REGIONE TOSCANA

COMMISSARIO DI GOVERNO contro il dissesto idrogeologico D.L. 91/2014 - D.L.133/2014

REGIONE TOSCANA
Direzione Difesa Suolo e Protezione Civile
Settore Assetto Idrogeologico

LAVORI DI ADEGUAMENTO STATICO
DEL TORRENTE CARRIONE
TRA IL PONTE DELLA RFI - LINEA PI-GE -
E IL PONTE DI VIA MENCONI

PRIMO LOTTO

PROGETTO ESECUTIVO

UBICAZIONE: Località Avenza
Carrara (MS)

PROGETTO:

R.T.I.:
Ing Renzo Bessi,
Ing. Dario Bessi,
Ing. Italo Santucci,
Ing. Edoardo Saviozzi
Via Don Aldo Mei 64K, 55012 Capannori (LU)
Tel-Fax: 0583/429514 - e-mail: info@studiobessi.com

ELABORATO A

RELAZIONE TECNICA GENERALE

DICEMBRE 2019

Indice generale

1 PREMESSA.....2

2 STATO ATTUALE.....2

2.1 Inquadramento urbanistico.....2

2.2 Rilievo dello stato dei luoghi.....5

2.2.1 Sponda destra.....5
2.2.2 Sponda sinistra.....6

3 ORIENTAMENTI GEOLOGICI.....6

4 INTERVENTI IN PROGETTO.....7

4.1 Difesa di sponda in sinistra idraulica.....9

4.2 Difesa di sponda in destra idraulica.....10

4.3 Movimenti di terra e materiali di risulta.....11

4.4 Interferenze.....12

5 CONCLUSIONI.....12

1 Premessa

A seguito di incarico è stato redatto il Progetto Esecutivo dei *"Lavori di adeguamento statico del Torrente Carrione tra il ponte della RFI - Linea PI-GE – e il ponte di Via Menconi – Primo Lotto"*.

Per lo sviluppo del progetto è stato utilizzato, come base, il Progetto Definitivo approvato, redatto nel 2016 dall'Ing. Andrea Morelli e dall'Ing. Sergio Bernacca. Il Progetto Definitivo teneva conto di tutti gli studi già eseguiti nel tratto ed in particolare dei seguenti:

- *"Studio idraulico del Torrente Carrione con analisi dei possibili interventi per la mitigazione del rischio"*, redatto dai Prof. Ing. Giovanni Seminara e Prof. Ing. Marco Colombini, in collaborazione con la Dott. Ing. Rossella Luchi del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova;
- *"Analisi strutturale dei manufatti di contenimento laterali e trasversali del T. Carrione. Valutazione dello stato attuale e proposte di intervento"*, eseguita dall'Ing. Giovanni Cardinale della società GPA Ingegneria srl di S. Giovanni Valdarno (AR);
- *"Lavori di somma urgenza per realizzazione indagini geotecniche ed opere di sistemazione del sifonamento della scogliera in sponda destra del T. Carrione a monte del ponte di Via Giovan Pietro nel comune di Carrara – Relazione Geologica"* redatta dal Dott. Geol. Luigi D'Argliano nel Maggio del 2015;
- *"Lavori di somma urgenza per realizzazione indagini geotecniche ed opere di sistemazione del sifonamento della scogliera in sponda destra del T. Carrione a monte del ponte di Via Giovan Pietro nel comune di Carrara – Relazione Tecnica Descrittiva di Fine Lavori"* redatta dall'Ing. Riccardo Spallanzani della GI.ESSE Ingegneri Associati di Massa.

Lo scopo della progettazione è quello di definire le nuove difese di sponda finalizzate alla realizzazione delle sezioni di deflusso indicate nello studio idraulico del Prof. Seminara.

Nel tratto oggetto di intervento, le nuove difese di sponda garantiranno il transito del valore di portata con tempo di ritorno trentennale stimato nello studio in 306 mc/s con un metro di franco.

2 Stato attuale

2.1 Inquadramento urbanistico

Il tratto oggetto di studio è riportato nella corografia seguente.

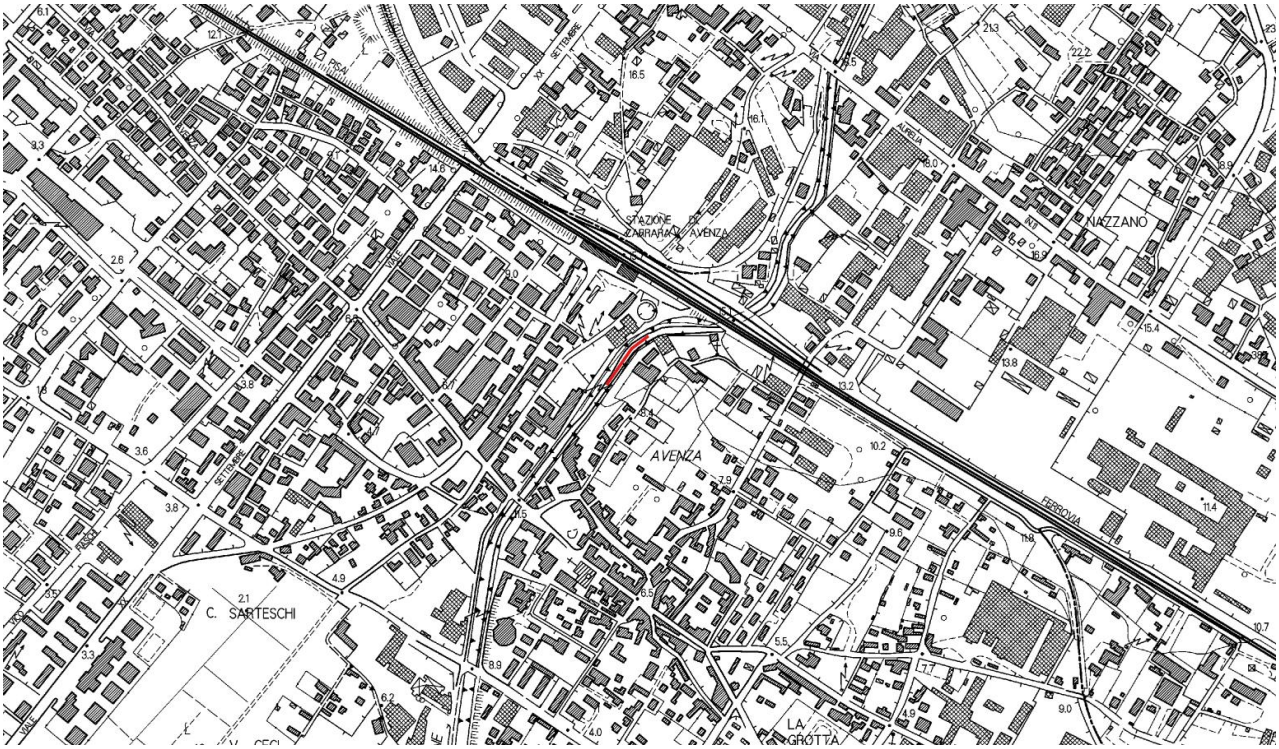


Figura 1. Corografia: il tratto oggetto di intervento è evidenziato in rosso

Da un punto di vista urbanistico, il tratto interessato fa parte della U.T.O.E. (Unità Territoriale Organica Elementare) 5.2, denominata “Asta di Avenza”, inserita nel sistema funzionale del Carrione, come si può vedere dallo stralcio (riportato in Figura 2) della Tavola 2/II del Regolamento Urbanistico vigente. Nello stralcio (riportato in Figura 3) della Tavola 3d/II del medesimo Regolamento Urbanistico, poi, si può osservare che, dal punto di vista della Disciplina del Centro Edificato, le aree in sponda sinistra del tratto in esame sono a “Destinazione Produttiva”, e più precisamente inserite in zona “D9 – Attività produttive di adeguamento”, mentre quelle in sponda destra sono classificate come “Aree Urbane di Trasformazione e Integrazione”, facenti parte di un “Progetto d’Area”.

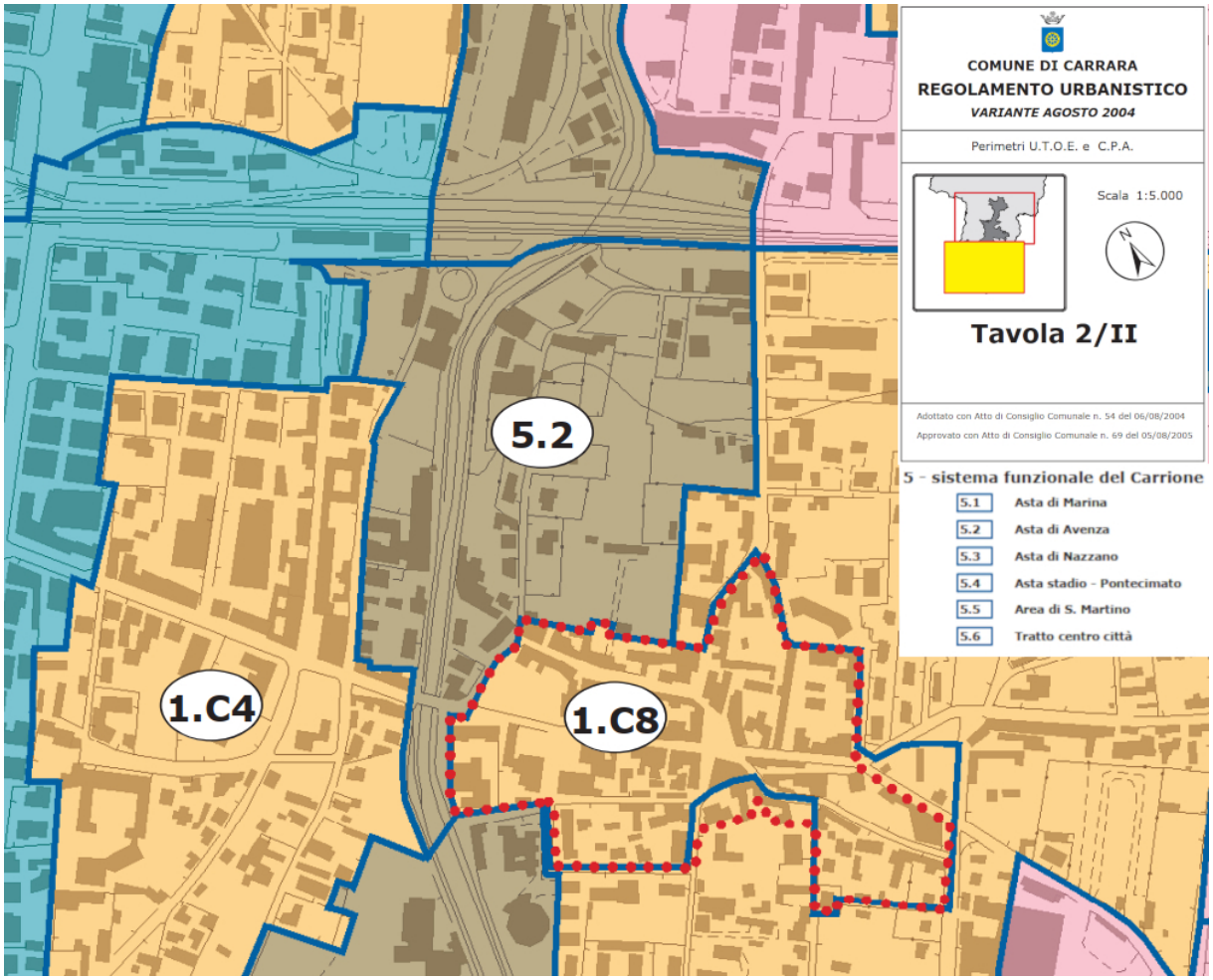


Figura 2. Stralcio della "Tavola 2/II – Perimetri U.T.O.E. e C.P.A." del Regolamento Urbanistico vigente del Comune di Carrara

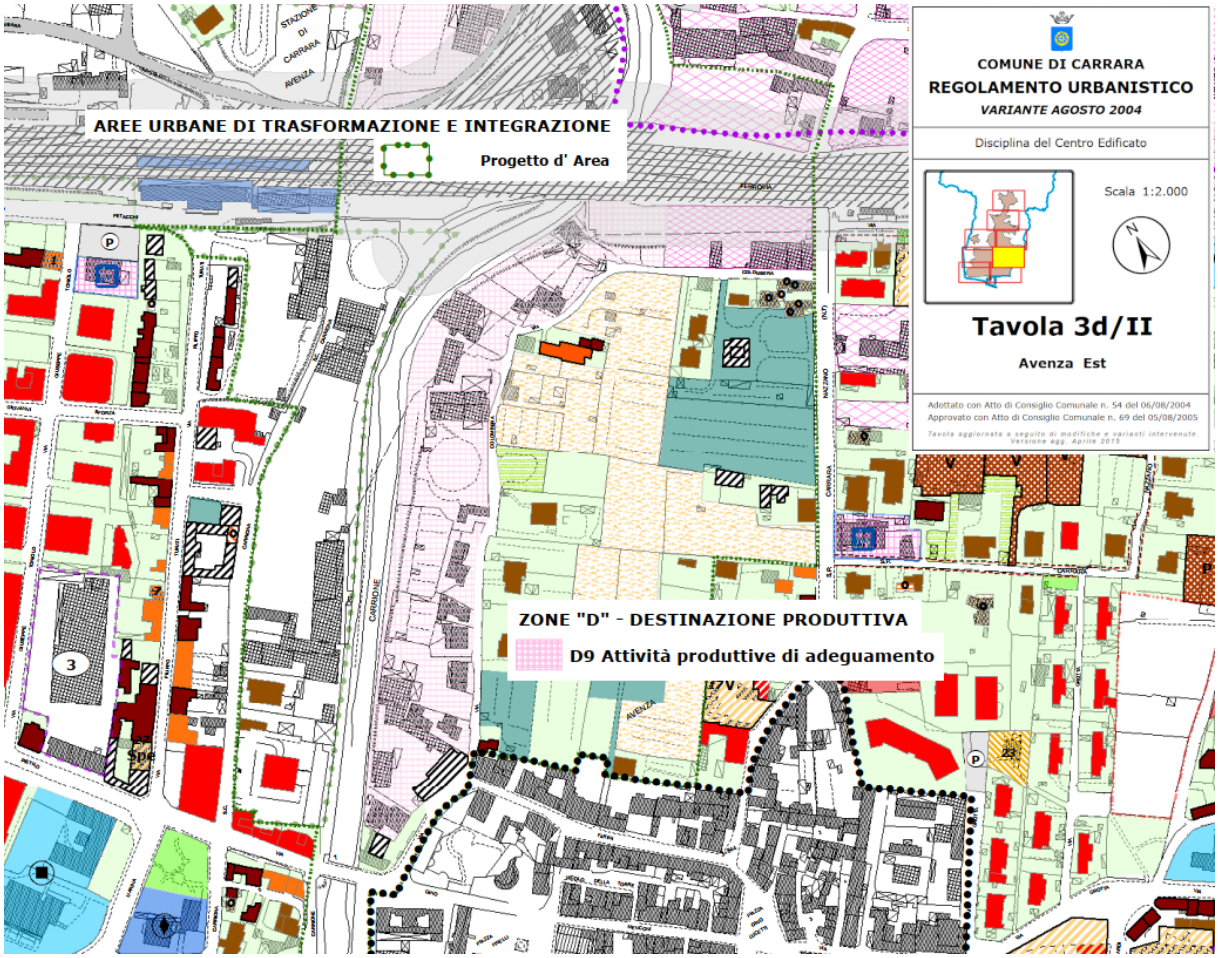


Figura 3. Stralcio della "Tavola 3d/II – Disciplina del Centro Edificato" del Regolamento Urbanistico vigente del Comune di Carrara

2.2 Rilievo dello stato dei luoghi

Il tratto oggetto di studio è stato rilevato dal Geom. Alessio Mazzetti di Prato nel Luglio del 2015 e, poiché, dopo la data del rilievo sono intervenute alcune modifiche morfologiche che hanno interessato il tratto di alveo, in particolare la costruzione della terza luce del ponte della linea ferroviaria PI-GE e l'intervento in somma urgenza di sistemazione del sifonamento della scogliera in destra a monte del ponte di Via Menconi, i professionisti che hanno firmato il Progetto Definitivo approvato hanno eseguito una integrazione del rilievo originario per aggiornare la geometria del tratto.

2.2.1 Sponda destra

La sponda destra è rivestita con una scogliera in massi ciclopici. Sulla scogliera sono state fatte indagini ad opera dei tecnici intervenuti a vario titolo nel tratto con esecuzione di saggi di verifica.

Sull'opera sono state riscontrate numerose problematiche riferibili sostanzialmente ai seguenti aspetti:

- tessitura della scogliera disordinata con blocchi che risultano tra loro disarticolati in assetto instabile con presenza di vuoti;

- assenza di intasamento in calcestruzzo tra i blocchi: il calcestruzzo è stato, probabilmente, posto in opera a scogliera montata, come testimoniato dall'alto volume di vuoti compreso tra i blocchi e dalla presenza di materiale terroso tra gli stessi.

L'opera, così come è stata realizzata, non può garantire la sicurezza statica, né può garantire la sicurezza a fronte di fenomeni di sifonamento, come testimoniato dai dissesti e dai blocchi già asportati dalla corrente.

Nel tratto di intervento, in corrispondenza della Segheria Gugliemo Vennai, è presente un argine in terra di larghezza variabile al quale sono attestati alcuni fabbricati: l'altezza della sommità arginale dal piano campagna è di circa 4,00/4,50 m.

2.2.2 Sponda sinistra

In sponda sinistra è presente un muro d'argine costruito con materiali eterogenei, che ha subito nel tempo vari interventi di rialzamento.

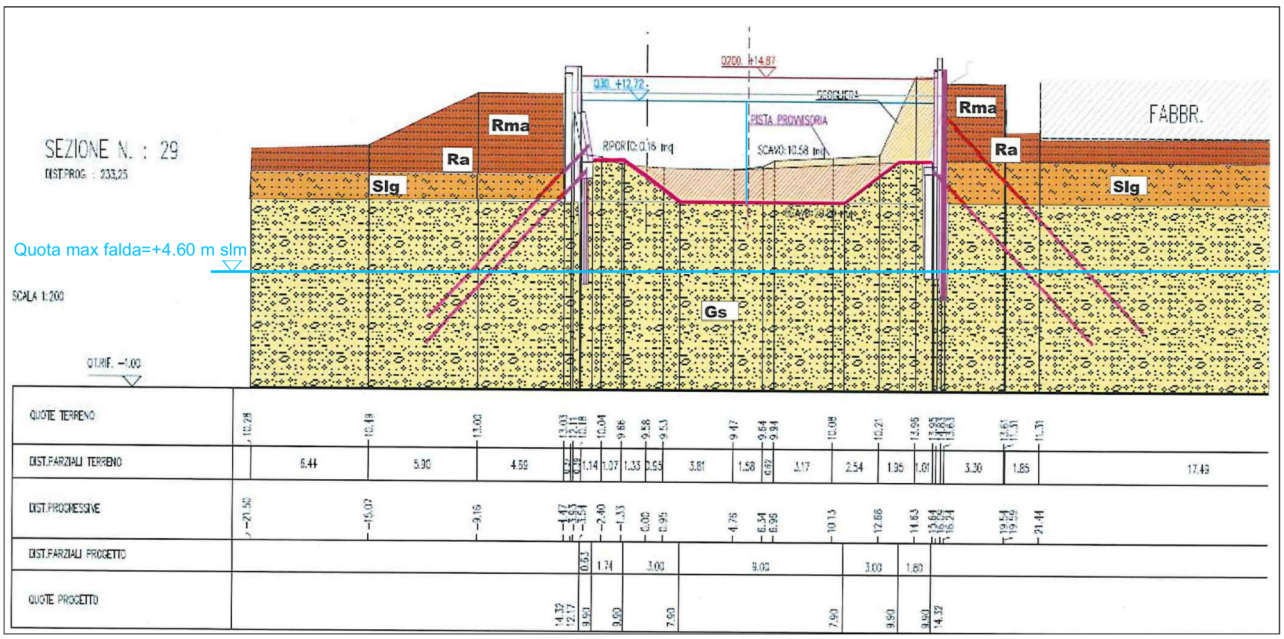
Le indagini preliminari eseguite dalla società GPA Ingegneria srl hanno evidenziato l'assenza di collegamento tra i vari elementi del muro.

Generalmente, il muro ha un terrapieno, lato campagna, di larghezza variabile tra 4 e 12 metri. In alcuni tratti, però, sono presenti, come in sponda destra, dei fabbricati molto vicini o addirittura addossati al muro d'argine, con quota di pavimento situata a 2,50/3,00 m al di sotto della sommità del muro.

3 Orientamenti geologici

Lo studio geologico è stato eseguito dal Dott. Geol. Luigi D'Argliano della Regione Toscana e contiene la descrizione puntuale delle indagini e delle prove effettuate.

In estrema sintesi si rileva la presenza di un pacco composto da strati di materiali fini costitutiti prevalentemente da sabbie limose, sabbie e ghiaie, con intercalazioni più sottili di argille limose, sotto il pacco di materiali fini sono presenti le ghiaie grossolane in matrice sabbiosa. La stratigrafia del terreno è stata ricavata dalla Tav.4 contenuta nella Relazione Geologica facente parte del Progetto Definitivo, firmata dal Geol. Luigi D'Argliano ed è riportata nella seguente figura,



con i parametri di riferimento elencati nella seguente tabella.

Terreno	Parametri geotecnici medi							
	Dr	γ	γ'	φ m	φk	E'	K	
Rrma	42	1,54	1,96	31,5	28,5	31		
Rra	93	1,95	2,21	43,5	40	82		
Slg	26	1,7	2,05	29,1	26,7	62	$7,0x10^{-5}$	
Gs	88	1,9	2,2	42,5	38,0	72	$5x10^{-4}$	

dove Rrma = terreno di riporto del rilevato mediamente addensato; Rra = terreno di riporto del rilevato addensato; Slg = sabbie limose ghiaiose; Gs = ghiaie sabbie e ciottoli; Dr (%) = densità relativa, γ (t/m³) = peso di volume secco, γ'(t/m³) = peso di volume saturo, φ = angolo di attrito interno (m = medio; k= caratteristico), E' (MPa) = modulo di elasticità, K (m/s)= coefficiente di permeabilità (da prove Lefranc in foro)

Il livello massimo della falda è molto al di sotto del fondo dell'alveo, nella Relazione Geotecnica allegata è esattamente individuata la sua posizione, per cui si può affermare che la falda non influenza le azioni sulle opere strutturali di progetto.

Gli argini sono costituiti dai medesimi materiali terrosi fini sopra descritti.

4 Interventi in progetto

Nello studio del Prof. Seminara, relativamente al tratto in esame, si prevede l'ampliamento delle sezioni e la modifica della quota di fondo con la creazione di un alveo di magra a sezione

trapezoidale. In una prima fase, oggetto del presente lotto di interventi, si procederà all'allargamento delle sezioni con mantenimento della quota di fondo attuale, mentre soltanto in una seconda fase (intervento non facente parte del presente lotto di opere, ma ricompreso nel progetto "Torrente Carrione, realizzazione alveo di magra"), partendo dalla foce del torrente, si procederà alla riprofilatura del fondo alveo dell'intero corso d'acqua, con abbassamento delle quote e realizzazione, anche nel tratto in esame, dell'alveo di magra.

Le opere in progetto sono state definite tenendo conto degli spazi molto ridotti a disposizione e dell'esistenza di edifici sia in sinistra che in destra che, in alcuni casi, sono addossati alle difese di sponda.

Le tecnologie adottate riducono al minimo i rischi di danneggiare le strutture esistenti.

I lavori saranno realizzabili in varie fasi, operando sia dall'alveo che dalla sommità arginale, senza richiedere interventi di abbassamento o parziale rimozione delle attuali difese di sponda, in modo da garantire, anche durante l'esecuzione, un soddisfacente livello di sicurezza idraulica del tratto.

Nel tratto in esame, la portata Q_{Tr30}, stimata dal Prof. Seminara in 306 mc/s risulta contenuta con un franco sempre maggiore di 1 m.

Per quanto riguarda la portata Q_{Tr200}, stimata in 425 mc/s, si osserva che anche questa è sempre contenuta entro gli argini, seppur con franchi molto ridotti o nulli, ad eccezione del tratto ubicato subito a monte del ponte di Via Menconi, dove il ponte determina, nella sua attuale configurazione, un rilevante rigurgito che provoca l'esondazione lungo la sponda destra.

Nella ubicazione delle difese di sponda, si è tenuto conto anche della possibilità di rivestire le stesse, sia in sinistra che in destra, con una muratura di pietrame di 30 cm di spessore, intervento che potrà essere realizzato in una successiva fase.

L'opera non introduce modifiche sostanziali alla configurazione dell'alveo, ma, recependo lo studio idraulico del Prof. Seminara, prevede l'adeguamento strutturale delle difese di sponda e, come sopra descritto, in una seconda fase, non oggetto del presente intervento, la riprofilatura delle sezioni. Di conseguenza, gli interventi di adeguamento statico oggetto del presente progetto non ricadono nelle definizioni degli interventi da sottoporre a Verifica di Assoggettabilità a VIA.

Per quanto riguarda la verifica di compatibilità delle preesistenze archeologiche, si rileva che il progetto di adeguamento statico degli argini esistenti non prevede scavi di approfondimento in alveo, pertanto, ai sensi dell'art. 25 comma 1 del D.Lgs. 50/2016, non si procede a detta verifica.

Per quanto riguarda la disponibilità delle aree su cui realizzare l'intervento, si precisa che, in sponda sinistra, l'intervento rimane in alveo senza alcun interessamento di proprietà private.

In sponda destra, invece, si prevede di espropriare la fascia di terreno corrispondente

all'attuale rilevato arginale, nonché alla parte di rilevato demolito dalla Provincia di Massa-Carrara in occasione dei precedenti lavori di allargamento delle sezioni idrauliche.

Sempre in sponda destra, si prevedono l'occupazione temporanea di una superficie, attualmente, adibita a piazzale e parcheggio della stazione ferroviaria di Avenza, in corrispondenza delle particelle 85 e 541 del Foglio 81, al fine di poter avere l'accesso al cantiere e lo spazio per le attrezzature del cantiere (baracche, servizi, depositi ecc.); mentre è prevista l'esproprio di una porzione della sola particella 369, come meglio indicato nel Piano Particellare del progetto definitivo.

Nel primo lotto di lavori, oggetto del presente progetto, è prevista la realizzazione delle opere di adeguamento statico in sponda dx per un tratto della lunghezza di 110,12 m e in sponda sx per un tratto della lunghezza di 97,41 m. In particolare, si prevedono gli interventi necessari dalla sezione 29.3 alla sezione 30.5, come indicato nelle tavole di progetto consegnate contestualmente alla presente relazione.

4.1 Difesa di sponda in sinistra idraulica

Con riferimento alle tavole di progetto consegnate contestualmente alla presente relazione, per tutta la lunghezza del tratto di intervento si prevede quanto segue:

- FASE 1: scavo al piede del muro di sponda esistente;

- FASE 2: realizzazione di una paratia di micropali di lunghezza 8 m, con perforazioni di diametro 300 mm poste ad interasse di 0,80 m ed inserimento di armatura metallica composta da tubo in spezzoni manicottati in acciaio S355 di diametro 139,7 mm e spessore 8 mm e realizzazione, per riempire i vuoti tra i micropali della paratia, dalla quota del fondo alveo, di un diaframma in colonne di jet-grouting di diametro 70 cm ed interasse 80 cm, spinti fino alla profondità di 5,50 metri con inserimento in testa di armature di collegamento (tubolari in acciaio S355 di lunghezza 1,50 m, diametro 88,9 mm e spessore 8 mm) col cordolo superiore di fondazione, posto in opera successivamente;

- FASE 3: realizzazione di due ordini di micropali obliqui (inclinati di 38° rispetto all'orizzontale) con funzione di tiranti e puntoni, con perforazioni di diametro 240 mm ed inserimento di armatura metallica composta da tubo in spezzoni manicottati in acciaio S355 di diametro 88,9 mm e spessore 8 mm; il primo ordine di micropali avrà la testa ad una quota di poco superiore a quella della testa dei suddetti micropali verticali della paratia sottostante, mentre il secondo ordine di micropali avrà la testa posta circa 2,40 m al di sopra della testa del primo; l'interasse orizzontale tra i micropali del primo ordine, misurato lungo lo sviluppo della sponda, sarà pari a 4,80 m, mentre quello tra i micropali del secondo ordine sarà pari a 2,40 m;

- FASE 4: realizzazione di un cordolo in testa ai micropali della paratia verticale e alle colonne di jet-grouting e rinterri lato alveo;

- FASE 5: realizzazione di muro in conglomerato cementizio armato, con funzione di rivestimento del muro esistente, di 30 cm di spessore; completamento del muro con copertina in conglomerato cementizio armato, estesa anche al vecchio muro.

4.2 Difesa di sponda in destra idraulica

Con riferimento alle tavole di progetto consegnate contestualmente alla presente relazione, per tutta la lunghezza del tratto di intervento si prevede quanto segue:

- FASE 1: demolizione del muretto in c.a. e della recinzione esistenti e scavo per successiva realizzazione cordolo di fondazione;

- FASE 2: realizzazione di una paratia di micropali con diametro reso del foro di 310 mm, lunghezza di 11 m, interasse di circa 0,70 m, armati con tubo in spezzoni manicottati in acciaio S355 di diametro 152,4 mm e spessore 8 mm, da eseguirsi a partire dalla sommità arginale;

- FASE 3: smontaggio della scogliera e scavo lato fiume fino alla quota di circa -2,80 m rispetto alla sommità arginale; armatura della paratia verticale con rete elettrosaldata in acciaio ancorata ai micropali; getto di spritz-beton sulla paratia per evitare la fuoriuscita di terra tra un micropalo e l'altro; realizzazione di micropali obliqui (inclinati di 38° rispetto all'orizzontale) con funzione di tiranti e puntoni, con perforazioni di diametro 240 mm ed inserimento di armatura metallica composta da tubo in spezzoni manicottati in acciaio S355 di diametro 88,9 mm e spessore 8 mm; l'interasse orizzontale tra i micropali, misurato lungo lo sviluppo della sponda, sarà pari a 1,40 m;

- FASE 4: completamento della demolizione della scogliera e dello scavo fino alla quota del fondo alveo attuale, compreso un abbassamento ulteriore per la successiva realizzazione del cordolo di fondazione; rivestimento della paratia verticale con spritz-beton con le modalità descritte alla fase precedente; realizzazione di un secondo ordine di micropali obliqui (inclinati di 38° rispetto all'orizzontale) con funzione di tiranti e puntoni, con perforazioni di diametro 240 mm ed inserimento di armatura metallica composta da tubo in spezzoni manicottati in acciaio S355 di diametro 88,9 mm e spessore 8 mm; l'interasse orizzontale tra i micropali, misurato lungo lo sviluppo della sponda, sarà pari a 2,80 m; realizzazione di un diaframma in colonne di jet-grouting di diametro 80 cm ed interasse 65 cm, dal fondo alveo, spinti fino alla profondità di 5,00 metri con inserimento in testa di armature di collegamento (tubolari in acciaio S355 di lunghezza 1,50 m, diametro 88,9 mm e spessore 8 mm) col cordolo superiore di fondazione, posto in opera successivamente;

- FASE 5: realizzazione di rivestimento della paratia di micropali mediante una parete in conglomerato cementizio armato di 30 cm di spessore, realizzazione di un muretto con parapetto

in acciaio sovrastante (per garantire una protezione contro le cadute di altezza complessiva pari a 1 m) e cordolo di fondazione sottostante in testa alla paratia, riempimenti lato alveo e lato campagna.

Per accedere al cantiere si utilizzerà l'attuale parcheggio della stazione ferroviaria di Avenza che risulta essere leggermente più elevato rispetto alla quota della sommità del rilevato arginale destro. Da questo accesso, tramite una rampa in leggera discesa, si accederà alla sommità del rilevato destro, dove sarà realizzato il cantiere con tutte le sue attrezzature (vedasi il Layout di cantiere), e da questo posizione si potrà accedere sia alla sommità dell'argine destro, sia all'alveo del torrente, tramite la rampa già realizzata nell'ambito delle opere facenti parte del SECONDO LOTTO, attualmente in fase di completamento. La rampa è stata realizzata per essere utilizzata in fase di realizzazione dei lavori, ma verrà mantenuta anche ad intervento realizzato per le operazioni di manutenzione dell'alveo, per cui potrà sicuramente essere utilizzata anche in fase di realizzazione del lotto di interventi di cui alla presente relazione. La rampa è stata realizzata mediante un arretramento a campagna dell'opera di difesa idraulica e la posa in opera di una scogliera in massi cementati verso fiume, a costituire lo scivolo.

4.3 Movimenti di terra e materiali di risulta

L'intervento comporta la realizzazione di scavi e movimenti terra ed in particolare sono previsti scavi di sbancamento dell'argine dx esistente per un totale di 1.937,41 mc (1.426,13 mc per lo scavo di terre, e 511,28mc per la rimozione della scogliera).

Del volume delle terre, 204,80 mc di esse, sono da riutilizzare per riempimenti, mentre i restanti 1.221,33mc vengono smaltiti all'impianto di recupero.

La parte di scogliera rimossa viene accantonata nell'area di pertinenza del cantiere e in parte riutilizzata per la realizzazione del raccordo provvisorio a valle del I lotto con le opere esistenti.

Per l'esecuzione degli scavi, vengono eseguite le indagini finalizzate alla bonifica da ordigni bellici dell'area, così come previste dal D.Lgs 81/2008 e dalla L. 178/2012.

Il materiale inerte di risulta verrà caratterizzato, ai sensi del Titolo V del D.L. 152/2006 per poi essere smaltito in discarica o riciclato presso un idoneo impianto della zona.

I blocchi di marmo costituenti l'attuale scogliera, separati dai residui di calcestruzzo, saranno, in parte, ricollocati in questo intervento di adeguamento idraulico, mentre la rimanente parte, di proprietà della Regione Toscana saranno accantonati in zona, a disposizione della stazione appaltante.

4.4 Interferenze

Il presente progetto presenta come unica interferenza principale quella con la linea elettrica aerea di alimentazione del carro-ponte della ditta GULGIELMO VENNAI. Tale interferenza verrà risolta prima dell'inizio dei lavori, direttamente dalla Ditta medesima alla quale sarà corrisposto un idoneo indennizzo dalla Regione Toscana, mediante la realizzazione di una nuova linea di alimentazione elettrica sotterranea secondo un diverso tracciato rispetto all'attuale, in modo da non interferire con i lavori realizzati.

5 Conclusioni

Con l'intervento in progetto, si prevede una tipologia di opere di difesa di sponda che potrà essere estesa con i necessari adattamenti all'intero tratto compreso tra il ponte della linea ferroviaria PI-GE ed il ponte di Via Menconi.

In relazione al finanziamento attualmente disponibile per il presente lotto di lavori, che ammonta a complessivi € 1.559.253,02, è stato individuato un primo tratto nel quale saranno sviluppate le opere: consolidamento della sponda destra per una lunghezza di 110,12 metri e della sponda sinistra per una lunghezza di 97,41 metri, cioè dalla sezione 29.3 alla sezione 30.5 riportate nelle tavole consegnate contestualmente alla presente relazione.

Il progettista

Ing. Renzo Bessi