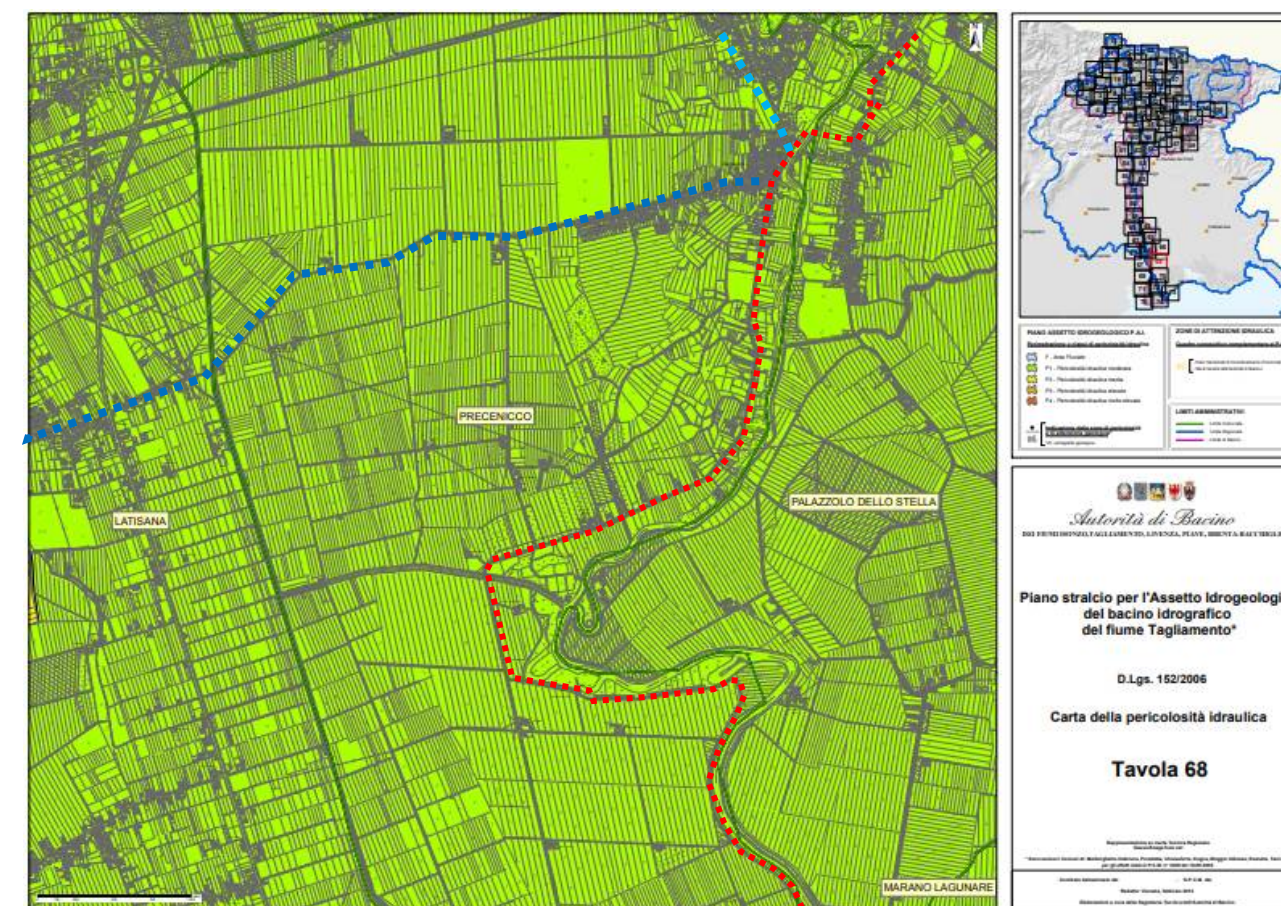
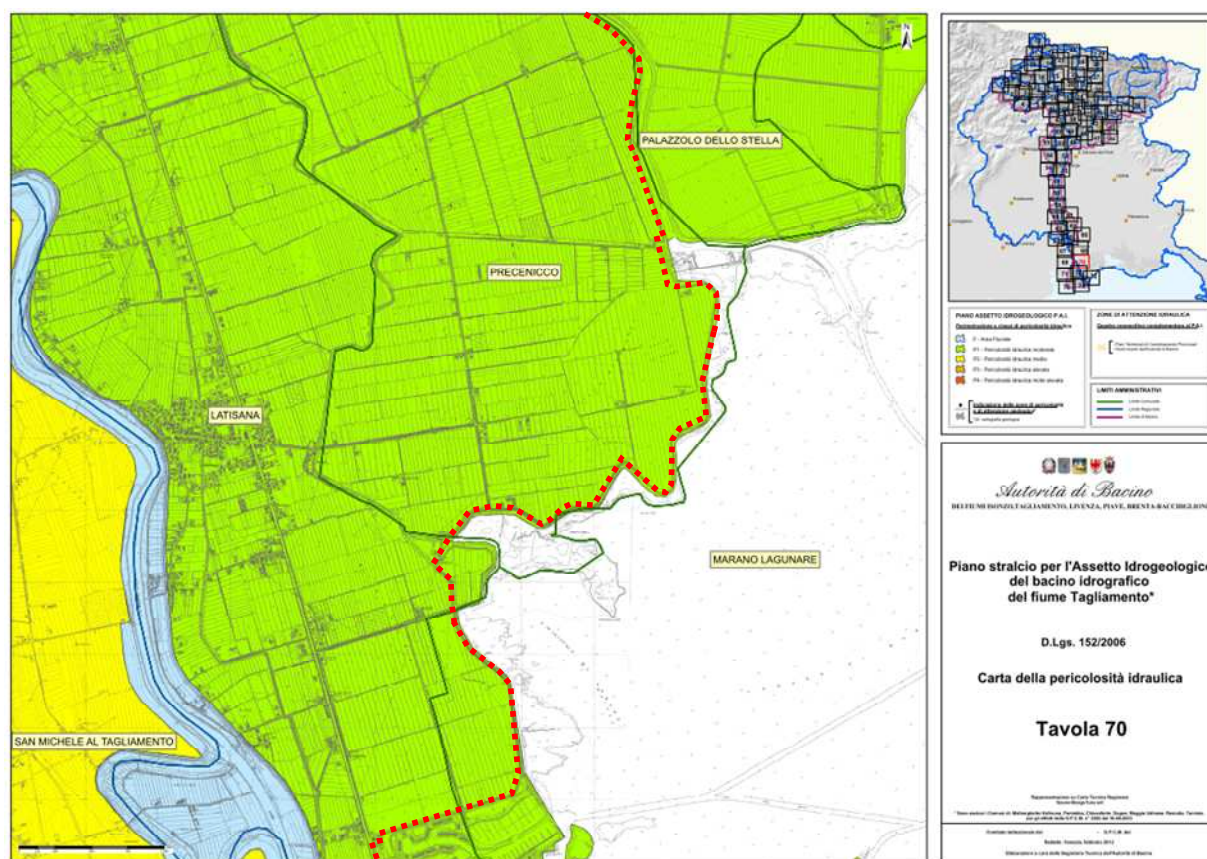
- *L'attuazione delle previsioni e degli interventi degli strumenti urbanistici vigenti alla data di adozione del Piano (01.12.2012) è subordinata alla verifica da parte delle amministrazioni comunali della compatibilità con le situazioni di pericolosità evidenziate dal Piano e deve essere conforme alle disposizioni indicate dall'art. 8. Gli interventi dovranno essere realizzati secondo soluzioni costruttive*

*funzionali a rendere compatibili i nuovi edifici con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata.*

- *Nelle aree classificate a pericolosità media P1 la pianificazione urbanistica e territoriale disciplina l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuove infrastrutture e gli interventi sul patrimonio edilizio esistente nel rispetto dei criteri e delle indicazioni generali del presente Piano.*
- *Nelle aree classificate a pericolosità media P2 e P3 la pianificazione urbanistica e territoriale può prevedere nuove zone di espansione per infrastrutture stradali, ferroviarie e servizi che non prevedano la realizzazione di volumetrie edilizie, purché ne sia segnalata la condizione di pericolosità e tengano conto dei possibili livelli idrometrici conseguenti alla piena di riferimento.*

Seguono Tavole del PAI di aree campione dove in rosso viene indicato il tracciato del principale e in azzurro il tracciato dei collegamenti intermodali con centri urbani limitrofi.





..... Tracciato principale

..... Collegamenti intermodali

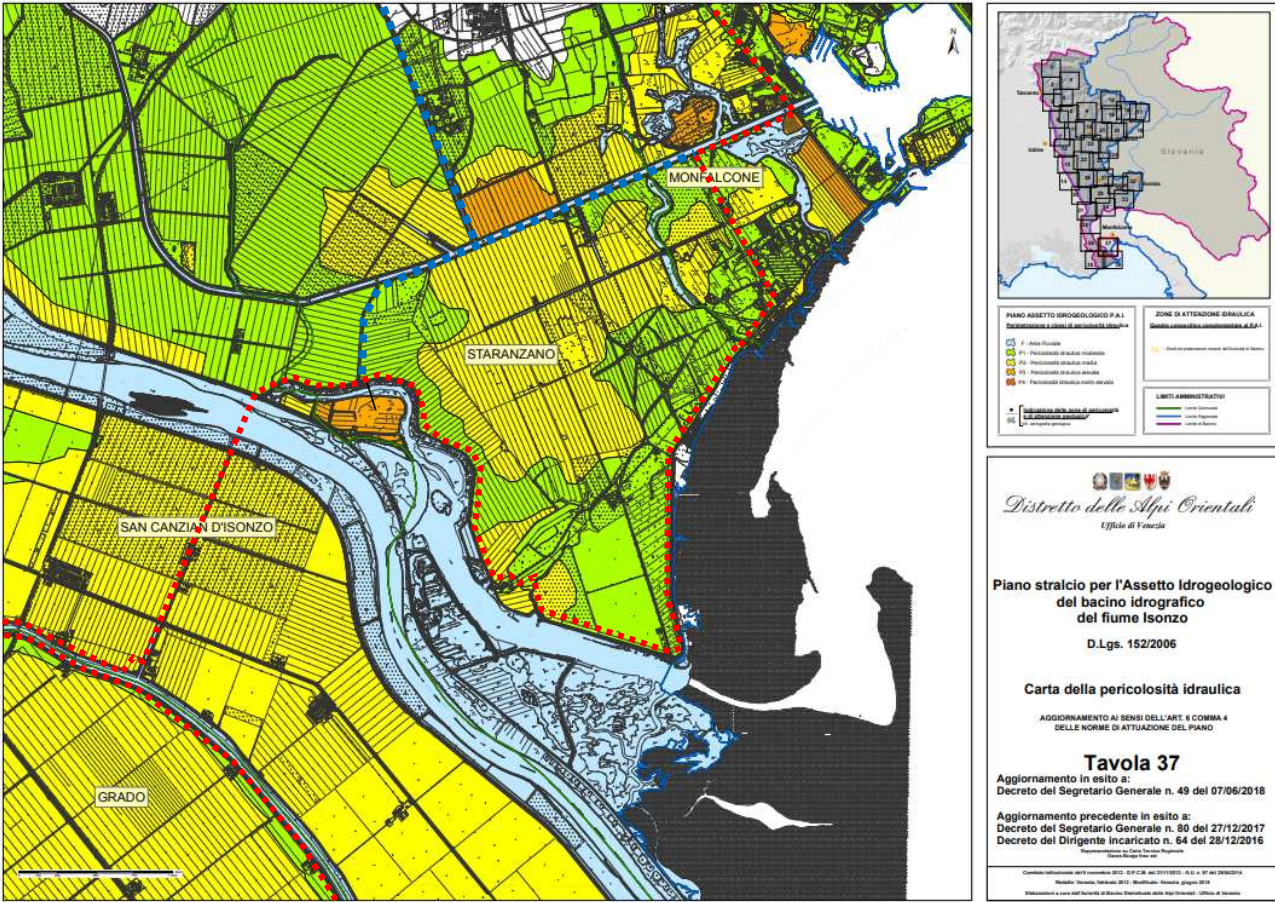
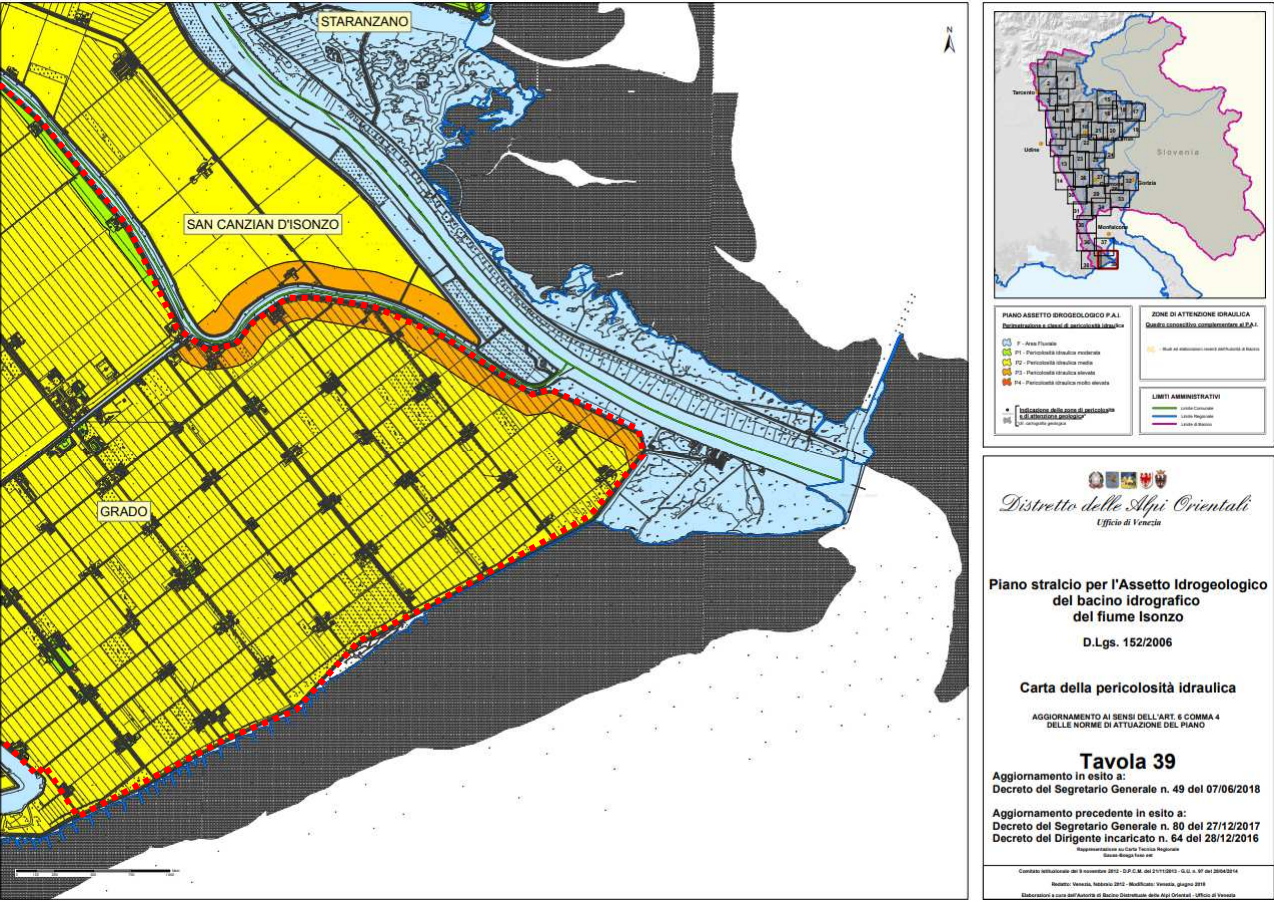


Figura 4.1 – PAI del Bacino Idrografico del fiume Tagliamento: Carta della Pericolosità Idraulica, Tavola 70.



Figura 4.2 - PAI del Bacino Idrografico del fiume Tagliamento: Carta della Pericolosità Idraulica, Tavola 68.





..... Tracciato principale  
..... Collegamenti intermodali



Figura 4.3 - PAI del Bacino Idrografico del fiume Isonzo: Carta della Pericolosità Idraulica, Tavola 39.

Figura 4.4 - PAI del Bacino Idrografico del fiume Isonzo: Carta della Pericolosità Idraulica, Tavola 37



## 4.2 PAIR Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale

In data 29 gennaio 2017, la Giunta regionale con deliberazione n. 129 ha adottato, ai sensi dell'articolo 14 della L.R. 16/2002, il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAIR) dei bacini idrografici dei tributari della laguna di Marano - Grado, ivi compresa la laguna medesima, del bacino idrografico del torrente Slizza e del bacino idrografico di Levante nonché le corrispondenti misure di salvaguardia.

In data 1° febbraio 2017 il Piano è stato approvato con DPR n. 28 ed è stato pubblicato sul supplemento ordinario n. 7 allegato al BUR n. 6 del 08/02/2017. Le norme di attuazione del Piano stralcio, con le relative cartografie, hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni ed enti pubblici, nonché per i soggetti privati.

In applicazione del D.M. 25 ottobre 2016, n. 294, a far data dal 17 febbraio 2017, ha preso avvio la fase di subentro dell'Autorità di bacino Distrettuale in tutti i rapporti attivi e passivi delle Autorità di bacino nazionali, interregionali e nazionali di cui alla Legge 18 maggio 1989, n. 183, ricadenti nel distretto delle Alpi Orientali.

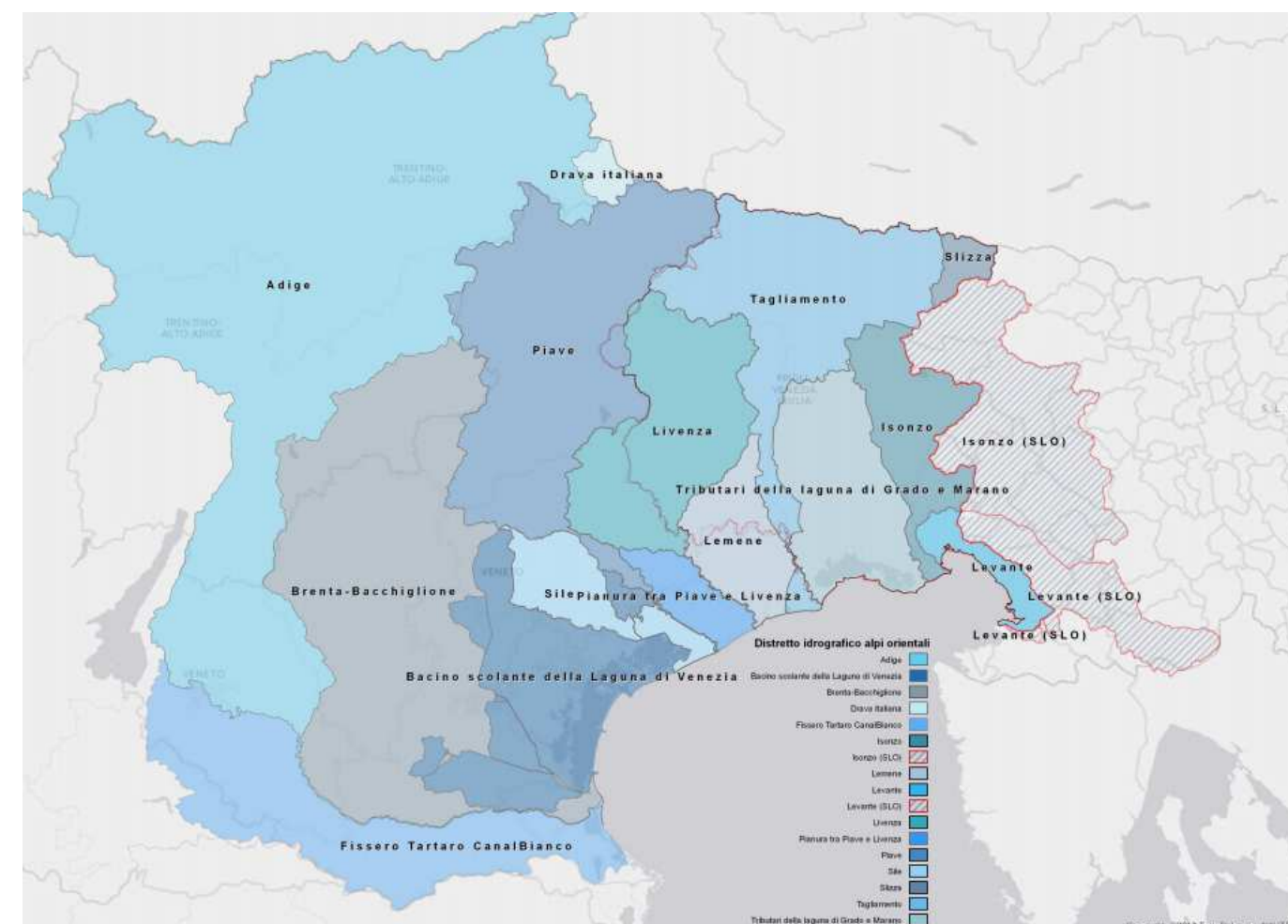


Figura 4.5 – Suddivisione dei bacini idrografici del Distretto idrografico delle Alpi Orientali

All'interno del Distretto idrografico delle Alpi Orientali i bacini classificati di "rilievo regionale" ricadenti nella Regione Friuli-Venezia Giulia, così come definiti dall'art. 4 della legge regionale 3 luglio 2002 n. 16 "Disposizioni relative al riassetto organizzativo e funzionale in materia di difesa del suolo e di demanio idrico", sono:

- il bacino idrografico del torrente Slizza;
- il bacino idrografico dei tributari della laguna di Marano-Grado, ivi compresa la laguna medesima;
- il bacino idrografico del Levante, posto a est del bacino idrografico del fiume Isonzo e fino al confine di Stato.

I bacini di cui sopra sono di competenza del Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana.

### 4.2.1 PAIR Bacino idrografico laguna di Marano - Grado

Di seguito si riportano alcune tavole del PAIR con evidenziato il percorso della ciclabile oggetto del presente progetto.

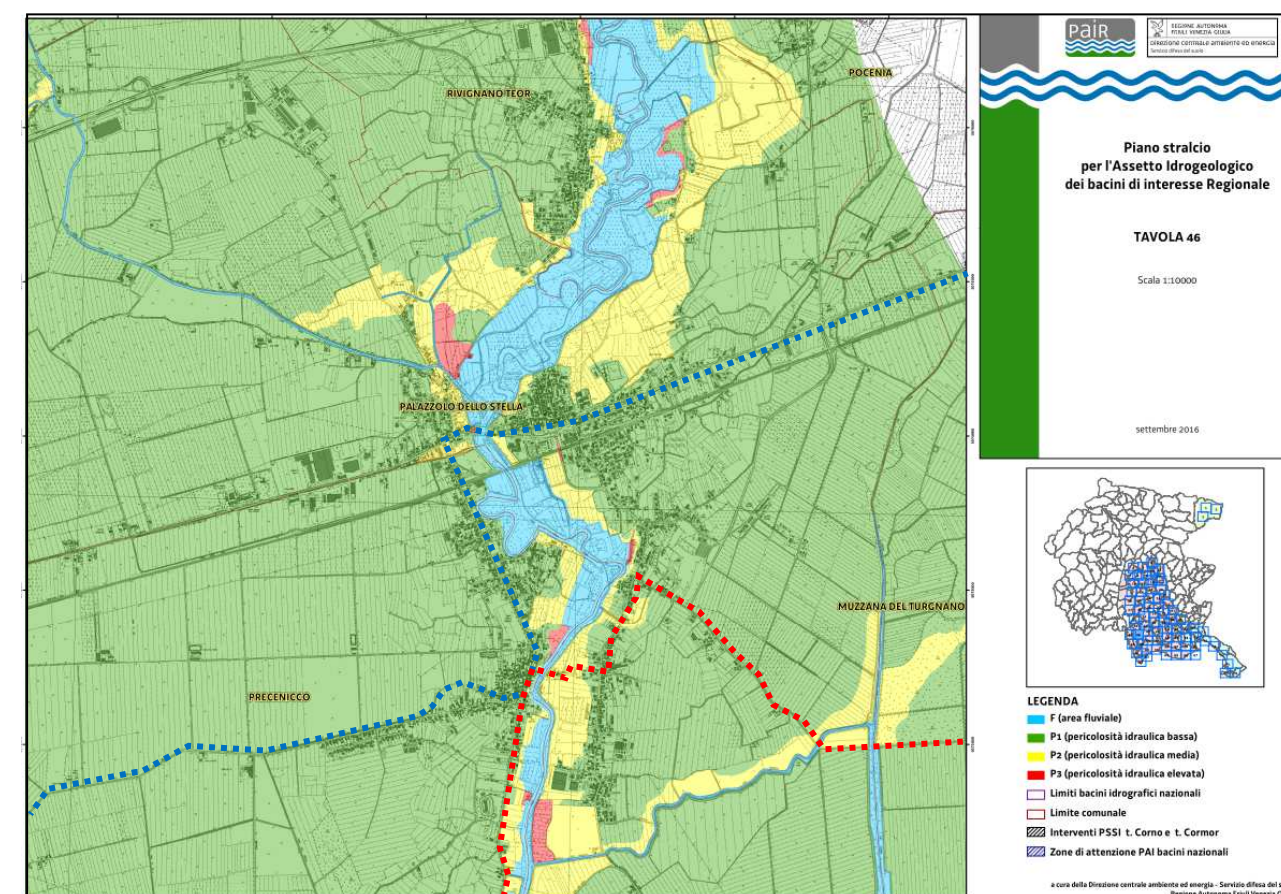


Figura 4.6 – PAIR Piano stralcio dei bacini di interesse Regionale-Bacino idrografico Laguna di Marano e Grado (Tav. 46)



4.2.2 PAIR Bacino idrografico di Levante

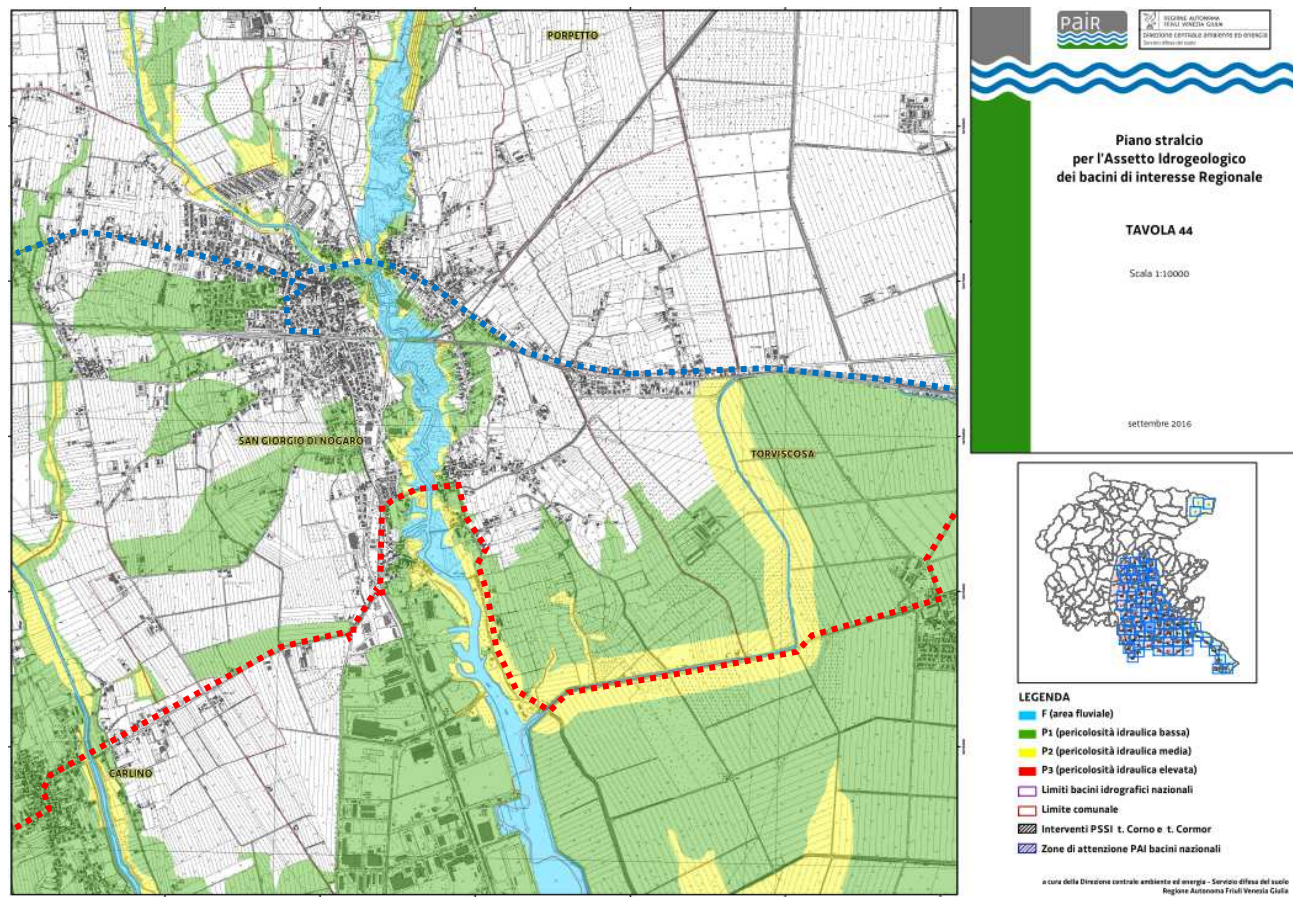


Figura 4.7 – PAIR Piano stralcio dei bacini di interesse Regionale-Bacino idrografico Laguna di Marano e Grado (Tav. 44)

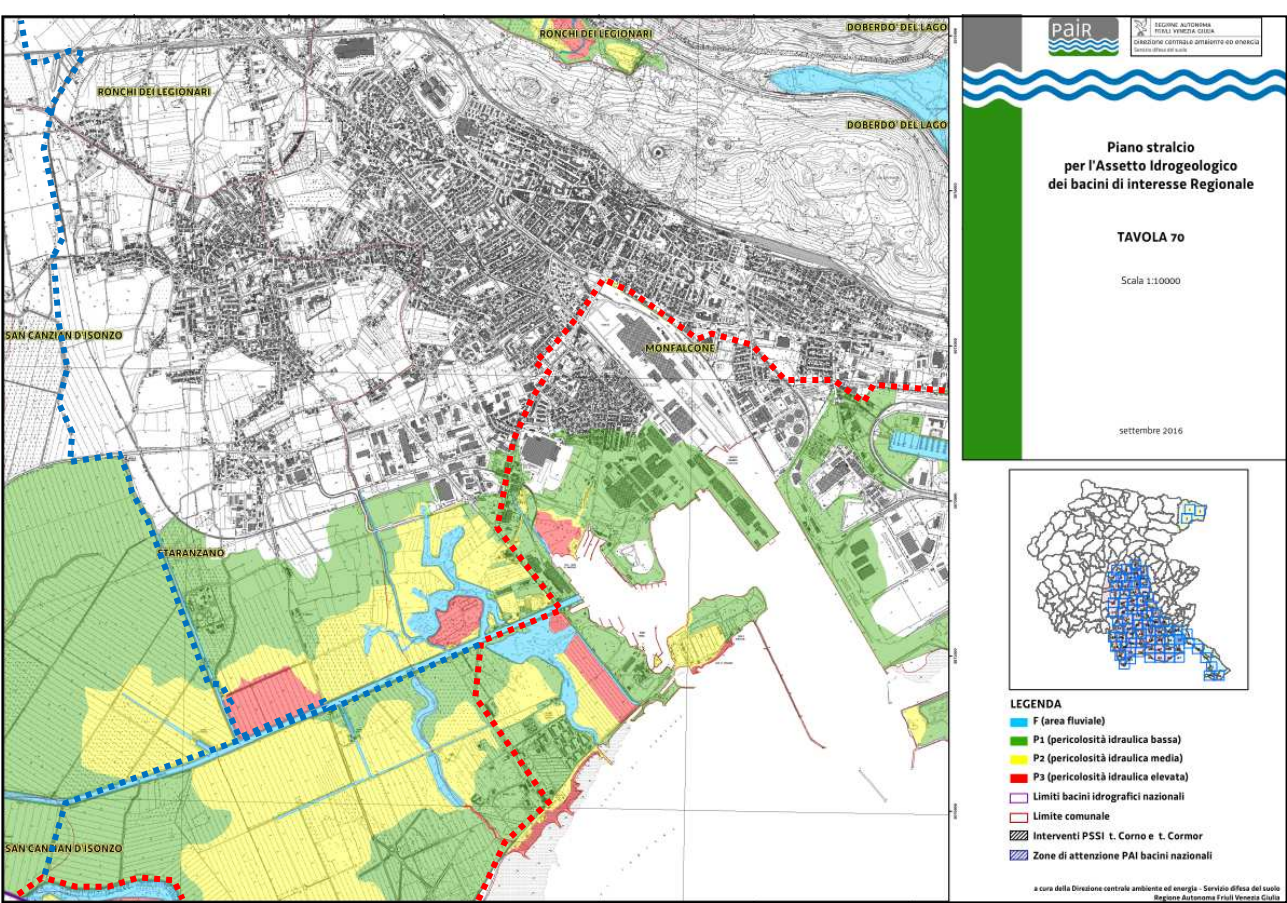


Figura 4.8 – PAIR Piano stralcio dei bacini di interesse Regionale-Bacino idrografico di Levante (Tav. 70)



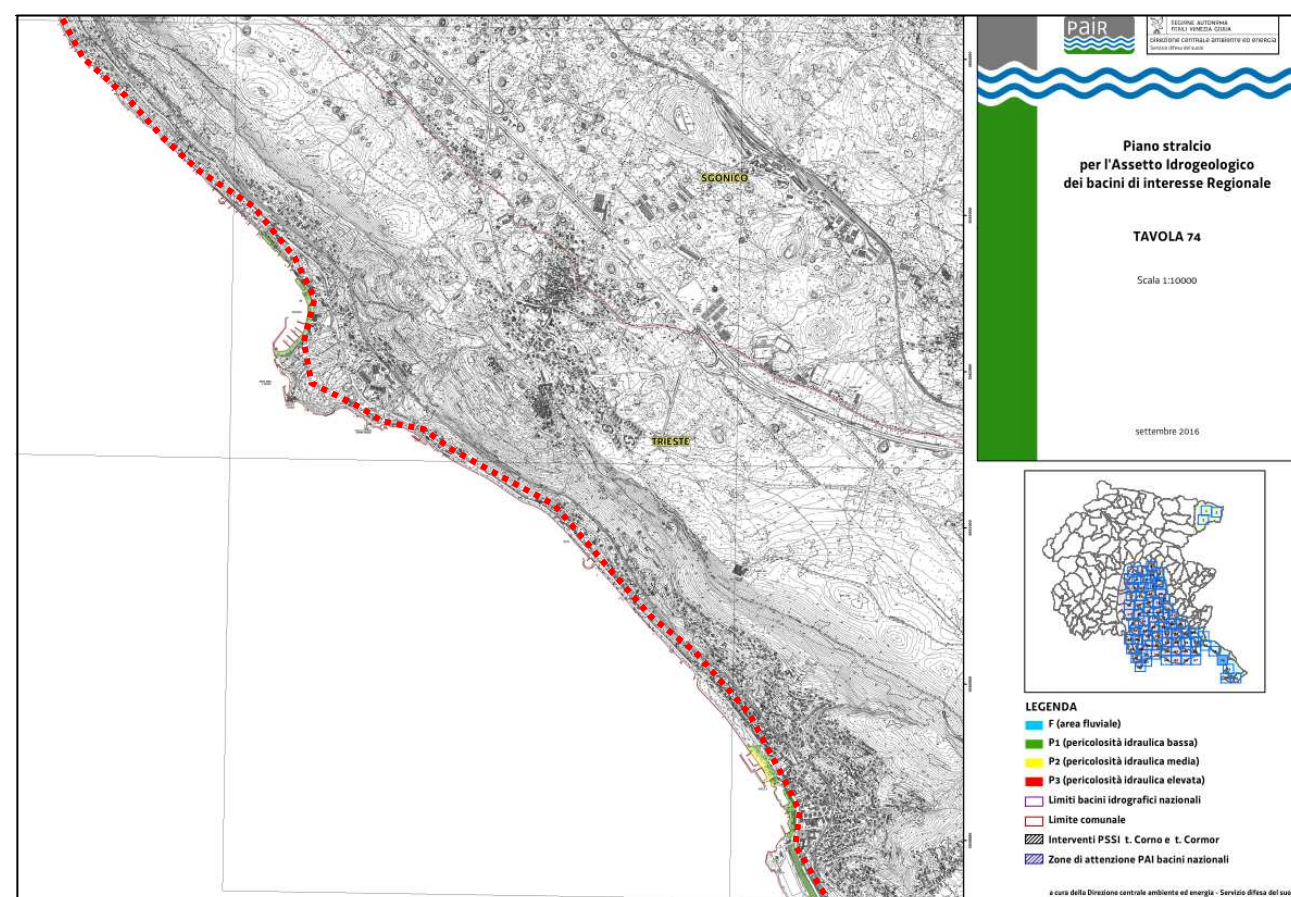


Figura 4.9 – PAIR Piano stralcio dei bacini di interesse Regionale-Bacino idrografico di Levante (Tav. 74)

### 4.3 Disposizioni comuni per le aree di pericolosità idraulica

Al fine di non incrementare le condizioni di rischio nelle aree di pericolosità idraulica tutti i nuovi interventi, opere, attività consentiti dal Piano o autorizzati dopo la sua approvazione devono essere comunque tali da:

- mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica o migliorarle, agevolare e comunque non ostacolare il deflusso delle piene, non ostacolare il normale deflusso delle acque;
- non aumentare le condizioni di pericolo a valle o a monte dell'area interessata;
- non ridurre i volumi invasabili delle aree interessate e favorire, se possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione;
- non pregiudicare l'attenuazione o l'eliminazione delle cause di pericolosità;
- non costituire o indurre a formare vie preferenziali di veicolazione di portate solide o liquide;
- minimizzare le interferenze, anche temporanee, con le strutture di difesa idraulica.

Nelle aree classificate pericolose, ad eccezione degli interventi di mitigazione del rischio, di tutela della pubblica incolumità e quelli previsti dal Piano di bacino, è vietato:

- eseguire scavi o abbassamenti del piano di campagna capaci di compromettere la stabilità delle fondazioni degli argini;
- realizzare intubazioni o tombinature dei corsi d'acqua superficiali;
- occupare stabilmente con mezzi, manufatti anche provvisori e beni diversi le fasce di transito al piede degli argini;
- posizionare rilevati a protezione di colture agricole conformati in modo da ostacolare il libero deflusso delle acque;
- operare cambiamenti colturali ovvero impiantare nuove colture arboree, capaci di favorire l'indebolimento degli argini.

Nelle aree classificate a pericolosità idraulica possono essere realizzati interventi connessi con l'utilizzo del demanio idrico e del corso d'acqua in generale, a condizione che siano compatibili con le condizioni di pericolosità e prevedano soluzioni tecniche in grado di assicurare la necessaria sicurezza idraulica.

#### 4.4 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Alpi Orientali 2015-2021 (PGRA)

Con Deliberazione del Comitato Istituzionale congiunto delle Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta e Bacchiglione e dell'Adige del 3 marzo 2016 è stato approvato il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Alpi Orientali (PGRA).

La Direttiva Quadro relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni (Direttiva 2007/60/CE), ha l'obiettivo di istituire in Europa un quadro coordinato per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione che è principalmente volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana nonché a ridurre i possibili danni all'ambiente, al patrimonio culturale e alle attività economiche connesse con i fenomeni in questione. In tal senso l'art. 7 della Direttiva prevede la predisposizione del cosiddetto Piano di Gestione del rischio di alluvioni.

Il Piano è caratterizzato da scenari di allagabilità e di rischio idraulico su tre differenti tempi di ritorno (30, 100, 300 anni). La mitigazione del rischio è stata affrontata interessando, ai vari livelli amministrativi, le competenze proprie sia della Difesa del Suolo (pianificazione territoriale, opere idrauliche e interventi strutturali, programmi di manutenzioni dei corsi d'acqua), sia della Protezione Civile (monitoraggio, presidio, gestione evento e post evento), come stabilito dal D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva Alluvioni.

Il PGRA fornisce pertanto indicazioni di massima sulla base di ipotesi di rottura arginale. L'analisi dell'Allegato VI al Piano, "Mappe di allagabilità e rischio", restituisce informazioni in merito al rischio idraulico ed alle aree potenzialmente allagabili sul territorio.

Figura 4.10, Figura 4.11 e Figura 4.12 sono illustrati i risultati della modellazione idraulica del PGRA in termini di altezze critiche raggiunte lungo il tracciato di progetto della ciclovia TriLiVe.

Per l'infrastruttura oggetto di analisi, in linea con le prescrizioni contenute nei P.A.I. e del PAIR precedentemente riepilogate, si rende pertanto necessario garantire che l'inserimento degli interventi di progetto **non ostacoli l'espandimento dei massimi livelli di allagamento previsti al verificarsi di evento di piena della rete idrografica principale.**





Figura 4.10 – PGRA 2015-2021 del Distretto Alpi Orientali: mappatura aree allagabili-altezze critiche, scenario di alta probabilità (TR 30 ANNI) lungo il tracciato della ciclovia TriLiVe.





Figura 4.11 - PGRA 2015-2021 del Distretto Alpi Orientali: mappatura aree allagabili-altezze critiche, scenario di media probabilità (TR 100 ANNI) lungo il tracciato della ciclovie TriLive.





Figura 4.12 - PGRA 2015-2021 del Distretto Alpi Orientali: mappatura aree allagabili-altezze critiche, scenario di bassa probabilità (TR 300 ANNI) lungo il tracciato della ciclovie TriLiVe.



## 5 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

### 5.1 Tracciato principale

Il tratto principale della ciclovía TriLiVe del Friuli-Venezia Giulia ha uno sviluppo di circa 160 km ed è caratterizzato da un'origine ad Ovest, in corrispondenza al confine con il Veneto, fisicamente costituito dal corso del fiume Tagliamento e da una terminazione ad Est costituita dal confine con la Slovenia (Valico Rabuiese).

L'itinerario cicloturistico in esame inizia ad Ovest in continuità con il tracciato già delineato nel territorio veneto e si sviluppa in Friuli Venezia Giulia, in un contesto diversificato: litoraneo, vallivo, per poi proseguire all'interno a cavallo tra la bassa e la alta pianura friulana toccando alcuni insediamenti urbani (es. Precenico, San Giorgio di Nogaro, Cervignano del Friuli) ed attraversando il paesaggio tipico a partire dalla linea delle risorgive che presenta terreni tendenzialmente impermeabili di natura limosa ed argillosa e quindi soggetti al ristagno superficiale delle acque.

Il tracciato prosegue per alcuni tratti in affiancamento e/o attraversamento di corsi d'acqua quali, il fiume Stella, il canale Comor, i fiumi Corno ed Ausa. Costeggiando la Riserva Naturale regionale di Valle Cavanata attraversa l'Isonzo e l'Isonzo per poi proseguire dopo Monfalcone lungo la costa fino a Trieste e da qui verso Domio, Aquilina per concludersi al valico Rabuiese.

### 5.2 Le caratteristiche del tracciato ciclabile

In prevalenza il tracciato si sviluppa interamente su sede propria dedicata con larghezza bidirezionale quasi sempre superiore a 3,0 m. Per conseguire questo fine, il tracciato è posto normalmente in affiancamento alla viabilità esistente, oppure in sommità di argini fluviali e dei canali di bonifica. Alcuni tratti saranno di nuova progettazione ed altri sfrutteranno percorsi già esistenti che verranno adeguati.

Le sedi ciclabili sono in genere pavimentate in conglomerato bituminoso, al fine di garantire agli utenti un elevato livello di confort e di sicurezza in fase di movimento e di frenatura, nonché di ridurre al minimo gli oneri di manutenzione.

Le opere d'arte principali collocate lungo il tracciato sono costituite dal nuovo ponte ciclabile sul fiume Tagliamento, dalle nuove passerelle sui fiumi Isonzo e Ausa in località Carmignano del Friuli, a quelle sul fiume Timavo in località Monfalcone e sul Rio di Ospo in fine percorso.

In molti tratti la ciclovía si sviluppa parallelamente a percorsi stradali o ciclabili esistenti pertanto sarà necessario prevedere: l'adeguamento e allargamento delle sedi ciclabili in affiancamento alla viabilità; la realizzazione di un nuovo sottopassaggio in località Cervignano del Friuli, nonché l'adeguamento dei vari attraversamenti dei canali e dei fiumi esistenti che si snodano lungo il percorso.

I nuovi manufatti verranno affiancati ai ponti carrabili esistenti, o tramite la creazione di nuove passerelle ciclabili dotate di strutture leggere in legno ed acciaio e congruamente inserite nell'ambiente.

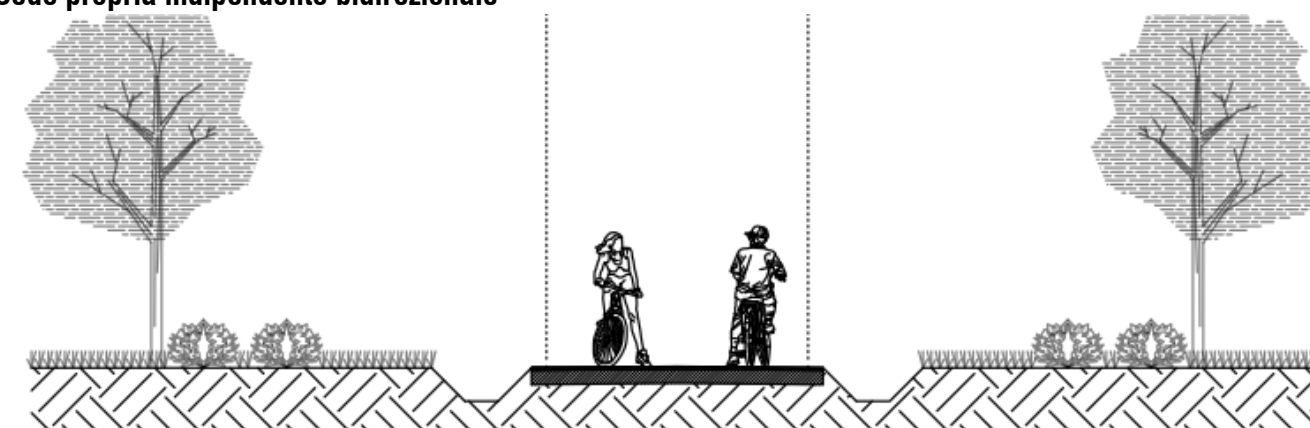
L'intervento rispetta i molti vincoli territoriali e paesaggistici da cui è caratterizzata l'area del Friuli-Venezia Giulia ed in particolare il principio dell'invarianza idraulica: l'impatto delle superfici aggiuntive in conglomerato

bituminoso è bilanciato dai volumi di invaso costituiti dai fossi laterali e dall'inserimento di vasche di accumulo in punti critici del tracciato.

## 6 RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

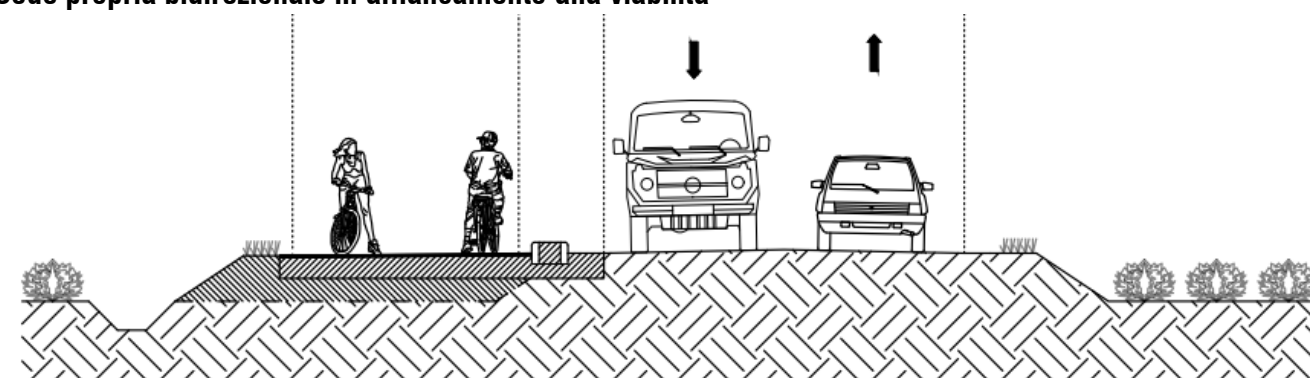
Il progetto in esame prevede differenti tipologie costruttive lungo il tracciato della ciclovía, di seguito indicativamente riepilogate:

### Sede propria indipendente bidirezionale



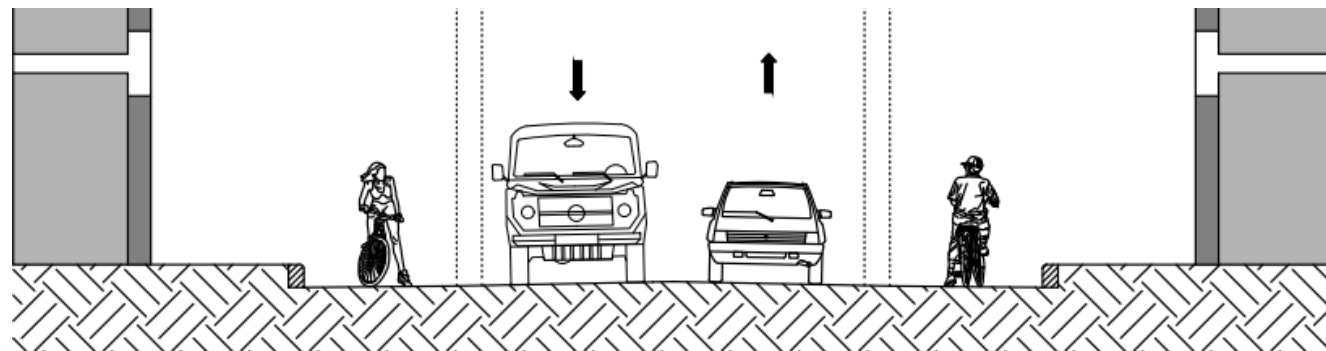
La raccolta delle acque meteoriche è garantita dalla realizzazione di scoline poste al piede della piattaforma viabile, laterali a ciascun senso di marcia.

### Sede propria bidirezionale in affiancamento alla viabilità

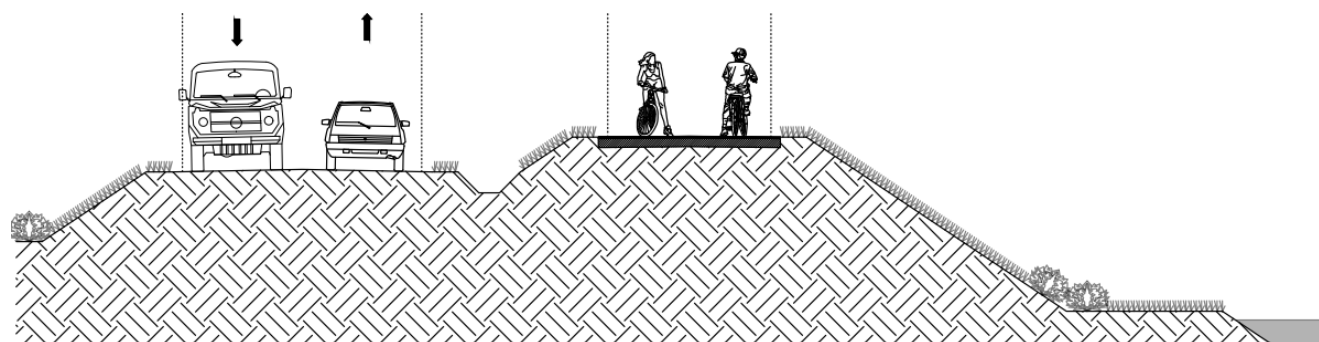


Il ruscellamento dell'intero piano ciclabile è diretto verso fosso di collettamento dei contributi, posto a servizio della pista.



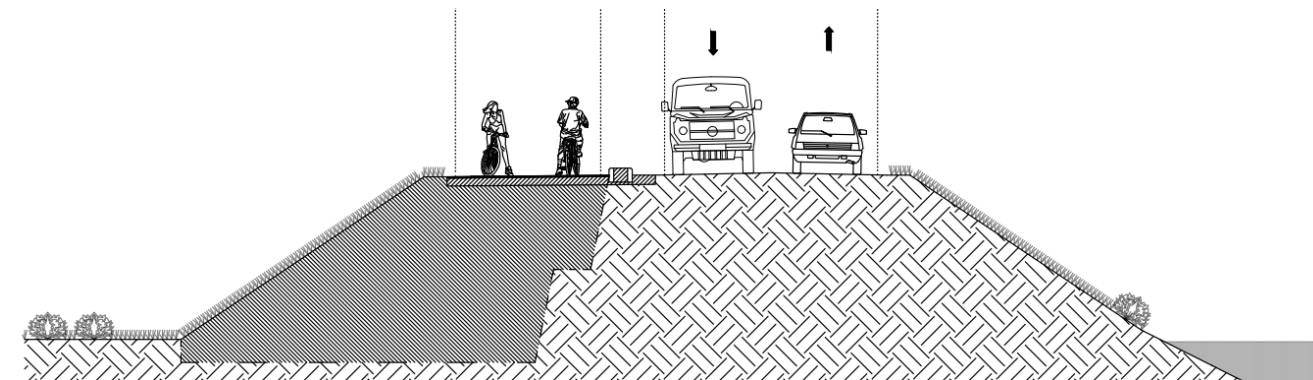
**Corsia riservata o sede propria unidirezionale su due lati in affiancamento alla viabilità**

Trattandosi prevalentemente di contesto urbano, la gestione delle acque meteoriche è affidata a sistemi di captazione e collettamento già connessi alla fognatura esistente o in supporto alla stessa in caso di criticità/insufficienza della rete esistente.

**Sede propria bidirezionale su sommità arginale senza allargamento**

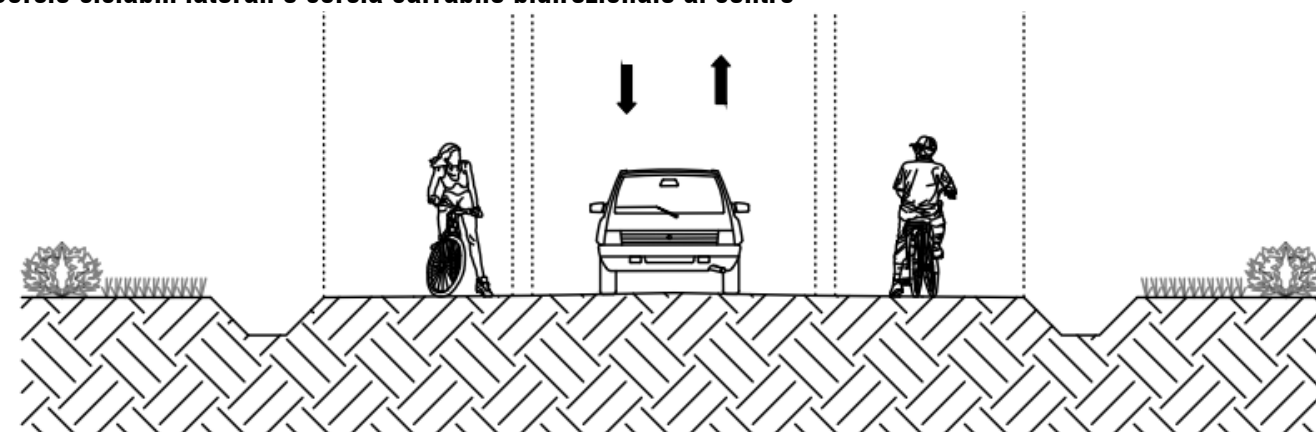
Il ruscellamento dell'intero piano ciclabile è diretto verso fosso di collettamento dei contributi, posto a servizio della pista, evitando lo scarico diretto dei contributi nel corso d'acqua principale, al fine del rispetto del principio di invarianza idraulica.

Lungo la sommità arginale si rende inoltre necessario: mantenere per quanto possibile la vegetazione spontanea; evitare attività di scavo che possano compromettere la stabilità arginale; utilizzare pavimentazioni di tipo drenante; nell'inserimento degli elementi di progetto, agevolare l'accesso ai mezzi di manutenzione/soccorso in caso di emergenza. L'inserimento/infissione di elementi nel corpo arginale (parapetti, mensole, ecc..), deve essere evitato qualora si pongano d'intralcio alla realizzazione di soprassoglia con sacchi di sabbia in caso di tracimazioni; se compatibili, deve comunque essere verificata la stabilità del corpo arginale.

**Sede propria bidirezionale su sommità arginale con allargamento**

L'ipotesi di allargamento della sommità arginale può essere presa in considerazione se realizzata verso l'esterno e sempre a tutela della stabilità del corpo arginale.

Valgono inoltre le considerazioni già effettuate per la tipologia costruttiva precedente.

**Corsie ciclabili laterali e corsia carrabile bidirezionale al centro**

La raccolta delle acque meteoriche è garantita dalla realizzazione di scoline poste al piede della piattaforma viabile, laterali a ciascun senso di marcia, in modo del tutto analogo alla tipologia costruttiva I.

Le opere devono inoltre essere associate da adeguate sistemazioni a verde delle scarpate e delle isole spartitraffico; le opere di raccolta delle acque meteoriche comprendono embrici lungo le scarpate nonché griglie e caditoie, senza determinare difficoltà di transito per i ciclisti.

Relativamente alle pavimentazioni, si evidenzia che lungo la ciclovia viene perseguita al massimo grado la regolarità delle superfici per garantire condizioni di sicuro ed agevole transito agli utenti; non è quindi consentita la presenza di griglie di raccolta delle acque con elementi principali paralleli all'asse della pista, né con elementi trasversali suscettibili di determinare difficoltà di transito ai ciclisti.



Lungo gli argini non sono in generale obbligatori i dispositivi laterali di protezione quali parapetti, che possono costituire un serio intralcio per le attività di manutenzione operate dal Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana e della Regione; fanno eccezione punti singolari del tracciato (es. curve, rampe, ecc.) ove si manifestano rischi specifici.

Relativamente alla collocazione della ciclovia lungo il corso dei canali, si privilegiano soluzioni in cui la ciclovia è direttamente accostata al corso d'acqua, al fine di valorizzare la visuale del paesaggio da parte degli utenti; l'eventuale strada carrabile pre-esistente viene spostata verso l'entroterra.

Per quanto concerne in particolare i nuovi ponti ciclabili di attraversamento dei fiumi, il progetto si pone nelle condizioni di rispettare le seguenti indicazioni:

- in linea con le prescrizioni tecniche vigenti in materia, le nuove passerelle dovranno garantire il rispetto di un franco idraulico di almeno 1.50 m rispetto alla piena di progetto (TR 200 anni);
- le passerelle in affiancamento saranno poste a valle dei manufatti presenti, rispettando le quote d'impalcato esistenti, dimostrando che l'inserimento dell'opera non andrà ad aggravare le condizioni attuali in fase di piena;
- qualora non sia possibile porsi nelle condizioni di cui al punto precedente, prevedere la predisposizione di piste/piazzole di carico a valle del ponte esistente per il deposito del materiale in fase di piena.

L'inserimento di pile in alveo è, in genere, fortemente sconsigliato.



## 7 LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Le misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area in cui un'opera va ad inserirsi, per eventi con un tempo di ritorno pari a **50 anni**, sono normate dal *Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'art.14, comma 1 lettera k) della legge regionale 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque)*.

L'art. 5 del regolamento definisce i livelli di significatività delle trasformazioni ai fini dell'invarianza idraulica ovvero la potenziale trasformazione peggiorativa in termini di risposta idrologica del suolo intesa come ante e post operam.

Figura 7.1. Allegato 1 Regolamento art. 14 comma 1 L.R 11/2015 - Livelli di significatività delle trasformazioni art. 2 c.1 lettera c) d).

| Livello di significatività della trasformazione art. 5           | Trasformazioni urbanistico-territoriali                                                                                                                            |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                    | Trasformazioni fondiarie art.2, c.1 lettera e)                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                  | Strumenti urbanistici comunali generali e loro varianti art.2, c.1 lettera a)                                                                                      | Piani territoriali infraregionali, piani regolatori portuali, piani regolatori particolareggiati comunali art.2, c.1 lettera b)                                    | Interventi edilizi art.2, c.1, lettere c), d)                                                                                                                      |                                                                                                                                                                    |
| <b>NON SIGNIFICATIVO</b> oppure <b>TRASCURABILE</b> art. 5, c. 3 | $S \leq 500 \text{ mq}$<br>oppure<br>$S > 500 \text{ mq}$<br>e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce<br>oppure<br>scarico diretto a mare, laguna, ... | $S \leq 500 \text{ mq}$<br>oppure<br>$S > 500 \text{ mq}$<br>e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce<br>oppure<br>scarico diretto a mare, laguna, ... | $S \leq 500 \text{ mq}$<br>oppure<br>$S > 500 \text{ mq}$<br>e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce<br>oppure<br>scarico diretto a mare, laguna, ... | $S \leq 1.0 \text{ ha}$<br>oppure<br>$S > 1.0 \text{ ha}$<br>e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce<br>oppure<br>scarico diretto a mare, laguna, ... |
| <b>CONTENUTO</b>                                                 | $500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$                                                                                                                          | $500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$                                                                                                                          | $500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |
| <b>MODERATO</b>                                                  | $1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$                                                                                                                         | $1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$                                                                                                                         | $1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$                                                                                                                         | $1.0 \text{ ha} < S \leq 10 \text{ ha}$                                                                                                                            |
| <b>MEDIO</b>                                                     | $0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$                                                                                                                             | $0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$                                                                                                                             | $0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$                                                                                                                             | $10 \text{ ha} < S \leq 50 \text{ ha}$                                                                                                                             |
| <b>ELEVATO</b>                                                   | $1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$<br>oppure<br>$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$                                                                 | $1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$<br>oppure<br>$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$                                                                 | $1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$<br>oppure<br>$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$                                                                 | $S > 50 \text{ ha}$                                                                                                                                                |
| <b>MOLTO ELEVATO</b>                                             | $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$                                                                                                                | $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$                                                                                                                | $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$                                                                                                                |                                                                                                                                                                    |

In caso di trasformazioni urbanistico-territoriale

Nel caso di **non significativo o trascurabile** è raccomandato adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili; lo studio di compatibilità idraulica è sostituito da asseverazione.

Nel caso di **contenuto** è obbligatorio l'utilizzo di buone pratiche costruttive. È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica in forma semplificata; non sono obbligatori i volumi di invaso per soddisfare l'invarianza idraulica e vanno descritti gli interventi mitigatori introdotti.

Nel caso di **moderato**, è obbligatorio l'utilizzo di buone pratiche costruttive. È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi d'invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due metodi di calcolo idrologico-idraulico previsti dall'art. 3 del Regolamento e scelti a piacere tra a) metodo dell'invaso italiano diretto, b) metodo del serbatoio lineare e c) metodo delle sole piogge.

Nel caso di **medio** è obbligatorio l'utilizzo di buone pratiche costruttive. È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi d'invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due metodi di calcolo idrologico-idraulico previsti dall'art. 3 del Regolamento e scelti a piacere tra a) metodo del serbatoio lineare, b) metodo cinematico o della corrivazione e c) metodo delle sole piogge.

Nel caso di **elevato** è obbligatorio l'utilizzo di buone pratiche costruttive. È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi d'invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due metodi di calcolo idrologico-idraulico previsti dall'art. 3 del Regolamento e scelti a piacere tra a) metodo del serbatoio lineare, b) metodo cinematico o della corrivazione e c) modellistica idrologica-idraulica

Nel caso di **molto elevato**: è obbligatorio l'utilizzo di buone pratiche costruttive. È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica ed esso deve prevedere un approccio matematico che includa l'utilizzo della modellistica idrologico-idraulica.

Come previsto dal concetto di *invarianza idraulica*, si rende necessario determinare caso per caso quale sia la portata in uscita dall'ambito di trasformazione allo stato ante-operam, così da assumerla a riferimento per la progettazione degli invasi; tale valore viene esplicitato per unità di superficie, ovvero come coefficiente udometrico  $u [l/(s*ha)]$ .

A questo scopo, nonostante il valore di  $u$  sia variabile a seconda delle condizioni geomorfologiche, pedologiche ed idrauliche del sito specifico, ricordando che condizioni particolari possono richiedere l'assunzione di valori cautelativamente più bassi, si assume per il Consorzio di Bonifica Pianura Friulana, con riferimento a terreni non urbanizzati, un coefficiente udometrico di **10 l/(s\*ha)** e con riferimento a terreni urbanizzati un coefficiente udometrico di **100 l/(s\*ha)**.

Per il dimensionamento delle opere compensative, le linee guida del regolamento propongono l'utilizzo dei seguenti metodi di calcolo a seconda dei livelli di significatività della trasformazione: metodo delle piogge e del serbatoio lineare (basato su un semplice bilancio tra il volume d'acqua in ingresso alla rete e quello in uscita, individuando come quantità da invasare la differenza tra quanto affluisce alla rete e quanto può uscire dalla

stessa); metodo dell'invaso italiano diretto (basato sull'ipotesi di linearità tra il volume contenuto in un serbatoio e la portata in uscita da questo, tradizionalmente usato per il dimensionamento e la verifica di reti di fognatura urbana); metodo cinematico o della corrivazione (basato sul rapporto tra la quantità di afflussi ed il tempo di corrivazione in funzione delle variabili morfologiche e dimensionali dei siti di intervento).

| Trasformazioni urbanistico-territoriali         |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Livello di significatività della trasformazione | Estensione della superficie di riferimento S e valore del $\psi_{\text{medio}}$                       | Interventi di mitigazione e tipo di analisi del volume minimo di invaso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| MODERATO                                        | $1000 < S \leq 5000 \text{ mq}$                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive</li><li>E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei proposti metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti a piacere:<ul style="list-style-type: none"><li>o Metodo dell'invaso italiano diretto</li><li>o Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979)</li><li>o Modello delle sole piogge</li></ul></li></ul>                                |
| MEDIO                                           | $0,50\text{ha} < S \leq 1\text{ha}$                                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive</li><li>E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei proposti metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti a piacere:<ul style="list-style-type: none"><li>o Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979)</li><li>o Metodo cinematico o della corrivazione (Alfonsi-Orsi 1967)</li><li>o Modello delle sole piogge</li></ul></li></ul>         |
| ELEVATO                                         | $1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$<br>oppure<br>$S > 5 \text{ ha}$<br>e $\psi_{\text{medio}} < 0.4$ | <ul style="list-style-type: none"><li>E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive</li><li>E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei proposti metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti a piacere:<ul style="list-style-type: none"><li>o Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979)</li><li>o Metodo cinematico o della corrivazione (Alfonsi-Orsi 1967)</li><li>o Modellistica idrologico-idraulica</li></ul></li></ul> |
| MOLTO ELEVATO                                   | $S > 5 \text{ ha}$<br>e $\psi_{\text{medio}} < 0.4$                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive</li><li>E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica es esso deve prevedere un approccio matematico che inclusa l'utilizzo della modellistica idrologico-idraulica</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Figura 7.2. Allegato 1 Regolamento art. 14 comma 1 L.R 11/205 – Interventi di mitigazione e metodi di calcolo idrologico-idraulico

Lo studio di compatibilità idraulica consiste in un documento tecnico opportunamente approfondito in funzione del livello di dettaglio del documento pianificatorio e/o progettuale esaminato.

Esso è parte integrante della documentazione accompagnatoria i proposti interventi di trasformazioni (piani e progetti), ne dimostra altresì la coerenza con le condizioni idrauliche del territorio. Le risultanze dello studio vanno riportate in una tabella riassuntiva di compatibilità idraulica ai fini dell'invarianza idraulica che raccoglie i dati principali dello studio stesso.

Lo studio di compatibilità può essere suddiviso nelle seguenti 4 parti:

1. Descrizione della trasformazione oggetto dello studio di compatibilità idraulica e delle caratteristiche dei luoghi;
2. Valutazione delle caratteristiche dei luoghi ai fini della determinazione delle misure compensative caratteristiche della rete drenante esistente;
3. Misure compensative e/o di mitigazione del rischio idraulico proposte;
4. Conclusioni dello studio e tabella riassuntiva di compatibilità idraulica.

Il volume di invaso va realizzato in genere come somma di due componenti:

- un invaso profondo da ricavare mediante sovra-dimensionamento della rete di fognatura meteorica;
- un invaso superficiale ricavabile, ad esempio, mediante depressione delle aree a verde.

In entrambi i casi è necessario porre particolare attenzione al rapporto tra l'altimetria del sito in esame, il profilo altimetrico delle condotte di progetto e la quota del ricettore.

I sistemi di controllo e/o regolazione finale dovranno essere studiati e definiti in funzione delle caratteristiche dello specifico intervento, in accordo con gli uffici tecnici degli enti competenti in modo da condividerne tipologia e dimensioni così da definire le migliori soluzioni funzionali e d'interfaccia.