

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E
AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Ingegneria Civile



TESI DI LAUREA

**INTERVENTI DI POTENZIAMENTO
DELL'IDROVORA FOSSA DEI NEGADI IN
COMUNE DI GORGO AL MONTICANO**

Relatore: PROF. DANIELE PIETRO VIERO

Laureando: MATHILDA GRIGUOL

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Ai miei nonni: Elda, Emanuela e Gianni

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	6
2	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO	7
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	10
4	IDROVORA FOSSA DEI NEGADI	12
4.1	Analisi idrologica.....	12
4.2	Impianto idrovoro Fossa dei Negadi.....	15
4.3	Opere di progetto	22
5	VERICHE SUL CANALE IN ARRIVO ALL'IDROVORA	29
5.1	Generalita'	29
5.2	Risultati della modellazione senza intervento di potenziamento.....	30
5.3	Risultati della modellazione con intervento di potenziamento	33
6	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	36
	RINGRAZIAMENTI.....	38

1 INTRODUZIONE

Oggetto della presente tesi è l'esposizione dell'intervento di potenziamento dell'impianto idrovoro Fossa dei Negadi in Comune di Gorgo al Monticano effettuato dal Consorzio di Bonifica Piave a seguito dell'intenso evento pluviometrico di fine gennaio 2014, che causò numerosi allagamenti in varie zone del Comune.

In *Fig. 1* si riporta un'immagine relativa alla piena del fiume Monticano nel gennaio 2014.



Fig. 1: Fiume Monticano nel gennaio 2014

Il territorio a sinistra del fiume Monticano, è caratterizzato da numerosi canali di bonifica, che riversano le acque fino al ricettore.

Nel caso in cui il Monticano abbia dei livelli di tipo ordinario, i canali di scolo si immettono a gravità nel fiume, a differenza di quando i livelli risultano sostenuti, durante i quali gli scarichi vengono chiusi tramite delle paratoie e vengono attivati gli impianti di sollevamento della zona, tra i quali l'idrovora Fossa dei Negadi e Fossabiuba.

In tale elaborato si discuterà esclusivamente dell'impianto Fossa dei Negadi, in quanto durante l'evento del 2014 è stato possibile osservarne l'inefficienza per il sollevamento delle acque di bonifica nel fiume Monticano, evidenziando la necessità di potenziarlo affinché, in caso di piene successive, possano essere evitati fenomeni di allagamento.

2 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Per approfondire la trattazione dell'argomento è necessario andare a definire cos'è un impianto di sollevamento e le sue caratteristiche.

L'impianto di sollevamento è un'opera d'arte particolare, necessaria al sollevamento delle acque nel caso in cui sia si debba trasferire la portata da un collettore a un recipiente avente livello a quota superiore di quella del canale di raccolta.

Il sollevamento delle acque avviene per mezzo di pompe, che possono essere sommergibili o trovarsi all'asciutto.

In Fig. 2 si riporta uno schema tipico di impianto di piccole dimensioni con pompa sommergibile.

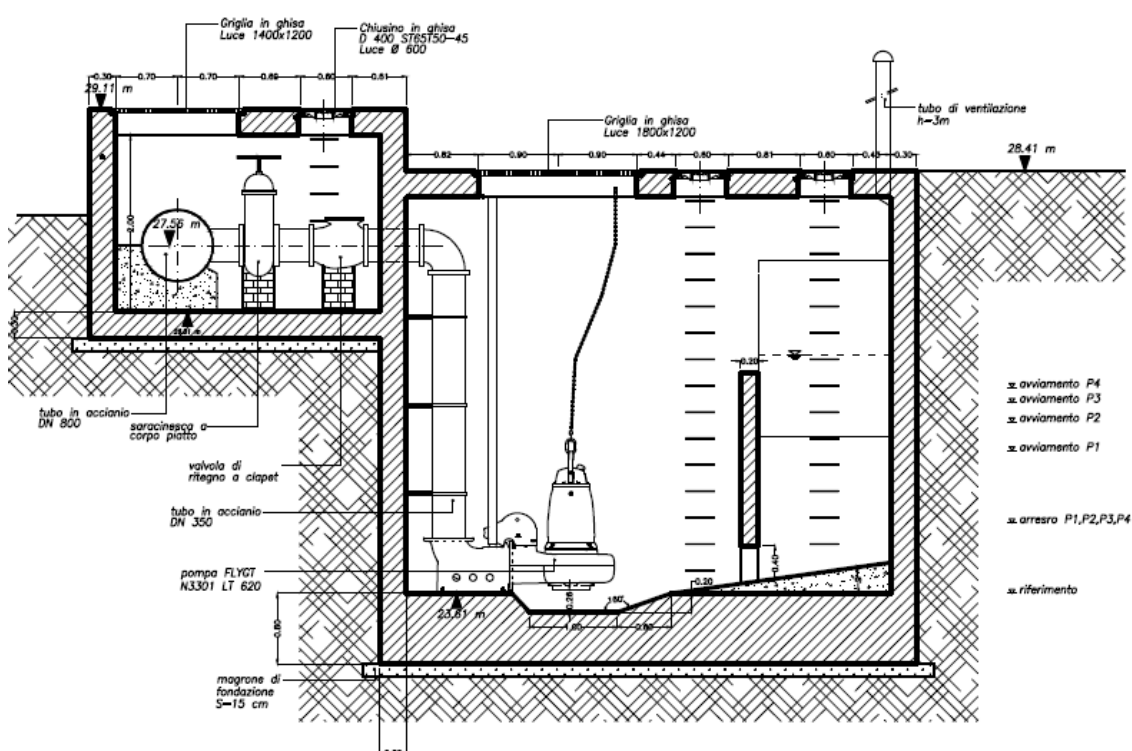


Fig. 2: Sezione esempio di stazione di sollevamento con pompe sommergibili

È necessario che a monte dell'impianto siano presenti un impianto sgrigliatore, per liberare le portate convogliate da materiali grossolani, e un dissabbiatore, la cui funzione è quella a togliere i materiali fini. Tali opere servono a migliorare il funzionamento delle pompe.

Le pompe sono solitamente di tipo centrifugo e, come è stato detto precedentemente, possono essere: sommergibili o con il motore all'asciutto.

Nel primo caso queste hanno incorporato motore e macchina, sono resistenti e garantiscono anche l'aspirazione di liquami inquinanti e altri residui di diverso tipo. Vengono utilizzate per piccole stazioni di sollevamento, in quanto consentono di contenere entro certi limiti le dimensioni fisiche dell'opera.

Le pompe con il motore all'asciutto possono essere invece di due tipi: il primo tipo è caratterizzato dalla parte elettrica posta a quota superiore da quella delle acque, e dalla girante posizionata sul fondo della camera di raccolta. Motore e girante sono collegati da un albero.

Il secondo tipo di pompa, invece, ha motore e girante posti in una camera laterale, alla quale la pompa è unita con un tubo di aspirazione posto sotto battente.

In Fig. 3 si riporta lo schema tipico di un impianto avente pompe posizionate in camera secca.

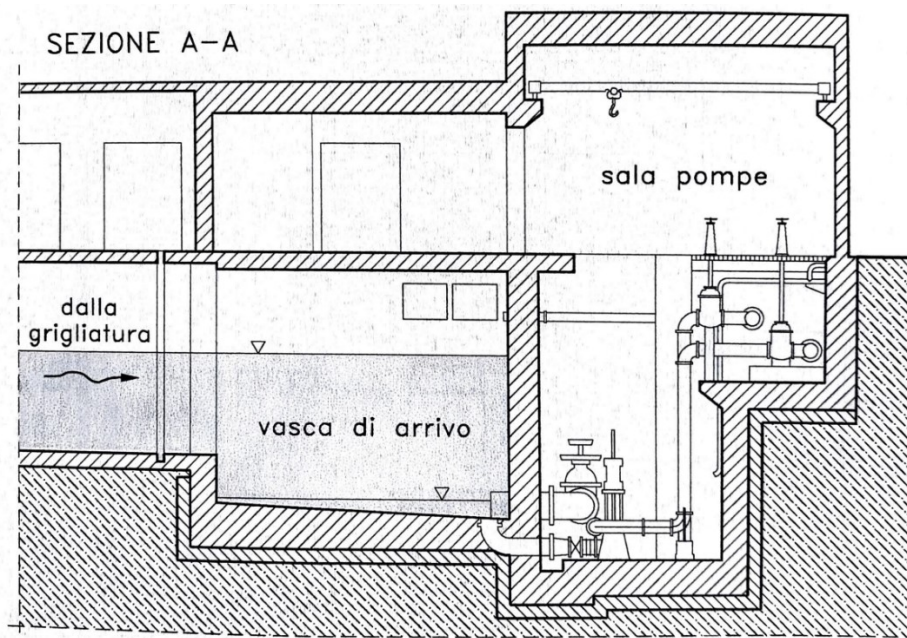


Fig. 3: Esempio di impianto di sollevamento con pompe all'asciutto

Per effettuare il dimensionamento di un impianto di sollevamento sia con pompe all'asciutto che con pompe sommergibili è necessario prestare attenzione a:

- evitare zone di ristagno e zone con velocità troppo basse;

- il flusso in arrivo deve essere indirizzato verso le giranti con minori perdite di carico possibili e che nell'impatto col suolo possa trascinare aria, che deve essere eliminata per evitare il danneggiamento delle pompe;
- la vasca delle pompe deve essere più piccola possibile, compatibilmente con il voler ridurre il numero di attacchi e stacchi di tali pompe;
- le stazioni devono essere di dimensioni tali per essere facilmente ispezionabili per manutenzione.

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il fiume Monticano, nasce sul Monte Piai situato in una frazione del Comune di Vittorio Veneto in provincia di Treviso.

A nord di Conegliano vi confluisce il Cervano, mentre a valle si immette nel fiume il Crevada. Poco prima di Vazzola si immettono ulteriormente il Cervada e il Cervadella e successivamente vi confluiscono corsi d'acqua minori, fino ad arrivare alla confluenza con il fiume Livenza.

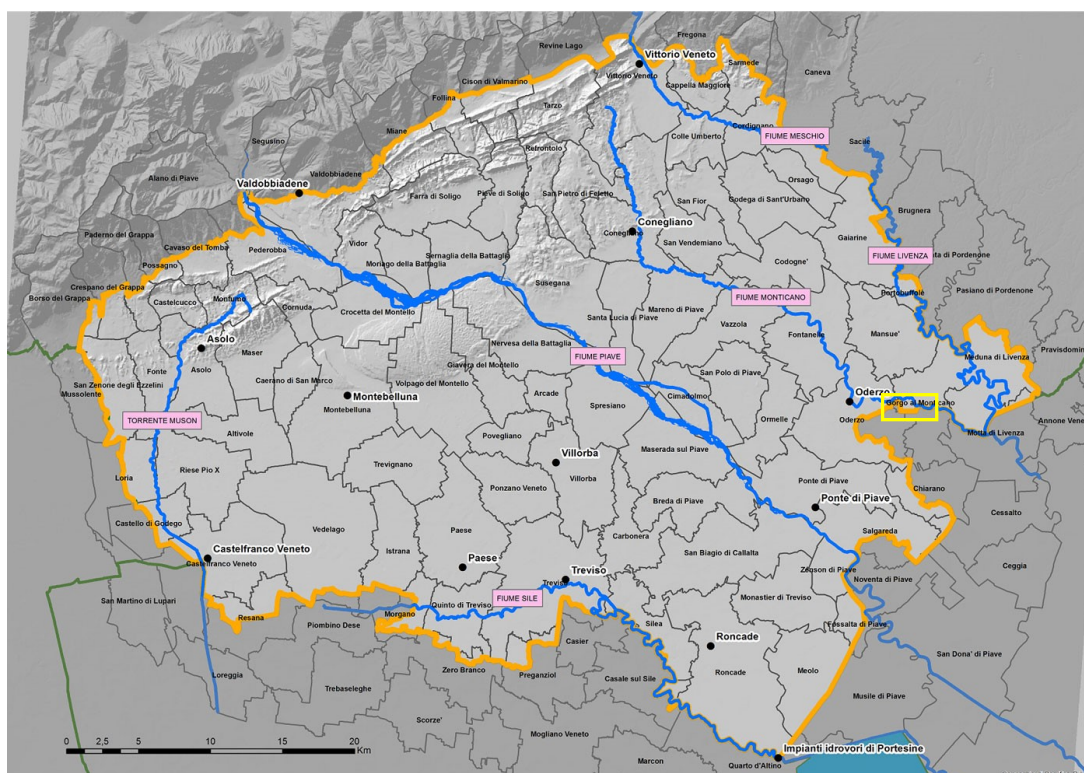


Fig. 4: Mappa del comprensorio del Consorzio di Bonifica Piave e zona d'interesse evidenziata in giallo

Si riporta in Fig. 4 la mappa relativa al comprensorio del Consorzio di Bonifica Piave, utile a visualizzare l'intero percorso del fiume Monticano fino alla confluenza con il fiume Livenza.

Come detto precedentemente, il territorio valutato per l'intervento di potenziamento dell'impianto Fossa dei Negadi si trova nel Comune di Gorgo al Monticano, in provincia di Treviso (in Fig. 4 il territorio interessato è evidenziato da un rettangolo giallo).

Tale area è sottoposta a fenomeni di piena e il deflusso delle acque viene effettuato a scolo meccanico tramite due idrovore gestite dal Consorzio di Bonifica Piave (Idrovora Fossabiuba e Fossa dei Negadi), e da un ulteriore impianto, gestito invece dal Comune di Gorgo al Monticano.

Il territorio, che si trova alla sinistra orografica del fiume Monticano, è caratterizzato dalla presenza di diversi canali, gestiti dal Consorzio di Bonifica Piave tra cui:

- Fosso Gorgo I
- Fossa dei Negadi
- Fosso Gorgo II
- Fosso Tiepolo
- Fosso di Fossabiuba
- Fosso Balbi

Tutti i vari canali, ad eccezione di Fosso Gorgo I e Fossa dei Negadi, riversano le proprie acque nel ricettore attraverso gli scoli meccanici alternati dell'impianto di sollevamento comunale e dell'idrovora Fossabiuba.

I canali Fosso Gorgo I e Fossa dei Negadi confluiscono nel Monticano, attraverso lo scolo meccanico dell'impianto Fossa dei Negadi, come si osserva dalla *Fig. 5*.

A livello di tipologia di terreno, la zona è prevalentemente costituita da depositi alluvionali recenti ed è caratterizzato da argille limose, limi e sabbie più o meno addensate.

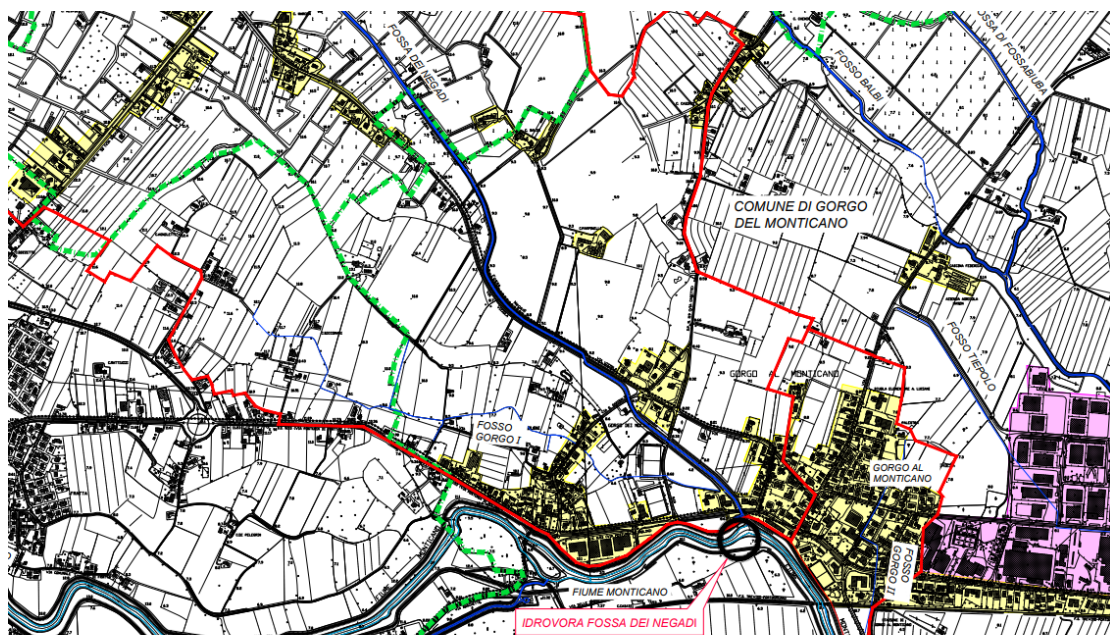


Fig. 5: Corografia zona d'interesse: Confluenza Fosso Gorgo I e Fossa dei Negadi nel Monticano

4 IDROVORA FOSSA DEI NEGADI

Nei paragrafi seguenti è spiegato l'intervento di potenziamento dell'impianto idrovoro e sono riportate le analisi e le opere di progetto sviluppate dal Consorzio di Bonifica Piave e dallo studio ingegneristico Ingegneria 2P & associati.

4.1 Analisi idrologica

Il bacino relativo all'impianto Fossa dei Negadi è stato identificato tramite l'uso di mappe consortili, sopralluoghi nel territorio e cartografia tecnica regionale in scala 1:5000.

È stata valutata l'area del bacino afferente all'impianto Fossa dei Negadi (in Fig. 6) pari a:

$$S = 9,05 \text{ km}^2.$$

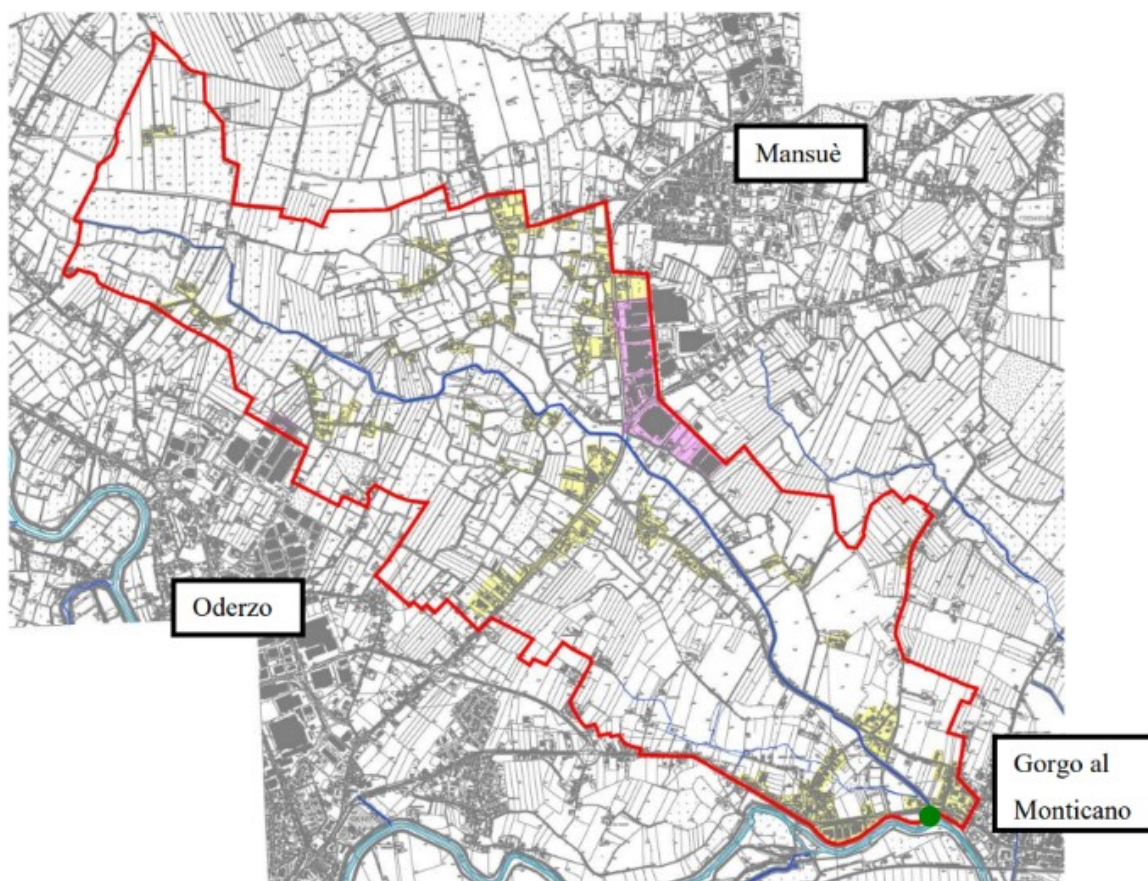


Fig. 6: Bacino afferente all'idrovora Fossa dei Negadi (punto verde)

Per la verifica e la progettazione delle opere, tramite la stima della precipitazione critica, sono stati valutati i parametri seguenti:

- Tempo di ritorno: 20 anni;
- Tempo di pioggia: 1,5 ore;
- Altezza di pioggia: 63,3 mm;
- Intensità di pioggia: 42,2 mm/ora.

Per mezzo del modello di afflussi/deflussi è stato ricavato l'idrogramma di piena in *Fig. 7* in arrivo agli impianti di sollevamento Fossa dei Negadi e Fossabiuba, basati sull'evento pluviometrico di progetto.

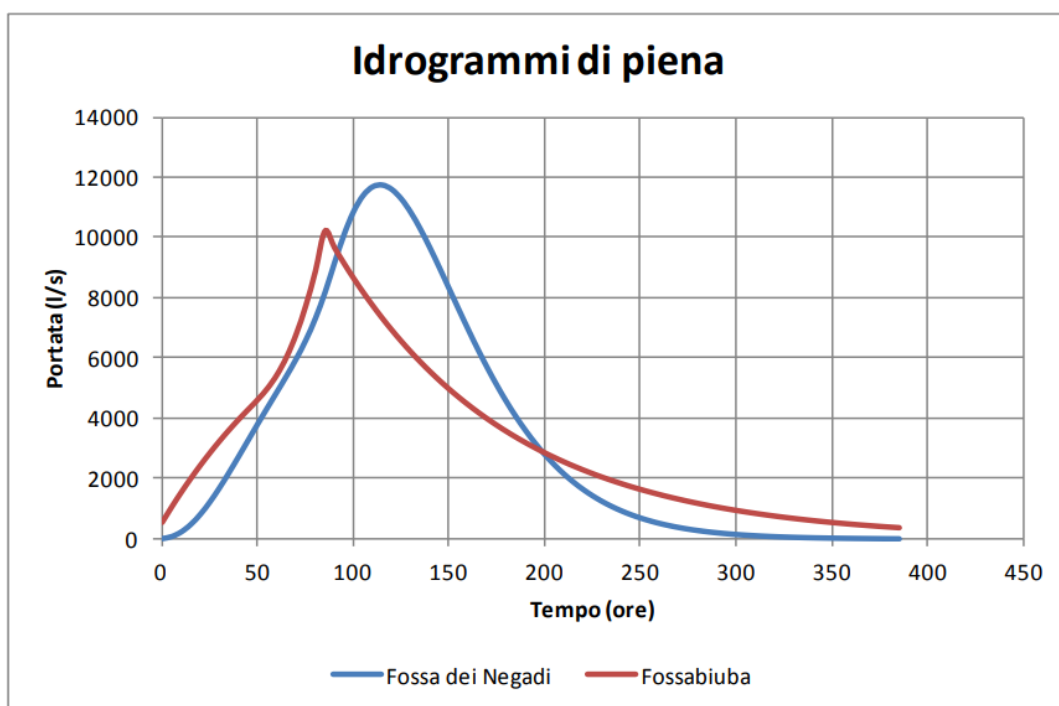


Fig. 7: Idrogramma di piena

Da tale idrogramma è stato valutato l'andamento della piena, avendo in ordinata la portata in l/s, e in ascissa il tempo in ore, ed è stato osservato che il massimo di portata per un Tr di 20 anni era pari a circa 11,7 m³/s.

Nella *Tabella 1* che segue sono riportati tutti i risultati che sono stati valutati con tale modellazione.

Impianto Fossa dei Negadi	
Portata stimata Tr= 20 anni	11,7 m ³ /s
Portata impianto di soll. esistente	7,5-8,0 m ³ /s
Portata specifica sollevamento	8,3-8,8 l/s/ha
Deficit di portata	3,7-4,2 m ³ /s
Deficit percentuale	32%-36%

Tabella 1: Risultati modellazione afflussi/deflussi per l'evento pluviometrico di progetto

Dalla tabella si può osservare che, per un tempo di ritorno di 20 anni con portata stimata $Q=11,7$ m³/s, rispetto alla portata dell'impianto di sollevamento esistente, il sottodimensionamento dell'impianto di 3,7 - 4,2 m³/s è evidente.

Né infatti la conferma l'intenso evento pluviometrico del gennaio 2014.

4.2 Impianto idrovoro Fossa dei Negadi

In questo paragrafo è descritta la funzione e com'era costituita l'idrovora prima dell'intervento di potenziamento. Si ricorda che non sono state fatte modifiche relative al funzionamento meccanico dell'impianto.

L'impianto idrovoro Fossa dei Negadi permette il sollevamento delle acque a scolo meccanico alternato, che arrivano dall'omonimo scolo consortile.

Tale canale passa sotto la Strada Regionale 53 (in *Fig. 8*), e come già detto precedentemente, nel caso di livelli di tipo ordinario del fiume, si immette a gravità nel Monticano attraverso un sottopasso arginale controllato da delle paratoie motorizzate.

Le paratoie si chiudono in modo automatico nel momento in cui i livelli del ricettore sono sostenuti, e di conseguenza le acque del canale Fossa dei Negadi sono convogliate all'impianto. È quindi possibile capire che il sollevamento delle acque a scolo meccanico viene utilizzato nel momento in cui non è possibile eseguire uno scolo naturale, ovvero quando il livello del canale è superiore a quello del ricettore.



Fig. 8: Sottopasso dello scolo Fossa dei Negadi sotto la Strada Regionale 53, 2022

Passando alla descrizione relativa all'impianto vero e proprio, l'idrovora Fossa dei Negadi, prima del potenziamento, era costituita da:

- Un breve canale di alimentazione tra il sottopasso e l'argine sinistro del Monticano;
- Un manufatto in calcestruzzo armato costituito da due muri d'ala inclinati, una griglia di protezione e uno sgrigliatore fisso oleodinamico, che serve a eliminare il materiale accumulato grossolano;
- Una vasca interrata di aspirazione delle pompe;
- Una cabina fuori terra nella quale sono alloggiati i motori delle pompe e i quadri elettrici;
- Una cabina di trasformazione MT/BT;
- Una cabina elettrica Enel di alimentazione;
- Due tubazioni di mandata delle pompe, interrate a cavaliere d'argine, aventi diffusore di scarico lato fiume.

Le pompe installate, che sono state conservate durante l'intervento di potenziamento, hanno le seguenti caratteristiche:

Pompa 1: PAV 240-1300 Meregalli:

- Portata nominale: 4500/4000 l/s;
- Prevalenza nominale: 2,0/3,5 m;
- Velocità di rotazione: 322 giri/min;
- Motore elettrico: 200 kW - 380 V;
- Tubazione di mandata: DN 1400 in acciaio.

Pompa 2: FVER 2500/1,6 Termomeccanica Italiana:

- Portata nominale: 3500 l/s;
- Prevalenza nominale: 1,6 m;
- Velocità di rotazione: 290 giri/min;
- Motore elettrico: 132 kW – 380 V;
- Tubazione di mandata: DN 1200.

Successivi interventi di ristrutturazione, svolti prima del potenziamento sono stati relativi a :

- Messa a norma delle apparecchiature;
- Installazione di una cabina di trasformazione MT/BT;
- Fornitura dei quadri di arrivo MT, di trasformatore da 500kVA, dei quadri generali di comando e di controllo BT;
- Installazione di sgrigliatore automatico;
- Implementazione di logica locale di comando e controllo.

In Fig. 9 si riporta la Planimetria generale dell'impianto idrovoro prima del suo potenziamento.

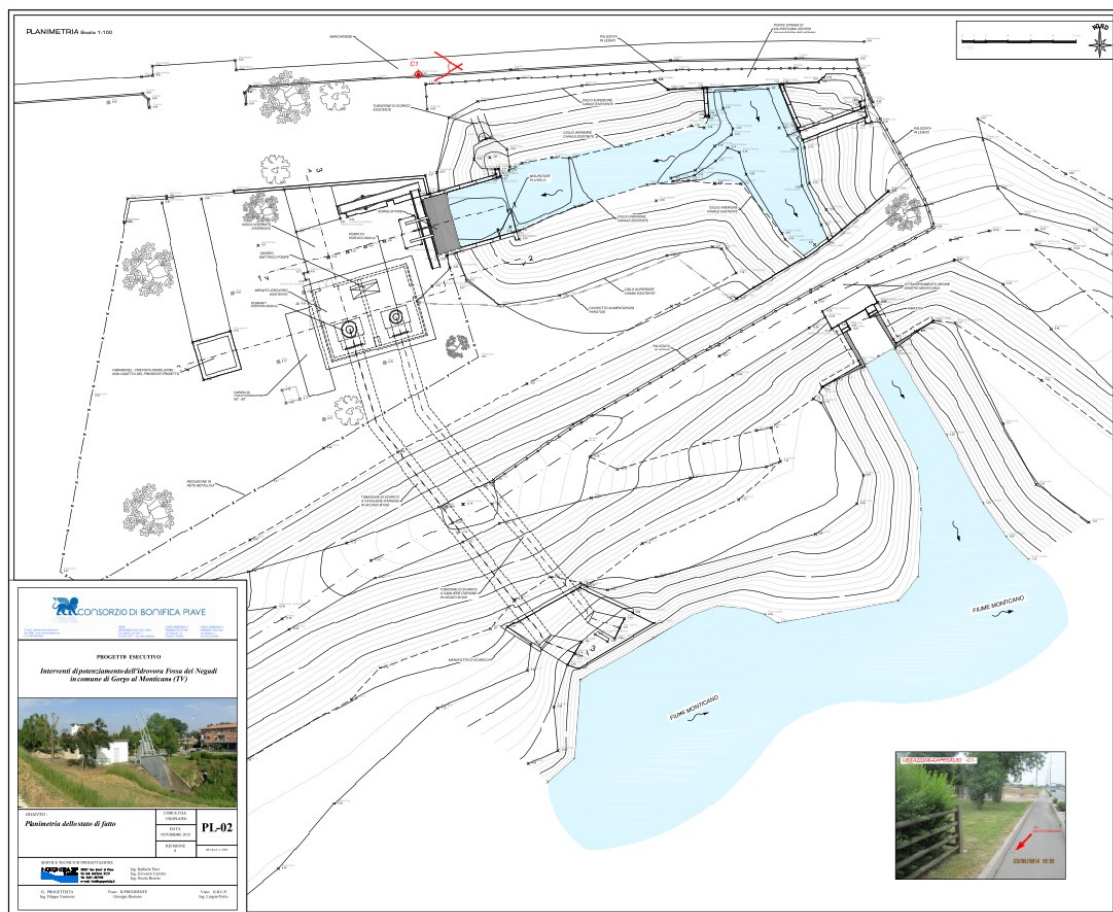


Fig. 9: Planimetria generale dell'impianto Fossa dei Negadi

Si riportano anche alcune fotografie (*Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13*), alcune sezioni (*Fig. 14, Fig. 15*) e planimetrie (*Fig. 16, Fig. 17*) relative all'impianto prima dell'intervento di potenziamento.



Fig. 10: Impianto Fossa dei Negadi



Fig. 11: Manufatto d'ingresso preceduto da griglia e sgrigliatore



Fig. 12: Cabina in arrivo Enel, cabina di trasformazione e sala quadri



Fig. 13: Sala quadri con i due motori delle pompe

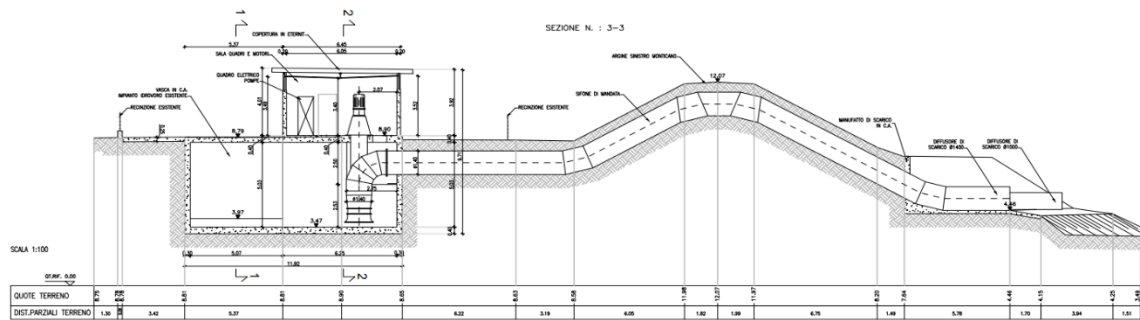


Fig. 14: Sezione longitudinale della tubazione di mandata

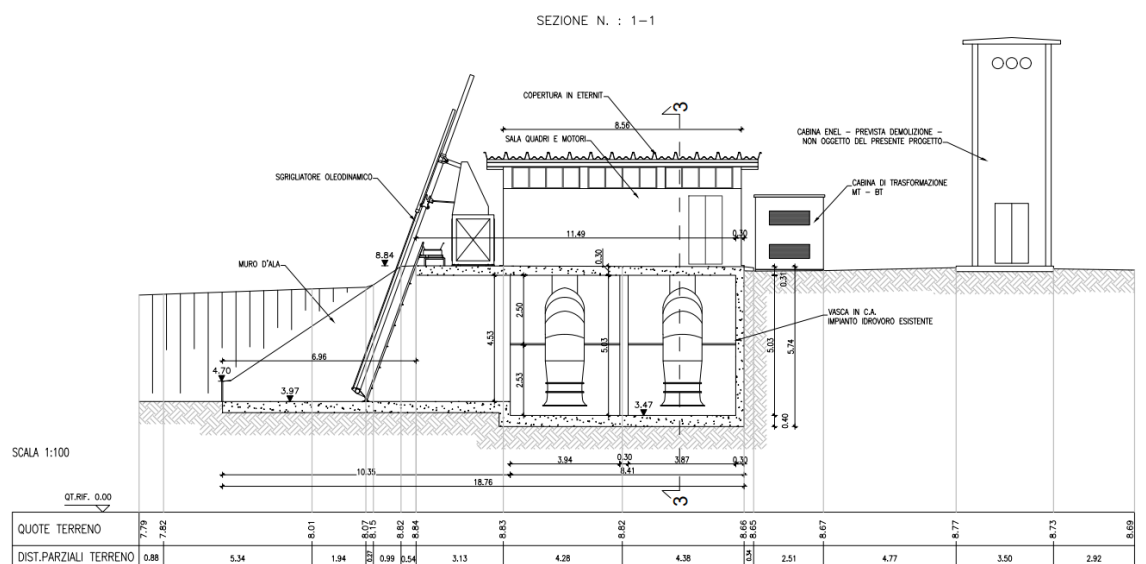


Fig. 15: Sezione trasversale della cella di aspirazione

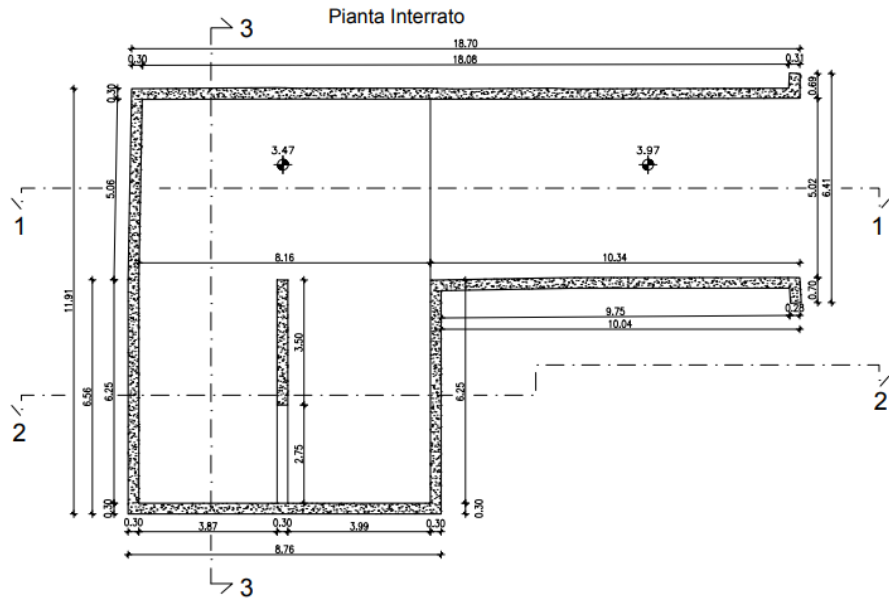


Fig. 16: Planimetria della cella di aspirazione

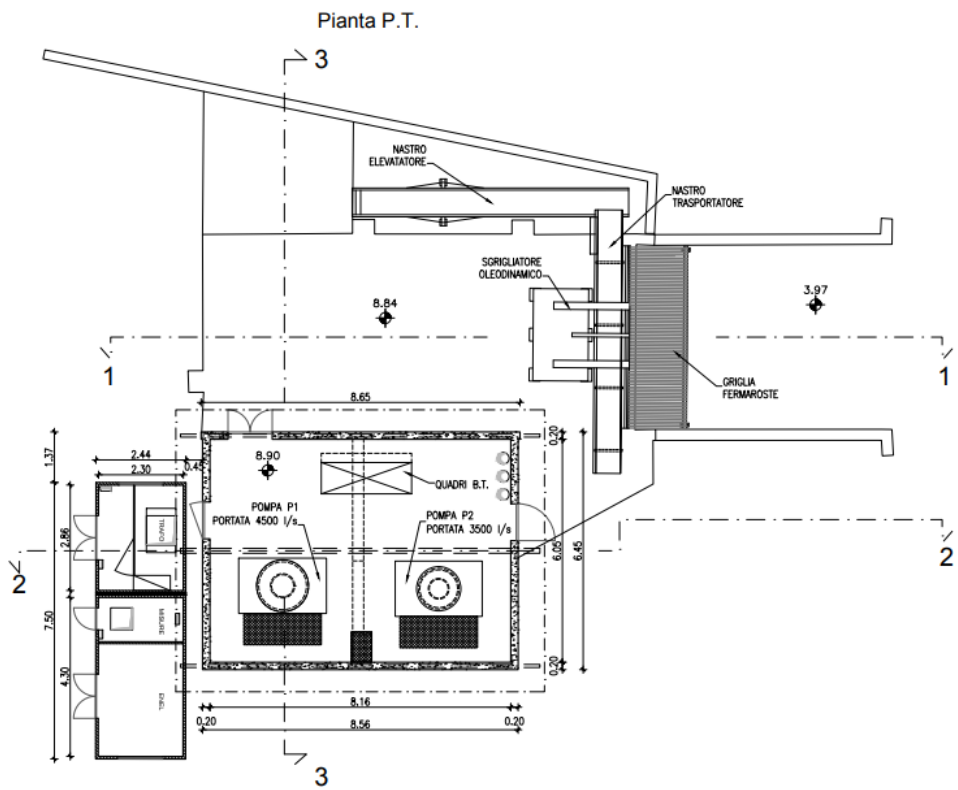


Fig. 17: Planimetria a piano campagna

4.3 Opere di progetto

L'intervento in progetto ha previsto l'ampliamento e l'aumento della capacità di sollevamento dell'impianto esistente di ulteriori $4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le opere sono state inserite in un contesto caratterizzato dalla presenza di un impianto idraulico ormai parte integrante del territorio; per tale motivo sono state usate delle soluzioni a livello ingegneristico e architettonico sviluppate proprio per il corretto inserimento all'interno del territorio; in *Fig. 18* si riporta la tavola tecnica relativa alla planimetria generale degli interventi effettuati.

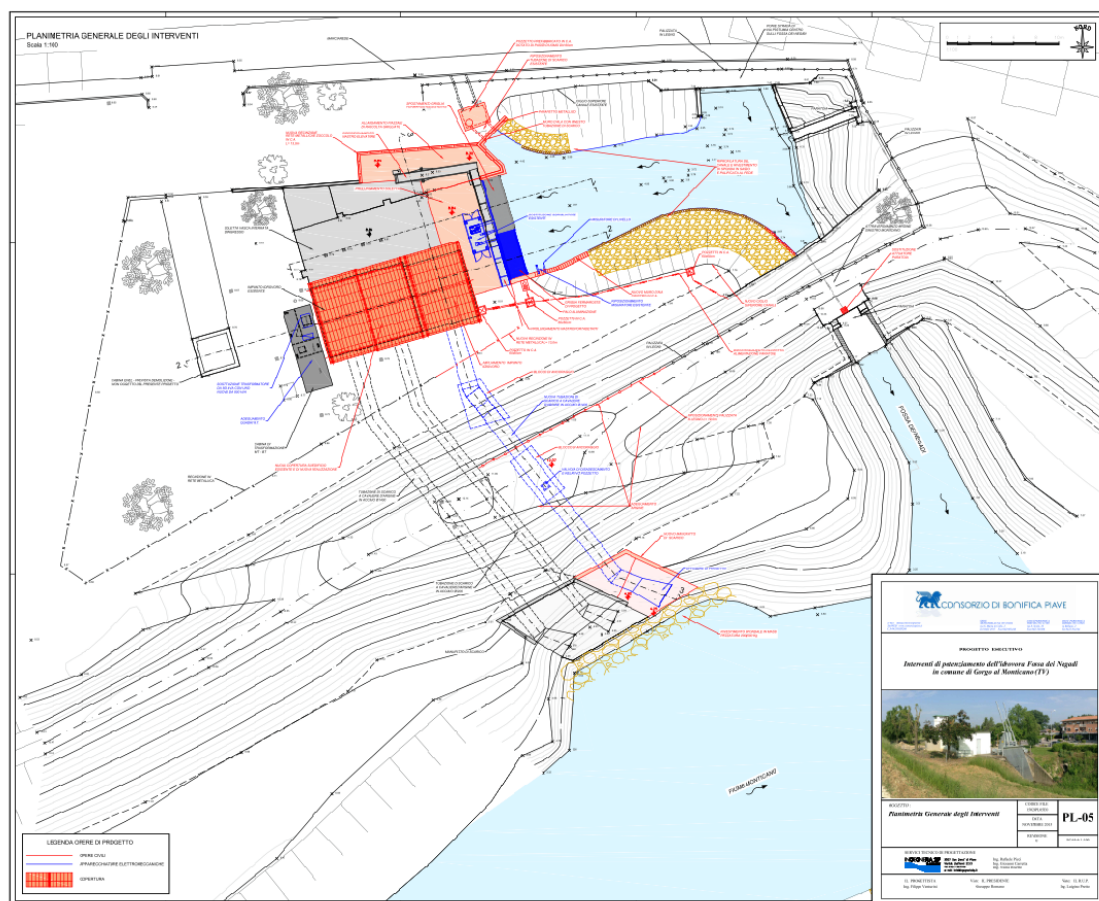


Fig. 18: Planimetria generale degli interventi

È stata realizzata una nuova cella d'aspirazione in calcestruzzo armato (in *Fig. 19*) posta a fianco della struttura esistente e completata da una cabina fuori terra adibita a contenere il motore della nuova elettropompa di tipo elicoidale ad asse verticale a colonna con funzionamento a pale regolabili, con una capacità di sollevamento di portata fino a $4 \text{ m}^3/\text{s}$ (*Fig. 20*).

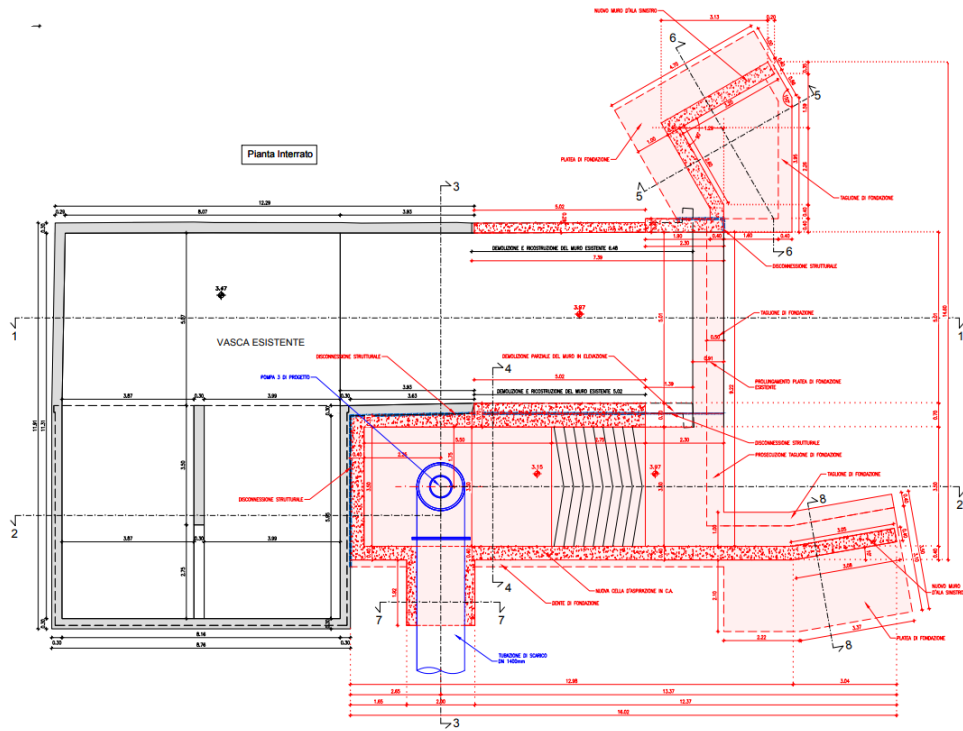


Fig. 19: Planimetria dell'ampliamento della cella d'aspirazione

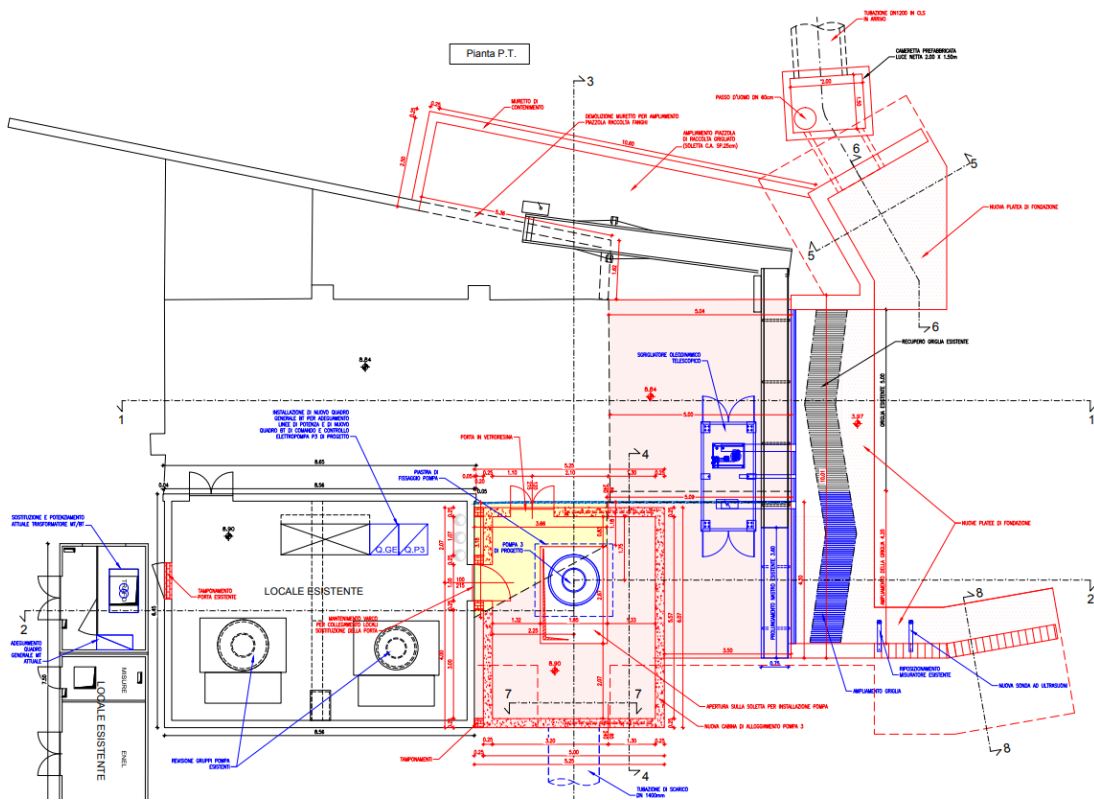


Fig. 20: Planimetria a piano campagna

È inoltre stata posizionata una nuova tubazione del DN 1400 in acciaio zincato a caldo, conformata a cavaliere d'argine e ancorata con blocchi in cemento armato, necessaria a riversare le portate nel fiume Monticano (in Fig. 21).

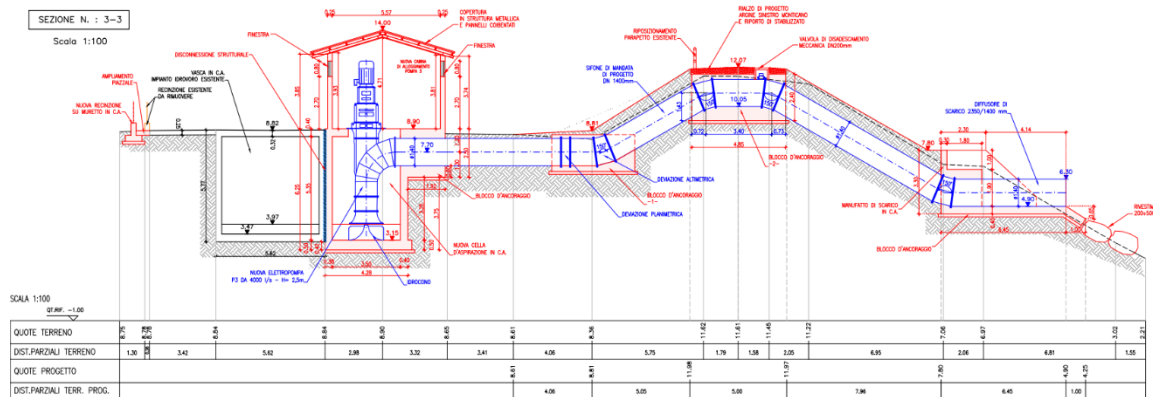


Fig. 21: Sezione longitudinale della condotta di mandata

Di seguito si riporta anche una sezione trasversale dell'impianto (Fig. 22), confrontabile con quella a Fig. 15.

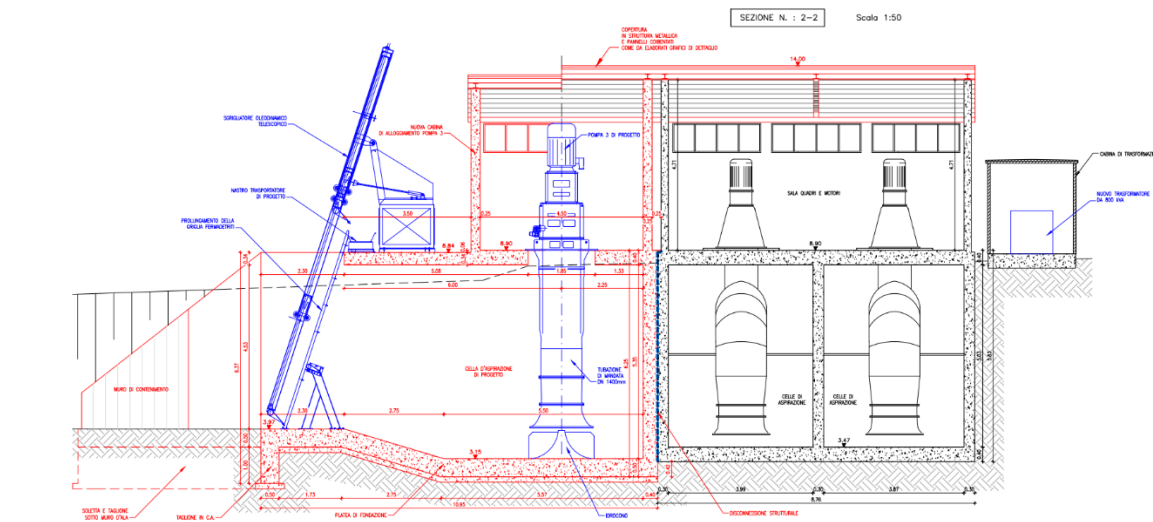


Fig. 22: Sezione trasversale delle celle di aspirazione

Il canale di ingresso all'idrovora è stato allargato con infissione di pali e rivestimento con massi di pezzatura tra i 20 e i 50 kg ed è stato sostituito lo sgrigliatore oleodinamico a pettine con un altro di tipo telescopico.

È stata prolungata la soletta di copertura in cemento armato del vano di entrata alle celle delle due pompe esistenti ed è stata rimossa la copertura della cabina esistente in onduline di Eternit e sostituita con una struttura in acciaio e lamiera coibentate. Tale copertura è stata scelta in quanto di facile rimozione se ci fosse la necessità di estrazione dell'intero gruppo pompe in caso di manutenzioni straordinarie.

Sono stati inoltre posizionati dei massi di pezzatura tra i 200 e i 500 kg a formare una scogliera sulla sponda destra del ricettore in corrispondenza di dove si trovano gli scarichi dell'impianto (in Fig. 23).

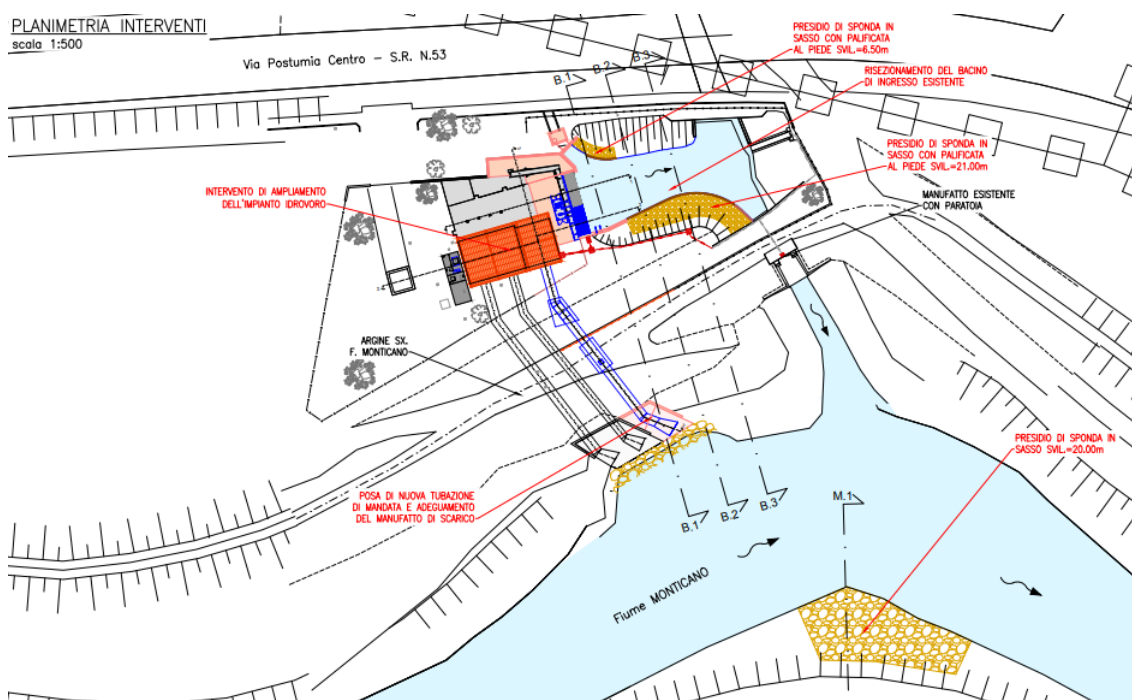


Fig. 23: Estratto della planimetria generale con riferimento alle scogliere di progetto

Infine, l'impianto è stato completato da:

- Adeguamento delle esistenti apparecchiature elettriche all'interno della cabina esterna al fabbricato;
- Sostituzione del trasformatore in olio da 500 kVA con un nuovo trasformatore in resina da 800 kVA;
- Nuovo quadro generale BT di adeguamento delle linee di potenza con interruttore generale da 1600 A e interruttore di manovra per la linea predisposta per l'installazione di un futuro gruppo elettrogeno;
- Nuovo quadro BT di comando e controllo del nuovo gruppo elettropompa;

- Adeguamento a implementazione di tutto l'apparato di automazione per l'inserimento della linea terza pompa, dello sgrigliatore automatico e del controllo dei livelli;
- Revisione delle 2 pompe esistenti;
- Sostituzione dell'attuatore della paratoia piana di intercettazione dello scarico del canale Fossa dei Negadi nel Monticano;
- Impianti di messa a terra, illuminazione interna ed esterna e forza elettromotrice.

Tramite una nuova porta in vetroresina è possibile accedere alla nuova cabina, mentre tra nuova e vecchia struttura c'è una porta di comunicazione interna.

Si riportano in Fig. 24, Fig. 25, Fig. 26, Fig. 27 i prospetti dell'impianto potenziato e ampliato.

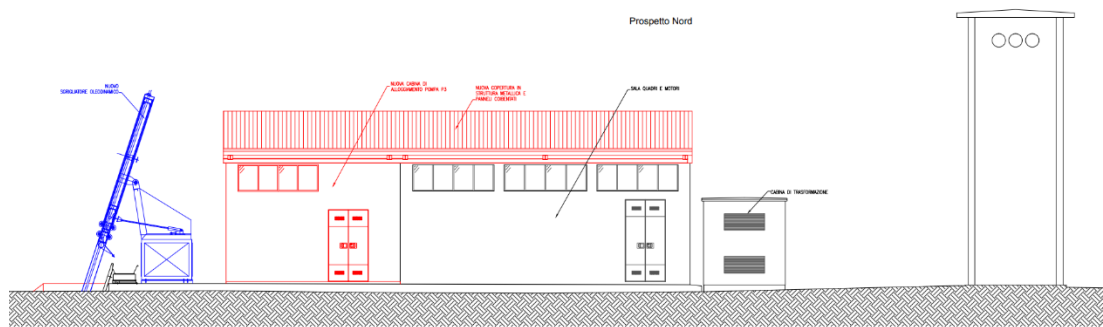


Fig. 24: Prospetto Nord

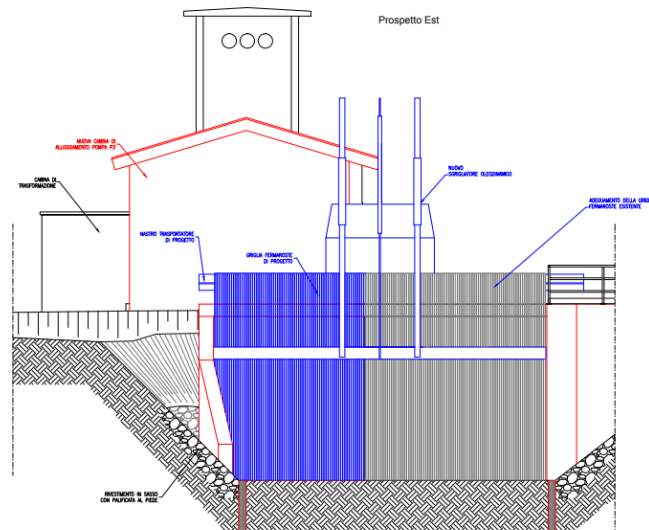
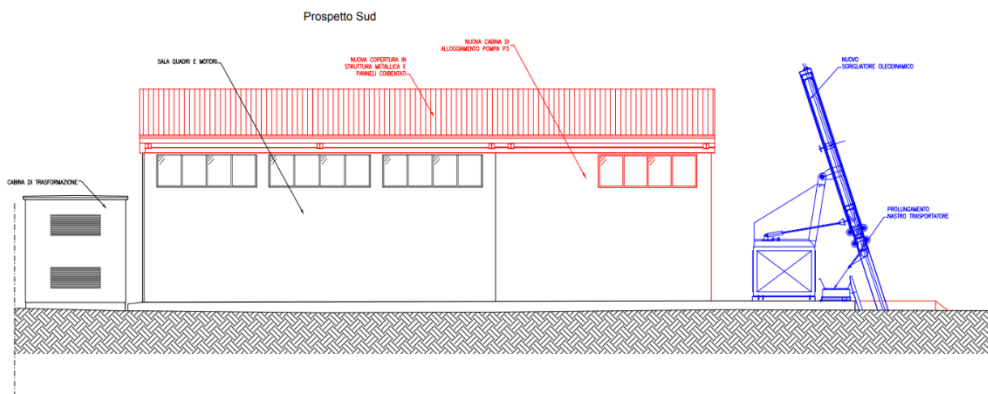
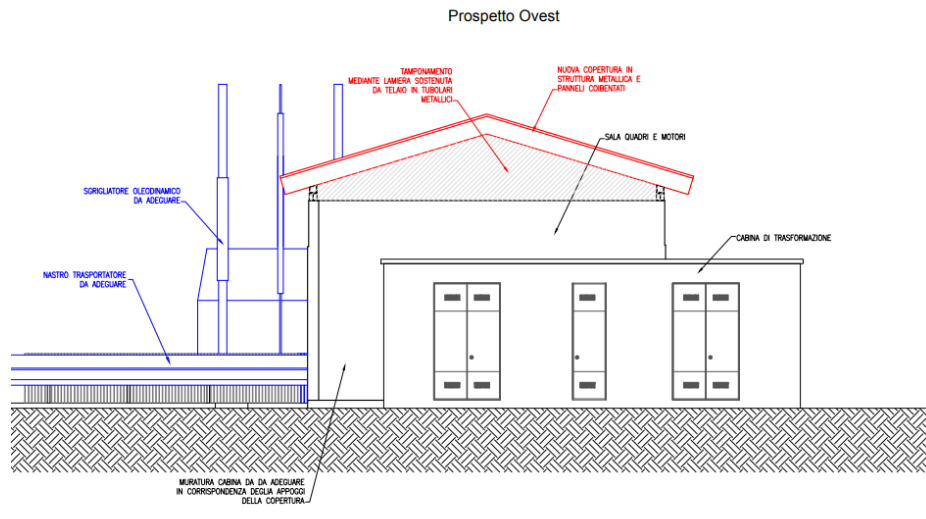


Fig. 25: Prospetto Est



Si riportano alcune fotografie recenti dell'impianto alle *Fig. 28* e *Fig. 29*.



Fig. 28: Esterno dell'impianto Fossa dei Negadi, 2022



Fig. 29: Da sinistra a destra: paratoia, argine, impianto, sottopassaggio del canale, 2022

5 VERICHE SUL CANALE IN ARRIVO ALL'IDROVORA

Nei paragrafi successivi sono riportate le verifiche effettuate per studiare il comportamento del canale Fossa dei Negadi. Tali verifiche sono state condotte dal Consorzio di Bonifica Piave e dallo studio ingegneristico Ingegneria 2P & associati.

5.1 Generalita'

Per le verifiche idrauliche atte a valutare il comportamento del canale Fossa dei Negadi afferente impianto, è stato usato il modello di simulazione monodimensionale a moto vario agli elementi finiti HEC-RAS, andando a schematizzare il sistema composto dall'asse del canale, delle sezioni trasversali e semplificando i manufatti lungo lo scolo consortile.

Si riporta in *Fig. 30* un dettaglio dello schema planimetrico dell'impianto con alcune sezioni utilizzate nella modellazione e osservabili nei paragrafi 5.2 e 5.3, nei quali si riportano le simulazioni e le valutazioni che sono state effettuate rispettivamente senza e con l'intervento di potenziamento dell'impianto di sollevamento.

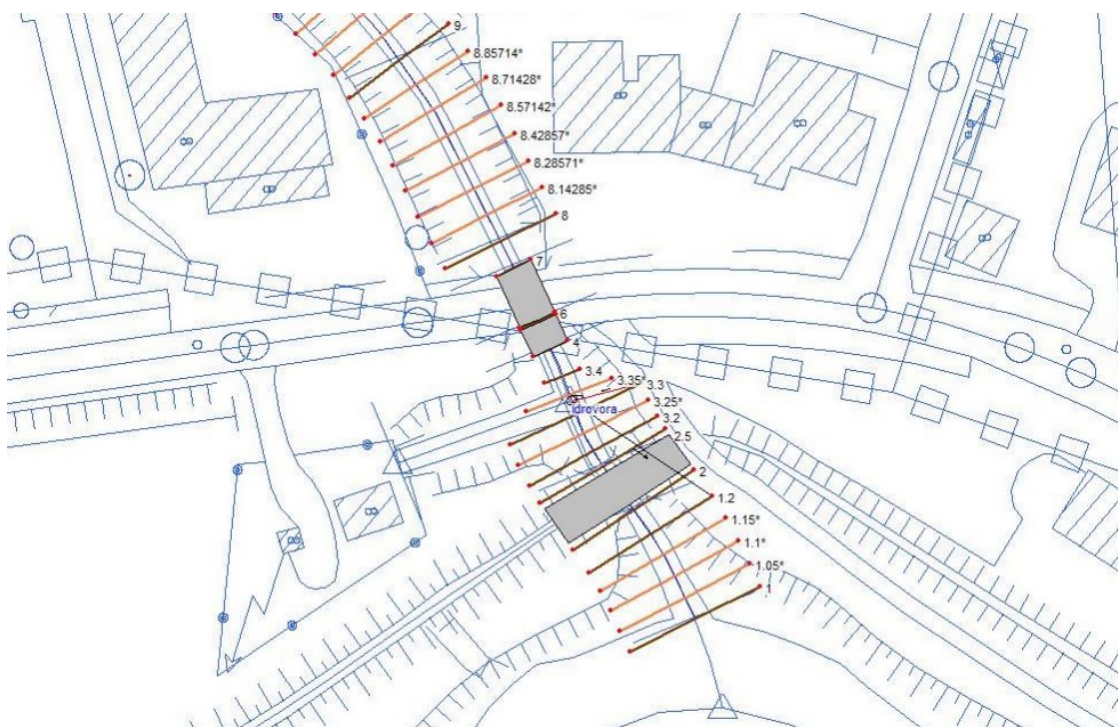


Fig. 30: Schema planimetrico con sezioni utilizzate per la modellazione

5.2 Risultati della modellazione senza intervento di potenziamento

Questa modellazione è stata valutata considerando il sistema con entrambe le due pompe funzionanti e il livello del ricevitore pari a 10.50 m slm, ovvero in condizioni di piena con annullamento del franco arginale.

In questa situazione le portate in arrivo dal canale Fossa dei Negadi devono essere sollevate e scaricate nel fiume Monticano, in quanto, essendo il livello del fiume a una quota più alta di quella dello scolo consortile, è impedito lo scarico a gravità con conseguente chiusura della paratoia che regola lo sbocco nel Monticano.

Da Fig. 31 si nota come, andando ad osservare i tiranti massimi lungo il canale e in corrispondenza dei manufatti presenti, il canale esonda a monte della Strada Regionale 53. Ciò ha evidenziato una necessità di intervenire con un potenziamento dell'impianto idrovoro, in modo da scongiurare possibili future esondazioni dalle sponde.

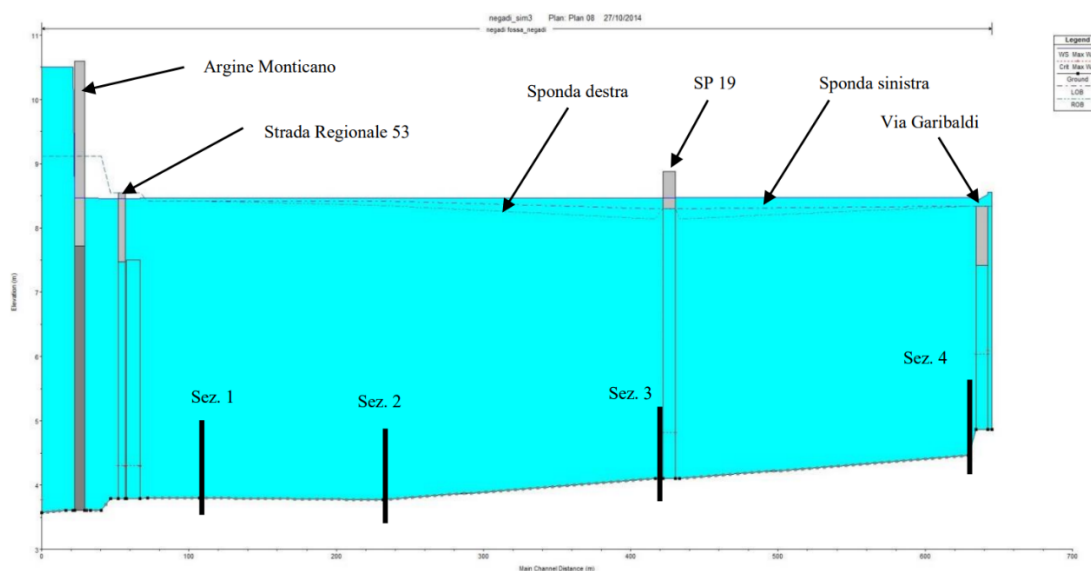


Fig. 31: Profilo di piena senza intervento di potenziamento

Sono riportate a pagina seguente le sezioni 1, 2, 3 e 4 di Fig. 31 rispettivamente nelle immagini Fig. 32, Fig. 33, Fig. 34 e Fig. 35 in condizioni di piena del fiume Monticano.

Dalle immagini si nota come l'acqua all'interno dello scolo esca dal canale, causando fenomeni di esondazione.

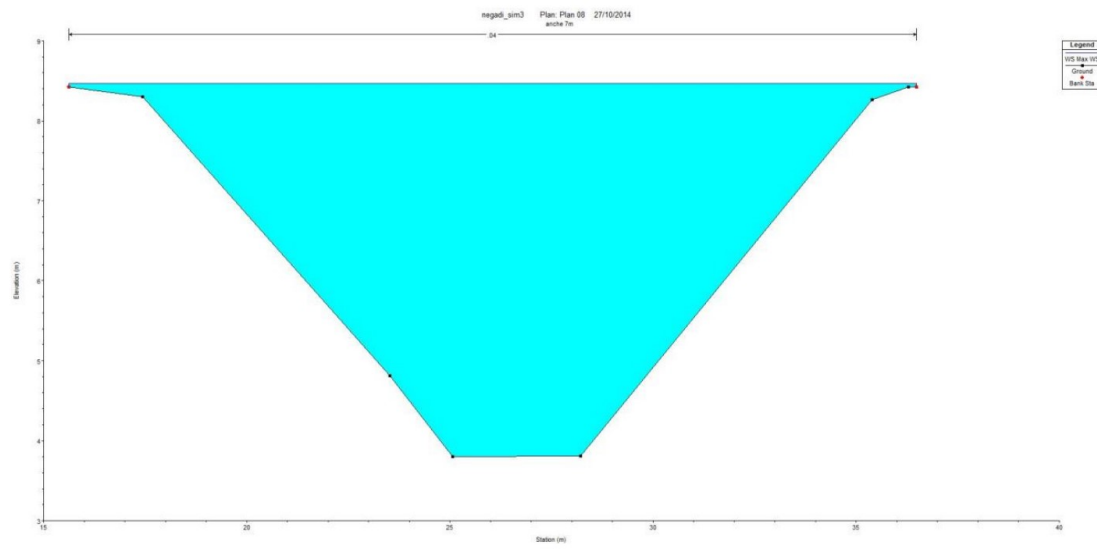


Fig. 32: Sezione 1

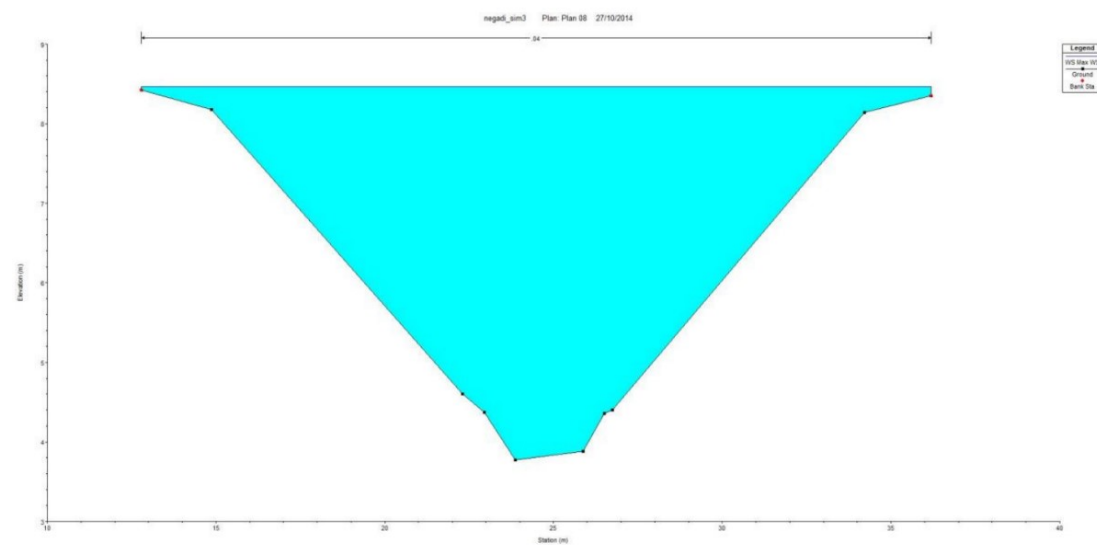


Fig. 33: Sezione 2

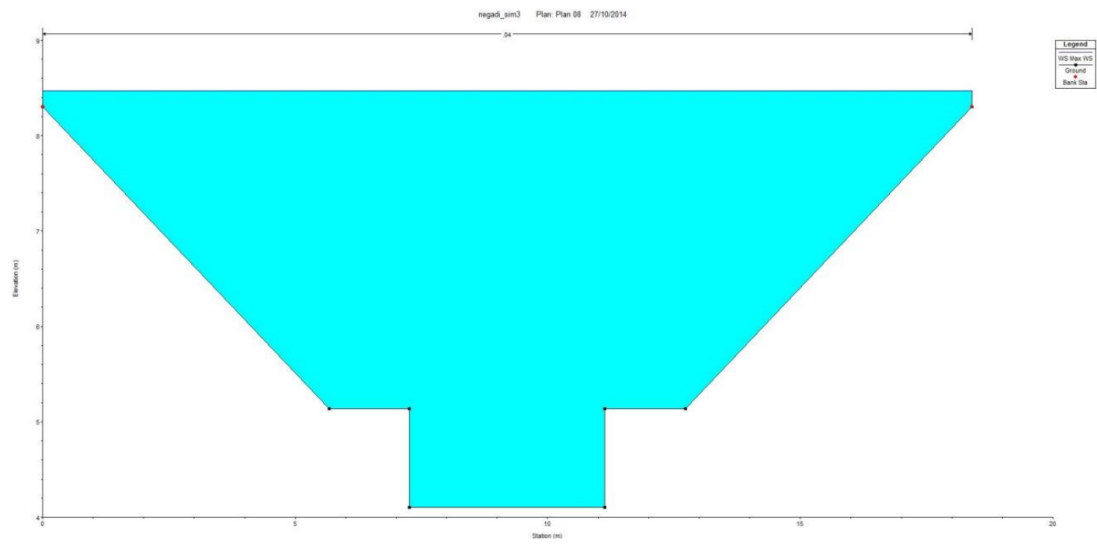


Fig. 34: Sezione 3

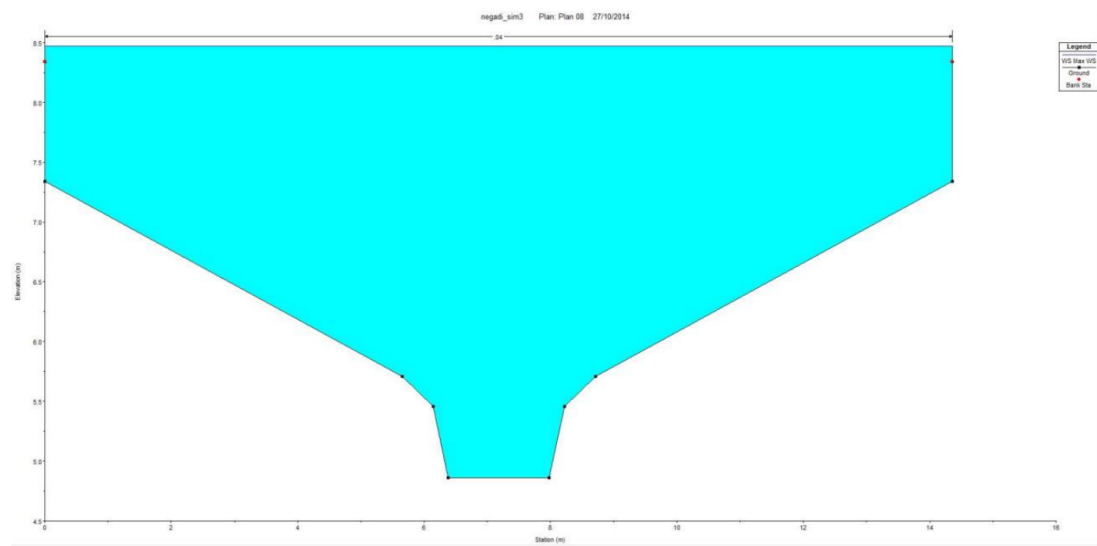


Fig. 35: Sezione 4

5.3 Risultati della modellazione con intervento di potenziamento

Questa modellazione è stata valutata considerando l'impianto funzionante con tutte e tre le pompe attive, quota del fiume in piena a 10.50 m slm, e mantenendo le stesse condizioni al contorno citate a paragrafo 5.1.

Come spiegato nel paragrafo precedente 5.2, in caso di piena del Monticano, e quindi quando la sua quota supera quella dello scolo, la paratoia si chiude e le portate provenienti dal canale Fossa dei Negadi sono sollevate dall'impianto e riversate per mezzo degli scarichi nel fiume.

Da Fig. 36 è possibile osservare il tirante idrico ridotto in modo significativo; il livello massimo è sotto quota arginale e l'acqua resta all'interno dello scolo senza uscire dalle sponde. Questo risulta evidente andando a osservare le sezioni 1, 2, 3 e 4 nelle immagini a Fig. 36, Fig. 37, Fig. 38, Fig. 39, Fig. 40. Tali sezioni riportano il canale in condizioni di piena del ricettore.

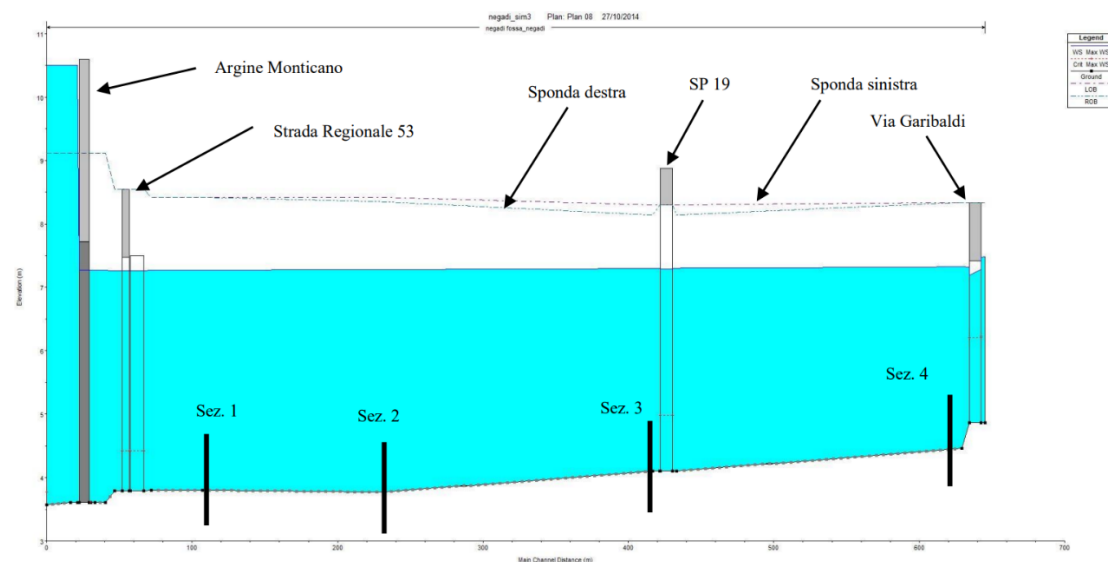


Fig. 36: Profilo di piena con impianto potenziato

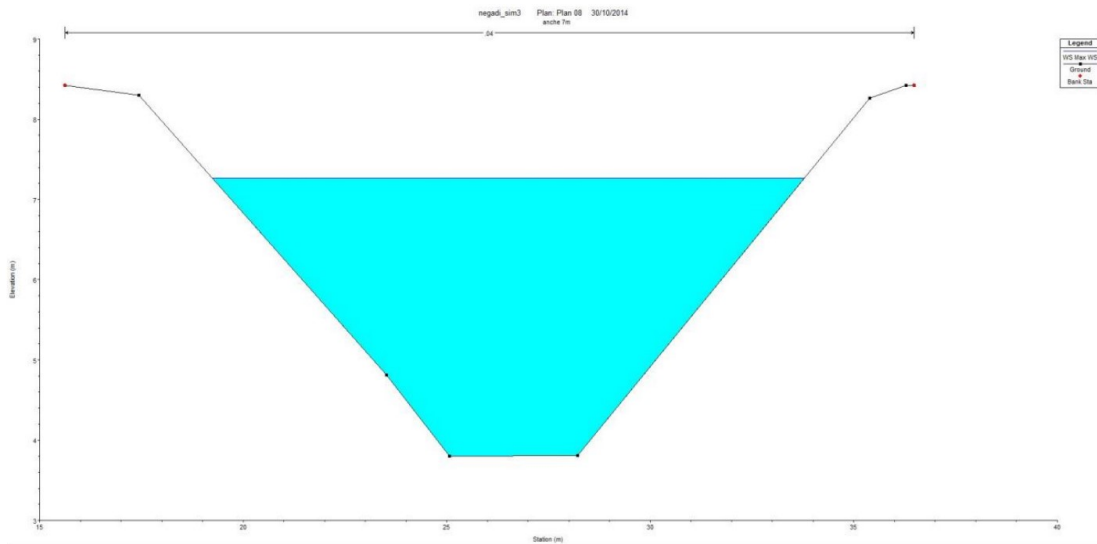


Fig. 37: Sezione 1

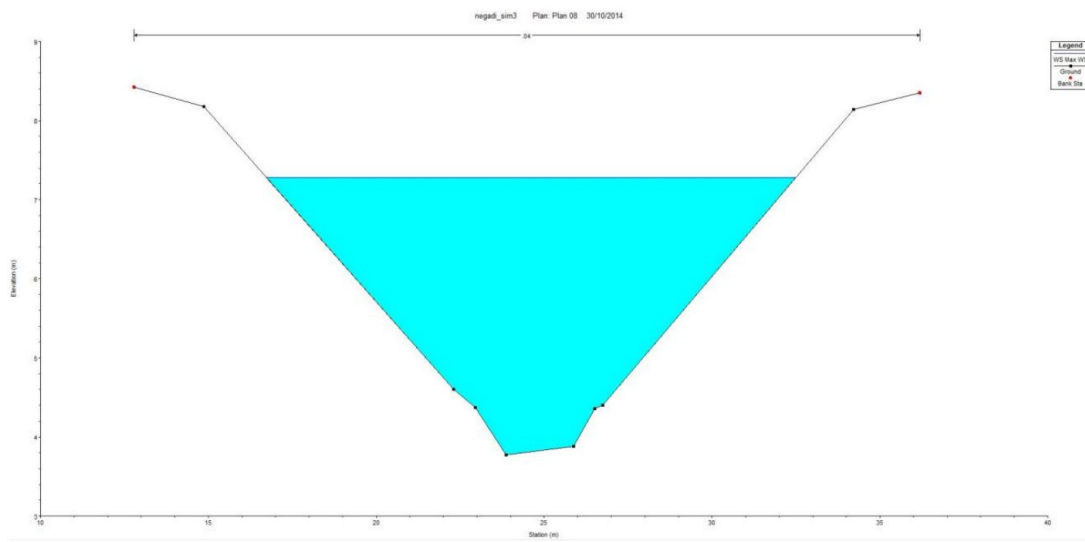


Fig. 38: Sezione 2

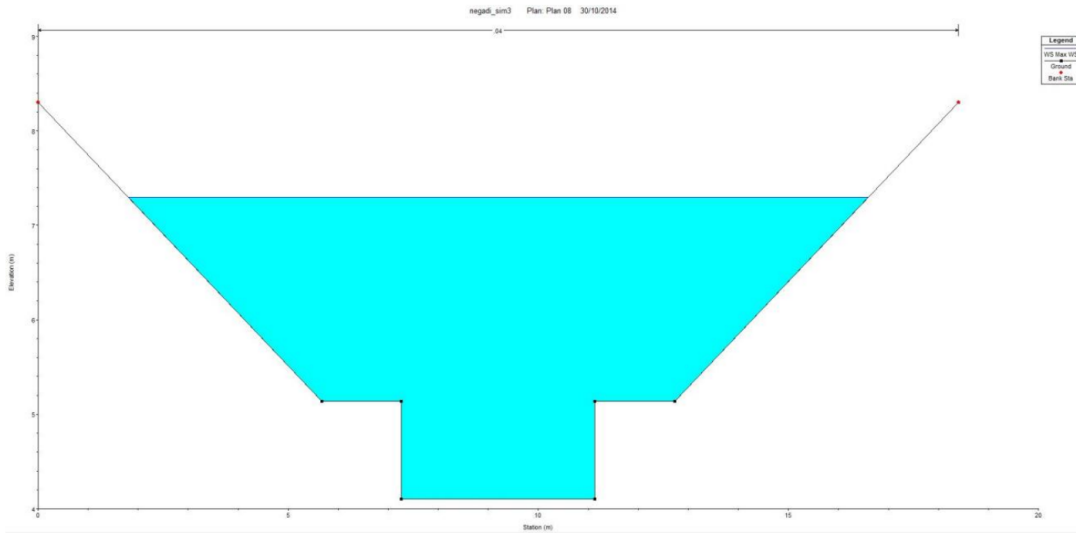


Fig. 39: Sezione 3

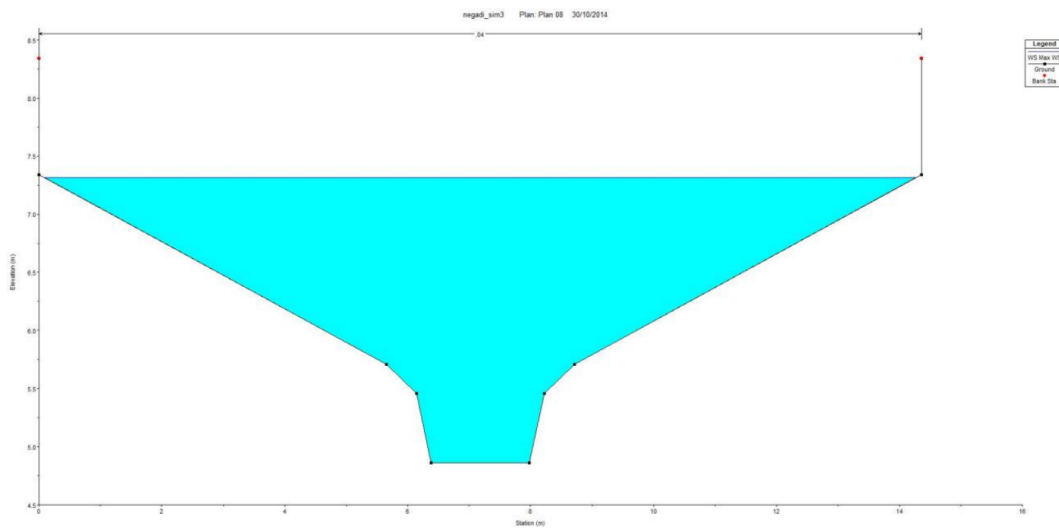


Fig. 40: Sezione 4

6 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Documentazione e tavole tecniche fornite dal Consorzio di Bonifica Piave
- *Fognature*, Da Deppo Luigi e Claudio Datei
- *Sistemi acquedottistici*, Da Deppo Luigi e Salandin Paolo
- www.comune.gorgoalmonticano.tv.it
- www.treccani.it/enciclopedia/bonifica
- consorziopiave.it

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare in primo luogo il mio relatore Daniele Pietro Viero, per la sua disponibilità e per avermi seguita durante la stesura di questo lavoro.

Un enorme ringraziamento va anche al Consorzio di Bonifica Piave, che mi ha fornito tempestivamente tutta la documentazione necessaria per sviluppare questa tesi atta ad analizzare e valorizzare un intervento ingegneristico di carattere idraulico effettuato nel mio territorio.

Ringrazio sentitamente i miei genitori e tutti coloro che mi hanno costantemente sostenuta nelle mie scelte e mi hanno incoraggiata a fare sempre del mio meglio.