

COMMITTENTE



**COMUNE DI
VENEZIA**



PROGETTO

**PIANO INTEGRATO METROPOLITANO
EX ART 21 DL 152/21 - PNRR M5C2
INTERVENTO 2.2.**

BOSCO DELLO SPORT

Intervento I02 - Opere di urbanizzazione interna

PROGETTISTA

CONSULENZA SPECIALISTICA PER L'IDRAULICA



30035 Milano (VE)
Viale Belvedere, 8/10
www.fm-ingegneria.com
Tel. +39 041 5785 711
Fax +39 041 4355 933
cittadellasportve@fm-ingegneria.com



30175 Marghera (VE)
Via della Pila, 27
www.studiorinaldo.com
Tel. +39 0415384773

EMISSIONE

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ
TECNICO-ECONOMICA**

(di cui agli artt. 44 e 48 del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108, delle prime indicazioni e prescrizioni per la stesura dei Piani di Sicurezza e dell'aggiornamento dello studio del traffico).

TITOLO ELABORATO

OPERE IDRAULICHE

Relazione tecnica - opere idrauliche

| REV. | DATA | FILE | OGGETTO | DIS. | APPR. |
|------|----------|------------------|-------------------------|------|-------|
| a | 18/03/22 | I02-PFTE-I-001-A | Prima emissione | P.S. | A.B. |
| b | 28/10/22 | I02-PFTE-I-001-B | Revisione ottobre 2022 | P.S. | A.B. |
| c | 30/11/22 | I02-PFTE-I-001-C | Revisione novembre 2022 | P.S. | A.B. |
| d | | | | | |
| e | | | | | |
| f | | | | | |
| g | | | | | |
| h | | | | | |

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Francesco Dittadi

ELABORATO N.

I02-PFTE-I-001-C

| | | | |
|------------------------|--------------------------|--|--------------------------------|
| DATA: 30/11/2022 | SCALA: | FILE: I02-PFTE-I-001-C_Relazione tecnica opere idrauliche.docx | N. INTERVENTO I02 |
| PROGETTO D. Rinaldo | DISEGNO P. Sinigaglia | VERIFICA S. Rioda | APPROVAZIONE A. Bonaventura |

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

INDICE

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Considerazioni generali | 1 |
| 2 | Gestione delle acque meteoriche e invarianza idraulica | 2 |
| 2.1 | Quadro di riferimento normativo e programmatico | 2 |
| 2.1.1 | Normativa di riferimento e Quadro di riferimento programmatico | 3 |
| 2.2 | Analisi dello stato di fatto | 4 |
| 2.2.1 | Descrizione generale | 4 |
| 2.2.2 | Uso del suolo | 5 |
| 2.2.3 | Altimetria | 8 |
| 2.2.4 | Elementi della rete idraulica e corpi ricettori | 11 |
| 2.2.4.1 | Rete idraulica principale | 13 |
| 2.2.4.2 | Rete idraulica secondaria | 14 |
| 2.3 | Rischio idraulico e criticità | 16 |
| 2.3.1 | Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2021-2027 | 16 |
| 2.3.2 | Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Scolante nella Laguna di Venezia | 19 |
| 2.3.3 | Criticità idrauliche | 21 |
| 2.4 | Modalità di ottemperanza ai pareri ottenuti in Conferenza dei Servizi giugno 2022 | 22 |
| 2.4.1 | Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (prot. 8357, 15.06.2022) | 22 |
| 2.4.1.1 | Recapito finale del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche | 22 |
| 2.4.1.2 | Compendio di volumi di invaso | 22 |
| 2.4.1.3 | Verifica degli effetti sulle aree confinanti | 23 |
| 2.4.1.4 | Canaletta irrigua | 23 |
| 2.4.1.5 | Collettore Cattal | 23 |
| 2.4.2 | Veritas - Direzione Generale (prot. 53454, 16.06.2022) | 23 |
| 2.4.2.1 | Fabbisogno idrico | 23 |
| 2.4.2.2 | Punto di consegna della rete acque reflue | 24 |
| 2.4.2.3 | Recepimento delle specifiche tecniche Veritas | 24 |
| 2.4.3 | RFI - Direzione Investimenti Area Nord Est - Progetti Trieste-Venezia (prot. 0000300, 17.06.2022) | 24 |
| 2.4.4 | Città di Venezia - Servizio Opere Idrauliche (17.06.2022) | 25 |
| 2.4.4.1 | Parere Consorzio di Bonifica Acque Risorgive | 25 |
| 2.4.4.2 | Modifiche al progetto | 25 |
| 2.4.5 | Città di Venezia - Settore Autorizzazioni e Servizi Ambientali (16.06.2022) | 25 |
| 2.5 | Stato di riforma | 26 |

102

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

102-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

| | | |
|---------|---|-----------|
| 2.5.1 | Descrizione degli interventi di trasformazione urbanistica..... | 26 |
| 2.5.2 | Usa del suolo..... | 26 |
| 2.5.2.1 | Analisi delle trasformazioni delle superfici | 26 |
| 2.5.2.2 | Calcolo del coefficiente di deflusso medio ragguagliato | 28 |
| 2.5.2.3 | Classe di intervento | 29 |
| 2.5.3 | Corpo idrico ricettore | 29 |
| 2.6 | Dimensionamento delle opere di compensazione idraulica | 31 |
| 2.6.1 | Metodi di calcolo..... | 31 |
| 2.6.2 | Precipitazioni di riferimento..... | 31 |
| 2.6.3 | Pre-dimensionamento del volume di invaso | 33 |
| 2.6.3.1 | Stima del volume di invaso con il metodo dell'invaso | 33 |
| 2.6.3.2 | Stima del volume di invaso con il metodo delle piogge | 35 |
| 2.6.3.3 | Volume di invaso integrativo per la compensazione degli interventi di rialzo dal piano campagna..... | 36 |
| 2.6.3.4 | Volume di invaso integrativo per la compensazione della rete minore obliterata dagli interventi | 36 |
| 2.6.4 | Definizione degli invasi per le acque meteoriche | 38 |
| 2.6.4.1 | Invasi superficiali | 38 |
| 2.6.4.2 | Invasi profondi - Sistema di raccolta delle acque meteoriche da parcheggi e piazzali..... | 40 |
| 2.6.4.3 | Rete di smaltimento acque meteoriche viabilità sud..... | 42 |
| 2.6.4.4 | Acque meteoriche di dilavamento (prima pioggia) | 43 |
| 2.6.4.5 | Sintesi delle opere di compensazione proposte | 47 |
| 2.7 | Verifiche di invarianza idraulica | 48 |
| 2.7.1 | Schema della rete e sottobacini afferenti | 48 |
| 2.7.2 | Tempi di corrivazione | 49 |
| 2.7.3 | Trasformazione afflussi-deflussi | 51 |
| 2.7.4 | Calcolo delle portate di deflusso | 53 |
| 2.7.5 | Simulazioni modellistiche a moto vario | 55 |
| 2.7.5.1 | Il software HEC-RAS | 55 |
| 2.7.5.2 | Schema della rete | 56 |
| 2.7.5.3 | Condizioni al contorno | 62 |
| | Condizioni al contorno di valle..... | 62 |
| | Condizioni al contorno di monte..... | 62 |
| 2.7.6 | Risultati delle simulazioni | 64 |
| 2.7.6.1 | Dorsale ovest | 65 |

I02 **BOSCO DELLO SPORT**
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

| | | |
|---------|---|----|
| 2.7.6.2 | Dorsale est..... | 70 |
| 2.7.6.3 | Collettore Stadio..... | 73 |
| 2.7.6.4 | Collettore Arena..... | 75 |
| 2.7.7 | Analisi dei risultati | 77 |
| 2.8 | Verifica dei requisiti di compatibilità idraulica ai sensi del PGRA 2021-2027 | 78 |
| 2.8.1 | Conclusioni..... | 81 |
| 2.9 | Considerazioni conclusive sull'invarianza idraulica..... | 83 |
| 3 | Riconnessione idraulica del collettore Canaletta Irrigua | 86 |
| 4 | Fornitura idropotabile | 87 |
| 5 | Acque reflue | 89 |
| 6 | Irrigazione delle aree a verde..... | 91 |

1 Considerazioni generali

Oggetto della presente Relazione è la descrizione delle valutazioni tecniche riguardanti le opere idrauliche necessarie per la realizzazione della nuova Cittadella dello Sport, detta “Bosco dello Sport”, in località Tessera (VE), con particolare attenzione per il calcolo de:

- le opere necessarie a garantire l’invarianza idraulica;
- la rete di acquedotto per le forniture idropotabili;
- la rete di scarico delle acque reflue;
- la rete di distribuzione per l’irrigazione delle aree a verde.

Si tratta di un intervento estremamente importante che andrà ad incidere su una superficie di oltre 110 ha, come indicato nella Figura 1 qui riportata, che rappresenta la planimetria generale del *Masterplan* di progetto georeferenziata sulla foto satellitare della zona di Tessera (fonte *ESRI World Imagery*).

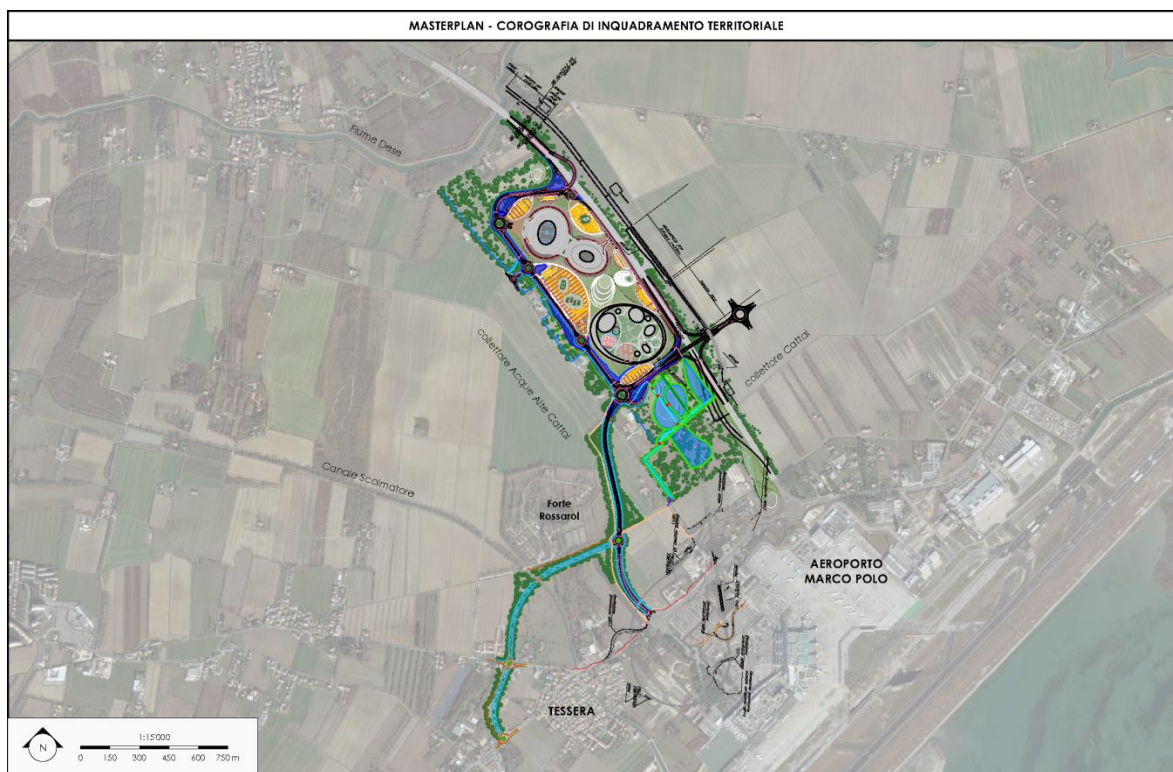


FIGURA 1: COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE

In estrema sintesi è prevista la realizzazione di un nuovo stadio con capacità di 16.000 spettatori, un palazzetto dello sport da 10.000 posti oltre a una serie estesa di servizi quali campi da tennis, padel, beach volley, oltre ad aree spettacoli e altri edifici di servizio.

Va da sé che tale compendio di infrastrutture richiede anche la presenza di strade e parcheggi: in generale si tratta di trasformazioni del territorio che devono essere analizzate non solo sotto l’aspetto urbanistico, viabilistico e ambientale, ma anche sotto il profilo idraulico.

2 Gestione delle acque meteoriche e invarianza idraulica

Nella normativa vigente l'idraulica si presenta come un fattore di fondamentale importanza, essendo richiesto un compendio di opere idrauliche tali da garantire la cosiddetta "invarianza idraulica" dell'intero ambito di intervento, vale a dire la certezza che non sia alterato, e se possibile che sia migliorato, l'assetto idraulico del territorio, in questo caso assoggettato a bonifica mediante sollevamento meccanico. Il reticolo idraulico esistente è infatti afferente all'impianto idrovoro di Cattal, che come poi descritto è caratterizzato da due distinti regimi ("acque medie" e "acque basse") in funzione della giacitura dei terreni.

I contenuti del presente studio di compatibilità idraulica sono quindi definiti in ottemperanza alla DGR 2948/2009 "Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici - Modifica delle delibere n.1322/2006 e n.1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009" e al relativo Allegato A, contenente appunto "Modalità operative e indicazioni tecniche" per la redazione delle necessarie valutazioni.

Obiettivo primario del presente documento è quindi la dimostrazione che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche connesse all'intervento in titolo, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

Il presente studio si articola quindi nelle seguenti parti:

- la descrizione dello stato di fatto dell'area di intervento, da porre poi a confronto con il corrispondente stato di riforma;
- l'analisi della trasformazione dell'uso del suolo nelle prospettate condizioni di riforma, fondamentale per la valutazione del coefficiente ragguagliato di deflusso ai fini del calcolo dell'invarianza idraulica;
- il calcolo del volume di invaso necessario a garantire l'invarianza idraulica;
- la descrizione delle modalità con le quali verrà garantito il raggiungimento del suindicato volume di invaso complessivo;
- la simulazione con modello idrologico-idraulico finalizzato a dimostrare l'efficacia degli interventi proposti in occasione di precipitazione estreme con differenti caratteristiche.

2.1 Quadro di riferimento normativo e programmatico

Il documento di Valutazione di compatibilità idraulica è redatto ai sensi della Deliberazione di Giunta Regionale Veneto DGRV 3637/2002 "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico - Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici", che prevede appunto la redazione di tale documento per gli "strumenti urbanistici generali o varianti generali o varianti che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico", in modo da dimostrare "in relazione alle nuove previsioni urbanistiche, che non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione, anche futura, di tale livello" e che indichi altresì "le misure compensative introdotte nello strumento urbanistico ai fini del rispetto delle condizioni esposte".

Come anticipato, il presente studio è quindi redatto in ottemperanza alla DGRV 2948/2009 "Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici - Modifica delle delibere n.1322/2006 e n.1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009" e al relativo Allegato A "Modalità operative e indicazioni tecniche".

Come dettagliato all'interno del quadro di riferimento programmatico dello Studio ambientale, vari sono i documenti pianificatori cui è necessario riferirsi e senza voler qui ripetere quanto già dettagliato in quella sede si riassumono i principali criteri cui il presente studio dovrà ottemperare. Il particolare:

- prevedere allo scarico un contributo massimo di 5 l/s-ha (Piano delle Acque del Comune di Venezia);

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

- prevedere, a titolo di compensazione per le aree oggetto di innalzamento del piano campagna, invasi supplementari in misura non inferiore a 150 m³/ha, prescrizione questa che risulta significativa nel caso in esame, come descritto in seguito.

2.1.1 Normativa di riferimento e Quadro di riferimento programmatico

- *Testo Unico sull'Ambiente*, D.Lgs. 152/2006 e ss. mm. ii;
- *Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto*, adottato con deliberazione del Consiglio Regionale n.107 del 5 novembre 2009;
- *Piano di Assetto Idrogeologico* del Bacino Idrografico Scolante nella Laguna di Venezia adottato dalla Regione del Veneto con DGRV n.401 del 31.03.2015;
- *Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni* adottato in data 21.12.2021 dalla Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali (G.U. n. 29 del 04.02.2022);
- *Piano generale di bonifica e di tutela del territorio* ricadente nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, approvato con Delibera n. 29/2016 del 22.02.2016 l'Assemblea Consorziale e in attesa di ratifica dalla Regione Veneto;
- Legge Regionale n.11 del 23.04.2004, "*Norme per il governo del territorio*";
- DGRV n.2948 del 06.10.2009 e relativo Allegato A "*Valutazione della compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche*";
- DGRV n.3637 del 13.12.2002 "*Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico - Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici*";
- *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale* di Venezia approvato con DGRV n.1137 del 23.03.2010;
- Ordinanze nn. 2-3-4 del 22 gennaio 2008 del Commissario Straordinario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26.09.2007;
- *Piano di Assetto del Territorio* del Comune di Venezia, approvato con delibera di Giunta della Provincia di Venezia n. 128 del 10.10.2014;
- *Piano delle Acque* del Comune di Venezia, approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 16 del 05.03.2020.

2.2 Analisi dello stato di fatto

2.2.1 Descrizione generale

L'area di studio è costituita dalla zona a uso agricolo ubicata fra le località di Tessera, Dese e Ca' Noghera, all'interno dell'ambito territoriale della Municipalità di Favaro Veneto, parte del Comune di Venezia, a sud-ovest della bretella di allacciamento dell'Autostrada A57 con l'aeroporto Marco Polo, come evidenziato con colore rosso nella Figura 2, su base aerofotografica tratta dalla fonte *ESRI World Imagery*.



FIGURA 2: INQUADRAMENTO TERRITORIALE SU BASE AEROFOTOGRAFICA (FONTE *ESRI WORLD IMAGERY*)

Maggiore dettaglio dell'inquadramento territoriale è fornito nella seguente Figura 3, in cui i limiti dell'ambito di trasformazione sono indicati con colore rosso.

I02

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE



FIGURA 3: LIMITI DELL'AMBITO DI INTERVENTO SU BASE AEROFOTOGRAFICA (FONTE *ESRI WORLD IMAGERY*)

Si evidenzia come il margine orientale dell'area si estenda lungo il limite di pertinenza della bretella autostradale, all'esterno del relativo fosso di guardia, mentre a ovest il limite principale sia dato da via Ca' Zorzi e dalle pertinenze degli edifici privati lungo la stessa strada. Si osserva inoltre che a nord-est dell'area scorre il fiume Dese, principale elemento della rete idrografica in questa zona, mentre a sud-est si riconosce il sedime aeroportuale. I limiti dell'area di trasformazione si diramano poi verso sud e sud-ovest, in prossimità dell'ambito del Forte Rossarol, per consentire la realizzazione di nuove viabilità di raccordo con la località di Tessera e la SS 14 "Triestina".

2.2.2 Uso del suolo

L'area di intervento ha una superficie complessiva di circa 114.8 ha e, ai fini dello studio, può essere distinta in due comparti, con differenti peculiarità:

- il primo comparto, in prossimità della bretella autostradale, è quello che sarà effettivamente interessato dagli impianti sportivi, dai relativi parcheggi e altri servizi, nonché alle aree per la compensazione ambientale, su un'area complessiva di circa 95.9 ha attualmente a uso quasi esclusivamente agricolo di tipo estensivo;

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

- il secondo, a sud-ovest del precedente, dove sorgerà la nuova viabilità di raccordo con il centro di Tessera e con le strade esistenti, che interessa una superficie di 18.9 ha.

Come già evidenziato, allo stato attuale il territorio incluso nell'area di intervento è quasi completamente ad uso agricolo, destinato a coltivazioni di tipo estensivo.

Il più recente aggiornamento 2018 della *Banca dati della Copertura del Suolo della Regione del Veneto* (vd. Figura 4) indica infatti tali superfici come "Terreni arabili in aree irrigue", mentre alcune informazioni di maggiore dettaglio si possono trarre dalla *Banca dati* datata 2006 (vd. Figura 5), in cui le aree sono indicate come coltivate a soia e a mais, o a riposo.

Ai fini della valutazione dell'attuale capacità di deflusso del territorio, si applicherà quindi all'intera superficie un coefficiente di deflusso rappresentativo di un tale uso agricolo, pari a 0.10 secondo quanto prescritto ai sensi della DGRV 2948/2009 (Allegato A).

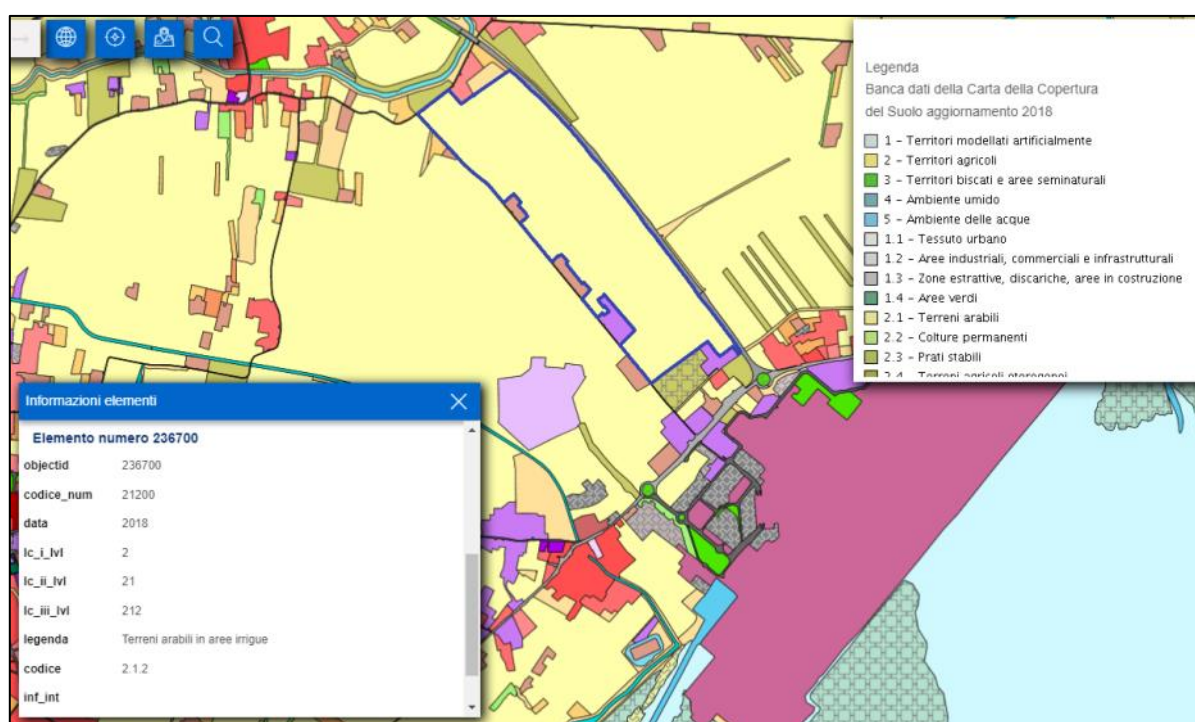


FIGURA 4: BANCA DATI USO DEL SUOLO DELLA REGIONE VENETO 2018 (GEOPORTALE REGIONE VENETO)

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

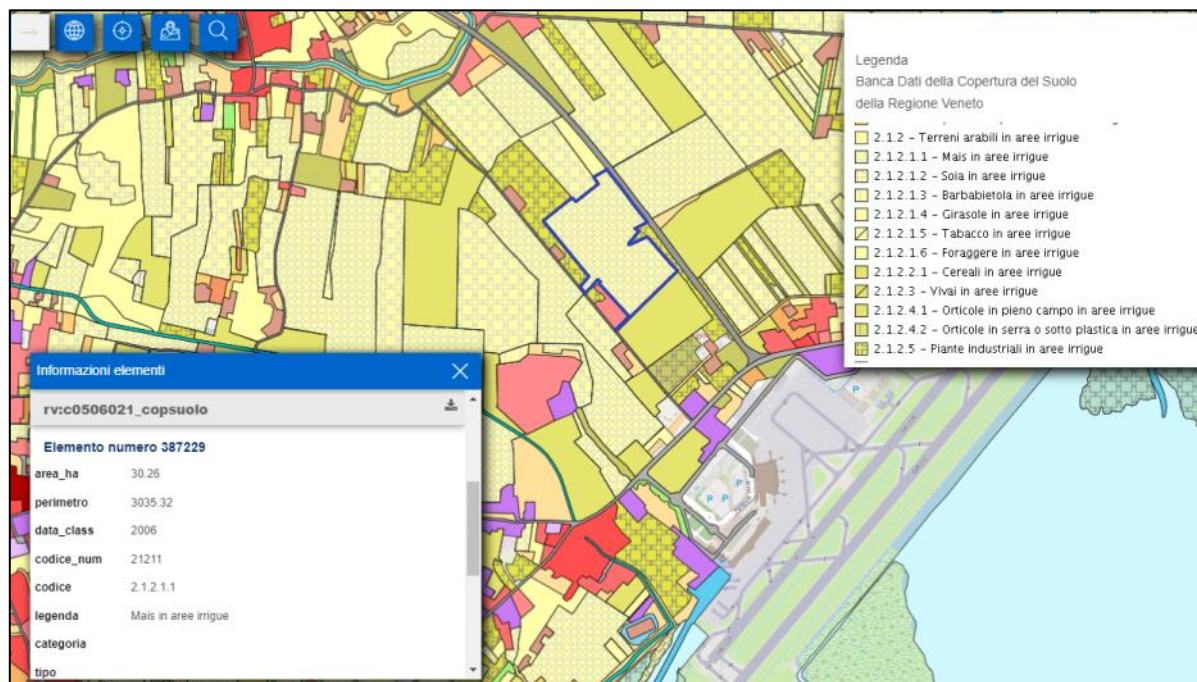


FIGURA 5: BANCA DATI USO DEL SUOLO DELLA REGIONE VENETO 2006 (GEOPORTALE REGIONE VENETO)

Una significativa vista dell'area in esame allo stato attuale è fornita anche dalle immagini disponibili nella fonte online Google Street View, riportate in Figura 6 e Figura 7.



FIGURA 6: VISTA DA VIA CA' ZORZI (FEBBRAIO 2021)



FIGURA 7: VISTA DA BRETTELLA AUTOSTRADALE (OTTOBRE 2021)

I02

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.2.3 Altimetria

Dal punto di vista altimetrico, l'area presenta una diffusa soggiacenza dei terreni rispetto al livello medio del mare, con una pendenza generale da nord-ovest a sud-est, come è possibile riscontrare dalla carta delle altimetrie rappresentata nella seguente Figura 8, ricavata dal micro-rilevo della terraferma veneziana realizzato dal Servizio Geologico della Provincia di Venezia nel maggio 2009 a partire dai dati ottenuti dal rilievo laser scanner eseguito dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale su incarico del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto.

Nella mappa in Figura 8, come deducibile dalla scala cromatica annessa, sono riportati con gradazioni di arancione e rosso i terreni con quota maggiore del medio mare, mentre con tonalità di verde e blu sono indicate le zone sotto il livello medio del mare. Appare evidente l'ampia depressione corrispondente alla zona delle "acque basse" a est della bretella autostradale, dove i terreni agricoli sono diffusamente al di sotto del livello medio del mare, mentre le aree a ovest, il centro urbanizzato di Tessera, il sedime aeroportuale e le zone lungo la SS 14 "Triestina" sono generalmente più alte, con quote di circa 2.0 m s.m.m.

All'interno dell'ambito di intervento, i cui limiti sono rappresentati in nero nella mappa sopra riportata, le quote massime sono di circa 0.50 m s.m.m. nella zona più a nord e di circa 1.00 m s.m.m. nella zona in prossimità dell'abitato di Tessera, mentre le quote minime del "piano campagna" sono di circa -0.90 m s.m.m. nelle aree agricole in prossimità del corso del Collettore Cattal.

L'area di trasformazione è stata oggetto di apposito rilievo topografico, eseguito nel febbraio 2022 per il presente servizio, la cui restituzione è riportata in Figura 9.

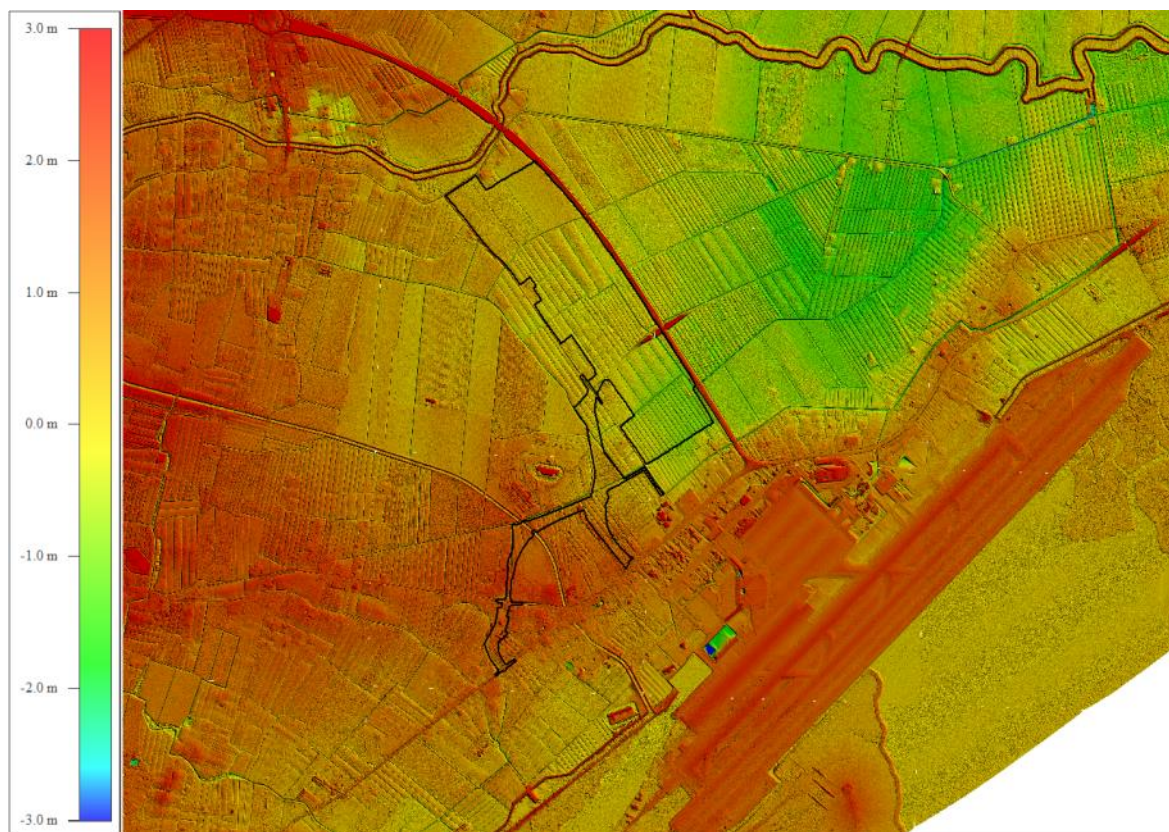


FIGURA 8: ALTIMETRIA DEL TERRITORIO (FONTE COMMISSARIO DELEGATO EMERGENZA 26 SETTEMBRE 2007)

**FIGURA 9: RILIEVO TOPOGRAFICO FEBBRAIO 2022**

Da tale rilievo è stato possibile ricavare un aggiornamento della carta delle altimetrie dell'ambito di studio, riprodotta di seguito in Figura 10 in forma di mappa cromatica con scala di riferimento analoga a quella della precedente Figura 8 (da -3.0 a +3.0 m s.m.m.).

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

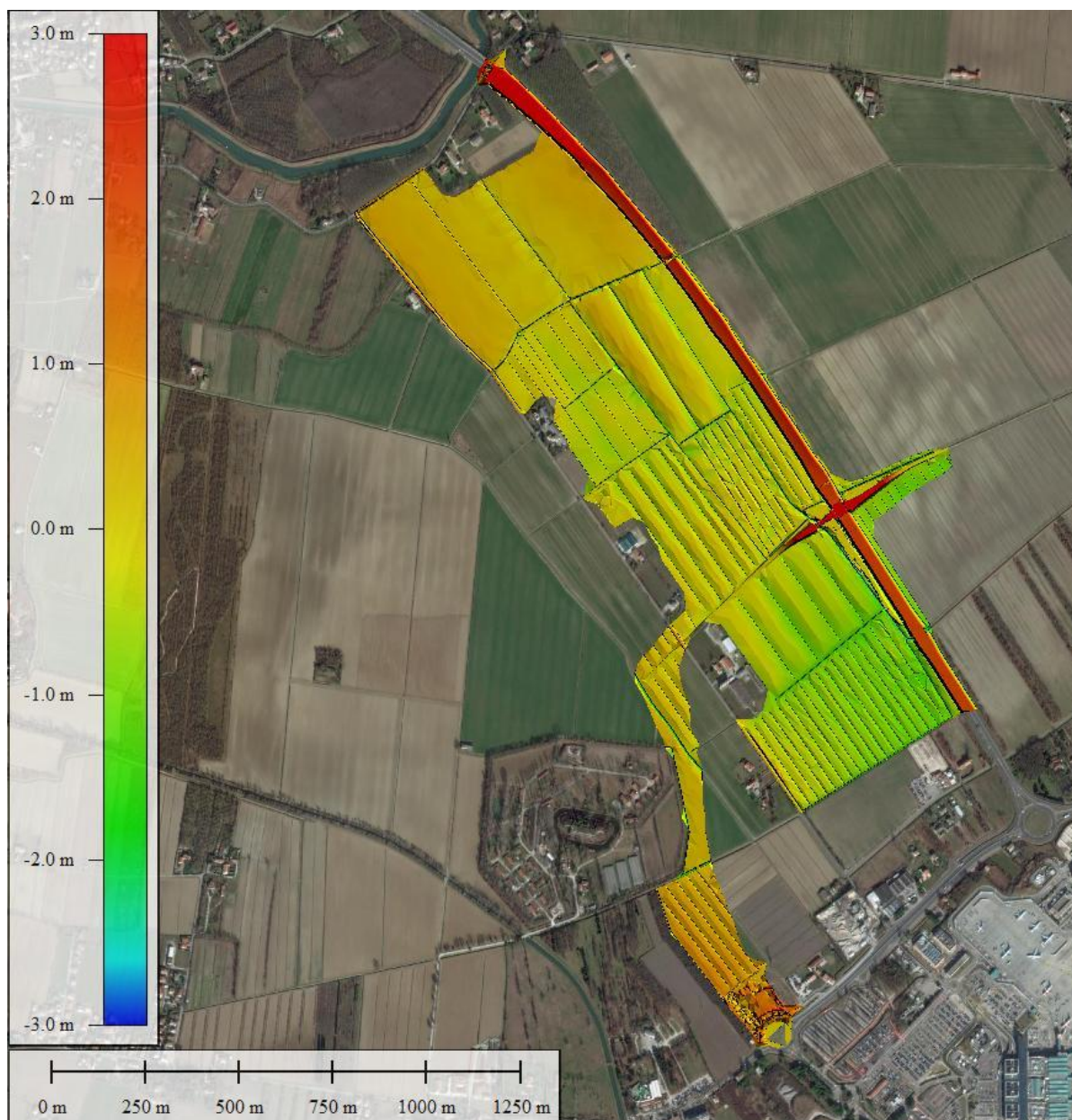


FIGURA 10: ALTIMETRIA NELL'AMBITO DI INTERVENTO DA RILIEVO FEBBRAIO 2022 (SU ORTOFOTO *ESRI WORLD IMAGERY*)

102

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.2.4 Elementi della rete idraulica e corpi ricettori

Di particolare interesse, all'interno del sopra citato aggiornamento topografico, è il rilievo di dettaglio degli elementi della rete idraulica, rappresentati nella tavola n.02 in colore blu (rete principale, gestita dal Consorzio di Bonifica "Acque Risorgive"), azzurro (rete secondaria di capofossi) e arancione (scoline e fossi), che ha concesso di valutare con precisione la pendenza di ogni elemento (oltre che delle superfici scolanti) e determinare così le direzioni preferenziali e le principali caratteristiche del sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Dal punto di vista idrologico, il territorio in esame è parte del bacino idrografico del fiume Dese, parte del bacino scolante nella Laguna di Venezia, ed è assoggettato a bonifica per scolo meccanico, essendo incluso nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica "Acque Risorgive", costituito nel 2009 dall'accorpamento dei precedenti Consorzi "Dese Sile", in cui ricadeva la zona di Tessera, e "Sinistra Medio Brenta".

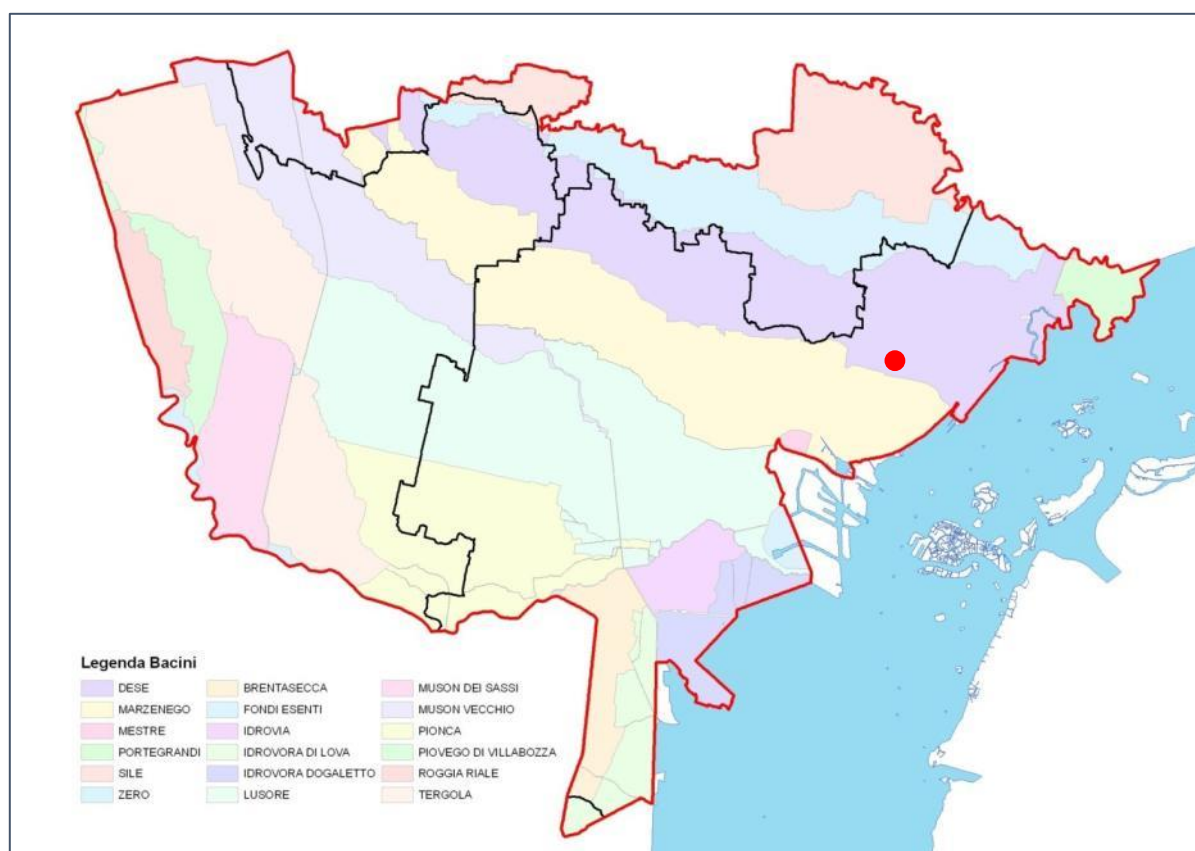


FIGURA 11: COMPENSORIO DEL CONSORZIO DI BONIFICA ACQUE RISORGIVE E PRINCIPALI BACINI IDROGRAFICI

L'ambito di studio è quindi parte del bacino tributario dell'impianto idrovoro "Cattal", un territorio esteso circa 2021 ha evidenziato in colore arancione nella seguente Figura 12, tratta dal Piano delle Acque del Comune di Venezia.

La suddetta idrovora Cattal, che recapita nel fiume Dese circa 5 km a monte della relativa foce in Laguna di Venezia, è stata edificata nel 1928 ed è caratterizzata attualmente da una capacità di sollevamento di circa 10 m³/s, ottenuta mediante una serie di n.7 elettropompe con diverse capacità, il cui utilizzo è a servizio di due distinti regimi idraulici, come poi meglio specificato:

- n.4 elettropompe a servizio del collettore Acque Basse, per una capacità di 6900 l/s;
- n.2 elettropompe a servizio del collettore Acque Medie, per una capacità di 3000 l/s.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

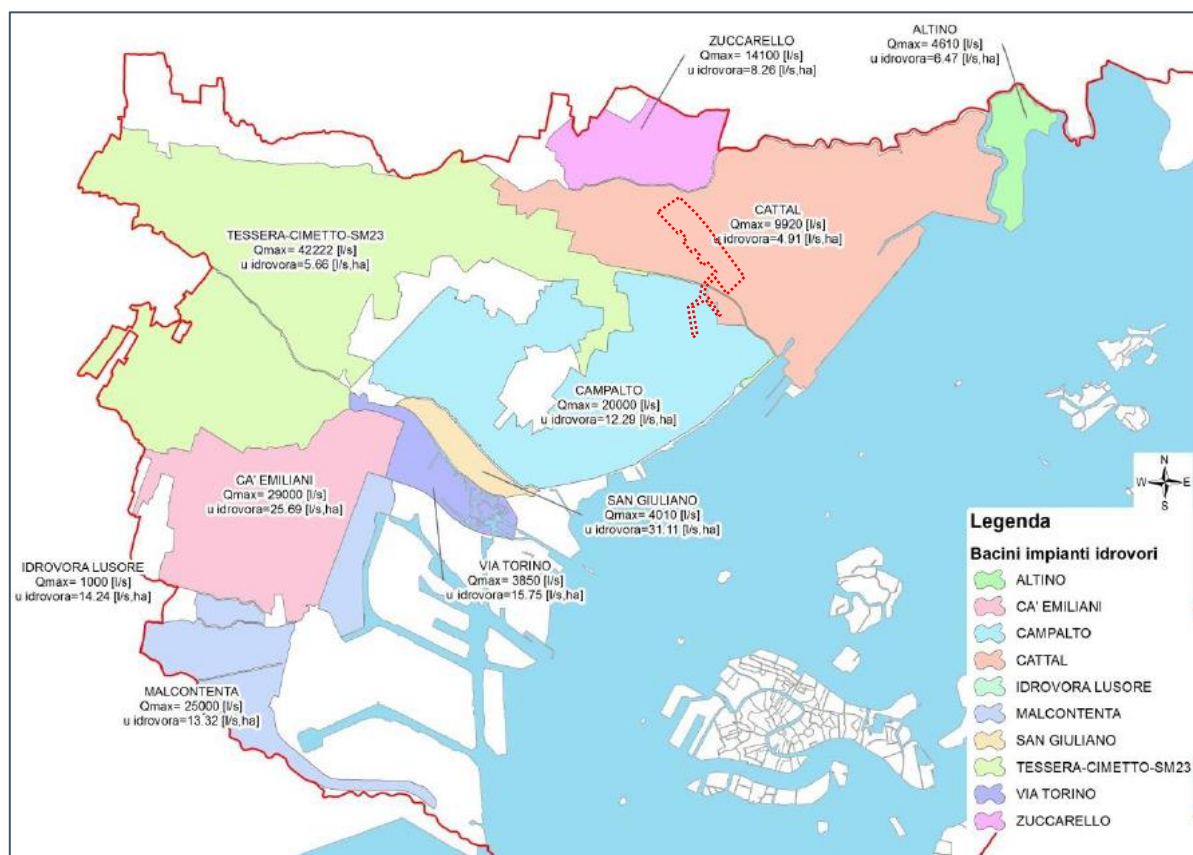


FIGURA 12: BACINI TRIBUTARI DELLE IDROVORE (PIANO DELLE ACQUE - COMUNE DI VENEZIA, 2016)

Vengono di seguito riportate in Figura 13 un'immagine dell'attuale edificio dell'idrovora Cattal, in cui è ben visibile il duplice regime idraulico nei canali di macchina, e le schede dei sottobacini sottesi a ciascun regime tratti dal Rapporto finale "Progetto per l'integrazione delle conoscenze sui carichi inquinanti immessi nella Laguna di Venezia dai bacini a scolo meccanico della gronda lagunare" a cura di ARPAV e dell'ex Magistrato alle Acque di Venezia - Ufficio Tecnico per l'Antinquinamento della Laguna di Venezia (ottobre 2013).

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

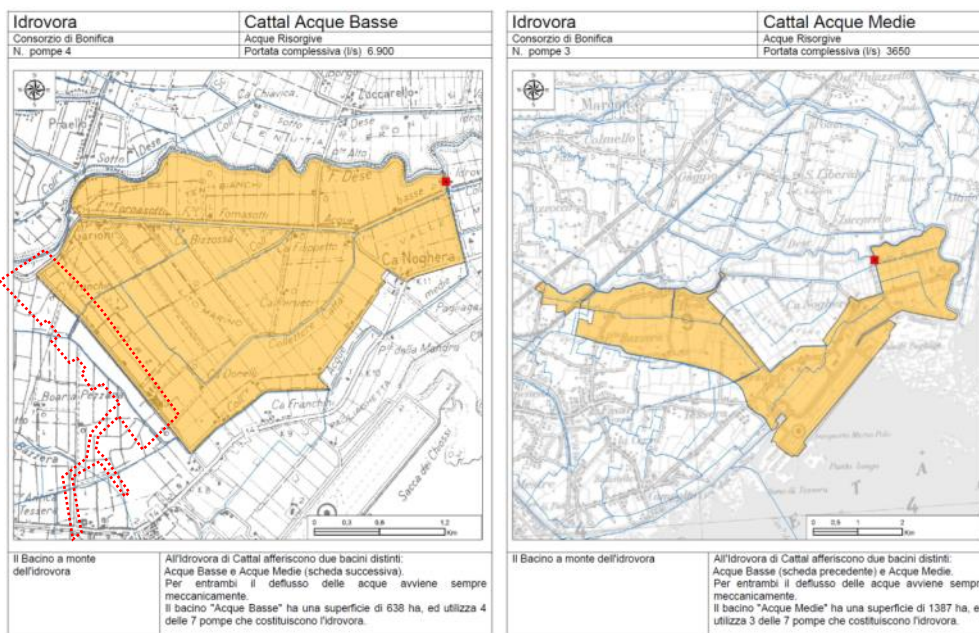


FIGURA 13: IDROVORA CATTAL

2.2.4.1 Rete idraulica principale

Come già identificato nell'analisi del rilievo di dettaglio e come deducibile dalla carta delle "Opere idrauliche in gestione al Consorzio" (CdB Acque Risorgive, Nordest Ingegneria Srl, 2015) di cui un dettaglio è riprodotto in Figura 14, i principali corsi d'acqua presenti nell'ambito di studio sono:

- il fiume Dese, a nord dell'ambito di studio, recettore finale dei sottobacini locali, che sfocia in Laguna di Venezia a est del sedime aeroportuale;
- il collettore Acque Alte Cattal, che nasce per derivazione dal Dese e scorre a sud-ovest dell'ambito di studio, diventando collettore Acque Medie Cattal dopo aver raccolto le acque del collettore Trego di Levante (derivate dal Canale Scolmatore) e aver svoltato nettamente verso est in prossimità della SS 14 "Triestina", per giungere infine all'impianto idrovoro Cattal, che scarica nuovamente nel fiume Dese;

102

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

102-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

- il collettore Acque Basse Cattal, che scorre a nord-est dell'ambito di studio (con il nome nel tratto iniziale di coll. Fornasotti) e raccoglie le acque delle zone agricole maggiormente depresse, fino all'impianto idrovoro Cattal che è appunto caratterizzato da un doppio regime idraulico di acque "medie" e "basse", dovendo gestire due livelli di bonifica nettamente diversi;
- il collettore Cattal, attuale ricettore delle acque meteoriche in eccesso del comparto oggetto di trasformazione che ha origine nella porzione centrale dell'ambito di studio, scorre lungo il margine orientale dell'area per circa 1 km, sottopassando poi la bretella autostradale circa 500 m a nord della rotatoria con la SS 14 in prossimità dell'aeroporto e prosegue verso est fino al coll. Acque Basse Cattal e al sopra citato impianto idrovoro Cattal;
- il collettore Canaletta Irrigua, che deriva dal coll. Acque Alte Cattal, attraversa l'ambito di studio nella zona nord e recapita nel coll. Fornasotti e da qui nel coll. Acque Basse Cattal;
- il Canale Scolmatore, fondamentale per allontanare le piene del fiume Marzenego dal centro di Mestre e raccogliere i contributi del territorio a est del centro stesso, che afferisce all'impianto idrovoro di Tessera scaricando infine nuovamente nel fiume Marzenego (canale Osellino), a monte della relativa foce in Laguna a ovest dell'aeroporto.

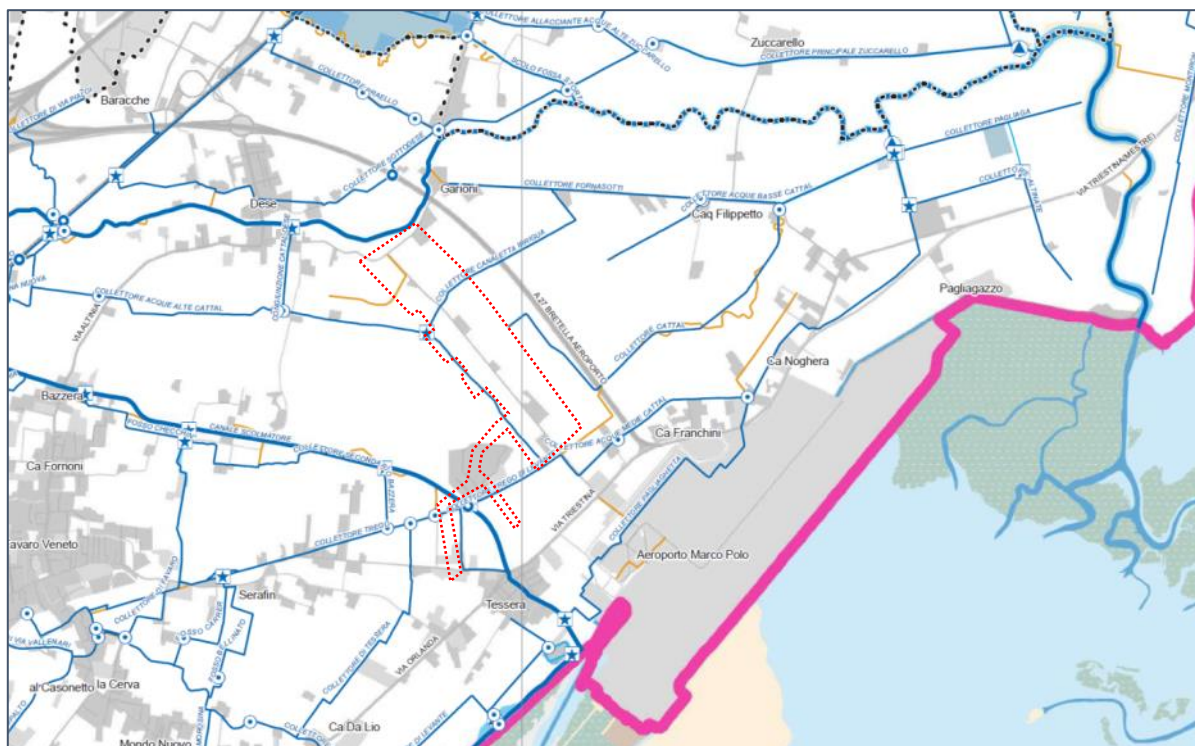


FIGURA 14: ESTRATTO TAVOLA "OPERE IDRAULICHE IN GESTIONE AL CONSORZIO" (CdB AR, NORDEST INGEGNERIA SRL, 2015)

2.2.4.2 Rete idraulica secondaria

Con riferimento alla rete idraulica minore, si evidenzia in particolare che i terreni agricoli sono caratterizzati da scolo mediante drenaggio sub-superficiale solamente nella porzione più settentrionale, mentre nel resto dell'ambito sono presenti evidenti scoline che recapitano le acque meteoriche in una rete di fossi e capofossi che afferisce al collettore Cattal. Si può quindi concludere che l'ambito di studio, almeno per quanto riguarda il comparto su cui avranno luogo le maggiori trasformazioni legate alla nuova cittadella dello sport, ha come corpo idrico ricettore il collettore Cattal, con recapito finale presso l'omonimo impianto idrovoro.

Tale conclusione trova conferma anche nella *Carta dei sottobacini idraulici* del Piano delle Acque del Comune di Venezia (Figura 15), nonché nella relativa Relazione idrologico-idraulica (Figura 16).

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

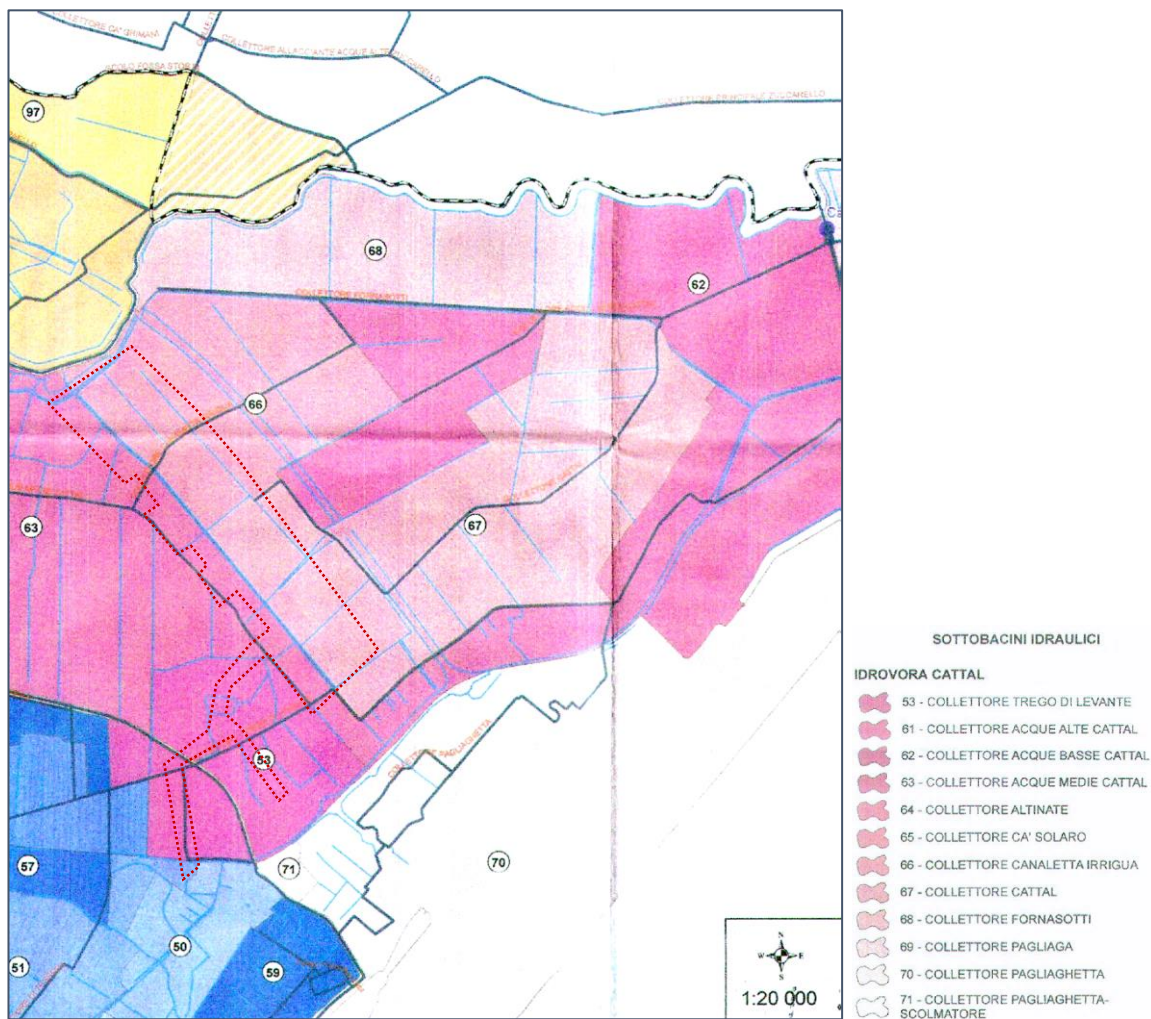


FIGURA 15: ESTRATTO CARTA DEI SOTTOBACINI IDRAULICI (PIANO DELLE ACQUE - COMUNE DI VENEZIA, 2016)

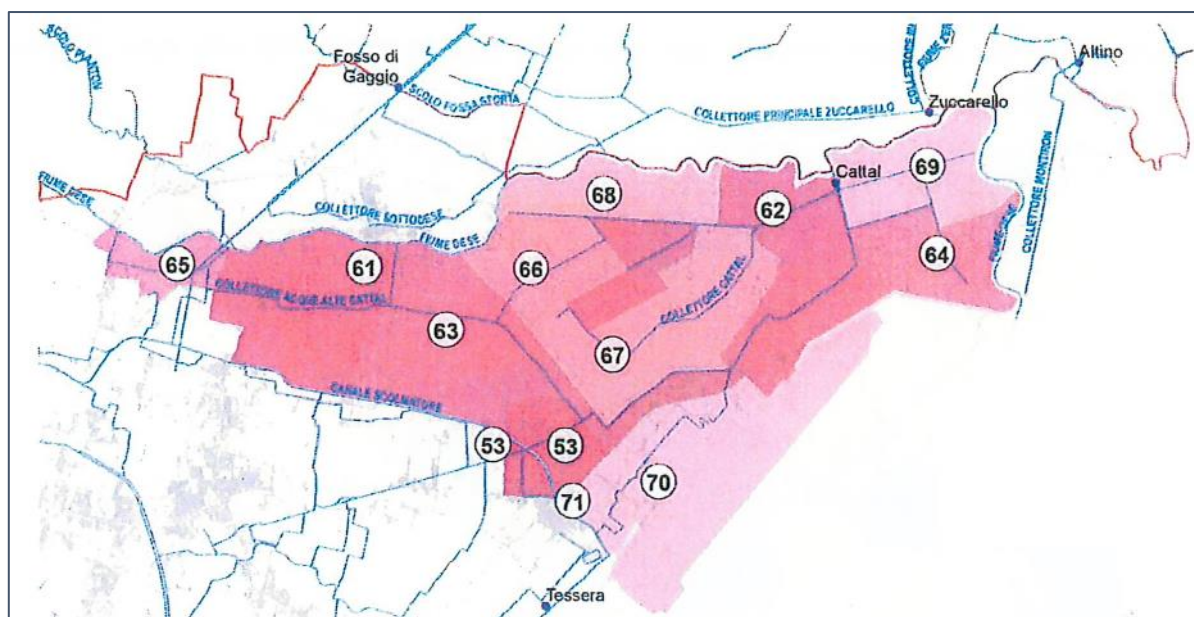


FIGURA 16: BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'IDROVORA CATTAL (PIANO DELLE ACQUE - COMUNE DI VENEZIA, 2016)

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.3 Rischio idraulico e criticità

Diverse sono le fonti principali per la valutazione dello stato attuale del rischio idraulico e delle criticità idrauliche esistenti:

- il primo aggiornamento del *Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni* (PGRA 2021-2027) adottato in data 21.12.2021 dalla Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali (G.U. n. 29 del 04.02.2022), che sostituisce il precedente *Piano di Assetto Idrogeologico* (PAI) del Bacino Idrografico Scolante nella Laguna di Venezia per le valutazioni di pericolosità idraulica e di rischio idraulico specifico del territorio, fornendo inoltre la previsione delle mappa di allagamento per eventi con bassa, media o alta probabilità di accadimento;
- la mappatura delle Aree allagate durante gli eventi alluvionali del 26 settembre 2007 elaborata dall'ex Commissario O.P.C.M. 3621;
- il *Piano delle Acque* del Comune di Venezia (2016), in cui sono evidenziate le criticità puntuali della rete di drenaggio delle acque meteoriche a livello comunale.

2.3.1 Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2021-2027

Come anticipato, è di recente entrato in vigore il primo aggiornamento del *Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto delle Alpi Orientali* (PGRA 2021-2027), strumento generale che individua e perimetra le aree a pericolosità idraulica, le zone di attenzione, le aree fluviali, le aree a rischio, pianificando e programmando le azioni e le norme d'uso sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato.

L'ambito di studio ricade nelle tavole n.AE27 e n.AE26 delle carte di pericolosità idraulica, rischio idraulico e allagabilità allegate al suddetto aggiornamento. Si riportano quindi di seguito le visualizzazioni di tali cartografie, tratte per una più agevole presentazione dal sistema *webgis* dell'AdBD Alpi Orientali (sigma.distrettoalpiorientali.it), da cui è possibile osservare come il sedime dell'ambito di intervento sia caratterizzato da:

- pericolosità idraulica moderata P1 (vd. Figura 17);
- rischio idraulico specifico moderato R1 (vd. Figura 18).

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

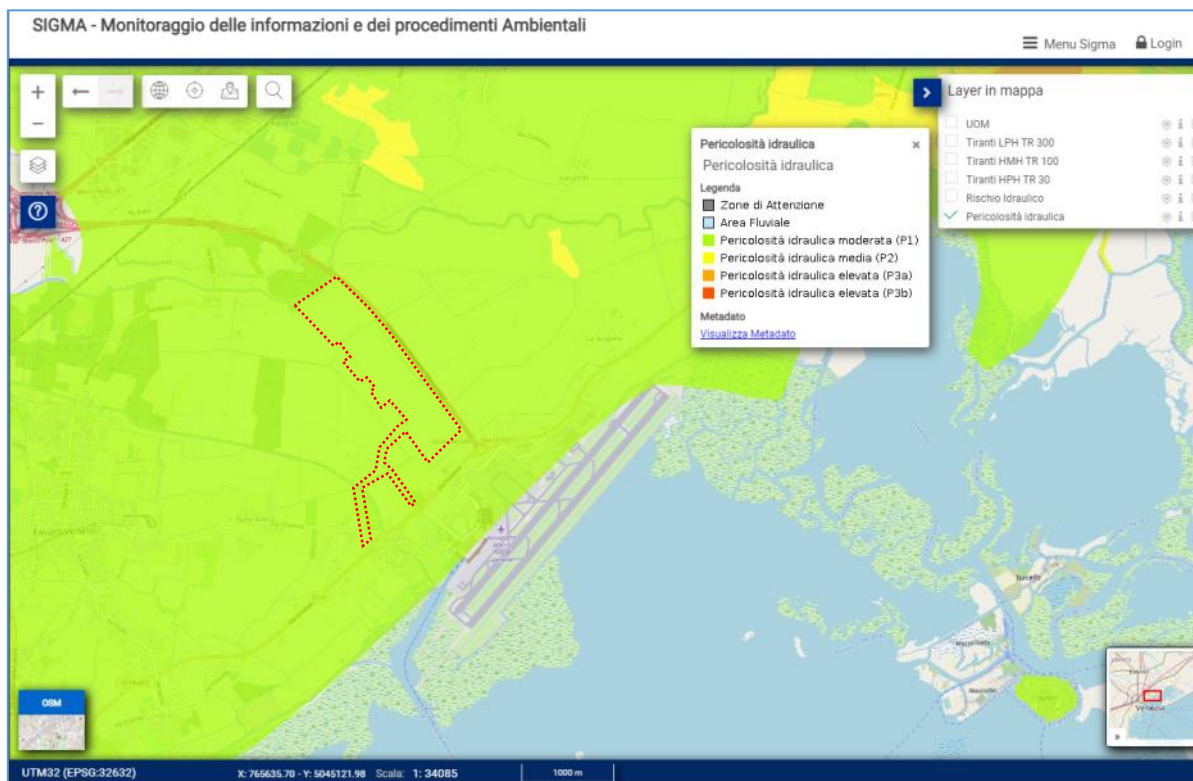


FIGURA 17: CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PGRA 2021-2027 (AdBD ALPI ORIENTALI)

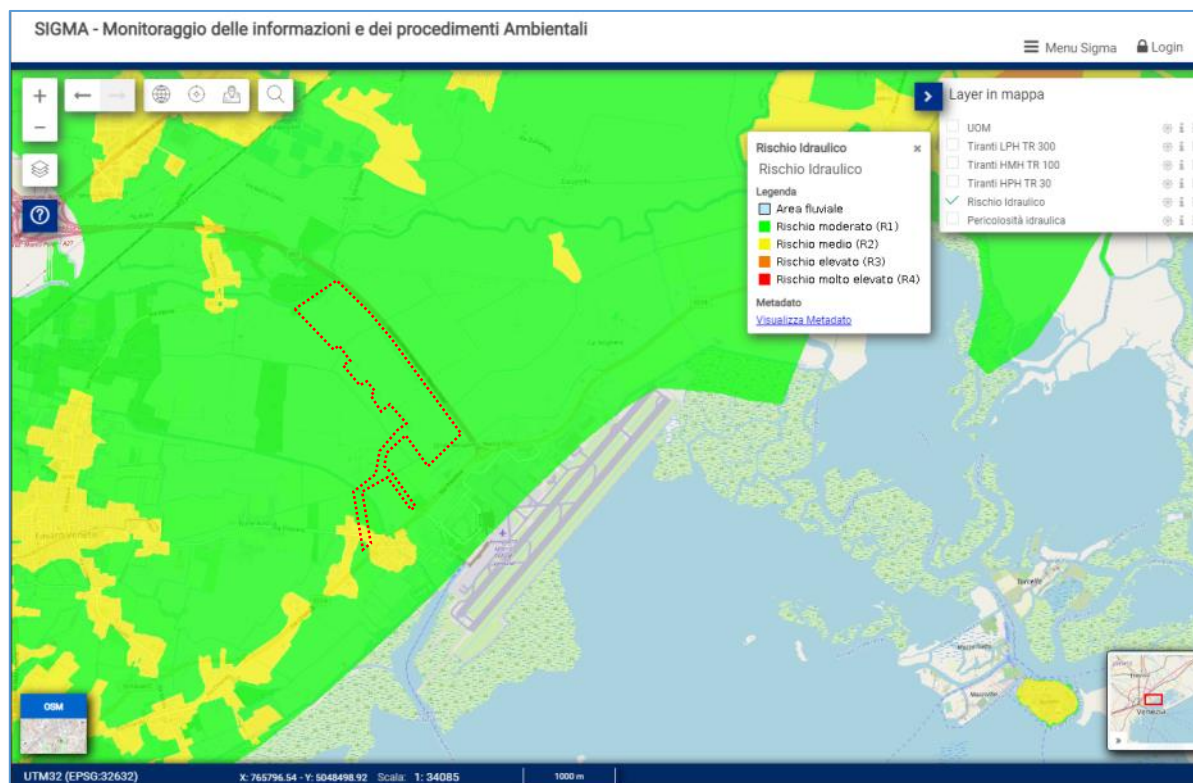


FIGURA 18: CARTA RISCHIO IDRAULICO PGRA 2021-2027 (AdBD ALPI ORIENTALI)

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

Il PGRA 2021-2027 propone inoltre la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo lo scenario di bassa probabilità (tempo di ritorno T_r fino a 500 anni), di media probabilità (T_r fra 100 e 200 anni) e alta probabilità (T_r fra 20 e 50 anni), indicando per ogni scenario sopra richiamato l'estensione delle inondazioni, l'altezza idrica e le caratteristiche del deflusso. Si riscontra quindi che nell'area di intervento sono calcolati:

- assenza di allagamenti per scenari con alta probabilità di accadimento (vd. Figura 19);
- tiranti inferiori a 50 cm in caso di allagamento per eventi a media o bassa probabilità di accadimento (vd. Figura 20 e Figura 21).

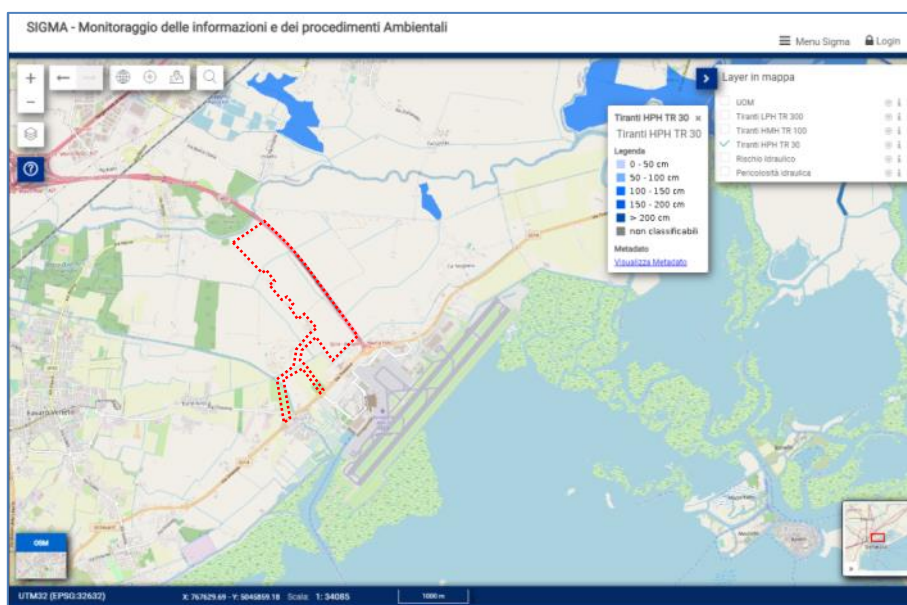


FIGURA 19: CARTA ALLAGABILITÀ T_r 30 ANNI PGRA 2021-2027 (AdBD ALPI ORIENTALI)

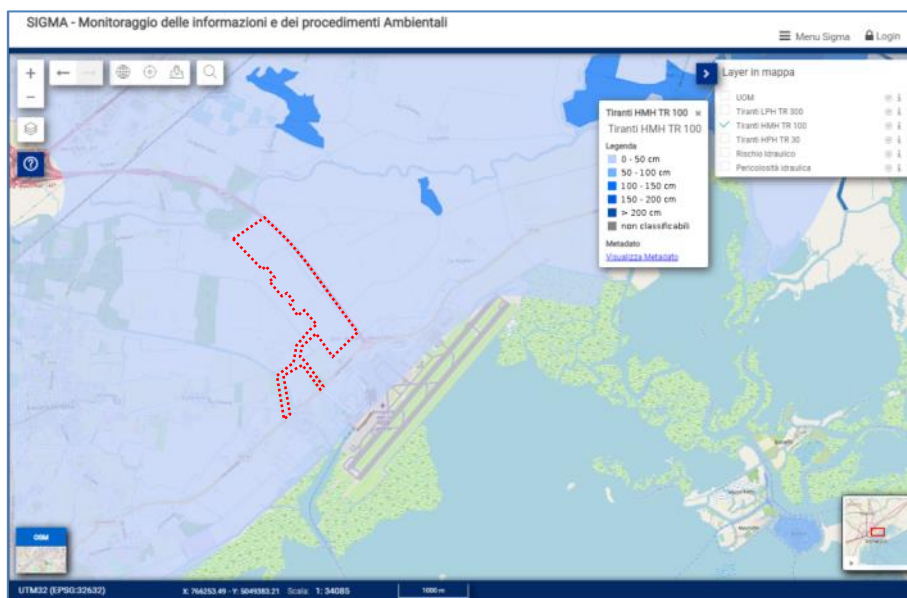


FIGURA 20: CARTA ALLAGABILITÀ T_r 100 ANNI PGRA 2021-2027 (AdBD ALPI ORIENTALI)

I02

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

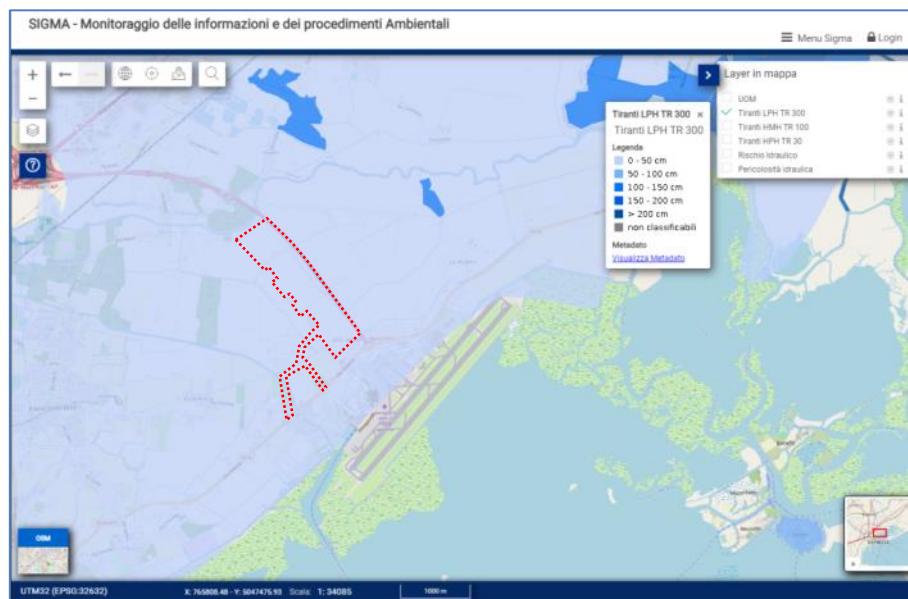


FIGURA 21: CARTA ALLAGABILITÀ Tr 300 ANNI PGRA 2021-2027 (ADBD ALPI ORIENTALI)

2.3.2 Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Scolante nella Laguna di Venezia

Per completezza, si riporta inoltre il riferimento al PAI del Bacino Scolante nella Laguna di Venezia in vigore fino allo scorso gennaio, in cui l'area di intervento era contenuta nelle tavole n.50 e n.60 della Carta della Pericolosità Idraulica, la cui sovrapposizione è riprodotta in Figura 22. Anche in tal caso l'intero ambito era caratterizzato da una pericolosità idraulica "P1 - Pericolosità idraulica moderata - Area soggetta a scolo meccanico", evidenziato con retino puntinato azzurro, mentre non erano presenti, né all'interno dell'ambito né del relativo sottobacino idrografico, aree a pericolosità media (P2) o elevata (P3). Nelle stesse tavole erano riportate, con tratteggio nero, le aree allagate durante gli eventi alluvionali del settembre 2007, dalla cui mappatura, riportata anche nella successiva Figura 23, è possibile osservare che le aree all'interno dell'ambito di studio non sono state interessate da tali allagamenti.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

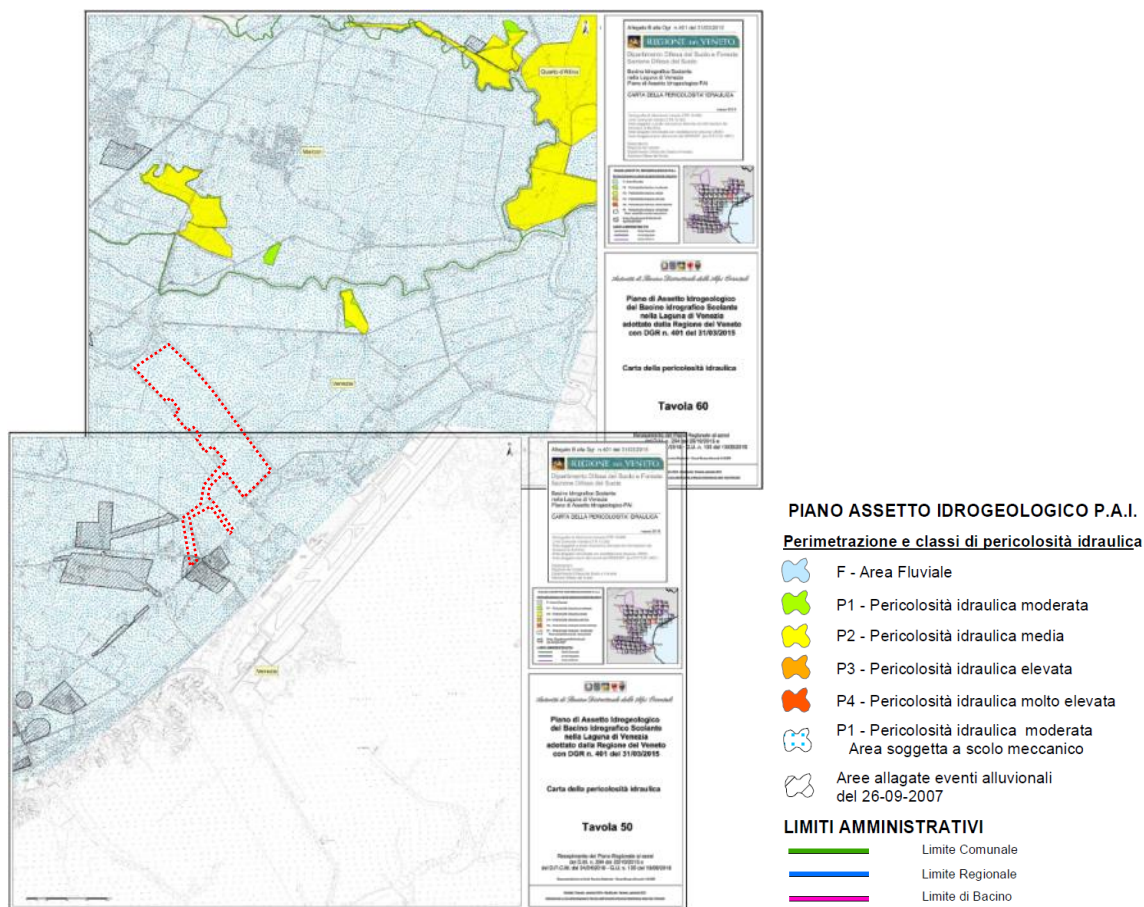


FIGURA 22: PAI BACINO SCOLANTE IN LAGUNA - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (ADB ALPI ORIENTALI, 2015)

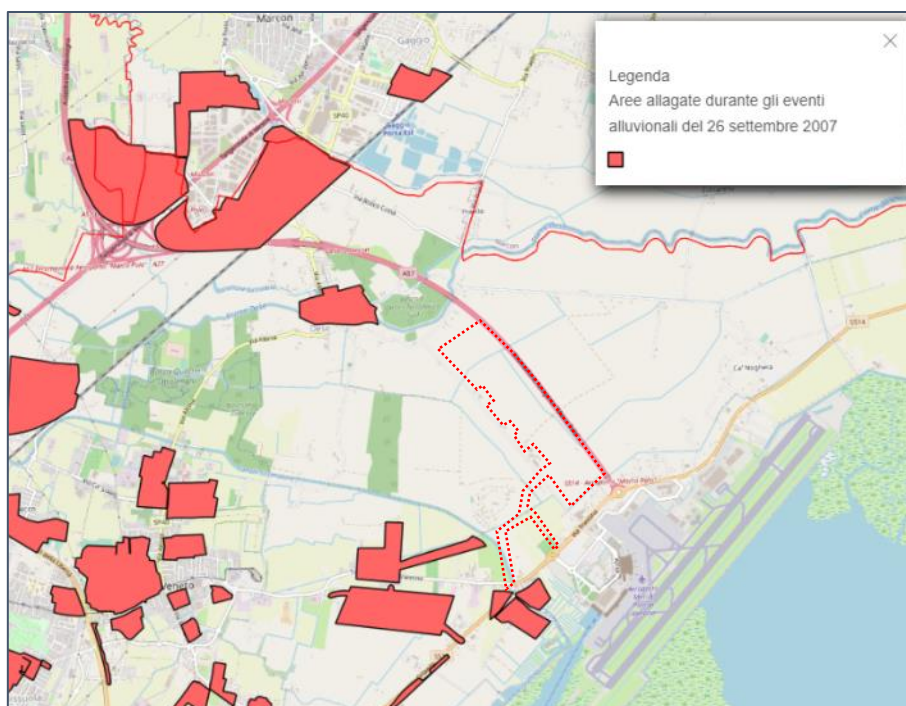


FIGURA 23: AREE ALLAGATE DURANTE GLI EVENTI ALLUVIONALI DEL 26 SETTEMBRE 2007 (GEOPORTALE REGIONE VENETO)

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.3.3 Criticità idrauliche

Con riferimento all'identificazione delle criticità idrauliche a livello di dettaglio comunale presentato nel Piano delle Acque del Comune di Venezia, si riscontrano due principali criticità nel bacino idrografico attualmente afferente all'idrovora Cattal:

- l'insufficienza idraulica del collettore Acque Medie Cattal, che nella relativa modellazione genera esondazioni per eventi con tempo di ritorno di 20 anni (scheda criticità n.46);
- la necessità di potenziamento dell'impianto idrovoro Cattal e di interventi di compensazione e di invaso nel sottobacino (scheda criticità n.47).

Per la risoluzione di tali criticità, da parte del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive sono stati avviati numerosi progetti, relativi in sintesi a:

- la ricalibratura del collettore Acque Medie Cattal e dello scolo Pagliagheta, suo affluente;
- la realizzazione di un bacino di laminazione lungo il corso dello stesso collettore Acque Medie Cattal;
- la realizzazione di un nuovo impianto idrovoro per la diversione dei contributi di piena del collettore Acque Medie Cattal verso il canale Osellino (tratto di foce del fiume Marzenego);
- la realizzazione di un bacino di fitodepurazione a monte dell'idrovora Cattal, finalizzato all'ottenimento dei prescritti requisiti ambientali.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.4 Modalità di ottemperanza ai pareri ottenuti in Conferenza dei Servizi giugno 2022

2.4.1 Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (prot. 8357, 15.06.2022)

La Valutazione di Compatibilità Idraulica, redatta in ottemperanza alla DGRV 2948/2009 *“Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici - Modifica delle delibere n.1322/2006 e n.1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009”* e al relativo Allegato A, recepita integralmente nella presente Relazione Tecnica, è stata revisionata al fine di ottemperare alle richieste espresse nel parere, pur se riferite alla fase di progettazione definitiva.

2.4.1.1 Recapito finale del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche

Prescrizione: *“il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dovrà avere come recapito finale il collettore “Acque Medie Cattal”, con portata allo scarico calcolata su un coefficiente udometrico pari a 5 l/sec per ha”*

Come evidente nella documentazione e nelle verifiche allegate, il proposto recapito finale dei deflussi generati nella futura configurazione di progetto è il Collettore “Acque Medie Cattal”, che scorre lungo il margine sud-ovest dell’area di intervento.

La massima portata ammissibile allo scarico, considerata nel dimensionamento e nella verifica delle opere idrauliche, è definita in funzione del coefficiente udometrico di riferimento di 5 l/s-ha (analogamente a quanto già considerato nelle precedenti versioni documentali) ed è pari a $Q_{IMP} = 5 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 95.9 \text{ ha} = 479.5 \text{ l/s} = 0.480 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nell’ottemperare a tale prescrizione, con la modifica della soluzione originariamente proposta per il progetto che prevedeva il recapito al comparto “Acque Basse” di Cattal, non si può non rilevare come il pelo di bonifica (il livello di piena) del sistema di “Acque Medie” sia ovviamente più alto di quello del regime di “Acque Basse”, dell’ordine di 1 m.

Pur avendo nel seguito della presente Relazione verificato il corretto funzionamento, nelle condizioni prescritte, del sistema destinato all’invaso dei contributi idrologici incidenti sul sedime del Bosco dello Sport, sono state quindi proposte due misure cautelative:

- l’inserimento di una valvola elastomerica anti-riflusso in corrispondenza del manufatto di scarico nel Collettore Acque Medie, per evitare che eventuali profili di rigurgito dal collettore stesso possano riempire gli invasi, circostanza questa possibile in considerazione dei diversi picchi di corrivazione fra la rete Acque Medie e l’area di progetto;
- una pulizia delle scoline e del capofosso a sud dell’area da edificare, dove i rilievi altimetrici dimostrano una giacitura maggiormente depressa, in modo che la falda freatica possa continuare a essere drenata dalla rete afferente alla porzione Acque Basse (Collettore Cattal), per evitare che le piantumazioni del realizzando bosco possano essere danneggiate da un troppo ridotto franco di coltivazione.

2.4.1.2 Compendio di volumi di invaso

Prescrizione: *“ai volumi d’invaso necessari a compensare l’innalzamento medio della quota del piano campagna, dovranno essere aggiunti i volumi d’invaso attualmente disponibili nell’area oggetto di trasformazione, ovvero dei fossi e delle scoline che andranno interrati”*

La relazione tecnica è stata integrata con la stima degli effettivi attuali volumi di invaso, distribuiti presso fossi e scoline in area agricola, destinati a essere interrati a seguito della realizzazione degli interventi in progetto, stimati pari a circa 6000 m³, valutando invasi lineari di 0.50 m³/m tipici di piccoli fossi o scoline per un’estesa complessiva di circa 9 km distribuiti nella zona oggetto di intervento, con uniche eccezioni di maggiori dimensioni date dal fosso centrale all’area, scolante nel Collettore Cattal, con dimensioni stimate pari a 1.50 m³/m per un’estesa di 1000 m.

Si riscontra quindi che il volume di invaso complessivo disponibile nell’ambito di progetto è pari a 69'525 m³, sufficiente a compensare la sommatoria de:

- il volume necessario ai fini dell’invarianza idraulica, secondo il metodo dell’invaso, pari a 53'700 m³;
- il volume necessario a compensare l’innalzamento della quota media del piano campagna, pari a 9090 m³;

IO2

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

IO2-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

- il volume corrispondente agli invasi minori destinati a interrimento o oblitterazione, è stato stimato pari a 6000 m³.

2.4.1.3 Verifica degli effetti sulle aree confinanti

Prescrizione: *“il modello idraulico dovrà evidenziare anche che l'intervento non genererà problematiche idrauliche alle proprietà confinanti”*

Il modello idraulico implementato dimostra che il sistema di invasi e di condotte è tale da contenere efficacemente i volumi di piena previsti, nel rispetto della massima portata allo scarico nel collettore Acque Medie Cattal, escludendo il rischio di esondazioni e garantendo il rispetto di franchi idraulici di sicurezza di almeno 0.70 m.

Il rispetto del franco di bonifica pari a circa 0.70 m è rispettato lungo l'intero sviluppo dei canali di invaso superficiale, facendo ritenere quindi che in ragione della giacitura omogenea dei terreni interessati, incluse le proprietà confinanti, non siano da attendersi problematiche in merito alla realizzazione delle opere.

2.4.1.4 Canaletta irrigua

Prescrizione: *“Per il collettore “Canaletta Irrigua” dovrà essere garantita, anche a mezzo tombinatura, l'attuale capacità idraulica, in quanto collettore irriguo indispensabile per l'approvvigionamento delle campagne limitrofe”*

Come descritto con maggiore dettaglio nel capitolo §3 della presente Relazione, l'attuale capacità di portata del collettore Canaletta Irrigua sarà garantita mediante la tombinatura con condotta scatolare di dimensioni interne 2.0x1.0, con livelletta di scorrimento variabile da circa -1.50 m s.m.m. circa -1.70 m s.m.m. Si rammenta che l'attuale sezione di deflusso della Canaletta Irrigua è costituita da una sezione trapezia in calcestruzzo con larghezza di base 1.0 m, altezza di 1.0 m e scarpate a pendenza 1:1, che risulta quindi inviluppata dalla sezione di riforma proposta.

2.4.1.5 Collettore Cattal

Prescrizione: *“Per quanto concerne invece il tratto del “Collettore Cattal” presente all'interno dell'area di progetto e che verrà tombato, dovrà essere avviata con l'Agenzia del Demanio di Venezia la procedura di frazionamento del sedime e successiva “sdemanializzazione”, in quanto area non più funzionale al sistema idraulico di bonifica”*

La questione esula le motivazioni tecniche oggetto della presente Relazione, per cui sarà oggetto di successive intese fra gli Enti interessati.

2.4.2 Veritas - Direzione Generale (prot. 53454, 16.06.2022)

Il progetto delle opere idrauliche, con particolare riferimento alla rete di smaltimento delle acque reflue, è stato adeguato alle prescrizioni di Veritas, ente gestore del servizio idrico integrato per la Città di Venezia, demandando alla successiva fase di progettazione definitiva l'approfondimento del dettaglio progettuale finalizzato al recepimento delle specifiche tecniche di Veritas.

Di seguito si presenta riscontro puntuale alle singole osservazioni contenute nella nota in titolo.

2.4.2.1 Fabbisogno idrico

Osservazione: *“nel documento “IO2-PFTE-D-002-A_Relazione_Generale” viene previsto un fabbisogno idrico pari ad 1 l/s, valore che risulta di gran lunga ridotto rispetto a quanto previsto in origine”*

Si riscontra che la presente *Relazione tecnica opere idrauliche* dell'intervento in titolo ha sempre fatto riferimento a una portata di derivazione dalla rete acquedottistica media pari a 1.0 l/s, non potendo quindi fare riferimento a maggiori previsioni “originali”. Come descritto nel capitolo dedicato alla fornitura idropotabile, il dimensionamento è stato svolto in questa sede con riferimento al fabbisogno di una “popolazione stabile” molto limitata (100 abitanti equivalenti), legata alle attività di segreteria, custodia e agli altri servizi previsti e di una “popolazione fluttuante” molto elevata e molto variabile in funzione dei prevedibili eventi, sportivi o di spettacolo (1000 o 500 ab.eq.), che implica fabbisogni idrici elevati solo in tempi molto concentrati. La stima è stata svolta con riferimento a un bilancio idrico su 15 giorni, al termine del quale è stata calcolata una portata media giornaliera Q24 pari a circa

IO2

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

IO2-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

0.52 l/s, corrispondente a 45 m³/giorno, con la fondamentale ipotesi di prevedere un volume di compensazione e di riserva all'interno del sedime di progetto pari a 100 m³, finalizzato al soddisfacimento del fabbisogno idrico nei periodi di massima domanda (con una massima portata oraria stimata pari a circa 21 m³/ora, ossia 5.76 l/s, nell'ora di punta del giorno di punta).

Si evidenzia infine che la *Relazione* stessa riporta la possibilità di rimodulare la portata di derivazione, a fronte dell'eventuale riduzione del volume di compensazione.

Si ribadisce il calcolo del fabbisogno idrico è stato effettuato sulla base delle attuali previsioni progettuali, che non contengono ipotesi di realizzazione di alberghi o centri commerciali per cui il fabbisogno idrico verrebbe di conseguenza a cambiare.

2.4.2.2 Punto di consegna della rete acque reflue

Osservazione: *"nel documento "IO2-PFTE-D-002-A_Relazione_Generale" il punto di consegna alla rete fognaria è previsto nella rotonda sulla SS14 di raccordo della nuova viabilità, tav. 102-PFTE-I-016-A, ove non esistono condotte fognarie recapitanti al depuratore"*

Il tracciato della nuova rete di smaltimento delle acque reflue è stato modificato, rispetto alla versione progettuale valutata in Conferenza dei Servizi, con la previsione di spostare il punto di consegna alla rete fognaria in corrispondenza alla condotta di fognatura mista esistente lungo la SS 14 "della Venezia Giulia" (circa al chilometro 7+900) individuata dalla planimetria del Piano delle acque comunale.

A seguito della definizione degli interventi di mitigazione contestuale alle valutazioni ambientali VAS e di assoggettabilità a VIA è stata introdotta la presenza introduce la realizzazione di un impianto di depurazione MBR finalizzato al trattamento dei reflui generati dalla "popolazione stabile" legata al normale esercizio della cittadella dello sport, con riutilizzo dell'acqua depurata a fini irrigui o per usi non nobili mediante l'invio delle portate trattate al serbatoio destinato agli usi irrigui.

Tale ipotesi risulta migliorativa rispetto alla soluzione originale, poiché limita lo scarico dei reflui verso la rete comunale di fognatura mista ai reflui in eccedenza dovuti alla "popolazione fluttuante" presente in occasione degli eventi maggiori.

2.4.2.3 Recepimento delle specifiche tecniche Veritas

Osservazione: *"Si fa presente inoltre che le successive fasi progettuali delle reti e degli impianti dovranno recepire le specifiche tecniche (materiali, dimensionamenti, ubicazione, manufatti speciali e quant'altro necessario) della scrivente"*

L'osservazione fa esplicito riferimento alle successive fasi progettuali, nelle quali il livello di approfondimento richiesto sarà adeguato al recepimento di tutte le specifiche tecniche di dettaglio prescritte dall'Ente gestore.

2.4.3 RFI - Direzione Investimenti Area Nord Est - Progetti Trieste-Venezia (prot. 0000300, 17.06.2022)

In questo caso il parere di competenza RFI è articolato in più punti, dei quali solo il punto 3) si riferisce all'ambito idraulico, in particolare alla presenza di aree di invaso superficiale in corrispondenza al sedime della galleria ferroviaria di progetto.

Osservazione: *"Si segnala che tutte le opere previste dal progetto del "Bosco dello Sport" che insisteranno sulla galleria del "Collegamento ferroviario con l'Aeroporto Marco Polo di Venezia" dovranno rispettare i carichi di progetto previsti dalla galleria stessa. Inoltre, dovrà esser evitata la realizzazione di vasche di invaso direttamente gravanti sul solettone della galleria ferroviaria e non dovranno esser previste alberature in corrispondenza e nei pressi delle opere ferroviarie di progetto"*

L'osservazione si ritiene vada riferita alla zona di circa 3000 m² all'estremità sud-est dell'area di intervento, dove un invaso superficiale è ubicato per una minima parte sopra galleria di progetto in questione. A prescindere dalla relativa scarsa significatività in termini dimensionali, si ritiene che la questione non abbia valenza perché, dal punto di vista

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

idraulico, tale galleria rimarrà costantemente immersa nel suolo sotto falda freatica, e quindi soggetta alla spinta di Archimede, che non varierà per evidenti motivi.

Il maggior carico verrebbe ad essere relativo al peso immerso ed emerso delle arginature perimetrali dell'invaso superficiale di progetto (pochi m³/m), che corrispondono a un incremento di carico da ritenersi minimo sull'estradosso della galleria, tenendo conto della relativa prevedibile distribuzione del carico nel terreno a 45°.

Non si ritiene dunque che sia necessaria una ricollocazione degli invasi ora previsti sopra il tracciato di progetto della galleria, anche se una tale eventualità potrebbe essere oggetto di valutazione nei successivi approfondimenti progettuali.

2.4.4 Città di Venezia - Servizio Opere Idrauliche (17.06.2022)

2.4.4.1 Parere Consorzio di Bonifica Acque Risorgive

Prescrizione: *"dovrà essere acquisito il parere del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive"*

Il parere del suddetto Consorzio, come indicato in precedenza, è stato acquisito in sede di Conferenza dei Servizi.

2.4.4.2 Modifiche al progetto

Prescrizione: *"In fase di progettazione definitiva si chiede di:*

- sostituire la caditoie previste con pozzetti sifonati con pozzetti in cls di dimensioni nette interne 40x40 cm ed un franco tra fondo tubo in PVC DN 160 mm e fondo pozzetto di almeno 20 cm per il deposito e la raccolta dei sedimenti al fine di facilitare le operazioni di pulizia, considerata la separazione delle reti fognarie;*
- nelle aree a parcheggio le suddette caditoie sono previste in centro strada. Si invita a posizionarle tra posto auto e corsia;*
- conformare i bacini di laminazione in modo da garantirne il completo asciugamento al termine degli eventi piovosi;*
- prevedere pozzetti di ispezione negli invasi profondi realizzati con condotte interrato ogni 50 m."*

La prescrizione fa esplicito riferimento alla necessità di prevedere le modifiche elencate in fase di progettazione definitiva.

2.4.5 Città di Venezia - Settore Autorizzazioni e Servizi Ambientali (16.06.2022)

Osservazione: *"Si prende atto che tra le infrastrutture si è scelta l'alternativa "di collettare tutti i reflui verso la rete comunale di raccolta delle acque nere, esistente o di prossima esecuzione, diretta all'impianto di depurazione di Campalto, realizzando una nuova tubazione lungo la viabilità di raccordo con la SS 14 e Tessera", "con estesa complessiva pari a circa 2300 m, ... con la conseguente esigenza di prevedere una serie di n.4 piccoli impianti di sollevamento per il relativo rilancio".*

Si ricorda di verificare con il Consiglio di Bacino Laguna di Venezia e con VERITAS, gestore dell'impianto su incarico del Consiglio di Bacino, la fattibilità di tale collegamento con particolare riferimento alla capacità residua del depuratore di Campalto in relazione alla portata di reflui media e massima che si stima venga generata dal nuovo insediamento"

Il recapito alla rete afferente all'impianto di depurazione di Campalto era stato già condiviso con Veritas, volendo comunque ribadire quanto accennato al punto 2.4.2.2 in merito alle mitigazioni di cui alle procedure VAS e VA VIA, che hanno portato alla proposta di realizzazione di un impianto di trattamento per i reflui della popolazione stabile che andrà ad alleggerire il carico diretto all'impianto di Campalto.

I02**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.5 Stato di riforma

2.5.1 Descrizione degli interventi di trasformazione urbanistica

In sintesi, la trasformazione in esame consiste nella realizzazione di una nuova “Cittadella dello sport”, costituita da:

- uno stadio con capacità di 16'000 spettatori;
- un'arena palasport da 12'000 posti;
- una serie estesa di servizi quali campi da tennis, padel, beach volley, aree spettacoli e altri edifici di servizio;
- aree boscate per la compensazione e la ricomposizione ambientale per una superficie complessiva di oltre 40 ha;
- circa 15 km di nuovi percorsi ciclo-pedonali;
- un compendio di nuova viabilità per l'accesso a n.7 aree di parcheggio distribuite lungo il perimetro dell'area di intervento.

2.5.2 Uso del suolo

2.5.2.1 Analisi delle trasformazioni delle superfici

Al fine del calcolo dell'invarianza idraulica la prima attività da svolgere è l'analisi delle modificazioni dell'uso del suolo nelle prospettate configurazioni di riforma, finalizzata alla valutazione della variazione complessiva della permeabilità delle superfici e, di conseguenza, della relativa risposta idrologica in caso di eventi gravosi di precipitazione.

Primaria attenzione è stata quindi posta nell'analisi dell'articolazione delle superfici che si realizzeranno con lo stato di riforma nel comparto dedicato agli impianti sportivi, ai parcheggi e alle aree di compensazione ambientale, illustrata nella tavola allegata I02-PFTE-I-003-A, un cui estratto è riprodotto in Figura 24.

L'analisi generale delle trasformazioni è sintetizzabile nei seguenti criteri:

- complessivamente l'ambito di intervento ha una superficie di 95.9 ha, dei quali 61.4 ha saranno dedicati alle superfici a verde (boschi, prati, verde attrezzato) in adiacenza alla cittadella;
- a sud dell'ambito della cittadella dello sport, all'interno di un ambito di circa 18.9 ha, ulteriori 4.0 ha saranno interessati dalla realizzazione della nuova viabilità di collegamento con la SS 14 in località Tessera, e 14.0 ha saranno dedicati ad aree verdi.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

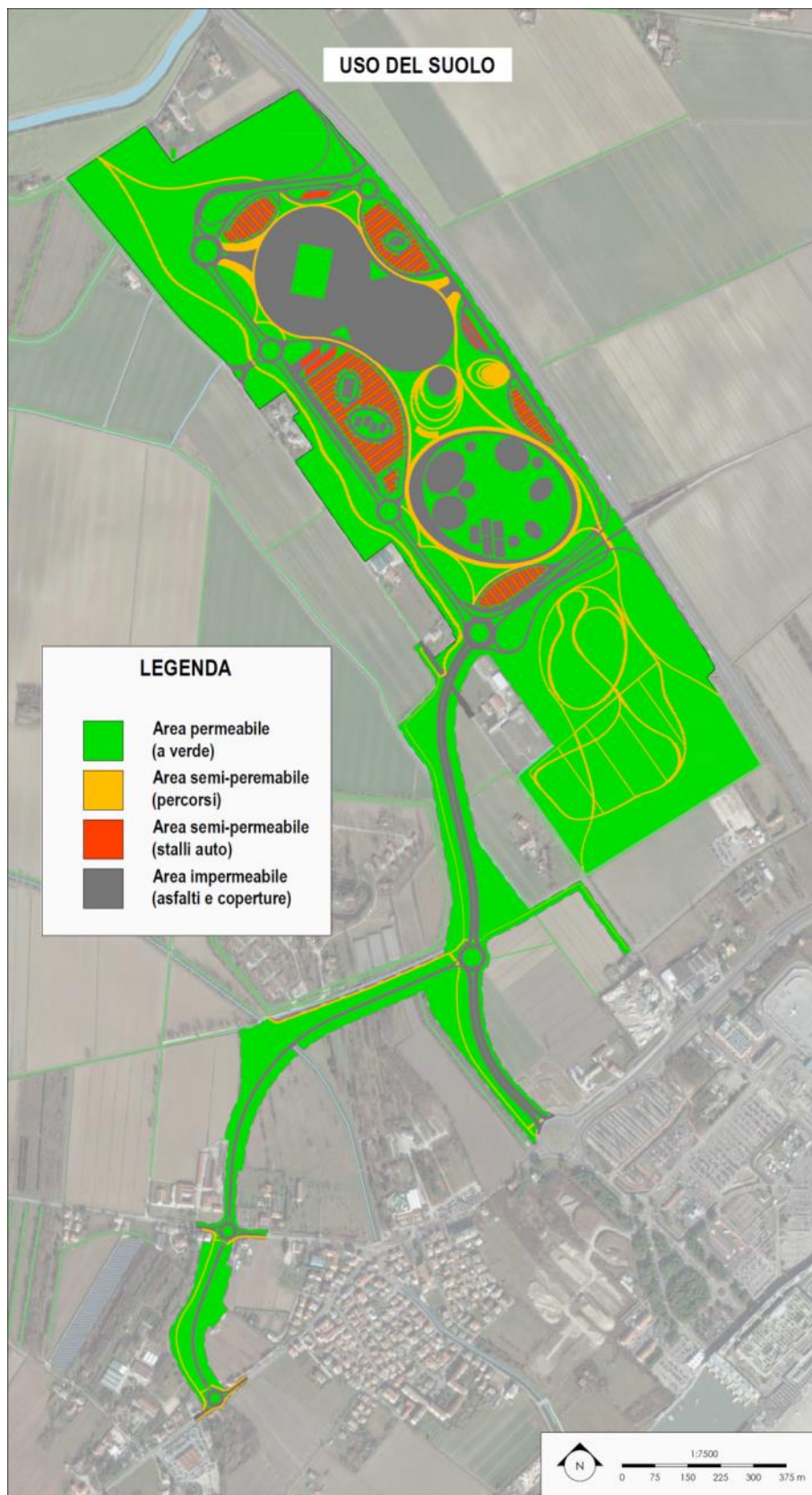


FIGURA 24: ANALISI USO DEL SUOLO STATO DI RIFORMA

I02
**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

Analizzando in dettaglio le tipologie delle superfici all'interno del comparto relativo alla cittadella dello sport, si può osservare che:

- le principali superfici impermeabilizzate sono quelle della copertura del nuovo stadio e del palasport, oltre alla superficie pedonale attorno a tali strutture. Si aggiungono in questa categoria tutte le coperture dei vari edifici previsti e la nuova viabilità per l'accesso all'area e ai parcheggi disposti lungo il perimetro, per una superficie stimata pari a 26.7 ha, rappresentata nella suddetta tavola in colore grigio;
- tutti gli stalli di parcheggio verranno realizzati come superfici semi-permeabili, con una particolare metodologia costituita da ghiaia inerbita, per una superficie complessiva pari a 2.8 ha, indicata in tavola con colore arancione;
- importante sarà nell'ambito di progetto la viabilità ciclo-pedonale, che sarà realizzata con superfici semipermeabili pari complessivamente a 5.0 ha, indicati in tavola con colore giallo;
- come anticipato, le aree a verde, sia all'interno dell'ambito degli impianti sportivi che nelle immediate vicinanze, occuperanno una superficie di circa 61.4 ha, evidenziata in tavola con colore verde.

2.5.2.2 Calcolo del coefficiente di deflusso medio ragguagliato

Come indicato dalle indicazioni operative della DGRV 2948/2009 (Allegato A):

"I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,....)".

Si assumono quindi coefficienti di deflusso, da applicare alle suddette superfici, pari a:

- 0.9 per le superfici impermeabili;
- 0.6 per le superfici semi-permeabili (stalli di parcheggio e viabilità ciclo-pedonale);
- 0.2 per le aree a verde.

Nella Tabella 1 di seguito riportata è quindi contenuta la sintesi di tali valutazioni, poste a base del calcolo del coefficiente di deflusso ragguagliato, stimato come valore medio sull'intera superficie del comparto, pesato rispetto all'estensione delle aree con differente permeabilità. Per l'ambito di trasformazione corrispondente al comparto "1" il coefficiente di deflusso medio ragguagliato è quindi pari a 0.43.

| COMPARTO 1 - BOSCO DELLO SPORT | | |
|--------------------------------|-------------|-------------------|
| A agricole [m²] | 0.1 | - |
| A verdi [m²] | 0.2 | 614'069.00 |
| A semipermeabili [m²] | 0.6 | 77'708.00 |
| A impermeabili [m²] | 0.9 | 266'944.00 |
| | | |
| A tot [m²] | | 958'721.00 |
| Cd medio ragguagliato | 0.43 | |

TABELLA 1: CARATTERISTICHE USO DEL SUOLO - STATO DI RIFORMA - COMPARTO 1

Per quanto attiene la nuova viabilità di collegamento con la SS 14, si tratta di una superficie di 4.0 ha impermeabilizzati per la realizzazione della nuova viabilità e di ulteriori 14.0 ha a verde, all'interno dei quali verranno realizzati i volumi di invaso di stretta pertinenza della compensazione idraulica della nuova viabilità. A corredo di tali aree, si stimano superfici semi-permeabili per la viabilità ciclo-pedonale per un totale di 0.9 ha. Nella seguente Tabella 2 è presentato il calcolo del coefficiente di deflusso medio ragguagliato per tale comparto, che porta al valore di 0.37.

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

| COMPARTO 2 - VIABILITÀ | | |
|------------------------------------|-------------|-------------------|
| A agricole [m ²] | 0.1 | - |
| A verdi [m ²] | 0.2 | 140'187.00 |
| A semipermeabili [m ²] | 0.6 | 8'961.00 |
| A impermeabili [m ²] | 0.9 | 39'656.00 |
| | | |
| A tot [m²] | | 188'804.00 |
| Cd medio ragguagliato | 0.37 | |

TABELLA 2: CARATTERISTICHE USO DEL SUOLO - STATO DI RIFORMA - COMPARTO 2

La stima del coefficiente medio ragguagliato riferito all'intera superficie di trasformazione porta alle valutazioni sintetizzate nella seguente Tabella 3: considerando la superficie totale di 114.8 ha il coefficiente medio ragguagliato è leggermente inferiore a quello calcolato per la zona degli impianti sportivi, pari cioè a 0.42.

| TOTALE | | |
|------------------------------------|-------------|---------------------|
| A agricole [m ²] | 0.1 | - |
| A verdi [m ²] | 0.2 | 754'256.00 |
| A semipermeabili [m ²] | 0.6 | 86'669.00 |
| A impermeabili [m ²] | 0.9 | 306'600.00 |
| | | |
| A tot [m²] | | 1'147'525.00 |
| Cd medio ragguagliato | 0.42 | |

TABELLA 3: CARATTERISTICHE USO DEL SUOLO - STATO DI RIFORMA - TOTALE

2.5.2.3 Classe di intervento

Ai sensi dell'Allegato A alla DGRV 2948/2009, l'intervento si configura quindi come caso di "marcata impermeabilizzazione potenziale" poiché si riferisce a:

- una superficie totale di 114.8 ha (superiore a 10 ha);
- un coefficiente di deflusso medio ragguagliato nella prospettata configurazione di riforma pari a 0.42 (Imp>0.3).

2.5.3 Corpo idrico ricettore

Come accennato in precedenza, la realizzanda cittadella dello sport insiste all'interno del bacino di bonifica a sollevamento meccanico tributario dell'impianto idrovoro Cattal, in un sottobacino afferente al collettore Cattal.

In ottemperanza a quanto prescritto dalle "Linee guida" edite nel 2009 dall'ex Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007, il recapito delle acque meteoriche dovrebbe restare invariato rispetto allo stato *ante operam*: "È inoltre importante ricordare che l'invarianza idraulica così come intesa nella DGR 1322/06 e nelle ordinanze commissariali non è solo riferita alla portata scaricata, altri sono gli aspetti necessari a garantirla. In particolare: 1. L'invarianza del punto di recapito. Oltre a mantenere invariata la portata generata dal lotto oggetto di trasformazione è infatti opportuno convogliare le acque nel medesimo ricettore dello stato di fatto, ciò consente di non aggravare altre reti".

In considerazione del fatto che la cittadella dello sport verrebbe ad insistere in prossimità del limite che separa il sottobacino delle "Acque basse" da quello delle "Acque medie" afferente ai collettori Acque Alte e Acque Medie Cattal, e su esplicita indicazione del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (parere prot. 8357 in data 15.06.2022), ente gestore dei collettori e degli impianti di bonifica del territorio in esame, si ritiene tuttavia opportuno che i deflussi

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

generati nella futura configurazione di progetto vengano deviati verso il Collettore Acque Medie Cattal, che come già indicato scorre lungo il margine sud-ovest dell'area di intervento.

Si evidenzia infatti che il bacino delle *Acque Medie* è oggetto di un importante piano di ristrutturazione idraulica, come già anticipato nel §2.3.3. All'interno di questo sedime infatti insiste l'aeroporto Marco Polo di Venezia, per cui in attuazione a specifiche intese fra il Consorzio di Bonifica e SAVE è stato dato avvio a un grande piano, che prevede la realizzazione di un nuovo impianto idrovoro della capacità di 8 m³/s, una volta a regime, oltre alla realizzazione di un grande bacino di laminazione in sinistra idraulica del collettore Acque Medie Cattal.

Viene quindi scelto come corpo idrico ricettore il collettore Acque Medie Cattal in vece del collettore Cattal, il cui alveo non sarà modificato al di fuori dell'area di intervento.

Il recapito nel Collettore Acque Medie sarà ottenuto mediante un manufatto di collegamento, ubicato nel vertice sud dell'area di intervento, che consentirà al contempo l'attraversamento in sottopassaggio di via Ca' Zorzi e l'incollo dei volumi idrici invasati a monte, permettendo lo scarico delle portate massime effettivamente consentite. Considerati i maggiori livelli di piena caratteristici del regime di Acque Medie del bacino Cattal, nel suddetto manufatto sarà inserita una valvola elastomerica anti-riflusso, per evitare che eventuali profili di rigurgito dal collettore stesso possano riempire gli invasi, circostanza questa possibile in considerazione dei diversi picchi di corrivazione fra la rete Acque Medie e l'area di progetto.

Si evidenzia infine che, considerata la bassa giacitura dei terreni a sud delle aree da edificare e di quelle adibite a invaso temporaneo, si ritiene necessario garantire il funzionamento attuale del sistema di drenaggio di tali superfici, mediante la pulizia delle scoline e del capofosso a sud, in modo che la falda freatica possa continuare a essere drenata dalla rete afferente alla porzione Acque Basse (Collettore Cattal), per evitare che le piantumazioni del realizzando bosco possano essere danneggiate da un troppo ridotto franco di coltivazione.

2.6 Dimensionamento delle opere di compensazione idraulica

Oggetto del presente capitolo è la descrizione del dimensionamento e delle principali scelte ingegneristiche in merito ai dispositivi di compensazione idraulica necessari per garantire la compatibilità idraulica degli interventi proposti, in termini di invarianza rispetto alla condizione attuale del territorio e di ottemperanza dei vincoli vigenti.

I criteri di dimensionamento di tali opere sono definiti, per la Regione del Veneto, all'interno del documento di *"Valutazione di compatibilità idraulica - Linee guida"* edito nel 2009 dal Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto. Come ribadito in tale documento, *"le misure compensative consistono sostanzialmente nella individuazione e progettazione di volumi e modalità di gestione di essi in modo che l'area interessata da intervento di trasformazione del suolo non modifichi la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata"*.

Viene quindi di seguito descritto il calcolo del necessario volume di compensazione per garantire l'invarianza idraulica, ponendosi la necessità di definire le relative modalità di realizzazione, ai fini della successiva verifica con modello idrologico-idraulico, come prescritto dalla normativa regionale, trattandosi di un intervento di "marcata impermeabilizzazione potenziale".

2.6.1 Metodi di calcolo

Le suddette "Linee guida" forniscono criteri ingegneristici "semplificati" per il dimensionamento delle opere di invaso mediante formule e abachi utilizzabili direttamente per classi di intervento di "trascurabile impermeabilizzazione potenziale", "modesta impermeabilizzazione" o "modesta impermeabilizzazione potenziale" (metodo dell'invaso) o di "significativa impermeabilizzazione potenziale" (metodo cinematico-razionale o delle sole piogge), mentre indicano che per casi di "marcata impermeabilizzazione potenziale" come il caso in esame è necessario uno specifico studio idrologico-idraulico, a livello di bacino, in grado di evidenziare la formazione dell'onda di piena di progetto, di verificare l'efficacia del sistema di invaso nel contenimento dei volumi di piena e nella restituzione ai corpi idrici recettori, mediante simulazioni modellistiche di moto vario.

Punto di partenza per il pre-dimensionamento delle opere è in ogni caso la formulazione del metodo dell'invaso, che tratta il problema di moto vario in modo semplificato e può essere applicato con il supporto degli abachi specifici per ciascuna zona territoriale omogenea in cui è divisa la regione o con specifici strumenti di calcolo messi a disposizione dal competente Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (www.acquerisorgive.it), basati sul recente studio commissionato dal Consorzio Unione Regionale Consorzi Gestione e Tutela del Territorio e Acque Irrigue ANBI Veneto *"Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento"*, basato su dati meteorologici aggiornati fino al 31/12/2017.

Una volta definito l'ordine di grandezza dei volumi di invaso necessari per l'invarianza idraulica, mediante approccio ingegneristico semplificato, sarà quindi proposto e verificato mediante modellazione matematica a moto vario un dettagliato compendio di opere di laminazione, distribuito correttamente nell'ambito di trasformazione oggetto di studio.

2.6.2 Precipitazioni di riferimento

Per l'analisi idraulica qui descritta si fa riferimento a dati di pioggia "sintetici" calcolati cioè su base statistica in funzione del tempo di ritorno e della durata di pioggia a partire dalle curve di possibilità pluviometrica più recenti approvate dal Consorzio di Bonifica Veneto Acque Risorgive, contenute nel sopra citato aggiornamento 2019 dell'*"Analisi regionalizzata delle precipitazioni"*, tali da fornire appunto un valore statistico ai risultati ottenuti.

Con riferimento a quanto prescritto dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, per precipitazioni di durata compresa fra 5 minuti e 24 ore è possibile calcolare l'altezza di pioggia h per un tempo di ritorno T_r e un tempo di pioggia t_p mediante una curva di possibilità pluviometrica a tre parametri nella forma:

$$h = \frac{a}{(t_p + b)^c} t_p$$

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

in cui t_p è espresso in [minuti] e h in [mm], mentre i parametri a , b , e c sono stati calcolati per la “sottozona omogenea 3” (evidenziata in rosso nella mappa del comprensorio in Figura 25) in cui è contenuto l’ambito di Tessera, e riassunti nella seguente tabella, in funzione dei tempi di ritorno Tr a cui fare riferimento, cui corrispondono le altezze di pioggia rappresentate nel grafico in Figura 26.

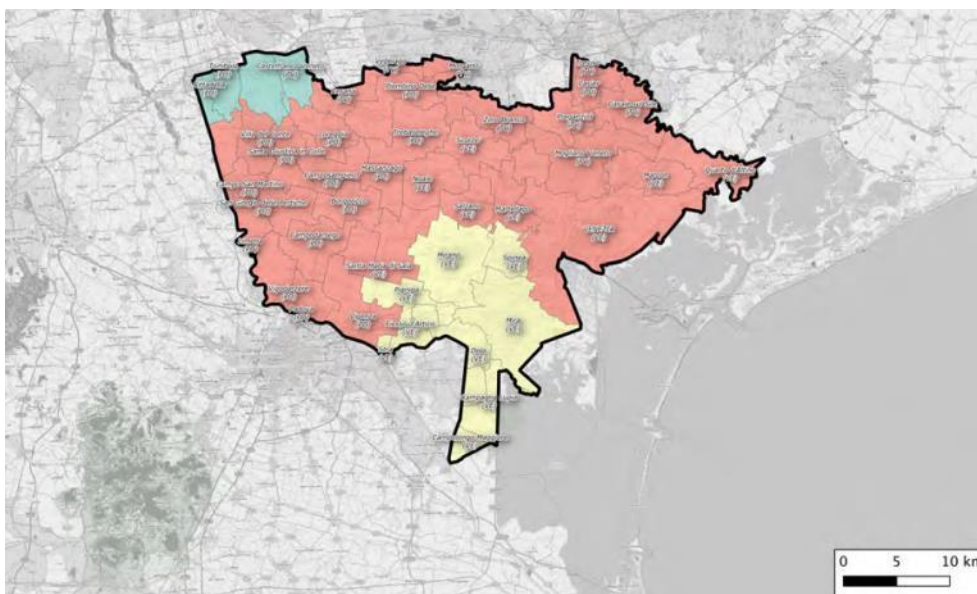


FIGURA 25: SOTTOZONE OMOGENEE (ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI - CdB ACQUE RISORGIVE, I4 CONSULTING SRL, 2019)

| Tr [anni] | a | b | c |
|----------------------|----------|----------|----------|
| 2 | 19.6 | 9.3 | 0.812 |
| 5 | 23.7 | 10.0 | 0.807 |
| 10 | 26.1 | 10.4 | 0.798 |
| 20 | 28.0 | 10.7 | 0.787 |
| 30 | 28.8 | 10.9 | 0.780 |
| 50 | 29.7 | 11.1 | 0.770 |
| 100 | 30.5 | 11.3 | 0.755 |
| 200 | 30.9 | 11.5 | 0.740 |

TABELLA 4: PARAMETRI DELLA CURVA SEGNALETTRICE TRI-PARAMETRICA PER LE PIOGGE SUB-GIORNALIERE SOTTOZONA OMOGENEA 3 (ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI - CdB ACQUE RISORGIVE, I4 CONSULTING SRL, 2019)

102

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

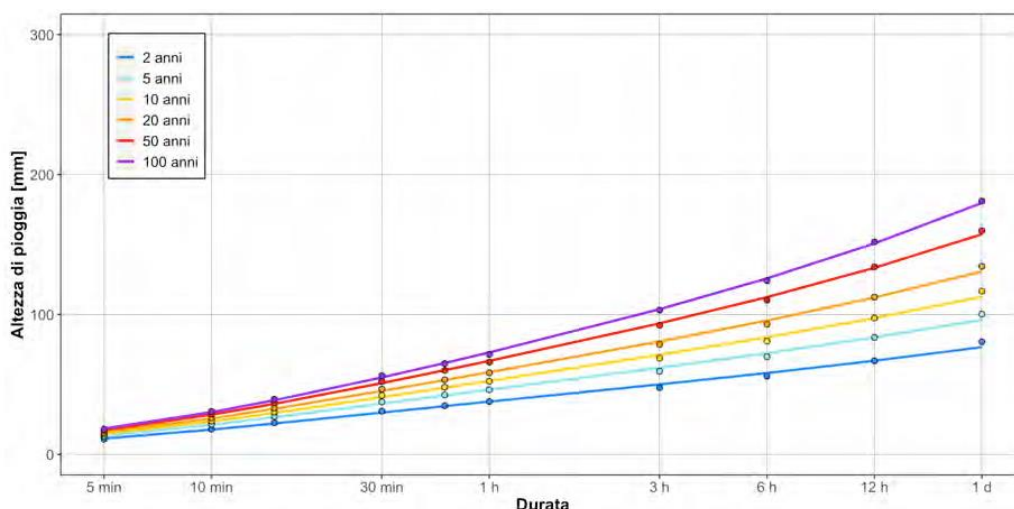


FIGURA 26: CURVE SEGNALETTRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER DURATE SUB-GIORNALIERE - SOTTOZONA OMOGENEA 3 (ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI - CdB Acque Risorgive, I4 CONSULTING SRL, 2019)

Per l'analisi dell'ambito di trasformazione, caratterizzato da sottobacini afferenti alla rete di raccolta di esigua estensione e con tempi di corrivazione ridotti, si sceglie quindi di fare riferimento a eventi con diverso tempo di pioggia, da 1 a 12 ore, per tempi di ritorno di 50 anni, in modo da poter combinare le valutazioni per quanto riguarda la frequenza e la gravosità degli eventi considerati.

Per $T_r = 50$ anni si ottiene quindi:

| | |
|--------------------|----------------|
| per $t_p = 1$ ora | $h = 66.8$ mm |
| per $t_p = 3$ ora | $h = 93.6$ mm |
| per $t_p = 6$ ora | $h = 112.3$ mm |
| per $t_p = 12$ ora | $h = 133.3$ mm |

Considerando la superficie complessiva del bacino afferente alla rete considerata, pari a circa 115 ha (di cui circa 31 da considerarsi impermeabili), si stanno quindi valutando eventi di pioggia corrispondenti a volumi meteorici complessivi variabili fra 77'000 e 153'000 m³.

2.6.3 Pre-dimensionamento del volume di invaso

2.6.3.1 Stima del volume di invaso con il metodo dell'invaso

Con i parametri sopra discussi è possibile applicare gli strumenti di calcolo forniti dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, con la fondamentale ipotesi che il coefficiente udometrico consentito allo scarico sia pari a 5 l/s-ha, come prescritto dal Piano delle Acque del Comune di Venezia per le trasformazioni presso il bacino Cattal.

Con l'ulteriore ipotesi, semplificativa, che gli invasi siano ottenuti mediante sezioni aperte, si ottengono quindi per il comparto della cittadella dello sport i seguenti risultati per il tempo di ritorno di 50 anni, che portano a stimare che il volume necessario per tale comparto, al fine del rispetto dell'invarianza idraulica è pari a circa 46'570 m³, con un contributo specifico per unità di superficie pari a circa 483 m³ per ettaro di trasformazione.


I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni



METODO DELL' INVASO

Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente α della scala delle portate

PARAMETRI IN INGRESSO

| | |
|--|---------------------------|
| Venezia | 50 |
| Coefficiente d'afflusso k | 0.43 [-] |
| Coefficiente udometrico imposto allo scarico | 5 [l/s, ha] |
| Esponente α della scala delle portate | 1.5 [-] |
| Superficie intervento | 958'721 [m ²] |

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

| | | | |
|-------------------------|-----------------|---|-------------------------------|
| Comune di | Venezia | a | 29.7 [mm min ^{c-1}] |
| Zona | ZONA OMOGENEA 3 | b | 11.1 [min] |
| Tempo di ritorno [anni] | 50 | c | 0.77 [-] |

| | |
|---|--|
| Volume specifico richiesto per l'invarianza | 483 [m ³ ha ⁻¹] |
| Volume richiesto per l'invarianza | 46269.6 [m ³] |

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Acque Risorgive (www.acquerisorgive.it).
Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.



Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019


FIGURA 27: Tr 50 ANNI

Con riferimento alla superficie totale di intervento, comprensiva cioè anche del comparto destinato alla nuova viabilità verso Tessera, i risultati ottenuti analogamente sono riportati di seguito, e portano alla stima di un volume di invaso necessario complessivamente pari a circa 53'700 m³.

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni



METODO DELL' INVASO

Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente α della scala delle portate

PARAMETRI IN INGRESSO

| | |
|--|-----------------------------|
| Venezia | 50 |
| Coefficiente d'afflusso k | 0.42 [-] |
| Coefficiente udometrico imposto allo scarico | 5 [l/s, ha] |
| Esponente α della scala delle portate | 1.5 [-] |
| Superficie intervento | 1'147'525 [m ²] |

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

| | | | |
|-------------------------|-----------------|---|-------------------------------|
| Comune di | Venezia | a | 29.7 [mm min ^{c-1}] |
| Zona | ZONA OMOGENEA 3 | b | 11.1 [min] |
| Tempo di ritorno [anni] | 50 | c | 0.77 [-] |

| | |
|---|--|
| Volume specifico richiesto per l'invarianza | 468 [m ³ ha ⁻¹] |
| Volume richiesto per l'invarianza | 53695.3 [m ³] |

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Acque Risorgive (www.acquerisorgive.it).
Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.


Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019


FIGURA 28: Tr 50 ANNI

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.6.3.2 Stima del volume di invaso con il metodo delle piogge

La stima del volume necessario per garantire l'invarianza idraulica, ossia per invasare temporaneamente i maggiori volumi generati dall'area nella prospettata configurazione di riforma, può essere calcolato anche come differenza fra i volumi affluiti alla rete di raccolta e i volumi massimi scaricabili nel corpo idrico ricettore, nell'ipotesi semplificativa di trascurare tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi a meno della separazione della precipitazione efficace ottenuta con il metodo del coefficiente di deflusso medio.

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi. Ipotizzando quindi di applicare la formulazione dell'altezza di precipitazione h (calcolata in millimetri) nella forma:

$$h(t) = \frac{a \cdot t}{(b + t)^c}$$

come funzione del tempo di pioggia t (espresso in minuti) e di 3 parametri (a, b, c) determinati mediante l'Analisi regionalizzata di recente aggiornata dal già citato studio commissionato da ANBI a i4 Consulting Srl (dicembre 2019), a loro volta funzione del tempo di ritorno dell'evento e della zona territoriale di riferimento, si può considerare che il volume in ingresso alla rete V_{IN} nel tempo di pioggia t sia pari a:

$$V_{IN} = S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b + t)^c}$$

e che nello stesso tempo il volume massimo scaricabile V_{OUT} sia pari alla portata imposta dalle prescrizioni del Piano delle Acque Q_{IMP} moltiplicata per lo stesso tempo t :

$$V_{OUT} = Q_{IMP} \cdot t$$

Il volume da invasare V al tempo di pioggia t è quindi esprimibile come:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{IMP} \cdot t = S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b + t)^c} - Q_{IMP} \cdot t$$

il cui valore massimo è ricavabile ponendo pari a 0 la derivata prima di V in funzione di t . La durata di pioggia critica per l'intero bacino scolante $t_{critico}$ non è esprimibile in forma esplicita da tale derivata, tuttavia è sufficiente un semplice processo iterativo per la risoluzione della seguente relazione:

$$t_{critico} = \left\{ \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[-\frac{c \cdot t_{critico}}{t_{critico} + b} + 1 \right]} \right\}^{-1/c} - b$$

Nelle ipotesi di riferimento di tempo di ritorno di 50 anni, si ha quindi per il caso in esame:

$$\begin{aligned} a &= 29.7 \quad b = 11.1 \quad c = 0.770 \quad (\text{vd. Tabella 4}) \\ S &= 958'721 \text{ m}^3 \text{ per il comparto 1} \\ \varphi &= 0.43 \quad (\text{vd. Tabella 1}) \\ Q_{IMP} &= 5 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 9.59 \text{ ha} = 479 \text{ l/s} = 0.479 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

da cui è possibile ricavare la durata critica pari a:

$$t_{critico} = 418 \text{ minuti} = 6.97 \text{ ore}$$

Tale valore, come anticipato, è da considerarsi valido per l'intero bacino nelle prospettate condizioni di riforma, mentre si vedrà in seguito come per le valutazioni di moto vario di dettaglio si sia fatto riferimento anche a un tempo

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

critico per ciascun sotto-bacino in cui l'intero ambito può essere suddiviso, con riferimento alla rete di progetto, posto pari a 1 ora. Con riferimento all'intero bacino è stato comunque calcolato il massimo valore di portata, definibile con il metodo cinematico, pari a:

$$\text{per } t_p = t_{\text{critico}} \quad Q_{\text{max}} = \frac{S \phi h(t_{\text{critico}})}{t_{\text{critico}}}$$

il cui andamento temporale è rappresentato nella seguente Figura 29, e il corrispondente massimo volume di invaso, come differenza fra il volume affluito e quello defluito, il cui andamento temporale è rappresentato in Figura 30. Si riscontra che il massimo volume di invaso secondo la formulazione sopra esposta è pari a:

$$V_{\text{INV}} = 36'064 \text{ m}^3$$

valore inferiore a quello precedentemente stimato con il metodo dell'invaso, e per questo motivo non tenuto in considerazione nel corso del seguente dimensionamento.

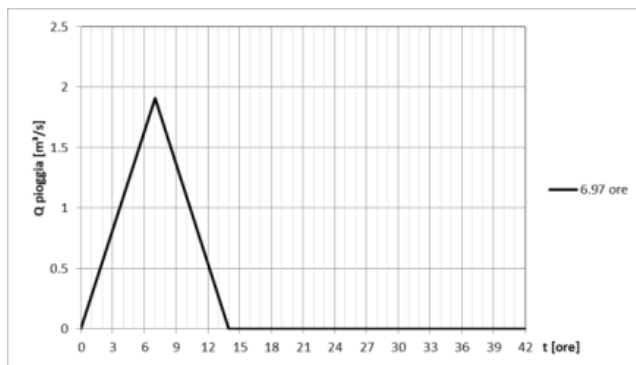


FIGURA 29: PORTATA GENERATA PER $T_p = 6.97$ ORE

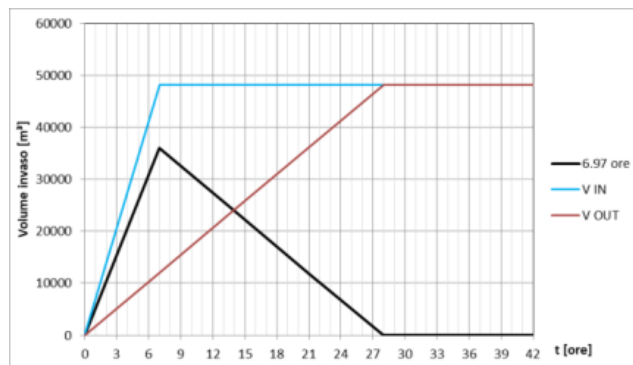


FIGURA 30: VOLUME INVASATO PER $T_p = 6.97$ ORE

2.6.3.3 Volume di invaso integrativo per la compensazione degli interventi di rialzo dal piano campagna

Al risultato più cautelativo ottenuto e descritto in precedenza in termini di volume di invaso (§ 2.6.3.1) è necessario, come anticipato, sommare un ulteriore contributo di invaso per la compensazione degli interventi di rialzo delle superfici rispetto al piano campagna nella zona degli impianti sportivi, prescritto pari a 150 m³/ha di superficie rialzata.

Dalle previsioni del Masterplan, è possibile stimare che la superficie destinata a rialzo rispetto all'esistente piano campagna è pari a circa 60.6 ha, concentrata nella zona centrale e settentrionale dell'ambito, per cui sarà necessario ottenere un ulteriore volume di invaso non inferiore a 9'090 m³ dedicato a tale compensazione idraulica.

Il volume di invaso complessivamente necessario per l'invarianza idraulica, nelle ipotesi sopra proposte, è quindi pari a:

$$V_{\text{INV}} = 62'775 \text{ m}^3$$

2.6.3.4 Volume di invaso integrativo per la compensazione della rete minore obliterata dagli interventi

Al valore sopra calcolato deve essere inoltre aggiunto ulteriore volume di invaso integrativo per ottemperare alla prescrizione posta in sede di Conferenza dei Servizi dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (prot. 8357, 15.06.2022), riguardo alla necessità di compensare anche i "volumi d'invaso attualmente disponibili nell'area oggetto di trasformazione, ovvero dei fossi e delle scoline che andranno interrati".

Per la stima del volume complessivo corrispondente, allo stato attuale, alla rete idraulica minore presente nel sedime che sarà effettivamente interessato da interventi di interramento è stato quindi analizzato il rilievo topografico eseguito nel febbraio 2022, con il quale è stata rilevata in dettaglio tutta la rete idrica minore. Nella seguente Figura 31 è quindi riportata, sulla base della planimetria di rilievo, in colore giallo l'indicazione dell'area per la quale si prevede una effettiva obliterazione delle reti minori e, al suo interno, in colore rosso i fossi e le scoline presenti nelle aree agricole, ai quali, date le dimensioni rilevate, sono stati associati volumi di invaso lineare pari a 0.50 m³/m,

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

mentre in colore verde sono indicati i fossi di dimensioni maggiori, recettori delle altre cunette nella zona centrale dell'area, direttamente collegati al Collettore Cattal, a cui si può attribuire un volume specifico maggiore, pari a 1.5 m³/m.

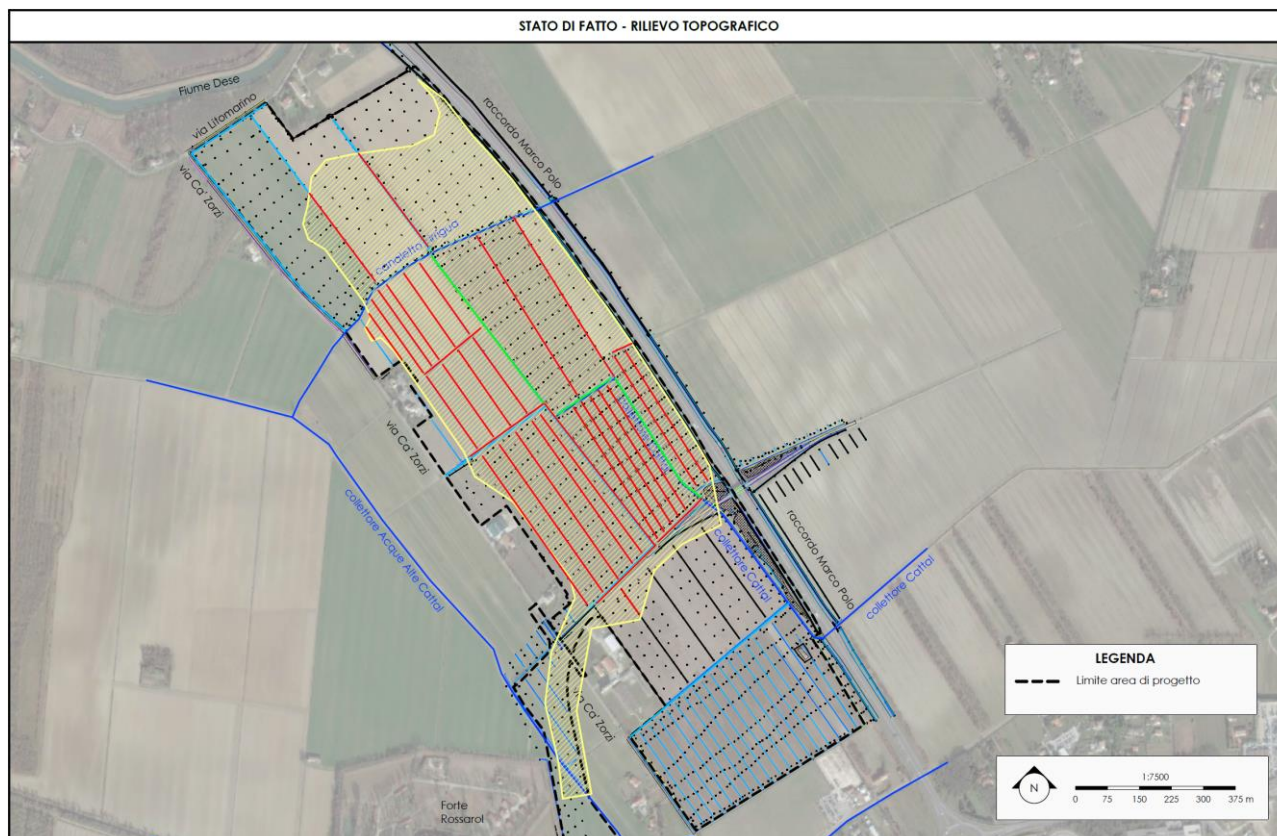


FIGURA 31: FOSSI E SCOLINE OBLITERATE (SU RILIEVO TOPOGRAFICO FEBBRAIO 2022)

L'estensione complessiva della rete minore, indicata in colore rosso, è stata dunque calcolata pari a circa 9 km, a cui corrisponde un volume di 4500 m³, mentre la rete maggiore in colore verde ha estesa di circa 1 km, corrispondente quindi a un volume di 1500 m³. Il volume complessivo di fossi e scoline attualmente presente all'interno dell'area che verrà interessata da interventi di interrimento è quindi pari a circa 6000 m³.

Il volume di invaso complessivamente necessario per compensare anche tale volume "obliterato", nelle ipotesi sopra proposte, è quindi pari a:

$$V_{INV} = 68'775 \text{ m}^3$$

I02

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.6.4 Definizione degli invasi per le acque meteoriche

Nel precedente paragrafo è stato descritto il calcolo semplificato del necessario volume di compensazione per garantire l'invarianza idraulica, ponendosi quindi la necessità di definire le relative modalità di realizzazione, ai fini della successiva verifica con modello idrologico-idraulico, come prescritto dalla normativa regionale, trattandosi di un intervento di "marcata impermeabilizzazione potenziale".

Detto volume è pari a circa 68'775 m³, valore questo non marginale che impone una suddivisione in diverse componenti.

Nella tavola allegata I02-PFTE-I-002-A è rappresentato il compendio di opere di compensazione previsto, che sarà di seguito descritto nelle relative componenti.

2.6.4.1 Invasi superficiali

Una prima distinzione deve essere posta con riferimento agli invasi superficiali, a cielo aperto, che potranno trovare spazio all'interno delle aree a verde previste dal Masterplan.

La tavola allegata I02-PFTE-I-004-A, qui riprodotta in Figura 32, contiene la rappresentazione schematica di tali invasi, riconducibili a tre distinte categorie:

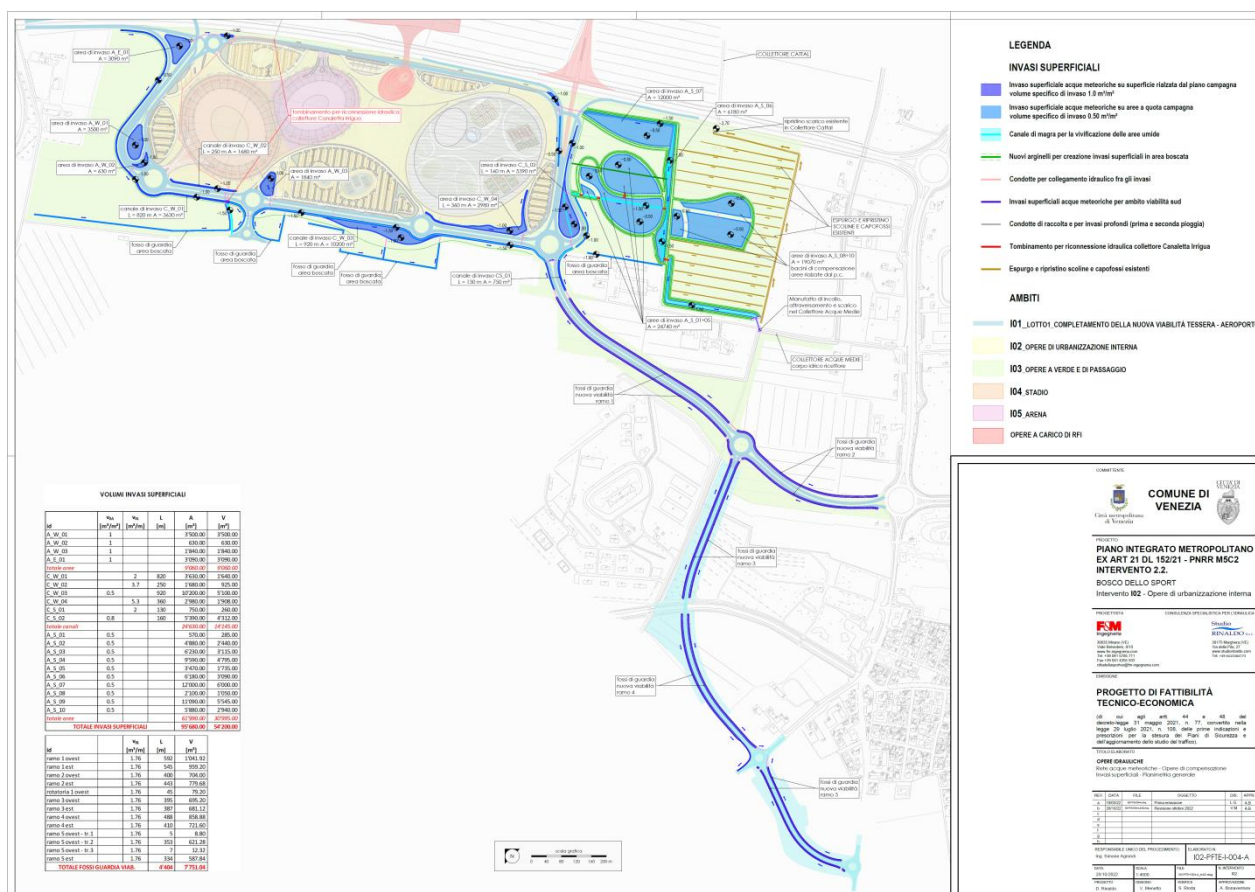


FIGURA 32: OPERE DI COMPENSAZIONE - PLANIMETRIA DEGLI INVASI SUPERFICIALI

1. Invasi superficiali ottenuti in aree allagabili ai lati della nuova viabilità o delimitate negli spazi contenuti dagli svincoli e nelle aree di pertinenza degli impianti sportivi e dei servizi (indicate in planimetria con colore blu scuro), che avranno giaciture di progetto sopraelevate rispetto all'attuale piano campagna, variabili fra circa 0.75 e 1.00 m s.m.m. In questo caso è possibile ipotizzare un volume specifico di invaso minimo pari a 1 m³ per metro quadrato di superficie, tenuto conto che sarà possibile predisporre dei manufatti di regolazione, che consentano di riempire tali superfici con un adeguato franco di sicurezza. A tal fine verranno utilizzate tutte le

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

- superfici all'interno delle nuove rotatorie di progetto e dei raccordi viari, con una superficie complessiva significativa, pari a circa 33'700 m² corrispondenti a un invaso di circa 23'200 m³;
2. Invasi superficiali ottenuti mediante bassure e arginature delle aree di compensazione ambientale a sud della zona degli impianti sportivi, con giacitura superiore al livello ordinario della falda freatica, piantumate con essenze in grado di sopportare periodici allagamenti. Per tale tipologia di superfici è stata adottata una capacità di invaso specifico pari a 0,5 m³ per metro quadrato, equivalente quindi a un tirante massimo di 50 cm rispetto al fondo. All'interno di tale categoria sono state inserite le superfici integrative esterne all'area della cittadella dello sport, per una superficie complessiva di circa 62'000 m² corrispondenti a un volume di circa 31'000 m³, all'interno dei quali è computato anche un volume di circa 9'500 m³ a titolo di compensazione delle aree per cui è previsto il rialzo rispetto al piano campagna esistente;
 3. Sono infine rappresentate con colore azzurro chiaro nella tavola n.04 anche le aree caratterizzate da quote di fondo più basse, al di sotto del livello ordinario della falda freatica, vale a dire canalizzazioni per garantire un flusso di vivificazione per le aree umide a sud. Tali volumi non sono utili ai fini dell'invarianza idraulica, poiché non risulterebbero vuoti all'incidere di un evento di precipitazione, ma svolgono in ogni caso un importante ruolo nel sistema idraulico di progetto.

La sintesi delle dimensioni caratteristiche degli invasi superficiali di progetto è contenuta nella seguente Tabella 5, in cui è possibile valutare il volume totale disponibile all'interno di tali invasi, pari a 54'200 m³ (valore poco superiore a quello calcolato come necessario con il metodo più cautelativo al precedente § 2.6.3.1).

Le sezioni tipologiche delle diverse categorie di intervento sono rappresentate graficamente nella tavola allegata 102-PFTE-I-005-A di seguito riprodotta.

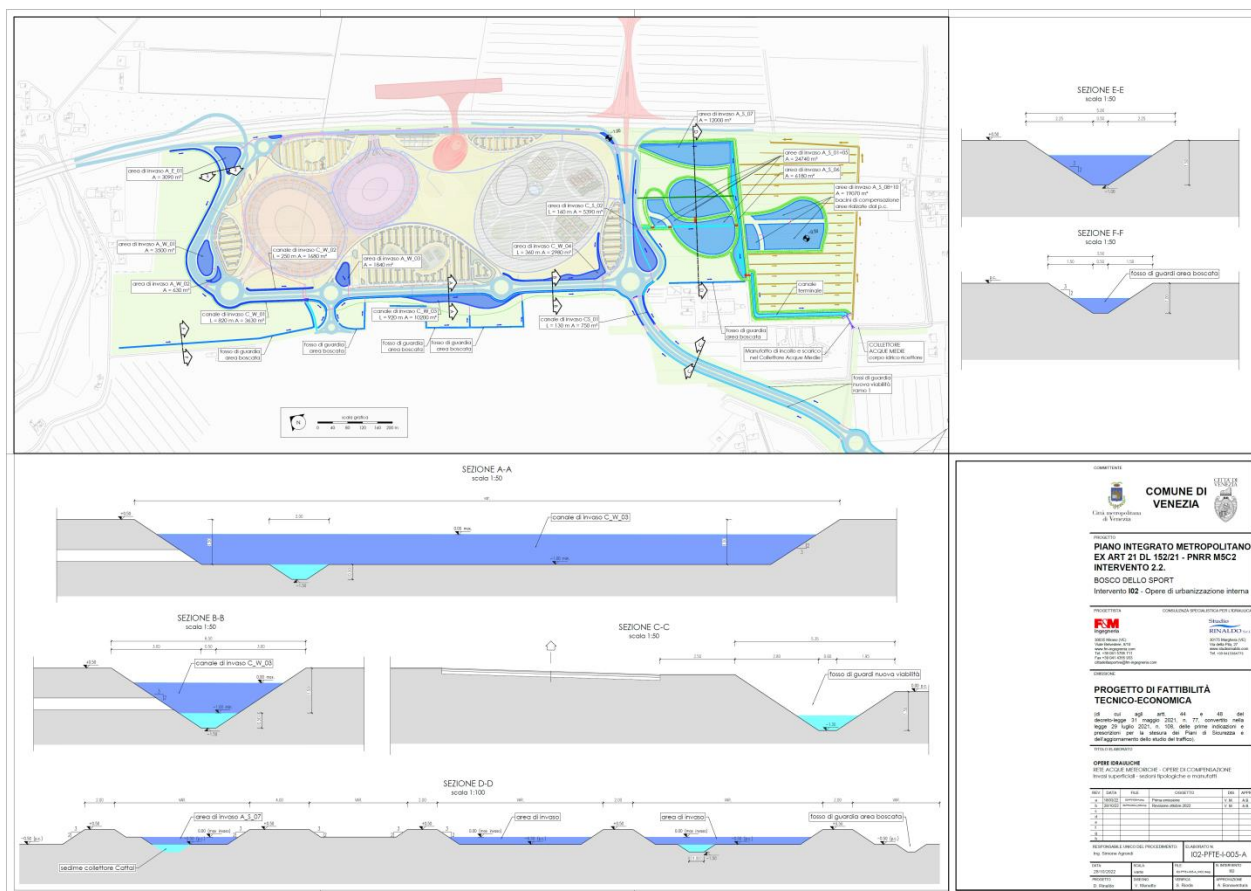


FIGURA 33: OPERE DI COMPENSAZIONE - SEZIONI TIPOLOGICHE INVASI SUPERFICIALI

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

| id | V _{0A} [m³/m²] | V _{0L} [m³/m] | L [m] | A [m²] | V [m³] |
|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------|------------------|------------------|
| A_W_01 | 1 | | | 3'500.00 | 3'500.00 |
| A_W_02 | 1 | | | 630.00 | 630.00 |
| A_W_03 | 1 | | | 1'840.00 | 1'840.00 |
| A_E_01 | 1 | | | 3'090.00 | 3'090.00 |
| <i>totale aree</i> | | | | <i>9'060.00</i> | <i>9'060.00</i> |
| C_W_01 | | 2 | 820 | 3'630.00 | 1'640.00 |
| C_W_02 | | 3.7 | 250 | 1'680.00 | 925.00 |
| C_W_03 | 0.5 | | 920 | 10'200.00 | 5'100.00 |
| C_W_04 | | 5.3 | 360 | 2'980.00 | 1'908.00 |
| C_S_01 | | 2 | 130 | 750.00 | 260.00 |
| C_S_02 | 0.8 | | 160 | 5'390.00 | 4'312.00 |
| <i>totale canali</i> | | | | <i>24'630.00</i> | <i>14'145.00</i> |
| A_S_01 | 0.5 | | | 570.00 | 285.00 |
| A_S_02 | 0.5 | | | 4'880.00 | 2'440.00 |
| A_S_03 | 0.5 | | | 6'230.00 | 3'115.00 |
| A_S_04 | 0.5 | | | 9'590.00 | 4'795.00 |
| A_S_05 | 0.5 | | | 3'470.00 | 1'735.00 |
| A_S_06 | 0.5 | | | 6'180.00 | 3'090.00 |
| A_S_07 | 0.5 | | | 12'000.00 | 6'000.00 |
| A_S_08 | 0.5 | | | 2'100.00 | 1'050.00 |
| A_S_09 | 0.5 | | | 11'090.00 | 5'545.00 |
| A_S_10 | 0.5 | | | 5'880.00 | 2'940.00 |
| <i>totale aree</i> | | | | <i>61'990.00</i> | <i>30'995.00</i> |
| TOTALE INVASI SUPERFICIALI | | | | 95'680.00 | 54'200.00 |

TABELLA 5: INVASI SUPERFICIALI

2.6.4.2 Invasi profondi - Sistema di raccolta delle acque meteoriche da parcheggi e piazzali

Oltre ai volumi superficiali sono ovviamente previsti anche volumi di invaso sotterranei o profondi, ottenuti grazie alla capacità delle tubazioni interrate e dei manufatti vari a servizio della rete di raccolta e di drenaggio delle acque meteoriche (fatta eccezione per gli specifici volumi di invaso delle acque di prima pioggia a servizio dei parcheggi, che non possono essere considerati ai fini dell'invarianza idraulica, tenuto conto che è assolutamente possibile che all'incidere dell'evento di precipitazione questi siano già riempiti, in attesa di essere inviati a trattamento).

La planimetria schematica di tali invasi profondi è contenuta nella tavola allegata I02-PFTE-I-006-A, qui riprodotta in Figura 34.

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE



- le tubazioni lungo il margine perimetrale dei parcheggi, per il collettamento delle acque meteoriche “di seconda pioggia” scolanti dalle relative superfici (pur se prevalentemente semi-permeabili), per le quali si prevede l’impiego di condotte prefabbricate scatolari con dimensioni nominali interne di 2.0x1.0 m, tali da essere quindi ampie ma di altezza ridotta per consentire il deflusso a gravità verso il punto di scarico finale;
- le tubazioni di raccolta delle acque meteoriche dai suddetti parcheggi, collegate alle caditoie di captazione distribuite sulle superfici della viabilità interna, previste con condotte circolari con DN 600 mm;
- le dorsali di collettamento all’interno della cittadella, destinate a raccogliere i deflussi incidenti sulle porzioni impermeabili e semipermeabili della piattaforma dove verranno realizzati gli impianti, oltre alle relative tubazioni perimetrali al piazzale dello stadio, del palasport e della piastra per gli altri servizi, anche in questo caso ottenute con elementi scatolari 2.0x1.0 m per i tratti perimetrali e DN 600 mm per i tratti di raccolta;
- fra gli invasi profondi rientra anche la rete di raccolta dei flussi incidenti sulla nuova viabilità parallela alla bretella autostradale lungo il bordo nord-est dell’ambito, non essendoci fisicamente lo spazio per realizzare, come per molti versi sarebbe stato auspicabile, un canale a cielo aperto, che sarà destinata anche a collettare e trasportare verso il punto di recapito le acque meteoriche raccolte nei parcheggi P3, P7 e P8 lungo tale bordo. Per tale canalizzazione interrata è previsto un condotto scatolare con dimensioni nominali interne di 3.0x1.5 m.

Paq. 41

I02
**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

Ciascuna caditoia sarà in grado di drenare una superficie afferente pari a circa 200 m², corrispondente a una distanza, lungo le corsie interne ai parcheggi, di 20÷25 m.

Tutti i pozzetti di recapito delle caditoie di raccolta saranno collegati fra loro mediante condotte in cls DN 600 mm che garantiranno il collegamento ai sistemi di separazione prima pioggia/seconda pioggia (per le superfici di parcheggio P1÷P9) e ai relativi invasi.

Per ciascuna area di parcheggio quindi la rete di raccolta sarà disposta "a pettine", con direzione di scorrimento verso il perimetro esterno dell'ambito, dove saranno collocati i pozzetti di separazione e gli invasi interrati di prima e di seconda pioggia. La pendenza longitudinale minima di ciascuna condotta di raccolta DN600, dal punto di origine al punto di recapito presso il rispettivo pozzetto di separazione, sarà di 1 m/km. Per ottimizzare il sistema di separazione fra acque di prima e seconda pioggia, meglio specificato al paragrafo successivo, si prevede di collettare in ogni pozzetto 2 o 3 condotte di raccolta, a seconda delle specifiche caratteristiche della rete.

Per i piazzali circostanti lo stadio e l'arena-palasport, a partire dalle caditoie distribuite sui piazzali, la rete di prima raccolta sarà costituita da condotte in cls DN 600 mm disposte "a raggiera", con pendenza di 1 m/km e recapito in collettori di invaso scatolari 2.0x1.0 m in c.a. disposti "ad anello" intorno alle strutture principali, in modo da gestire separatamente le acque dell'ambito "stadio" e quelle degli ambiti "arena-palasport" e della piastra destinata ad altri servizi, con differenti punti di recapito. Per tali superfici, non interessate da parcheggi e da possibili analoghe fonti di inquinamento, non è necessario il processo di separazione e trattamento delle acque di dilavamento, quindi il recapito potrà avvenire direttamente nel sistema di invaso delle acque meteoriche di progetto. Negli stessi collettori di invaso saranno recapitate le acque provenienti dalle coperture delle due strutture, raccolte da appositi sistemi di gronda.

Punto di recapito del sistema di raccolta dell'area dello stadio sarà l'area invasabile a nord del parcheggio P6, a sua volta connessa al sistema di invaso lungo il bordo sud-ovest dell'ambito, mentre il recapito della zona del palasport e della piastra servizi sarà l'invaso interrato a sud del parcheggio P9.

Come indicato nella Tabella 6 qui riportata, i volumi di invaso ottenibili nel sistema di condotte interrate è pari a circa 15'300 m³.

| id | DN | V _{0L} [m ³ /m] | L [m] | V [m ³] |
|-------------------------------|---------|--|---------------|------------------------|
| C. INTERRATO EST | 3.0x1.5 | 4.5 | 845 | 3,802.50 |
| P1 | 2.0x1.0 | 2 | 140 | 280.00 |
| P2 | 2.0x1.0 | 2 | 60 | 120.00 |
| P3 | 2.0x1.0 | 2 | 200 | 400.00 |
| P6 | 2.0x1.0 | 2 | 300 | 600.00 |
| P7 | 2.0x1.0 | 2 | 100 | 200.00 |
| P8 | 2.0x1.0 | 2 | 150 | 300.00 |
| P9 | 2.0x1.0 | 2 | 210 | 420.00 |
| PIAZZ. STADIO | 2.0x1.0 | 2 | 900 | 1,800.00 |
| PIAZZ. ARENA | 2.0x1.0 | 2 | 2,475 | 4,950.00 |
| RACCOLTA DN | 0.6 | 0.28 | 8,680 | 2,452.97 |
| TOTALE INVASI PROFONDI | | | 14,060 | 15,325.47 |

TABELLA 6: INVASI PROFONDI

2.6.4.3 Rete di smaltimento acque meteoriche viabilità sud

Si evidenzia che il volume complessivo di invaso sopra indicato, previsto nell'intorno della nuova cittadella dello sport, è stato valutato con riferimento all'intera superficie di intervento, includendo quindi anche le superfici trasformate per la nuova viabilità di raccordo verso sud. Per tali interventi, che consistono nella realizzazione di n.3 nuove

I02
**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

rotatorie, circa 1100 m di strada a 4 corsie e circa 1700 m di strada a 2 corsie, risulta in ogni caso necessaria la realizzazione di fossi di guardia ai lati della piattaforma stradale, per il collettamento, l'invaso e l'allontanamento delle acque meteoriche su tali superfici scolanti.

A favore di sicurezza, tali ulteriori volumi sono quindi calcolati con riferimento al coefficiente di deflusso medio ragguagliato sulle superfici di questo comparto, che risulta pari a 0.37 (leggermente inferiore a quello "generale").

Facendo riferimento anche in questo caso a un massimo contributo specifico in uscita di 5 l/s-ha, che per la superficie totale di 18.9 ha conduce a una massima portata di 94.5 l/s, il volume specifico di invaso per le acque meteoriche, risulta pari a circa 396 m³/ha, corrispondente a un volume totale di circa 7'750 m³, integrativo rispetto al volume di 69'500 m³ sopra discusso.

| id | | v _{OL} [m ³ /m] | L [m] | V [m ³] |
|-----------------------------------|--|--|--------------|------------------------|
| ramo 1 ovest | | 1.76 | 592 | 1,041.92 |
| ramo 1 est | | 1.76 | 545 | 959.20 |
| ramo 2 ovest | | 1.76 | 400 | 704.00 |
| ramo 2 est | | 1.76 | 443 | 779.68 |
| rotatoria 1 ovest | | 1.76 | 45 | 79.20 |
| ramo 3 ovest | | 1.76 | 395 | 695.20 |
| ramo 3 est | | 1.76 | 387 | 681.12 |
| ramo 4 ovest | | 1.76 | 488 | 858.88 |
| ramo 4 est | | 1.76 | 410 | 721.60 |
| ramo 5 ovest - tr.1 | | 1.76 | 5 | 8.80 |
| ramo 5 ovest - tr.2 | | 1.76 | 353 | 621.28 |
| ramo 5 ovest - tr.3 | | 1.76 | 7 | 12.32 |
| ramo 5 est | | 1.76 | 334 | 587.84 |
| TOTALE FOSSI GUARDIA VIAB. | | | 4,404 | 7,751.04 |

TABELLA 7: FOSSI DI GUARDIA VIABILITÀ SUD

Tale volume sarà quindi ottenuto mediante la realizzazione di fossi di guardia, come sopra indicato, su entrambi i lati della piattaforma stradale, per un'estesa complessiva di circa 4'400 m, con sezione tipologica di forma trapezia, con cunetta larga 1.0 m e sponde con scarpata 3:2, che consentiranno un massimo invaso specifico di circa 1.76 m³/m con un tirante massimo di 0.80 m rispetto al fondo e un franco idraulico di oltre 0.50 m rispetto al piano campagna. I fossi di invaso saranno raccordati mediante condotte in cls con DN 1000 mm per garantire la continuità idraulica in corrispondenza alle intersezioni stradali.

Le pendenze longitudinali dei fossi di guardia saranno pari a 1 m/km, poste in modo da garantire il deflusso di ciascun tronco verso i punti di recapito coerenti con l'attuale direzione di sgrondo dei territori attraversati:

- i tronchi a nord-est del Canale Scolmatore avranno direzione di scolo verso nord, assecondando la naturale pendenza del terreno, con recapito presso il sistema di invaso generale della nuova cittadella dello sport, con recapito ultimo nel collettore Acque Medie Cattal;
- i tronchi a sud-ovest del Canale Scolmatore saranno invece diretti ai sistemi di raccolta della SS 14 "Triestina".

2.6.4.4 Acque meteoriche di dilavamento (prima pioggia)

La normativa di riferimento per quanto riguarda la gestione delle acque meteoriche di dilavamento, dette anche "acque di prima pioggia", consiste nelle norme incluse nel Piano di Tutela delle Acque della Regione del Veneto, con particolare riferimento all'art.39 delle relative Norme Tecniche di Attuazione, approvate con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 5/11/2009 e successivamente oggetto di modifica con diverse Deliberazioni di Giunta

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

fra le quali si evidenziano le DGR 842/2012, 1534/2015 e 1023/2018 che interessano direttamente il suddetto art.39 delle NTA "Acque meteoriche di dilavamento, acque di prima pioggia e acque di lavaggio".

Il caso in esame, che include la realizzazione di n.7 aree destinate a parcheggio, con superficie complessiva pari a circa 105'600 m², di cui circa 56'000 m² impermeabili, rientra fra le casistiche del comma 3, lettera d) del suddetto art.39 delle NTA, la cui più aggiornata versione vigente, approvata con DGR 1170/2021, riporta infatti:

3. Nei seguenti casi:

(omissis)

d) parcheggi e piazzali di zone residenziali, commerciali, depositi di mezzi di trasporto pubblico, aree intermodali, nonché altri piazzali o parcheggi, per le parti che possono comportare dilavamento di sostanze pericolose o pregiudizievoli per l'ambiente, come individuate al comma 1, di estensione superiore o uguale a 5000 m², con esclusione di cave, miniere e ogni altra attività che comporti movimenti di terra finalizzati alla realizzazione di opere e manufatti, come i cantieri di costruzione con movimento terra e gli impianti di lavorazione di inerti naturali;

(omissis)

le acque di prima pioggia devono essere stoccate in un bacino a tenuta e, prima del loro scarico, opportunamente trattate, almeno con sistemi di sedimentazione accelerata o altri sistemi equivalenti per efficacia; se del caso, deve essere previsto anche un trattamento di disoleatura; lo scarico è soggetto al rilascio dell'autorizzazione prevista dall'articolo 113, comma 1, lettera b) del D.Lgs. n. 152/2006 e al rispetto dei limiti di emissione nei corpi idrici superficiali o sul suolo o in fognatura, a seconda dei casi, di cui alle tabelle 3 o 4, a seconda dei casi, dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs 152/2006, o dei limiti adottati dal gestore della rete fognaria, tenendo conto di quanto stabilito alla tabella 5 del medesimo allegato 5. Le stesse disposizioni si applicano alle acque di lavaggio. Lo stoccaggio delle acque di prima pioggia in un bacino a tenuta può non essere necessario in caso di trattamento in continuo delle acque di pioggia che garantisca almeno analoghi risultati rispetto al trattamento discontinuo. Le acque di seconda pioggia non sono trattate e non sono soggette ad autorizzazione allo scarico, tranne i casi di trattamento in continuo e/o di espressa volontà a trattarle da parte del titolare della superficie. In tali casi il recapito delle acque trattate di seconda pioggia può avvenire in fognatura nera o mista solo previo assenso del Gestore della rete fognaria.

(omissis)

Per le superfici di cui al presente comma, l'autorizzazione allo scarico si intende tacitamente rinnovata se non intervengono variazioni significative della tipologia dei materiali depositati, delle lavorazioni o delle circostanze, che possono determinare variazioni significative nella quantità e qualità delle acque di prima pioggia.

Resta fermo il rispetto dei limiti allo scarico delle acque meteoriche, drenate dalle aree evidenziate nel presente comma, nella Laguna di Venezia e nel suo Bacino Scolante stabiliti dal D.M. 30.07.1999, Tabella A.

Il dimensionamento dei volumi da destinare allo stoccaggio delle acque di prima pioggia sono quindi definiti ai sensi del comma 4 dello stesso art.39:

4. I volumi da destinare allo stoccaggio delle acque di prima pioggia e di lavaggio devono essere dimensionati in modo da trattenere almeno i primi 5 mm di pioggia distribuiti sul bacino elementare di riferimento. Il rilascio di detti volumi nei corpi recettori, di norma, deve essere attivato nell'ambito delle 48 ore successive all'ultimo evento piovoso. Si considerano eventi di pioggia separati quelli fra i quali intercorre un intervallo temporale di almeno 48 ore. Ai fini del calcolo delle portate e dei volumi di stoccaggio, si dovranno assumere quali coefficienti di afflusso convenzionali il valore 0,9 per le superfici impermeabili ed il valore 0,6 per le superfici semipermeabili. Le disposizioni del comma 3 non si applicano nel caso sia dimostrato che le caratteristiche di permeabilità dell'area sono tali da determinare un coefficiente di afflusso pari o inferiore a 0,4.

Qualora il bacino di riferimento per il calcolo, che deve coincidere con il bacino idrografico elementare (bacino scolante) effettivamente concorrente alla produzione della portata destinata allo stoccaggio, abbia un tempo di corrivazione superiore a 15 minuti primi, il tempo di riferimento deve essere pari a:

- *al tempo di corrivazione stesso, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi, sia superiore al 70% della superficie totale del bacino;*

I02

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

- *al 75% del tempo di corrivazione, e comunque al minimo 15 minuti primi, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi sia inferiore al 30% e superiore al 15% della superficie del bacino;*
- *al 50% del tempo di corrivazione, e comunque al minimo 15 minuti primi, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi sia inferiore al 15% della superficie del bacino.*

(omissis)

Il volume minimo $V_{pp\ min,i}$ per invasare temporaneamente, e successivamente da trattare, le acque di prima pioggia di ciascuna superficie di parcheggio $S_{PARK,i}$ di progetto può essere quindi calcolato moltiplicando la relativa superficie per il velo idrico di 5 mm uniformemente distribuito:

$$V_{pp\ min,i} = S_{PARK,i} \cdot 0.005 \quad (1)$$

A favore di sicurezza, in tale calcolo non viene presa in considerazione la previsione di realizzare gli stalli di parcheggio mediante superfici drenanti, semipermeabili, né la presenza all'interno di ciascuna area di aiuole di separazione a verde. Per ciascuna area di parcheggio, i volumi di prima pioggia minimi che devono essere garantiti sono quindi riportati nella seguente Tabella 8.

| park | S_{PARK} [m ²] | $V_{pp\ min}$ [m ³] |
|------|---------------------------------|------------------------------------|
| P1 | 9'780.00 | 48.90 |
| P2 | 4'320.00 | 21.60 |
| P3 | 18'780.00 | 93.90 |
| P6 | 50'700.00 | 253.50 |
| P7 | 4'300.00 | 21.50 |
| P8 | 7'950.00 | 39.75 |
| P9 | 9'770.00 | 48.85 |

TABELLA 8: VOLUMI PRIMA PIOGGIA NECESSARI

Tali volumi di invaso saranno ottenuti mediante la posa in opera di condotte DN800 o DN1200 (per il solo parcheggio C2) in calcestruzzo vibrocompresso, al di sotto delle condotte scatolari (2.0 x 1.0 m) previste per l'invaso profondo delle acque meteoriche "di seconda pioggia".

Il volume disponibile per ciascuna area di parcheggio, in uno con la tipologia di condotta scelta per l'invaso e la relativa estesa, è quindi indicato nella seguente Tabella 9.

| park | tipo | L_{pp} [m] | V_{pp} [m ³] |
|------|---------|-----------------|-------------------------------|
| P1 | DN 800 | 140.00 | 70.34 |
| P2 | DN 800 | 60.00 | 30.14 |
| P3 | DN 800 | 200.00 | 100.48 |
| P6 | DN 1200 | 300.00 | 150.72 |
| P7 | DN 800 | 100.00 | 50.24 |
| P8 | DN 800 | 150.00 | 75.36 |
| P9 | DN 800 | 210.00 | 105.50 |

TABELLA 9: VOLUMI PRIMA PIOGGIA DISPONIBILI

Per il collettamento delle acque di prima pioggia, saranno predisposti appositi pozzetti di separazione tali da raccogliere i contributi di tutte le caditoie superficiali e di consentire il riempimento del livello inferiore della rete di invaso, in modo tale che le acque qui contenute siano il più possibile separate da quelle in eccedenza, generate in

I02

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

occasione degli eventi meteorici di maggiore entità. I particolari costruttivi dei pozzetti previsti sono contenuti nelle tavole I02-PFTE-I-013-A e I02-PFTE-I-014-A.

Si evidenzia in particolare come la presenza di un dispositivo di protezione fra le condotte destinate all'invaso di prima pioggia, dotato di aperture laterali, garantisca il riempimento dell'invaso inferiore da parte delle prime acque meteoriche in arrivo dalle caditoie, limitando al minimo i possibili rimescolamenti con i successivi volumi di seconda pioggia, che andranno quindi a riempire progressivamente l'invaso di seconda pioggia.

In merito all'efficacia del suddetto sistema di separazione, si vuole evidenziare come questo approccio non sia una novità, ma sia un sistema frequentemente utilizzato nelle strutture in linea, applicato ad esempio per nuovi raccordi autostradali come il Passante di Mestre e la Valdastico sud. Lo stesso sistema di vaso è di uso consolidato per strutture in linea, sia in ambito autostradale sia lungo la pista perimetrale dell'Aeroporto di Venezia. La condotta inferiore è quella al servizio delle acque di prima pioggia, che per prima viene riempita senza la possibilità che quelle di seconda pioggia vadano poi a muovere le prime invase, perché il terminale della tubazione è costituito da un impiantino di sollevamento, che entra in funzione al termine dell'evento di precipitazione, inviando l'acqua al previsto sistema di filtrazione entro 48 ore. L'acqua di seconda pioggia ha quindi trascurabili possibilità di mescolamento con le acque di prima pioggia invase nella condotta sottostante.

Date le quote depresse dell'invaso di prima pioggia rispetto al piano campagna e alla rete di fognatura esistente, definita come recapito finale, si prevede che il sistema di scarico, oltre ad adeguato trattamento, dovrà essere dotato di un idoneo impianto di sollevamento.

Tale sistema consiste in un pozzetto entro cui sono ricavati due vani, indicativi di un funzionamento in serie:

- il primo ospita, oltre alla griglia di dissipazione allo sbocco della condotta di vaso, un modulo di sistema tipo *Stormwater Stormfilter*, costituito da un filtro GAC a cartucce ricaricabili, le cui componenti possono essere definite a seconda delle specifiche necessità di trattamento, con capacità media di trattamento pari a 1 l/s;
- lo scarico del filtro *Stormfilter* consente il passaggio dell'acqua trattata al secondo vano, al cui fondo, adeguatamente sagomato, è posta una pompa sommergibile con capacità di sollevamento di 1 l/s, la cui condotta di mandata è diretta al sistema di invasi esistenti.

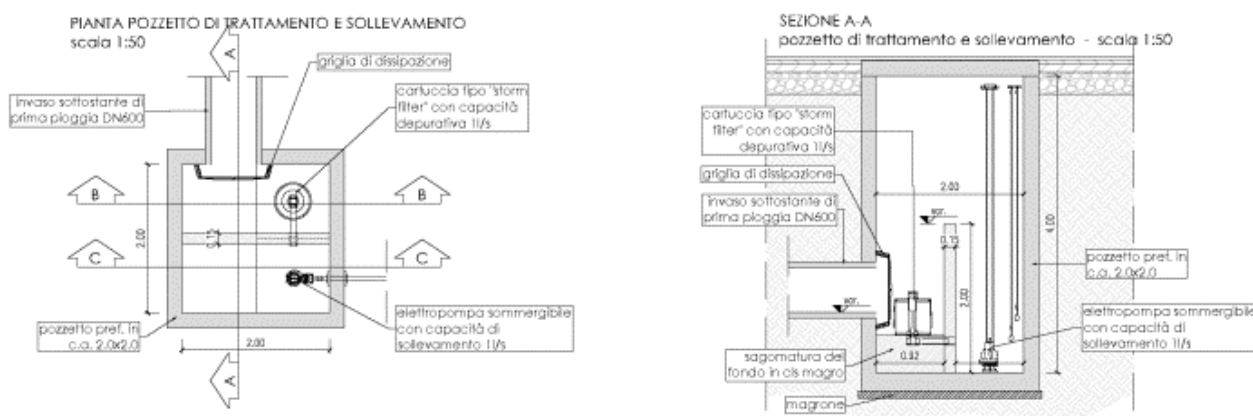


FIGURA 35: PARTICOLARI SISTEMA DI TRATTAMENTO E SCARICO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

La capacità di trattamento e di sollevamento, pari a 1 l/s, è tale da consentire il vuotamento del volume di vaso di prima pioggia entro le 48 ore successive all'evento piovoso di progetto (NTA Piano Tutela Acque, art.39 c.4).

Previa la realizzazione di un chiusino ispezionabile in corrispondenza al vano in cui è collocata la pompa sommergibile a valle del trattamento, da cui eseguire i necessari monitoraggi per la verifica del rispetto dei limiti di legge (Tabella 3 dell'Al.5 alla Parte III del DLgs 152/2006), si prevede il recapito finale nella rete di vaso superficiale di progetto.

102

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

102-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.6.4.5 Sintesi delle opere di compensazione proposte

Il compendio di volumi invasabili all'incidere di una precipitazione è quindi dato dalla somma di volumi superficiali e profondi sopra descritti, per un volume totale pari a circa 69'500 m³.

Nella seguente Figura 36 è contenuta una sezione trasversale (A-A) caratteristica per il sistema di invaso a cui afferiscono le piattaforme della cittadella dello sport e i relativi parcheggi: si compone quindi della rete di raccolta dalle caditoie superficiali, dell'invaso di prima e seconda pioggia, con i necessari pozzetti di separazione per impedire il relativo mescolamento, e del collegamento fra le linee di invaso di seconda pioggia e gli invasi superficiali distribuiti intorno alla viabilità di progetto. In azzurro chiaro è rappresentata la porzione inferiore dei canali perimetrali, non considerata per l'invaso delle acque meteoriche, che viene interessata dal deflusso di magra per la vivificazione degli spazi acquei previsti a sud.

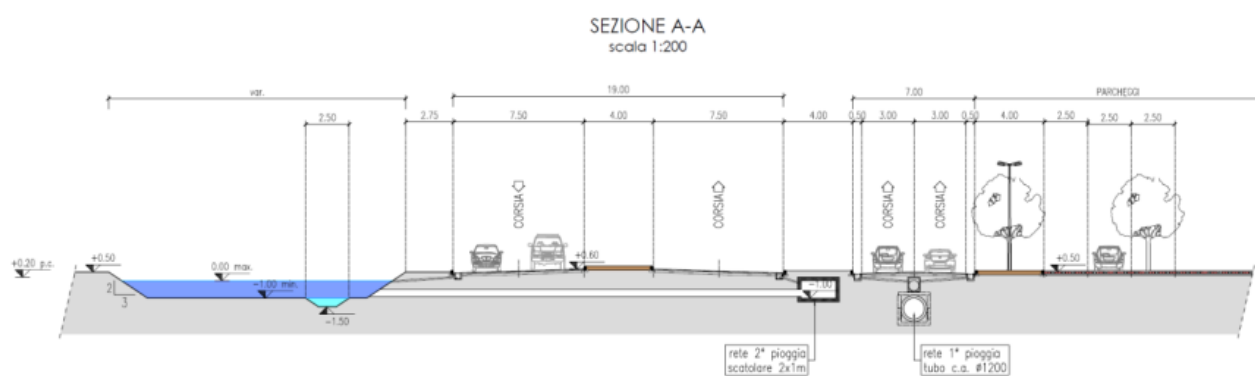


FIGURA 36: SEZIONE A-A

Nella seconda sezione (B-B) è invece rappresentato un transetto delle aree di invaso superficiale a sud, nella zona dedicata alla compensazione ambientale. In tale ambito, i bacini invasabili sono ottenuti mediante arginatura parziale delle aree verdi, la cui altimetria è mantenuta pari a quella attuale per consentire la piantumazione di specie ad alto fusto, su cui sono possibili volumi specifici di invaso pari a 0.50 m³/m².

Anche in questo caso è rappresentato in colore azzurro chiaro la sezione più profonda della cunetta di magra, utile non ai fini dell'invarianza idraulica ma per favorire il deflusso a gravità dei volumi invasati verso il punto di recapito.

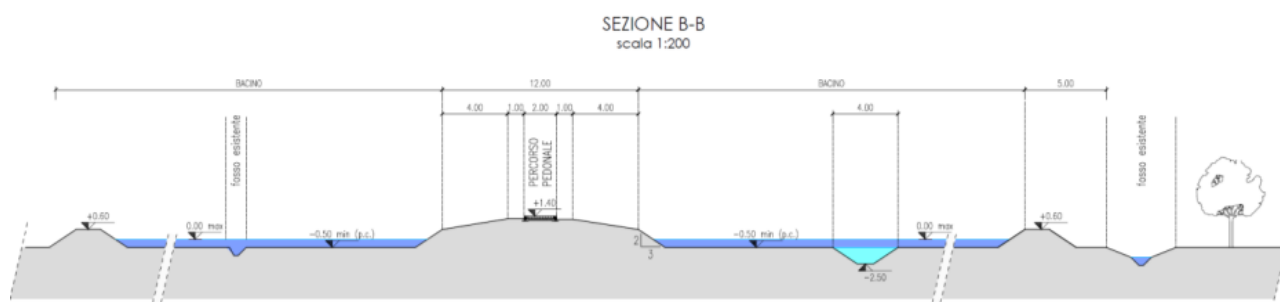


FIGURA 37: SEZIONE B-B

I02

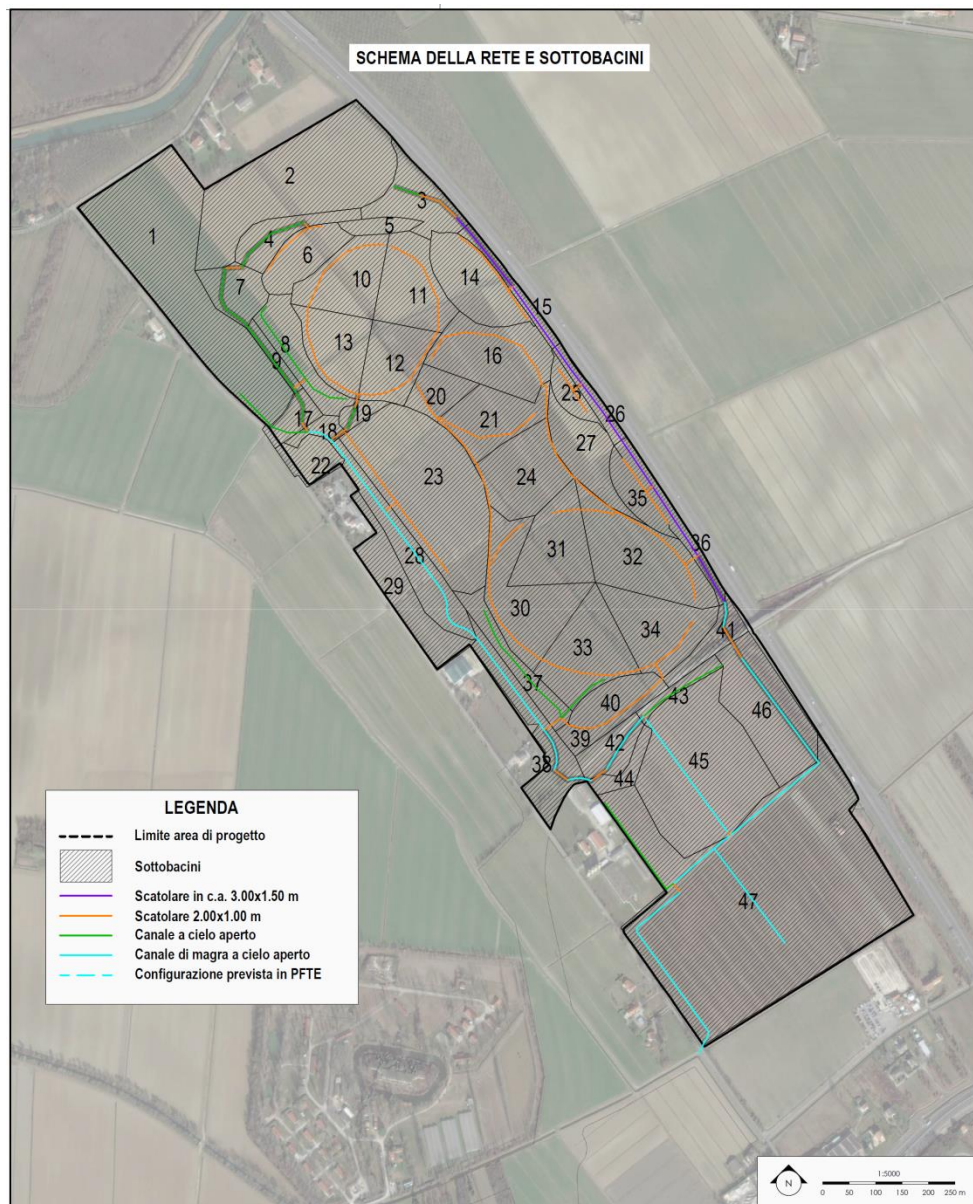
**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.7 Verifiche di invarianza idraulica

2.7.1 Schema della rete e sottobacini afferenti

Lo schema semplificato della rete, in uno con la relativa distinzione fra differenti sezioni tipologiche discretizzate nella modellazione matematica di moto vario, sovrapposta alla suddivisione della planimetria di progetto in sottobacini imbriferi elementari, è contenuto nella tavola allegata I02-PFTE-I-003-A, un cui estratto è qui riprodotto in Figura 38.



SEZIONI TIPOLOGICHE INSERITE NELLA MODELLAZIONE 1D

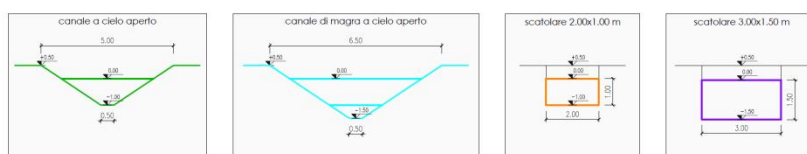


FIGURA 38: SCHEMA DEI SOTTOBACINI ELEMENTARI E DELLA RETE DI CALCOLO

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

Con diversi colori sono quindi riportate le diverse tipologie di canalizzazione previste:

- in colore verde, le aree di invaso e i canali a cielo aperto che consentono un invaso specifico fino a $1 \text{ m}^3/\text{m}^2$, caratterizzati da quote rialzate rispetto il piano campagna esistente (sommità +0.50 m s.m.m., fondo -1.00 m s.m.m.), in quanto realizzati nelle immediate pertinenze della viabilità o delle piattaforme di progetto;
- in colore azzurro, le canalizzazioni a cielo aperto che contengono anche una cunetta di magra per consentire un deflusso “di vivificazione” dal collettore Canaletta Irrigua allo scarico in collettore Acque Medie Cattal (fondo -1.50 m s.m.m.) e le aree di invaso ottenute nella zona di ricomposizione ambientale a sud, mediante arginatura del piano campagna esistente (sommità +0.50 m s.m.m., fondo -0.50 m s.m.m.), dove consentono un invaso distribuito di $0.50 \text{ m}^3/\text{m}^2$;
- in colore arancione le canalizzazioni interraste ottenute mediante condotte scatolari di dimensioni nominali interne di $2.0 \times 1.0 \text{ m}$ (cielo 0.00 m s.m.m., scorrimento -1.00 m s.m.m.), che costituiscono la rete di raccolta di seconda pioggia di tutte le superfici anche solo parzialmente impermeabilizzate, presso i parcheggi, le piattaforme dello stadio, del palasport e dei servizi;
- in colore viola il canale scatolare interrato per la raccolta delle acque della zona rivolta a nord-est, verso la bretella autostradale, con dimensioni nominali interne di $3.0 \times 1.5 \text{ m}$ (cielo -0.50 m s.m.m., scorrimento -2.00 m s.m.m.).

Nella stessa tavola è riportata la tabella di sintesi delle superfici di ciascun sottobacino, distinte per tipologie di permeabilità coerentemente con il metodo di calcolo imposto dalla DGRV 2948/2009, con il calcolo del relativo coefficiente di deflusso medio ragguagliato, a partire dalla mappatura dei diversi usi del suolo già descritta nel § 2.5.2. Si osserva che i coefficienti di deflusso medio sono compresi fra valori minimi di 0.20 (zone a bosco) e 0.88 (sottobacini impermeabili corrispondenti alle piattaforme dello stadio e del palasport).

2.7.2 Tempi di corrivazione

Il calcolo del tempo di corrivazione per i sottobacini imbriferi di riferimento si è basato sulla celebre formula di *Ventura*, di ampio utilizzo per comprensori di pianura, che indica il tempo di corrivazione come funzione di sole due variabili tipiche del bacino i : la superficie A_b e la pendenza media del percorso idraulico principale I :

$$t_{c,i} = 0.1272 \sqrt{\frac{A_{b,i}}{I_i}}$$

con A_b espressa in $[\text{km}^2]$, pendenza i adimensionale, e t_c calcolato in [ore].

Come noto, esistono numerose trattazioni per la definizione del tempo di corrivazione (fra le molte si citano per memoria quelle di *Giandotti*, di *Pezzoli*, di *Kirpich*, di *Pasini*, di *Turazza*), tuttavia in assenza di specifiche prove sperimentali rimane sempre una certa indeterminazione riguardo a tale parametro. Senza voler qui entrare nel dettaglio delle prove eseguite, si evidenzia che la formula di *Ventura* è quella che ha dato valori medi per diverse caratteristiche del bacino e che si è rivelata la più idonea per basse pendenze dei percorsi idraulici, poste pari a 0.0004 (40 cm /km) in ogni bacino.

Nella seguente tabella, già contenuta nella tavola I02-PFTE-I-003-A, sono quindi calcolati anche i tempi caratteristici di corrivazione di ciascun sottobacino. Appare evidente che, a meno di alcuni sottobacini particolarmente estesi, corrispondenti alle zone destinate a bosco, i tempi di corrivazione sono tutti poco variabili nell'intorno di 1 ora, valore che per semplicità sarà preso come riferimento per tutti i sottobacini.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

| id sottobacino | aree verdi [m²] | aree semi-permeabili [m²] | aree impermeabili [m²] | area totale [m²] | Cd ragg | tc [ore] |
|----------------|-------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|-------------|----------|
| 1 | 66'972.00 | 2'132.00 | 336.00 | 69'440.00 | 0.22 | 1.68 |
| 2 | 51'939.00 | 635.00 | 4'121.00 | 56'695.00 | 0.26 | 1.51 |
| 3 | 9'174.00 | 173.00 | 6'262.00 | 15'609.00 | 0.49 | 0.79 |
| 4 | 5'330.00 | - | 5'182.00 | 10'512.00 | 0.55 | 0.65 |
| 5 | 1'439.00 | 637.00 | 1'899.00 | 3'975.00 | 0.60 | 0.40 |
| 6 | 3'821.00 | 4'137.00 | 4'275.00 | 12'233.00 | 0.58 | 0.70 |
| 7 | 7'350.00 | - | 2'951.00 | 10'301.00 | 0.40 | 0.65 |
| 8 | 6'810.00 | 2'114.00 | 4'779.00 | 13'703.00 | 0.51 | 0.74 |
| 9 | 2'426.00 | - | 662.00 | 3'088.00 | 0.35 | 0.35 |
| 10 | 260.00 | 2'127.00 | 16'033.00 | 18'420.00 | 0.86 | 0.86 |
| 11 | 2'639.00 | 978.00 | 16'177.00 | 19'794.00 | 0.79 | 0.89 |
| 12 | 455.00 | 450.00 | 15'250.00 | 16'155.00 | 0.87 | 0.81 |
| 13 | - | 1'115.00 | 15'410.00 | 16'525.00 | 0.88 | 0.82 |
| 14 | 5'080.00 | 5'067.00 | 9'191.00 | 19'338.00 | 0.64 | 0.88 |
| 15 | 2'451.00 | - | 2'594.00 | 5'045.00 | 0.56 | 0.45 |
| 16 | 1'915.00 | 2'888.00 | 20'837.00 | 25'640.00 | 0.81 | 1.02 |
| 17 | 2'988.00 | 207.00 | 2'280.00 | 5'475.00 | 0.51 | 0.47 |
| 18 | 961.00 | - | 2'255.00 | 3'216.00 | 0.69 | 0.36 |
| 19 | 2'179.00 | - | 782.00 | 2'961.00 | 0.38 | 0.35 |
| 20 | 400.00 | 350.00 | 7'449.00 | 8'199.00 | 0.85 | 0.58 |
| 21 | 3'300.00 | 555.00 | 13'446.00 | 17'301.00 | 0.76 | 0.84 |
| 22 | 4'801.00 | 258.00 | 2'267.00 | 7'326.00 | 0.43 | 0.54 |
| 23 | 12'806.00 | 13'483.00 | 29'550.00 | 55'839.00 | 0.67 | 1.50 |
| 24 | 13'920.00 | 3'775.00 | 3'470.00 | 21'165.00 | 0.39 | 0.93 |
| 25 | 1'129.00 | 469.00 | 3'438.00 | 5'036.00 | 0.72 | 0.45 |
| 26 | 2'268.00 | - | 2'695.00 | 4'963.00 | 0.58 | 0.45 |
| 27 | 11'597.00 | 2'891.00 | 807.00 | 15'295.00 | 0.31 | 0.79 |
| 28 | 15'000.00 | 1'302.00 | 2'472.00 | 18'774.00 | 0.32 | 0.87 |
| 29 | 17'606.00 | - | - | 17'606.00 | 0.20 | 0.84 |
| 30 | 11'218.50 | 3'705.00 | 12'766.50 | 27'690.00 | 0.58 | 1.06 |
| 31 | 10'247.50 | 880.00 | 8'697.50 | 19'825.00 | 0.52 | 0.90 |
| 32 | 16'618.00 | 4'056.00 | 9'967.00 | 30'641.00 | 0.48 | 1.11 |
| 33 | 12'252.00 | 4'129.00 | 6'996.00 | 23'377.00 | 0.48 | 0.97 |
| 34 | 17'065.00 | 2'112.00 | 2'449.00 | 21'626.00 | 0.32 | 0.94 |
| 35 | 1'932.00 | 1'832.00 | 3'308.00 | 7'072.00 | 0.63 | 0.53 |
| 36 | 3'820.00 | - | 4'580.00 | 8'400.00 | 0.58 | 0.58 |
| 37 | 9'297.00 | - | 1'598.00 | 10'895.00 | 0.30 | 0.66 |
| 38 | 8'451.00 | - | 9'464.00 | 17'915.00 | 0.57 | 0.85 |
| 39 | 783.00 | - | 4'732.00 | 5'515.00 | 0.80 | 0.47 |
| 40 | 1'605.00 | 3'039.00 | 4'862.00 | 9'506.00 | 0.69 | 0.62 |
| 41 | 3'550.00 | 600.00 | 3'184.00 | 7'334.00 | 0.54 | 0.54 |
| 42 | 5'847.00 | - | 2'657.00 | 8'504.00 | 0.42 | 0.59 |
| 43 | 1'777.00 | - | 2'144.00 | 3'921.00 | 0.58 | 0.40 |
| 44 | 4'189.00 | - | 467.00 | 4'656.00 | 0.27 | 0.43 |
| 45 | 53'951.45 | 2'839.55 | - | 56'791.00 | 0.22 | 1.52 |
| 46 | 27'691.55 | 1'457.45 | - | 29'149.00 | 0.22 | 1.09 |
| 47 | 157'080.60 | 8'267.40 | - | 165'348.00 | 0.22 | 2.59 |
| sommano | 604'391.60 | 78'660.40 | 274'742.00 | 957'794.00 | 0.43 | |

TABELLA 10: CARATTERISTICHE DEI SOTTOBACINI ELEMENTARI

2.7.3 Trasformazione afflussi-deflussi

Per il caso in esame si fa riferimento al modello idrologico concettuale “cinematico” o “della corrivazione”, basato sulla separazione delle componenti efficaci alla formazione della piena, a partire dai volumi totali di precipitazione, e sul ritardo di corrivazione delle acque meteoriche.

Con riferimento a tale metodo per il calcolo delle trasformazioni afflussi-deflussi nel bacino idrologico elementare afferente alla rete di progetto, è noto che la massima portata generata è riscontrabile nell'ipotesi di durata dell'evento di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino stesso, ipotesi che darebbe luogo a un idrogramma della portata generata nel tempo di forma triangolare, nel quale la portata raggiungerebbe il valore massimo Q_{max} dopo il tempo di pioggia t_c , e si annullerebbe dopo una uguale durata, secondo l'equazione:

$$\text{per } t_p = t_c \quad Q_{max} = \frac{S \cdot \varphi \cdot h(t_c)}{t_c}$$

in cui C_d è il coefficiente di deflusso ragguagliato per il sottobacino di superficie A_b .

Le portate massime ipotetiche per eventi di precipitazione con durate differenti dal tempo di corrivazione avranno invece valori inferiori a quella sopra indicata calcolata, pari a:

$$\text{per } t_p < t_c \quad Q_{max} = \frac{S \cdot \varphi \cdot h(t_p)}{t_c}$$

$$\text{per } t_p > t_c \quad Q_{max} = \frac{S \cdot \varphi \cdot h(t_p)}{t_p}$$

In queste condizioni, poste come ipotesi per il problema in esame, l'idrogramma di piena generato dall'impulso di pioggia crescerà fino al valore massimo Q_{max} in un tempo pari al tempo di pioggia t_p , e resterà costante e pari a Q_{max} fino al raggiungimento del tempo di corrivazione t_c , tornando a 0 dopo un tempo ancora pari a t_p dalla fine della precipitazione.

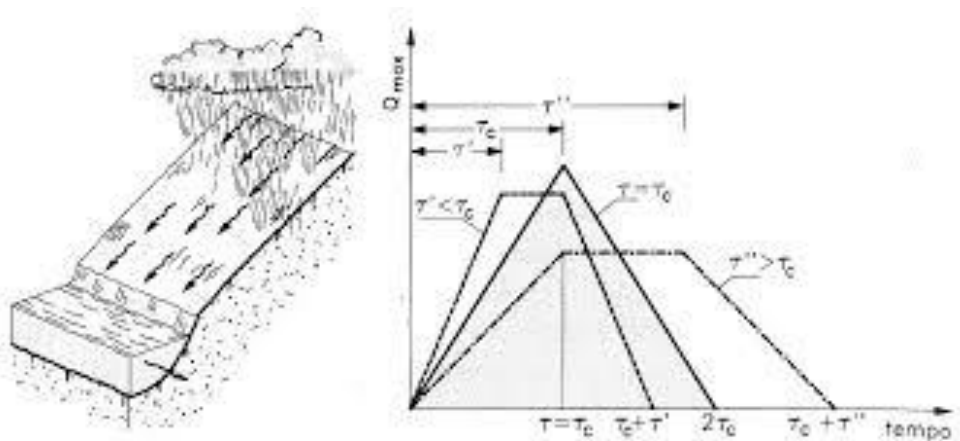


FIGURA 39: IDROAMMIS DI PIENA METODO CINEMATICO (DA SISTEMAZIONE DEI CORSI D'ACQUA, DA DEPPA ET AL. 2004)

Come indicato al precedente paragrafo, per consentire un agile calcolo dei deflussi efficaci generati dai numerosi sottobacini afferenti alla rete di progetto, da utilizzare come condizioni al contorno in ingresso per la modellazione matematica, data la sostanziale omogeneità delle dimensioni caratteristiche dei sottobacini elementari, si è scelto di considerare, per ciascun sottobacino, un tempo di corrivazione di 1 ora, con la possibilità di considerare un uguale tempo di pioggia di 1 ora.

Gli idrogrammi di piena generati complessivamente dall'intero bacino (comparto 1) sono quindi presentati nei grafici di seguito riportati in Figura 40, con riferimento a diverse durate degli eventi di pioggia, da 1 a 24 ore.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

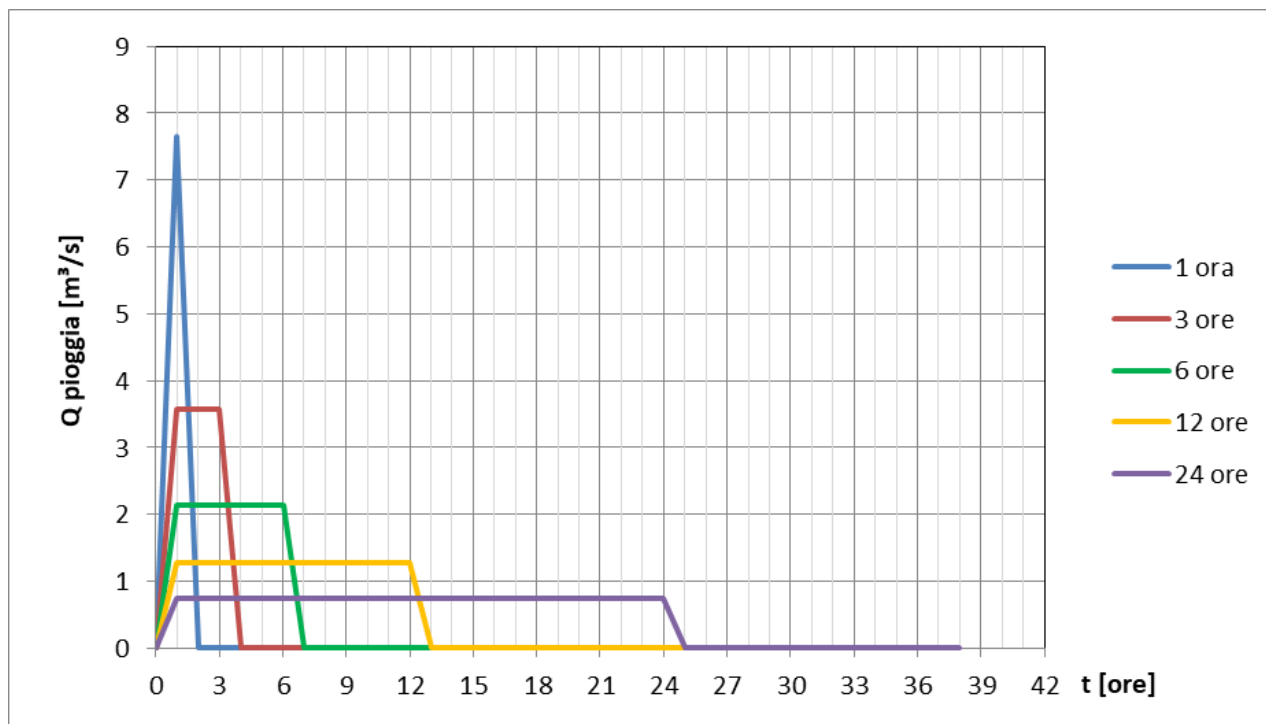


FIGURA 40: IDROGRAMMI DI PIENA GENERATI DALL'INTERO BACINO

Come noto, l'evento di precipitazione con durata minore può mettere in crisi la rete dal punto di vista idraulico per la possibile insufficienza delle condotte di raccordo a far defluire il picco di portata generata da ogni singolo sottobacino, mentre gli eventi con durata maggiore sono quelli che possono generare criticità per il maggiore volume di pioggia efficace generato e diretto alla rete.

Per ciascuno dei tempi di pioggia sopra considerati, è stato quindi possibile valutare, nell'ipotesi semplificata di trascurare tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi interni al bacino, l'andamento temporale del volume affluito alla rete, del volume scaricabile verso il corpo ricettore, e di conseguenza l'andamento del volume da invasare, dato dalla differenza fra i due suddetti volumi.

Si riporta quindi nel grafico in Figura 41 l'andamento temporale del volume da invasare, in funzione dei diversi tempi di pioggia considerati. Come anticipato al § 2.6.3.2, è stato calcolato come il tempo di pioggia critico a livello di bacino complessivo sia pari a circa 7 ore (tempo molto prossimo al caso significativo di 6 ore qui valutato), risultato che appare verificato anche dal grafico sotto riportato.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

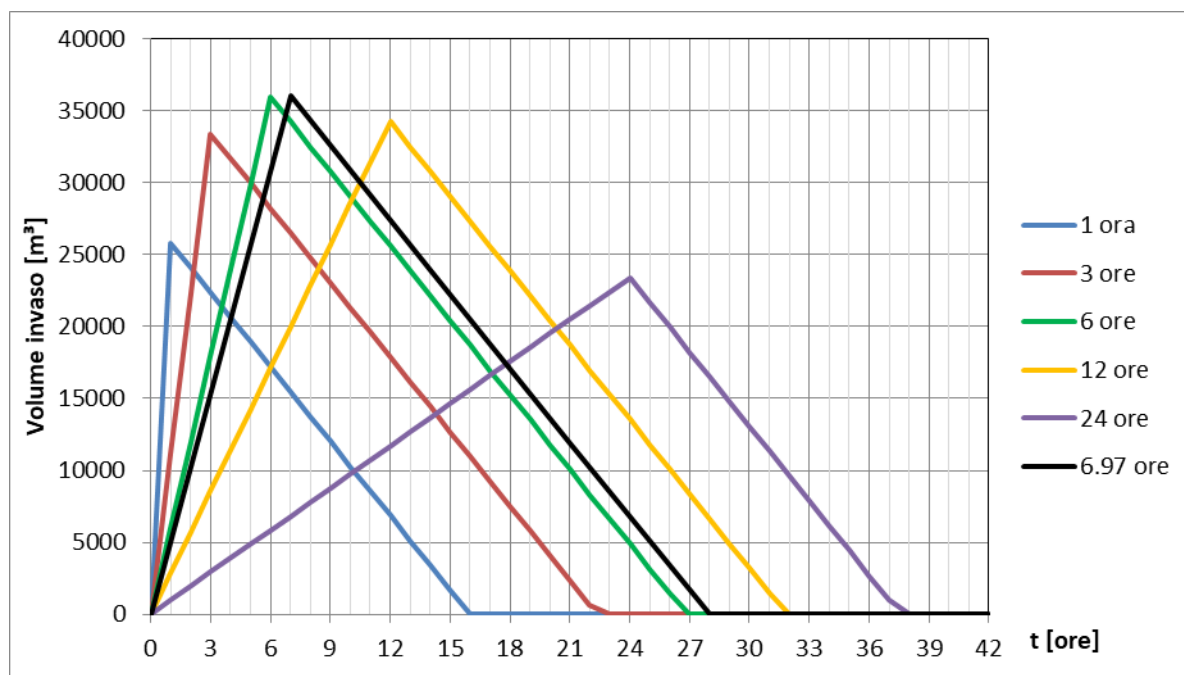


FIGURA 41: VOLUME DA INVASARE PER DIVERSI TEMPI DI PIOGGIA

Si sceglie quindi di sottoporre a modellazione quattro diversi tempi di pioggia significativi, di riferimento anche per l'analisi regionalizzata delle precipitazioni già citata: 1, 3, 6 e 12 ore.

2.7.4 Calcolo delle portate di deflusso

Nell'ipotesi semplificativa sopra esposta, per cui $t_p = t_c = 1$ ora per ciascun sottobacino, con le formule sopra riportate, nella seguente Tabella 11 sono riportate anche le massime portate efficaci generate da ciascun sottobacino, valide come valore al colmo dell'idrogramma triangolare in ingresso alla rete.

Sono inoltre riportate le massime portate calcolate, secondo le formule indicate al precedente § 2.7.3, per tempi di pioggia superiori all'ora: 3, 6, 12 ore, che sono state utilizzate come condizioni al contorno per specifiche simulazioni di moto vario mediante la modellazione matematica HEC-RAS, di seguito descritta.

102

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

102-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

| tronco recettore | id sottobacino | area totale [m ²] | Cd ragg | tc [ore] | Qmax tp1ora [l/s] | Qmax tp3ore [l/s] | Qmax tp6ore [l/s] | Qmax tp12ore [l/s] |
|---------------------|-------------------|----------------------------------|-------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| GW01 | 1 | 69'440.00 | 0.22 | 1.68 | 278.0 | 129.8 | 77.9 | 46.2 |
| X03-C | 2 | 56'695.00 | 0.26 | 1.51 | 268.8 | 125.5 | 75.3 | 44.7 |
| AE01 | 3 | 15'609.00 | 0.49 | 0.79 | 140.6 | 65.6 | 39.4 | 23.4 |
| X03-C | 4 | 10'512.00 | 0.55 | 0.65 | 106.4 | 49.7 | 29.8 | 17.7 |
| AE01 | 5 | 3'975.00 | 0.60 | 0.40 | 44.2 | 20.6 | 12.4 | 7.3 |
| X03-AB | 6 | 12'233.00 | 0.58 | 0.70 | 131.7 | 61.5 | 36.9 | 21.9 |
| X03-C | 7 | 10'301.00 | 0.40 | 0.65 | 76.6 | 35.8 | 21.5 | 12.7 |
| CW02-AB | 8 | 13'703.00 | 0.51 | 0.74 | 128.7 | 60.1 | 36.1 | 21.4 |
| X03-C | 9 | 3'088.00 | 0.35 | 0.35 | 20.1 | 9.4 | 5.6 | 3.3 |
| XS01-A | 10 | 18'420.00 | 0.86 | 0.86 | 292.5 | 136.6 | 82.0 | 48.6 |
| XS01-B | 11 | 19'794.00 | 0.79 | 0.89 | 291.0 | 135.8 | 81.5 | 48.4 |
| XS01-B | 12 | 16'155.00 | 0.87 | 0.81 | 261.5 | 122.1 | 73.3 | 43.5 |
| XS01-A | 13 | 16'525.00 | 0.88 | 0.82 | 269.9 | 126.0 | 75.6 | 44.9 |
| X05-AB | 14 | 19'338.00 | 0.64 | 0.88 | 228.9 | 106.8 | 64.1 | 38.0 |
| CE01-4 | 15 | 5'045.00 | 0.56 | 0.45 | 52.4 | 24.5 | 14.7 | 8.7 |
| XP02-A | 16 | 25'640.00 | 0.81 | 1.02 | 387.4 | 180.9 | 108.5 | 64.4 |
| CW01-1 | 17 | 5'475.00 | 0.51 | 0.47 | 51.5 | 24.0 | 14.4 | 8.6 |
| CW01-1 | 18 | 3'216.00 | 0.69 | 0.36 | 41.2 | 19.3 | 11.6 | 6.9 |
| XS01-C | 19 | 2'961.00 | 0.38 | 0.35 | 21.2 | 9.9 | 5.9 | 3.5 |
| XP01-A | 20 | 8'199.00 | 0.85 | 0.58 | 129.8 | 60.6 | 36.4 | 21.6 |
| XP01-B | 21 | 17'301.00 | 0.76 | 0.84 | 243.1 | 113.5 | 68.1 | 40.4 |
| T03 | 22 | 7'326.00 | 0.43 | 0.54 | 58.6 | 27.3 | 16.4 | 9.7 |
| X02-AB | 23 | 55'839.00 | 0.67 | 1.50 | 691.4 | 322.8 | 193.7 | 114.9 |
| XP02-B | 24 | 21'165.00 | 0.39 | 0.93 | 151.7 | 70.8 | 42.5 | 25.2 |
| X06-AB | 25 | 5'036.00 | 0.72 | 0.45 | 66.9 | 31.2 | 18.7 | 11.1 |
| CE01-3 | 26 | 4'963.00 | 0.58 | 0.45 | 53.4 | 25.0 | 15.0 | 8.9 |
| CE01-3 | 27 | 15'295.00 | 0.31 | 0.79 | 88.7 | 41.4 | 24.9 | 14.8 |
| CW03-2 | 28 | 18'774.00 | 0.32 | 0.87 | 111.5 | 52.1 | 31.2 | 18.5 |
| CW03-2 | 29 | 17'606.00 | 0.20 | 0.84 | 65.4 | 30.5 | 18.3 | 10.9 |
| XP01-D | 30 | 27'690.00 | 0.58 | 1.06 | 296.2 | 138.3 | 83.0 | 49.2 |
| XP01-D | 31 | 19'825.00 | 0.52 | 0.90 | 193.2 | 90.2 | 54.1 | 32.1 |
| XP02-C | 32 | 30'641.00 | 0.48 | 1.11 | 273.4 | 127.6 | 76.6 | 45.4 |
| XP02-E | 33 | 23'377.00 | 0.48 | 0.97 | 208.4 | 97.3 | 58.4 | 34.6 |
| XP01-F | 34 | 21'626.00 | 0.32 | 0.94 | 127.8 | 59.7 | 35.8 | 21.2 |
| X07-AB | 35 | 7'072.00 | 0.63 | 0.53 | 82.8 | 38.7 | 23.2 | 13.8 |
| CE01-1 | 36 | 8'400.00 | 0.58 | 0.58 | 90.7 | 42.3 | 25.4 | 15.1 |
| CW04-A | 37 | 10'895.00 | 0.30 | 0.66 | 61.2 | 28.6 | 17.2 | 10.2 |
| CW03-2 | 38 | 17'915.00 | 0.57 | 0.85 | 189.5 | 88.5 | 53.1 | 31.5 |
| X01 | 39 | 5'515.00 | 0.80 | 0.47 | 82.0 | 38.3 | 23.0 | 13.6 |
| X01 | 40 | 9'506.00 | 0.69 | 0.62 | 121.0 | 56.5 | 33.9 | 20.1 |
| CE01-1 | 41 | 7'334.00 | 0.54 | 0.54 | 73.1 | 34.1 | 20.5 | 12.1 |
| CW03-1 | 42 | 8'504.00 | 0.42 | 0.59 | 66.1 | 30.9 | 18.5 | 11.0 |
| CS02-2 | 43 | 3'921.00 | 0.58 | 0.40 | 42.4 | 19.8 | 11.9 | 7.1 |
| CW03-1 | 44 | 4'656.00 | 0.27 | 0.43 | 23.4 | 10.9 | 6.5 | 3.9 |
| AS01 | 45 | 56'791.00 | 0.22 | 1.52 | 231.9 | 108.3 | 65.0 | 38.6 |
| CE01-1 | 46 | 29'149.00 | 0.22 | 1.09 | 119.0 | 55.6 | 33.4 | 19.8 |
| AS08 | 47 | 165'348.00 | 0.22 | 2.59 | 675.3 | 315.3 | 189.2 | 112.2 |
| sommano | | 957'794.00 | 0.43 | | | | | |

TABELLA 11: PORTATE GENERATE DAI SOTTOBACINI ELEMENTARI PER TP 1, 3, 6, 12 ORE

I02

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.7.5 Simulazioni modellistiche a moto vario

2.7.5.1 Il software HEC-RAS

Un approccio di calcolo che tenga conto delle variazioni dei livelli nel tempo in una rete o della sequenza degli attacchi e stacchi di un'idrovora, quali sono i casi in esame, non può che essere considerato con schemi di calcolo a moto vario.

L'efficienza idraulica della rete infatti dipende dal rapporto fra i tempi caratteristici della risposta idrologica ed il tempo di vuotamento della rete ad opera degli impianti o di riempimento per effetto di un profilo di rigurgito provocato dall'innalzamento del livello del recapito. Tali fenomeni sono in idraulica descritti dalle equazioni di *De S. Venant*.

Le verifiche idrauliche sono quindi state condotte mediante l'applicazione del software HEC-RAS, nella relativa più recente versione 6.1, sviluppato e distribuito dallo statunitense *Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers*, di uso generalizzato negli Stati Uniti e nel mondo, per l'integrazione dei profili idraulici in diverse condizioni di moto.

Nella forma qui applicata, tale software utilizza un modello matematico unidimensionale (1D) che consente di descrivere la propagazione delle onde lunghe nel caso in cui le uniche caratteristiche del moto non trascurabili siano quelle nella direzione dell'asse del corso d'acqua. Queste condizioni sono rispettate con buona approssimazione nel caso in esame, per la regolarità delle caratteristiche idrauliche e geometriche del canale lungo il suo corso e l'assenza di importanti variazioni di direzione, che potrebbero presupporre significativi effetti bidimensionali.

Il modello utilizzato dal software è basato sull'equazione di continuità della massa fluida e sull'equazione dinamica unidimensionale di conservazione della quantità di moto.

Con riferimento allo schema nella figura sottostante, in cui x è la direzione principale del moto, l'equazione di continuità della massa d'acqua può essere scritta come segue:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0$$

dove:

- A è l'area bagnata complessiva della sezione considerata;
- Q è la portata fluente per la stessa sezione;
- q_l è la portata in ingresso per unità di lunghezza.

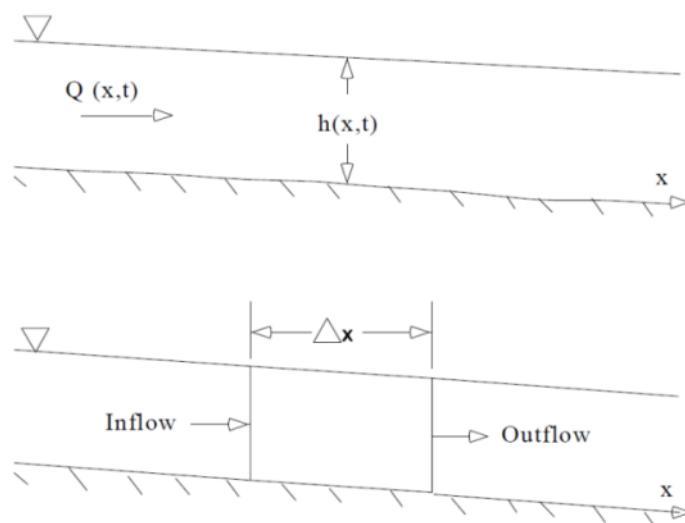


FIGURA 42: SCHEMATIZZAZIONE DI CALCOLO HEC-RAS

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

Con riferimento allo stesso volume di controllo, descritto nella precedente Figura 42, l'equazione dinamica di conservazione della quantità di moto indica invece l'uguaglianza tra il flusso di quantità di moto dovuto alla portata fluida e la somma delle forze di pressione, della forza di gravità e degli sforzi di attrito tangenziali ai contorni bagnati, e può essere scritta come:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0$$

dove, oltre alle grandezze già definite:

- V è la velocità media nella sezione;
- S_f è la perdita di carico per unità di lunghezza, positiva se il flusso è nella direzione positiva delle x ;
- g è l'accelerazione di gravità.

Secondo l'equazione di *Manning*, la cadente piezometrica S_f si può ricavare dalla formula per la resistenza al moto nell'ipotesi di *moto uniforme*:

$$S_f = \frac{Q|Q|n^2}{R_H^{4/3}A^2}$$

dove:

- R_H è il raggio idraulico della sezione;
- n è il coefficiente di scabrezza secondo *Manning* della superficie di contorno, pari all'inverso del coefficiente di scabrezza secondo *Strickler* K_S .

Le equazioni così distinte vengono linearizzate, e risolte secondo uno schema implicito alle differenze finite tra le diverse sezioni trasversali schematizzate.

2.7.5.2 Schema della rete

Lo schema della rete, costituita dalla discretizzazione del compendio di invasi superficiali e profondi descritto nel precedente capitolo e rappresentato in forma semplificata nella sopra riportata tavola n.07, è stato implementato nel modello monodimensionale HEC-RAS come rappresentato in Figura 43, direttamente estratta dall'interfaccia grafica del modello. Si evidenzia sin d'ora che, successivamente alla modellazione matematica, sono state modificate alcune scelte progettuali non sostanziali, quali in particolare quelle relative all'andamento non meandriforme del canale AS01, che negli elaborati di progetto ha tracciato lineare, corrispondente alla risagomatura di una scolina esistente.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

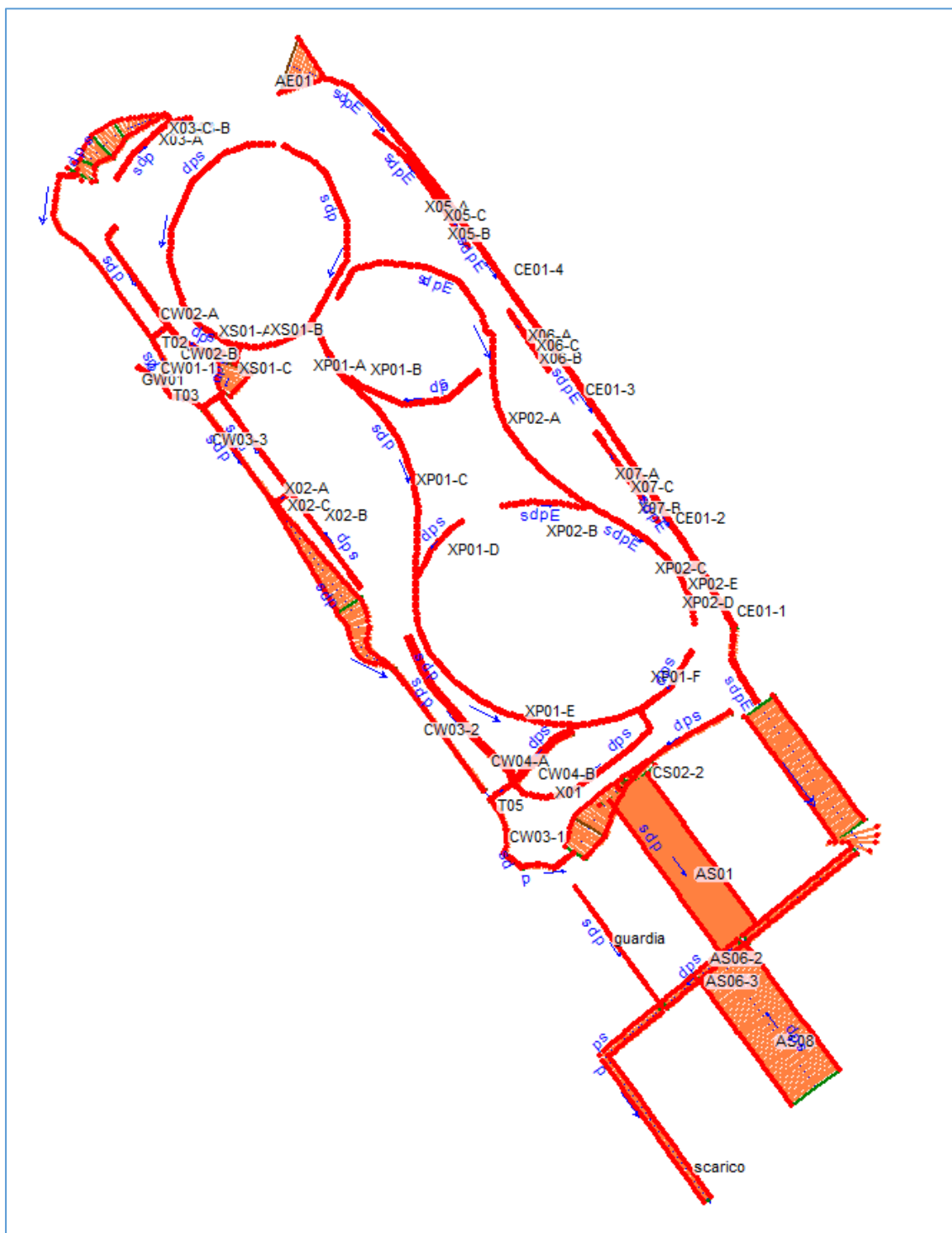


FIGURA 43: SCHEMA GEOMETRICO DEL MODELLO HEC-RAS

In tale schematizzazione, ogni tronco è stato rappresentato mediante la relativa sezione trasversale, con passo di interpolazione fra sezioni successive sempre inferiore a 5 m.

A titolo di esempio, si riportano di seguito le sezioni trasversali significative di alcuni tronchi di interesse.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

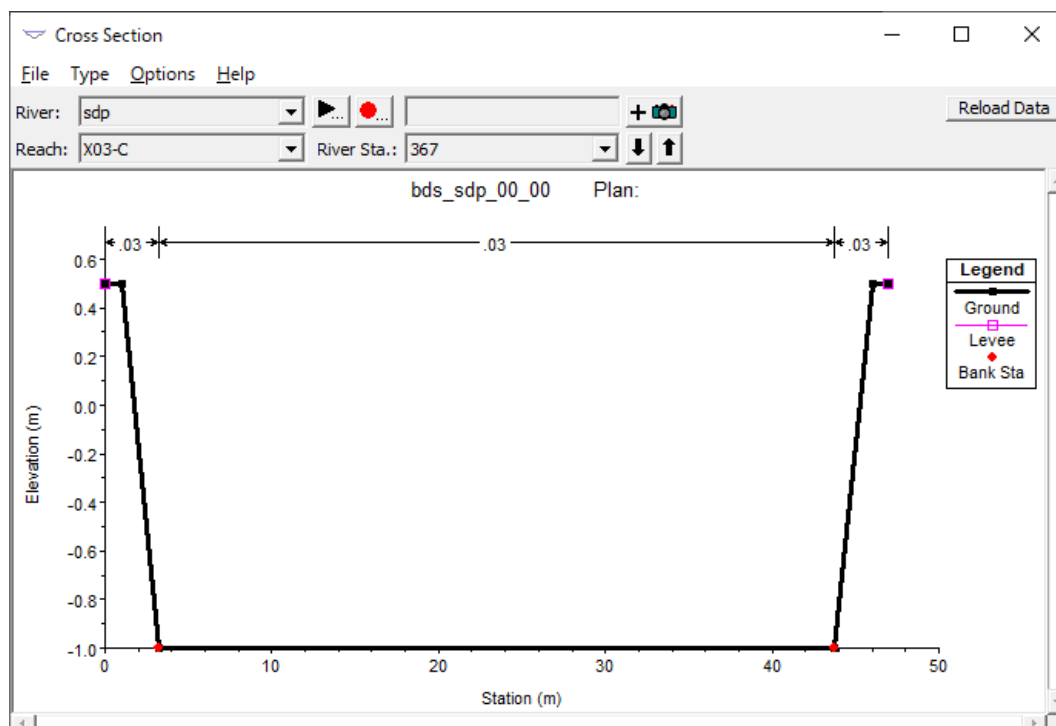


FIGURA 44: SEZIONE TRASVERSALE AREA A_W_01 (INVASO SUPERFICIALE, DORSALE OVEST)

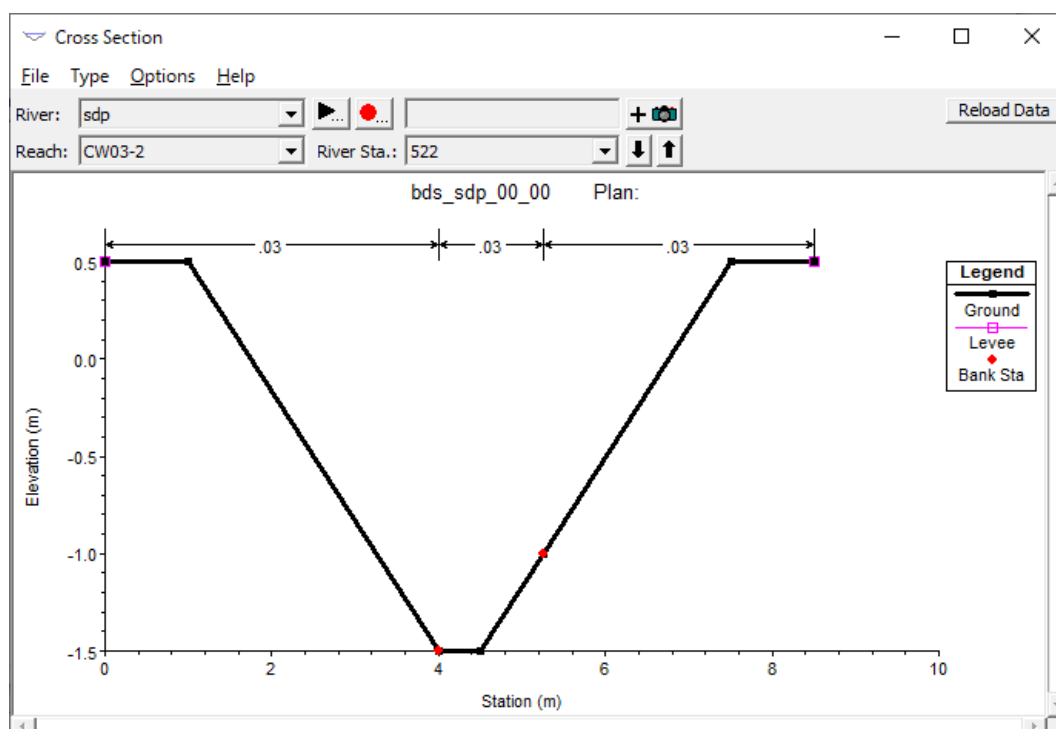


FIGURA 45: SEZIONE TRASVERSALE CANALE C_W_03-3 (INVASO SUPERFICIALE CON CANALE DI MAGRA, DORSALE OVEST)

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

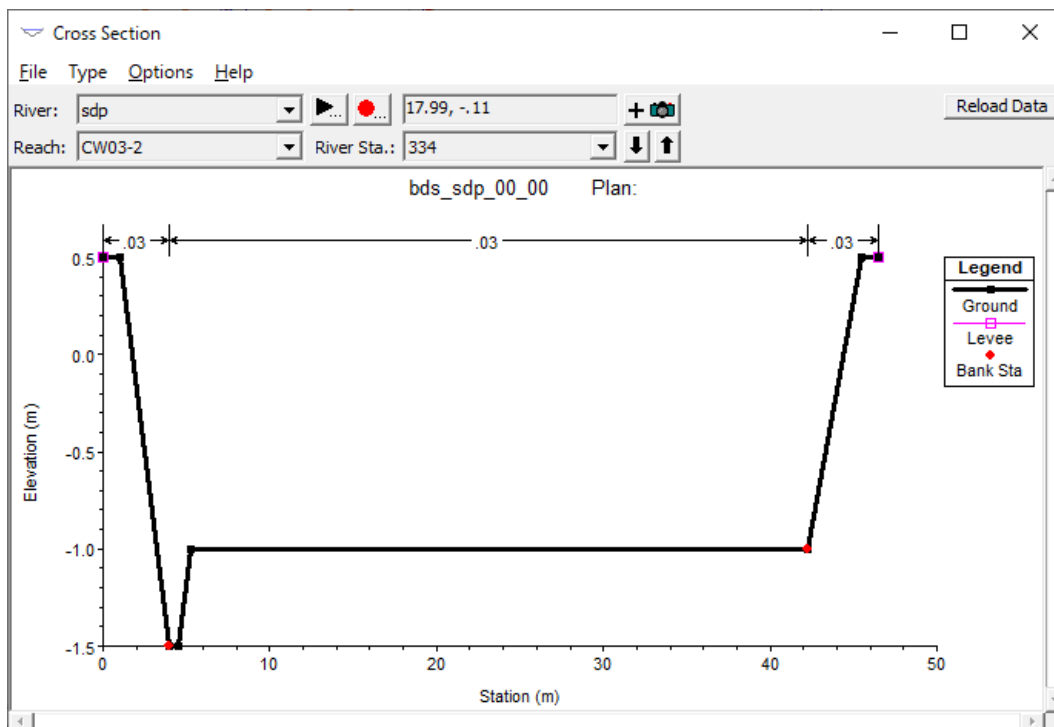


FIGURA 46: SEZIONE TRASVERSALE CANALE C_W_03-2 (INVASO SUPERFICIALE CON CANALE DI MAGRA, DORSALE OVEST)

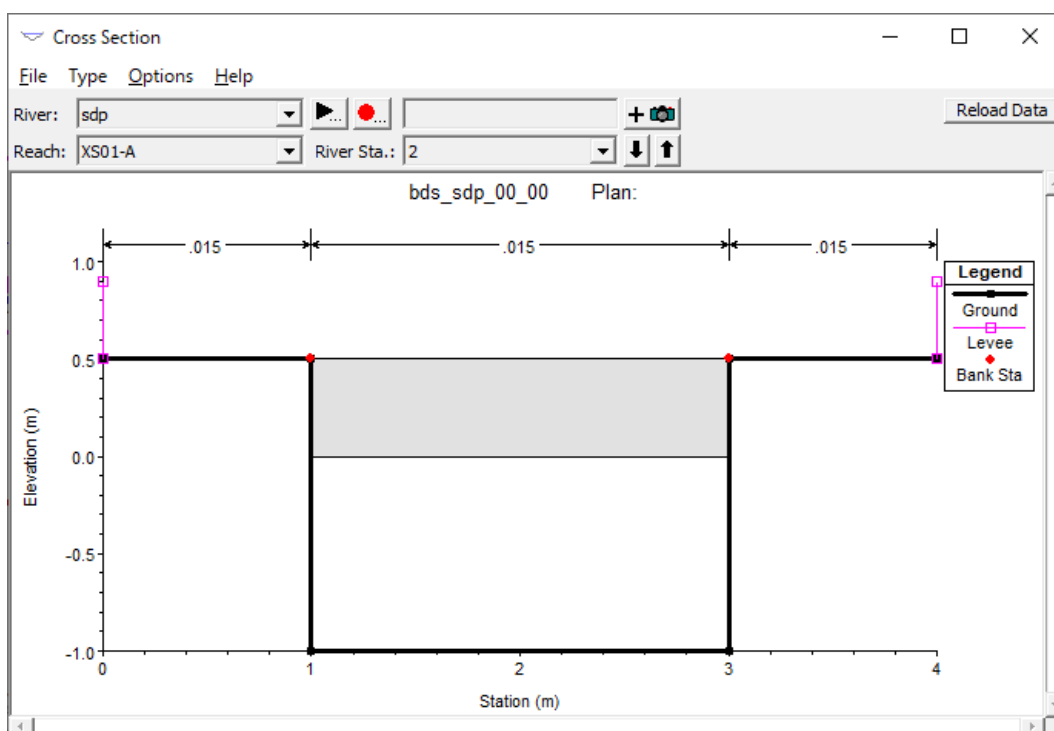


FIGURA 47: SEZIONE TRASVERSALE CONDOTTA SCATOLARE XS_01 (INVASO PROFONDO, STADIO)

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

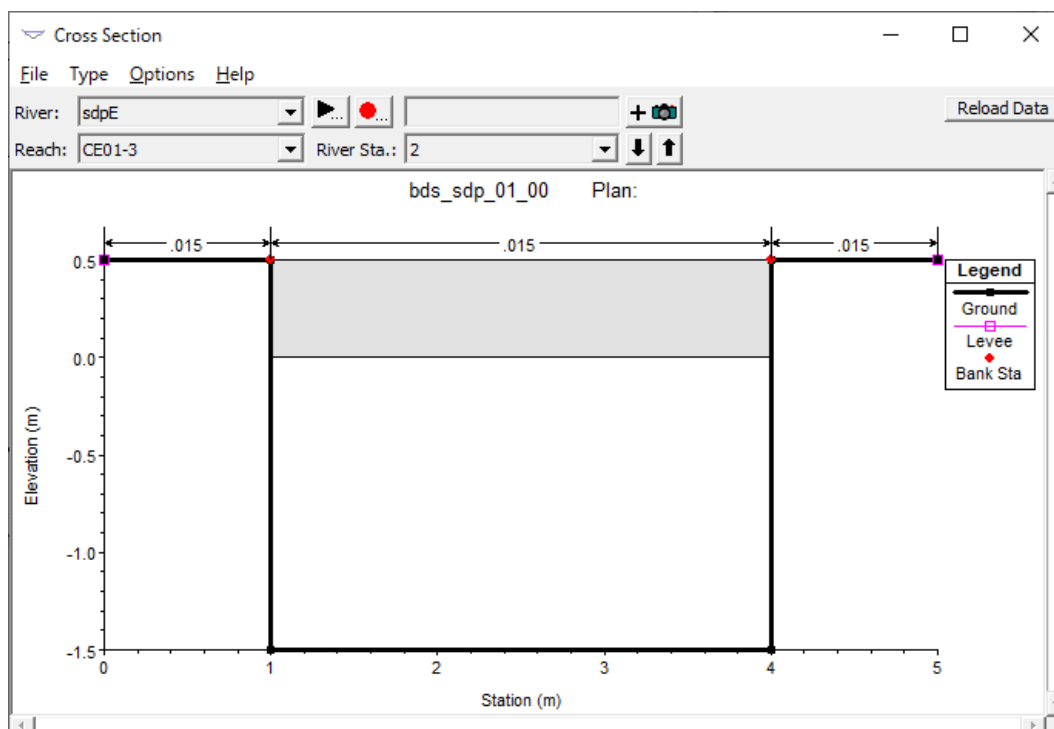


FIGURA 48: SEZIONE TRASVERSALE CONDOTTA SCATOLARE CE_01 (INVASO PROFONDO, CANALE INTERRATO EST)

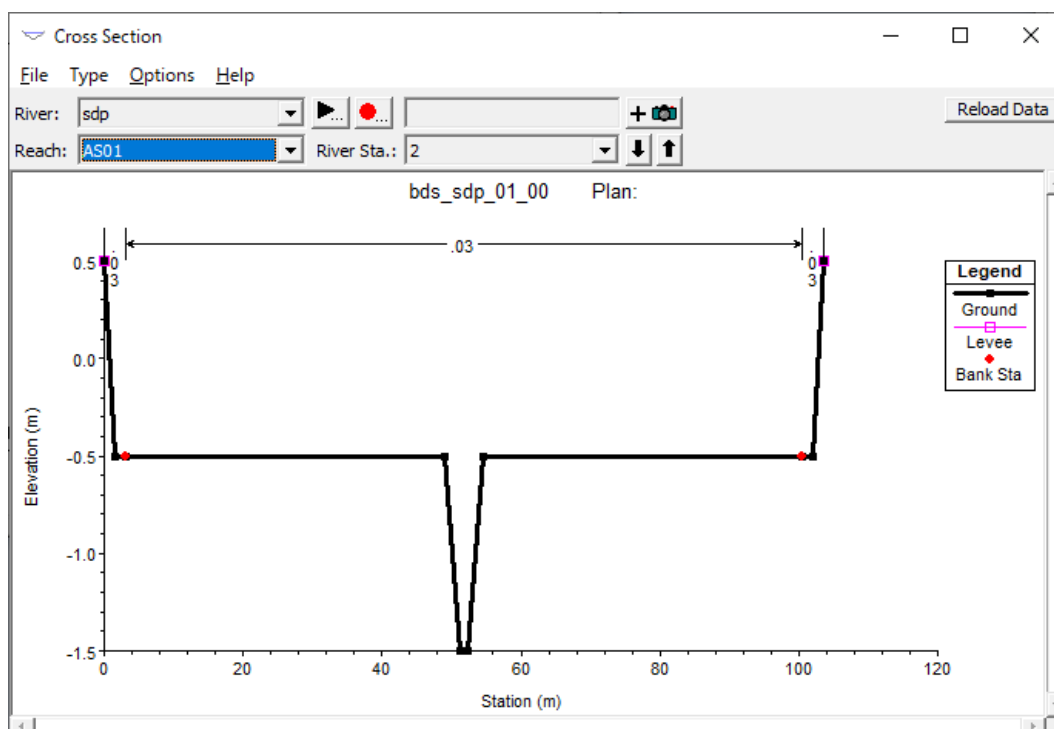


FIGURA 49: SEZIONE TRASVERSALE AREA AS_01 (INVASO SUPERFICIALE, ZONA BOSCO)

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

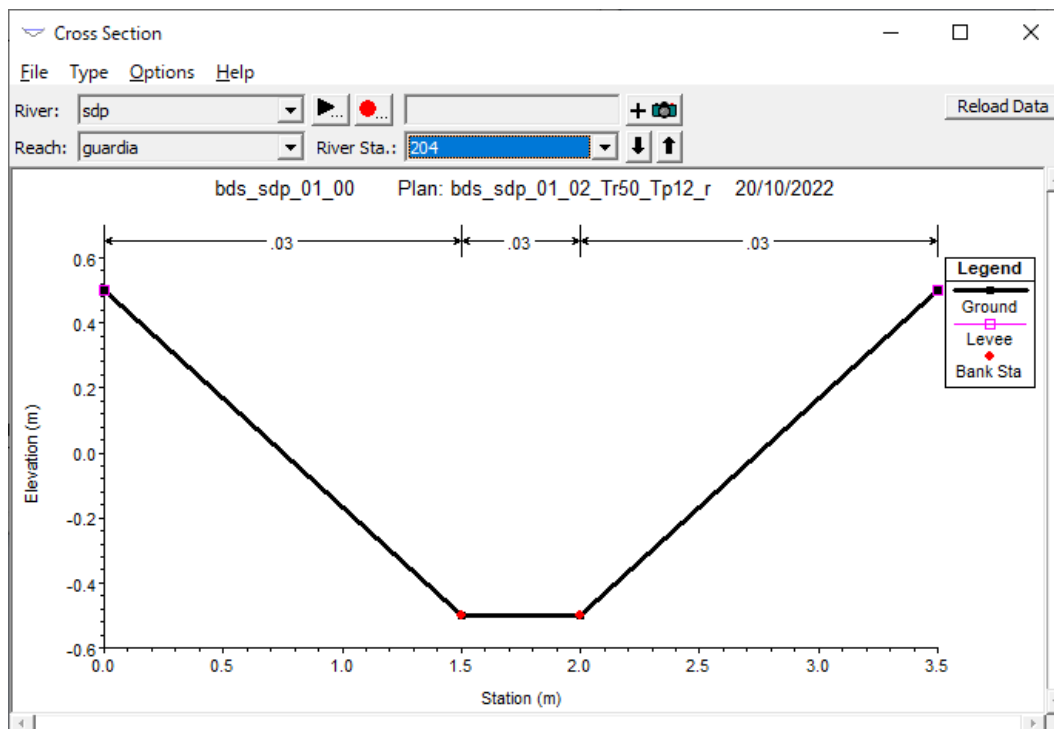


FIGURA 50: SEZIONE TRASVERSALE FOSSO DI GUARDIA (INVASO SUPERFICIALE, ZONA BOSCO)

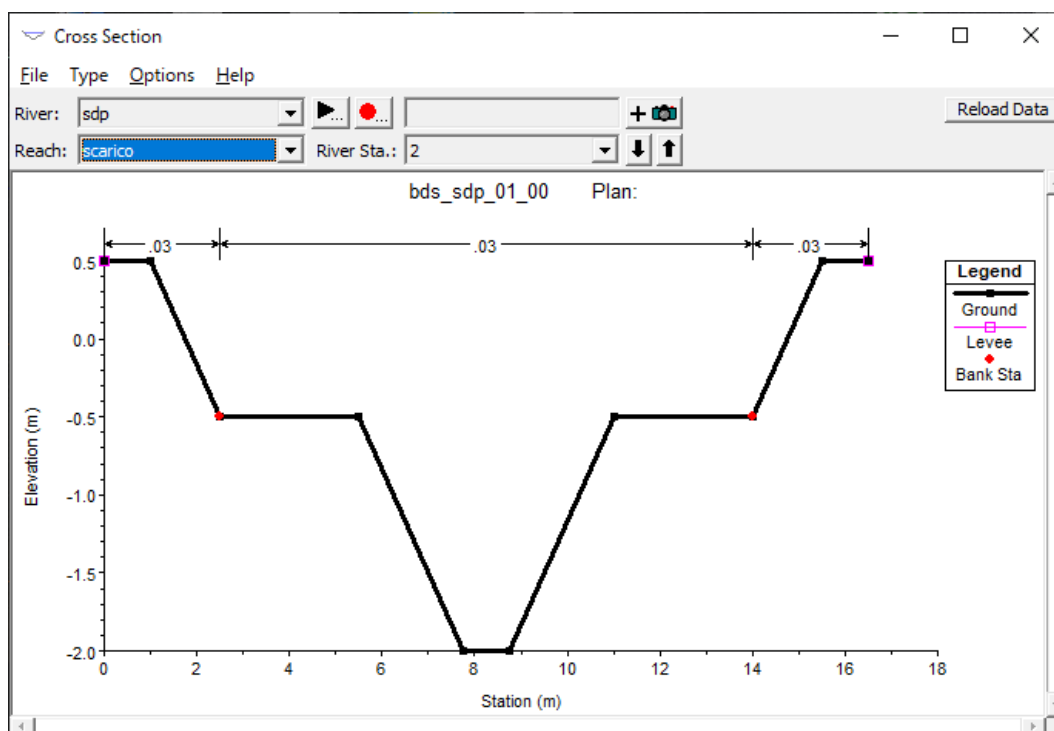


FIGURA 51: SEZIONE TRASVERSALE NUOVO COLLETTORE TERMINALE (SEZIONE DI VALLE)

102

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.7.5.3 Condizioni al contorno

Condizioni al contorno di valle

La condizione al contorno imposta alla sezione di chiusura a valle della rete modellata è pari all'imposizione di una scala delle portate tale da consentire un deflusso verso il collettore Acque Medie Cattal sempre inferiore alla massima portata consentita dalle prescrizioni del Piano delle Acque, pari cioè a $Q_{IMP} = 0.498 \text{ m}^3/\text{s}$.

Non si entra quindi in questa sede nel merito dell'effettivo dispositivo da predisporre per la garanzia di tale vincolo, che potrà essere costituito, per esempio, da un manufatto di sfioro o con luce di fondo o con una bocca tassata con foronomia calibrata per la portata sopra indicata.

Condizioni al contorno di monte

Le condizioni al contorno imposte a monte di ciascun tronco della rete schematizzata sono date dagli idrogrammi di piena, triangolari o trapezi, i cui valori massimi per i diversi tempi di pioggia (1, 3, 6, 12 ore) sono stati riportati nella Tabella 11.

Nella stessa tabella sono infatti stati indicati anche i tronchi recettori di ciascun contributo di portata, che sono ubicati talvolta all'estremità di monte dei singoli tronchi, talvolta lungo i tronchi stessi, dovendo rappresentare immissioni laterali da superfici scolanti locali o fossi e condotte di minori dimensioni, non schematizzati nel modello.

Si riportano di seguito, a titolo di esempio, due degli idrogrammi imposti a monte di due tronchi (X03-A, in corrispondenza del parcheggio P1, e AS08, in corrispondenza all'area boscata a sud).

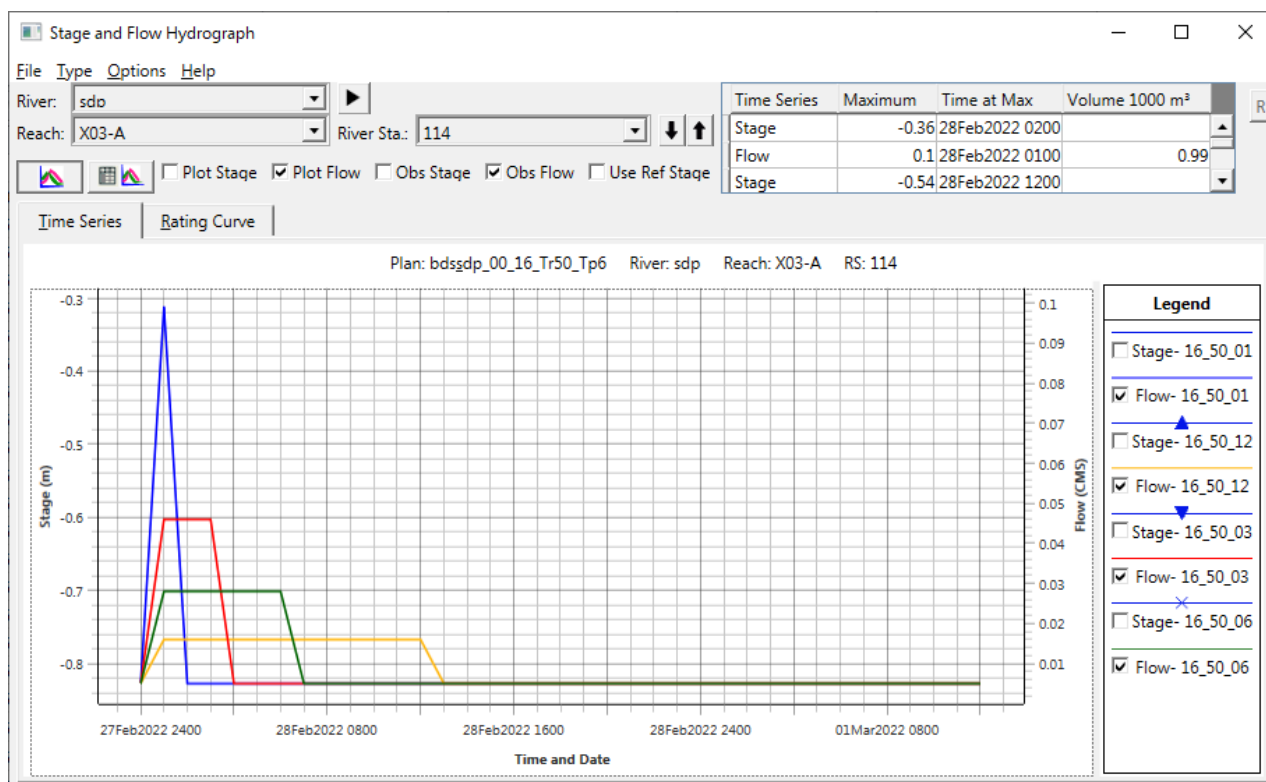


FIGURA 52: IDROGRAMMI IN INGRESSO TRONCO X03-A

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

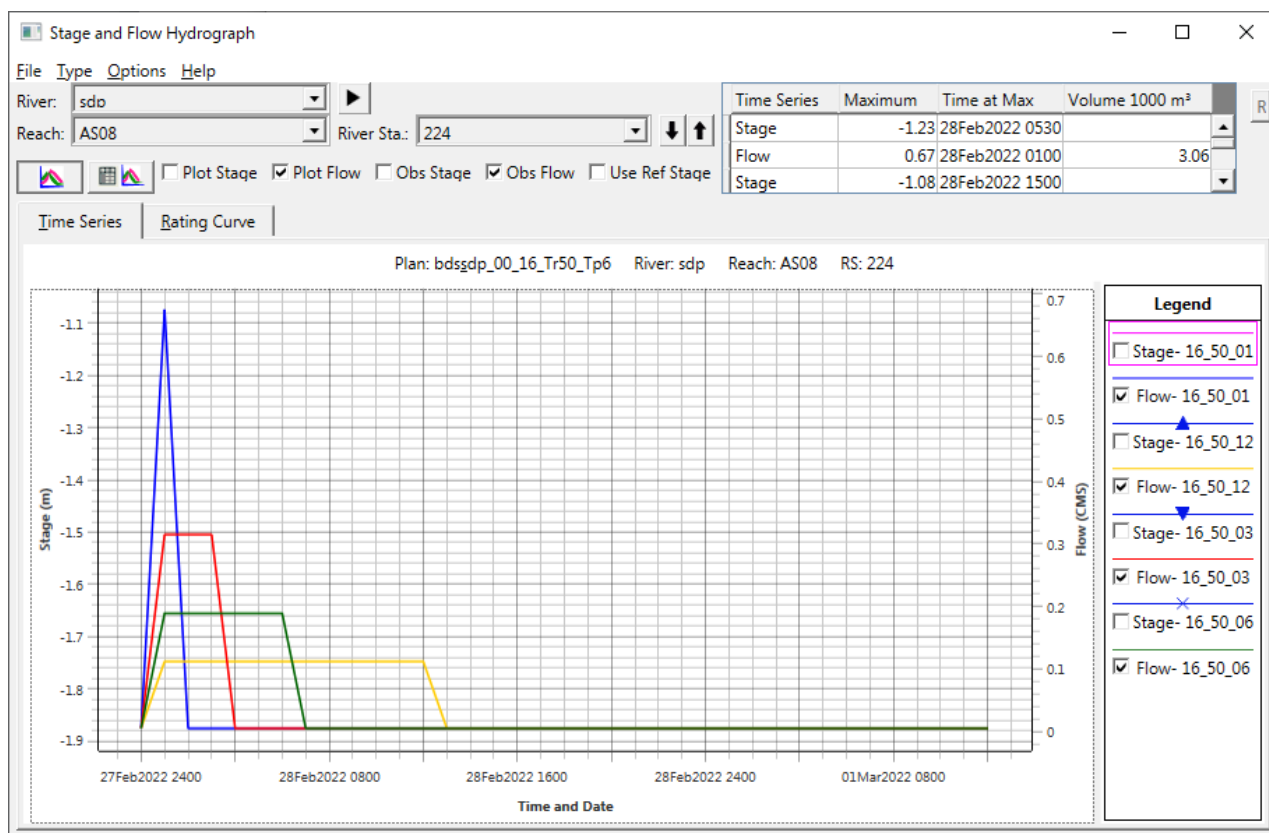


FIGURA 53: IDROGRAMMI IN INGRESSO TRONCO A_S_08

I02

BOSCO DELLO SPORT OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.7.6 Risultati delle simulazioni

Le simulazioni a moto vario della propagazione dell'onda di piena generata dagli eventi di pioggia con durata di 1, 3, 6 e 12 ore, per un tempo di ritorno di 50 anni, sono state condotte per una durata complessiva di 36 ore, per garantire un tempo sufficiente per la propagazione di tutti i contributi fino alla sezione di chiusura anche per gli eventi più lunghi, con un passo di integrazione numerica di 5 secondi, tale da ottimizzare i tempi di calcolo e la stabilità del modello.

I risultati ottenuti sono esprimibili in diversa forma:

- come profili longitudinali di massimo riempimento (o di riempimento variabile istante per istante) dei tronchi modellati;
- come riempimento (massimo o istantaneo) in corrispondenza alle singole sezioni trasversali;
- come diagramma temporale di portate e livelli calcolati in corrispondenza a ciascuna sezione trasversale del modello.

Per dovere di sintesi, si riporta quindi di seguito una selezione rappresentativa del compendio di risultati ottenuti, che potrà essere messo a disposizione della Superiore Approvazione, qualora di interesse, con la doverosa anticipazione che, per tutti i casi simulati, il modello ha dimostrato che:

- gli invasi schematizzati proposti, sia a cielo aperto che interrati, si sono dimostrati sufficienti al contenimento dei volumi di piena generati nel bacino nelle prospettate condizioni di riforma;
- in nessuna sezione sono stati riscontrati fenomeni di esondazione o superamenti delle quote di sicurezza idraulica imposte in funzione al piano quotato di progetto;
- in tutte le sezioni è risultato garantito un franco di sicurezza idraulico variabile fra 20 e 60 cm, che consente di ritenere sufficientemente cautelativo il dimensionamento dei dispositivi di invaso ai fini dell'invarianza idraulica.

Per agevolare la lettura dei risultati, nelle seguenti rappresentazioni sono quindi posti a confronto i livelli idrici di riempimento (in sezioni o in profili longitudinali) e gli idrogrammi di piena (in termini di portata e di livello) a confronto per le diverse durate di pioggia, con la colorazione già utilizzata per i precedenti grafici:

- **blu** per il tempo di pioggia $t_p = 1$ ora;
- **rosso** per il tempo di pioggia $t_p = 3$ ore;
- **verde** per il tempo di pioggia $t_p = 6$ ore;
- **giallo** per il tempo di pioggia $t_p = 12$ ore.

Si evidenzia che, per la tipica convenzione del software HEC-RAS, al contrario della più tradizionale convenzione idraulica, i profili longitudinali sono sempre tracciati intendendo lo scorrimento dell'acqua da destra verso sinistra: si ha quindi sempre a sinistra la sezione di valle del corso d'acqua analizzato e a destra la relativa sezione di monte.

Per analoga impostazione concettuale, le sezioni di dettaglio sono riportate in ordine da valle verso monte.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.7.6.1 Dorsale ovest

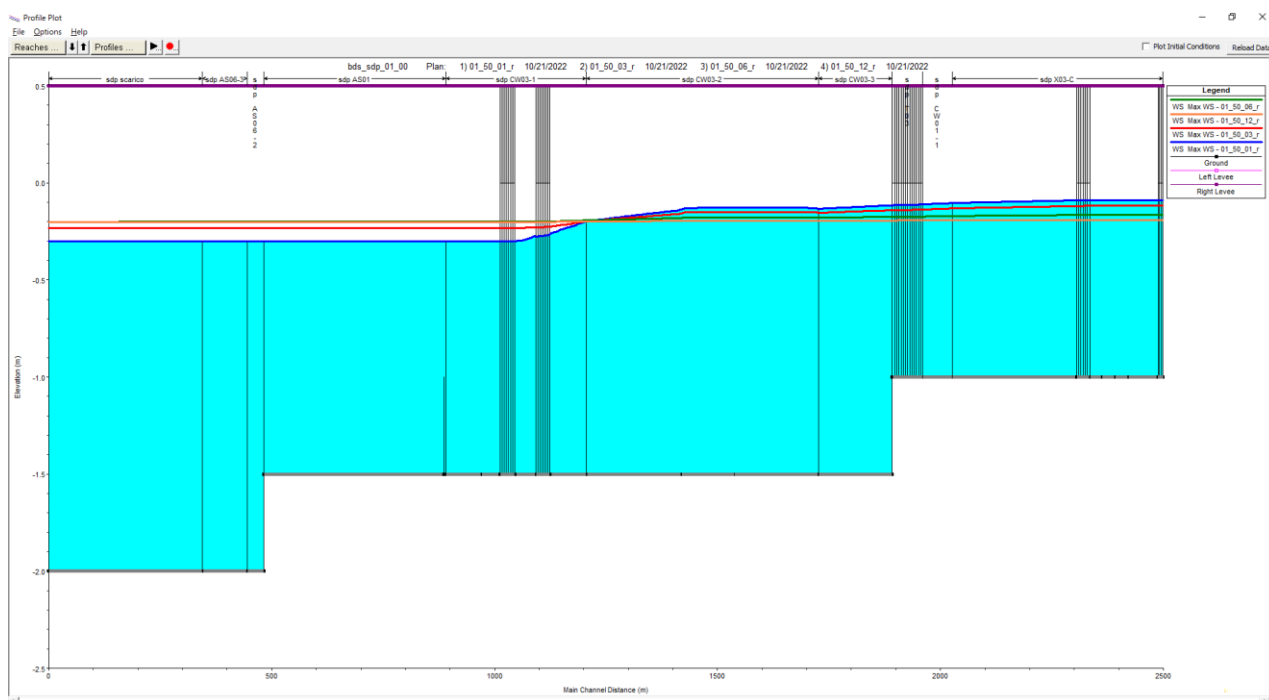


FIGURA 54: PROFILO LONGITUDINALE DORSALE OVEST - MASSIMO RIEMPIMENTO

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

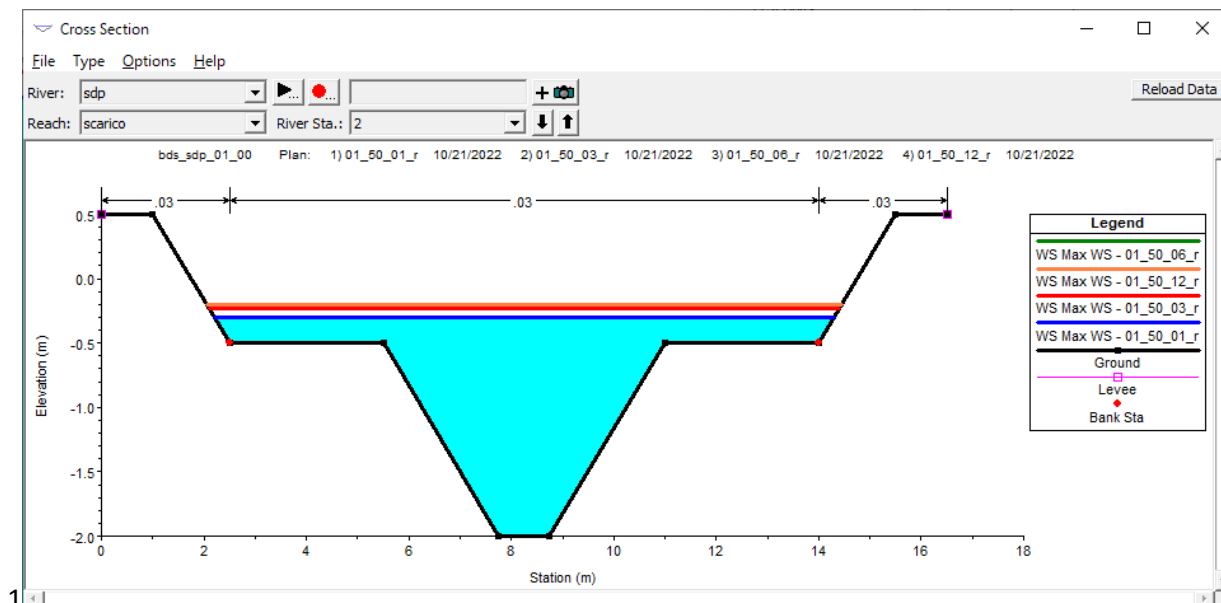


FIGURA 55: COLLETTORE TERMINALE - SEZ.2 (VALLE) - MASSIMO RIEMPIMENTO

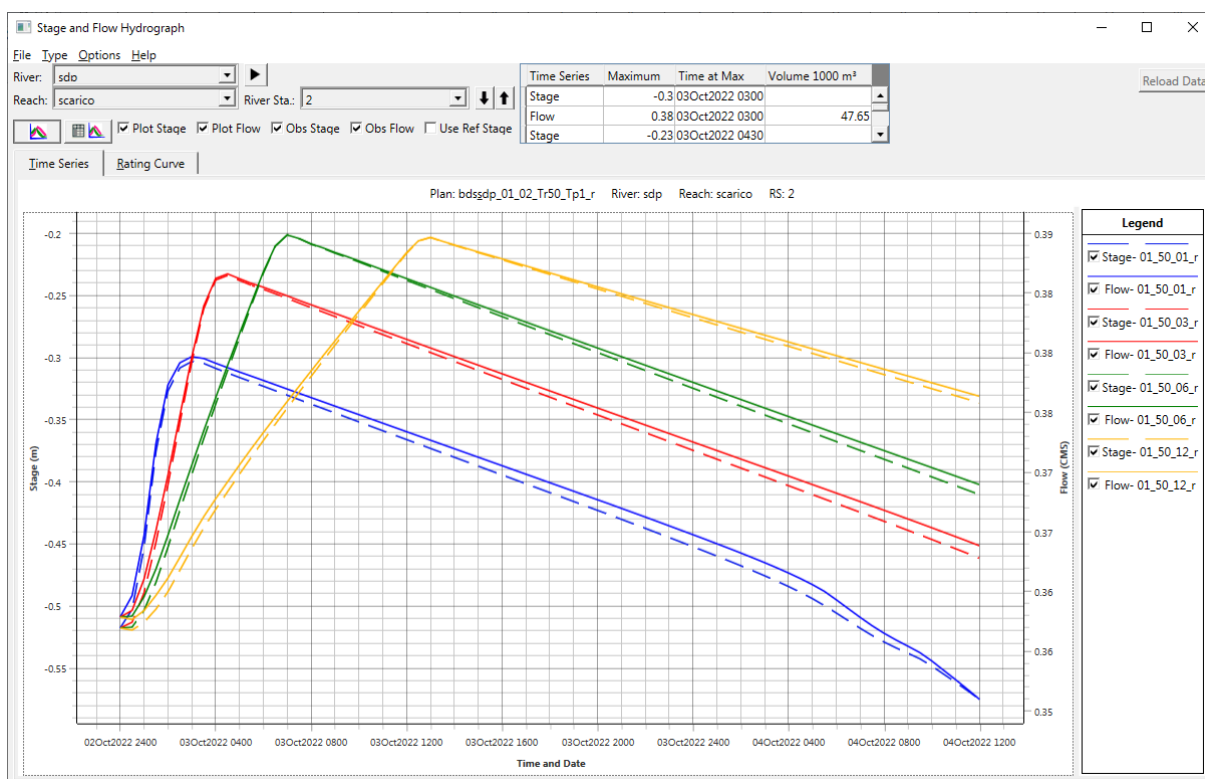


FIGURA 56: COLLETTORE TERMINALE - SEZ.2 (VALLE) - IDROGRAMMI DI PIENA

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

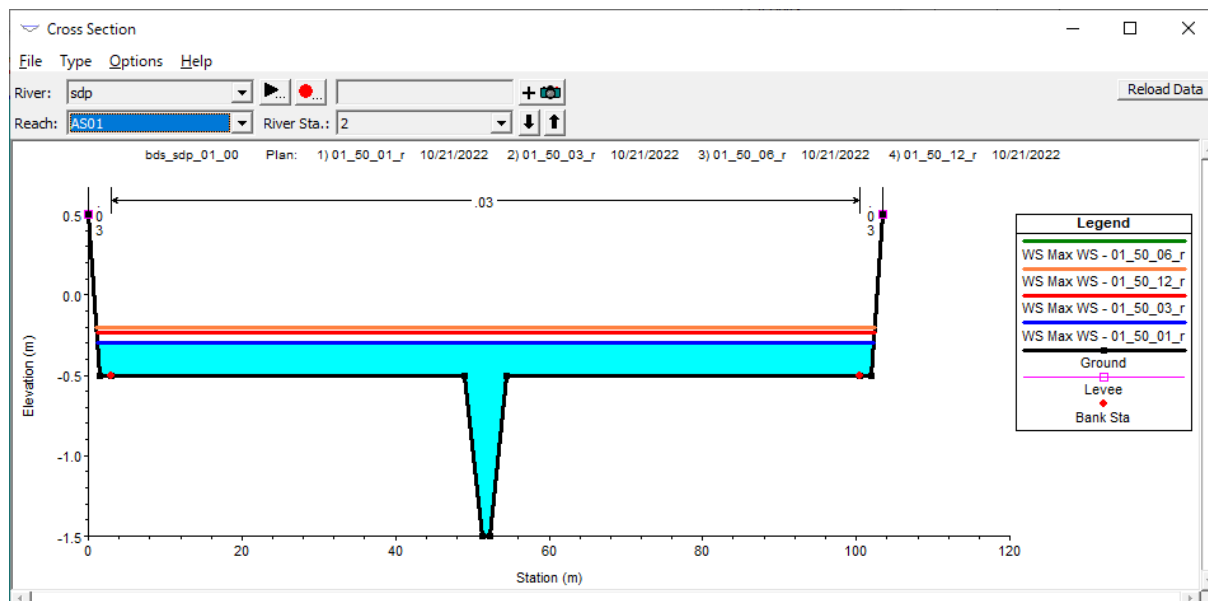


FIGURA 57: CANALE AS01 - SEZ.2 - MASSIMO RIEMPIMENTO

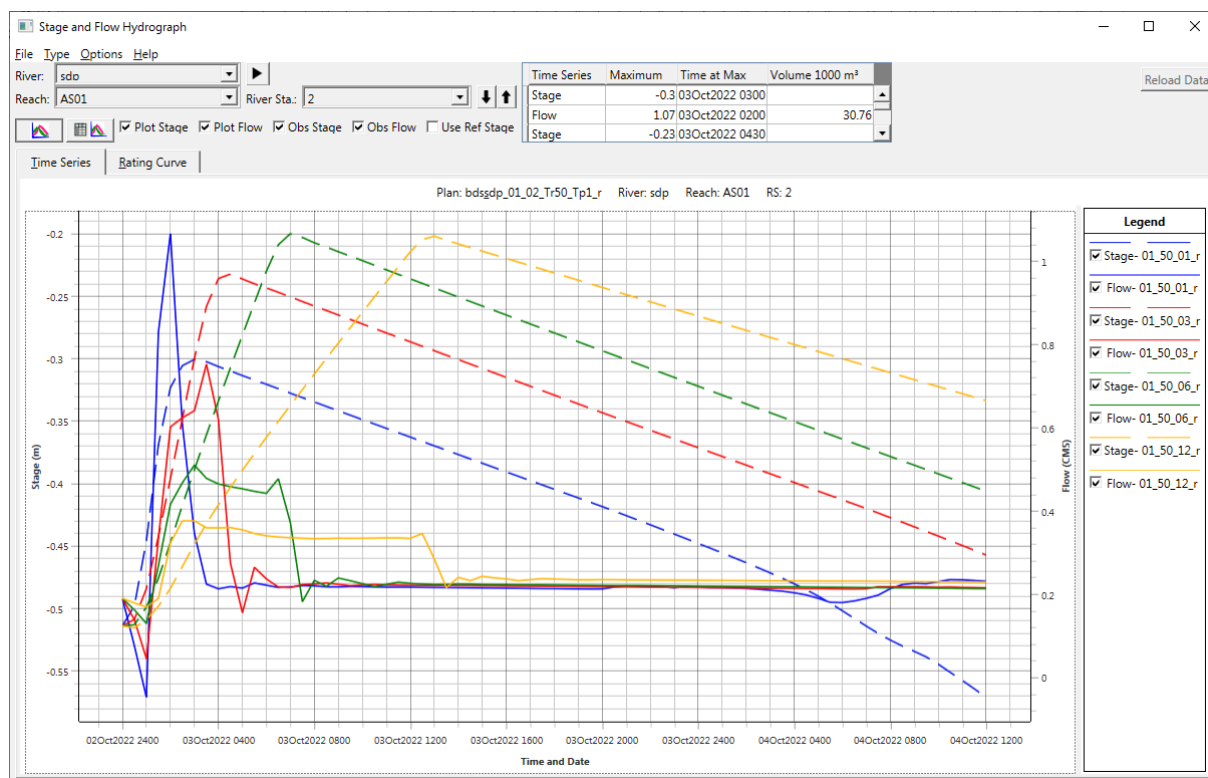


FIGURA 58: CANALE AS01 - SEZ.2 - IDROGRAMMI DI PIENA

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

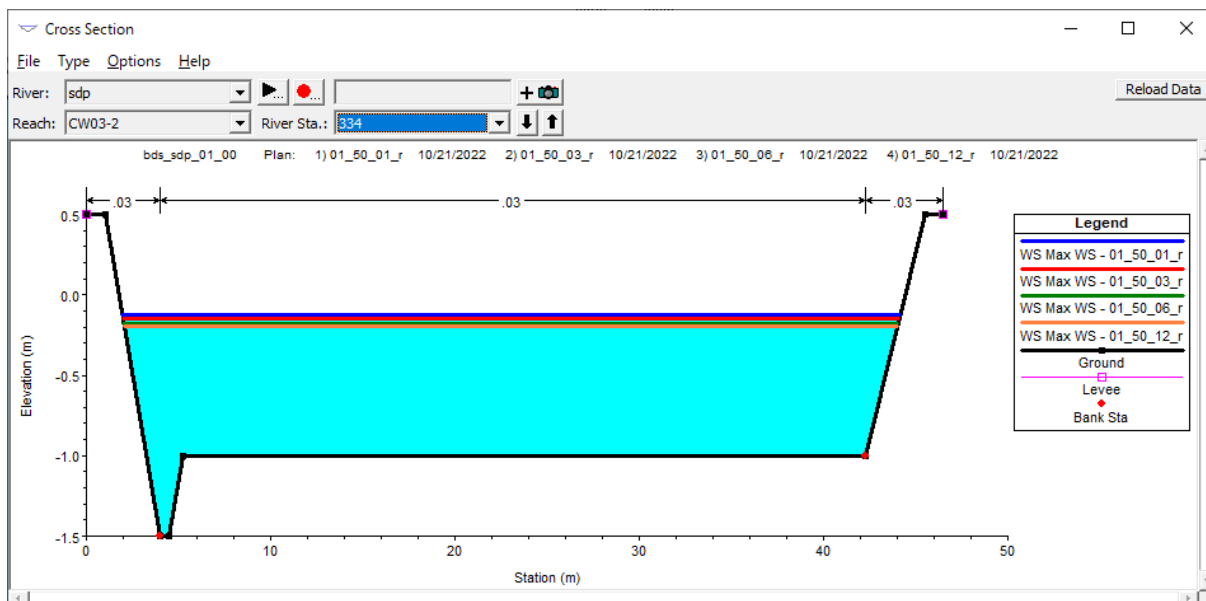


FIGURA 59: CANALE CW03-2 - SEZ.334 - MASSIMO RIEMPIMENTO

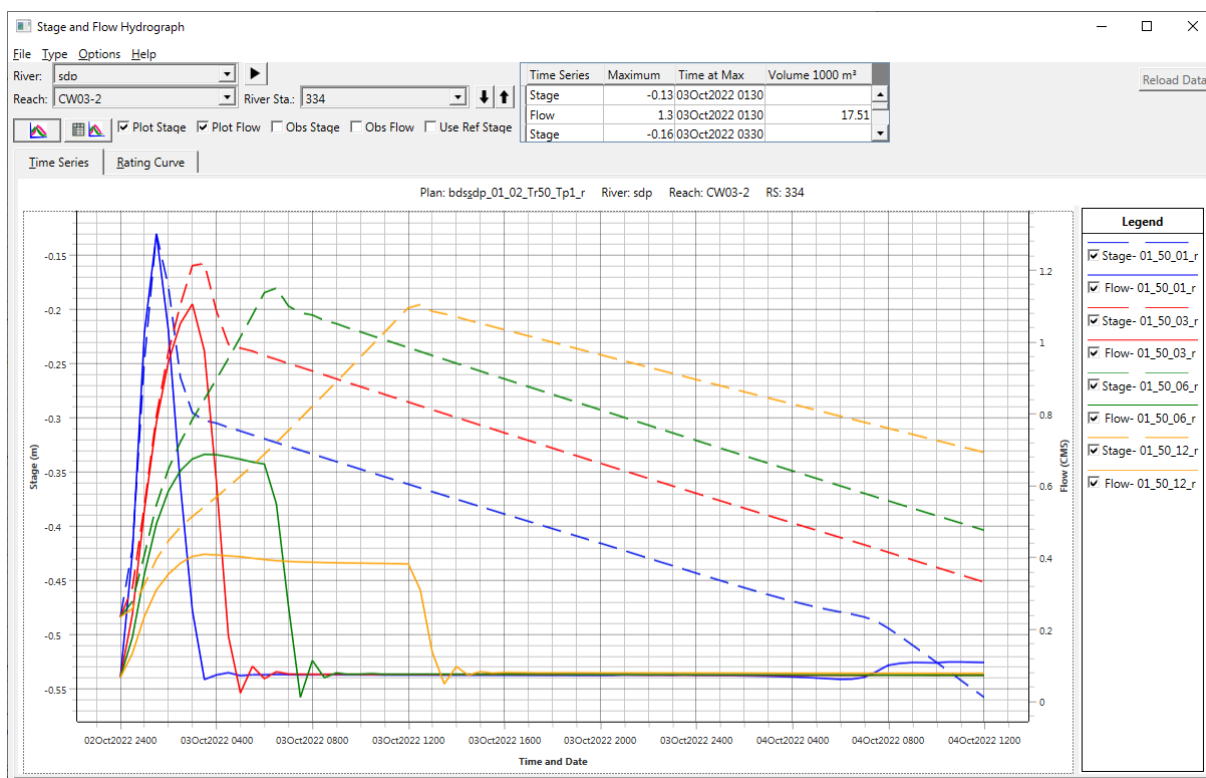


FIGURA 60: CANALE CW03-2 - SEZ.334 - IDROGRAMMI DI PIENA

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

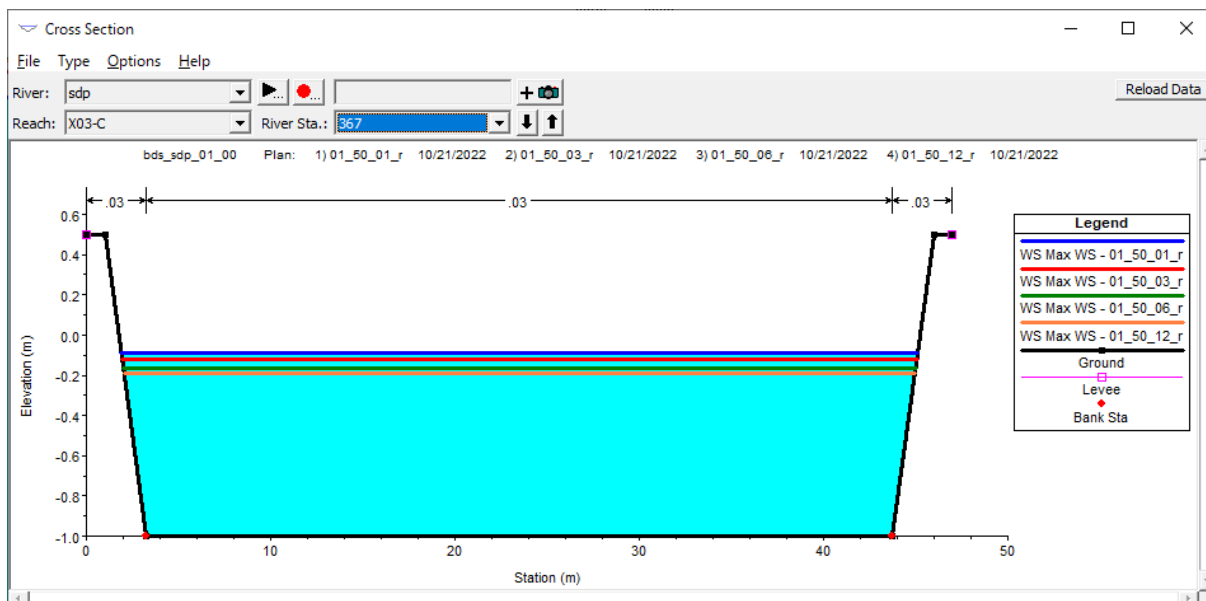


FIGURA 61: CANALE X03-C (AW01) - SEZ.367 - MASSIMO RIPIIMENTO

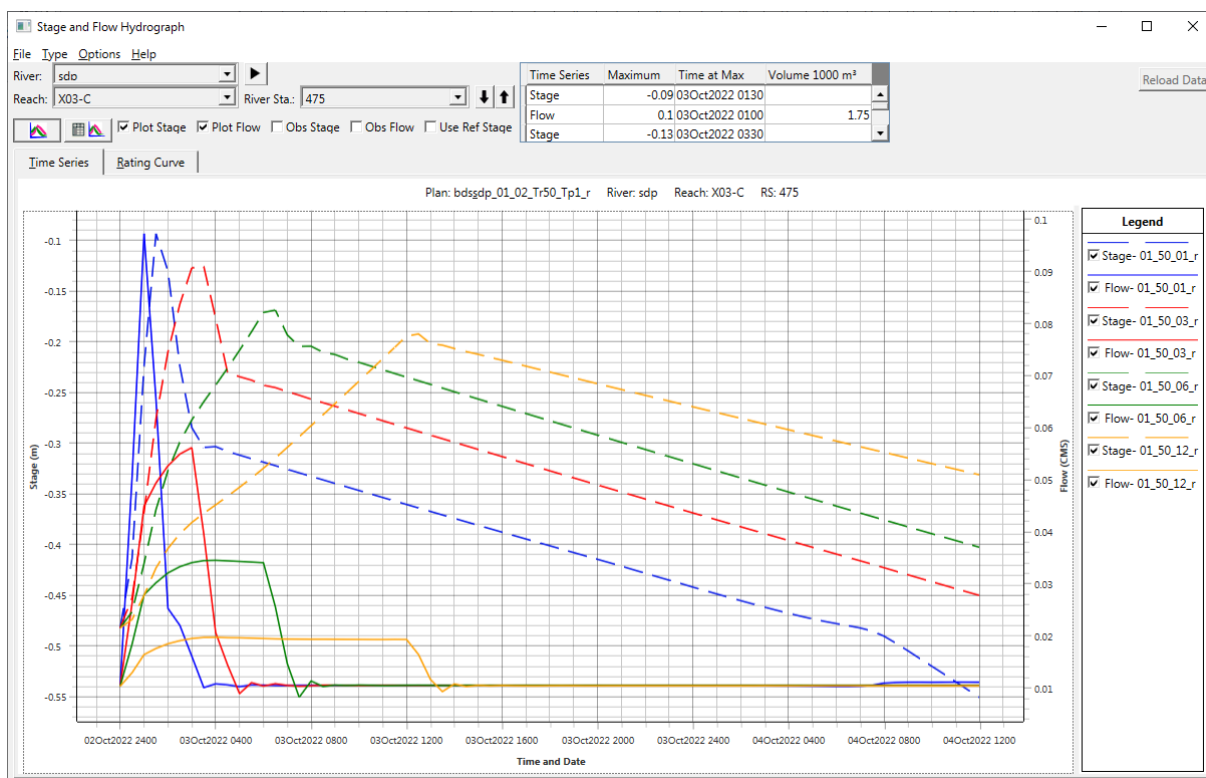


FIGURA 62: CANALE X03-C (AW01) - IDROGRAMMI DI PIENA

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.7.6.2 Dorsale est

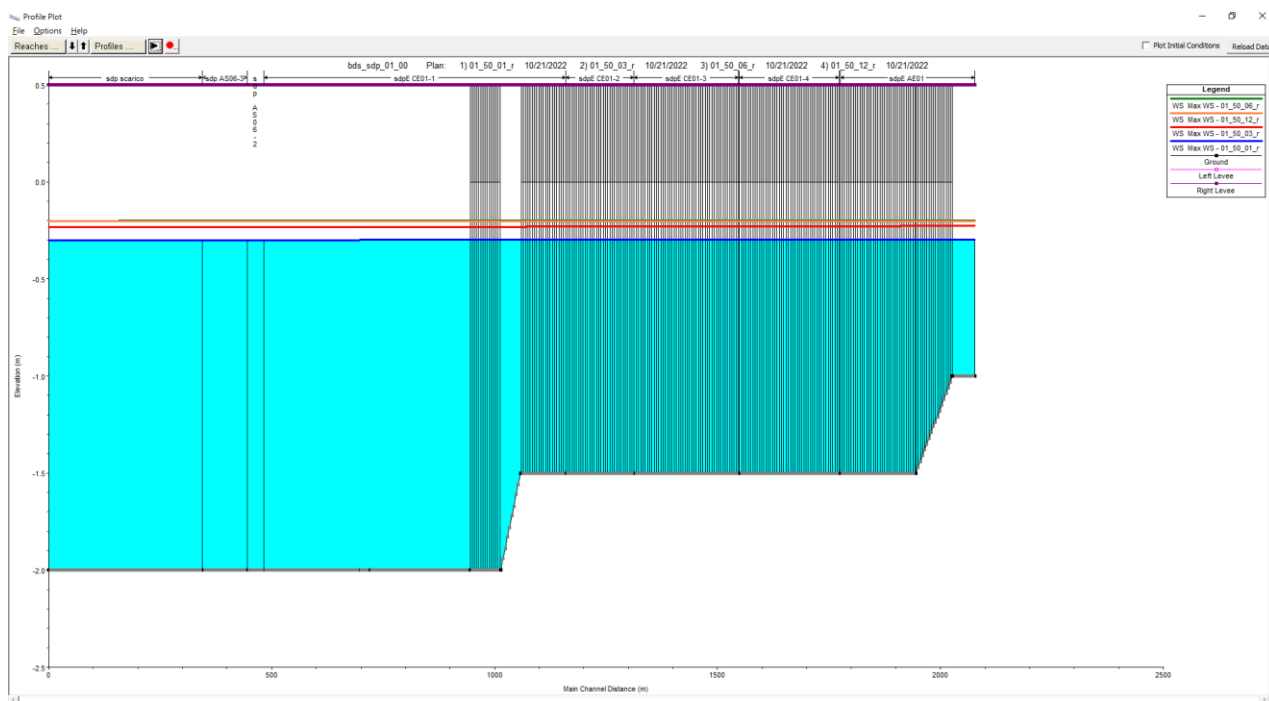


FIGURA 63: PROFILO LONGITUDINALE DORSALE EST - MASSIMO RIEMPIMENTO

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

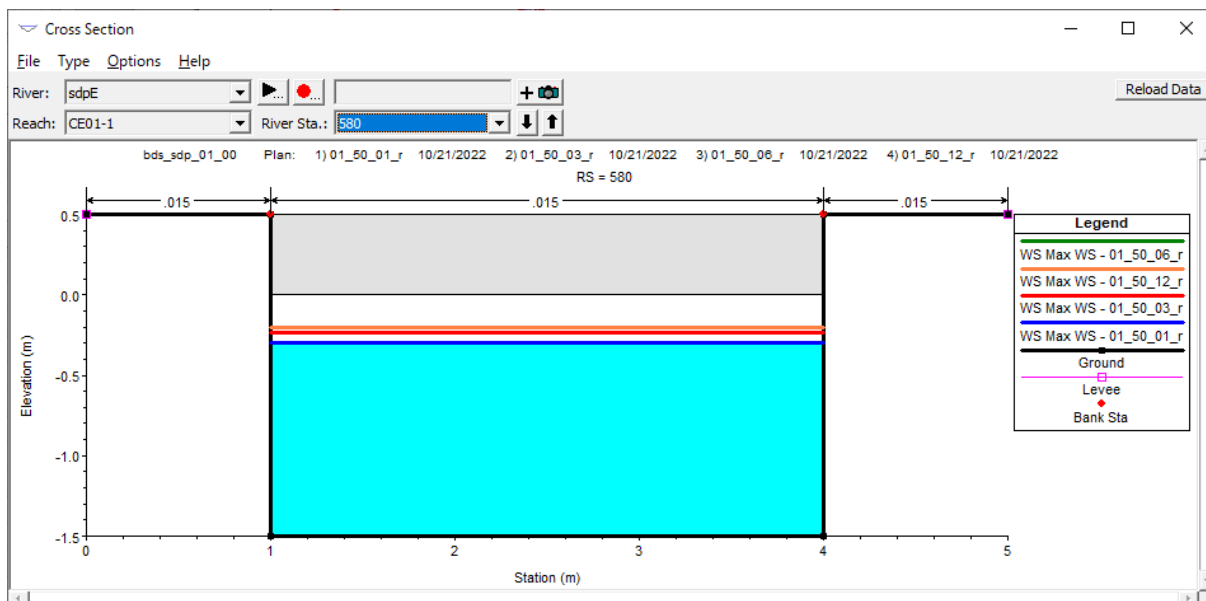


FIGURA 64: CANALE INTERRATO CE01-1 - SEZ. 580 (VALLE) - MASSIMO RIEMPIMENTO

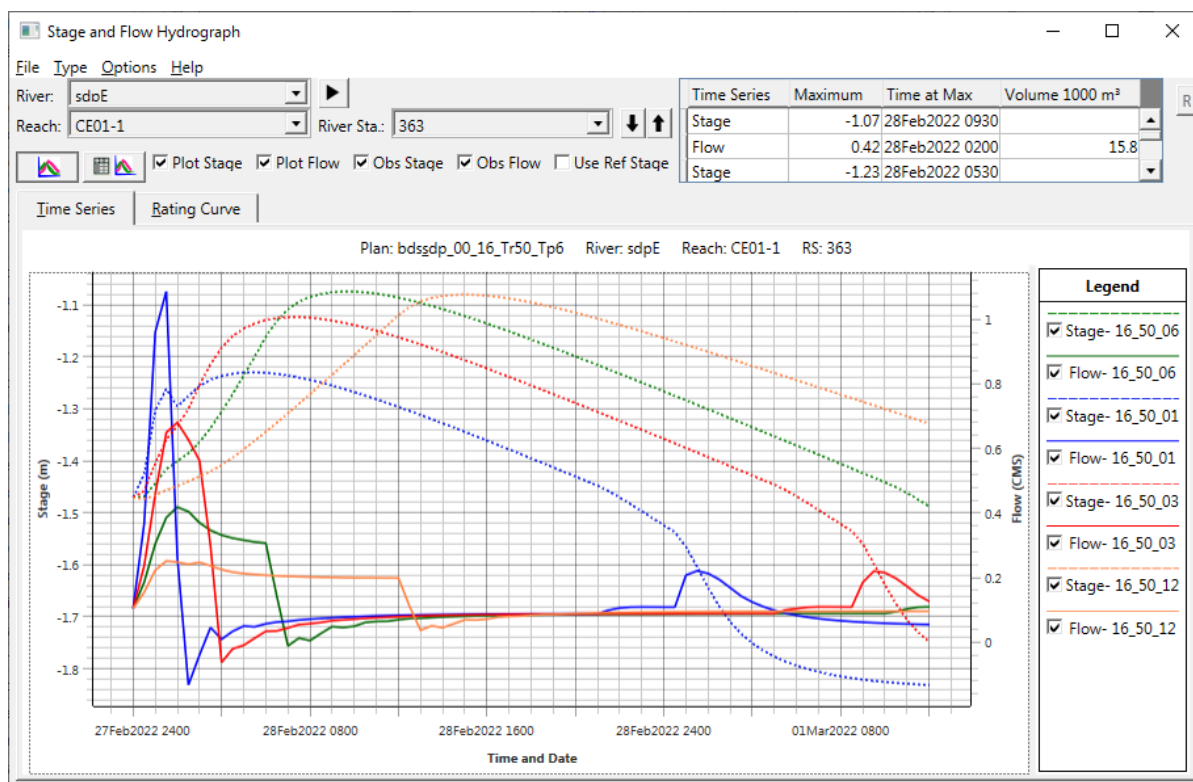


FIGURA 65: CANALE INTERRATO CE01-1 - SEZ. 363 (VALLE) - IDROGRAMMI DI PIENA

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

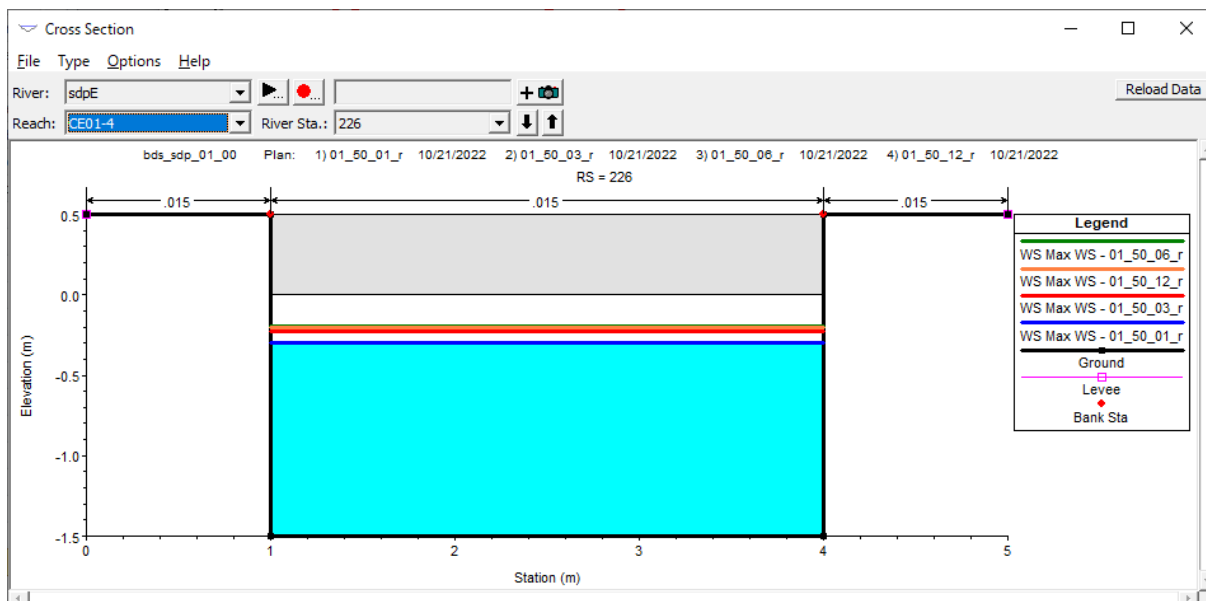


FIGURA 66: CANALE INTERRATO CE01-4 - SEZ. 226 (MONTE) - MASSIMO RIEMPIMENTO

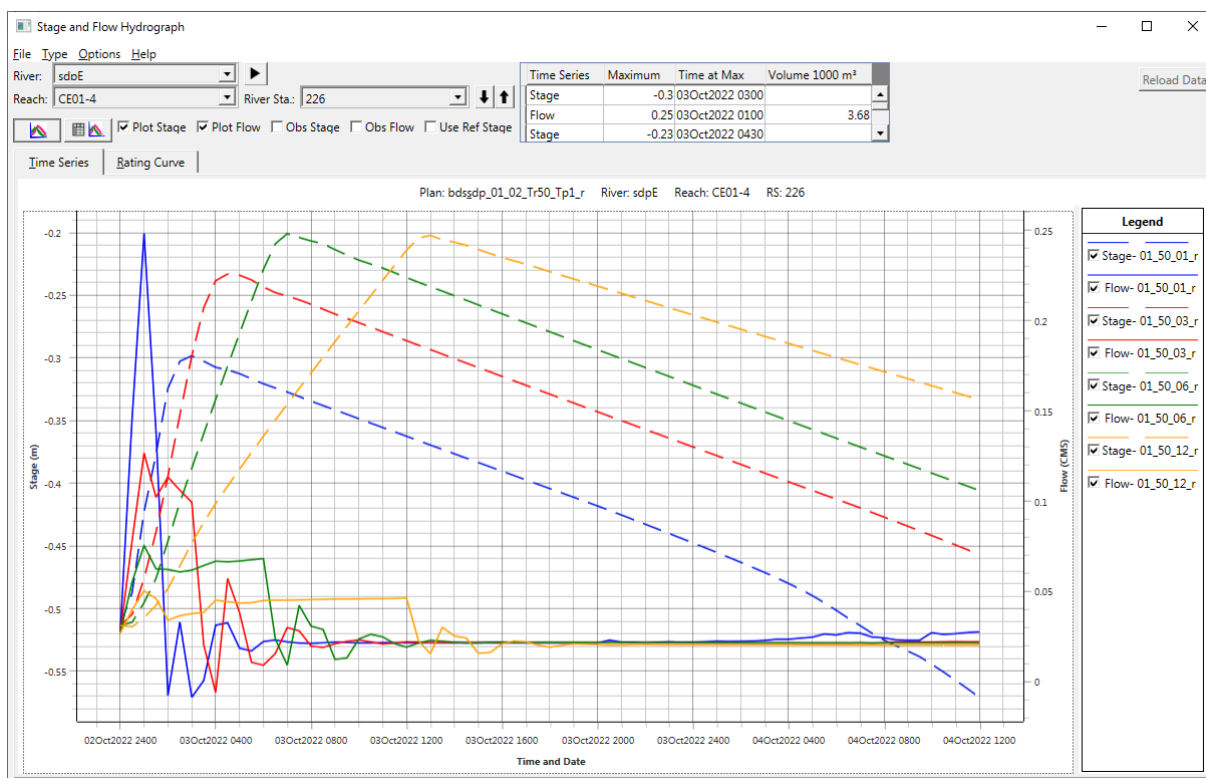


FIGURA 67: CANALE INTERRATO CE01-4 - SEZ. 226 (MONTE) - IDROGRAMMI DI PIENA

2.7.6.3 Collettore Stadio

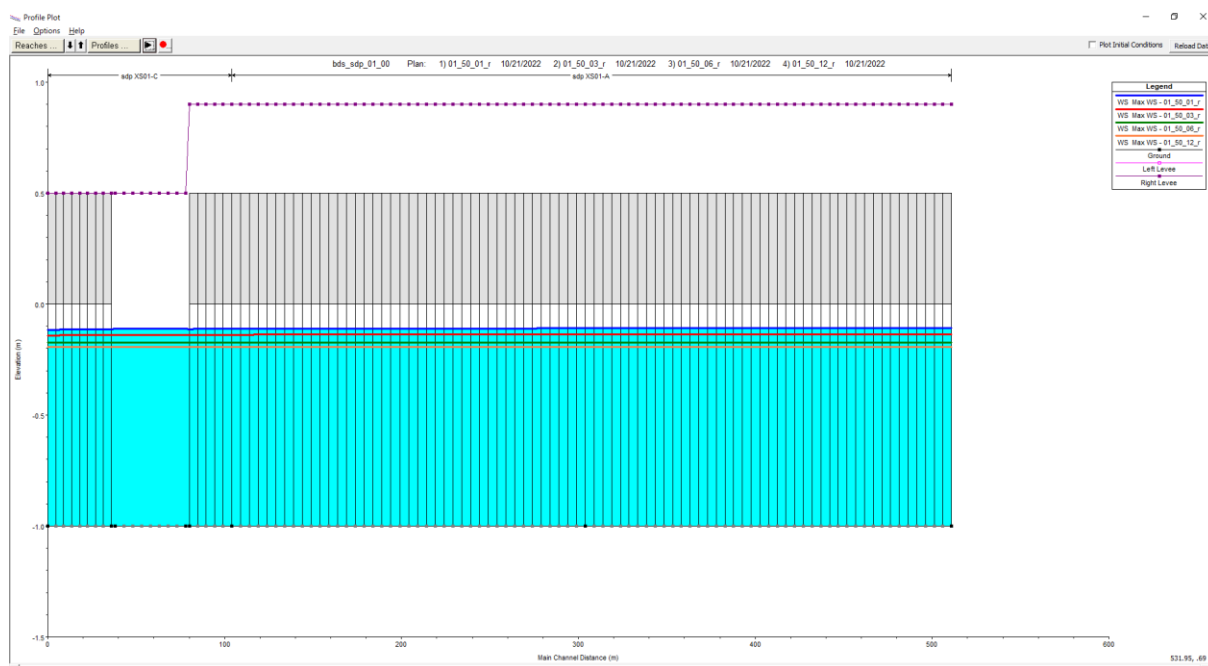


FIGURA 68: PROFILO LONGITUDINALE COLLETTORE STADIO (OVEST) - MASSIMO RIEMPIMENTO

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

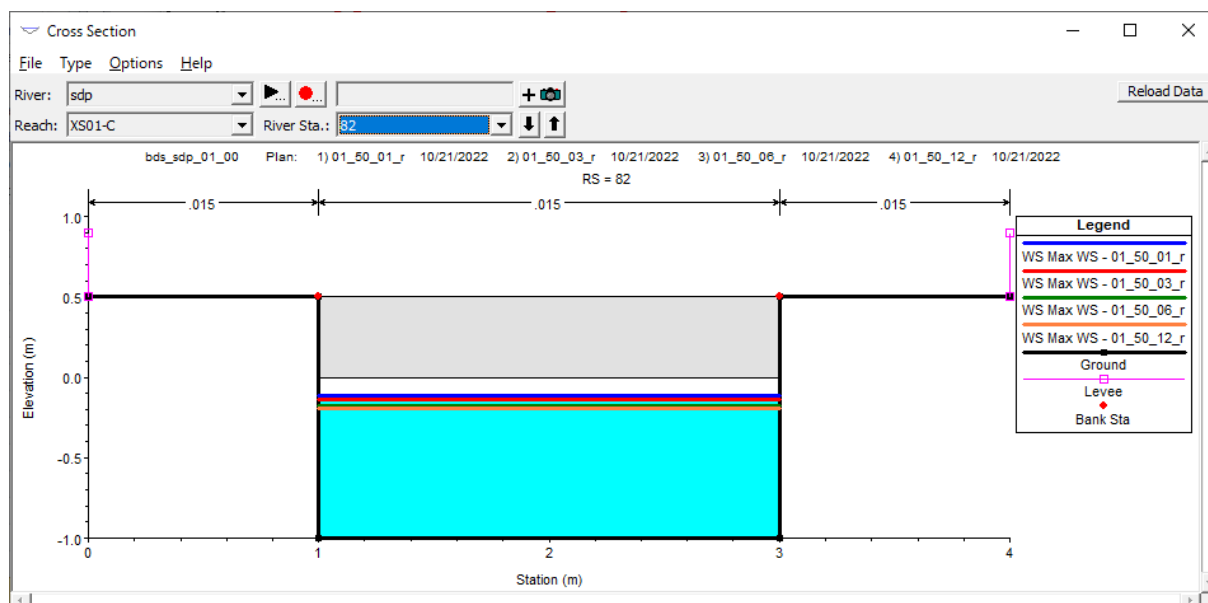


FIGURA 69: CANALE INTERRATO XS01-C - SEZ.82 - MASSIMO RIEMPIMENTO

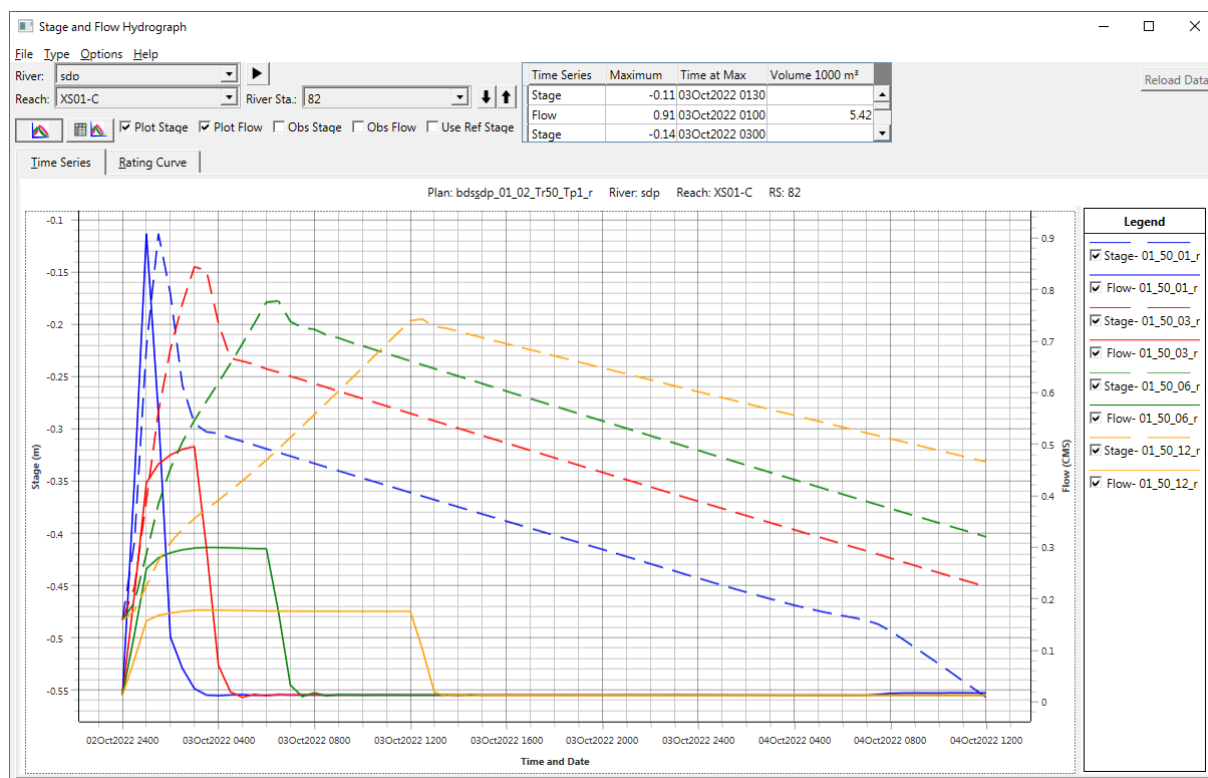


FIGURA 70: CANALE INTERRATO XS01-C - SEZ.82 - IDROGRAMMI DI PIENA

2.7.6.4 Collettore Arena

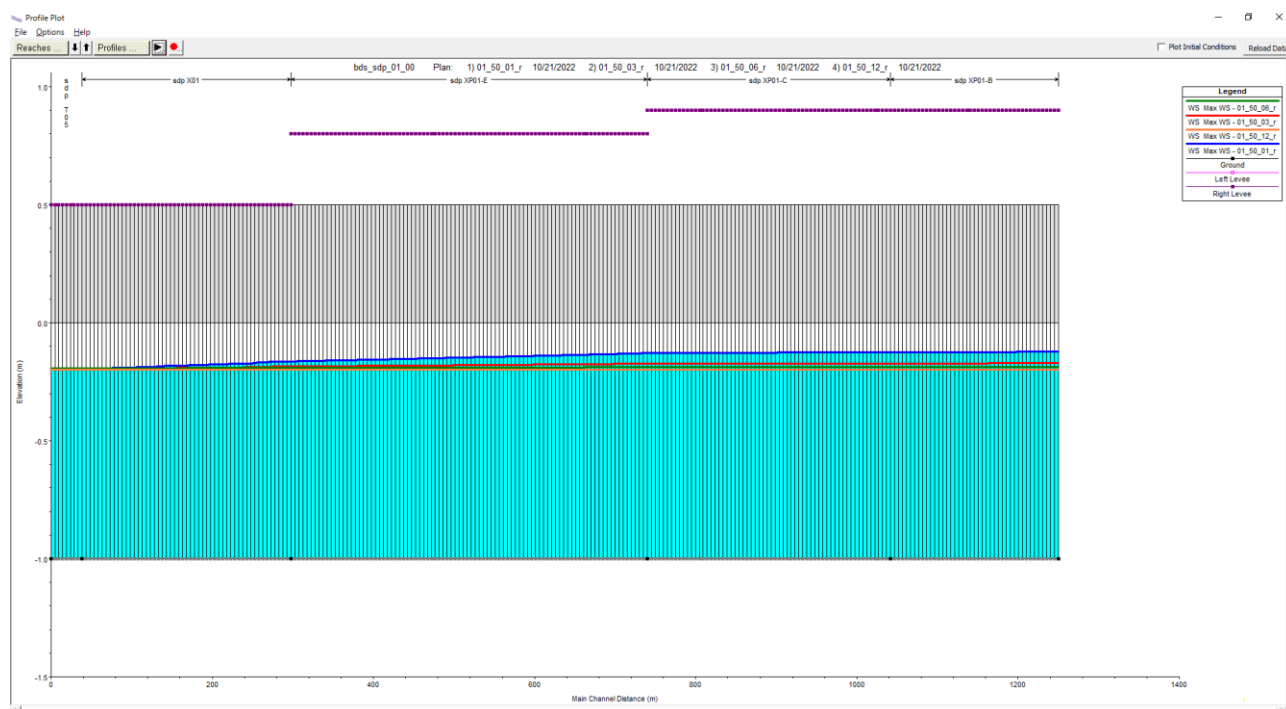


FIGURA 71: PROFILO LONGITUDINALE COLLETTORE ARENA (OVEST) - MASSIMO RIEMPIMENTO

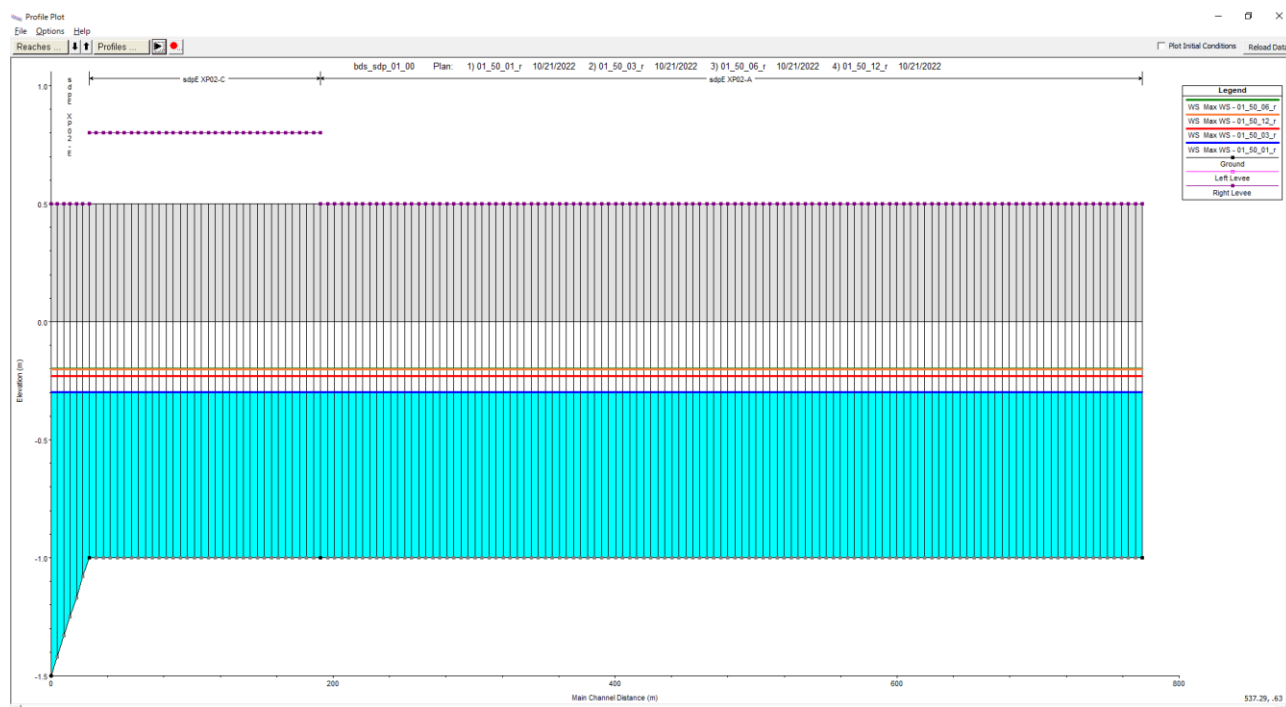


FIGURA 72: PROFILO LONGITUDINALE COLLETTORE ARENA (EST) - MASSIMO RIEMPIMENTO

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

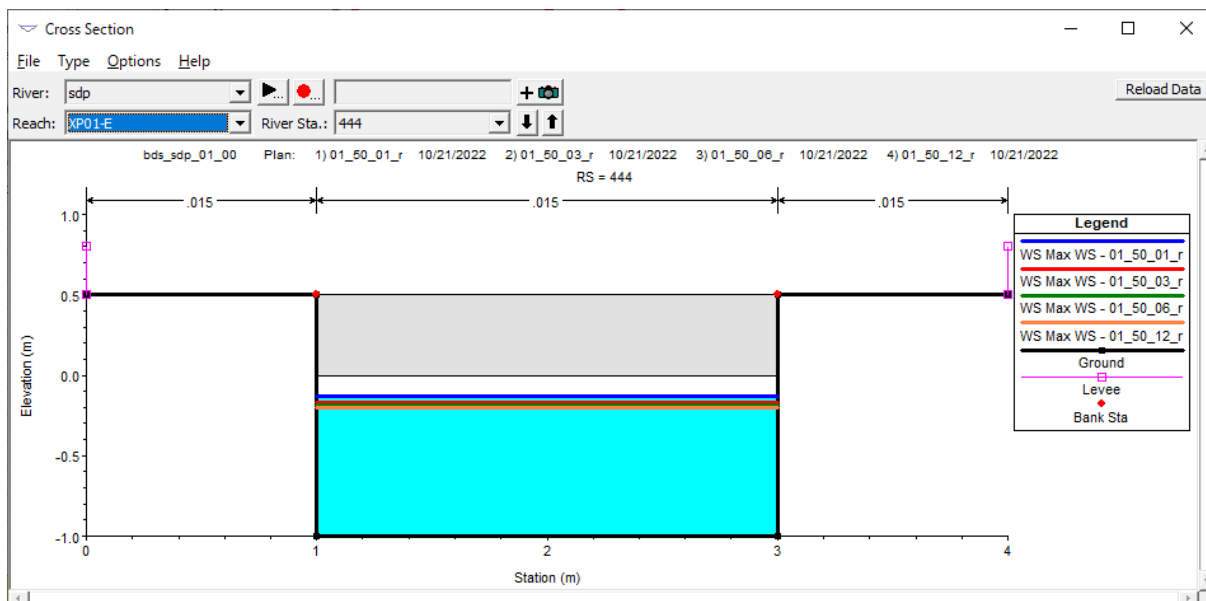


FIGURA 73: CANALE INTERRATO XP01-E - SEZ.444 - MASSIMO RIEMPIMENTO

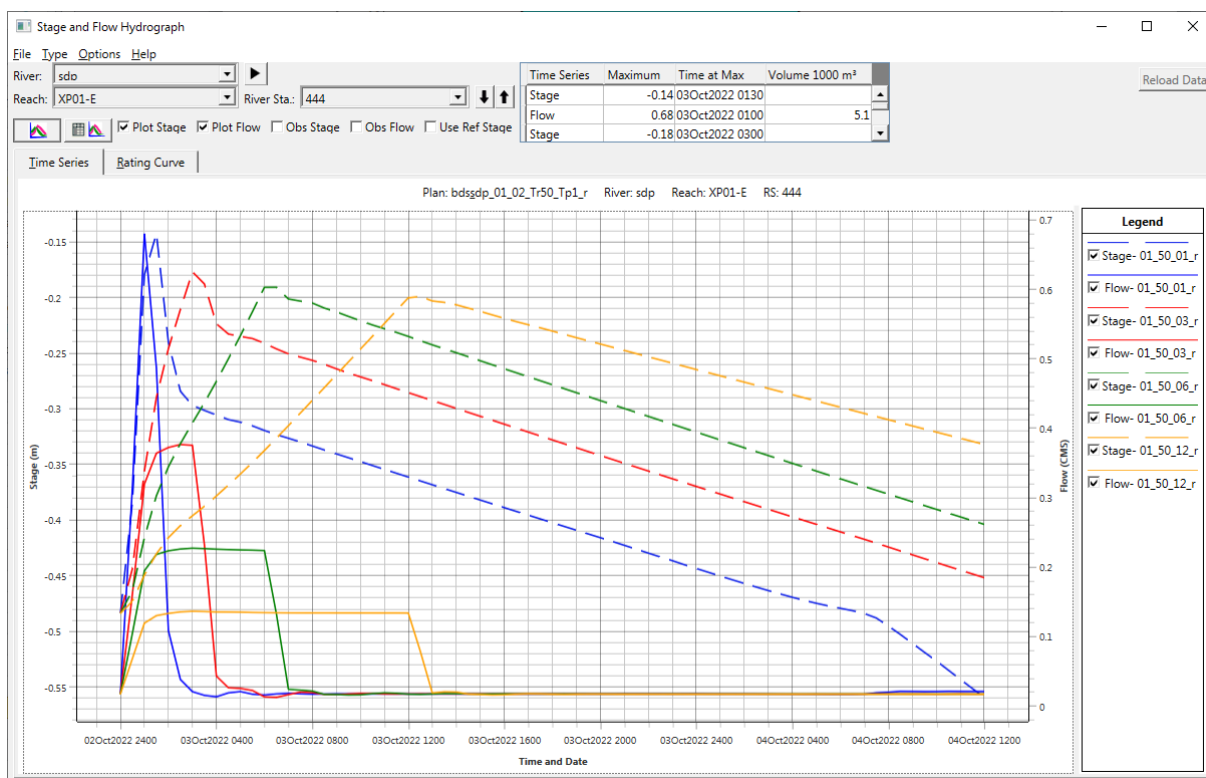


FIGURA 74: CANALE INTERRATO XP01-E - SEZ.444 - IDROGRAMMI DI PIENA

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.7.7 Analisi dei risultati

Le simulazioni modellistiche a moto vario svolte per verificare il funzionamento del sistema di invaso e smaltimento delle acque meteoriche in occasione dell'incidere di eventi di pioggia intensa (Tr 50 anni) hanno confermato che il volume previsto è sufficiente a garantire il contenimento dei volumi meteorici e il recapito presso il collettore Acque Medie Cattal con una portata massima sempre inferiore al limite imposto dal Consorzio di Bonifica.

Osservando infatti i risultati presentati per la sezione terminale del sistema (Figura 55, Figura 56) in termini di andamento temporale dei livelli e dei deflussi, si riscontra che, nelle ipotesi imposte, la portata al colmo in uscita è pari a circa 390 l/s (valore volutamente cautelativo rispetto alla portata ammissibile allo scarico, pari a 479 l/s, per tenere conto delle possibili perdite di carico e dell'eventualità di deflusso sotto battente rigurgitato per livelli sostenuti nel collettore Acque Medie), in corrispondenza a massimi livelli di invaso variabili fra -0.30 e -0.20 m s.m.m.

Dai risultati ottenuti in termini di portata, si conferma che per i bacini elementari presso le sezioni di monte del sistema di invaso i tempi di pioggia critici sono quelli minori, ad esempio 1 ora, mentre per l'intero complesso della rete idraulica di progetto il tempo di pioggia critico è compreso fra 6 e 12 ore.

I profili di invaso che si instaurano lungo le dorsali principali del sistema proposto, costituite come anticipato da invasi superficiali (a cielo aperto) e profondi (con condotte o scatolari interrati) sono sempre tali da garantire:

- per le sezioni a cielo aperto, un franco idraulico di oltre 60 cm rispetto al piano campagna di progetto o alle sommità arginali previste nelle aree boscate a sud (+0.50 m s.m.m.), minimo nei canali di invaso a sud-ovest dell'area del nuovo Stadio;
- per le sezioni scatolari interrate, un franco sempre superiore a 10 cm fra il massimo riempimento e il cielo delle condotte, sia per la zona Stadio che per la zona Arena, maggiore per il Canale Interrato Est posto (circa 20 cm).

In termini temporali, si riscontra che dopo i colmi di piena i livelli di invaso diminuiscono con una velocità di poco inferiore a 1 cm/ora, in funzione ovviamente della portata allo scarico, per cui si può considerare che il vuotamento (da 0.00 a -0.50 m s.m.m.) dei maggiori invasi superficiali, presenti nella zona boschiva a sud delle edificazioni, potrà avvenire in circa 60-70 ore dopo il termine della precipitazione, ovviamente senza considerare il favorevole effetto di infiltrazione nel sottosuolo presso tutti gli invasi realizzati su terreni permeabili.

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

2.8 Verifica dei requisiti di compatibilità idraulica ai sensi del PGRA 2021-2027

Come anticipato al paragrafo 2.3, il primo aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto delle Alpi Orientali (PGRA 2021-2027) di recente entrato in vigore, attribuisce al sedime di intervento le classi specifiche di:

- pericolosità idraulica moderata P1 (vd. Figura 17);
- rischio idraulico specifico moderato R1 (vd. Figura 18).

Data la specifica classe di pericolosità, gli interventi in esame si devono ritenere assoggettabili agli artt. 7 ("Disposizioni comuni") e 14 ("Aree classificate a pericolosità moderata P1") delle Norme Tecniche di Attuazione del PGRA, che prescrivono in particolare quanto segue:

art.7, c.3 :

Tutti gli interventi e le trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia devono essere tali da:

- a. migliorare o mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica, agevolare e comunque non impedire il normale deflusso delle acque;*
- b. non aumentare le condizioni di pericolo dell'area interessata, nonché a valle o a monte della stessa;*
- c. non ridurre complessivamente i volumi invasabili delle aree interessate tenendo conto dei principi dell'invarianza idraulica e favorire, laddove possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione;*
- d. non pregiudicare la realizzazione o il completamento degli interventi di cui all'Allegato III del Piano.*

art.14, c.4 :

Tutti gli interventi e le trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia che comportano la realizzazione di nuovi edifici, opere pubbliche o di interesse pubblico, infrastrutture, devono in ogni caso essere collocati a una quota di sicurezza idraulica pari ad almeno 0,5 m sopra il piano campagna. Tale quota non si computa ai fini del calcolo delle altezze e dei volumi previsti negli strumenti urbanistici vigenti alla data di adozione del Piano.

La questione riveste un'importanza particolare tenuto conto che una larga parte degli interventi previsti prevede l'innalzamento della giacitura del suolo, rispetto al piano campagna originario. Per le aree oggetto di rialzo sarebbe quindi necessario un volume di invaso, a titolo di compensazione delle aree originariamente allagabili, non più pari a 150 m³ per ettaro, come indicato dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, ma equivalente al mancato volume invasabile per allagamento.

Essendo però indicata una classe di allagabilità (per eventi con media e bassa probabilità) con un *range* estremamente variabile (da 0 a 50 cm) su una superficie molto vasta, occorre definire quale possa essere l'effettivo tirante di allagamento nell'ambito di intervento.

Attesa la circostanza di come, evidentemente, la quota superficiale di allagamento non possa che essere orizzontale, la valutazione degli effettivi tiranti deve partire dall'analisi delle giaciture del comprensorio, a titolo di semplificazione di una possibile modellazione idrodinamica tridimensionale del fenomeno di alluvione (necessaria secondo il PGRA solo per classi di rischio superiori), avendo qui indicato in Figura 75 una mappa cromatica delle altimetrie dedotta dal già citato rilievo del Commissario Delegato all'emergenza 2007, da cui risulta del tutto evidente che l'area oggetto di intervento (con tratteggio grigio) si trova in una zona a quota più elevata rispetto al resto del comprensorio a est.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

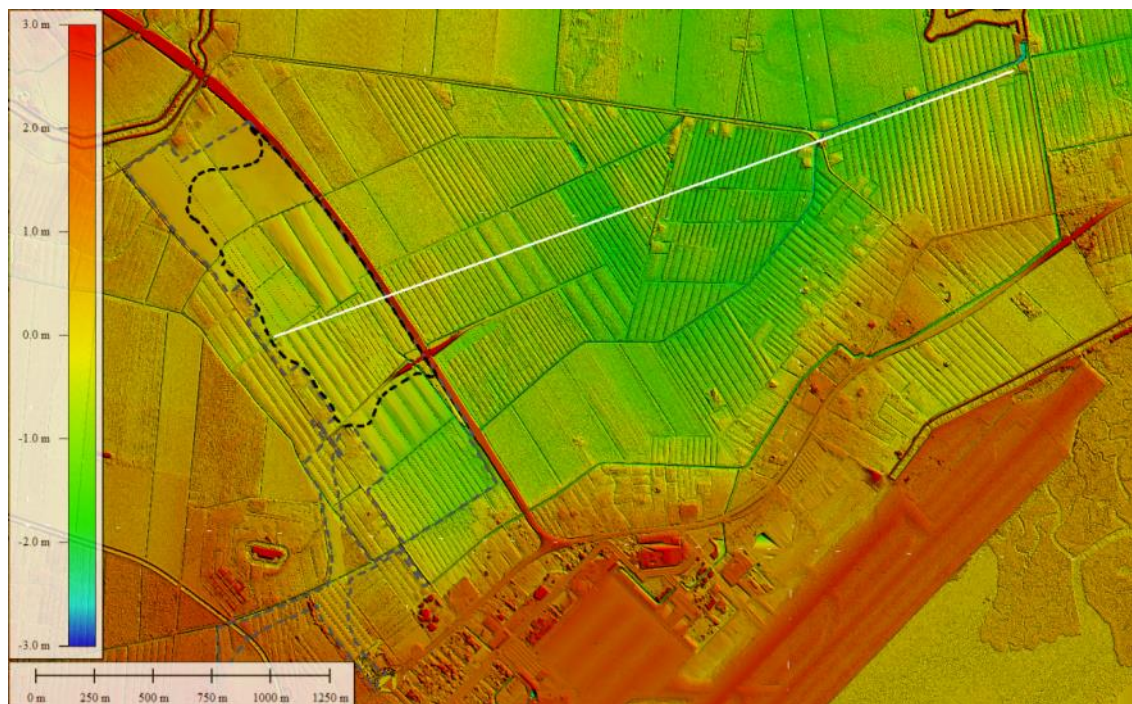


FIGURA 75: ALTIMETRIE DEL BACINO (FONTE COMMISSARIO DELEGATO EMERGENZA 26 SETTEMBRE 2007)

Andando ad analizzare una sezione del territorio attuale (vd. Figura 76), estesa dall'ambito di intervento fino all'idrovora di Cattal (lungo la traccia in colore bianco nella precedente Figura 75) si può osservare come le aree più depresse abbiano giacitura talvolta inferiore a -1.50 m s.m.m., potendo ritenere che un'attendibile quota media delle aree più depresse stia nell'intorno di -1.20 m s.m.m.

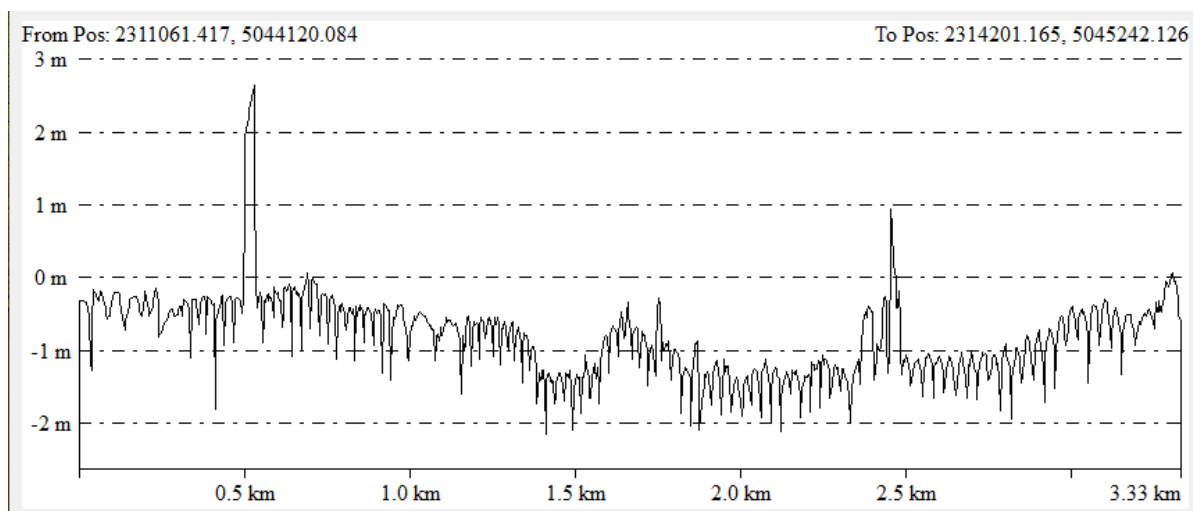


FIGURA 76: SEZIONE DEL BACINO

Su tale quota è quindi stato considerato un allagamento massimo di 50 cm, con sommità quindi a -0.70 m s.m.m. Nella seguente Figura 77 è contenuta un'ipotetica mappa degli allagamenti per tale livello (colore azzurro), ottenuta con riferimento a un piano orizzontale a quota -0.70 m s.m.m., avendo riportato nella successiva Figura 23 il corrispondente profilo del terreno con evidenziata tale quota di allagamento. Del tutto evidente come tutte le aree oggetto di innalzamento rispetto al piano campagna (il cui perimetro indicativo è riportato con linea nera tratteggiata) siano escluse da tale potenziale allagamento.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

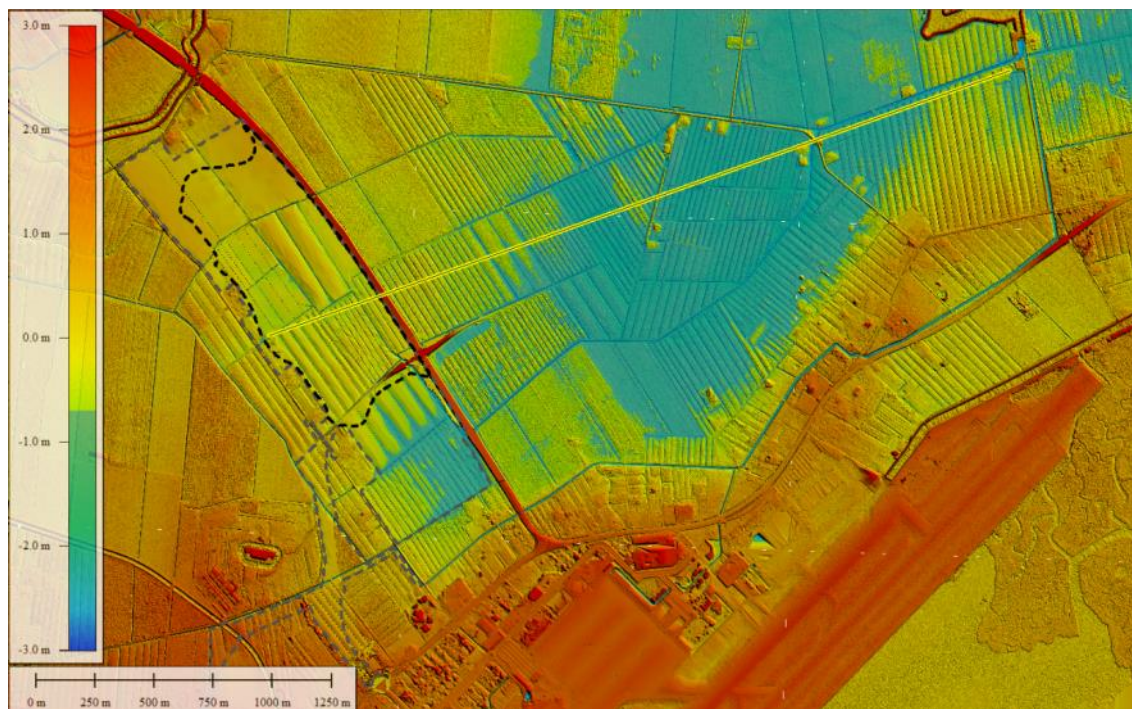


FIGURA 77: ALTIMETRIE DEL BACINO CON ALLAGAMENTO A -0.70 M S.M.M.

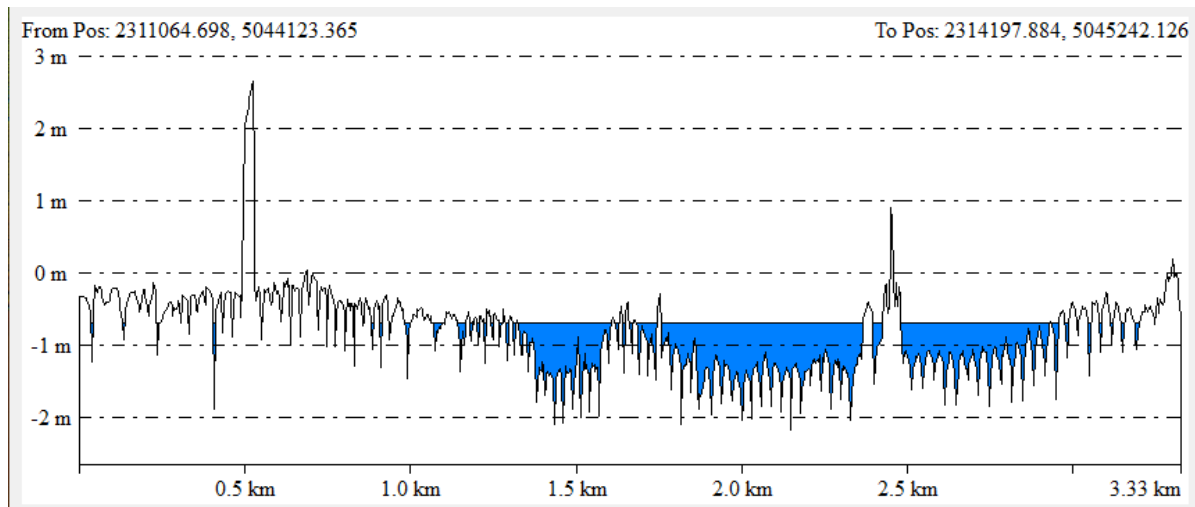


FIGURA 78: SEZIONE DEL BACINO CON ALLAGAMENTO A -0.70 M S.M.M.

A favore di sicurezza si è poi voluto analizzare un innalzamento della quota di sommersione a -0.50 m s.m.m., che significa un allagamento con tiranti superiori al metro in aree dove il PGRA indica il relativo valore massimo pari a 50 cm anche nelle situazioni più gravose. Anche in questo caso, come indicato nella mappa cromatica in Figura 79 e nel profilo altimetrico in Figura 80, le aree innalzate rispetto al piano campagna sono al di fuori di quelle allagabili, fatta eccezione di minime superfici in adiacenza al reticolo di scoline esistenti.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

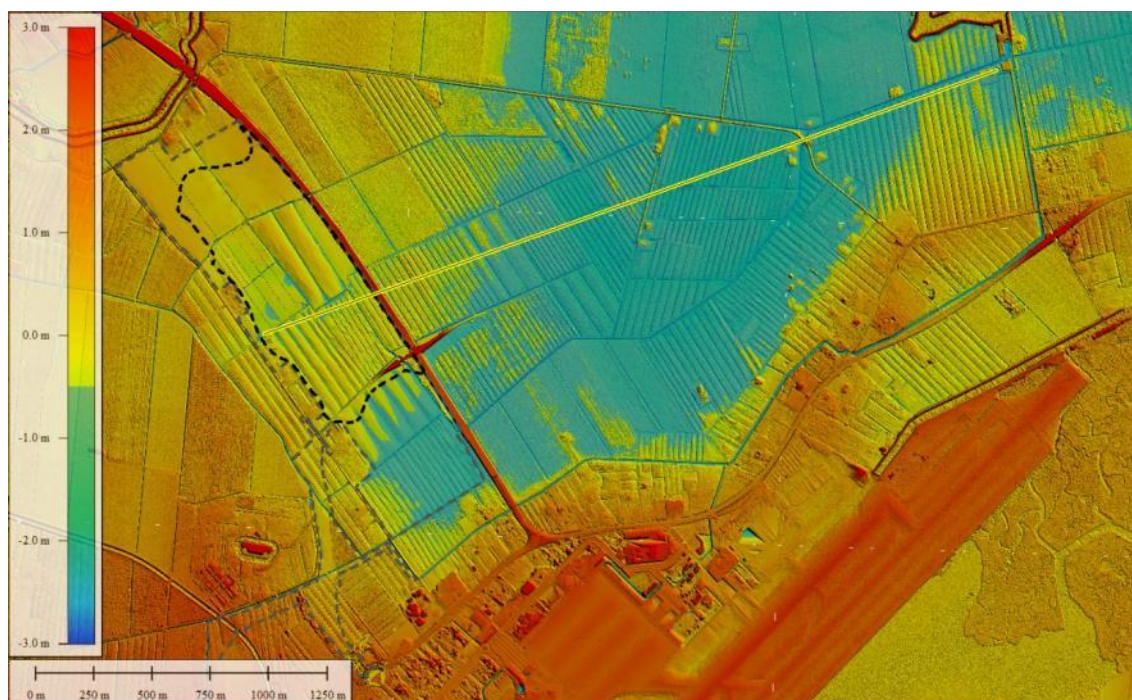


FIGURA 79: ALTIMETRIE DEL BACINO CON ALLAGAMENTO A -0.50 M S.M.M.

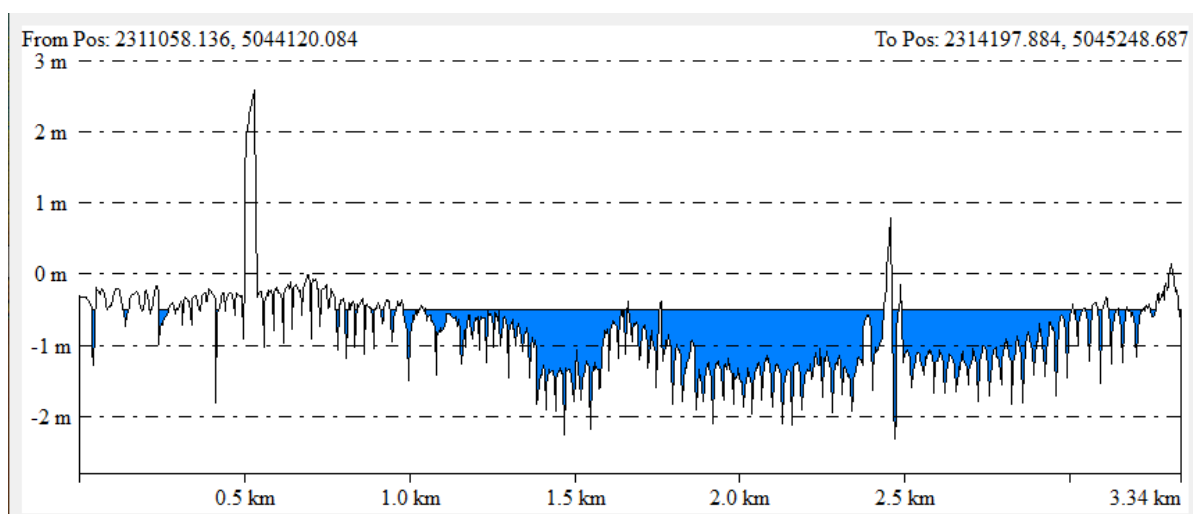


FIGURA 80: SEZIONE DEL BACINO CON ALLAGAMENTO A -0.50 M S.M.M.

2.8.1 Conclusioni

Oggetto del presente paragrafo era una valutazione finalizzata a dimostrare che le opere complessivamente previste per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento rispettino non solo i criteri indicati nel Piano delle Acque nel Comune di Venezia e nella DGRV 2948/2009, ma anche quelli di recente entrati in vigore con l'aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto delle Alpi Orientali, che prevedono di considerare fra i volumi di compensazione anche quelli connessi con un allagamento del territorio con profondità variabile fra 0 e 50 cm.

Per capire quale potesse essere l'effettivo volume da considerare è stato analizzato un modello tridimensionale dell'altimetria del territorio, valutando gli effetti di potenziali allagamenti nelle porzioni più depresse (con quote fino a -1.0 m s.m.m.) a fronte di un allagamento massimo previsto di 50 cm, in rispetto di quanto indicato dalle carte di allagabilità del PGRA.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

L'analisi prodotta a dimostrare come non siano da prevedere ulteriori contributi di laminazione rispetto a quanto previsto, finalizzati a garantire 150 m³/ha per le aree rialzate rispetto al piano campagna, oltre al volume necessario per l'invarianza idraulica generale.

A margine si evidenzia che il volume complessivo di laminazione previsto per la compensazione idraulica (69'500 m³) corrisponda a un tirante equivalente di allagamento di circa 12 cm sull'area oggetto di rialzo rispetto al piano campagna, all'interno quindi del range indicato nel PGRA.

2.9 Considerazioni conclusive sull'invarianza idraulica

Oggetto del presente documento è stata la valutazione di compatibilità idraulica delle trasformazioni urbanistiche connesse alla realizzazione del Bosco dello Sport in località Tessera (VE), in ottemperanza alla DGRV 2948/2009 *"Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici - Modifica delle delibere n.1322/2006 e n.1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009"* e al relativo Allegato A, contenente le *"Modalità operative e indicazioni tecniche"* per la redazioni di tali valutazioni.

Lo studio di valutazione, partendo dall'analisi dello stato di fatto dei luoghi, delle reti idrografiche esistenti e del relativo livello di rischio, pericolosità e criticità idraulica, ha dunque analizzato l'effetto delle previste trasformazioni sul comportamento idrologico delle superfici interessate dagli interventi, in termini di diminuzione della permeabilità media e quindi della portata generata che andrebbe ad affluire alla rete.

Il compendio di opere si pone infatti come caso di "marcata impermeabilizzazione potenziale" dell'ambito interessato, poiché si riferisce a:

- una superficie totale di 114.8 ha (superiore a 10 ha);
- un coefficiente di deflusso medio ragguagliato nello stato di riforma pari a 0.42.

Obiettivo ultimo dello studio è quindi stato quello di dimensionare e di verificare le opere di invaso necessarie a laminare le piene generate nella prospettata configurazione di riforma, a titolo di mitigazione del rischio idraulico, per garantire l'invarianza idraulica all'interno del sottobacino di riferimento.

Attraverso il confronto di diversi metodi di dimensionamento, proposti dal competente Consorzio di Bonifica Acque Risorgive per interventi di minore entità, è stato quindi definito un volume "obiettivo" di invaso pari a 68'775 m³, che è stato ottenuto mediante la proposta progettuale di differenti dispositivi integrati:

- invasi superficiali, ottenuti mediante avvallamenti nel terreno all'interno delle previste aree a verde, per un volume di 54'200 m³;
- invasi profondi, ottenuti mediante condotte interrate, per un volume di 15'330 m³;

per un volume complessivamente invasabile pari a circa 69'500 m³.

Le simulazioni idrodinamiche di moto vario, svolte mediante modello matematico HEC-RAS 6.1, hanno infine concesso di verificare il corretto funzionamento e dimensionamento dei volumi sopra indicati, con ampio margine di sicurezza idraulica rispetto a eventi di precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni e durate di pioggia variabili fra 1 e 12 ore.

A margine, si vuole evidenziare che la configurazione originaria delle opere idrauliche, connesse con la realizzazione del progetto "Bosco dello Sport", prevedeva che il recapito degli apporti idrologici incidenti nell'area in questione fosse il bacino denominato "Acque Basse" afferente all'impianto idrovoro di Cattal.

Il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, con il proprio parere prot. 8357 in data 15.06.2022, ha però prescritto che venga cambiato il recapito idraulico del comprensorio, verso il comparto denominato "Acque Medie" del medesimo bacino Cattal, in considerazione della prossima realizzazione di un nuovo impianto idrovoro, destinato a garantire la migliore efficienza idraulica alla rete di bonifica esistente.

Nell'ottemperare a tali prescrizioni, non si può non rilevare come il pelo di bonifica (il livello di piena) sia però in questo caso più alto, dell'ordine di 1 m in più del regime di piena del comparto "Acque Basse".

Osservando l'altimetria del territorio già rappresentata in Figura 8 e di seguito riportata per comodità di lettura, risulta evidente come il sedime all'interno del quale verranno realizzati i maggiori invasi superficiali, a sud della zona di edificazione, sia caratterizzato da una giacitura depressa, per cui non a caso i deflussi di competenza venivano portati verso la porzione denominata "Acque Basse" di Cattal.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

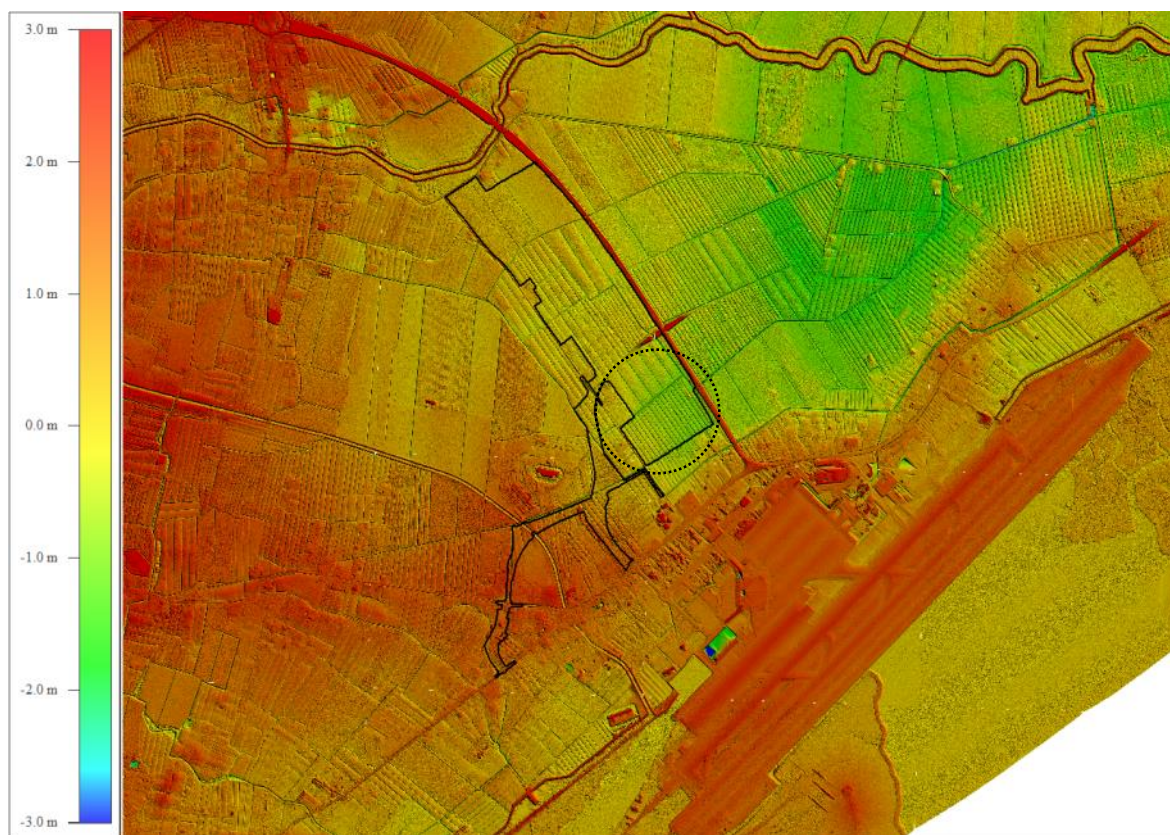


FIGURA 81: ALTIMETRIA DEL TERRITORIO (FONTE COMMISSARIO DELEGATO EMERGENZA 26 SETTEMBRE 2007)

Nello schema di seguito riportato in Figura 82 sono quindi rappresentati a confronto i seguenti elementi:

- la sezione tipologica del collettore Acque Medie Cattal, in corrispondenza dello scarico, con uno scorrimento al fondo pari a circa -2.00 m s.m.m. e una quota di piena qui assunta pari a -0.20 m s.m.m., con un franco di 50÷70 cm dal circostante piano campagna;
- lo schema degli invasi superficiali di progetto, con fondo della parte allagabile a -0.50 m s.m.m., con una canalizzazione interna con fondo variabile da -1.50 a -2.00 m s.m.m., arginelli con sommità a +0.50 m s.m.m., con piano campagna circostante con giaciture anche comprese fra -0.30 e -0.90 m s.m.m.

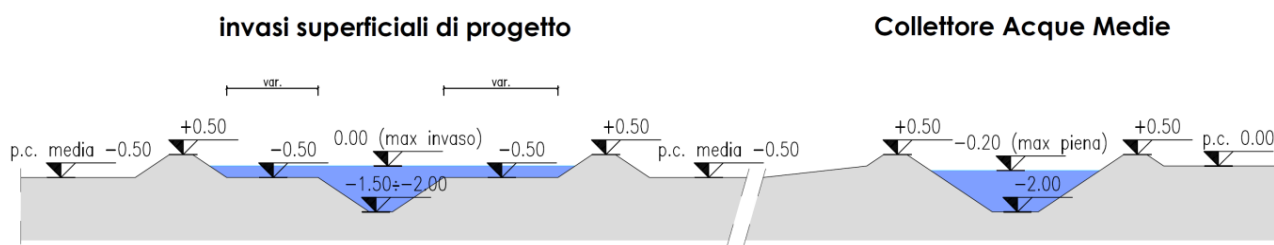


FIGURA 82

In queste condizioni si ritiene che il sistema destinato alla laminazione dei contributi idrologici incidenti sul sedime del Bosco dello Sport sia in grado di funzionare come previsto, con un'unica precauzione di prevedere una valvola elastomerica anti-riflusso in corrispondenza del manufatto di scarico, per evitare che eventuali profili di rigurgito dal collettore Acque Medie possano riempire gli invasi, circostanza questa possibile in considerazione dei diversi picchi di corrivazione fra la rete Acque Medie e l'area di progetto.

Qualche cautela va presa anche per il sedime dell'imboschimento a ridosso degli invasi, per cui si ritiene necessario procedere a una pulizia delle scoline e del capofosso a sud, in modo che la falda freatica possa continuare a essere

102

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

102-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

drenata dalla rete afferente alla porzione Acque Basse di Cattal, per evitare che le piantumazioni del realizzando bosco possano essere danneggiate da un troppo ridotto franco di coltivazione.

Nello schema di seguito allegato, è indicato il compendio del reticolo idrografico che dovrà essere oggetto di espurgo.

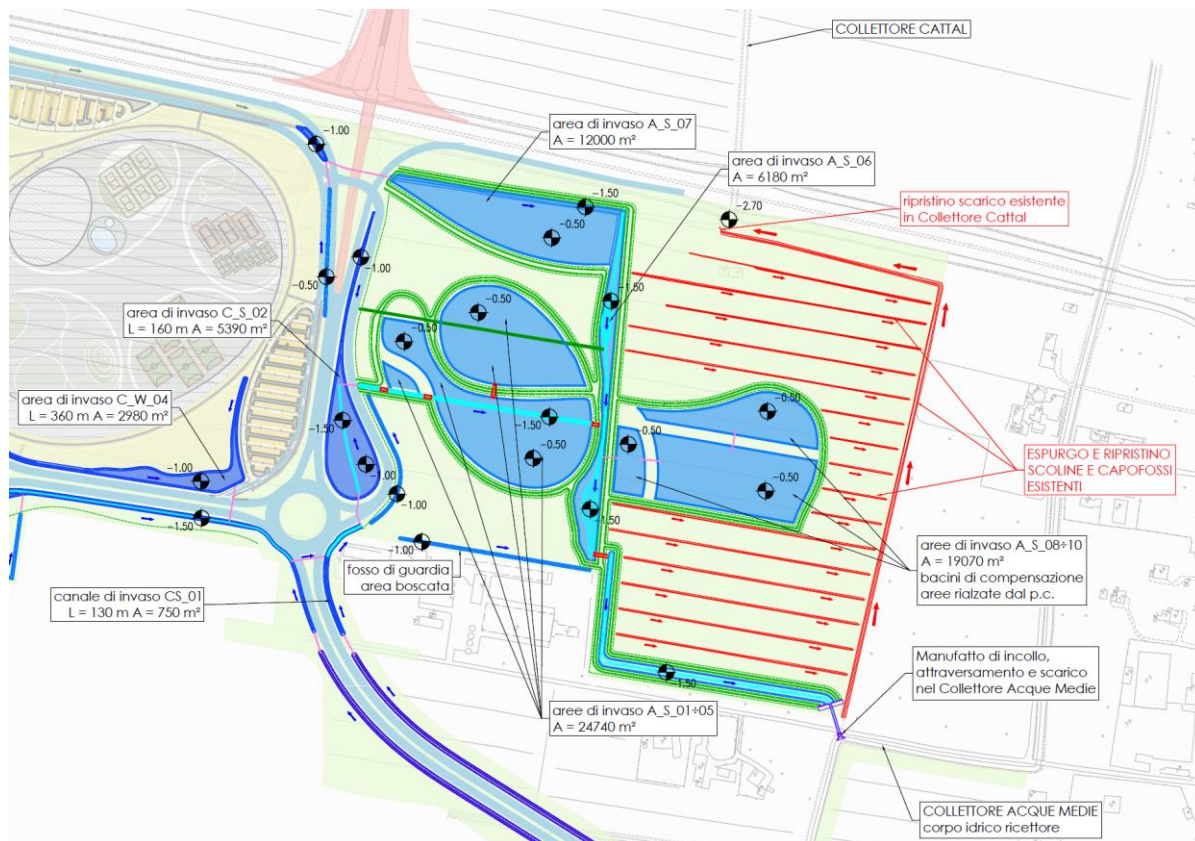


FIGURA 83: SCHEMA DELLE SCOLINE E DEI FOSSI OGGETTO DI ESPURGO

Si vuole evidenziare che in ogni caso, grazie all'ampia previsione di volumi di invaso superficiali e profondi nel progetto, non sono da attendersi problematiche nelle aree di intervento né alle aree adiacenti (fatta eccezione per il sedime del bosco di progetto sopra accennato), come dimostrabile dai risultati della modellazione a moto vario.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

3 Riconnessione idraulica del collettore Canaletta Irrigua

Per garantire la compatibilità idraulica dell'intervento in esame, ripristinando la continuità di tutta la rete idrografica principale, risulta necessario eseguire la riconnessione del collettore Canaletta Irrigua in gestione al Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, che attraversa l'ambito di trasformazione nella zona nord, da ovest a est, derivando dal collettore Acque Alte Cattal e recapitando nel collettore Fornasotti (e da qui nel collettore Acque Basse Cattal, diretto all'impianto idrovoro Cattal). Lo stesso Consorzio di Bonifica ha infatti esplicitamente richiesto che sia mantenuta la continuità idraulica di tale Canaletta in sezione, portata e profilo longitudinale.

Come indicato dalla documentazione di rilievo e sopralluogo, allo stato attuale il suddetto collettore è caratterizzato da una sezione trasversale in calcestruzzo, con cunetta larga 1.0 m a profondità variabile (nel sedime di intervento) da circa -1.50 m s.m.m. circa -1.70 m s.m.m., e sponde inclinate 1:1 fino a 1.0 m dal fondo.

Come indicato nella tavola allegata I02-PFTE-I-015-A, sotto riprodotta, il sedime di intervento si sovrappone al tracciato del collettore Canaletta Irrigua per un tratto esteso circa 500 m: la relativa riconnessione sarà realizzata mediante tombinamento con condotta scatolare in c.a. di dimensioni interne 2.0x1.0 m, in grado quindi di ripristinare l'intera sezione trasversale del collettore esistente, che scorrerà sotto il piano di progetto, con livelletta analoga a quella attuale. Il tracciato previsto per il tombinamento di riconnessione dovrà tuttavia evitare le opere di fondazione dello stadio e delle altre principali strutture di progetto: sarà quindi spostato leggermente verso nord, con un modesto incremento della lunghezza complessiva, che sarà pari a circa 660 m.

Oltre al manufatto di ingresso e a quello di uscita, lungo lo sviluppo del tombinamento saranno realizzati n.5 pozzetti per consentire i cambi di direzione della condotta e la relativa ispezionabilità.

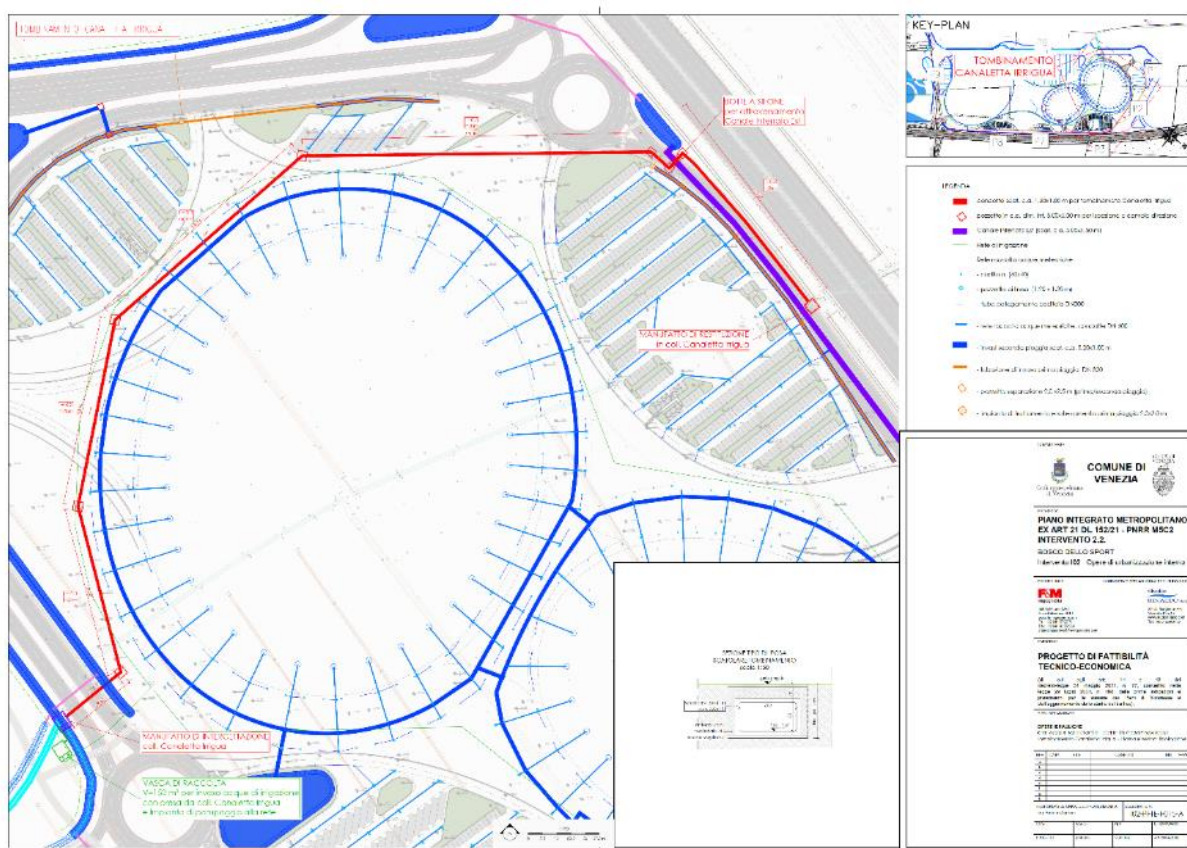


FIGURA 84: RICONNESSIONE IDRAULICA COLLETTORE CANALETTA IRRIGUA

4 Fornitura idropotabile

Il dimensionamento dell'impianto per la fornitura idropotabile è stato eseguito con riferimento alla peculiare natura della nuova cittadella dello sport:

- la presenza di una "popolazione stabile" molto limitata, legata alle attività di segreteria, custodia e agli altri servizi previsti;
- una "popolazione fluttuante" molto elevata e molto variabile in funzione dei prevedibili eventi, sportivi o di spettacolo, che implica fabbisogni idrici elevati solo in tempi molto concentrati.

Preliminare a ogni valutazione è quindi la definizione dei criteri generali che dovranno essere seguiti per la progettazione, qui riassunti:

- la disponibilità di acqua potabile fornita dall'acquedotto esistente, in gestione a Veritas SpA, prevedendo l'allacciamento alla rete presso la condotta di adduzione ubicata a nord della SS 14 "Triestina": cautelativamente è stata assunta una portata di derivazione dalla rete limitata a 1.0 l/s, sulla base delle stime poi presentate. In sede di progettazione definitiva dovrà essere verificata con l'Ente Gestore la possibilità di aumentare tale portata di derivazione, potendo in questo caso pensare a una riduzione del volume di compensazione e di riserva che sarà necessario all'interno dell'ambito di trasformazione;
- attesa l'estrema variabilità dei fabbisogni idrici, connessi con la presenza di eventi nello stadio e nell'arena, le stime sono state impostate sul bilancio idraulico di 15 giorni, includendo tre domeniche, giorno rappresentativo della presenza di eventi di richiamo. In questo modo, nel periodo di riferimento, sono state considerate due partite allo stadio di calcio e tre eventi nell'arena-palasport, considerata la possibilità che sia utilizzata da diverse squadre (maschile e femminile di pallacanestro, pallavolo, altri sport);
- il volume di compensazione e di riserva è stato stimato pari a 100 m³, con idoneo dispositivo a cassa d'aria che dovrà essere dimensionato puntualmente in sede di progettazione definitiva, mediante l'applicazione di un modello idrodinamico per l'analisi dei possibili transitori idraulici connessi all'utilizzo dell'impianto di pressurizzazione interno.

Come anticipato, il dimensionamento delle opere deve derivare dalla stima del numero di abitanti equivalenti corrispondente alla popolazione stabile e fluttuante, valutato con riferimento a:

- n.4 a.e. per ciascun servizio igienico effettivamente in funzione;
- n.1 a.e. ogni n.30 spettatori;
- n.1 a.e. ogni n.3 addetti del personale.

Tali indicazioni hanno quindi condotto a stimare una presenza di:

- una popolazione stabile di n.100 abitanti equivalenti nei giorni in cui non sono previsti eventi di grande richiamo, con dotazione idrica giornaliera (media annua) di 200 l/giorno per abitante equivalente;
- una popolazione fluttuante (oltre a quella stabile) di n.1000 abitanti equivalenti in concomitanza di più eventi di grande richiamo (partite di calcio e altri sport o spettacoli) con cadenza media bisettimanale, e di n.500 abitanti equivalenti in concomitanza a eventi minori (spettacoli o altri sport) con cadenza settimanale, con dotazione idrica giornaliera (media annua) di 150 l/giorno per abitante equivalente.

Nella Tabella 12 di seguito riportata è contenuto in calcolo delle prevedibili portate (Q24 media giornaliera, Qmax massima portata nell'ora di picco) che dovranno essere fornite, sulla base dei sopra indicati parametri.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

| giorno | pop. stabile [a.e.] | pop. fluttuante [a.e.] | Q24 [l/s] | Q24 [m³/giorno] | Qmax oraria [l/s] | Qmax oraria [m³/ora] | Qmax oraria [m³/giorno] |
|-----------|------------------------|---------------------------|--------------|--------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|
| domenica | 100 | 1000 | 1.97 | 170.00 | 5.76 | 20.72 | 497.25 |
| lunedì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| martedì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| mercoledì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| giovedì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| venerdì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| sabato | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| domenica | 100 | 500 | 1.10 | 95.00 | 3.22 | 11.58 | 277.88 |
| lunedì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| martedì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| mercoledì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| giovedì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| venerdì | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| sabato | 100 | | 0.23 | 20.00 | | | |
| domenica | 100 | 1000 | 1.97 | 170.00 | 5.76 | 20.72 | 497.25 |

| | | |
|----------------------|-------------|--------------|
| portata media | 0.52 | 45.00 |
|----------------------|-------------|--------------|

TABELLA 12: DOTAZIONE IDROPOTABILE - MEDIA E MASSIMA ORARIA

La rete di acquedotto per la fornitura idropotabile alla nuova urbanizzazione, i cui schemi sono rappresentati nelle tavole allegate I02-PFTE-I-020÷023-A, prevede quindi, in sintesi:

- l'allacciamento alla rete di acquedotto esistente, in gestione a Veritas SpA, presso la condotta di adduzione principale DN 300 (in ghisa) ubicata a nord della rotatoria di accesso al sedime aeroportuale lungo la SS 14 "Triestina";
- la realizzazione di una nuova condotta di adduzione, con estesa complessiva di circa 1670 m, in acciaio zincato a caldo con DN 150, ubicata lungo il margine nord della nuova viabilità di progetto, dal punto di allacciamento al serbatoio di compensazione interno all'ambito di trasformazione;
- un serbatoio di compensazione dei bisogni idropotabili, dimensionato per garantire la continuità della fornitura a tutti i servizi interni in corrispondenza ai momenti di picco della richiesta, come di seguito esplicitato, con un volume interno di 100 m³, ottenuto mediante la realizzazione di una vasca interrata di dimensioni interne 5x5x5 m, ubicata in prossimità del vertice sud dell'ambito di trasformazione;
- un impianto di pressurizzazione a valle del serbatoio di compensazione, dimensionato per garantire le massime portate nei giorni di punta con pressioni idonee al servizio delle utenze dei piani più alti delle strutture di progetto, dotato di dispositivo a cassa d'aria per la prevenzione degli effetti legati ai transitori rapidi in caso di accensione o spegnimento dell'impianto;
- una rete di distribuzione interna all'ambito di trasformazione, costituita da una condotta ad anello e dalle necessarie diramazioni, per un'estesa complessiva di circa 1200 m, in acciaio zincato a caldo con DN 150, dalla centrale di pressurizzazione al piede di tutte le strutture che necessitano di fornitura;
- una serie di accessori di rete, quali valvole riduttrici di pressione, misuratori di pressione e portata e saracinesche motorizzate per consentire il telecontrollo del sistema e tarare l'eventuale pompaggio alle effettive necessità.

I02

**BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA**

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

5 Acque reflue

Le valutazioni principali connesse con la realizzanda fognatura nera sono relative non tanto i criteri di dimensionamento, a loro volta legati ai contributi idropotabili e sanitari da smaltire, quanto al relativo scarico. Due infatti sono le possibili configurazioni prese a riferimento per la configurazione di progetto:

- la prima ipotesi considerata è quella di collettare tutti i reflui verso la rete comunale di raccolta delle acque nere, esistente o di prossima esecuzione, diretta all'impianto di depurazione di Campalto, realizzando una nuova tubazione lungo la viabilità di raccordo con la SS 14 e Tessera;
- l'alternativa è quella di prevedere una depurazione in sito ad esempio con impianti di depurazione con moduli MBR (di ossidazione biologica a membrane) e con un impianto di fito-bio-depurazione per il finissaggio dei reflui prima dello scarico, previa la realizzazione di una vasca di accumulo, per l'invaso temporaneo delle acque reflue, in modo da contenere le dimensioni dell'impianto.

Le ipotesi sono nettamente diverse: la seconda ha certamente maggiori costi di gestione, ma otterrebbe il beneficio di massimizzare il riuso delle acque all'interno dell'ambito di trasformazione, minimizzando al contempo il carico non solo sul depuratore di Campalto ma anche sulla stessa rete idraulica di collettamento.

A seguito della definizione degli interventi di mitigazione contestuale alle valutazioni ambientali VAS e di assoggettabilità a VIA è stata introdotta la presenza introduce la realizzazione di un impianto di depurazione MBR finalizzato al trattamento dei reflui generati dalla "popolazione stabile" (vd. precedente capitolo 4) legata al normale esercizio della cittadella dello sport, con riutilizzo dell'acqua depurata a fini irrigui o per usi non nobili, mediante l'invio delle portate trattate al serbatoio destinato agli usi irrigui sopra citato.

Tale ipotesi limita lo scarico dei reflui verso la rete comunale di fognatura mista ai reflui in eccedenza dovuti alla "popolazione fluttuante" presente in occasione degli eventi maggiori, ovviamente più rari.

Il sistema di smaltimento delle acque reflue sarà quindi costituito dagli elementi indicati con colore marrone nella tavola I02-PFTE-I-016-A riprodotta in Figura 85:

- una tubazione ad anello in grado di collettare tutti gli scarichi degli edifici di Stadio e Arena, oltre che delle altre strutture di servizio, e le predisposizioni per le future ulteriori attività previste, realizzata in PVC-U SN8 DN 250 mm con estesa complessiva di circa 1200 m e pendenza delle tubazioni pari a 3 /km;
- un pozzetto partitore, in corrispondenza al limite dell'area urbanizzata, in grado di dividere le portate da dirigere all'impianto di trattamento da quelle in surplus da smaltire verso la rete comunale di acque miste presso Tessera;
- un impianto di trattamento MBR dotato di n.3 elettropompe sommergibili per acque reflue della portata di 1 l/s cadauna e una condotta in PVC-U SN8 DN250 con estesa 600 m per il collegamento alla vasca di raccolta per irrigazione sopra descritta;
- una tubazione di collegamento verso la rete acque miste esistente, in PVC-U SN8 DN 250 mm, con estesa complessiva pari a circa 1900 m, dislocata sotto la pista ciclo-pedonale di progetto, fino alla rotatoria della SS 14 "della Venezia Giulia" e sotto la banchina della stessa fino al punto di consegna alla rete fognaria ubicato circa al km 7+900; data l'estesa del suddetto intervento, risulta necessario prevedere una serie di n.4 piccoli impianti di sollevamento per il relativo rilancio, tenuto conto della necessità di garantire una pendenza delle tubazioni pari a 3 m/km, sufficiente a garantire idonee condizioni di auto-pulizia interna.

102

BOSCO DELLO SPORT
OPERE DI URBANIZZAZIONE INTERNA

I02-PFTE-I-001-C

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

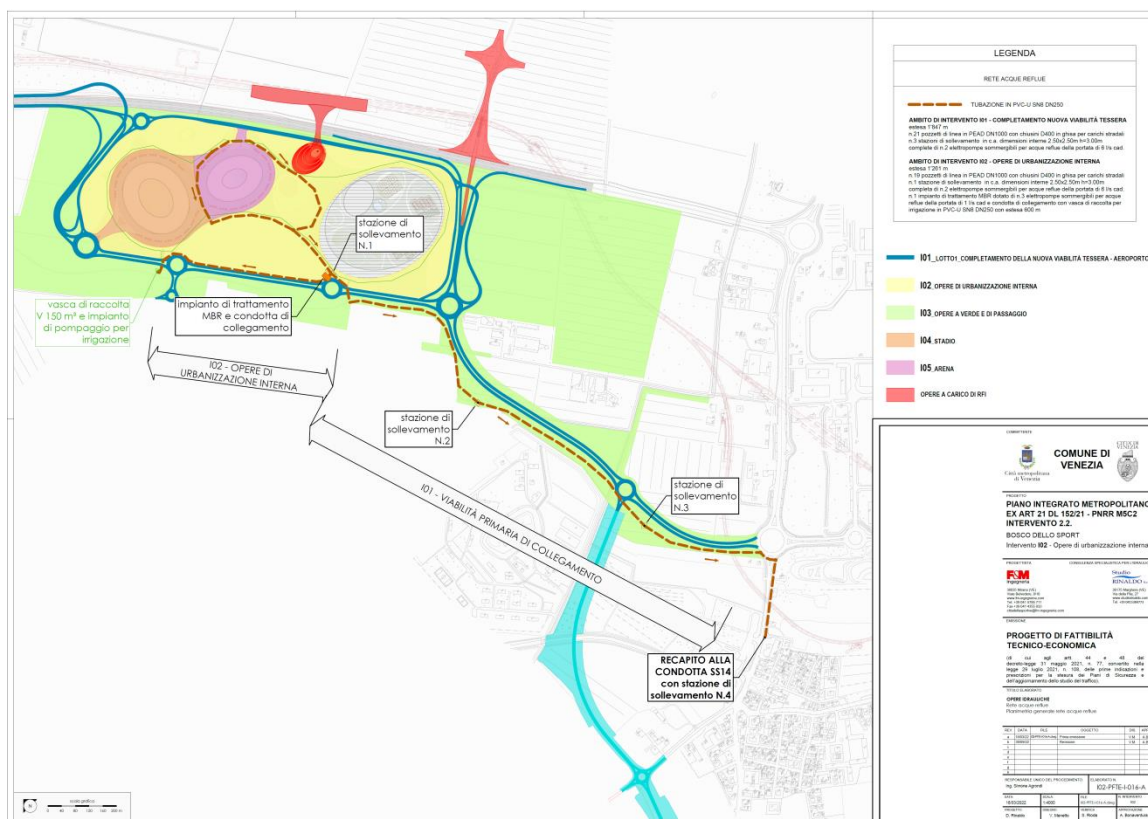


FIGURA 85: PLANIMETRIA GENERALE RETE SMALTIMENTO ACQUE REFLUE

6 Irrigazione delle aree a verde

Le scelte progettuali relative all'approvvigionamento delle acque per l'irrigazione delle aree a verde sono state studiate in funzione di due principali fonti di approvvigionamento:

- la Canaletta Irrigua esistente, intercettata dalle opere di progetto a nord-ovest dell'ambito di trasformazione, di cui in precedenza è stata descritta la metodologia di tombinamento, da cui sarà ottenuta una derivazione indispensabile per consentire l'irrigazione anche nei periodi meno piovosi, in particolare nei mesi estivi;
- seconda fonte sarà il riutilizzo delle acque meteoriche raccolte dall'apposita rete di drenaggio e di invaso, che saranno rese disponibili dall'esercizio del realizzando manufatto di sbarramento e scarico presso il collettore Acque Medie Cattal. Le acque meteoriche saranno ovviamente disponibili in misura molto variabile durante l'anno: considerato un andamento delle precipitazioni medie mensili come quello riportato in Figura 86 (fonte Comune di Venezia), che indica una piovosità media di circa 70 mm/mese, si può valutare che dalle sole superfici impermeabili nell'ambito di trasformazione si possa raccogliere un volume di circa 18'000 m³/mese di acqua meteorica, equivalente, in media, a circa 600 m³/giorno.

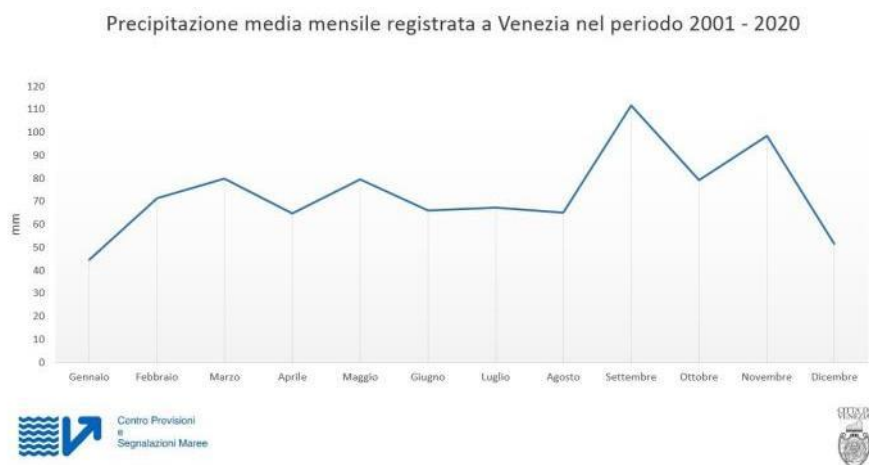


FIGURA 86: PRECIPITAZIONE MEDIA MENSILE VENEZIA 2001-2020

Per rispondere a tali criteri, l'impianto di progetto sarà costituito da:

- un manufatto di presa dal collettore Canaletta Irrigua, a monte del relativo tombinamento di progetto;
- una vasca interrata di stoccaggio delle acque destinate all'irrigazione con volume nominale di 150 m³, in grado di raccogliere le acque derivate dal collettore Canaletta Irrigua ma collegata anche alla rete degli invasi delle acque meteoriche;
- una stazione di sollevamento dotata di n.2 elettropompe, in grado di modulare la portata effettivamente necessaria su base stagionale, che è stata stimata pari a circa 5 l/s nei mesi invernali e autunnali e di circa 7 l/s nei mesi estivi;
- una rete di distribuzione, disposta ad anello fra le aree verdi interne all'ambito di urbanizzazione e la viabilità dei parcheggi: sono infatti queste le zone verdi che necessiteranno maggiormente dell'irrigazione di soccorso, in particolare durante i mesi estivi precedenti alla maturazione delle chiome degli alberi ad alto fusto. La rete sarà costituita da una condotta in PEAD DN 110 mm, con estesa complessiva di circa 3'900 m e da n.38 pozzetti di consegna distribuiti presso ciascuna superficie piantumata;
- ulteriori rami di distribuzione diretti verso le aree a bosco a nord e a sud dell'area urbanizzata, con la collocazione di n.6 pozzetti di consegna per l'irrigazione di soccorso di tali zone.

L'impianto di irrigazione sarà completato mediante la rete capillare di distribuzione, che consentirà la bagnatura ottimizzata di ciascuna zona piantumata.

RELAZIONE TECNICA OPERE IDRAULICHE

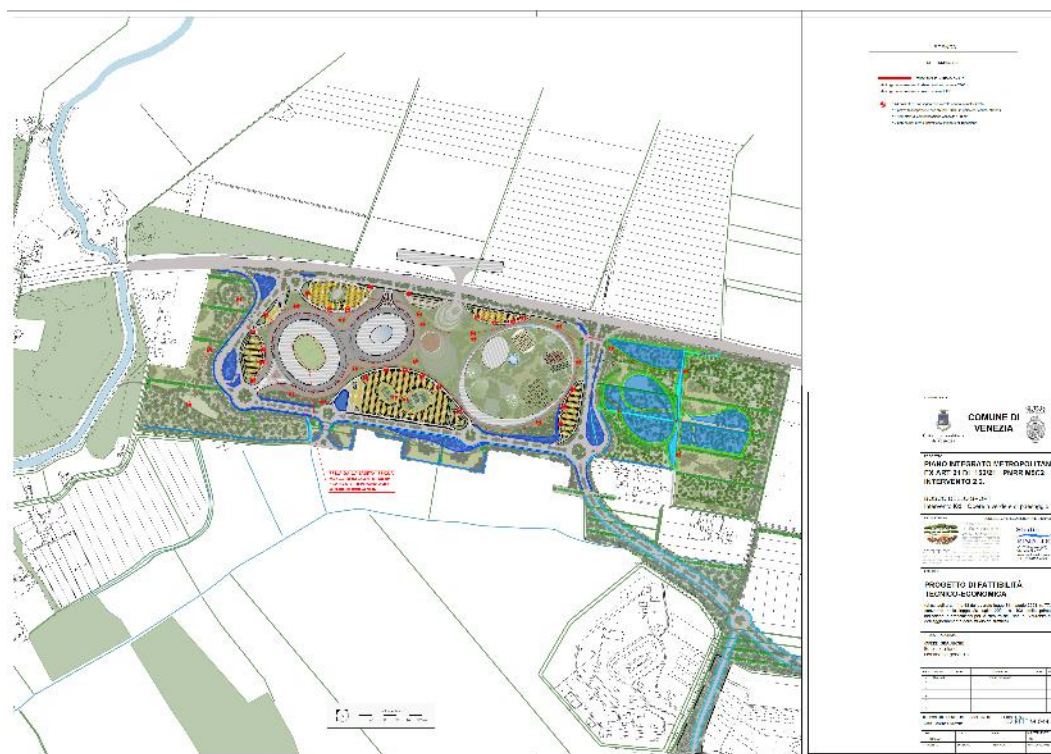


FIGURA 87: PLANIMETRIA GENERALE RETE RRIGAZIONE