



REGIONE ABRUZZO

PROVINCIA DI TERAMO



Accordo di programma finalizzato all'attuazione di
interventi urgenti e prioritari della Regione Abruzzo.
Lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico sul fiume
Vomano.

PROGETTO DEFINITIVO

DESCRIZIONE

RELAZIONE GENERALE

DATA	MODIFICHE	SCALA	PROTOCOLLO	ELABORATO
SETTEMBRE 2013				RG01A

I PROGETTISTI:

3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.



3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
Ing. Stefano Luca Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ARCH. DANILO CRESCIA

Sommario

1	PREMESSA	3
2	STUDI E INDAGINI PRELIMINARI.....	4
2.1	GEOLOGIA.....	4
2.2	GEOTECNICA.....	6
2.3	IDROLOGIA.....	8
2.4	IDRAULICA	9
2.4.1	<i>Idrogramma di progetto.....</i>	<i>9</i>
2.4.2	<i>Analisi pluviometrica</i>	<i>12</i>
3	INTERVENTI DI PROGETTO	17
3.1	NUOVO CANALE	18
3.2	SCALA IDRAULICA.....	18
3.3	TOMBINI SCATOLARI	20
3.3.1	<i>Tombini Scatolari 3.50 x 3.50 a spinta.....</i>	<i>20</i>
3.3.2	<i>Tombini Scatolari 3.00 x 2.00</i>	<i>21</i>
3.4	ARGINATURE – TRATTO 1	22
3.5	OPERE TRATTO 3.....	23
3.5.1	<i>opera A</i>	<i>23</i>
3.5.2	<i>OPERA C.....</i>	<i>23</i>
3.5.3	<i>OPERA D</i>	<i>24</i>
4	INSERIMENTO PAESAGGISTICO E MITIGAZIONI AMBIENTALI	25



4.1	FAUNA E VEGETAZIONE	25
4.2	USO AGRO-FORESTALE DEL SUOLO	26
4.3	USO DEL PAESAGGIO	26
4.4	INTERVENTI DI MITIGAZIONE	27
4.4.1	<i>Argini in terra</i>	27
4.4.2	<i>Gabbioni in rete metallica e pietrame</i>	28
4.4.3	<i>Canale</i>	30
4.4.4	<i>Riprofilatura di alveo</i>	32
5	ESPROPRI	34
6	INTERFERENZE	38
7	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO	39
8	PROGRAMMA LAVORI	40
9	QUADRO ECONOMICO	41



1 PREMESSA

Obiettivo del presente progetto è quello di intervenire, a fronte di situazioni idrauliche e ambientali di rischio, con la realizzazione di opere atte ad incrementare il limite di sicurezza e preservare le caratteristiche ambientali del fiume, arrestando e contrastando i fenomeni di erosione che si sono verificati lungo i tratti di corso d'acqua oggetto di intervento. Sul fiume Vomano le evidenti problematiche riscontrate sono infatti principalmente legate all'uso indiscriminato dell'intero territorio, cui consegue un'erosione diffusa delle sponde, causata dal restringimento dell'alveo naturale ed originario del fiume con l'occupazione antropica delle aree golenali, una volta disponibili al deflusso idrico.

La conseguente insufficienza dei rilevati arginali ha creato condizioni di rischio idraulico, pertanto si è avuta la necessità di intervenire, ove possibile, con interventi di delocalizzazione dell'argine per allargare la sezione di deflusso e negli altri casi si procederà all'innalzamento della quota sommitale degli argini esistenti.

Si precisa inoltre che per l'aumento della sezione di deflusso verranno effettuate anche lavori di riprofilatura delle aree golenali laterali che verranno acquisite a seguito della delocalizzazione degli argini.

L'area di intervento dove andranno ad insistere gli interventi previsti è quella compresa tra il ponte della strada statale 16 Adriatica sino al ponte della S.P. 23B nella località di Castelnuovo Vomano del comune di Castellato. Ai fini di una maggiore chiarezza l'area in esame verrà distinta in tre diversi tratti fluviali.

Il primo tratto (tratto 1) si estende dal ponte della strada Statale 16 adriatica al ponte tubo consortile che si trova in corrispondenza dell'area industriale di Pineto ad est dell'autostrada A 14.

Il secondo (tratto 2) tratto si estende dal ponte della strada Provinciale n. 23B nella località Castelnuovo fino all'autostrada A 14.

Il terzo tratto (tratto 3) interessa la porzione di bacino idrografico esterno al canale principale (fiume Vomano), in particolare il reticolo idrografico minore che riguarda l'abitato di Torre San Rocco e Scerne di Pineto.

Il progetto prevede la salvaguardia idraulica dell'intera area nel rispetto dei vincoli connessi alle strutture antropiche presenti e all'ambiente circostante. Gli interventi sono pertanto finalizzati ad evitare fenomeni di esondazione e/o tracimazione nelle aree esterne a quelle arginali nonché a garantire il transito della massima portata di piena (tempo di ritorno 200 anni), in condizioni di sicurezza e nel rispetto dei franchi minimi da mantenere in corrispondenza dei ponti e dei coronamenti arginali. A protezione delle aree golenali e del reticolo idrografico minore verranno previste il posizionamento di valvole di non ritorno tipo Clapet (tratto 1).

Verranno anche realizzate opere di difesa spondale e di dissipazione di energia, per ridurre la velocità della corrente e di conseguenza la capacità erosiva (tratto 2). Infine vi sarà un adeguamento ed una riorganizzazione, all'interno del bacino idrografico del Vomano, dei canali artificiali esistenti, in particolare al formale Ponno che verrà utilizzato con diverse finalità per consentire un più efficace smaltimento delle acque meteoriche (tratto 3).



2 STUDI E INDAGINI PRELIMINARI

2.1 GEOLOGIA

Il tratto del Fiume Vomano compreso tra la traversa di Villa Vomano ed il ponte dell'autostrada A14 è interessato da fenomeni di dissesto idrogeologico. I terreni presenti in affioramento e/o nel sottosuolo elencati in successione, dai più antichi ai più recenti, sono i seguenti.

Substrato geologico marino

- Formazione del Cellino "Pliocene inferiore"
- Marne del Vomano "Pliocene inferiore"
- Argille ed Argille sabbiose Grigio – Azzurre "Pleistocene medio"

Copertura continentale

- Depositi alluvionali antichi e recenti terrazzati "Pleistocene medio – superiore"
- Depositi alluvionali attuali "Olocene"

Formazione del Cellino

Ad Est della Formazione della Laga, rimanendo sulla destra idrografica del fiume, si trova quella del Cellino. Quest'ultima, risalente al Pliocene inferiore, è formata da Marne argillose con intercalazioni siltose affioranti nel tratto che parte, a monte, dalla Masseria di Fermo fino al Colle Monteverde posto ad Ovest dell'abitato di Faiete. All'interno della *Formazione del Cellino*, essenzialmente marnosa, vi è la presenza di livelli arenacei organizzati in fitte alternanze di strati (in corrispondenza degli abitati di Scorrano e Monte Gualtieri) ed in spessi banconi (su cui poggia il paese di Torroni).

Marne del Vomano

I depositi marini delle Marne del Vomano affiorano, quasi interamente, sulla destra idrografica del corso fluviale e sono visibili lungo il tratto compreso tra gli abitati di Villa Vomano e Castelnuovo. Tale formazione rocciosa è composta da emipelagiti (prevalentemente marne calcaree e marne argillose) alternate a siltiti con rare intercalazioni sabbiose – conglomeratiche.

Argille marnose/sabbiose Grigio – Azzurre

Dal punto di vista litostratigrafico, la parte orientale dell'area oggetto di studio presenta un substrato roccioso di natura argilloso – marnoso, riferibile alla sequenza di depositi marini di avana fossa pliocenica e pleistocenica. In particolare si tratta delle *Argille grigio – azzurre* del Pliocene sup. – Pleistocene inf.. Tali depositi sono formati da strati di argille – marnose con



rare intercalazioni di sottili livelli arenaceo -siltosi. Nella parte più giovane della formazione gli strati arenacei diventano più spessi e frequenti affiorando con livelli di sabbie giallastre intercalati da lenti argillose. A monte (circa duecentocinquanta metri) del ponte di Castelnuovo vi è il passaggio litologico tra la suddetta formazione rocciosa e quella più antica delle “*Marne del Vomano*” in sinistra orografica e quella del *Cellino* entrambe risalenti al Pliocene inferiore

Depositi alluvionali antichi e recenti terrazzati

I depositi alluvionali terrazzati si trovano, quasi interamente, a Nord del Fiume Vomano e sono disposti in tre ordini di terrazzi posti a varie quote. I primi due, quelli di più antica genesi, sono, all'incirca, localizzati, rispettivamente, ad una quota di duecento e cento metri al di sopra dell'attuale corso fluviale. Il terrazzo di terzo ordine, quello più esteso, si trova pochi metri al di sopra dell'alveo. Su di esso si estende la Strada Provinciale 150 insieme a numerosi nuclei abitativi ed abitazioni rurali. La granulometria di questi depositi è eterogenea; la frazione più grossolana è costituita da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati di natura calcarea raramente silicoclastica. Gli elementi grossolani sono intercalati da strati sottili o corpi lentiformi costituiti da elementi fini come limi sabbiosi e limi argillosi di colore giallastro.

Depositi alluvionali attuali

I depositi alluvionali attuali sono quelli che, attualmente, formano la piana golenale ed il tappeto alluvionale di fondo alveo. Tale piana viene, solitamente, indicata come area esondabile e geomorfologicamente rappresenta un terrazzo alluvionale, attualmente in via di formazione, denominato di quart'ordine. Le caratteristiche litologiche di questi depositi sono simili a quelle dei terrazzi più antichi e rilevati. Unica differenza sta nella maggiore presenza di blocchi di grandi dimensioni e nella minore quantità di elementi a granulometria fine a causa dell'azione di dilavamento esercitata dal fiume.

Dal punto di vista strutturale, l'assetto tettonico delle Formazioni presenti nel tratto interessato dal fenomeno di dissesto idrogeologico sono caratterizzate dalla presenza di una monoclinale fortemente inclinata ad andamento meridiano immergente verso Est. La giacitura degli strati presenta una direzione Nord Nord – Est / Sud, Sud – Ovest ed è caratterizzata da una forte inclinazione che localmente presenta repentine variazioni. Tale formazione, presenta un grado di tettonizzazione abbastanza elevato; sono stati riscontrati, infatti, alcuni piani di sovrascorrimento (asse Nord – Sud e vergenza ad Est). Tra questi il più visibile coinvolge la *Formazione della Laga* che sovrascorre ad oriente su quella del *Cellino*. Nell'area in esame vi sono, inoltre, ulteriori evidenze di una tettonica compressiva. Sono state cartografate, infatti, alcune faglie transpressive ed una serie di faglie inverse ad andamento appenninico.

Non è escluso che tali allineamenti tettonici abbiano direttamente influenzato la geometria del corso fluviale. Tale situazione si è probabilmente verificata sul fiume in corrispondenza dell'abitato di Montegualtieri. L'assetto strutturale, nella porzione orientale dell'area in esame, si presenta, invece, tettonicamente meno disturbato ed è anch'esso caratterizzato dalla presenza di una monoclinale con asse ad andamento meridiano immergente verso Est con un'inclinazione minore dell'area montana. Infine, sopra alle formazioni rocciose di origine marina, si sono depositate quelle continentali formate da depositi alluvionali quaternari distribuiti in quattro ordini di terrazzi posti a quote diverse sulla sinistra orografica del corso fluviale. Il terrazzo più recente, posto alla quota più bassa, interessa da vicino il presente studio. Questa parte della pianura alluvionale, dal punto di vista geomorfologico, è considerata ancora attiva ossia in costante evoluzione morfologica strettamente connessa con i naturali eventi di esondazione e migrazione fluviale.

Per quel che riguarda gli aspetti idrogeologici l'area presenta, a grande scala, un evidente e sviluppato reticolo idrografico che testimonia la tendenza ad un ruscellamento superficiale delle acque meteoriche favorito da un substrato prevalentemente argilloso. Nell'area in di più stretto interesse, tuttavia, il deflusso delle acque è, principalmente, sotterraneo e scorre alla base dei depositi alluvionali terrazzati che poggiano sulla formazione impermeabile delle *Argille grigio – azzurre*. Il passaggio



litologico tra i diversi depositi è facilmente visibile sul profilo dell'alveo fluviale a valle del ponte di Castelnuovo Vomano ad una profondità massima di tre metri dal piano di campagna.

2.2 GEOTECNICA

Lo studio geotecnico è stato condotto attraverso le seguenti attività:

- *acquisizione ed analisi degli studi geologici e geomorfologici generali riguardanti l'area in studio;*
- *studio di dettaglio delle caratteristiche geologico-stratigrafiche del sottosuolo;*
- *analisi dettagliata dei caratteri litotecnici e geotecnici del sottosuolo attraverso l'esame delle stratigrafie dei sondaggi geognostici;*
- *acquisizione, analisi e interpretazione in chiave geotecnica delle risultanze delle prove in sito, costituite da Sondaggi Geognostici e prove SPT in foro, Prove Penetrometriche DPSH e CPT;*
- *analisi dei dati geotecnici provenienti dalle prove di laboratorio;*

Sulla base di quanto emerso dall'esame comparato dell'insieme dei dati a disposizione di carattere litologico e geotecnico, e tenuto conto della geologia dell'area in esame, si è pertanto proceduto alla definizione di un modello geotecnico del sottosuolo in corrispondenza delle principali aree di intervento su cui sono stati effettuati i sondaggi geognostici.

Nella identificazione delle diverse Unità geotecniche si è seguito complessivamente il criterio adottato in sede di studio geologico, procedendo pertanto ad una differenziazione dei diversi litotipi in base sia, ovviamente, ai caratteri litologici e granulometrici evidenziati dalle indagini geognostiche, sia al diverso ambiente di sedimentazione, sia, infine, alle diverse età di messa in posto del deposito, suddividendo le unità più antiche da quelle di recente e recentissima sedimentazione.

I criteri e le procedure adottati per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo sono stati adeguati al livello delle verifiche in corso ed in conformità ai seguenti dispositivi:

- Paragrafo 6.2.1 del D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e paragrafo C6.2.1 – Par. 6.2.2.5 della Circolare del Ministero dei LL.PP. n.617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/02/2008".

Si è fatto riferimento, in particolare, alle seguenti indagini di sito:



<i>ATTIVITA' SVOLTE</i>	<i>DATA</i>	<i>ELABORATO PRODOTTO</i>
n.3 Prove Penetrometriche Statiche (CPT) n.1 Prove penetrometriche dinamica continua (DPSH) n.3 Prove di Permeabilità tipo Lefranc	09.04.2013	ALL.2 Elaborazione Prove Penetrometriche DPSH e CPT ALL.3 Prove di Permeabilità tipo Lefranc
n°1 Stendimento Sismico tipo MASW n°1 Stendimento sismico tipo SR	11.04.2013	ALL.4 Prospezioni sismiche di superficie (MASW - SR)
n°1 Sondaggio Geognostico (S1) n°1 prova SPT	15.04.2013	ALL.1 Stratigrafie Sondaggi Geognostici ed elaborazione prove SPT in foro
n°1 Sondaggio Geognostico (S2) n°2 prove SPT	16.04.2013	
n°2 Sondaggi Geognostici (S3 - S4) n°2 prove SPT n°2 Piezometri a t.a.	17.04.2013	
n°2 Sondaggi Geognostici (S5 - S6) n°1 prove SPT n°1 Piezometri a t.a. n°1 campione indisturbato	18.04.2013	
n°1 Misura Sismica Passiva (HVSR) n°3 letture piezometriche	19.04.2013	
Invio campione indisturbato in laboratorio	22.04.2013	ALL.6 Analisi di Laboratorio Geotecnico

Tutti i sondaggi geognostici eseguiti hanno interessato principalmente le seguenti Formazioni:

- *Depositi eluvio-colluviali superficiali prevalentemente limo-argillosi – **Unità E***
- *Depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi della piana costiera – **Unità S***
- *Depositi alluvionali del fiume Vomano ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi – **Unità Al***
- *Argille marnose/sabbiose Grigio – Azzurre – **Unità Am (Am a – alterate)***



2.3 IDROLOGIA

Il fiume Vomano ha un bacino idrografico che si estende su una superficie di circa 868 km², con quota massima di 2912 m s.m.m. in corrispondenza del Corno Grande, e quota media di 791 m s.m.m.. Per quasi tutta la sua estensione il bacino ricade nella provincia di Teramo. Il fiume Vomano ha origine dalle sorgenti del "Gallo", ubicate alla base del monte San Franco, sul massiccio del Gran Sasso; il suo corso si sviluppa per circa 76 km, fino a sfociare nel mare Adriatico tra i comuni di Roseto degli Abruzzi e di Pineto. Riceve le acque di numerosi affluenti, tra i principali il Fucino, che, nei pressi di Tottea, sversa le sue acque in sinistra idraulica, il Rio Arno che si immette in destra idraulica proprio prima dell'invaso di Piaganini e quindi il Mavone, che è il più importante essendo sotteso ad un ampio bacino imbrifero e che si immette in destra idraulica nei pressi di Villa Vomano.

Il bacino scolante del fiume Vomano si presenta abbastanza accidentato nella parte alta, mentre nella parte bassa è caratterizzato da colline a dolce declivio e da una maggiore ampiezza del letto. All'interno del bacino idrografico sono individuabili sei sottobacini, di seguito elencati:

- Fucino: superficie di circa 215 km², comprende il tratto del fiume Vomano dalla sorgente (monte San Franco) fino ai pressi di Fano Adriano e raccoglie anche le acque dell'affluente Fucino e della sua superficie scolante;
- Arno: superficie di 57 km², si estende dal Corno Grande fino alla confluenza con il Vomano, a
- valle di Fano Adriano;
- Vomano da Fano Adriano alla traversa di Villa Vomano: superficie di 120 km²;
- Mavone: superficie di 170 km², si estende dal settore orientale del Gran Sasso fino alla confluenza con il Vomano;
- Vomano dalla traversa di Villa Vomano a Castelnuovo Vomano: superficie di 96 km²;
- Vomano da Castelnuovo Vomano alla foce: superficie di 210 km².

I caratteri morfometrici del bacino del fiume Vomano, che naturalmente riflettono le condizioni geologico-strutturali del bacino stesso, sono sintetizzati nella Tabella 1.

Tabella 1: Principali dati morfometrici del bacino del fiume Vomano.

Area bacino di drenaggio	782 km ²
Altitudine media	625 m s.l.m.
Lunghezza asta principale	68,5 km
Lunghezza del reticolo	428,5 km
Fattore di forma (Ff)	2,17



2.4 IDRAULICA

2.4.1 IDROGRAMMA DI PROGETTO

La caratterizzazione idraulica del fiume Vomano, è stata effettuata attraverso lo studio del Piano Stralcio Difesa Alluvioni redatto dalla Regione Abruzzo a cui integralmente si rimanda.

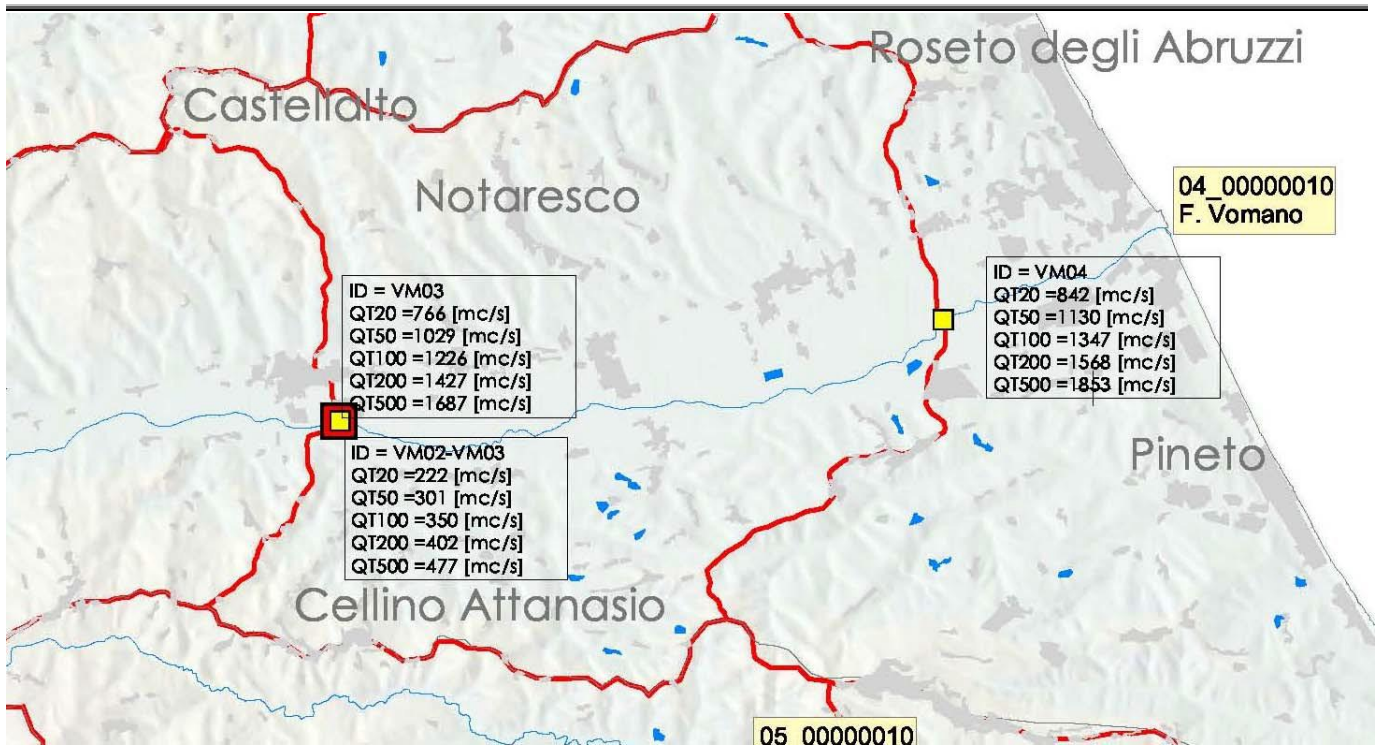
In particolare le aree inondabili di riferimento sono state desunte dalla cartografia della pericolosità idraulica allegata al piano di cui sono riportati gli stralci relativi ai tratti d'intervento nella planimetrie d'inquadramento territoriale del presente progetto preliminare ed in particolare le caratteristiche idrauliche e le condizioni al contorno, utilizzate nel modello matematico per lo studio della propagazione dell'onda di piena e che dovranno essere utilizzate nelle modellazioni idrauliche di dettaglio delle successive fasi di progettazione.

Il PSDA individua, nell'ambito del bacino idrografico del fiume Vomano, gli idrogrammi di piena con tempo di ritorno $T = 20, 50, 100, 200$ e 500 anni riferite a sei sezioni, indicate come Sez.VO1, Sez.MA2, Sez.VO3, Sez.VO4, Sez.VO1-MA2 e Sez.VO2-VO3.

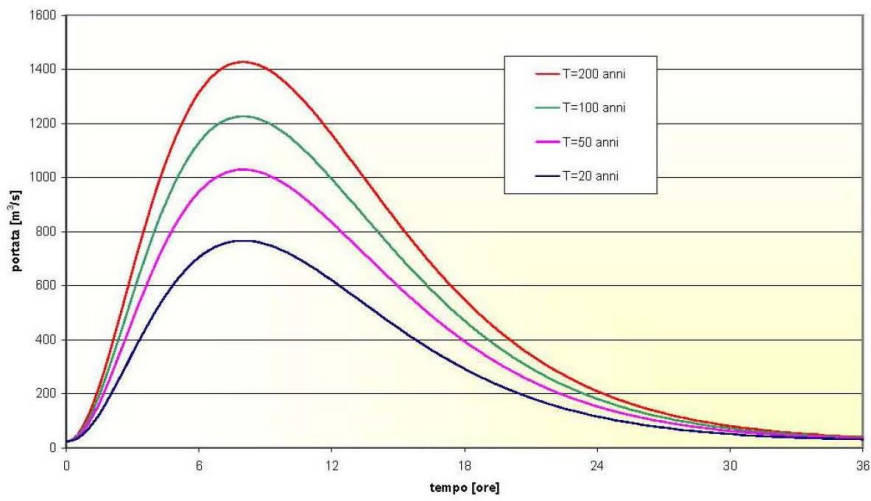
La Sez.MA2 individua in particolare la sezione che racchiude il bacino imbrifero del fiume Mavone, principale affluente del Vomano, subito a monte della confluenza, con un'area drenata di 169.3 km^2 ; le sezioni Sez.VO1, Sez.VO3 e Sez.VO4 sono invece ubicate direttamente sul corso del fiume Vomano ed individuano bacini imbriferi di $334.6, 653.7$ e 766.7 km^2 . Le sezioni Sez.VO1-MA2 e Sez.VO2- VO3 infine indicano rispettivamente l'interbacino tra la Sez.VO1 e la sezione sul fiume Vomano ubicata a monte della confluenza con il Mavone e l'interbacino tra la sezione a valle della confluenza e la Sez.VO3, il tutto come riportato nella tabella n. 1.

Sezione	A <i>(km²)</i>	A perm. <i>(%)</i>	A imp. <i>(km²)</i>	L <i>(km)</i>	ΔH <i>(m)</i>	Z <i>(m s.l.m.)</i>
Sez.VM1	334.6	40	200.8	32.0	1048.0	1298.0
Sez.MA2	169.3	30	118.5	22.0	669.0	835.0
Sez.VM3	653.7	22	509.8	57.0	865.0	948.0
Sez.VM4	766.7	19	621.0	75.0	816.0	830.0
Sez.VM1-MA2	48.0	30	33.6	5.0	141.0	344.0
Sez.VM2-VM3	102.0	25	76.5	9.0	140.0	268.0

I sottobacini corrispondenti per i tratti d'interesse sono pertanto il VM3 per la zona in corrispondenza del ponte sulla SP 23 di Castelnuovo e VM4 per il tratto terminale, come riportati in figura 1 e i rispettivi ideogrammi di piena sono riportati a seguire.



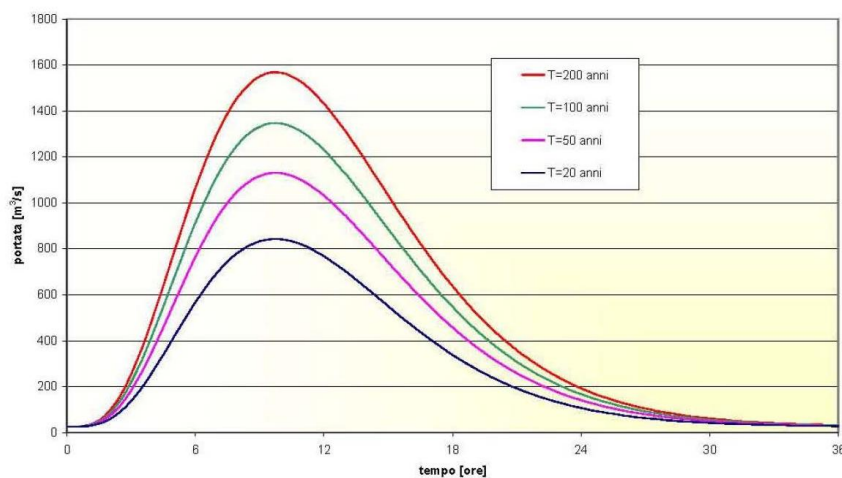
Idrogrammi del Vomano sezione VM03



D (ore)	$f_{D,m}$	$Q_{D,20}$ (m^3/s)	$Q_{D,50}$ (m^3/s)	$Q_{D,100}$ (m^3/s)	$Q_{D,200}$ (m^3/s)	$Q_{D,500}$ (m^3/s)
0	1.000	766	1029	1226	1427	1687
1	0.993	761	1022	1218	1417	1675
3	0.955	731	982	1170	1362	1610
6	0.877	672	902	1075	1251	1479
9	0.803	615	825	984	1145	1353
12	0.739	565	759	905	1053	1244
15	0.685	524	704	839	976	1153
18	0.640	490	657	784	912	1077
21	0.602	461	619	737	858	1014
24	0.570	436	586	698	812	959
30	0.518	396	532	634	738	872
36	0.478	366	491	585	681	804



Idrogrammi del Vomano sezione VM04



D (ore)	$r_{D,m}$	$Q_{D,20}$ (m^3/s)	$Q_{D,50}$ (m^3/s)	$Q_{D,100}$ (m^3/s)	$Q_{D,200}$ (m^3/s)	$Q_{D,500}$ (m^3/s)
0	1.000	842	1130	1347	1568	1853
1	0.991	834	1120	1335	1554	1837
3	0.943	794	1066	1271	1479	1748
6	0.853	718	964	1149	1337	1581
9	0.771	649	871	1039	1209	1429
12	0.704	592	795	948	1103	1304
15	0.649	546	733	874	1017	1202
18	0.605	508	683	814	947	1119
21	0.567	477	641	764	889	1050
24	0.536	451	605	722	840	992
30	0.486	409	549	654	762	900
36	0.448	377	506	603	701	829

Le portate da utilizzare nelle modellazioni di dettaglio dovranno essere riferite alle effettive zone di collocazione delle opere, inoltre il dimensionamento delle arginature dovrà essere caratterizzato dalla capacità di contenere portate avente tempo di ritorno di 200 anni con un franco di almeno 1 metro.

Gli indici di scabrezza per le sezioni golenali e per il canale principale sono contrassegnati dal coefficiente di Manning; esso dipende dal materiale costituente l'alveo, dall'irregolarità della sezione e dalla vegetazione presente nell'alveo e nelle aree golenali.

Nel PSDA per il fiume Vomano, come scabrezza media sono stati utilizzati pari a $0.03 \text{ s/m}^{1/3}$ per il canale di magra e $0.06 \text{ s/m}^{1/3}$ per le aree golenali.

2.4.2 ANALISI PLUVIOMETRICA

Considerata l'assenza di dati di portata da riferirsi alle canalizzazioni in ingresso al Vomano, la forzante idraulica è stata elaborata ipotizzando valide le ipotesi di sincronia degli eventi massimali meteorici e di piena. Nello specifico sono stati presi in esame i dati relativi al pluviometro installato ad Atri e caratterizzato da più di 50 anni di rilevazioni.

L'altezza di pioggia di progetto è stata determinata applicando la legge doppio-esponenziale di Gumbel relativa alla distribuzione di una variabile massimale, ovvero ai dati degli Annali idrologici distinti per le durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore.



L'andamento della pioggia di progetto può essere descritto dalla relazione:

$$h_{T,d} = ad^n$$

Ove T è il periodo di ritorno dell'evento di progetto, d è la durata di pioggia ed a ed n due parametri che dipendono da T.

La definizione dei parametri di pioggia avviene applicando la relazione proposta da Gumbel:

$$P(h) = \exp(-\exp(-\alpha(h - \varepsilon)))$$

Con P(h) probabilità di non superamento dell'evento di pioggia di altezza h. Sviluppando la relazione al fine di determinare h si ottiene:

$$h = \varepsilon - \frac{1}{\alpha} \ln \ln \frac{1}{P}$$

Considerata valida l'ipotesi della massima verosimiglianza (momenti del campione equivalenti a quelli della popolazione), i termini ε ed α sono definiti come:

$$\alpha = \frac{1.28255}{\sigma_h}$$
$$\varepsilon = \eta - 0.450\sigma_h$$

Con η e σ_x pari alla media e alla deviazione standard del campione preso in esame.

La definizione della probabilità di non superamento è definita in ragione del periodo di ritorno dell'evento di progetto secondo la relazione che segue:

$$P(h \leq h_0) = 1 - \frac{1}{T}$$

Una volta stabilito per ciascuna durata e periodo di ritorno il valore dell'altezza di pioggia massimale, la valutazione dei parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica è ottenuta mediante una regressione lineare della relazione che segue:

$$\ln(h_{T,d}) - \ln a - n \ln d$$

Con i parametri definiti mediante l'intercetta ed il coefficiente angolare della regressione lineare.

Di seguito si riportano i dati reperiti dagli annali idrologici ed i parametri a ed n .

Valori altezza di pioggia 1, 3, 6, 12, 24 ore										
Anno	<i>1 ora</i>	<i>data</i>	<i>3 ore</i>	<i>data</i>	<i>6 ore</i>	<i>data</i>	<i>12 ore</i>	<i>data</i>	<i>24 ore</i>	<i>data</i>
1928	33,6	16-set	43,4	14-set	44,8	14-set	46,6	10-set	46,6	10-set
1929										
1930										
1931	18	29-nov	41	29-nov	67	29-nov	120	29-nov	175,2	29-nov
1932	43	15-set	55,6	15-set	62	12-nov	100	12-nov	132	12-nov
1933	23	09-nov	55,2	09-nov	110	09-nov	137,4	09-nov	140,4	08-nov
1934	28	21-set	48	21-ott	92	21-ott	136,4	21-set	143,6	21-set
1935	34,8	21-ago	43,2	27-ott	54,6	27-ott	59,2	27-ott	61	27-ott
1936	14	17-set	24	16-nov	41,8	15-nov	82	15-nov	121,6	16-nov
1937	10	30-giu	22,8	30-giu	42	18-feb	56	18-feb	86	18-feb
1938										
1939	48,5	07-set	60,2	07-set	66,6	07-set	69,7	07-set	74	31-mag
1940	20	29-lug	24,8	29-lug	35,2	29-giu	59,2	29-giu	95	30-nov
1941	16,4	30-giu	35	30-giu	44,4	14-nov	64	14-nov	76,4	14-nov
1942	14,6	22-giu	29,6	29-mar	49,6	29-mar	70,6	29-mar	99	29-mar
1943										
1944										
1945										



1946										
1947										
1948	13	02-nov	22,2	09-nov	33,2	09-nov	38,8	09-nov	55,8	09-nov
1949	16,2	10-ott	34	10-ott	47	10-ott	81,2	10-ott	137,2	10-ott
1950	45,4	11-lug	45,4	11-lug	53	11-lug	53	11-lug	61,8	11-lug
1951	15	09-ott	29,6	09-ott	35,2	09-ott	60,2	09-ott	66,6	09-ott
1952	16	16-set	31	16-set	36	16-set	36	16-set	40,4	23-gen
1953	30,6	07-nov	51	07-nov	73	07-nov	102,8	07-nov	112,2	06-nov
1954	12,8	19-giu	22	08-ott	35,4	08-ott	58	08-ott	95	07-ott
1955	26,6	03-ago	27,4	03-ago	30,2	07-ott	47,4	02-nov	55	07-ott
1956	20	30-nov	26,8	30-nov	60	30-nov	91,2	30-nov	157,4	30-nov
1957										
1958										
1959										
1960	36,6	06-nov	39,2	12-dic	67	12-dic	98,2	12-dic	104,4	12-dic
1961	30,4	08-lug	33,2	03-ott	48	03-ott	75	05-nov	120,6	05-nov
1962	39	16-ott	42,6	16-ott	44	30-ott	52	30-ott	67,2	16-ott
1963	37	11-lug	37,8	11-lug	38,8	08-ott	65,4	28-nov	89,4	08-ott
1964										
1965	3,8	09-apr	17	21-mag	23,2	21-mag	34,2	21-mag	48,6	21-mag
1966	12,2	19-set	23	19-set	28,6	06-mar	40	06-mar	56,4	05-mar
1967	20	18-ott	36	14-apr	58,4	14-apr	65	13-dic	124,2	12-dic
1968	35,8	29-mag	37,4	29-mag	42,4	29-mag	51,4	29-mag	69,4	29-mag
1969	26,8	11-set	46	11-set	49,4	11-set	57,4	11-set	80,2	10-set
1970	37,4	15-ott	43	15-ott	43	15-ott	57,8	15-ott	62,2	15-ott
1971	30	15-ott	43	15-ott	49,8	15-ott	58,2	15-ott	58,4	15-ott
1972	19	03-ago	37	20-ago	50	20-ago	57,4	15-ott	64	20-ago
1973	17	08-ott	31,2	08-ott	39,8	08-ott	55	08-ott	66	08-ott
1974	25	02-set	34	07-nov	46,8	07-nov	63,5	07-nov	93	07-nov
1975	17	28-ago	22,8	28-ago	28	12-mag	30,2	12-mag	49,8	12-mag
1976										
1977	43	02-set	52,6	02-set	52,6	02-set	59,4	02-set	59,4	02-set
1978	27	20-ott	54,6	20-ott	67	20-ott	99,8	20-ott	153,2	20-ott
1979	55,8	25-set	88,6	25-set	90	25-set	90,2	25-set	90,2	25-set
Anno	lora	data	3 ore	data	6 ore	data	12 ore	data	24 ore	data
1980	10,4	29-ago	15,6	05-nov	25,4	30-apr	33	30-apr	55,4	30-apr
1981	31	04-set	33,0	22-giu	38	22-giu	49,6	04-set	57,4	04-set
1982										
1983	43	29-giu	79	29-giu	97,2	29-giu	107,4	29-giu	112,4	28-giu
1984	20,2	13-mag	32,2	13-mag	40	03-dic	64,2	03-dic	76,8	03-dic
1985	23,4	22-ott	34,2	21-ott	41,6	21-ott	46,4	21-ott	64,4	22-ott
1986										
1987	8,4	05-mag	11,6	05-mag	13	02-nov	16,6	02-nov	24,4	02-nov
1988	31,8	16-lug	34,8	16-lug	34,8	16-lug	34,8	16-lug	34,8	16-lug
1989	11,6	11-ago	22,6	29-set	28	29-set	55,8	29-set	63,8	28-set



1990	13	19-mag	18	16-nov	24,4	16-nov	31,4	16-nov	36,8	16-nov
1991	15	22-lug	16	22-lug	18	15-gen	26	24-nov	42	14-gen

I parametri a ed n risultano:

a_{50}	n_{50}	a_{100}	n_{100}	a_{200}	n_{200}
53.554	0.366	59.656	.365	65.734	0.364



3 INTERVENTI DI PROGETTO

Lo scopo del progetto è individuare le criticità riscontrate dal punto di vista idraulico e fornire le indicazioni necessarie agli approfondimenti da effettuare nelle successive fasi progettuali.

Le problematiche che sono state riscontrate nei tratti d'intervento riguardano :

1. zone caratterizzate da pericolosità idraulica (fenomeni di esondazione),
2. zone caratterizzate da erosione spondale
3. zone caratterizzate da incisione di fondo alveo.

In particolare, il Tratto 1 è caratterizzato da una elevata urbanizzazione che ha comportato, nel corso degli anni, il restringimento dell'alveo fluviale e la necessità di contenere le portate di piena, mediante opere di arginatura. Conseguenza di tale antropizzazione è stata quindi la progressiva riduzione della sezione di deflusso: questa condizione costringe la corrente ad un andamento planimetrico del tutto innaturale rispetto al passato e alle originali condizioni idraulico-morfologiche del fiume.

Da ciò ne deriva che la capacità di smaltire le portate di piena in sicurezza per le aree limitrofe, non risulta verificata. Questo è pertanto uno degli obiettivi della presente progettazione, intendendosi in sicurezza, quando la capacità della sezione di deflusso sia in grado di contenere portate avente tempo di ritorno di 200 anni con arginature che presentino, rispetto a tale valore, un franco di almeno 1 metro.

Il restringimento dell'alveo inoltre, rende pericolosa la naturale conformazione meandriforme tipica dei tratti vallivi del corso d'acqua in quanto gli argini possono essere oggetto di tratti di erosione al piede che ne mettono in pericolo la stabilità.

Altra criticità riscontrata (tratto 2), connessa alla problematica del rischio idraulico citato, ma determinato da fenomeni di diversa natura. Essa è relativa al territorio in destra idrografica, in cui sono presenti tre canali artificiali che raccolgono le acque meteoriche provenienti dall'ampia pianura golenale su cui insiste la zona industriale di Scerne di Pineto. Questi canali sono interamente rivestiti di cemento ed hanno un'immissione nel fiume Vomano con degli scolarli in c.a. posti all'interno dell'argine. Poiché la quota di questi canali è inferiore rispetto al livello di piena nell'asta principale, avviene il fenomeno del rigurgito con le acque del fiume che invadono le aree retrostanti le arginature. Per ovviare al fenomeno, nella presente progettazione, sono state previsti:

1. Valvole a chiusura automatica di non ritorno (clapet) – presenti nella totalità dei 4 interventi previsti.
2. Adeguamento di un formale esistente fino in corrispondenza dell'abitato di Scerne e la realizzazione di un nuovo canale di collegamento con il mare (interventi 2 e 3). Tale progettazione mira a ridurre l'impatto del rigurgito idraulico dei canali in ingresso al Vomano durante i fenomeni di piena. Le intersezioni della SS. 16 e del rilevato Ferroviario verranno realizzate mediante 2 tombini scolarli.

Il tratto 3 è invece caratterizzato da un fenomeno di approfondimento del fondo alveo. Il fenomeno ha avuto origine nei pressi della località Passamadama (Atri), fino ad arrivare in corrispondenza del ponte sulla SP 23 (Castellalto-Cellino), dove si



arresta per la presenza di un opera di sbarramento, ma che ha raggiunto i 13-14 metri d'incisione (recentemente sono stati osservati medesimi fenomeni regressivi anche a monte). L'approfondimento di fondo alveo, oltre a rappresentare un problema per la stabilità delle sponde e delle infrastrutture che intersecano l'alveo del fiume, è strettamente connesso con l'aumento della pericolosità idraulica nel tratto terminale, in quanto ha reso pensili le golene laterali boscate utili alla laminazione delle piene. Le criticità rilevate nella zona sono anche relative alla eccessiva velocità di deflusso della corrente al suo potere erosivo ed alla riduzione del coefficiente di corrivazione della piena. L'approfondimento del fondo alveo rapido ed incontrollato ha prodotto un alveo canalizzato con pareti instabili suscettibili di crolli. Il fenomeno dello scalzamento al piede prodotto da una corrente particolarmente veloce accentua questa condizione di instabilità diffusa.

Ultimo punto esaminato è nella località Castelnuovo Vomano sulla sinistra idrografica del fiume a monte del ponte della S.P. n. 23, dove si è verificato, in occasione dell' evento di piena del 2009, l'allagamento delle aree produttive dell'adiacente zona artigianale.

3.1 NUOVO CANALE

Come precedentemente descritto, l'adeguamento del canale e la progettazione di due nuove tratte dello stesso permettono la raccolta delle acque che altrimenti insisterebbero direttamente sulla regione golenale del Vomano (Immissione 2 e 3). Tale intervento dovrebbe dunque permettere la riduzione delle portate in arrivo alla sezione di chiusura di detti manufatti, limitando quindi in caso di piena del corso d'acqua le aree di esondazione relative ai canali.

Il dimensionamento della sezione del canale di progetto è realizzata sotto le seguenti condizioni:

1. Validità di regime di moto uniforme – la pendenza media del canale è ipotizzata pari a 0.1%
2. La portata transitante varia in ragione dell'ingresso dei due canali da intercettare.
3. L'onda di piena delle canalizzazioni affluenti è determinata mediante formula razionale

3.2 SCALA IDRAULICA

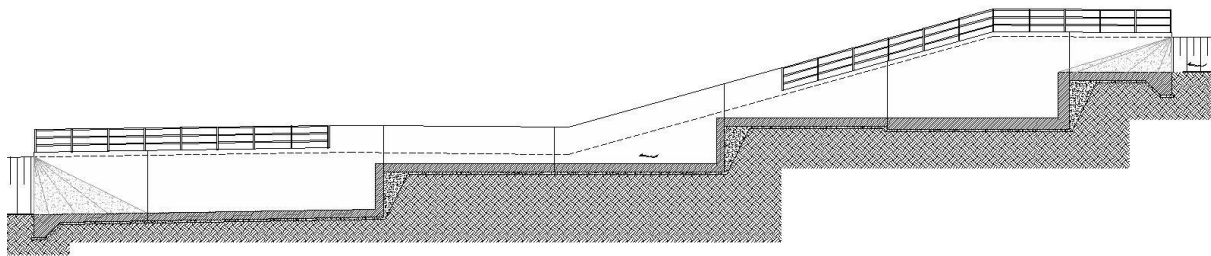
Il canale rivestito, in aggancio all'esistente da sottoporre ad adeguamento, si trova a dover superare un dislivello complessivo di 6.0m in uno sviluppo longitudinale limitato. Per evitare valori di pendenza eccessivamente elevati si è deciso lo sviluppo di una scala idraulica, a sezione rettangolare, caratterizzata da salti idraulici pari a 2.0m.

La scala idraulica è presenta dunque 3 salti da 2.0m ed uno sviluppo longitudinale di 15.0m (per ciascun gradino).

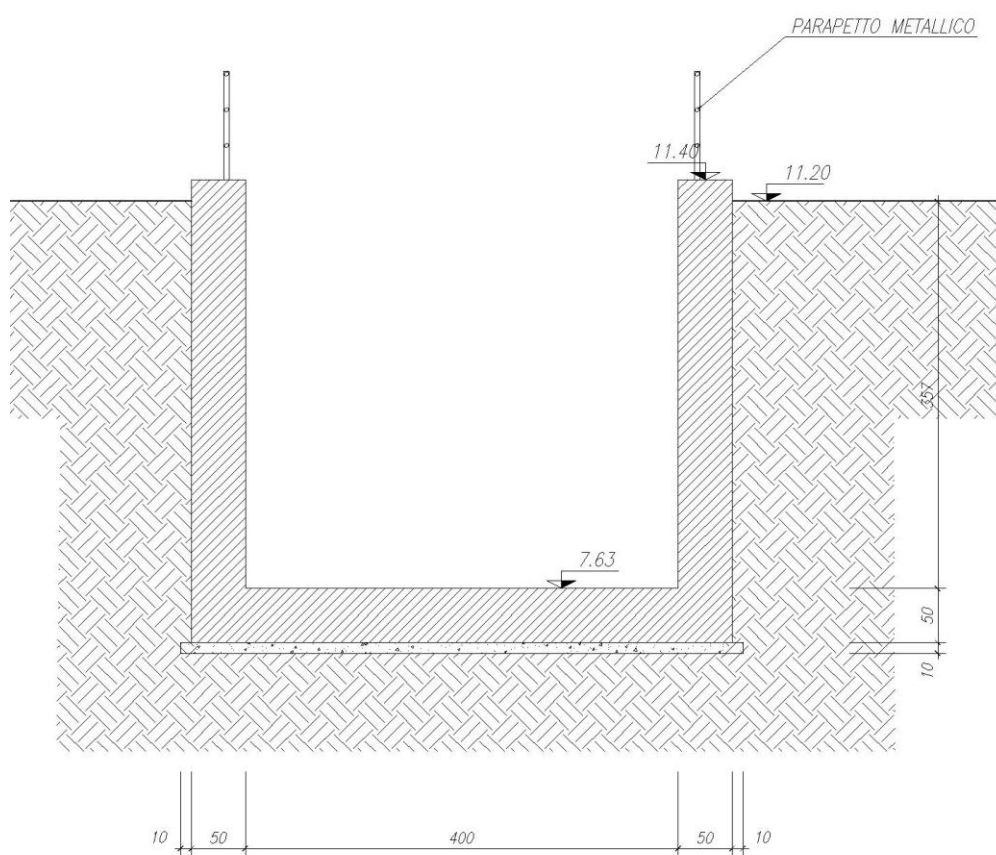
Le strutture in c.a. previste sono dei muri ad "U" con pareti laterali a sostegno del terreno e soletta di fondo conformata a gradino.

I tratti di raccordo con la sezione trapezia del canale in terra sono realizzati con coni in magrone addossati alle pareti terminali dei muri ad "U".



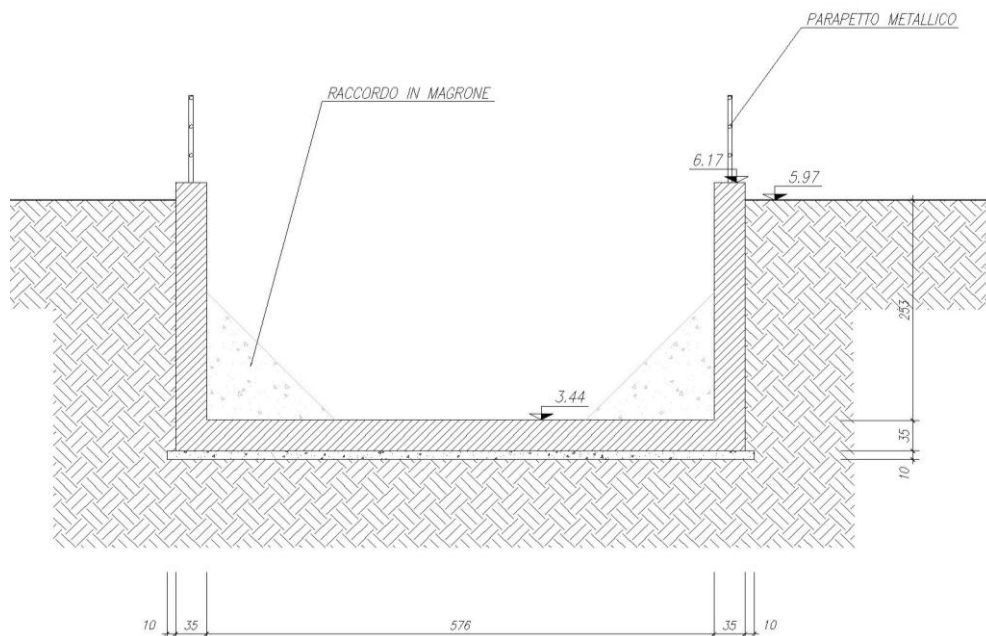


SEZIONE LONGITUDINALE



SEZIONE TRASVERSALE TIPO 1





SEZIONE TRASVERSALE TIPO 2

3.3 TOMBINI SCATOLARI

Il tracciato del canale è caratterizzato da una serie di intersezioni con infrastrutture stradali e ferroviarie che vanno sottoposte a predimensionamento idraulico per la determinazione della sezione utile. Di seguito l'elenco degli attraversamenti:

- Attraversamenti maggiori – riguardano la Strada Statale Adriatica e la Ferrovia Ancona Pescara. Le opere in progetto sono rappresentate da scatolari 3.5x3.5m da realizzare a spinta.
- Attraversamenti minori – sono riferiti attraversamenti di strade locali, una pista ciclopedonale e la strada Comunale di Piane Vomano. Per tutte le intersezioni è previsto l'uso di scatolari 3.0x2.0 m.

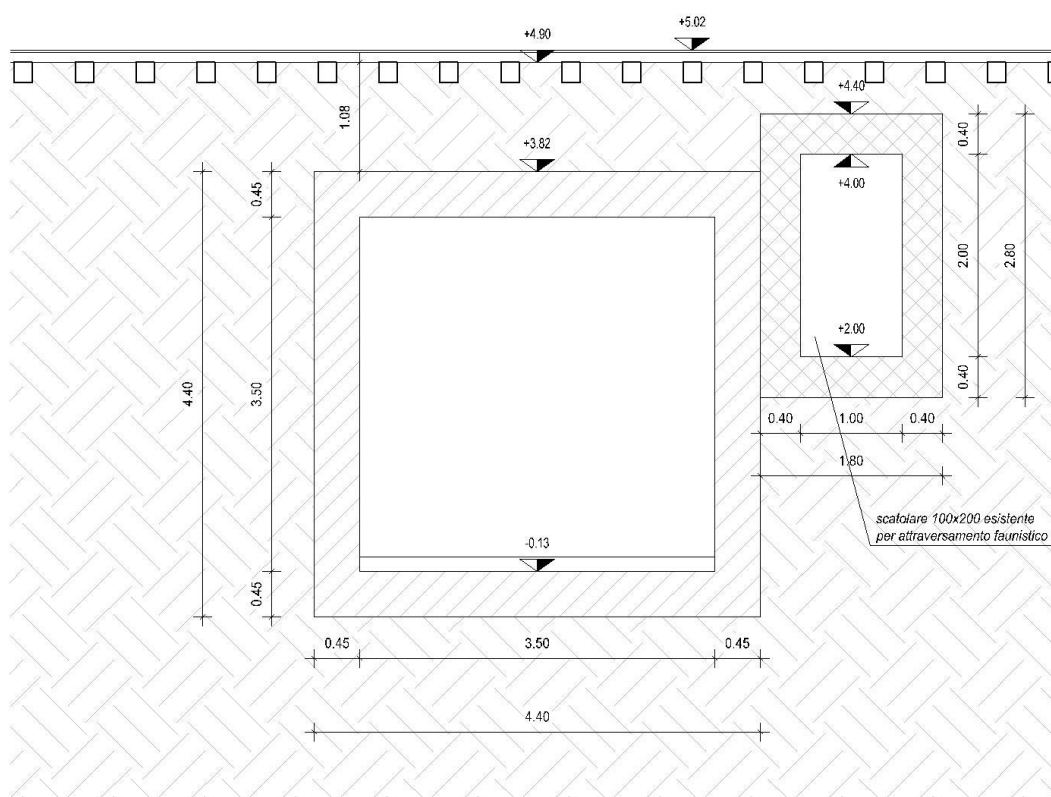
3.3.1 TOMBINI SCATOLARI 3.50 X 3.50 A SPINTA

Il monolite ferroviario 3.50x3.50 è posto alla interferenza del canale con la linea ferroviaria alla progressiva 0+305. Le considerazioni saranno estese, in quanto conservative, allo scatolare, sempre 350x350, posto sotto la SS 16 alla progressiva 0+330.



Il sottopasso ferroviario, realizzato fuori sede, viene infisso nella massicciata ferroviaria mediante spinta oleodinamica. Le dimensioni interne sono 3.50x3.50 m con spessore di solette e ritti di 45 cm. Il ricoprimento è di 1.20 m misurato da piano ferro.

Gli imbocchi saranno realizzati con muri digradanti paralleli al corso d'acqua (a becco di flauto) aventi pendenza 3/2 così da garantire la stabilità delle sponde canale.



SEZIONE TIPO SCATOLARE

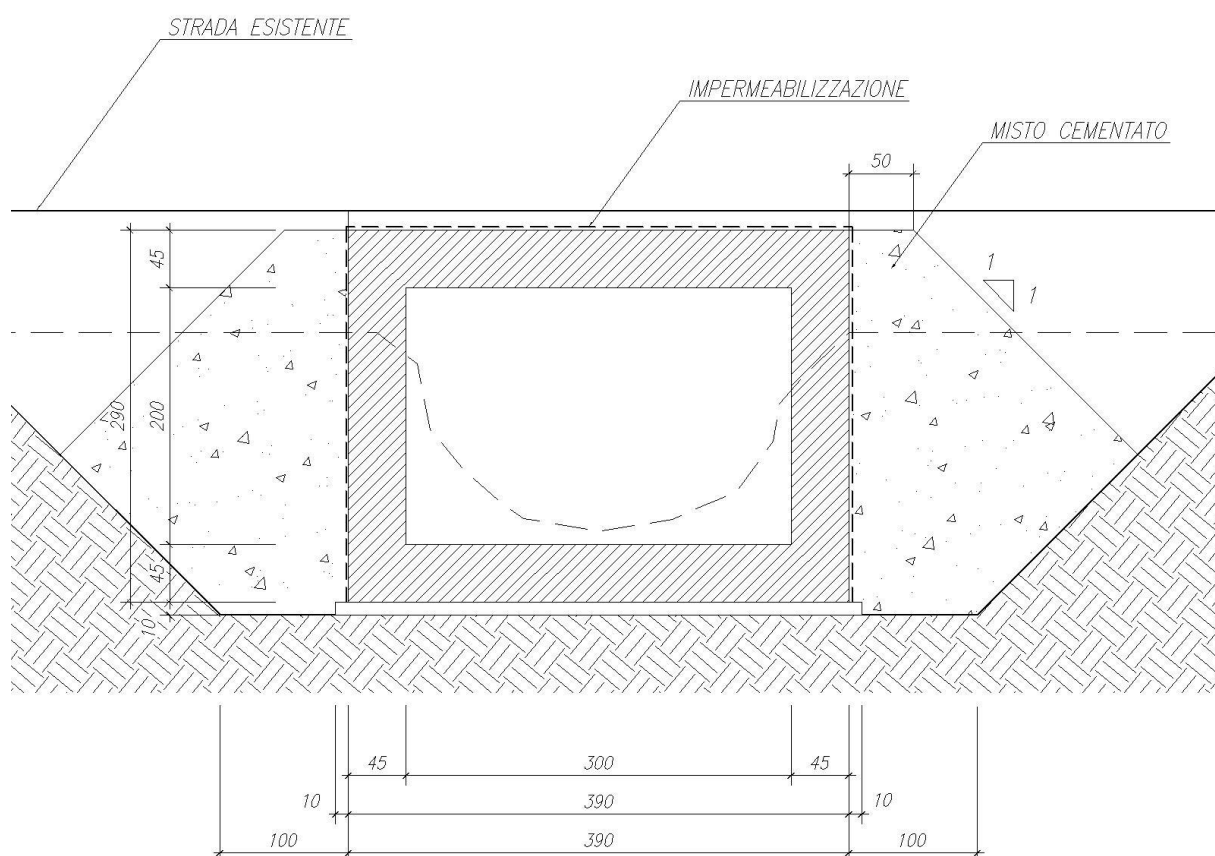
3.3.2 TOMBINI SCATOLARI 3.00 X 2.00

Gli scatolari idraulici 3.00x2.00 sono posti alle progressive 0+045 (pista ciclabile), 0+867 (SP 27) e 1+424 (strada comunale).



Gli scatolari presentano dimensioni interne di 3.00x2.00 con spessore di solette e ritti di 45 cm. Il ricoprimento è di 10 cm, realizzato con 2 strati bituminosi (binder + usura).

Gli imbocchi saranno realizzati con muri digradanti paralleli al corso d'acqua (a becco di flauto) aventi pendenza 3/2 così da garantire la stabilità delle sponde canale.



SEZIONE TIPO DEGLI SCATOLARI

3.4 ARGINATURE – TRATTO 1

Gli interventi previsti in Tratto 1 del fiume Vomano sono mirati alla progettazione e riqualificazione degli argini attualmente preposti al contenimento dell'onda di piena. Nello specifico i periodi di ritorno adottati per la progettazione sono stati differenziati in ragione della destinazione d'uso delle aree esterne agli attuali argini golenali, considerata la rilevante presenza di insediamenti abitativi, le verifiche verranno condotte unicamente per periodi di ritorno di 200 anni.

Le opere in progetto consistono in arginature in terra di altezza tale da garantire per l'intera tratta in esame un margine di sicurezza di almeno 1.0m sull'altezza del pelo libero. Ove le arginature presenti siano tali da permettere il pieno contenimento dell'onda di piena (come descritto sopra), si è optato per una riqualificazione delle stesse.

I risultati della simulazione permettono di evincere:

- Argine Destro – come è possibile osservare dalla planimetria e profilo idraulico, per il Tratto1 dell'area oggetto di indagini non si verificano fenomeni di sovrizzo dell'argine esistente. Si ritiene comunque opportuno operare una riqualificazione del rilevato arginale.

3.5 OPERE TRATTO 3

Il tratto 3, compreso tra la Strada Provinciale n. 23 e l'Autostrada A 14, risulta caratterizzato da diffusi fenomeni di erosione dovuti alla marcata urbanizzazione dell'area a ridosso del fiume Vomano. La riduzione delle aree relative alla piana naturale di esondazione del fiume ha comportato il mutamento delle caratteristiche di scabrezza dell'alveo e quindi una riduzione dei relativi tempi di corrivazione.

Gli interventi individuati nella tratta in esame sono mirati:

1. Alla riduzione del rischio idraulico legato alle attività antropiche attualmente dislocate in prossimità del Vomano (Opera A e D)
2. Alla stabilizzazione del letto naturale del corso rispetto a fenomeni di abbassamento del profilo del corso d'acqua (Opera C)

Di seguito si riporta una breve descrizione degli interventi.

3.5.1 OPERA A

L'intervento è localizzato in zona Castelnuovo Vomano, in sinistra idrografica, zona attualmente caratterizzata dalla presenza di attività antropiche.

Il nuovo argine, di sviluppo complessivo pari a 310m, costituisce la prosecuzione dell'argine golenale attualmente presente e disposto subito a monte del ponte della S.S. 150. L'opera è realizzata in terra e presenta un'altezza massima di 2.0m con inclinazione delle scarpate pari a 33° sull'orizzontale. Il lato esposto all'onda di piena è protetto a mezzo di una geogriglia inerbata.

Come è possibile osservare dalla planimetria delle aree inondate (PP06A_PLANIMETRIA VOMANO TRATTO 3_OPERA A.dwg), la presenza dell'argine di progetto (piena con periodo di ritorno pari a 200 anni) permette la protezione del muro disposto a tergo dell'area in esame (simulazione Post-operam). Allo stato attuale la medesima portata comporta l'allagamento di tali zone.

3.5.2 OPERA C

L'intervento è localizzato in zona Passamadama in una regione caratterizzata da un alveo notevolmente inciso a causa della progressiva azione della corrente. Obiettivo della sistemazione idraulica è la riduzione della velocità media di deflusso.



A tal fine si è optato per una soluzione mirata alla riprofilatura del corso d'acqua, con fondo alveo realizzato attraverso massi naturali sciolti e sponde laterali realizzate con muri in calcestruzzo armato. Il sostegno del materiale di riempimento è ottenuto, a monte, mediante una briglia in calcestruzzo armato fondata su pali alta 3.0m. A valle è invece presente una traversa, anch'essa fondata su pali, di altezza media pari a 1.5m. L'utilizzo dei massi sciolti permette l'aumento della scabrezza media per il tratto indicato a $0.08 s^{1/3}/m$.

La riprofilatura, realizzata tra le progressive 1+600 – 1+561, presenta sezione rettangolare con base pari a 49.0m ed altezza delle sponde di 4.0m. Il dislivello complessivamente coperto è di 3.0m.

3.5.3 OPERA D

L'intervento è localizzato in zona Stacca (Atri), in destra idrografica, in prossimità di una regione in passato utilizzata come cava. Obiettivo della sistemazione idraulica è limitare l'azione dell'onda di piena ed i fenomeni erosivi ad essa associati.

Il potenziamento dell'argine esistente è ottenuto mediante una gabbionata di lunghezza complessiva pari a 250.0m. La struttura è sviluppata attraverso la disposizione di 3 file di gabbioni, ciascuna di altezza pari ad 1.0m, per un totale di 3.0m. La gabbionata permette il contenimento dell'azione erosiva attribuibile all'onda di piena ed evita il propagarsi del processo erosivo alle sponde (riducendo sensibilmente la sottrazione di materiale litoide a piede di rilevato arginale).

Al fine di contenere le azioni erosive presenti anche in testa alla gabbionata si è optato per la realizzazione di un raccordo a terreno esistente mediante uno strato di protezione in geogriglia inerbita. L'onda di piena duecentennale risulta contenuta nell'argine di progetto.



4 INSERIMENTO PAESAGGISTICO E MITIGAZIONI AMBIENTALI

4.1 FAUNA E VEGETAZIONE

Il territorio compreso all'interno del bacino idrografico del Fiume Vomano, ad esclusione dei sottobacini non trattati in questa relazione perché estranei all'area in esame, è caratterizzato dalla presenza di numerose zone protette e di interesse comunitario; la zona è caratterizzata dalla presenza di numerose specie animali di notevole pregio per la comunità scientifica; interessante è la presenza di una notevole avifauna. Tra le specie più importanti che caratterizzano il territorio individuato si segnalano:

- Uccelli: *Alectoris graeca saxatilis*, *Anthus campestris*, *Aythya ferina*, *Aythya fuligula*, *Aythya nyroca*, *Bombina variegata*, *Carduelis carduelis*, *Dendrocopos medium*, *Elaphe quatuorlineata*, *Falco peregrinus*, *Ficedula albicollis*, *Fulica atra*, *Lanius collurio*, *Lullula arborea*, *Monticola saxatilis*, *Montifringilla nivalis*, *Podiceps cristatus*, *Prunella collaris*, *Pyrrhocorax graculus*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*, *Saxicola rubetra*, *Tichodroma muraria*, *Triturus carnifex*.
- Mammiferi: *Canis lupus*, *Rupicapra ornata*, *Felis silvestris*, *Microtus nivalis*.
- Anfibi e rettili: *Bombina variegata*, *Cobitis taenia*, *Elaphe quatuorlineata*, *Rutilus rubidio*, *Triturus carnifex*, *Vipera ursinii*, *Rana italica*.
- Pesci: *Barbus plebejus*, *Chondrostoma genei*, *Cobitis taenia*, *Leuciscus souffia*, *Rutilus rubidio*.
- Invertebrati: *Austropotamobius pallipes*, *Cassida alpina*, *Coenonympha tullia*, *Decticus verrucivorus*, *Drusus improvisus*, *Erebia pandrose*, *Eriogaster catax*, *Halesus appenninus*, *Liparus mariae*, *Longitarsus springeri*, *Longitarsus zangherii*, *Mannerheimia aprutiana*, *Meligethes caudatus*, *Meligethes oreophilus*, *Micrasema setiferum dolcinii*, *Mylabris flexuosa*, *Nebria orsinii orsinii*, *Neobisium osellai*, *Oreina alpestris marsicana*, *Oreina viridis*, *Otiorhynchus pilipes*, *Otiorhynchus vestinus*, *Stenobothrus apenninus*, *Tropiphorus imperialis*.

Dal punto di vista vegetazionale il bacino in questione presenta un'ampia varietà di habitat con presenza di specie endemiche e rare per l'Appennino abruzzese; la presenza di zone con forte naturalità e notevole interesse paesaggistico rende il territorio di notevole pregio. Gli habitat più importanti individuabili nel bacino sono:

- Habitat d'acqua dolce: fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix eleagno*, fiumi mediterraneaia flusso permanente;
- Lande alpine e boreali: formazioni a *Juniperus communis*;
- Formazioni erbose naturali e seminaturali: calcicole alpine e subalpine, percorsi sub steppici di graminacee; Torbiere basse alcaline; Ghiaioni del mediterraneo, pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica;



- Foreste di versanti, ghiaioni e valloni del *Tilio-Acerion*, faggeti degli Appennini con *Taxus* ed *Ilex*, foreste di *Quercus Ilex* e *Quercus rotundifolia*.

4.2 USO AGRO-FORESTALE DEL SUOLO

La tabella seguente riporta per ogni classe di uso del suolo, la superficie in ettari e la percentuale di superficie occupata nell'ambito del bacino idrografico del Fiume Vomano.

Classi di uso del suolo ¹	Superficie	
	(ha)	(%)
Aree boscate	30362,86	38,38
Aree cespugliate	3655,55	4,62
Colture cerealicole e vivai	22432,96	28,36
Colture ortive	7,38	0,01
Corsi d'acqua, canali e idrovie, bacini d'acqua	1368,91	1,73
Frutteti, vigneti, uliveti	5006,2	6,33
Prato-pascolo	9150,1	11,57
Spiagge, dune, sabbie	0	0,00
Zone aperte a vegetazione rada o assente	4871,61	6,16
Zone estrattive, discariche e cantieri	91,28	0,12
Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione	729,61	0,92
Zone urbanizzate	1419,92	1,80

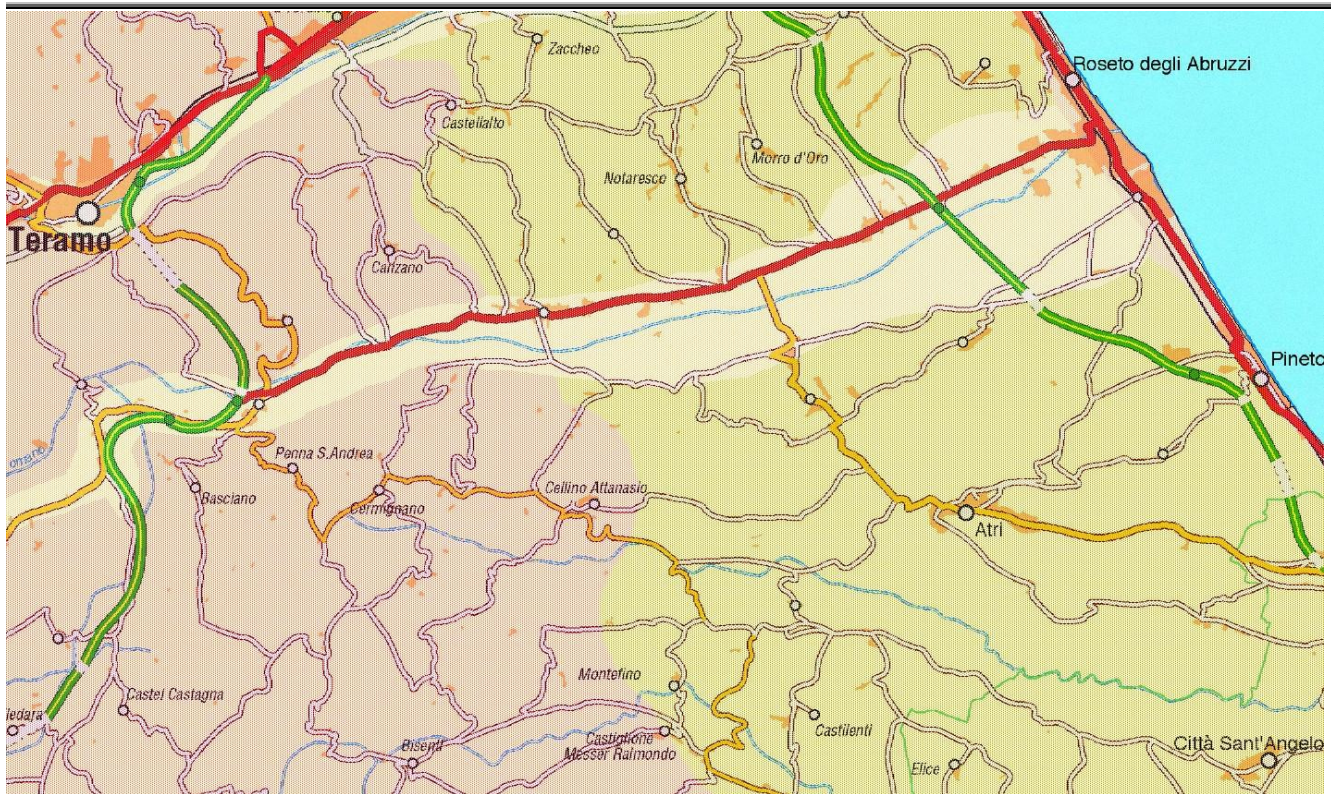
Classi di Uso del Suolo - Fonte: Corine Land Cover, 2000

4.3 USO DEL PAESAGGIO

Per l'uso del paesaggio le aree rintracciate sono le seguenti:

- La **pianura costiera** (codice 13056), colore rosa lungo la fascia costiera;
- La **pianura fondovalle** (codice 16025), colore rosa nella parte più interna;
- Il **paesaggio collinare terrigeno con tavolati sommitali** (codice 15085), colore giallo/verde.





Carta uso del paesaggio con riferimenti cartografici

4.4 INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Gli interventi di idraulica su cui si prevede di effettuare gli interventi di mitigazione sono i seguenti:

- sugli **argini in terra**
- sui **gabbioni in rete metallica e pietrame**
- lungo il **canale**
- lungo la **riprofilatura dell'alveo**

4.4.1 ARGINI IN TERRA

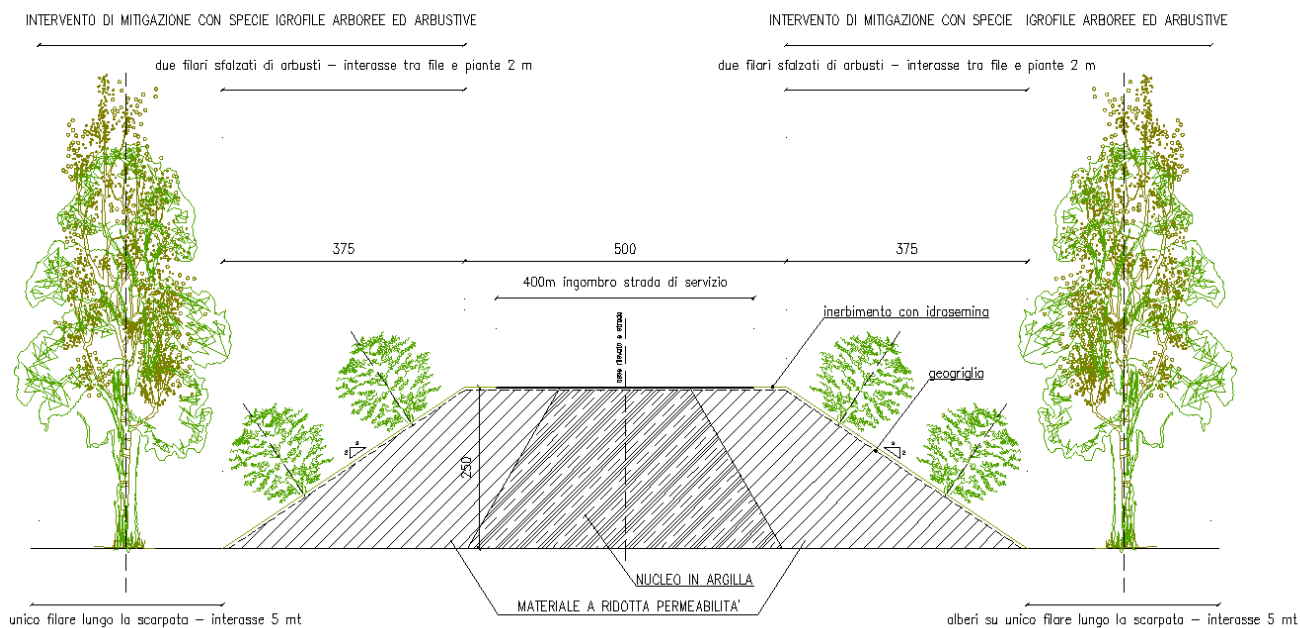
Gli argini in terra sono stati realizzati nei tratti 1 e 3 (opera A).

La sezione trasversale dell'argine ha una larghezza massima di 12m e mezzo, per una altezza pari a 2m e mezzo.

Le scarpate laterali hanno una pendenza pari 2/3.



INTERVENTO DI MITIGAZIONE SU RILEVATO ARGINALE
SEZIONE TRASVERSALE – Scala 1:50



Sezione rilevato arginale in terra

L'intervento di mitigazione è sulle scarpate escluse le sommità, ove è localizzata la strada di servizio.

Lo schema dei sestii e delle specie è stato così progettato:

- alla base del rilevato un filare, per lato, di alberate di specie autoctone igrofile, ad eccezione della scarpata che fiancheggia la strada (argine in destra nel tratto 1). Il sesto di impianto tra le alberature è di 5 mt;
- sulle scarpate un doppio filare sfalzato, per lato, di arbusti di specie autoctone igrofile. il sesto di impianto è di 2 metri tra le piante e le file. Quindi un arbusto ogni 4mq (2mt x 2mt).

Le specie arboree, arbustive ed erbacee prese in considerazione sono quelle tipiche dei mosaici dei saliceti a *Salix alba* (*Salicion albae*), pioppeti a *Populus alba* (*Populion albae*), ontanete ad *Alnus glutinosa* (*Alno-Ulmion*).

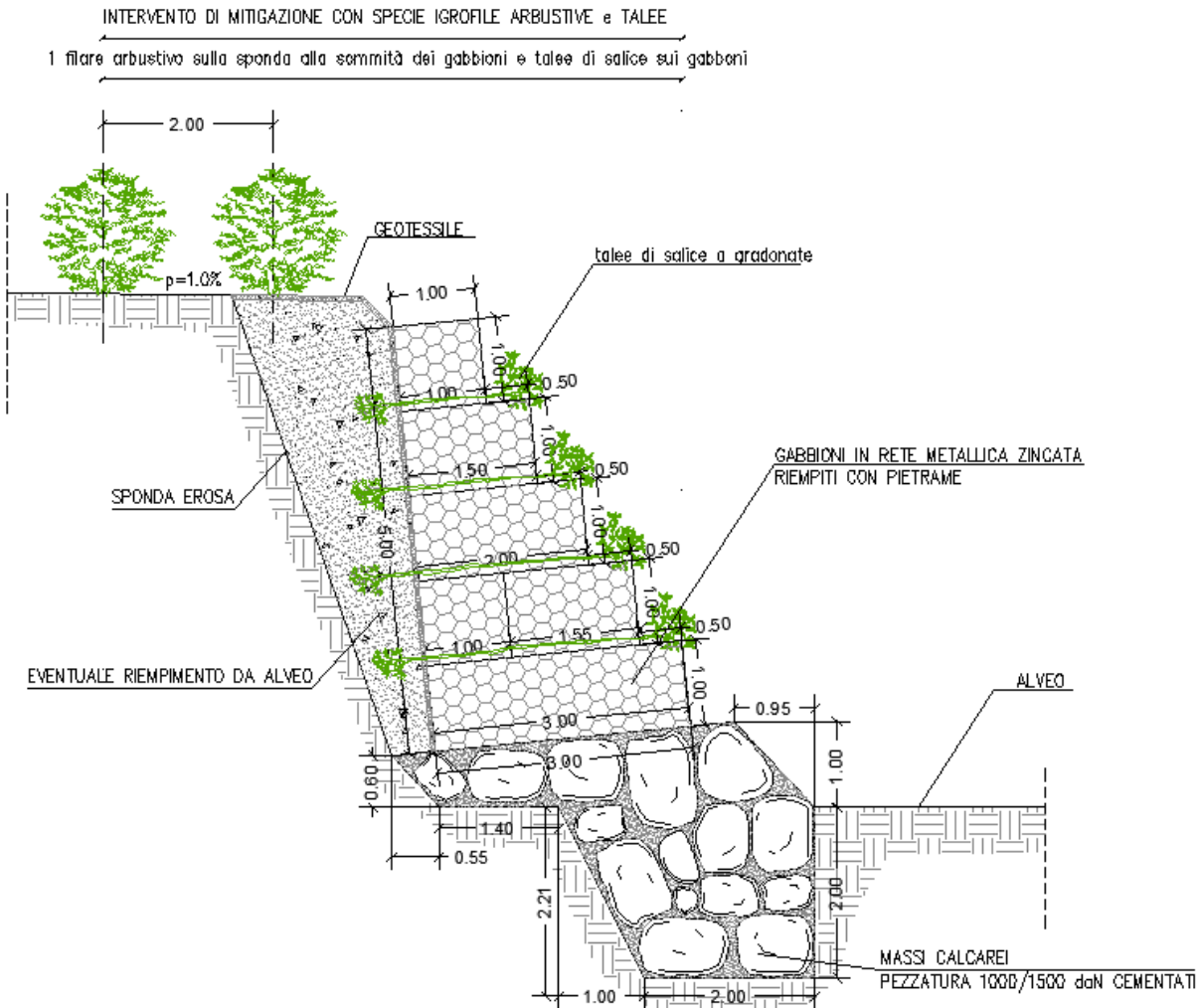
4.4.2 GABBIONI IN RETE METALLICA E PIETRAMÈ

I gabbioni in rete metallica e pietrame sono stati realizzati nel tratto 3 (Opera D).

La sezione trasversale dei gabbioni, come si può vedere dall'immagine ha una parte variabile di riempimento di alveo, là dove è stata erosa dall'acqua, e a seguire i gabbioni in rete metallica e pietrame. I gabbioni poggiano su di un basamento di massi calcarei (pezzatura 1000/1500 daN cementati).

La gabbionata D ha un'estensione di .851 mq ca e una lunghezza di 180 ml ca.

INTERVENTO DI MITIGAZIONE SU SISTEMAZIONE SPONDALE IN GABBIONI E RETE METALLICA E PIETrame
SEZIONE TRASVERSALE – scala 1:50



Sezione gabbioni in rete metallica e pietrame

Gli interventi di mitigazione sulle gabbionate hanno la finalità di rendere l'intervento mitigativo più naturale possibile, e quindi anche qui sarà realizzata un'opera di mascheramento, attraverso l'uso di talee di salice.

Lo schema dei sest i e delle specie è stato così progettato:

- sulla testa della sponda fluviale due filari arbustivi di specie autoctone igrofile. Il sesto di impianto è di 2 mt tra le piante e le file. Quindi un arbusto ogni 4mq (2mt x 2mt).
- all'intero dei gabbioni 1 talea di salice a mq sui quattro gradoni della parete artificiale in pietrame.

Totale talee complessive: 851 (1 a mq).

Totale arbusti: 180 (90 a filare).

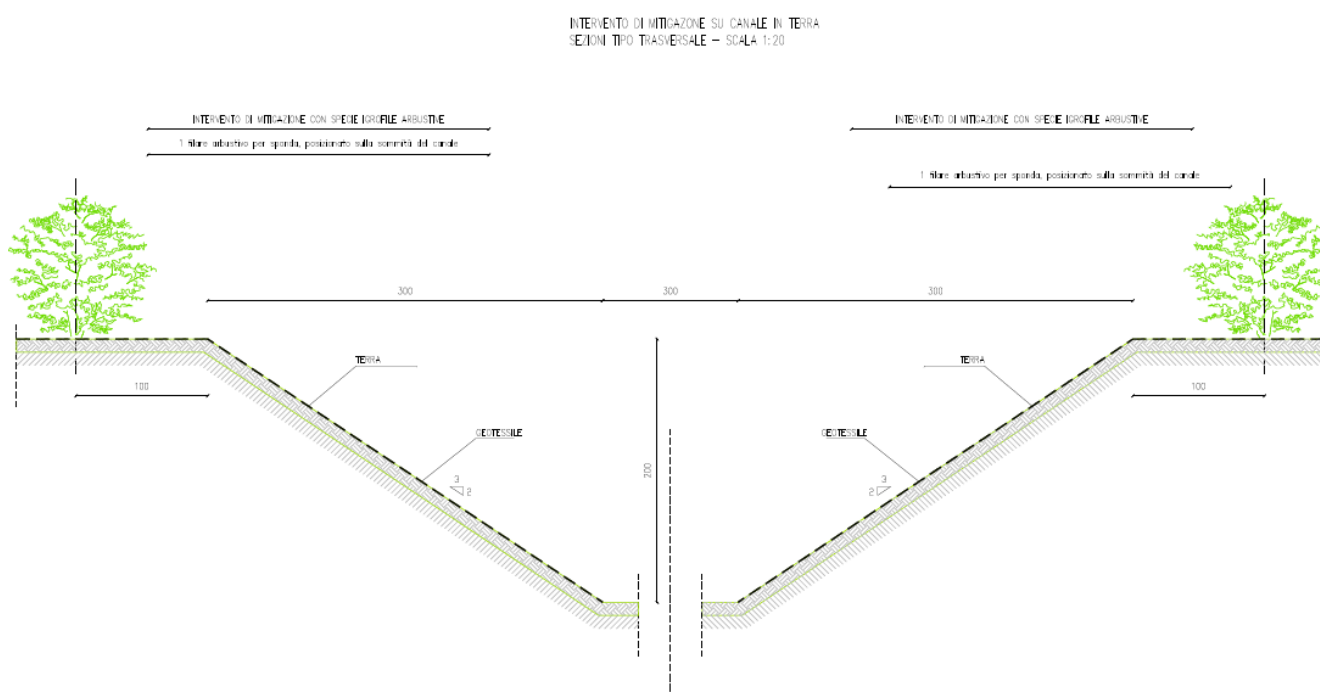
Le specie arboree, arbustive ed erbacee prese in considerazione sono quelle tipiche dei mosaici dei saliceti a *Salix alba* (*Salicion albae*), pioppeti a *Populus alba* (*Populion albae*), ontanete ad *Alnus glutinosa* (*Alno-Ulmion*).

4.4.3 CANALE

Il canale è localizzato nel tratto 2.

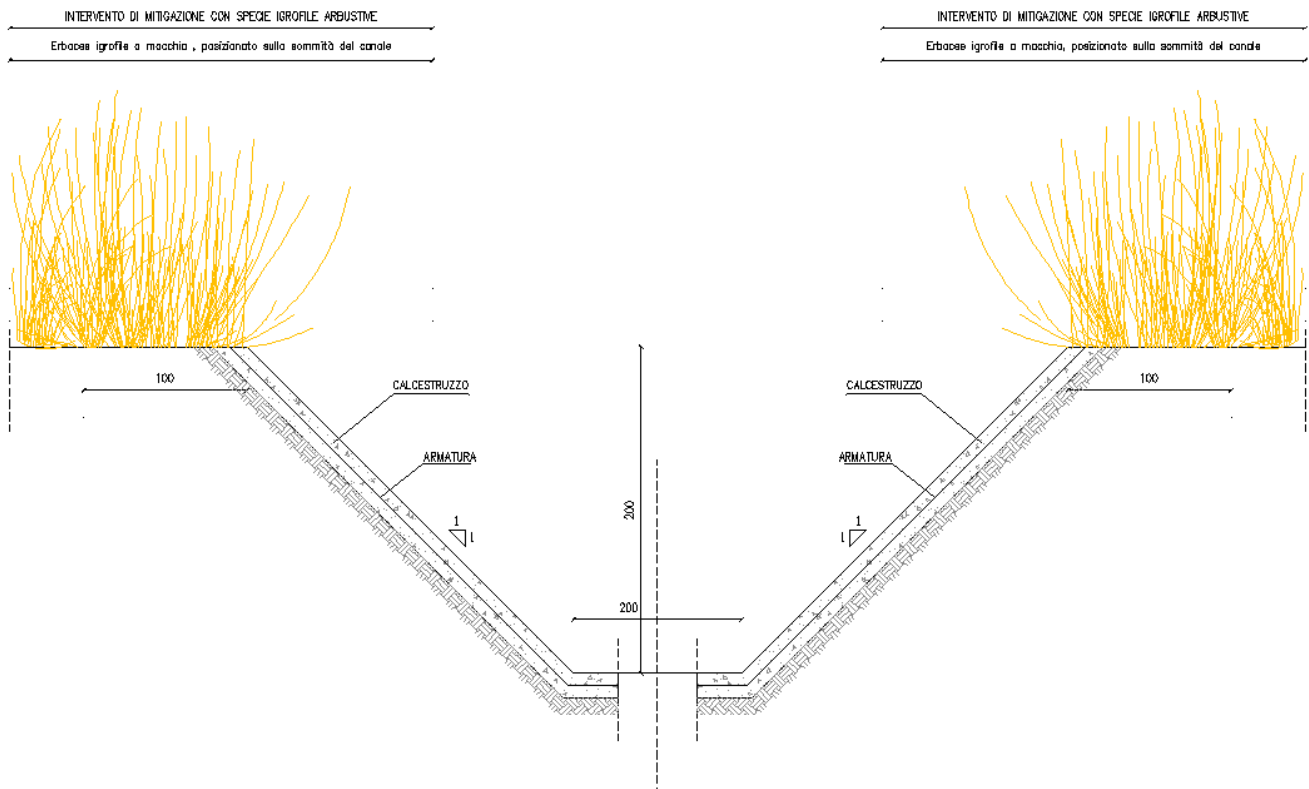
La sezione trasversale del canale è variabile lungo il suo corso di circa un metro, da 6 mt passa a 5 mt.

L'intervento è su circa 3 km (3000 m) complessivi di lunghezza.



Sezione canale in terra con mitigazione arbustiva

INTERVENTO DI MITIGAZIONE SU CANALE IN CLS
SEZIONI TRASVERSALE - SCALA 1:20



Sezione canale in cls con copertura vegetazionale a macchia con erbacee igrofile.

Gli interventi di mitigazione lungo il canale in cls hanno la finalità di mascherare, per quello che è possibile alla percezione visiva da terra e aria, l'opera impattante sia per dimensioni che per i tipo di materiali utilizzati per la realizzazione.

Sono state ipotizzate due tipologie di mitigazione sulle fasce spondali:

- arbustiva a macchia unifilare
- il canneto, una macchia di erbacee palustri come ad esempio: la *cannuccia da palude*, la *typha*, il *giunco*, i *salici*, etc.

Per la prima tipologia è stato previsto un sesto di impianto pari a 1 pianta ogni 2 m.

Le specie arboree, arbustive ed erbacee prese in considerazione sono quelle tipiche dei mosaici dei saliceti a *Salix alba* (*Salicion albae*), pioppeti a *Populus alba* (*Populion albae*), ontanete ad *Alnus glutinosa* (*Alno-Ulmion*).

Per la seconda tipologia invece si è pensato ad un effetto a macchia più compatto e naturaleggiante. Essendo questa un'area di transizione tra i due ecosistemi (fiume e terra) questa fascia è un vero e proprio sito di collegamento e rifugio per la fauna locale di terra, di acqua e d'aria.



4.4.4 RIPROFILATURA DI ALVEO

L'intervento è localizzato in zona Passamadama in una regione caratterizzata da un alveo notevolmente inciso a causa della progressiva azione della corrente. Obiettivo della sistemazione idraulica è la riduzione della velocità media di deflusso.

A tal fine si è optato per una soluzione mirata alla riprofilatura del corso d'acqua, con fondo alveo realizzato attraverso massi naturali sciolti e sponde laterali realizzate con muri in calcestruzzo armato. Il sostegno del materiale di riempimento è ottenuto, a monte, mediante una briglia in calcestruzzo armato fondata su pali alta 3.0m. A valle è invece presente una traversa, anch'essa fondata su pali, di altezza media pari a 1.5m. L'utilizzo dei massi sciolti permette l'aumento della scabrezza media per il tratto indicato a $0.08 s^{1/3}/m$.

La riprofilatura, realizzata tra le progressive 1+600 – 1+561, presenta sezione rettangolare con base pari a 49.0m ed altezza delle sponde di 4.0m. Il dislivello complessivamente coperto è di 3.0m.

La criticità di questo intervento è legata all'erosione della fascia spondale a causa dell'azione dell'onda di piena e ai fenomeni erosivi ad essa associati.

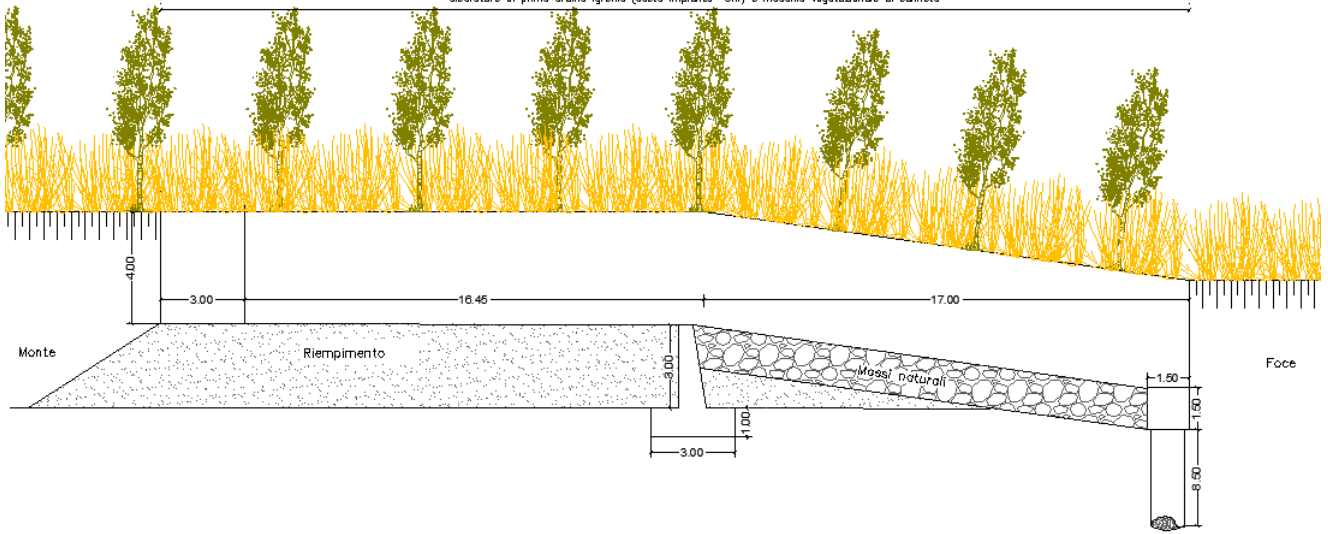
L'uso di una fascia semi boscata di vegetazione igrofila autoctona ripariale e canneto, aumenterà la protezione della sponda dall'erosione e creerà un mascheramento dell'opera riducendo così l'impatto ambientale.

Una prima fascia ripariale sarà mitigata con specie erbacee e a seguire quella arborea (sesto di impianto 5 m).



INTERVENTO DI MITIGAZIONE SU RIPROFILATURA ALVEO
SEZIONE LONGITUDINALE A-A - Scala 1:100

INTERVENTO DI MITIGAZIONE CON SPECIE IGROFILE ED ERBACEE ELOFTICHE
alberature di primo ordine igrofila (sesto impianto 5m) e macchia vegetazione di canna



Sezione della riprofilatura dell'alveo con vegetazione igrofila



5 ESPROPRI

Per la esecuzione dei lavori in oggetto è prevista l'occupazione definitiva di aree di proprietà privata ubicate nel territorio del Comune di Pineto.

Dette aree, attualmente ricadono nelle seguenti zone del P.R.G.:

- Zona Agricola
- Zona residenziale di tipo B2

INDENNITA' DI ESPROPRIAZIONE DELLE AREE A DESTINAZIONE AGRICOLA

Le indennità di espropriazione per le aree a sicura destinazione agricola, ubicate in agro del Comune sopradescritto, sono state computate adottando i criteri di cui **all'art. 40 del DPR 327/2001** e successive modificazioni ed integrazioni adottate dalla sentenza della **Corte Costituzionale n° 181 del 10.06.2011** e cioè **dall'art. 40 comma 1 del DPR 327/2001 Valore Agricolo (Valore Venale)**, e cioè **3,50 €/mq.** per i terreni in coltivazione e **0,50 €/mq.** per i terreni destinati già come cabalette irriigazione.

Per i proprietari coltivatori diretti, l'indennità è stata triplicata secondo quanto previsto dall'art. 40 comma 4, negli importi a consuntivo.

Per l'affittuario, il mezzadro, è stato previsto un importo a consuntivo.

Tale indennità sarà corrisposta solo dopo che essi abbiano prodotto documentazione a riprova della loro qualifica.

INDENNITA' DI OCCUPAZIONE TEMPORANEA PREORDINATA AD ESPROPRIO PER LE AREE A DESTINAZIONE AGRICOLA.

Le indennità di occupazione temporanea per le aree a destinazione agricola sono state computate con i criteri di cui **all'art.50 del DPR 327/2001** e successive modificazioni, ossia in ragione di 1/12 annuo delle indennità di espropriazione base.

Per tali aree il periodo di occupazione è stato valutato in mesi 24, pari ai 2/5 del periodo legale (5 anni), come risulta dal prospetto riepilogativo allegato alla presente.

INDENNITA' DI ESPROPRIAZIONE PER LE AREE A DESTINAZIONE RESIDENZIALE B2 DEL P.R.G.

Le indennità di espropriazione per le aree a sicura destinazione residenziale ubicate in agro del Comune sopradescritto, sono state determinate, applicando il Valore medio di mercato, e cioè **80,00 €/mq.** Tale indennità, è stata determinata avvalendosi della consulenza di tecnici dell' U.T.E. di Teramo.

RIMBORSO IMPOSTE SULL'ULTIMO TRASFERIMENTO

Ai sensi **dell'art. 35 del DPR 327/2001** è stato calcolato un importo pari al 3% delle indennità base per il rimborso imposte sull'ultimo trasferimento, relative alle aree agricole.



DESCRIZIONE	QUANTITA'	PREZZO	IMPORTO		
			PARZIALE	TOTALE	
Prestazioni necessarie per l'acquisizione dei beni immobili e diritti occorrenti per l'esecuzione dei lavori di mitigazione del rischio idrogeologico sul fiume Vomano PROVINCIA DI TERAMO A Indennità per terreni da espropriare di natura agricola non destinati ad edificazione né urbanizzati. COMUE DI PINETO Regione Agraria n° 6 della Provincia di Teramo Valevole per l'anno 2013					
1 Indennità di occupazione permanente per sede stabile del canale suddivisa per colture:					
SEMINATIVO	mq.	3 161	3.50	11 063.50	
SEMIN. ARB.	mq.	1 275	3.50	4 462.50	
SEMIN. IRRIGUO ARB.	mq.	805	3.50	2 817.50	
ULIVETO	mq.	455	3.50	1 592.50	
SEMIN. IRRIGUO	mq.	3 564	3.50	12 474.00	
PASCOLO	mq.	2 521	3.50	8 823.50	
ORTO IRRIGUO	mq.	1 093	3.50	3 825.50	
INCOLTO PRODUTTIVO	mq.	470	3.50	1 645.00	
CANALETTA IRRIGAZIONE	mq.	4 742	0.50	2 371.00	
2 Indennità di occupazione art. 50 D.P.R. 327/2001 calcolata per un periodo di 24 mesi di cui alla voce 1. 49.075,00x1/144x24 mesi	€			8 179.17	49 075.00
3 Rimborso imposte sull'ultimo trasferimento degli immobili espropriandi in misura pari al 3% circa sulla indennità base complessiva sensi dell'art. 35 DPR 327/2001 di cui alla voce 1. 49.075,00x0,03	€			1 472.25	8 179.17
4 Indennità per l'acquisizione di aree relitte ai sensi dell'art. 16 c.11 D.P.R. 327/2001.					1 472.25
SEMIN. IRRIGUO ARB.	mq.	143	3.50	500.50	



	SEMIN. IRRIGUO	mq.	50	3.50	175.00	
	ORTO IRRIGUO	mq.	550	3.50	1 925.00	
5	Indennità di occupazione art. 50 D.P.R. 327/2001 calcolata per un periodo di 24 mesi di cui alla voce 4. 4.072,75x1/144x24 mesi	€			678.79	4 072.75
						678.79
	Totale aree agricole					63 477.96
B	VOCI A CONSUNTIVO					
6	Maggiorazione da corrispondere ai proprietari diretti coltivatori nell'ipotesi di cessione volontaria suddivisa per colture:					
	SEMINATIVO	x 2 mq.	3 161	1.66	10 494.52	
	SEMIN. ARB.	x 2 mq.	1 275	1.88	4 794.00	
	SEMIN. IRRIGUO ARB.	x 2 mq.	805	3.19	5 135.90	
	ULIVETO	x 2 mq.	455	2.53	2 302.30	
	SEMIN. IRRIGUO	x 2 mq.	3 564	2.92	20 813.76	
	PASCOLO	x 2 mq.	2 521	0.29	1 462.18	
	ORTO IRRIGUO	x 2 mq.	1 093	5.11	11 170.46	
	INCOLTO PRODUTTIVO	x 2 mq.	470	0.14	131.60	
	Totale voci a consuntivo					56 304.72
	Totale acquisizione aree agricole (A+B)					119 782.68
B	Indennità per terreni da espropriare destinati ad edificazione. Valore medio di mercato dei terreni edificabili nell'anno 2013					
7	Indennità di occupazione permanente per sede stabile canale Zona RESIDENZIALE B2	mq.	2 615	80.00	209 200.00	209 200.00



8	Indennità di occupazione art. 50 D.P.R. 327/2001 calcolata per un periodo di 24 mesi di cui alla voce 4. 209.200,00x1/144x24 mesi				34 866.67	
						34 866.67
Totale acquisizione aree edificabili						244 066.67
COMUE DI CASTELLALTO Regione Agraria n° 6 della Provincia di Teramo Valevole per l'anno 2013						
C	Indennità per terreni da espropriare di natura agricola non destinati ad edificazione né urbanizzati.					
9	Indennità di occupazione permanente per sede stabile del canale suddivisa per colture:					
	SEMIN. ARB.	mq.	490	3.50	1 715.00	
						1 715.00
10	Indennità di occupazione art. 50 D.P.R. 327/2001 calcolata per un periodo di 24 mesi di cui alla voce 9. 1715,00x1/144x24 mesi	€			285.83	
						285.83
11	Rimborso imposte sull'ultimo trasferimento degli immobili espropriandi in misura pari al 3% circa sulla indennità base complessiva sensi dell'art. 35 DPR 327/2001 di cui alla voce 9. 1715,00x0,03	€			51.45	
						51.45
Totale acquisizione aree agricole						2 052.28
VOCI A CONSUNTIVO						
6	Maggiorazione da corrispondere ai proprietari diretti coltivatori nell'ipotesi di cessione volontaria suddivisa per colture:					
	SEMIN. ARB.	x 2 mq.	490	1.66	1 626.80	
						1 626.80
TOTALE BENI ACQUISIZIONE BENI IMMOBILI (A+B+C+D+E)						367 528.43



6 INTERFERENZE

Sono stati contattati gli enti gestori dei sottoservizi per la verifica delle reti e l'individuazione di eventuali interferenze.

Essendo gran parte delle interferenze in fregio al fiume e in terreni agricoli, non risultano interferenze con i sottoservizi. In particolare, è stato contattato l'ente Ruzzo Reti per le reti acquedottistica e fognatura.

Le interferenze principali riguardano le condotte acquedottistiche e fognarie della Ruzzo Reti, riportate nella planimetria di individuazione delle interferenze.

Pur non essendo stato fornito dall'ente gestore la stima della risoluzione delle interferenze, a titolo cautelativo sono stati tuttavia inseriti in Quadro Economico circa 100'000 € per la risoluzione delle interferenze.

7 PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

Il documento ha preso a riferimento quanto già previsto nel Progetto Preliminare, aggiornandolo ed integrandolo in relazione allo sviluppo del Progetto Definitivo.

Sono state prese in esame le fasi realizzative delle singole opere e le modalità costruttive delle stesse, al fine di determinare gli apprestamenti e le prescrizioni atte ad assicurare la realizzazione dei lavori in sicurezza e nel pieno rispetto della normativa vigente.

Gli oneri della sicurezza sono stati stimati per tutta la durata delle lavorazioni previste in cantiere, e correlati alla durata dello stesso poiché calcolati sui tempi esposti programma lavori allegato al Progetto Definitivo.

Gli Oneri della Sicurezza sono stimati in **77'301,20 €**



8 PROGRAMMA LAVORI

ID	Nome attività	Durata	Mese 1			Mese 2				Mese 3				Mese 4				Mese 5				Mese 6				Mese 7				Mese 8				Mese 9						
			S-2	S-1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36
1	INIZIO LAVORI	0 g			◆																																			
2	durata lavori	175 g			▾																																			
3	TRATTO 1	65 g			▾																																			
4	Argini	60 g			▾																																			
8	Manufatti Idraulici	10 g																																						
10	Sistemazione spondale	35 g																																						
14	TRATTO 2	60 g																																						
15	Canale	60 g																																						
20	Opere di attraversamento	40 g																																						
21	Tombini scatoari	40 g																																						
26	Tombino scatoiare a spinta	35 g																																						
30	Scala Idraulica	25 g																																						
35	TRATTO 3	50 g																																						
36	Opera A	30 g																																						
40	Opera B	30 g																																						
44	Opera C	50 g																																						
48	Opera D	30 g																																						



9 QUADRO ECONOMICO

**APPALTO INTEGRATO per la progettazione esecutiva e l'esecuzione di
Lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico sul fiume Vomano**

A)	Lavori a base di Appalto			
a1	Sommano i Lavori a Corpo e a Misura		€ 1 992 184.40	
a2	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso		€ 77 301.20	
a3	a sommare spese tecniche relative alla progettazione esecutiva		€ 49 804.61	
a4	Totale lavori più servizi	a1+a2+a3	€ 2 119 290.21	e 2 119 290.21
a5	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza non soggetti a ribasso		€ 77 301.20	
a6	Importo lavori soggetto a ribasso	a4-a5	€ 2 041 989.01	
B)	Somme a disposizione della stazione appaltante			
b1	Interferenze		€ 106 316.71	
b2	Rilievi , accertamenti ed indagini		€ 100 000.00	
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi		€ 12 000.00	
b4	Imprevisti	7.00%	€ 144 863.99	
b5	Acquisizione Aree ed Immobili Imposte di registro, ipotecarie e catastali		€ 367 528.43	
b6	spese di cui agli articoli 90, comma 5, e 92, comma 7-bis, del codice, spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, l'importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 92, comma 5, del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni	7.00%	€ 144 863.99	
b7	Accantonamento ex art. articolo 133, comma 3 e 4 del codice	0.25%	€ 5 173.71	
b8	spese per Commissioni giudicatrici art 84 c. 11 D:Leg. 163/06	0.20%	€ 4 138.97	
b9	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche		€ 8 000.00	
b10	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici;	1.50%	€ 31 042.28	
b11	Totale Somme a Disposizione			e 923 928.10
	Totale Importo Investimento	a4+b11		€ 3 043 218.31
C)	IVA per memoria su (a4+b1+b2+b3+b6+b7+b8+b9+b10)	22%	€ 556 781.69	
	Totale Importo Investimento + IVA	a4+b11+C		€ 3 600 000.00

