



AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO
Via Garibaldi 75
43100 PARMA

REALIZZAZIONE DI UNA CHIAVICA SUL RIO LORETO ALLA CONFLUENZA IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME TANARO IN COMUNE DI ALESSANDRIA (AL-E-1771)

PROGETTO ESECUTIVO

00	MAR-11	Prima emissione	CE	NP	DC
INDICE	DATA	M O D I F I C H E	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
RELAZIONE GENERALE E CRONOPROGRAMMA					
I PROGETTISTI:		HANNO COLLABORATO:			
Ing. Denis Cerlini		Ing. Cecilia Benassi			
Ing. Marco Belicchi		Ing. Elena Bocciarelli			
Ing. Michele Ferrari		Ing. Achille Iasoni			
Ing. Nicola Pessarelli		Ing. Daniele Mori			
		Ing. Graziano Trombi			
				ELABORATO:	
				LOR 3.01	
				Marzo 2011	

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RAGIONI DELLA SOLUZIONE PRESCELTA.....	4
2.1 RISPONDEZZA DEL PROGETTO ALLE FINALITÀ DELL'INTERVENTO	4
2.2 ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE	7
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	9
4. APPROFONDIMENTI ED INDAGINI	12
4.1 TOPOGRAFIA	12
4.2 GEOLOGIA	12
4.3 ASPETTI PAESAGGISTICO-AMBIENTALI.....	14
4.4 IDROLOGIA ED IDRAULICA	15
5. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	17
5.1 GENERALITÀ	17
5.2 LA CHIAVICA	18
5.3 I MURI DI SPONDA E DI RACCORDO	19
5.4 L'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	21
5.5 L'EDIFICIO SERVIZI	22
6. ACCERTAMENTI IN ORDINE ALLA DISPONIBILITÀ DELLE AREE	25
7. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE	26
8. FONTI DEL FINANZIAMENTO – STIMA DELLE OPERE.....	28

ALLEGATO A: Cronoprogramma

1. PREMESSA

Il presente progetto esecutivo ha come oggetto la *realizzazione di una chiavica sul Rio Loreto alla confluenza in sponda sinistra del Fiume Tanaro in Comune di Alessandria (AL-E-1771)*.

Più in particolare, le opere si collocano in corrispondenza dello sbocco di tale corso d'acqua nel Fiume Tanaro, nei pressi del viadotto di attraversamento della tangenziale nord di Alessandria (S.R. 10), di recente realizzato (vedi Foto 1).



Foto 1: confluenza del Rio Loreto nel Fiume Tanaro, sulla sinistra la spalla sinistra del nuovo viadotto della tangenziale nord di Alessandria

L'opera è prioritaria in quanto indispensabile per completare il sistema difensivo arginale in sinistra idraulica del Fiume Tanaro nel tratto posto a valle dell'ex ponte della Cittadella, poiché attualmente lo sbocco del Rio Loreto nel Fiume Tanaro costituisce un pericoloso varco nei riguardi, in particolare, dello stato di piena del Tanaro stesso e dell'impossibile concomitante regolare deflusso del Rio Loreto. Come richiesto dall'Amministrazione, il presente progetto esecutivo prevede tutte le opere civili necessarie a realizzare la chiavica stessa e solo una prima parte di pompe idrovore nell'ambito del finanziamento disponibile; più nello specifico:

- le opere civili relative alla **chiavica**, comprese le **paratoie di intercettazione** a comando manuale / automatico;
- le opere civili connesse **all'impianto di sollevamento** (vasca di scarico, canale di scarico e vasca di restituzione);
- i **muri di raccordo**, a tenuta idraulica, con le difese esistenti e/o in progetto in altro appalto (*Completamento della messa in sicurezza del nodo idraulico di Alessandria – Lotto Tanaro*);
- le **elettropompe idrovore**, e relativi accessori idraulici ed elettrici (quadri, trasformatori, ecc.) per una prima fornitura di n. 2 elettropompe da 8 mc/s complessivi (se ne prevede un futuro aumento di potenzialità da 8 sino a 24 mc/s);
- l'**edificio servizi**, preposto alla manovra ed al controllo sia delle paratoie di intercettazione, sia dell'impianto di sollevamento.

Gli interventi sopra citati sono stati individuati a seguito di una disamina delle alternative proponibili (vedi Capitolo 2) e sulla base di specifiche attività di supporto di ricognizione, rilievo, studio idrologico, studio idraulico, inquadramento ambientale/territoriale e verifica catastale.

2. RAGIONI DELLA SOLUZIONE PRESCELTA

2.1 Rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento

Come accennato in premessa, il sistema difensivo arginale in sinistra idraulica del Fiume Tanaro nel tratto posto a valle dell'ex ponte della Cittadella è di fatto ultimato, fatta salva la necessità di locali sovralti delle difese esistenti, alla luce dei recenti risultati dello studio svolto dall'Università di Genova – DICAT (Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio) “*Studio della propagazione nell'asta principale del Tanaro di eventi di piena statisticamente significativi*”, e specialmente, a meno del “varco” costituito dall'attuale sbocco del Rio Loreto nel Fiume Tanaro.

Attualmente infatti le acque defluenti nel Rio Loreto possono scaricarsi in Tanaro soltanto al di sotto di una certa altezza idrica di quest'ultimo, superata la quale il Loreto stesso comincia ad avere un funzionamento rigurgitato da valle. Al progredire dei livelli di piena del Tanaro è quest'ultimo che risale lungo il Loreto e, in assenza di argini raccordati ed a quota di difesa pari a quella del Tanaro, avviene l'esondazione del territorio.



Foto 2: piena del 27-28.04.09, vista dal viadotto della tangenziale: si noti l'apertura in corrispondenza dell'inizio dell'arginatura di sinistra Tanaro immediatamente a valle della confluenza con il Loreto

La condizione di rischio è quanto mai attuale, come dimostra l'evento alluvionale del 27-28.04.2009 allorquando, in occasione di una piena ordinaria del Fiume Tanaro, si è determinata l'esondazione dei territori in sinistra idraulica.



Foto 3: piena del 27-28.04.09, vista dal viadotto della tangenziale: particolare della foto precedente



Foto 4: piena del 27-28.04.09, vista dal viadotto della tangenziale: particolare dell'attività in sponda sinistra del Rio Loreto, nei pressi della nuova chiavica



Foto 5: piena del 27-28.04.09, materiale flottante di varia natura trasportato dal Rio Loreto

Come evidenziano le Foto 2 e seguenti (per gentile concessione della ditta Brandolese & C. S.n.c) l'esondazione è avvenuta principalmente per le seguenti cause:

- mancata chiusura dello sbocco del Rio Loreto e conseguente risalita delle acque di piena del Tanaro;
- mancanza di raccordo con le difese arginali esistenti a monte e a valle;
- impossibilità di evacuare le portate del Rio Loreto, anch'esso in piena.

Le opere in progetto permettono di dare risposta a tali problematiche, in quanto (vedi capitolo 5):

- viene realizzato il manufatto di intercettazione e controllo (chiavica + paratoie);
- sono previsti muri di difesa e raccordo con le opere previste in altro appalto (*Completamento della messa in sicurezza del nodo idraulico di Alessandria – Lotto Tanaro*) in grado di garantire la sicurezza idraulica fino alla quota di 94.00 m s.l.m. indicata dall'Amministrazione;
- si prevede la possibilità di evacuazione, seppur parziale, delle portate del rio Loreto anche in caso di completa chiusura delle paratoie della chiavica.

La opere in progetto consentono quindi sia la rispondenza con le finalità evidenziate sin dal progetto preliminare, sia il livello qualitativo connesso con la tipologia

di opera, sia, non ultimo, il rispetto dei benefici attesi in relazione ai costi di realizzazione dell'intervento.

2.2 **Analisi delle possibili alternative**

Nell'ambito della precedente progettazione preliminare si era proceduto ad una disamina delle possibili alternative di progetto, relativamente sia alla tipologia del manufatto di intercettazione (chiavica) sia alla disposizione relativa dei manufatti (pompe idrovore e vasca di restituzione).

Tali alternative possono essere sintetizzate come segue:

- 1) **Alternativa "0"**: è la soluzione che prevede la non realizzazione della chiavica e dell'impianto di sollevamento, il che presuppone la necessità di realizzare gli argini di rigurgito di Tanaro nel Loreto e relativi affluenti e di inviare/accumulare le portate in arrivo dal rio Loreto in un recettore adeguato. Tale soluzione è stata scartata a priori dall'Amministrazione, in quanto la problematica degli allagamenti dalle piene del Fiume Tanaro non può prescindere dalla realizzazione di un manufatto di intercettazione anche in relazione all'elevata quota di piena rispetto ai territori circostanti; anche l'individuazione di altri ricettori per la acque di piena del rio Loreto è risultata non immediata, a causa dell'entità della portata di riferimento di tale corso d'acqua nonché della morfologia del territorio e del reticolo minore che non presentano corsi d'acqua idonei allo scopo.
- 2) **Alternativa "1"**: con tale soluzione, coerente con le ipotesi di base dell'Amministrazione Appaltante, si prevedeva di centralizzare le paratoie e l'edificio servizi in un unico manufatto, mentre le pompe, con relative tubazioni di mandata di scavalco arginale e vasca di dissipazione, venivano realizzate in sponda destra del rio Loreto. Durante l'iter progettuale è tuttavia emersa la necessità di preservare alcuni terreni privati compresi tra la tangenziale ed il rilevato arginale sinistro del Tanaro; tale soluzione presentava inoltre notevoli difficoltà operative nella movimentazione dei mezzi al di sotto dell'impalcato della tangenziale. Inoltre, nel corso degli approfondimenti relativi all'impianto di sollevamento, si è appurata tra l'altro l'impossibilità di posizionare le pompe così distanti dall'edificio servizi.

- 3) **Alternativa “2”**: è la soluzione poi adottata, che prevede la separazione del manufatto destinato all'intercettazione delle portate del rio Loreto (chiavica) dall'edificio servizi in cui viene effettuata la regolazione ed il controllo delle paratoie e delle pompe; le pompe sono installate in prossimità della chiavica stessa.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La chiavica oggetto di intervento sarà localizzata nel tratto terminale del Rio Loreto, circa 50 metri a monte dello sbocco del corso d'acqua nel Fiume Tanaro, come mostrato nella Foto 6 e Foto 7, riprese aeree tratte da *Bing™ Maps* (© Microsoft Corporation, © 2009 NAVTEQ).



Foto 6: posizione approssimativa dell'intervento (*immagine tratta da Bing™ Maps*)



Foto 7: localizzazione indicativa dell'intervento (*immagine tratta da Bing™ Maps, Microsoft® e Navteq®*)

Come si evince dalle foto, tale area è stata di recente oggetto dei lavori di realizzazione del nuovo viadotto della tangenziale nord di Alessandria sul Fiume Tanaro

e del relativo svincolo di entrata/uscita in corrispondenza della ex S.S. 494 Vigevanese. Tali opere sono ad oggi ultimate ed in esercizio.

Il “*Rio nuovo di Loreto*” (dizione rilevabile dalla Carta Tecnica Regionale, che lascia presagire “l’artificialità” del corso d’acqua) corre con direzione Ovest-Est dalla Frazione San Michele in prossimità dell’uscita “Alessandria Ovest” dell’Autostrada A21 (Torino-Piacenza-Brescia), sino ad immettersi nel Fiume Tanaro a valle dell’ex Molino Loreto.

Il bacino idrografico del Rio Loreto (vedi tavola LOR 3001) fa capo sostanzialmente a due importanti cavi: il Rio della Maddalena ed il Rio Giardinetta, con relativi fossi ad essi afferenti, che confluiscono nel Rio Loreto nei pressi della chiesa di San Michele, mediante manufatto idraulico di recente costruzione (vedi Foto 8).



Foto 8: confluenza dei Rii della Maddalena e Giardinetta nel Rio Loreto (immagine tratta da BingTM Maps, Microsoft ® e Navteq ©)

Entrambi tali corsi d’acqua intersecano, a monte della confluenza nel Rio Loreto, il Canale Deferrari, arteria irrigua di fondamentale importanza per l’Alessandrino la cui opera di presa dal Fiume Tanaro è posta a sud dell’abitato di Felizzano: sia il Rio della Maddalena sia il Rio Giardinetta intersecano tale corso d’acqua con ponti-canale che consentono di esserne da esso separati (vedi Foto 9 e Foto 10).



Foto 9: intersezione del Rio Giardinetta con il Canale Deferrari (immagine tratta da BingTM Maps, Microsoft ® e Navteq ©)



Foto 10: intersezione del Rio della Maddalena con il Canale Deferrari (immagine tratta da BingTM Maps, Microsoft ® e Navteq ©)

Tali intersezioni rappresentano possibili punti strategici in cui valutare la possibilità di scolmare¹, in caso di piena, almeno parte delle portate di entrambi i Rii sopra citati, riducendo pertanto l'entità della portata defluente a valle e da sollevare in corrispondenza della chiavica (in caso di piena del Tanaro a paratoie chiuse).

¹ A detta del Consorzio del Canale Deferrari, tale corso d'acqua è già di fatto utilizzato come scolmatore di piena dei Rii Maddalena e Giardinetta, sebbene ne sia ovviamente necessaria una regolamentazione nel caso del suo utilizzo ordinario a tale scopo di protezione idraulica del territorio

4. APPROFONDIMENTI ED INDAGINI

4.1 Topografia

Al fine di un corretto inquadramento topografico dell'area oggetto di intervento, si è dato incarico al Geom. Ramiro Papamarenghi di effettuare una campagna di rilievi topografici a terra, mediante strumentazione GPS: ciò ha consentito di definire compiutamente la geometria dei luoghi interessati dalle opere.

Lo stesso tecnico ha inoltre provveduto a rilevare, per sezioni trasversali, l'alveo del Rio Loreto nel tratto compreso tra la località San Michele e lo sbocco in Tanaro, al fine di definire la geometria delle sezioni del modello idraulico di cui ai paragrafi successivi.

Sono state rilevate complessivamente, 48 sezioni trasversali di larghezza media paria a 30 m, per un tratto di circa 3.1 km; nel corso del rilievo si è anche provveduto a rilevare tutti i manufatti di attraversamento presenti e le diverse immissioni laterali.

4.2 Geologia

La relazione geologica ha lo scopo di definire l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico, sismico e geotecnico dell'area interessata dal progetto.

Essa è stata elaborata, a cura della società ENGEO S.r.l., nel rispetto della legislazione vigente, facendo riferimento, in particolare, alle seguenti disposizioni normative:

- D.P.R. n. 554 del 21.12.1999, Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3 della legge 11 febbraio 1994, n.109 e successive modificazioni;
- D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

In ottemperanza ai riferimenti legislativi sopracitati, le indagini geologiche sono state precedute da una serie di valutazioni, relative ai tematismi in esame, effettuate sulla base della documentazione biblio-cartografica esistente alle quali sono seguite le indagini di campagna vere e proprie costituite da 8 prove penetrometriche ed un rilievo sismico a rifrazione.

Per approfondire la conoscenza dell'assetto litostratimetrico e geotecnico dell'area d'intervento si è anche fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite nell'immediato intorno.

Il territorio oggetto d'intervento si inserisce in una porzione della pianura alessandrino-tortonese costituita da depositi continentali di origine alluvionale, poggianti su sedimenti marini pliocenici di chiusura del Bacino Terziario Piemontese.

Questi ultimi testimoniano un ciclo sedimentario comprendente una fase trasgressiva, una fase di mare aperto ed una fase regressiva, con forti escursioni del livello del mare e fasi di colmamento differenti, ciascuna individuata da tipi litologici definiti e caratteristici.

L'assetto morfologico del territorio in esame è stato analizzato sulla base della documentazione bibliografica disponibile, integrata da rilevamenti diretti di campagna.

L'attuale conformazione del paesaggio è legata essenzialmente a due fattori morfodinamici: un fattore naturale, rappresentato dalla dinamica fluviale olocenica e dagli eventi tettonici, ed un fattore antropico, ovvero le modifiche che l'uomo ha apportato al territorio per renderlo più idoneo all'insediamento e alle pratiche produttive.

Nello specifico, per quanto concerne l'assetto geomorfologico della zona oggetto d'intervento, si ritiene importante evidenziare i seguenti due aspetti:

1. il fiume Tanaro risulta "in battuta" sulla sponda idrografica sinistra proprio dove confluisce il rio Loreto; ciò fa sì che l'azione erosiva delle acque in occasione delle piene sia particolarmente violenta (fenomeno probabilmente accentuato dalla presenza delle pile del viadotto della nuova tangenziale) e sia necessario prevedere un'adeguata protezione della sponda sinistra del Tanaro;
2. ci sono evidenze che, in ampie porzioni della zona d'imposta delle opere in progetto, siano stati realizzati consistenti interventi di riporto; in particolare, come risulta da un confronto con la cartografia catastale, l'ultimo tratto della sponda idrografica sinistra del rio Loreto è stato rialzato di vari metri, portandolo alla quota della pianura circostante e sottraendolo alla continua invasione delle acque.

I dati raccolti relativi ad indagini effettuate nell'immediato intorno dell'area d'intervento consentono di affermare che, in zona, nel primo sottosuolo, si possono distinguere 2 orizzonti.

Quello più superficiale, fino a quota di circa 81 m s.l.m., è a sua volta costituito da lenti, di modesta estensione, formate da depositi a differente tessitura, prevalentemente a comportamento coesivo e difficilmente correlabili tra una verticale d'indagine e l'altra.

Passando più in profondità, si hanno terreni con buone caratteristiche geotecniche: infatti, è presente, con continuità, un bancone costituito da depositi granulari, più o meno grossolani (sabbie, ghiaie, sabbie con ghiaie, ghiaie sabbiose, ecc.).

4.3 Aspetti paesaggistico-ambientali

Gli interventi in progetto rientrano nel progetto complessivo avviato da AIPO che costituisce la fase di completamento all'adeguamento dei tratti arginali del Tanaro posti a valle dell'ex Ponte Cittadella e si pone l'obiettivo di completare gli interventi di messa in sicurezza del "nodo di Alessandria" e di garantire adeguata protezione alla città a fronte di eventi alluvionali eccezionali (portate con tempo di ritorno duecentennale).

La realizzazione di tale progetto complessivo, tra cui rientra quello in argomento, rappresenta quindi il completamento dell'insieme degli interventi strutturali eseguiti in seguito all'evento alluvionale del 1994, nell'ambito del PS45 approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po in data 10 maggio 1995, alla luce delle conclusioni – fornite nel frattempo – dagli studi avviati già del 1999 da Magistrato Po ed Autorità di Bacino stessa, e riveste, come noto, carattere di estrema urgenza al fine di sistemare le residue criticità esistenti nel nodo idraulico di Alessandria.

In ottemperanza alle misure previste dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 29 dicembre 2009 (Ordinanza 3835), inerenti l'applicazione delle deroghe previste agli art. 1, comma 4, e art. 7, la progettazione di tali opere non risulta assoggettata all'espressione – da parte degli organi competenti – dei pareri di compatibilità ambientale (V.I.A.).

Anche in considerazione del fatto che tali progetti sono stati comunque sottoposti a valutazione in sede di Conferenza di Servizi e, nella fattispecie il progetto in argomento è stato già approvato in sede di C.d.S. (cfr. approvazione ed autorizzazione lavori di realizzazione arginature in sinistra Tanaro a valle del Ponte Cittadella con verbale C.dS. n. 194 del 5 giugno 2000), si è provveduto, nell'ambito della progettazione definitiva, alla sola richiesta di autorizzazione paesaggistica, ex artt. 159 comma 1 e 146 comma 2 D. Lgs. 22.1.2004, n. 42 e D.P.C.M. 12.12.2005.

Si evidenzia in particolare come, vista la localizzazione delle opere in progetto ("in ombra" da parte del l'imponente e vicinissimo impalcato della tangenziale di Alessandria – vedi Foto 1), non si è previsto alcun tipo di rivestimento delle strutture in c.a. (in pannelli di pietra o similari), come viceversa previsto per i muri di difesa spondale a suo tempo realizzati all'interno del tratto di attraversamento dell'abitato. Tali opere verranno tuttavia mitigate con l'inserimento di essenze vegetali autoctone.

4.4 Idrologia ed idraulica

L'analisi idrologica è stata condotta partendo dalla definizione dei bacini (e sotto-bacini) idrografici che concorrono alla formazione dei deflussi nell'intero bacino del Rio Loreto.

Per ciascuno di essi è stato successivamente stimato il coefficiente di afflusso sulla base delle diverse tipologie di uso del suolo.

Nel caso in esame, a rappresentare la dinamica della trasformazione delle piogge in portate è stato utilizzato come modello idrologico afflussi-deflussi *il modello dell'invaso lineare* che ha permesso di definire la portata idrologica di riferimento per il tempo di ritorno duecentennale.

Sebbene non strettamente necessario alla presente progettazione si è poi proceduto ad effettuare una modellazione idraulica, in condizioni di moto vario monodimensionale, utilizzando il modello numerico di simulazione *HEC-RAS - River Analysis System* sviluppato dall' *U.S. Army Corps of Engineers* (Versione 4.0) in riferimento all'idrogramma duecentennale.

Si è in particolare modellato il tratto del rio Loreto compreso tra la località San Michele e lo sbocco nel fiume Tanaro.

Dalle analisi idrologiche ed idrauliche sopra citate è emerso quanto segue:

- la portata idrologica al colmo alla sezione finale per un tempo di ritorno di 200 anni è risultata pari a $77.50 \text{ m}^3/\text{s}$;
- in entrambe le simulazioni relative allo stato di fatto ed allo stato di progetto, il tratto di alveo di monte mostra in diverse zone una marcata insufficienza idraulica già per portate del valore di $35 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondenti a tempi di ritorno dell'ordine dei 5-10 anni;
- il modello idraulico ha evidenziato che la presenza del manufatto della chiavica non provocherà, in condizioni di efflusso libero a valle, alcun profilo di rigurgito nel tratto del rio Loreto posto a monte della chiavica stessa; si avranno rigurgiti assolutamente trascurabili (dell'ordine dei 5 cm) nell'ipotesi (statisticamente improbabile e comunque riconducibile ad un livello di protezione idraulica del territorio ben superiore ad un tempo di ritorno duecentennale) di alti livelli del ricettore e piene T200 del Loreto stesso;
- il completamento delle opere civili ed elettromeccaniche previste in progetto comporterà uno scenario di rischio per il rio Loreto a fronte di piene proprie non modificato rispetto allo stato di fatto, mentre determinerà l'annullamento del rischio per il sistema Tanaro-Loreto connesso ad alti livelli e rigurgiti da fiume.

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

5.1 Generalità

Le opere previste nel presente progetto esecutivo sono rappresentate, nel loro complesso, nella tavola LOR 3002 – Planimetria di insieme, e di fatto confermano interamente l'impostazione di cui alle precedenti fasi progettuali.

Si prevedono pertanto i seguenti corpi d'opera di cui ai successivi paragrafi:

- a) la chiavica;
- b) i muri di raccordo;
- c) l'impianto di sollevamento;
- d) l'edificio servizi.

In particolare, nell'ambito della progettazione delle opere si è provveduto anche a verificare la compatibilità planimetrica di tali manufatti con le reti esterne di servizi esistenti (aeree e sotterranee).

Per quanto attiene poi alle opere di controllo/intercettazione ed all'impianto di sollevamento, data l'ingente fornitura elettrica necessaria per il loro funzionamento, si è previsto l'accantonamento di opportune *Somme a disposizione* per gli allacciamenti.

Riguardo infine i rinterri ed i rilevati (es. formazione piazzale di manovra per edificio servizi, formazione rilevato a tergo dei muri di difesa per successiva realizzazione della pista di servizio), i relativi quantitativi di materiale verranno forniti dalla cava di prestito localizzata in sponda destra del Fiume Tanaro, nell'area demaniale pressoché antistante la confluenza Loreto-Tanaro (vedi Figura 5-1 seguente). Occorre rilevare in tal senso che in prossimità della medesima area golenale verranno reperiti anche i materiali nell'ambito del progetto di *Completamento della messa in sicurezza del nodo idraulico di Alessandria – Lotto Tanaro*.

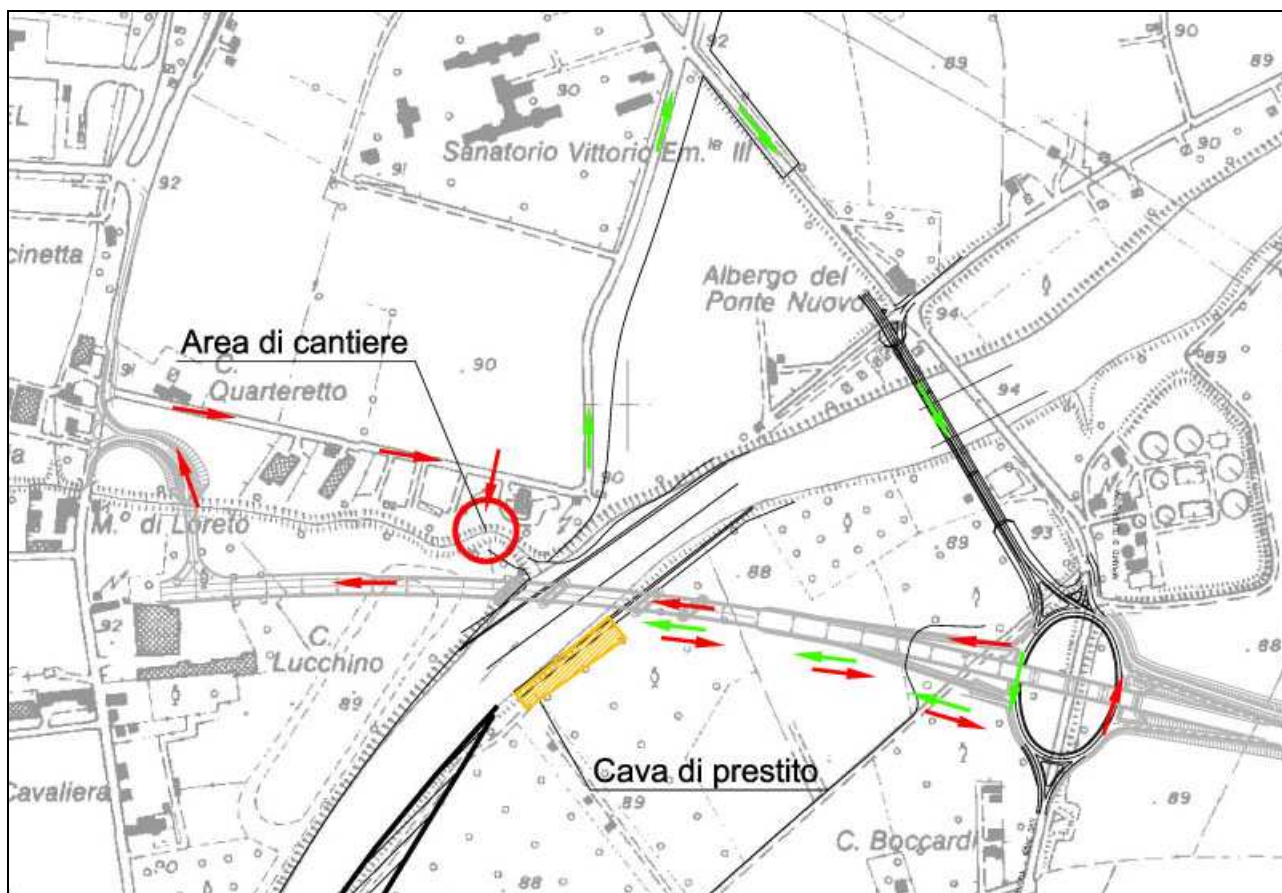


Figura 5-1: cava di prestito e viabilità di collegamento da (in verde) e per (in rosso) l'area di cantiere

5.2 La chiavica

La chiavica (vedi tavole LOR 3004 ÷ LOR 3007) è costituita da un manufatto in c.a. delle dimensioni planimetriche di 14.40 x 18.00 m, cui si accede, tramite uno stradello con antistante cancello posto sulla via dei Preti e transitando dal piazzale in sinistra idraulica del rio Loreto (all'interno del quale trova posto anche l'*edificio servizi*, vedi successivo paragrafo 5.5).

Il piano di calpestio del piazzale e della chiavica sono entrambi posti a quota 92.70 m s.l.m., quindi inferiore rispetto alla quota di difesa (94.00 m s.l.m.), e ciò al fine di limitare gli impatti dell'opera ed i già cospicui volumi necessari a sovralzare l'attuale piano campagna (posto a circa 90.00 m s.l.m. in sponda sinistra, circa 88.00 m s.l.m. in alcuni tratti depressi in sponda destra).

La difesa dalla piena del Tanaro a quota 94.00 m s.l.m. viene quindi ottenuta mediante i muri di raccordo (vedi successivo paragrafo 5.3) ed in corrispondenza della chiavica da muri in c.a. di altezza pari a 1.30 m rispetto al piano di calpestio.

Il manufatto di intercettazione e controllo è costituito da:

- n°3 canne di attraversamento, ciascuna delle quali di dimensioni nette interne pari a 4.00 x 5.00 m (larghezza x altezza) e con quota di fondo posta a 83.44 m s.l.m., pari alla quota media attuale del fondo del rio Loreto in corrispondenza del nuovo manufatto;
- n°3 paratoie (vedi tavola LOR 3020), in acciaio S 275JR, dotate di garmatura in acciaio zincato, ed a tenuta su quattro lati, con guarnizioni in neoprene; la movimentazione delle paratoie viene realizzata mediante motooperatori elettrici fissati alle traverse di sostegno e azionanti a loro volta il diaframma tramite riduttori conici e vitoni con filettatura trapezia;
- le sedi per n°6 panconi e n.8 panconi in acciaio (complessivamente sufficienti per occludere monte e valle 1 canna) con relativa trave pescatrice (vedi tavola LOR 3021) da installarsi a monte ed a valle di ciascuna paratoia, al fine di permettere le operazioni di manutenzione di ogni canna della chiavica;
- i muri d'ala per il raccordo con i muri di difesa, sia planimetrico sia altimetrico (la quota di difesa idraulica è come detto posta a 94.00 m s.l.m.);

Il fondo e le sponde del rio Loreto vengono opportunamente rivestiti con massi di pietra sia a monte sia a valle del manufatto, al fine di garantirne la stabilità e l'inserimento ambientale.

Il manufatto di intercettazione e controllo viene infine dotato sensori ad ultrasuoni, da posizionarsi a monte e a valle, per la misura dei livelli idrici, e di n°3 misuratori di velocità/portata, uno per ciascuna canna.

5.3 I muri di sponda e di raccordo

La continuità della difesa idraulica tra la chiavica ed il sistema difensivo del Fiume Tanaro è garantita da muri in c.a. che consentono il raccordo tra le opere civili della chiavica stessa e le arginature esistenti (come detto in fase di adeguamento in altro appalto).

Tali strutture in c.a. (vedi tavole LOR 3017 ÷ LOR 3019) consentono la difesa idraulica a 94.00 m s.l.m., cioè per livelli idrici di progetto fino a 93.00 m s.l.m. con un metro di franco: ad interasse di circa 10 metri si prevedono giunti strutturali con water-stop per assicurare la tenuta idraulica.

Per i dettagli geometrici delle diverse tipologie previste si rimanda alla tavola sopra citata: in questa sede ci si limita ad evidenziare che i muri tipo “A”, “B”, “C” sono dotati di diaframma al piede dello spessore di 60 cm e di profondità variabile a seconda delle tipologie; fa eccezione la sezione tipo “A”, per la quale il diaframma è previsto anche al fine di una migliore garanzia anche nei riguardi dell’esposizione della struttura ad eventuali fenomeni erosivi. Al fine di non interferire con la circolazione idrica sotterranea di magra ogni tre diaframmi (cioè ad interasse pari a ca. 7.5 m) uno viene realizzato di lunghezza pressoché dimezzata. Per il raccordo con le arginature in terra è invece prevista la tipologia “D” che ha una fondazione diretta ed altezza variabile.

Come già detto, vista la localizzazione delle opere (“in ombra” da parte del l’imponente e vicinissimo impalcato della tangenziale di Alessandria – vedi Foto 1), non si è previsto alcun tipo di rivestimento delle strutture in c.a. come viceversa previsto per i muri di difesa spondale a suo tempo realizzati all’interno del tratto di attraversamento dell’abitato. Tali opere verranno tuttavia mitigate con l’inserimento di essenze vegetali autoctone.

Lato campagna, in sponda sinistra, si prevede infine un rilevato in terra dotato di pista di servizio in misto stabilizzato posato su geotessuto (masse aerica >400 kg/mq), per dare continuità al servizio di piena a monte e a valle delle opere in progetto.

Da ultimo, nel tratto terminale del muro “tipo A” in sponda sinistra, si prevede il ripristino della continuità della tubazione di scarico esistente (vedi Tavola LOR 3022), mediante:

- fornitura e posa in opera di una condotta in c.a. DN1000 mm dotata di base di appoggio;
- installazione di una valvola a clapet allo sbocco in Tanaro;
- installazione di una paratoia murale in acciaio AISI 316,

entrambe gli organi di intercettazione contenuti in pozzetti in c.a. prefabbricati di dimensioni interne pari a 1.5x1.5 m.

5.4 L'impianto di sollevamento

La stazione di sollevamento (vedi tav. LOR3004) è costituita essenzialmente da: una vasca di aspirazione pompe con quota di fondo a 84.50 m s.l.m. e dimensioni planimetriche 8,30x21,6 m, posizionata a monte della chiavica in sponda sinistra, al cui interno è prevista la possibilità di alloggiare n. 6 elettropompe elicoidali ad asse verticale a colonna con girante a passo variabile durante il funzionamento della portata di 4m³/s ciascuna alla prevalenza manometrica di 6,90 m, potenza resa del motore di 420 kW.

La sommità del muro difesa è posta a quota 94,00 m s.l.m. alla quale viene fatto coincidere l'intradosso della tubazione di mandata delle pompe.

L'impianto in aspirazione è dotato di griglia ferma detriti grossolana inclinata sulla verticale; il fondo del vano pompe è distinto dall'alveo del Loreto da una soglia a quota 85,0 m s.l.m. ca.; si prevedono inoltre le gargamature per possibili panconature allo scopo di operare eventuali manutenzioni sulla singola pompa.

La disponibilità di finanziamento del presente appalto permette l'installazione di un "primo lotto" composto da n.2 elettropompe per una portata nominale complessiva di 8 m³/s.

Le elettropompe verranno ancorate sulla soletta a quota 92,70 m s.l.m. tramite telaio e controtelaio.

Le opere idrauliche sono completate dalle condotte di mandata in acciaio del diametro di 1400 mm e spessore 10 mm, disposte a cavaliere del muro della vasca delle pompe con intradosso alla quota di 94,00 m s.l.m., protette contro la corrosione mediante zincatura in bagno caldo, complete di curve a più spicchi ad ampio raggio di curvatura, bulloneria, fissaggi, staffe, ammarri e quant'altro necessario.

Sulla sommità del sifone di tipo meccanico per garantire l'ingresso di aria durante lo svuotamento della condotta di mandata negli istanti immediatamente successivi all'arresto delle pompe.

Le condotte di mandata scaricano in una vasca a cielo aperto di circa 22,60x6,80 m, che a sua volta recapita nella vasca di restituzione a valle della chiavica di di-

mensioni pari a circa 17,10x6,80 m. Entrambi i manufatti sono in calcestruzzo armato e sono collegati per mezzo di uno scatolare prefabbricato in c.a. di dimensioni interne nette pari a 5,80x3,0 m e lunghezza 15,40 m. La restituzione in alveo avviene per mezzo di uno stramazzo di lunghezza 16,50 m circa.

Per quanto attiene le apparecchiature di sollevamento esse sono costituite da n.2 elettropompe elicoidali ad asse verticale da 4 mc/s con motore in asciutta ciascuna con le relative tubazioni di mandata e valvole di disadescamento.

5.5 **L'edificio servizi**

L'edificio servizi (vedi tavole LOR 3012 ÷ LOR 3016) è una costruzione all'interno della quale trovano posto i vani destinati ai trasformatori ed alle apparecchiature (di BT e MT), i locali destinati all'ENEL (arrivo linea, misure), la sala destinata al comando, controllo ed automazione, ed un locale a disposizione (completo di servizi igienici e riscaldato); la disposizione dei locali è stata sviluppata in modo da poter inserire, in un momenti successivi, i trasformatori ed i quadri elettrici (di potenza e di comando) per le pompe aggiuntive, nonché per gli eventuali gruppi di continuità.

Le dimensioni esterne complessive sono di 20,00 x 9,00 m; l'altezza complessiva dell'edificio è di circa 4,20 m rispetto al piano calpestabile di progetto (raccordato alla quota del piazzale di manovra, a quota 92.70 m s.l.m.).

Da un punto di vista della tipologia strutturale trattasi di un telaio in calcestruzzo armato con solaio costituito da lastre prefabbricate "tipo Predalles". Si prevede una fondazione a platea e nel vano impraticabile l'inserimento di setti in calcestruzzo armato contro terra; i muri interni di tamponamento sono intonacati e verniciati su entrambi i lati.

Le pavimentazioni interne sono realizzate con piastrelle in grés porcellanato antisdrucciolo mentre la copertura è prevista piana con strato coibente di 5 cm, guaina bituminosa e 30 cm di ghiaietto tondo.

Per quanto riguarda il locale destinato a servizio igienico esso sarà dotato di vaso, bidet, lavabo, asciugamani elettrico, termoventilatore ed aspiratore centrifugo mentre nel locale a disposizione, viene installato un ventilconvettore elettrico di idonea potenza con relativo termostato ambiente per la climatizzazione invernale.

Al di sotto del piano di calpestio è previsto un vano interrato necessario per il passaggio dei cavi elettrici (in arrivo dalla fornitura esterna, in partenza per le pompe e le paratoie); l'accesso a tale zona avviene tramite una botola ed una scala metallica posta nel locale a disposizione.

Si prevede inoltre la messa in opera di inferriate anti-intrusione realizzate in acciaio e protette mediante zincatura a caldo, su tutte le finestre previste.

L'impianto di illuminazione esterna sarà composto da n°4 pali conici in acciaio zincato di lunghezza pari a 6 m, da n°4 armature stradali in testa palo con lampade a vapori di sodio da 250W/cad, dai relativi quadri elettrici, accessori e civetterie;. Da ultimo, l'illuminazione nei pressi dell'edificio stesso verrà garantita da n°4 proiettori montati direttamente su ciascuno degli spigoli del fabbricato; si prevede anche un interruttore crepuscolare per il funzionamento automatico al calare della luce naturale

Per quanto riguarda le pompe, nel presente appalto si prevede un primo lotto minimale per dare funzionalità parziale alla chiavica, nonché per consentire la realizzazione delle opere civili all'interno dell'alveo del rio Loreto. Si prevede pertanto l'installazione delle seguenti apparecchiature elettromeccaniche:

- n°1 quadro di MT prefabbricato in lamiera di acciaio, grado di protezione IP 2X, secondo le norme CEI 0 16, tensione nominale 24 kV, corrente nominale 400 A;
- n°1 trasformatore trifase in resina a raffreddamento naturale in aria con potenza nominale 1250 kVA;
- n°1 trasformatore trifase in olio a raffreddamento naturale in aria con potenza nominale 50 kVA;
- n°1 quadro elettrico di BT per servizi ausiliari;
- n°1 quadro elettrico di BT di comando per n°2 idrovore;
- n°1 quadro di automazione;
- n°1 centro di controllo, dotato di PC, monitor, stampante, gruppo di continuità, software SCADA per telecontrollo;
- attrezzatura varia (schema impianto e soccorsi d'emergenza, estintori a CO₂, lampada ricaricabile, cartelli monitori);
- impianto di illuminazione interno ed esterno dell'edificio servizi;

- impianto di terra;
- impianto di ricircolo dell'aria;
- collegamenti elettrici mediante cavi di BT ed opere accessorie (n°2 cassette di sezionamento).

Al fine di poter controllare a distanza lo stato delle opere esistenti, paratoie ed elettropompe, nonché i livelli misurati dai sensori ultrasonici, viene infine installato un impianto di telecontrollo in grado di trasferire tali informazioni a mezzo di linea telefonica commutata.

L'apparecchiatura installata è composta da idonea apparecchiatura per il collegamento alla linea telefonica del PLC di controllo, al fine del trasferimento dei segnali in esso contenuti; nella sede del AIPO di Alessandria viene fornito ed installato un PC con hardware e software in grado di gestire le informazioni provenienti dalla periferica posta all'impianto: non si prevede di comandare a distanza alcuna operazione.

In futuri lotti, viste le predisposizioni già contemplate nel presente appalto, il potenziamento dell'impianto, alla prima configurazione "minimale" di potenzialità di 8 mc/s, potrà arriverà, in fasi successive e con il solo costo della fornitura e posa in opera delle apparecchiature idrauliche ed elettriche, prima a 16 mc/s ed infine a 24 mc/s (configurazione con complessive n°6 pompe uguali).

Il passaggio avverrà quindi in maniera "modulare" sfruttando le predisposizioni di prima fase, prevedendo le seguenti apparecchiature per ciascuna installazione di una coppia di pompe aggiuntive:

- adeguamento del quadro di MT;
- n°1 trasformatore da 1250 kVA;
- n°1 quadro elettrico di comando per n°2 idrovore;
- n°2 cassette di sezionamento e cavi di collegamento in BT.

6. ACCERTAMENTI IN ORDINE ALLA DISPONIBILITA' DELLE AREE

Nell'ambito della precedente progettazione definitiva, si è provveduto a redigere il *Piano particellare di esproprio* (elaborato LOR 2.08), ai sensi dell'Art. 33 del D.P.R. 554/99, stimando al contempo le somme da accantonare per l'occupazione - temporanea o definitiva - delle aree di intervento. Tali somme sono risultate complessivamente pari a 150'000.00 €, e sono comprensive di un congruo importo per danni a terzi, frutti pendenti, eventuali occupazioni temporanee non individuate in maniera esaustiva in sede di progettazione (es. pista di cantiere), nonché gli oneri per la predisposizione delle pratiche documentali.

Da ultimo, occorre sottolineare come le aree di intervento siano facilmente accessibili dalla viabilità ordinaria tramite la via dei Preti, a sua volta collegata alla vicina tangenziale nord di Alessandria ed alla S.P. 494 tramite lo svincolo accessibile dalla rotatoria posta all'inizio della stessa via dei Preti.

7. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

Nel seguito si riporta l'aggiornamento del *Cronoprogramma delle fasi attuative* in merito alla tempistica che si ritiene necessaria per la realizzazione dell'opera, a partire dall'avvenuta approvazione del presente progetto esecutivo da parte dell'Amministrazione appaltante.

• aggiudicazione appalto	60 giorni
• consegna lavori	20 giorni
• esecuzione lavori	390 giorni
• collaudo	90 giorni
TOTALE	560 giorni

Pertanto, a partire dalla data di approvazione del progetto esecutivo, si prevede che l'iter realizzativo delle opere oggetto dell'intervento duri circa 19 mesi.

In Allegato A alla presente relazione si riporta il Cronoprogramma dei lavori con la prevedibile successione delle principali attività lavorative, sintetizzabili come segue:

- allestimento del cantiere e realizzazione della pista di accesso;
- realizzazione dell'edificio servizi (opere civili);
- formazione di opere provvisorie in alveo del Rio Loreto;
- realizzazione, in successione, della vasca di restituzione, del canale di scarico, del vano pompe e vasca di scarico;
- realizzazione del piazzale;
- realizzazione dei cavidotti ed allacciamenti ai pubblici servizi;
- fornitura e messa in esercizio dell'impianto di sollevamento;
- formazione del rilevato provvisorio in alveo del Rio Loreto per l'accesso delle macchine per la realizzazione dei diaframmi;
- realizzazione delle fondazioni profonde della chiavica e dei muri di raccordo;
- costruzione della chiavica;
- costruzione dei muri di raccordo;

- fornitura e messa in esercizio delle tre paratoie e del relativo impianto di telecontrollo;
- completamento del piazzale e delle piste ed opere finali di finitura.

8. FONTI DEL FINANZIAMENTO – STIMA DELLE OPERE

Il presente progetto ha come oggetto la *Realizzazione di una chiavica sul Rio Loreto alla confluenza in sponda sinistra del Fiume Tanaro in Comune di Alessandria (AL-E-1771)*.

L'intervento viene in finanziato interamente con risorse proprie dall'AIPO, facenti capo all'attuale programma triennale degli interventi.

A seguito della presentazione del progetto preliminare e dell'indicazione della stima sommaria delle opere, l'Amministrazione ha provveduto ad una rimodulazione dell'impegno di spesa inizialmente previsto, attingendo dalle economie risultanti nel progetto di *Completamento della messa in sicurezza del nodo idraulico di Alessandria – Lotto Tanaro*.

E' stato quindi possibile aumentare il finanziamento dall'importo iniziale di 2'600'000,00 € agli attuali 11.800'00.00 € come da Det. n°176 del 28.02.2011 a firma del Direttore dell'AIPO Dott. Ing. Luigi Fortunato. Con tale determina viene modificato il quadro economico e di conseguenza anche la classifica dell'intervento (ex AL-E-1769, ora AL-E-1771).

Nell'elaborato LOR 3.07 vengono riportati il *Quadro economico* ed il *Computo metrico estimativo* degli interventi, effettuato sulla base dei prezzi unitari di riferimento dei seguenti prezziari ufficiali:

- prezzario AIPO edizione corrente (versione 2007, Det. n°1346 del 20/07/2007, aggiornata secondo indicazioni ricevute direttamente dal committente);
- prezzario della Regione Piemonte edizione 2010, aggiornamento dicembre 2009 (D.G.R. n. 45-13541 del 16.03.2010 – Supplemento n°1 al B.U. n. 11), entrato in vigore dal 19.03.2010;
- nuovi prezzi per le voci mancanti (Art. 34 comma 2 del D.P.R. 554/99).

ALLEGATO A - Cronoprogramma

[illegible]

(*) Opere provvisoriale di difesa della zona oggetto di lavorazione dalle acque del Tanaro / Loreto