

## S.S. 16 "ADRIATICA": TRONCO BARLETTA - BARI

Lavori di completamento delle aste di collegamento tra la S.S. 16 "Adriatica" e la litoranea (ex SS 16) a nord ed a sud di Molfetta ed a sud di Giovinazzo lungo il tratto tra il km 774+200 ed il km 785+600

**Sistemazione funzionale Rotatoria e assi viari di collegamento tra il nuovo porto commerciale e le zone produttive e la S.S. 16 bis**

### PROGETTO DEFINITIVO

COD. BABA016ASTENS

**PROGETTAZIONE:** ANAS - STRUTTURA TERRITORIALE PUGLIA

IL PROGETTISTA E COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Ing. Alberto SANCHIRICO</i>	ATTIVITA' DI SUPPORTO PROGETTAZIONE: RTP CAPOGRUPPO MANDATARIA:
GRUPPO DI LAVORO Geom. Fiorentino AGRIMANO Geom. Michele VELOCE	 <b>SETAC S.r.l.</b> <i>Servizi &amp; Engineering: Trasporti Ambiente Costruzioni</i> Via Don Guanella 15/B - 70124 Bari Tel/Fax (2 linee) : +39 080 5027679
IL GEOLOGO Dott. Pasquale SCORCIA	<b>MANDANTI:</b>   
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Massimiliano FIDENZI	<i>Ing. Giovanni LAMPARELLI</i> <span style="float: right;"><i>Ing. Michele NOTARISTEFANO</i></span>
RESPONSABILE STRUTTURA TERRITORIALE: PROGETTAZIONE Ing. Vincenzo MARZI	ARCHEOLOGIA: Cooperativa CAST s.r.l. Arte Archeologia Storia del Territorio Dott.ssa Archeologa Lucia CECI

## PROGETTO IDRAULICO IDROLOGIA E IDRAULICA

### RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.		
CVC	M01	D	2001	
		CODICE ELAB.		
		T00	ID01	IDR
		RE02		
			A	-
A	EMISSIONE	Feb. 2021		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

## INDICE

1	PREMESSA	2
2	IL PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA	3
3	INTERVENTI PREVISTO CON IL PRESENTE PROGETTO DEFINITIVO	17
4	ANALISI IDRAULICA – RETICOLO IN DESTRA IDRAULICA LAMA SCORBETO	21

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è di accompagnamento alla progettazione dei *Lavori di completamento delle aste di collegamento tra la S.S. 16 "Adriatica" e la litoranea (ex SS 16) a nord ed a sud di Molfetta ed a sud di Giovinazzo lungo il tratto tra il km 774+200 ed il km 785+600 e Sistemazione funzionale Rotatoria e assi viari di collegamento tra il nuovo porto commerciale e le zone produttive e la S.S. 16 bis (Priorità n.3 C.S.LL.PP.)*

Il progetto in parola si sovrappone:

- all'intervento inerente la mitigazione del rischio idraulico della Zona P.I.P. di Molfetta, per il quale si prevede la rinaturalizzazione di Lama Marcinase e la rigenerazione di Lama Scorbeto. Quest'ultima attraversa la complanare della S.S. n.16, la Strada Vicinale Padula e l'ex S.S.n.16 interessate dal presente progetto;
- all'intervento inerente la mitigazione del rischio idraulico della Zona A.S.I. di Molfetta, per il quale si prevede l'intercettazione dei deflussi del reticolo idrografico posto a ovest della lama Marcinase ed in particolare del reticolo che si sovrappone con via dei lavoratori e quindi con l'area ove è prevista la sistemazione della bretella di collegamento con la S.S. 16;

Il comune di Molfetta nell'ottobre del 2016 si è dotato di un progetto definitivo per la mitigazione del rischio idraulico che facesse fronte ai frequenti fenomeni alluvionali, che nel corso degli anni hanno interessato l'area creando notevoli danni alle infrastrutture presenti. Il progetto, descritto nel paragrafo che segue, è stato oggetto di conferenza di servizi con procedimento ambientale unico regionale (ID-VIA 371) concluso con esito positivo nell'ambito del quale sono stati acquisiti sul progetto definitivo i pareri di competenza.

Poiché gli attraversamenti delle opere di viabilità della Strada Vicinale Padula e l'ex S.S.n.16 sono state già oggetto di studio nell'ambito dell'intervento "*Mitigazione del rischio idraulico dell'area P.I.P. del Comune di Molfetta mediante la rigenerazione della lama Scorbeto e la rinaturalizzazione della lama Marcinase*", nella presente relazione idraulica sono contenute solo le verifiche idrauliche afferenti la complanare della S.S.n.16 interessata dal deflusso del bacino in destra idraulica alla Lama Scorbeto.

Per quanto riguarda invece gli interventi "Bretella di collegamento" delle S.S. 16 e "Anello Circolatorio e viabilità di innesto" ad oggi ricadenti in aree a pericolosità idraulica così come definite dalla cartografia di piano, poiché queste aree interessate saranno oggetto di riperimetrazione a seguito della realizzazione degli interventi progettati dal comune di Molfetta, in questa relazione vi si dà un richiamo, precisando tuttavia che queste opere sono state progettate tenendo conto dei vincoli idraulici imposti dagli interventi di mitigazione del rischio idraulico.

## 2 IL PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

### 2.1 P.I.P. DI MOLFETTA

Il progetto redatto dal Comune di Molfetta nasce da una prima analisi che ha individuato i vari elementi di criticità del reticolo idrografico che interessa la zona P.I.P. di Molfetta ovvero la lama Marcinase e la lama Scorbeto.

Un primo elemento di criticità è rappresentato dalla viabilità della zona P.I.P. che con il rilevato stradale di via degli Agricoltori funge da vero e proprio sbarramento al deflusso della piena costringendo l'acqua a percorrere altre direzioni o, come nel caso dei recenti eventi alluvionali, a sormontare il rilevato stradale e a proseguire verso valle provocando allagamenti.



Figura 2.1 - Criticità riscontrate lungo la lama Marcinase

Proseguendo verso valle la lama scompare ed al suo interno si rileva la presenza degli insediamenti produttivi. Risulta però visibile la presenza della fascia fluviale semplicemente percorrendo via dei Lavoratori: la sede stradale occupa la fascia centrale della lama mentre le aree golenali e di espansione in destra e sinistra idraulica sono occupate dai vari stabilimenti posti sui punti morfologicamente più elevati.



Figura 2.2 – La lama lungo “Via dei Lavoratori”

L'unico segno tangibile della presenza della lama è il viadotto a tre campate della strada statale, oggi però attraversato al fondo "lama" dalla viabilità interna dell'area ASI e P.I.P.

Nel suo tratto terminale a valle della SS16 la morfologia è meno accentuata, l'alveo appare occupato da molteplici coltivazioni (uliveti, vigneti, colture orticole) e da serre. La presenza della lama è scarsamente percepibile tanto che in corrispondenza dell'intersezione con la strada vicinale Padula da cui si diparte il viadotto di sovrappasso della linea ferroviaria per raggiungere la zona industriale, non risulta traccia di opere d'arte di attraversamento che garantiscano il deflusso delle acque di piena.

La lama Scorbeto, diversamente della Marcinase, è morfologicamente meno accentuata e la sua presenza è poco percepibile. La sua intera superficie è coltivata ad olivo e sono completamente assenti elementi di naturalità.

Nel tratto in prossimità della zona produttiva in asse al tracciato della lama si rileva la presenza di una azienda vivaistica che con la sua estensione occupa completamente la fascia di pertinenza della lama.

Più a valle la continuità della lama è interrotta dalla presenza della strada statale e dalla linea ferroviaria. Sulla prima non risulta presente in asse al tracciato del reticolo alcun elemento di continuità idraulica mentre per la linea ferroviaria si rileva la presenza di un piccolo manufatto di attraversamento.

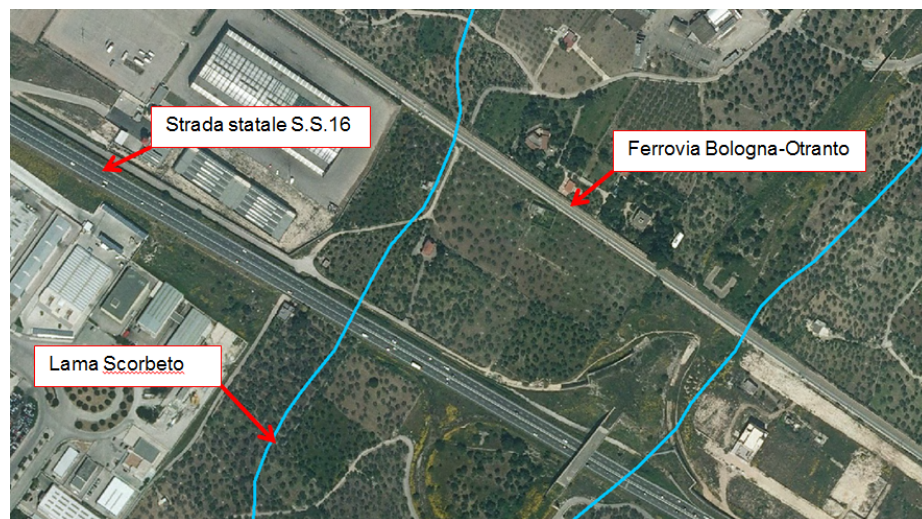


Figura 2.3 – Le interferenze tra la lama Scorbeto e le infrastrutture presenti

A valle della linea ferroviaria vi è un cenno della lama che tuttavia risulta totalmente occupato dall'impronta dell'impianto di depurazione del comune di Molfetta. In prossimità della linea di costa, punto in cui la lama Scorbeto e la Marcinase si congiungono, l'attraversamento della ex strada statale S.S. 16 e le opere di urbanizzazione realizzate anni addietro dal comune di Molfetta evidenziano la loro presenza. In corrispondenza della vecchia strada statale infatti si rileva la presenza di un manufatto di attraversamento in cemento armato mentre a valle vi è un accenno di sistemazione idraulica sino alla linea di costa.



Figura 2.4 – La foce della lama “Scorbeto – Marcinase”

Il sistema di opere per la mitigazione del rischio idraulico dell'area P.I.P. del comune di Molfetta prevede l'esecuzione di interventi sia sulla lama Marcinase che sulla lama Scorbeto.

Nello specifico l'intervento consiste nell'intercettare i deflussi di piena della lama Marcinase immediatamente a monte della zona P.I.P: deviandoli con un nuovo canale deviatore verso l'alveo della lama Scorbeto.

Contestualmente saranno intercettati anche i deflussi della lama Scorbeto prima che questi si ramifichino sul territorio e per il tramite di un nuovo canale sono reindirizzati verso valle; dopo aver ricevuto le acque della lama Marcinase, per il tramite del canale deviatore, proseguiranno verso valle seguendo il tracciato originario della lama Scorbeto sino allo sfocio nella cala San Giacomo.

Schematicamente il progetto è così suddiviso:

#### LAMA SCORBETO

- 1a - Realizzazione di un canale deviatore che incanala le acque provenienti da Lama Marcinase nell'alveo di Lama Scorbeto;
- 1b – Rigenerazione dell'alveo della lama Scorbeto ed adeguamento della sezione idraulica per consentire il transito della piena con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni e rinaturalizzazione delle aree golenali;
- 1c – Proseguimento dell'intervento per attraversare l'interferenza con l'impianto di depurazione e l'impianto di riuso irriguo mediante la realizzazione di canale in cemento armato, in parte fuori terra, che nel tratto esterno al perimetro dei due impianti verrà mascherato con due argini artificiali in terra;
- 1d – Rigenerazione del tratto terminale della lama sino allo sbocco nella cala San Giacomo con la realizzazione di una sezione arginata oggetto di rinaturalizzazione;

#### LAMA MARCINASE

- 2a, 2b – Rinaturalizzazione spontanea dell'alveo dismesso dal carico idrico proveniente da monte (un'area di 15 metri di larghezza sarà soggetta ad esproprio in futuro nell'ambito del Progetto di paesaggio per Lama Marcinase previsto dallo Studio di Fattibilità per il Parco Agricolo Multifunzionale di Valorizzazione delle Torri e dei Casali del Nord Barese).

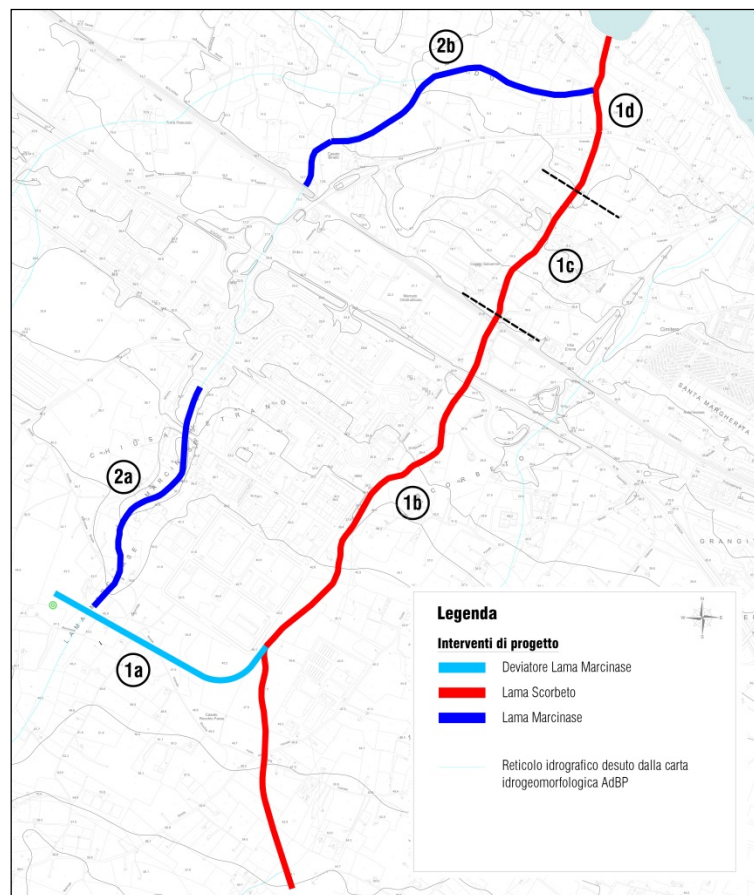


Figura 2.5 – Schema del progetto idraulico

## 2.2 LAMA MARCINASE

La lama Marcinase, la cui possibilità di ripristino totale è oramai compromessa, sarà intercettata a monte della zona P.I.P. mediante la realizzazione di un'opera di invito e sbarramento.

Per consentire un graduale imbrigliamento delle acque verso detta opera, si è previsto di realizzare un'opera di imbocco avente sezione iniziale in asse con la lama e via via un andamento di raccordo con il canale deviatore di progetto. L'opera ha una larghezza iniziale di 50 m e profondità di scavo di 50 cm e via via tende a raccordarsi con il canale subendo un restringimento della sezione ed un incremento di profondità. Per permettere al canale deviatore di imbrigliare tutta la portata, si è previsto di realizzare un argine di contenimento all'interno della lama che consente di interdire il passaggio dell'acqua a valle.

A partire dall'opera di invito ha origine il canale deviatore che si sviluppa in direzione est verso l'alveo della lama Scorbeto.

Il canale, avente una lunghezza di circa 820 m, sarà realizzato con una sezione trapezia di base 6 m, scarpa 1/10 per la parte attestata nei calcari e scarpa 3/1 per i primi strati superficiali (inferiori ai 2 m).

Per limitare l'ingombro in pianta e contestualmente consentire una più facile esecuzione dell'opera, in destra e sinistra idraulica si provvederà a realizzare una banca di larghezza pari a 2,5 m, che segnerà il passaggio dal materiale calcareo a quello meno coerenti.

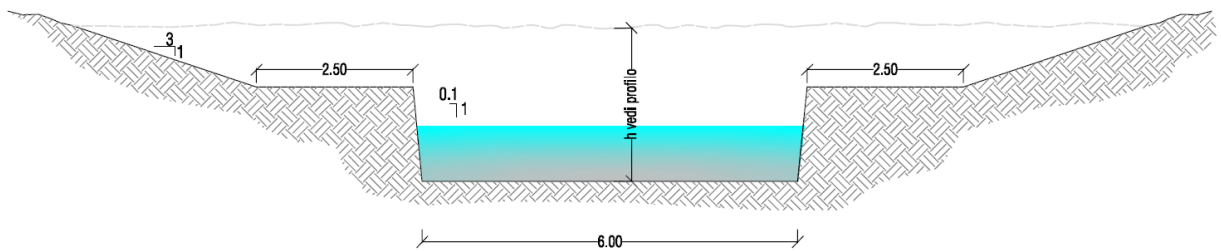


Figura 2.6 – Sezione canale deviatore lama Marcinase

Poiché il canale attraversa perpendicolarmente il dislivello fra il bacino afferente la lama Marcinase e quello della Lama Scorbeto, al fine di limitare al minimo lo scavo (altezze di scavo anche di 8 m) la pendenza al fondo è stata assegnata pari allo 0,1%.

Il tracciato del canale deviatore interseca in due punti la viabilità extraurbana. In corrispondenza delle intersezioni con il presente progetto non si prevede il ripristino della continuità stradale bensì l'interruzione della percorrenza. L'accesso alle proprietà posizionate in destra ed in sinistra idraulica resta comunque garantito grazie alla presenza di altra viabilità comunale.

Oltre alle opere di deviazione della portata verso il bacino della lama Scorbeto, il progetto individua le aree che dovranno essere oggetto di esproprio nell'alveo di Lama Marcinase dalla deviazione sino al limite della zona P.I.P. ed a valle dall'intersezione con la ferrovia sino alla confluenza con la lama Scorbeto.

Questa fascia sarà soggetta ad esproprio in futuro nell'ambito del Progetto di paesaggio per Lama Marcinase previsto dallo Studio di Fattibilità per il Parco Agricolo Multifunzionale di Valorizzazione delle Torri e dei Casali del Nord Barese.

In tal modo, la lama, alleggerita dei deflussi provenienti da monte convogliati su Lama Scorbeto, manterrà la sua funzione idraulica per il deflusso delle acque di pioggia zenitali sul bacino residuo. Acquisendo la lama all'uso pubblico si intende preservare il suo tracciato storico e lasciare memoria della traccia idrogeologica, sottolineando il fatto che questa rappresenta per il territorio di Moletta una "dotazione territoriale" imprescindibile. L'interruzione delle attività agricole e produttive determinerà le condizioni per una futura spontanea rinaturalizzazione del sito.

### 2.3 LAMA SCORBETO

La lama Scorbeto con gli interventi di mitigazione progettati assolverà il ruolo di vettore principale per il convogliamento a mare dei deflussi di piena.

La zona di intervento può essere suddivisa in quattro tratte:

- Tratta a monte della confluenza del canale deviatore della lama Marcinase



- Tratto tra la confluenza del canale deviatore della lama Marcinase e la linea ferroviaria;
- Tratto tra la linea ferroviaria e gli impianti di depurazione e riuso irriguo;
- Tratto tra gli impianti di depurazione e riuso irriguo e la cala San Giacomo

Il primo tratto di intervento sulla lama Scorbeto ha origine a monte in prossimità della strada provinciale S.P. n.56 ovvero nel tratto in cui la piena risulta essere contenuta in una fascia più o meno delimitata.

L'obbiettivo è intercettare ed incanalare i deflussi prima che questi si diffondano e ramifichino sul territorio. In questo punto si è previsto di realizzare un'opera di imbocco che intercetti e convogli le acque verso l'asse della lama oggetto di intervento.

In questo caso l'opera ha una sezione iniziale di 36 m di larghezza, disposta in asse alla Lama Scorbeto e via via tende a restringersi e a raccordarsi con la lama Scorbeto. Anche per questa opera si prevede la realizzazione di un argine di contenimento finalizzato ad imbrigliare l'acqua verso la lama. Tale argine avrà esclusivamente funzione di sicurezza in quanto le modellazioni idrauliche condotte hanno evidenziato che i deflussi sono indirizzati sempre nel canale e non si registrano mai sormonti.

L'argine della lunghezza di circa 150 si attesterà a quota di 55,7 m s.l.m. nella sezione iniziale, ovvero sopraelevato. A partire dall'opera di invito ha origine la sistemazione della lama che seguirà la direzione della ramificazione al suolo della piena sino al raccordo con la sezione terminale del canale deviatore.

In questo tratto della lunghezza di circa 820 m, sarà realizzata una sezione trapezia di base 6 m, scarpa 1/10 per la parte attestata nei calcari e scarpa 3/1 per i primi strati superficiali (inferiori ai 2 m).

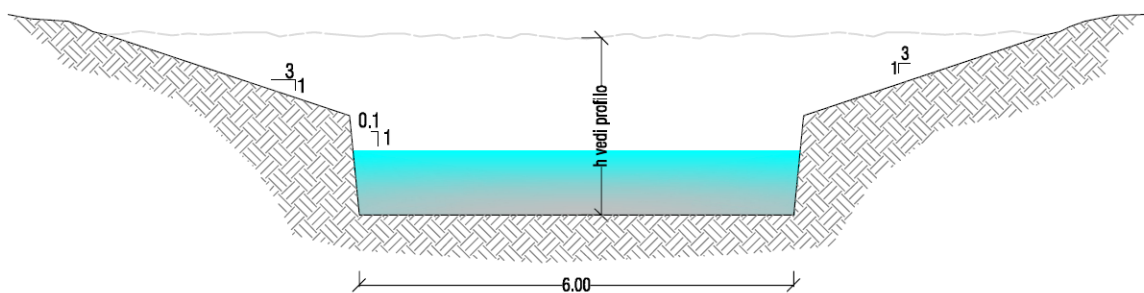


Figura 2.7 –Sezione canale deviatore lama Scorbeto – primo tratto

La nuova "lama" presenterà una pendenza al fondo di circa 1,3 % per poi raccordarsi al fondo del canale deviatore con un tratto avente pendenza del 4,6 %.

Il tracciato del canale deviatore interseca in due punti la viabilità extraurbana. In corrispondenza delle intersezioni si prevede di realizzare due manufatti di attraversamento in cemento armato a sezione rettangolare ricreando all'interno la sagoma della sezione trasversale del canale in maniera tale da garantire un disturbo quasi nullo durante il transito della piena.

Il manufatto avrà dimensioni nette interne di 7 m di base e altezza differente per i due attraversamenti così come di seguito indicato:

Attraversamento	H	Quota max (m s.l.m.)	Fr (m)
S.V. Parieti Nuove	2.28	47.10	1.00
S.V. Fondo Favale	2.46	46.10	1.05

A partire dalla confluenza con il canale deviatore ha inizio il secondo tratto di intervento ovvero il tratto oggetto di rigenerazione.

Nell'ambito della fascia di esproprio di 30 m si è previsto di risagomare trasversalmente il terreno ricreando una sezione naturale al cui interno possano defluire le piene e si possa rigenerare l'habitat tipico delle lame pugliesi.

All'interno della fascia di 30 m si è ricavata una sezione incassata nei calcari avente base di 8 m pareti con scarpa b/h pari a 1/10 al cui interno è quasi sempre confinata la piena con tempo di ritorno anche di 500 anni.

Solo in alcuni tratti l'acqua interesserà per eventi con tempo di ritorno di 200 o 500 anni anche le zone golenali.

Questa tipologia di sezione viene mantenuta sino all'attraversamento con la linea ferroviaria Bologna Otranto.

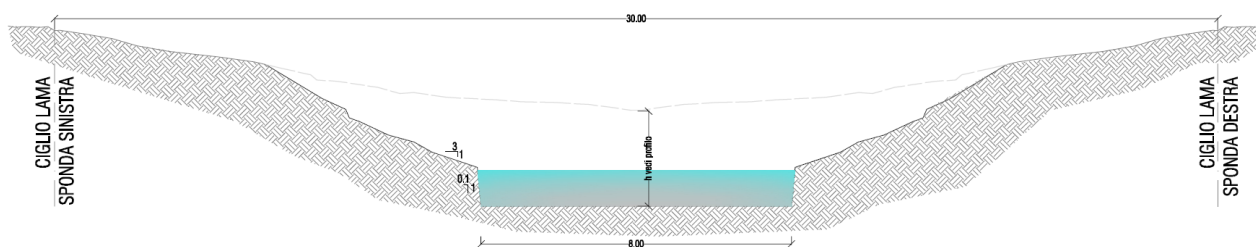


Figura 2.8 – Sezione lama Scorbeto

Superata la linea ferroviaria la sezione naturale è costretta a subire una variazione di forma per la presenza dei depuratori e di un vincolo altimetrico rappresentato dal collettore emissario del depuratore di Molfetta e dal collettore di collegamento tra il depuratore e l'impianto di riuso.

Dopo circa 150 m a valle della linea ferroviaria si è prevista la realizzazione di un tratto artificiale in cemento armato della lunghezza di circa 250 m con sezione rettangolare di base 8 m a altezza dei muri di 3,5 m sino all'ingresso dell'area dell'impianto di riuso e di altezza pari a 3 m sino alla fine dell'area.

Al fine di mascherare l'opera nel tratto esterno al presidio depurativo si è previsto realizzare a tergo delle pareti del canale un argine eseguito con il materiale provenienti dagli scavi opportunamente profilato e compattato.

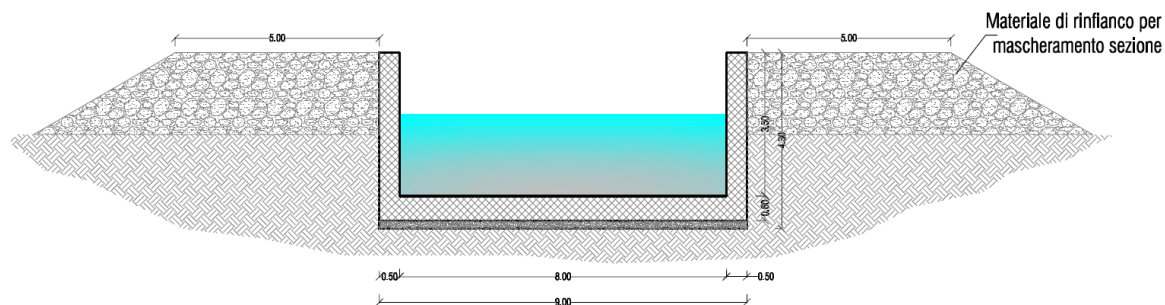


Figura 2.9 – Sezione lama Scorbeto tratto artificiale

Attraversata la zona dei depuratori, per ulteriori 150 m, ovvero nel tratto di raccordo con la piana che porta alla cala San Giacomo, riprende la naturalità della sistemazione idraulica.

In questo tratto sul fondo della lama saranno creati dei salti di fondo che avranno la funzione di dissipare il carico idraulico in eccesso.

Oltrepassato questa zona e sino allo sbocco nella cala San Giacomo la lama verrà arginata per contenere la piena.

In questo tratto, della lunghezza di circa 500, la sezione avrà base di 10 m e sarà delimitata in destra e sinistra idraulica da argini che garantiranno il rispetto del franco di sicurezza di 1 m.

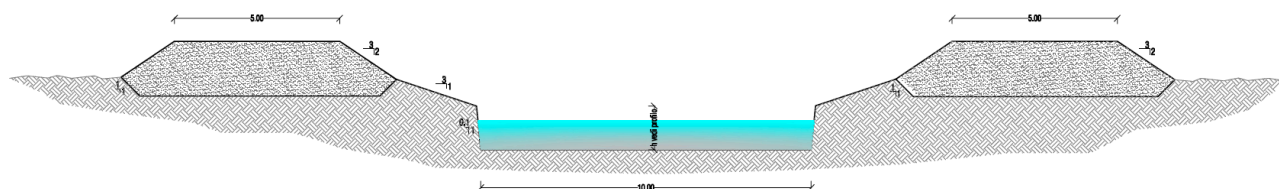


Figura 2.10 – Sezione lama Scorbeto tratto arginato

In sinistra idraulica nel tratto compreso tra l'attraversamento della strada vicinale Padula e la ex strada statale n.16, al fine di accogliere le acque residue provenienti dal bacino residuo della lama Scorbeto si è previsto di risvoltare le arginature seguendo per circa 500 m il tracciato della lama Marcinase oggetto di esproprio.

Nel rispetto del mantenimento del franco di sicurezza di 1 m gli argini termineranno andandosi ad attestare alla quota altimetrica di 4 m s.l.m. evitando quindi che la piena proveniente dalla lama Scorbeto possa aggirare l'opera di protezione.

Per quanto riguarda l'intersezione con le infrastrutture viarie e ferroviarie lungo il tracciato della lama Scorbeto sono presenti una serie di intersezioni:

- N.3. Strade vicinali
- Strada statale S.S. 16
- Ferrovia Bologna – Otranto
- Strada Padula

- Ex Strada statale S.S.16

Per quanto riguarda due strade vicinali si prevede di realizzare manufatti di attraversamento in cemento armato a sezione rettangolare ricreando all'interno la sagoma della sezione trasversale del canale in maniera tale da garantire un disturbo quasi nullo durante il transito della piena.

Il manufatto avrà dimensioni nette interne di 9 m di base e altezza differente per i due attraversamenti così come di seguito indicato:

Attraversamento	H	Quota max (m s.l.m.)	Fr (m)
Stradella Scorbeto	4.25	19.60	1.84
S.V. Coppe	3.69	15.20	1.13

Per quanto concerne l'intersezione con la strada vicinale San Pancrazio, non si prevede il ripristino della continuità stradale bensì l'interruzione della percorrenza. L'accesso alle proprietà posizionate in destra ed in sinistra idraulica resta comunque garantito grazie alla presenza di altra viabilità comunale.

Per quanto riguarda l'attraversamento della strada statale S.S. 16, non potendo provvedere a realizzare la chiusura al traffico dell'infrastruttura si è optato per una soluzione tecnica che permettesse di realizzare l'opera di attraversamento in due fasi garantendo comunque il transito dei mezzi ma a su una carreggiata a doppio senso di marcia.

La soluzione tecnica adottata è quella di realizzare una doppia paratia di pali affiancati del DN 1000 paralleli all'asse del canale che fungeranno sia da opera provvisoria che da parete del canale. Ad opera completata si realizzerà una sezione libera di 9 m di base e 3,9 m di altezza minima al cui interno verrà ricreata la sagoma della sezione trasversale del canale. L'altezza di 3,9 m è tale da garantire il rispetto del franco di sicurezza di 1,5 m.

Soluzione diversa è adottata per l'attraversamento della linea ferroviaria. Nello specifico l'opera sarà realizzata con la tecnica dell'infissione con spinta oleodinamica di un monolite

Gli ultimi due attraversamenti, ovvero la vecchia strada statale S.S. 16 e la strada vicinale Padula saranno realizzati interrompendo il traffico e instaurando una viabilità alternativa provvisoria. Questa soluzione si rende necessaria in quanto, per entrambe le viabilità, risulta obbligatorio prevedere un innalzamento della livelletta stradale, per poter garantire un franco di sicurezza di 1 m rispetto al pelo libero dell'acqua in occasione del passaggio della piena con tempo di ritorno di 200 anni.

Nello specifico, per quanto attiene la strada vicinale Padula la livelletta stradale sarà sopraelevata di 2,55 m, portando la quota del piano stradale in asse alla lama dagli attuali 3,10 m s.l.m. a quota di 5,65 m s.l.m.

Per la vecchia strada statale 16, invece, la livelletta stradale sarà sopraelevata di 2,27 m, portando la quota del piano stradale in asse alla lama dagli attuali 2,83 m s.l.m. a quota di 5,10 m s.l.m.

L'opera d'arte di attraversamento è eseguita realizzando due spalle in cemento armato sulle quali saranno montato l'impalcato stradale con l'impiego di travi. Il fondo della lama verrà poi protetto dalle azioni di trascinamento con la posa di lastre in pietra calcarea.

La modifica alla quota del piano stradale in corrispondenza dell'attraversamento della lama ha comportato una modifica alla livelletta stradale per le due viabilità.

## 2.4 A.S.I. DI MOLFETTA

Il progetto di mitigazione che interessa l'area ASI del comune di Molfetta nasce dall'esigenza di confinare il più possibile la sagoma planimetrica e quindi del suo ingombro, per limitare l'uso del suolo intercettando i deflussi provenienti da monte dai vari reticoli idrografici presenti nell'area

Il canale di salvaguardia idraulica presenta un tracciato lungo 3,87 km interamente nel territorio del comune di Molfetta con inizio in località "Piscina Samona", adiacente ad una strada Poderale, nei pressi della sp23 Molfetta Corato al KM 1+142. e sbocco in località "Casato Mastropasqua" in una particella a ridosso della costa morfologicamente idonea al collettamento naturale delle acque verso il recapito finale.

L'ultimo tratto, denominato successivamente "tratto 4" è del tipo naturale senza prevedere alcun lavoro di scavo.

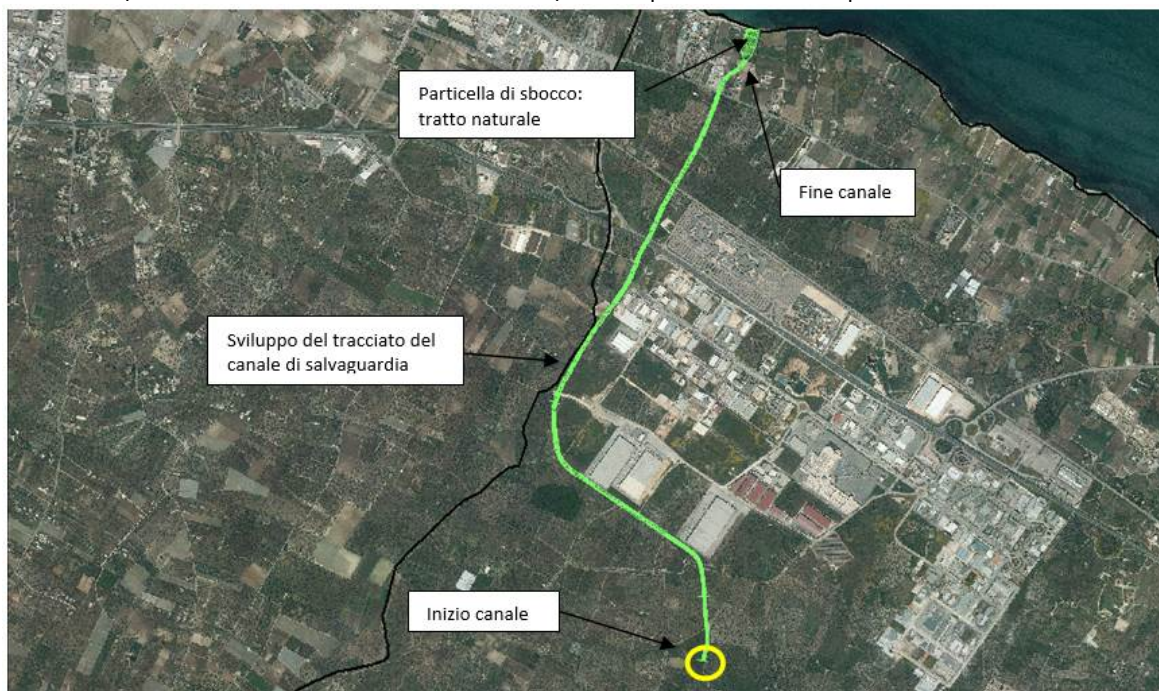


Figura 2.11 –Intervento previsto per l'area ASI di Molfetta

Il canale si divide in 4 tratti in funzione della larghezza di base e caratteristiche geometriche che variano in relazione ai tratti interessati.

In generale, il canale presenta una sezione trapezoidale le cui dimensioni sono variabili in funzione della portata e della pendenza longitudinale. Le sponde avranno una doppia scarpa: per i primi metri (circa 1 – 1,50 m) data la presenza di terreni sciolti, presentano un'inclinazione di circa 45° protette da geostuoia rinverditata, per i successivi metri, data la presenza di roccia compatta, circa 80°.

Per la parte del tracciato dove il canale intercetta le acque di piena in sinistra idraulica, la sponda sinistra sarà sagomata in maniera tale da consentire l'intercettazione e la dissipazione dell'energia del deflusso in arrivo, ovvero prevedendo una serie di gabbionate (circa 2) sovrapposte in maniera tale da creare una gradonata di invito alle acque di ruscellamento per la dissipazione dell'energia. La sponda destra avrà sempre una scarpa idonea alla litostratigrafia locale.

Nei punti di intersezione con le viabilità e la rete RFI il canale di presenterà in CA con sezione rettangolare per consentire la realizzazione dell'attraversamento idraulico.

Le pendenze varia tra una minima del 0.1‰ nel tratto centrale e finale e una massima dell' 1.13‰ nel tratto iniziale (tratto 1). La scelta di adottare per la maggior parte dei tratti una bassa pendenza risiede nella necessità di limitare le velocità e quindi le tensioni tangenziali e consentire di lasciare, per quanto possibile, l'alveo e le sponde naturali senza adottare rivestimenti.

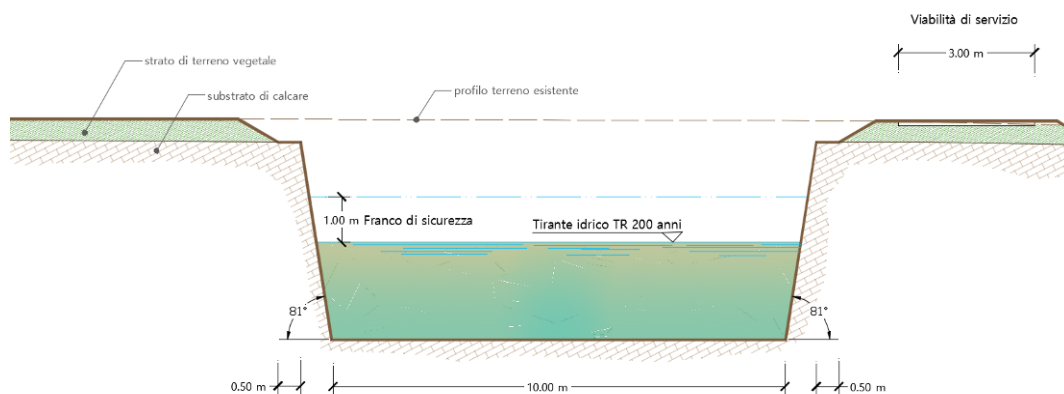


Figura 2.12 –Sezione generica tipo canale

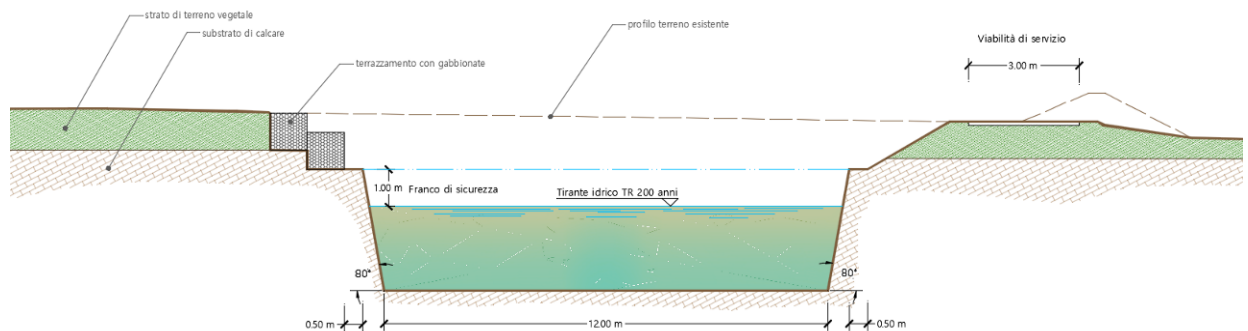


Figura 2.13 –Sezione tipo tratto di intercettazione in sinistra idraulica

La profondità del canale è stata una scelta obbligata per via della necessità di intercettare i deflussi concentrati di almeno 2 reticoli idrografici e anche di diversi "direzioni preferenziali di deflusso". Questo ha comportato che in alcuni tratti, la profondità potesse essere anche superiore ai 5 m per via dell'andamento sinusoidale del terreno. Infatti analizzando il profilo longitudinale tra i picchetti 9-11 e 14-14' il canale intercetta i deflussi, mentre nei tratti successivi, per via del displuvio presente, il canale, nonostante una pendenza del 0.1‰, presenta una profondità superiore ai 5 m (picchetti 17-20). Tale configurazione non è dettata dalla scelta di elevare il franco di sicurezza ma una conseguenza dell'andamento del terreno. In fase di progetto si sono valutate tutte le alternative idrauliche per limitare i volumi di scavo e le profondità.

Il tratto n°1 si sviluppa per 772 m, costeggiando una strada podereale per circa 200 m fino all'intersezione con la SP 23 Molfetta Corato per poi proseguire per ulteriori 572 m verso nord.

In questo tratto il canale è caratterizzato da una sezione trapezoidale con larghezza di base di 6 m, da una profondità compresa tra 1.80 – 3.40 m e pendenza media dell'1.13%.

Nell'intersezione con la SP 23, dove è prevista la realizzazione di un nuovo attraversamento stradale, costituito da un manufatto scatolare aperto in CA con travi di copertura prefabbricate in CAV di sezione rettangolare, unite tra loro con soletta armata collaborante, realizzato demolendo il rilevato stradale esistente. In questo punto è previsto un approfondimento locale per consentire di superare l'interferenza dovuta alla condotta AQP in polietilene corrugato DN500 non ancora in esercizio, che colleterà i reflui depurati del depuratore di Terlizzi all'impianto di depurazione di Molfetta. La condotta AQP, nel tratto interferente, sarà demolita e realizzata ex-novo con le stesse caratteristiche geometriche protetta con un tubo camicia in acciaio, imponendo un franco di sicurezza di 1.00 m dalla quota del tirante idrico della piena bicentenaria all'intradosso della condotta.

Il tratto n°2 si sviluppa per 1.045 m verso nord-ovest e rappresenta il tratto più importante dal punto di vista dell'intercettazione del deflusso concentrato che interferisce, allo stato di fatto con l'agglomerato industriale.

In questo tratto il canale, che si presenta con una larghezza di base di 12 m e profondità variabile intercetta un reticolo idrografico (ramo di esondazione della lama dell'Aglio) in una particella già incisa, pertanto la sua profondità è caratterizzato da una sezione trapezoidale con larghezza di base di 7 m, da una profondità compresa tra 1.50 – 6.00 m.

Tra le sezioni 13 e 14', per un tratto di 58 m il canale presenta l'invito all'intercettazione del reticolo Savorelli costituito da un terrazzamento realizzato con gabbionate di estensione pari a quello della particella più depressa.

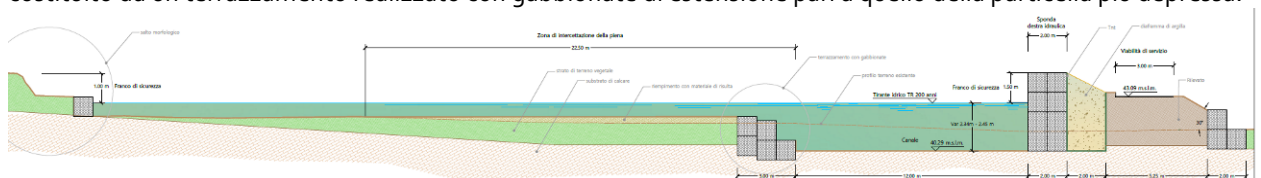


Figura 2.14 –Sezione tipologica 6 (Intercettazione reticolo di esondazione della lama dell'Aglio)

Sul lato destro del canale invece si procederà al rinterro e alla realizzazione della sponda destra con apporto di materiale.

La sponda sinistra sarà invece destinata all'intercettazione del ruscellamento superficiale.

Tra le sezioni 14 e 16 per un tratto di 107 m è previsto l'inserimento di una fila di gabbionate in sinistra idraulica per garantire un franco di sicurezza di 1 m; queste hanno il compito di costituire sbarramento e direzionare le acque di ruscellamento (in questo caso pochi cm) verso l'intercettazione appositamente prevista tra le sezioni 13' e 14

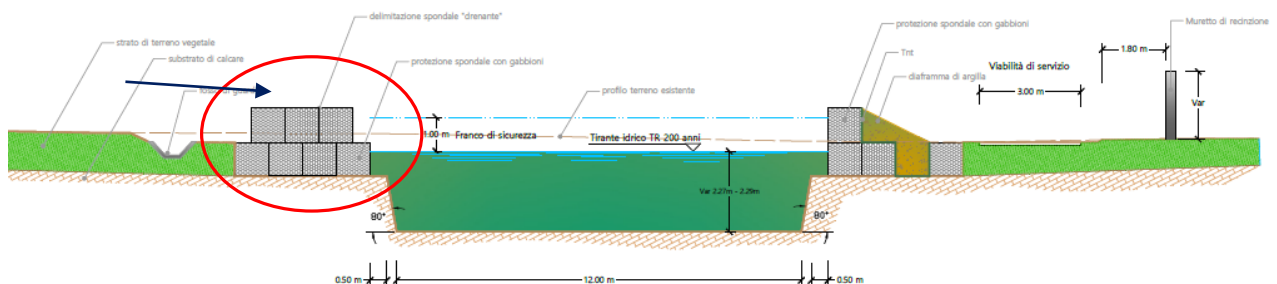


Figura 2.15 –Sezione tipologica 7 (deviazione verso intercettazione reticolo)

Tra le sezioni 20 e 21 è prevista l'intersezione con strada vicinale San Lorenzo risolta un manufatto di attraversamento in CA.

Le pendenze longitudinali del tratto 2 si attestano intorno all'0.1% in quanto la parte finale si presenta fortemente incassata con una profondità di circa 6.00 m e ulteriori approfondimenti dovuti all'adozione di una pendenza maggiore risulterebbero gravosi dal punto di vista economico.

Il tratto in questione termina prima dell'attraversamento con la strada vicinale San Lorenzo, dove viene intercettato in sinistra idraulica le acque relative ad un ramo di esondazione della Lama Dell'aglio.

In particolare, in corrispondenza della sezione 21 (a valle del manufatto di attraversamento) il canale intercetta un reticolo idrografico denominato "La Savanella" che non è altro che un canale antropico a cielo aperto che colletta le acque di scarico dal depuratore urbano di Terlizzi verso il mare in prossimità di Torre Calderina.

Tale canalizzazione verrà presto sostituita dal collettore DN 500 in polietilene già realizzato ma non ancora in esercizio, posizionato sulla SP23 e già interferente con il canale in oggetto nel tratto 1.

A monte del tratto 2, è previsto un intervento di livellamento della Strada Spinaruta per un tratto di 150 m in quanto tuttora la differenza di quota tra la sua carreggiata e il piano campagna circostante mediamente di circa 0.80 m, costituisce sbarramento alle acque deviando il deflusso verso est, piuttosto che seguire l'orientamento verso nord del reticolo, andando ad interessare la nuova viabilità di servizio lato sinistro di collegamento tra SP23 e la stessa Strada Spinaruta.

Il tratto n°3 si sviluppa per 2.053 m verso nord-ovest e oltre ad intercettare il deflusso di esondazione della Lama dell'Aglio in sinistra idraulica, colletta le acque intercettate verso il recapito finale passando dalle maggiori interferenze stradali e ferroviarie ma soprattutto attraversando un territorio con pendenze disomogenee. La sezione tipo di tale tratto prevede una larghezza di base di 10 m, profondità variabile tra 4.70 m e 1.90 m.

Il tratto 3 inizia dall'attraversamento di strada vicinale Salmo, dopo un raccordo graduale con il tratto 2 dove la sezione passa da una larghezza di base 12 m ad una larghezza di 10 m.

Successivamente per un tratto di 362m il canale di salvaguardia intercetta le acque del ramo di esondazione della Lama dell'Aglio.

In questo tratto, la sponda sinistra della sezione è protetta dall'erosione al ciglio da una serie di gabbionate che consentono di dissipare l'energia prima dell'arrivo in alveo.

A valle di questo tratto il canale interseca delle viabilità strategiche quali, Strada di Macina, Strada Statale 16 bis e relativa complanare, ferrovie dello stato, e strada statale 16, nei pressi dei quali il canale presenta una sezione rettangolare in CA.

Per l'interferenza con strada Lama di Macina, sarà realizzato un manufatto scatolare aperto in CA con travi di copertura prefabbricate in CAV di sezione rettangolare, unite tra loro con soletta armata collaborante, realizzato demolendo la sede stradale esistente. Per l'interferenza con la SS 16 bis, sarà realizzato un manufatto di attraversamento monolito in CA in opera posato con la tecnica del varo con spingitubo, ovvero con martinetti idraulici con contestuale demolizione del rilevato stradale.

Complessivamente il tratto 3 possiede 8 sezioni tipologiche

Subito dopo l'attraversamento della SS 16 bis, il tracciato incontra un salto morfologico di circa 14 m, per il quale il canale presenta 8 salti di fondo per la dissipazione dell'energia e successivamente la linea ferroviaria Bologna – Lecce di proprietà RFI. L'attraversamento della Ferrovia sarà realizzato in CA in opera e successivamente inserito a spinta dopo aver sbancato il manufatto ferroviario, pertanto si configura come una realizzazione in opera.



Il tratto n°5 rappresenta la connessione naturale del canale al recapito finale ed è costituito da una particella morfologicamente più depressa nella quale il canale si raccorda con il tratto 4.

In questa particella non è prevista alcuna lavorazione in quanto le acque, rilasciate dal canale a circa 176 m dalla linea di costa, saranno convogliate per libero deflusso verso il mare.

## 3 INTERVENTI PREVISTO CON IL PRESENTE PROGETTO DEFINITIVO

### 3.1 DESCRIZIONE INTERVENTI

Il progetto definitivo in esame riguarda la sistemazione funzionale rotatoria ed assi viari di collegamento tra il nuovo porto commerciale e le zone produttive e la SS 16 bis, previsti nell'ambito dei lavori di completamento delle aste di collegamento tra la SS 16 "Adriatica" e la litoranea (ex SS 16) a nord ed a sud di Molfetta ed a sud di Giovinazzo lungo il tratto tra il km 774+200 ed il km 785+600.

Esso si compone di tre gruppi di interventi in tre aree distinte:

1. **"Complanare in affiancamento alla SS 16"**. L'intervento si compone di **una viabilità a destinazione particolare** di circa 1km, che funge da complanare, permettendo la continuità di traffico dalla località San Pancrazio alla zona del mercato ortofrutticolo; di una rotatoria con diametro esterno di 32 metri in strada Vicinale San Pancrazio e dai rami di raccordo, andando a razionalizzare tutto il nodo; da una viabilità di ricucitura denominata "viabilità di raccordo", il cui scopo è quello di connettere la complanare est a Via Mons. Bello in una posizione più sicura e funzionale rispetto all'attuale localizzazione;
2. **"Bretella di collegamento"**. Questo intervento è composto dall'allungamento della corsia di accelerazione esistente in direzione Bari, da una rotatoria di 50 metri di diametro esterno su Viale dei Lavoratori con i rispettivi rami di raccordo, che permette tutte le manovre di svolta e da una strada di servizio di 100 metri circa, che funge da viabilità di servizio per il piazzale presente in corrispondenza della rotatoria;
3. **"Anello Circolatorio e viabilità di innesto"**. L'area di intervento è ubicata in prossimità dell'intersezione tra via Bisceglie e strada vicinale Padula ed è progettata al fine di incanalare in maniera adeguata i flussi di traffico esistenti e previsti in corrispondenza della viabilità di collegamento al Porto Commerciale di Molfetta (non oggetto del presente appalto). Tale macroarea comprende dunque, oltre alla geometrizzazione dell'anello circolatorio, anche la progettazione dei raccordi tra tale anello e la viabilità esistente (via Bisceglie sud, via Bisceglie Nord, Strada vicinale Padula, viabilità di accesso al Porto) e diverse viabilità interpoderali di ricucitura per gli accessi a fondi che resterebbero altrimenti interclusi.

### 3.2 SOVRAPPOSIZIONE CON IL PAI VIGENTE E CON LE FUTURE PERIMETRAZIONI

#### **"Complanare in affiancamento alla SS 16"**.

Dalla sovrapposizione della cartografia di piano riportata nella figura che segue risulta come l'opera oggetto di intervento sia interessata da deflussi di un impluvio minore posto ad est della lama Scorbeto che allo stato attuale in occasione di eventi con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni è interessato anche dai deflussi del bacino della lama Scorbeto che non riescono ad incanalarsi nella lama.

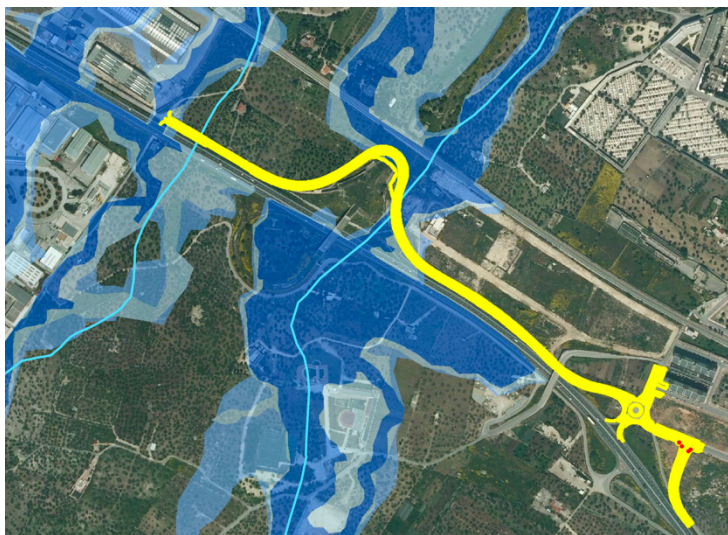


Figura 3.1 – Sovrapposizione della cartografia di piano AdB con l'intervento "Complanare in affiancamento alla SS16"

Con la realizzazione degli interventi di mitigazione progettati dal comune di Molfetta, l'impluvio in questione sarà "sgravato" dal contributo della lama Scorbeto e pertanto i deflussi che interessano l'impluvio saranno quelli propri del bacino idrografico di pertinenza.

Per questo impluvio si è proceduto a condurre apposite analisi idrauliche volte a definire gli effetti del transito della piena onde definire gli eventuali interventi di mitigazione. I dettagli delle analisi condotte sono riportate nel paragrafo 4 della presente relazione.

#### **"Bretella di collegamento".**

La bretella di collegamento oggetto di sistemazione per consentire una migliore immissione sulla S.S. 16 in direzione Bari ricade anch'esso in un'area ad oggi classificata a pericolosità idraulica legata ai deflussi del canale denominato "Savorelli"



Figura 3.2 – Sovrapposizione della cartografia di piano AdB con l'intervento "Bretella di collegamento - SS16"

Con la realizzazione degli interventi di mitigazione progettati dal comune di Molfetta, l'impluvio denominato Canale Savorelli sarà intercettato a monte con la realizzazione di un canale deviatore e pertanto l'area verrà completamente deperimetrata.

Tuttavia si fa presente come l'intervento, nella configurazione attuale della cartografia di piano non determina un aggravio delle condizioni di pericolosità atteso che la rotonda progettata a risoluzione dell'intersezione a raso di via dei lavoratori con le rampe di innesto e uscita dalla S.S. 16 non altera la morfologia dei luoghi.

#### **"Anello Circolatorio e viabilità di innesto".**

L'opera in progetto ricade in prossimità dello sbocco a mare del sistema di reticoli costituiti dalla lama Marcinase, Scorbeto, Savorelli ecc ove risulta in essere, come desumibile dalla cartografia di piano, la presenza di un'area a pericolosità idraulica.



Figura 3.3 – Sovrapposizione della cartografia di piano AdB con l'intervento "Anello Circolatorio e viabilità di innesto"

Anche per quest'opera, con gli interventi previsti nel progetto di mitigazione del rischio idraulico progettati dal comune di Molfetta, si otterrà la deperimetrazione con la messa in sicurezza dell'area.

Gli interventi con riguardo all'intersezione delle opere con la lama Scorbeto hanno tenuto conto delle opere progettate dal comune di Molfetta, confermando in corrispondenza dell'intersezione con la strada vicinale Padula e con la ex. S.S. 16 la modifica delle livellette stradali.

Si fa presente che, con nota Prot.CDG. 0538660-P del 24/09/2019, ANAS aveva richiesto all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale di Puglia parere di compatibilità al PAI per lo stesso intervento seppur questo non teneva conto delle opere progettate dal Comune di Molfetta nell'ambito della mitigazione del rischio idraulico.

Sul progetto presentato, con nota prot. 011865-U del 17/10/2019, l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale di Puglia esprimeva il parere di conformità al PAI atteso che le opere non comportavano una modifica sostanziale alle aree soggette ad allagamento.

Rispetto al progetto trasmesso con la precedente richiesta, l'intervento si differenzia principalmente dal punto di vista altimetrico (quota del rilevato stradale più alta) per consentire il raccordo delle livellette stradali con le opere previste dal comune di Molfetta in corrispondenza dell'intersezione tra la lama Scorbeto e la strada vicinale Padula e la ex S.S. 16 e non vi è una variazione planimetrica.

Pertanto atteso che la realizzazione delle opere di mitigazione avrà inizio da valle verso monte e quindi proprio in corrispondenza delle opere stradali in esame e che l'iter autorizzativo del progetto di mitigazione del comune di Molfetta ha già scontato la procedura ambientale (PAUR), si ritiene che la realizzazione delle opere stradali possa ritenersi compatibile sia con l'attuale PAI che con la futura configurazione.

## 4 ANALISI IDRAULICA – RETICOLO IN DESTRA IDRAULICA LAMA SCORBETO

Per la definizione dei tiranti massimi, delle velocità massime e dell'estensione della propagazione dell'onda di piena per tutti i tronchi di reticolo analizzati e per le aree perimetrate a pericolosità idraulica, si è fatto ricorso ad un modello bidimensionale di calcolo HEC-RAS 2D che ben si adatta a simulare le caratteristiche delle aree oggetto di studio in quanto il solo studio monodimensionale non permette di riprodurre lo stato effettivo del sistema (presenza di strade, muretti di recinzione, marciapiedi, ecc.).

Nei punti che seguono si riportano in dettaglio i modelli impiegati ed i relativi risultati.

### 4.1 TEORIA DEL MODELLO IDRAULICO HEC-RAS 2D

Per la definizione delle aree di allagamento, dei tiranti massimi e delle velocità massime per le aree di intervento ricadenti all'interno delle perimetrazioni del PAI o comunque intersecanti la carta idrogeomorfologica della Puglia, per eventi con tempi di ritorno di 200 anni si è utilizzato, quale programma di calcolo e modellazione, HEC RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) software prodotto dallo US ARMY engineering corps, e reso freeware attraverso internet. Di seguito si illustrano brevemente i contenuti del modello, rimandando ad ogni approfondimento, ai documenti presenti sul sito ufficiale ([www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil)). HEC-RAS è un programma realizzato per effettuare calcoli idraulici sia monodimensionali che bidimensionali per reticoli idrografici (indifferentemente naturali ed artificiali); il software può lavorare in regime di moto permanente o vario.

Le simulazioni effettuate, per il caso di studio, sono state condotte mediante modellazione bidimensionale in regime di moto vario.

#### 4.1.1 TEORIA DEL MODELLO IDRAULICO

Il modello di calcolo HEC-RAS 2D 5.0.7 è un software per la modellazione idraulica bidimensionale utilizzato per diversi tipi di verifiche idrauliche come la propagazione delle piene anche quando siano interessate le golene, deflussi in zone non confinate, deflussi in aree urbane, trasformazione afflussi-deflussi e deflusso delle piene in aree costiere.

Esso permette di simulare un'inondazione su una topografia complessa e con una data scabrezza basando il suo funzionamento sulla conservazione del volume, che è fondamentale per avere una esatta distribuzione della piena. Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai volumi finiti. L'algoritmo di soluzione consente di utilizzare step temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti. L'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi agli elementi finiti.

Il modello usa di default l'equazione completa del moto di un'onda dinamica o se settato dall'utente, le equazioni di Saint Venant (opzionale).

Nel primo caso il software utilizza **l'equazione di diffusione dell'onda di piena** secondo le seguenti impostazioni:

$$C=V\Delta T/\Delta X \leq 2.0 \text{ (con } C=5.0) \quad \text{o} \quad \Delta T \leq \Delta X/v \text{ (con } C=2.0)$$

Dove:

- C = Courant Number
- C = Velocità dell'onda di Piena (celerità dell'onda) (m/s)
- $\Delta T$  = Step temporale computazionale (s)
- $\Delta X$  = Dimensione media della cella (m)

Nel secondo caso le equazioni di **Saint Venant**

$$C=V\Delta T/\Delta X \leq 1.0 \text{ (con } C=3.0) \quad \text{o} \quad \Delta T \leq \Delta X/v \text{ (con } C=1.0)$$

Dove:

- C = Courant Number
- C = Velocità dell'onda di Piena (celerità dell'onda) (m/s)
- $\Delta T$  = Step temporale computazionale (s)
- $\Delta X$  = Dimensione media della cella (m)

Le modellazioni oggetto del presente studio sono state eseguite con l'equazione di diffusione dell'onda di piena.

Il modello viene impostato mediante l'applicativo RAS Mapper, ove grazie a una base DTM viene ricostruita l'orografia dell'area oggetto di modellazione con la funzione *Terrain*. Detta funzione permette quindi di implementare nel modello la base di calcolo sulla quale verrà modellata la mesh di calcolo ed assegna le quote ove sarà fatto defluire l'idrogramma di piena. La mesh ha prevalentemente elementi quadrati ma che mediante modifiche dell'utente con l'impiego di break lines possono essere infittite per incrementarne la risoluzione di calcolo arrivando localmente ad avere fino a 8 vertici per singolo elemento della mesh.

Questo software è una combinazione tra modello idrologico e modello idraulico e richiede per ogni simulazione di inondazione principalmente due tipi di informazione: quella associata alle quote (modello digitale del terreno, DTM) e quella pluviometrica distribuita.

Agli elementi della mesh sono assegnati le quote ricavate da un'interpolazione dei punti del DTM.

Esso genera automaticamente il "piano di piena" (che rappresenterà schematicamente la nostra superficie di inondazione) e gli altri dati per cominciare una simulazione di inondazione.

Il procedere dell'onda di piena sul dominio di flusso è controllato dalla topografia e dalla resistenza al deflusso.

**Creazione della mesh di calcolo.** Definito e generato lo "sfondo" per il progetto in analisi, cioè l'andamento digitale del terreno e del corpo idrico, si passa alla creazione del grigliato di calcolo che costituirà il corpo dell'area 2D, per lo sviluppo della simulazione vera e propria. Lo schema risolutivo della versione HEC-RAS 5.0.7. è basato su un

algoritmo ai volumi finiti che permette di utilizzare per il calcolo una maglia computazionale strutturata e non strutturata che può essere composta da celle con 3, 4, 5, 6 lati fino ad un massimo di 8.

Ogni singola cella che compone le aree 2D è descritta dalle seguenti caratteristiche:

- Cell Center: è dove il pelo idrico è computato;
- Cell Face: sono le linee di contorno. Le facce sono generalmente segmenti lineari eccetto lungo il bordo dove possono essere spezzate;
- Cell Face Point: questi face point saranno il punto di collegamento tra le lateral structures e l'area 2D.

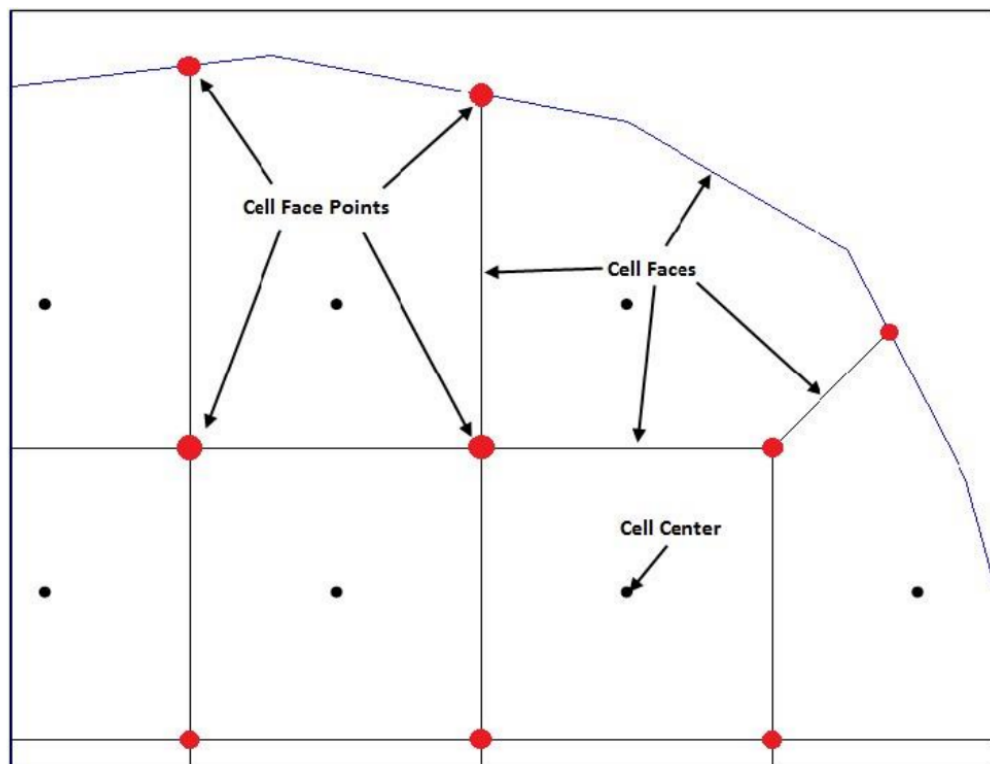


Figura 4.1 - "Cell Face Point"

**Condizioni al contorno.** Mediante la funzione *boundary conditions* vengono implementate nel modello le condizioni al contorno. Al riguardo vengono assegnate le caratteristiche della modalità di immissione della portata (se a parametri concentrati o distribuiti) e le caratteristiche dell'outflow (se esterna o interna al dominio computazione).

**Geometric data.** Mediante la funzione *geometric data*, vengono implementati nel modello eventuali elementi puntuali quali sbarramenti, attraversamenti ecc. che hanno effetti sull'esito della propagazione dell'onda di piena.

**Unsteady flow data.** Mediante la funzione *Unsteady flow data* viene implementato nel modello l'idrogramma di piena o la curva caratteristica pluviometrica in funzione se si procede con una modellazione a parametri concentrati o distribuiti).



**Risultati.** Mediante il RAS Mapper è possibile a posteriori eseguire l'analisi dei risultati della modellazione che permette di definire l'estensione della propagazione dell'onda di piena, i tiranti nelle varie sezioni del dominio computazionale, le relative velocità ed è possibile controllare il bilancio di volume tra inflow e l'outflow finalizzato alla verifica del buon funzionamento del modello.

#### 4.1.2 APPLICAZIONE MODELLO IDRAULICO – GEOMETRIA DEL MODELLO

Come primo passo per l'applicazione del modello idraulico, si è proceduto a definire il modello digitale del terreno con riferimento all'area in esame.

Nel "Modello è stata studiata l'area compresa tra la zona di monte della S.S. n.16 e la zona a valle della Complanare della predetta S.S. n.16. Nello specifico è stata studiata l'interferenza della strada con il reticolo idrografico

Per realizzare il modello digitale del terreno si è impiegato come base dati di riferimento il rilievo LIDAR dell'area di interesse a cui si è accompagnata una campagna di rilievi in sito. In questo modo è stato possibile definire un modello digitale del terreno con mesh di calcolo aventi dimensioni di 3 x 3 m. Mediante la funzione break lines è stato ricalcato il tracciato del reticolo idrografico ed è stata infittita la mesh (assegnando 1m in "near spacing" e 2m in "far spacing") al fine di determinare con la massima precisioni i valori di tiranti e velocità ricercati.

Definito il modello digitale del terreno si è ricostruita la conformazione dei luoghi attraverso l'impiego di alcuni funzioni del modello di calcolo.

Mediante la funzione break lines sono stati implementati nel modello di calcolo i seguenti elementi:

- *Inflow*: per assegnare gli idrogrammi di piena relativi al bacino per  $T_r=30,200,500$  anni;
- *Outflow*: per consentire il deflusso al di fuori del dominio computazionale, evitando erronei punti di accumulo;
- *Attraversamento S.S.16*: è stato inserito l'attraversamento della strada statale n.16 mediante la funzione "Add new connection between 2D areas/storage areas" è stato possibile ricostruirne la geometria in *Geometric data*;
- *Attraversamento bretella uscita S.S.16*: è stato inserito l'attraversamento della bretella di uscita dalla Strada Statale n.16 mediante la funzione "Add new connection between 2D areas/storage areas" è stato possibile ricostruirne la geometria in *Geometric data*;

Per quanto attiene i valori di scabrezza, questi sono stati assunti pari a  $0,06 \text{ s/m}^{1/3}$  per il terreno e per le strade.

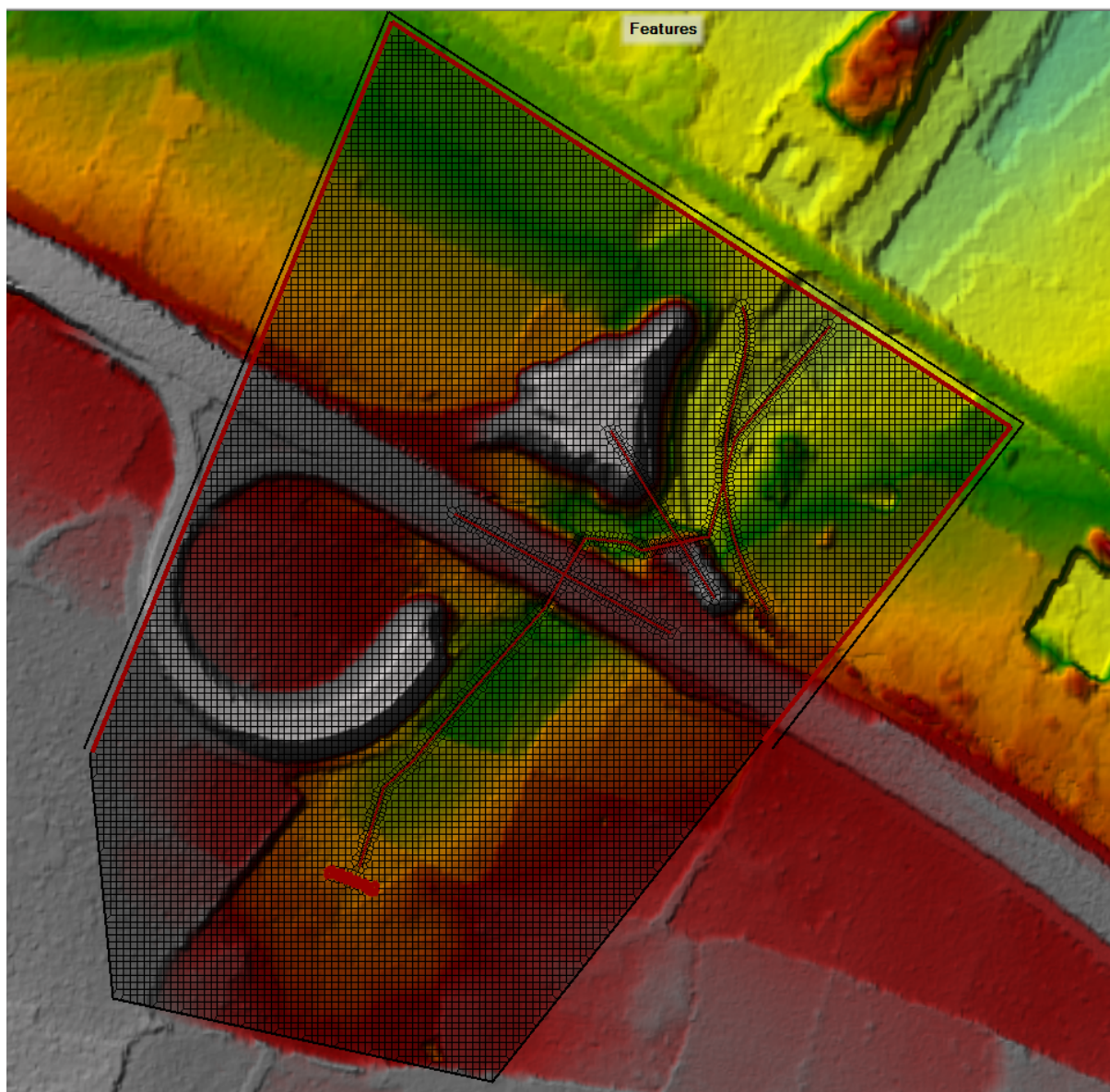


Figura 4.2 - Dominio computazionale modello

Per quanto attiene la portata immessa per la simulazione sono stati utilizzati gli idrogrammi di piena ottenuti dall'analisi idrologica del bacino in destra idraulica alla lama Scorbeto riportato al paragrafo 4.5.2 della relazione idrologica al paragrafo. Le break lines di inflow sono state poste a monte rispetto al tracciato della condotta in prossimità dell'interferenza con le aree a pericolosità idraulica.

La simulazione dell'evento è stata condotta per una durata pari a 16 ore corrispondente alla durata dell'idrogramma dell'intero evento di piena. In figura 3/2 si riporta l'estensione del dominio di calcolo.

#### 4.1.3 RISULTATI

Definita la geometria del modello si è proceduto con le simulazioni attraverso l'impiego del software HEC-RAS 2D.

La modellazione è stata condotta con riferimento al modello simulando l'evento di piena con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Nelle figure seguenti si riportano i risultati della modellazione con indicazione delle aree interessate dal passaggio della piena comprendendo anche le zone in cui i tiranti idrici sono inferiori a 10 cm e con velocità inferiori a 0,5 m/s (figura 3/3, 3/4 e 3/5).



Figura 4.3 - Risultati modellazione Tr=30 anni



Figura 4.4 – Risultati modellazione Tr 200 anni



Figura 4.5 – Risultati modellazione Tr 500 anni

I risultati della modellazione evidenziano l'avanzamento delle onde di piena in accordo con le perimetrazioni del PAI. In particolare è stato riscontrato che i tiranti sono contenuti e inferiori al metro di profondità. Anche le velocità di propagazione del fronte di piena si mantiene molto bassa e inferiore a 1 m/s. In particolare:

- Per un  $Tr=30$  anni il tirante massimo che si verifica sulla complanare ammonta a 63 cm, mentre la velocità è di 0.55 m/s.
- Per un  $Tr=200$  anni il tirante massimo che si verifica sulla complanare ammonta a 70 cm, mentre la velocità è di 0.77 m/s.
- Per un  $Tr=500$  anni il tirante massimo che si verifica sulla complanare ammonta a 72 cm, mentre la velocità è di 0.86 m/s.

Al fine di proteggere gli utenti della viabilità in progetto che non sarà dotata di attraversamento per il drenaggio delle acque scolanti del bacino, sarà disposto un sistema di allertamento. L'impianto consisterà in un rilevatore di flusso da disporre a monte dell'attraversamento della S.S. n.16 e da pannelli a messaggi variabili che proietteranno l'allerta in caso di eventi meteorici e interdiranno il transito dei veicoli nella fascia interessata dal deflusso.

Tuttavia si fa presente come l'intervento, nella configurazione attuale della cartografia di piano non determina un aggravio delle condizioni di pericolosità atteso che la complanare nel tratto interferente con le aree a pericolosità idraulica, seppur non completata dal punto di vista stradale risulta essere già esistente.