



Centrale Termoelettrica di Turbigo – Comune di Turbigo (MI)
Regione Lombardia

**INTERVENTI DI RIPRISTINO DEL TRATTO DI SPONDA DISSESTATO DEL CANALE
"NAVIGLIO GRANDE" A SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA DI TURBIGO**



PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

Relazione tecnico-illustrativa

CONTROLLO QUALITA'

Redatto: ing. Matteo BRAGARDO Controllato: ing. Elena MENARDI Approvato: ing. Cristiano CAVALLO

PROGETTISTI

TIMBRI E FIRME

Gruppo Ingegneria Torino

Via Cercenasco n. 4c, 10135 TORINO
Tel. +39 011 3099003 - Fax +39 011 3035082
www.gruppoing.to.it



Direttore Tecnico
Dott. ing. Cristiano CAVALLO
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n.8177F
Cod. Fisc. CVL CST 70C02 E506S

CODIFICA

COD. COMMESSA	TIP. LAVORI	MACROATTIVITA'	N. ELABORATO	TIPOL. ELABORATO	VERSIONE	DESCRIZIONE	DATA
1183	D	G03	01	RGE	0	Emissione	Dicembre 2022
1183	D	G03	01	RGE	1	Revisione	Gennaio 2023

ELABORATO
G03

01

Gruppo Ingegneria Torino



Certificato n° 19252A



Certificato n° 16438



GESTIONE MODIFICHE VERSIONI DOCUMENTO

Emissione	Data	Oggetto
0	Dicembre 2022	<i>Prima emissione</i>
1	Gennaio 2023	<i>Revisione</i>

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO DELL’AREA DI INTERVENTO	5
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
2.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO – IL CANALE NAVIGLIO GRANDE	7
2.2.1 <i>Gestione delle acque del Naviglio Grande e derivazione IREN Energia</i>	11
2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	12
2.4 INQUADRAMENTO VINCOLISTICO	17
3. INTERVENTI IN PROGETTO	20
3.1 CRITICITÀ	20
3.2 ESITI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO CONDOTTE DAGLI SCRIVENTI	23
3.3 STUDIO IDRAULICO DEL TRATTO	25
3.4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	26
3.4.1 <i>Opere provvisoriale</i>	27
3.4.2 <i>Opere strutturali</i>	29
3.5 INDICAZIONI SULLA CANTIERIZZAZIONE	31
3.6 INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI	31
3.6.1 <i>Principi di funzionamento del georadar</i>	31
3.6.2 <i>Limiti dell’indagine georadar</i>	32
3.6.3 <i>Esiti dell’indagine presso l’area di intervento</i>	33
4. GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA	35
5. QUADRO ECONOMICO DI SPESA	36
6. CONCLUSIONI	37

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Riprese fotografiche –

1. PREMESSA

Gli Scriventi sono stati incaricati da IREN della progettazione degli “Interventi di ripristino del tratto di sponda dissestato del canale “Naviglio Grande” a servizio della Centrale Termoelettrica di Turbigo”.

L’area di intervento interessa un tratto di muro spondale in sinistra idrografica del canale Naviglio Grande, che si estende da un manufatto di approdo storico (nei pressi di Via al Palazzo) per una lunghezza di circa 60 m a monte, ove sono presenti cedimenti diffusi della muratura. In particolare, in corrispondenza del manufatto di approdo, il muro ha subito cedimenti per ribaltamento. Il dissesto fu “messo in sicurezza” lato acqua mediante la posa di gabbionate con la funzione di contrastare il ribaltamento del muro spondale. Al fine di preservare la pubblica incolumità, inoltre, furono posizionate alcune transenne lungo tutto il tratto in oggetto.

Il presente progetto, pertanto, si pone la duplice finalità di ripristinare il tratto interessato dal cedimento, mediante la realizzazione di un intervento “risolutivo” che consenta anche un ottimale inserimento ambientale e paesaggistico dello stesso, oltre, più in generale, al consolidamento del muro spondale per l’intero tratto in oggetto.

Le opere di consolidamento sono costituite da palificate da realizzarsi a tergo del cordolo esistente. In corrispondenza dell’approdo, a seguito della realizzazione dell’opera provvisoria, si provvederà al ripristino del paramento con tecniche e materiali in analogia alle preesistenze (vedi § 3.4 e elaborati grafici di progetto).

Al fine di coniugare le esigenze di cantierizzazione dell’opera con le esigenze di produzione di IREN è stato previsto di realizzare specifiche opere provvisorie (vedi § 3.5) in corrispondenza del manufatto di approdo che consentano di operare in asciutto sul paramento del muro. L’intervento presso il molo pertanto è stato progettato al fine di garantire la possibilità di fare defluire all’interno del Canale del Naviglio Grande costantemente una portata tale da soddisfare le necessità di raffreddamento della Centrale Termoelettrica. A tal fine, è stato condotto uno specifico studio idraulico del nodo di Turbigo, finalizzato a definire compiutamente tutti i possibili scenari di cantiere; le risultanze sono sintetizzate, per quanto di pertinenza, nel successivo § 3.3.

L’opera provvisoria è prevista unicamente in corrispondenza del manufatto di approdo in quanto in tale area sussistono condizioni adeguate alla sua realizzazione (“gradino” al piede). Negli altri tratti di muro, invece, non è sussistono adeguate condizioni alla realizzazione dell’opera.

Opportuno inoltre precisare che nell’ambito di un precedente incarico affidato da IREN agli Scriventi, è operativo il monitoraggio topografico del tratto di sponda sinistra compresa tra i ponti di Via Roma e di Via Milano, dal quale ad oggi non risultano movimenti lungo tutto il tratto indagato.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO

IREN preleva le acque del Naviglio Grande per il raffreddamento della Centrale Termoelettrica di Turbigo, presso l'omonimo comune milanese, e le restituisce al Canale stesso o al Ticino. A tal fine, si è aggregata al Consorzio Est Ticino Villoresi (nel seguito anche ETV), Ente a cui è stato affidato tale canale per la gestione, manutenzione e polizia idraulica, nonché titolare della concessione di derivazione delle acque derivate dal fiume Ticino a mezzo del Naviglio Grande stesso. La Convenzione stipulata tra IREN e ETV pone in carico alla prima la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere idrauliche, dei muri spondali e del fondo del tratto di canale Naviglio Grande da 300 m a monte del ponte di Via Roma, sino alla traversa di regolazione "ex-Poiret", a valle della restituzione, ad esclusione della conca di navigazione (Figura 1).

In particolare, il presente progetto interessa un tratto della sponda sinistra del Naviglio Grande, che si estende da un manufatto di approdo storico (nei pressi di Via al Palazzo) e per 60 m a monte (Figura 2).



Figura 1 – Tratto di competenza IREN per interventi di manutenzione sul Canale Naviglio Grande.



Figura 2 – Tratto oggetto di intervento (riquadro rosso).

Il manufatto di approdo ha subito un cedimento per ribaltamento, a seguito del quale è stato eseguito un intervento di messa in sicurezza con funzione di sostegno della sponda mediante posa di gabbionate al piede del muro e transenne per garantire condizioni di sicurezza agli utenti.

Nel tratto a monte sono presenti diffusi cedimenti della muratura.

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di intervento sorge nel territorio comunale di Turbigo, in provincia di Milano, lungo un tratto del Canale Naviglio Grande, utilizzato attualmente a scopo irriguo ed energetico. Il paese è crocevia di importanti vie fluviali (il Naviglio Grande, il Ticino e la rete dei canali e delle rogge irrigue), che hanno reso possibile lo sviluppo di diversi percorsi ciclabili. In particolare, l'Alzaia del Naviglio (ove sorgono gli interventi in oggetto) è parte del Sentiero Verde, Europa 1 (E1), che parte da Hammerfest (Norvegia) per giungere sino a Siracusa. La denominazione "alzaia" deriva dalle funi utilizzate per il traino dei barconi che, dopo aver scaricato le merci nella Darsena di Milano, risalivano la corrente fino a Tornavento.

Il comune di Turbigo sorge sulla sponda sinistra del Ticino, 25 km a sud del lago Maggiore, al confine tra Piemonte e Lombardia. Storicamente l'economia locale è stata fortemente influenzata dalla presenza del canale navigabile "Naviglio Grande", la cui realizzazione fu iniziata dai milanesi nel 1179 e che per lungo tempo costituì un'importante via commerciale.

Turbigo ha origini antiche che risalgono al I secolo a.C., di cui rimangono testimonianze nelle necropoli presenti sul territorio. In epoca romana il primo nucleo abitativo si sviluppò attorno ad una torre di avvistamento, che fu alla base della costruzione del successivo castello medioevale; il commercio fluviale è testimoniato già in tale epoca.

La cittadina, citata in documenti scritti già a partire dal 1150, ebbe sempre una notevole importanza storica come luogo strategico per l'attraversamento del Ticino tra Como e Novara. In età napoleonica il comune conobbe una notevole espansione, annettendo dapprima Robecchetto e poi Nosate. Rimane famoso il Combattimento di Turbigo, che avvenne durante la seconda campagna napoleonica in Italia e vide scontrarsi

austriaci e francesi. Turbigo fu nuovamente sede di un'altra importante battaglia durante la seconda guerra di indipendenza italiana (1859) tra franco-piemontesi ed austriaci.

La popolazione ha subito un significativo incremento demografico, dall'Ottocento ai nostri giorni, sebbene dal 2009 vi sia una leggera flessione.

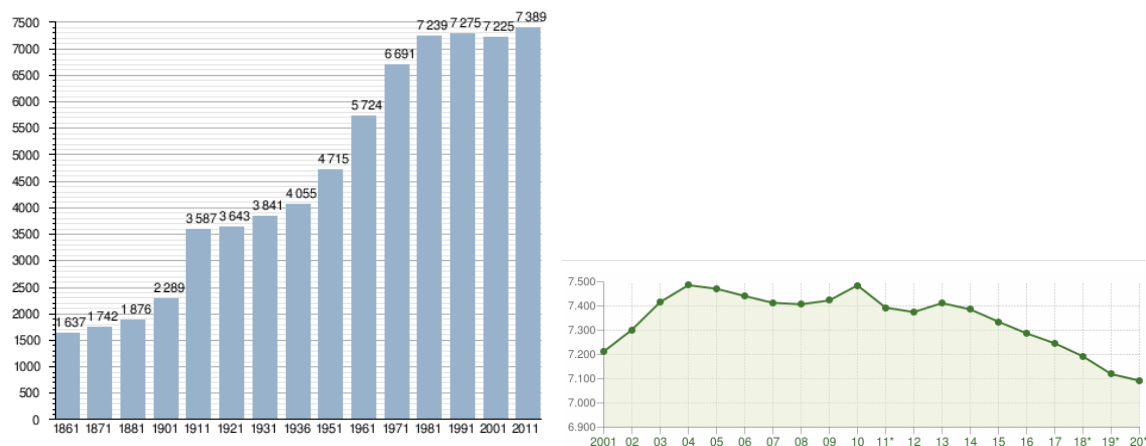


Figura 3 – Popolazione residente.

2.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO – IL CANALE NAVIGLIO GRANDE

L'intervento in oggetto interessa il Naviglio Grande, che è un canale artificiale che deriva le proprie acque dal Fiume Ticino a valle del Lago Maggiore, per uso irriguo ed energetico. Fa parte del sistema dei Navigli di Milano (Figura 4) e rappresenta uno dei più antichi.

Presenta una lunghezza totale di circa 50 km e lungo il suo sviluppo presenta una larghezza variabile (da 50 m sino a 12 m, nel tratto terminale). La sua portata è variabile nel corso dell'anno: dai 64 m³/s in estate ai 35 m³/s in inverno; tale portata risulta ridotta a 12 m³/s all'ingresso in Darsena a causa delle 116 bocche irrigatorie che danno acqua a un comprensorio di circa 50 000 ettari e dei 9 m³/s che cede al naviglio di Bereguardo.



Figura 4 – Inquadramento cartografico del Navigli.

Inizialmente il canale aveva prevalentemente una funzione irrigua, a cui si sovrappose una funzione “commerciale”, per raggiungere il Lago Maggiore e la Svizzera. Venne quindi ampiamente utilizzato alla fine del Milletrecento per l’approvvigionamento del marmo necessario alla costruzione del Duomo di Milano. Nel Seicento assunse anche la funzione di trasporto persone (fino agli inizi del Novecento). L’ultimo barcone che percorse il Naviglio Grande entrò nella Darsena il 31 marzo 1979; il canale perse quindi la sua funzione di “strada d’acqua”, tornando alla sua originaria funzione (irrigua).

Nel 2015 il Naviglio Grande è tornato ad essere navigabile dopo l’inaugurazione della nuova darsena.

Ad oggi, a causa delle successive modifiche intervenute sul territorio, la portata effettiva del Naviglio Grande deriva dalle acque del Canale industriale a Turbigo, che nasce dalle dighe di Panperduto (Figura 5), mentre il tratto che si origina a Tornavento non è più utilizzato e viene chiamato Naviglio Vecchio¹.

¹ <https://naviglireloading.eu/navigli-lombardi/il-naviglio-grande/>



Figura 5 – Diga di Panperduto.

Il Canale Industriale, di proprietà e competenza di Enel Green Power, ha inizio poco a valle della diga di Panperduto, come mostrato nella precedente figura, e presenta lungo l'asta tre centrali idroelettriche (centrale di Vizzola Ticino, Tornavento e Castelli a Turbigo), la cui ubicazione è riportata nelle seguenti figure.

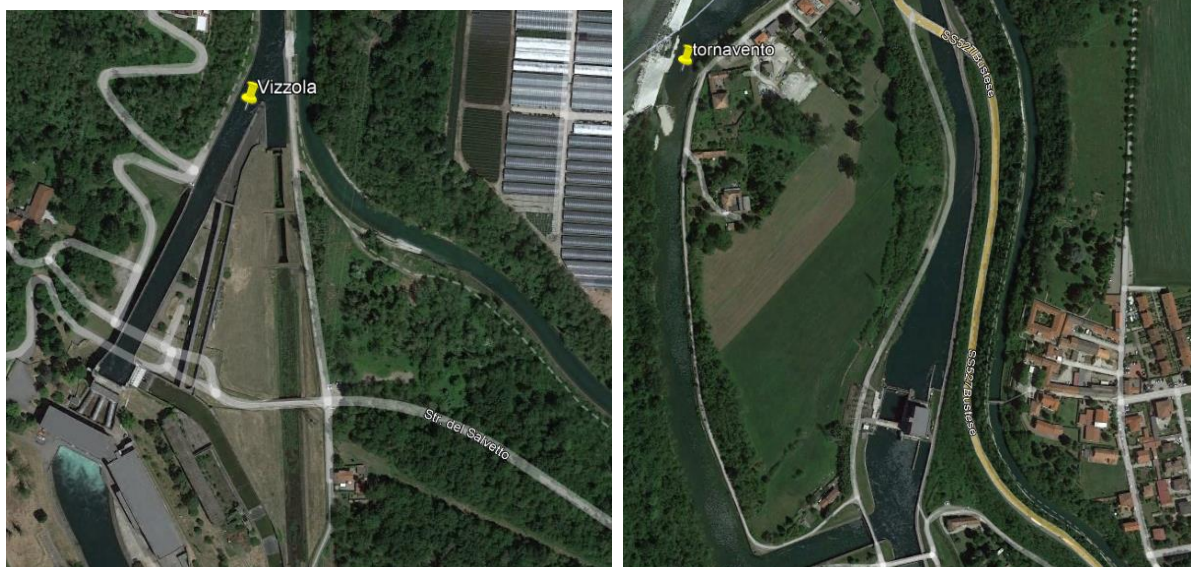


Figura 6 – Vista satellitare centrali Enel di Vizzola Ticino e di Tornavento.



Figura 7 – Vista satellitare della Centrale Castelli di Turbigo.

Il nodo di Turbigo, a valle della Centrale Enel Castelli, ha un funzionamento di tipo complesso in quanto deve garantire l'alimentazione in tre diverse direzioni, come mostrato schematicamente nella seguente Figura 9. In particolare, lo scarico della Centrale deve garantire un livello idrico che lavori come carico idraulico per evitare cavitazione alla turbina Kaplan della centrale stessa, con un livello idrico che al contempo alimenti in “contropendenza” il Canale Regresso, che restituisce portate al Fiume Ticino a monte della derivazione del Naviglio Langosco in sponda piemontese (direzione A della seguente Figura 8), il Canale Tre Salti, che alimenta la Centrale “Turbigo Inferiore” di ENEL (direzione B - Figura 8), e verso valle il Naviglio Grande, ad uso prevalente irriguo e in gestione a ETV, da cui deriva anche la centrale termoelettrica di IREN Energia (direzione C – Figura 8).

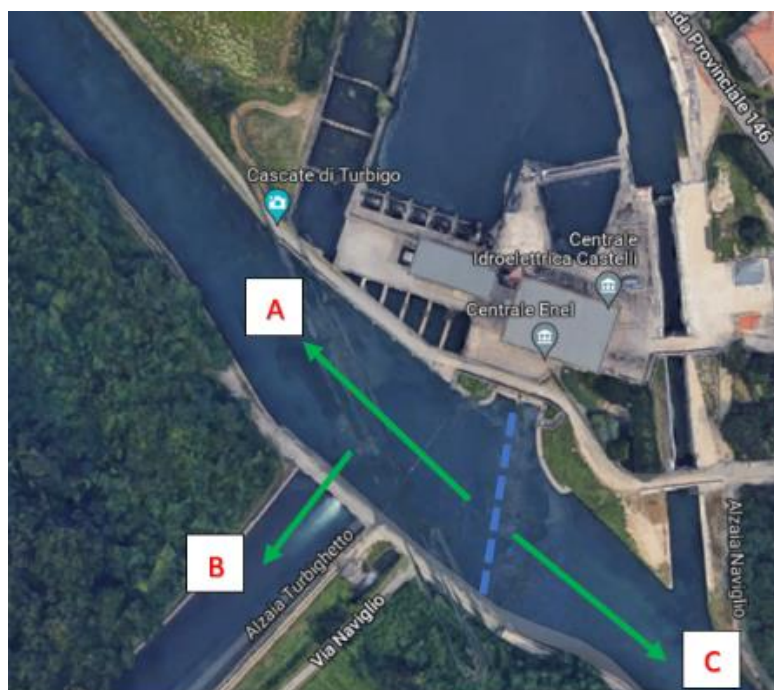


Figura 8 – Rappresentazione schematica del funzionamento del nodo idraulico di Turbigo, a valle della centrale Castelli.

Le regolazioni di “portata e livello” sono coordinate dal Consorzio ETV, da Enel Green Power e da IREN Energia, con l’obiettivo di ottimizzare le esigenze di tutti i soggetti coinvolti.

2.2.1 Gestione delle acque del Naviglio Grande e derivazione IREN Energia

La gestione delle acque del Naviglio Grande nel tratto oggetto del presente studio, segue una procedura complessa messa a punto in diversi anni e finalizzata a soddisfare le esigenze dei numerosi soggetti coinvolti. In particolare il consorzio ETV, per garantire i fabbisogni di tutti gli aventi diritto, gestisce e coordina, di concerto con ENEL Green Power, tutti gli apparati di regolazione delle portate a partire dalla diga del Panperduto a valle del lago Maggiore.

IREN, per il raffreddamento dei condensatori presenti nella centrale termoelettrica, ha diritto alla derivazione di una portata compresa tra i 12,3 m³/s (regime di produzione ridotto) e i 22,1 m³/s (regime ordinario).

La suddetta derivazione può essere effettuata solo se all’interno del Naviglio è presente un livello idrico sufficiente ad alimentare gli apparati interni alla centrale. Questo livello è garantito dalla presenza della diga ex Poiret, alcune decine di metri a valle della presa, la cui paratoia è opportunamente manovrata dal consorzio ETV in modo da garantire un rigurgito che sia adeguato agli scopi della centrale.

Ogniqualvolta è prevista una variazione di portata immessa nel naviglio, il consorzio ETV dirama un comunicato nel quale vengono indicate le manovre di regolazione da effettuare sulla diga ex Poiret e le modalità di restituzione delle portate derivate dalla centrale termoelettrica in quanto le acque derivate dalla centrale possono essere reimmesse nel Naviglio oppure scaricate in un canale affluente del Ticino; il tutto come mostrato nella seguente Figura 9.

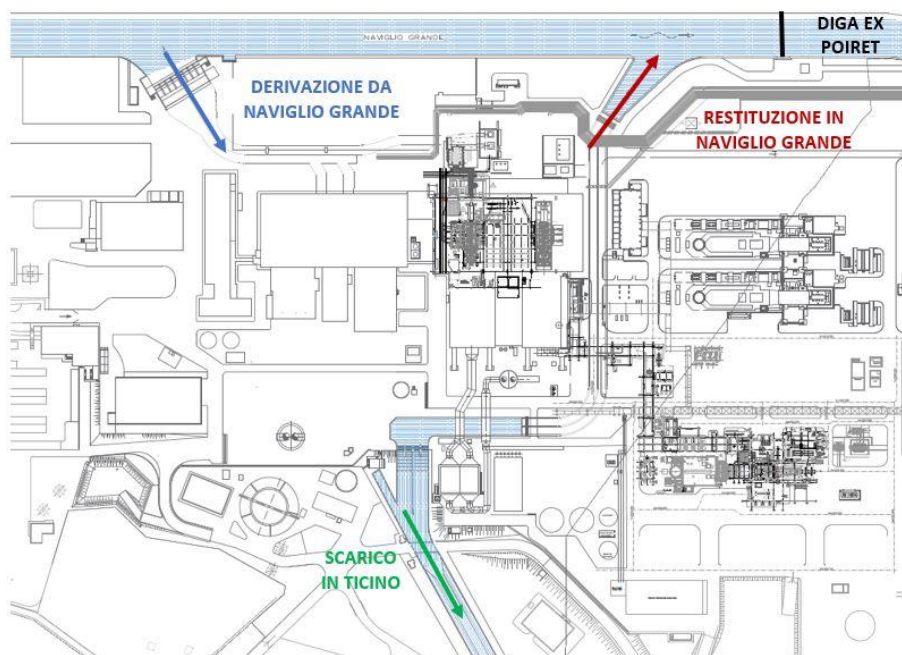


Figura 9 - Schema derivazione/restituzione acque di raffreddamento.

2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Per un preliminare inquadramento geologico dell'area in studio si è fatto riferimento alla Carta Geologica di Italia (1:100.000) – Foglio 44 Novara.

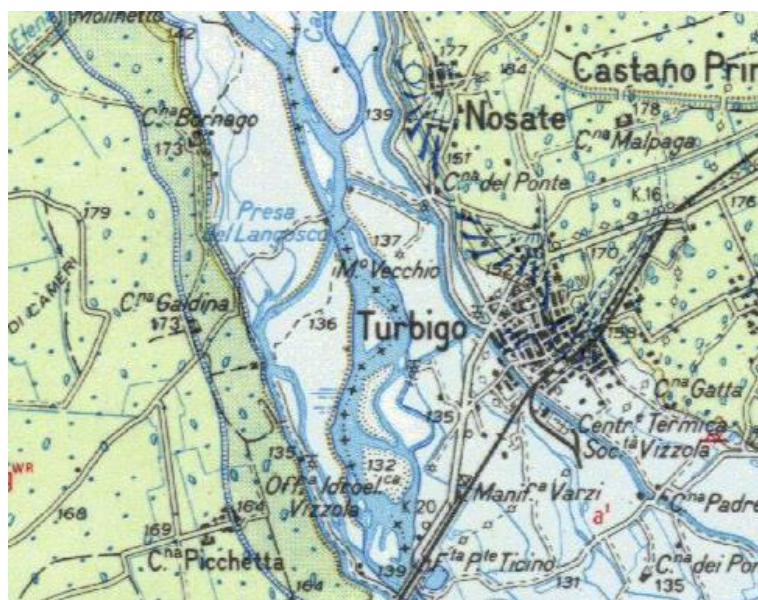


Figura 10 – Estratto della Carta Geologica di Italia.

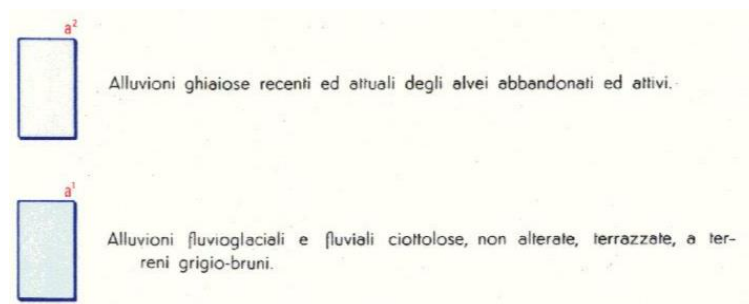


Figura 11 – Legenda Carta Geologica di Italia.

Il territorio comunale è interessato principalmente da terreni alluvionali risalenti al quaternario e distinti in:

- A1 – Alluvioni terrazzate dell’Olocene antico;
- A2 – Alluvioni terrazzate dell’Olocene medio.

I depositi alluvionali olocenici antichi si riscontrano unicamente lungo i principali corsi d’acqua della regione, di cui contrassegnano gli antichi alvei abbandonati. Il limite con il fluviale-Wurm è quasi sempre evidenziato da un terrazzo morfologico specie per quanto riguarda la zona del Ticino; nell’ambito padano si riscontra un sovralluvionamento dei terreni pleistocenici da parte di alluvioni antiche, in genere costituite da livelli ghiaiosi-ciottolosi (alto corso del Ticino) o ghiaiosi sabbiosi (a sud).

Dalla consultazione della documentazione geologica allegata al Piano di Governo del Territorio comunale (P.G.T.), come mostrato in stralcio nella seguente Figura 12, l’area in cui ricade l’intervento in oggetto è classificata come alluvioni fluvioglaciali e fluviali ciottolose non alterate terrazzate, risalenti all’Olocene. L’area di intervento appartiene all’unità geopedologica U (aree urbane).

Presso l’area di intervento non si riscontrano fenomeni di dissesto censiti interferenti con le aree di intervento dalla cartografia allegata al PGT, né dal geoportale cartografico nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>).

Dalla consultazione della Carta geotecnica, dei fattori antropici e della capacità di uso del suolo (riportata in stralcio in Figura 14), l’area di intervento è classificata come zona a ghiaie e sabbie prevalenti.

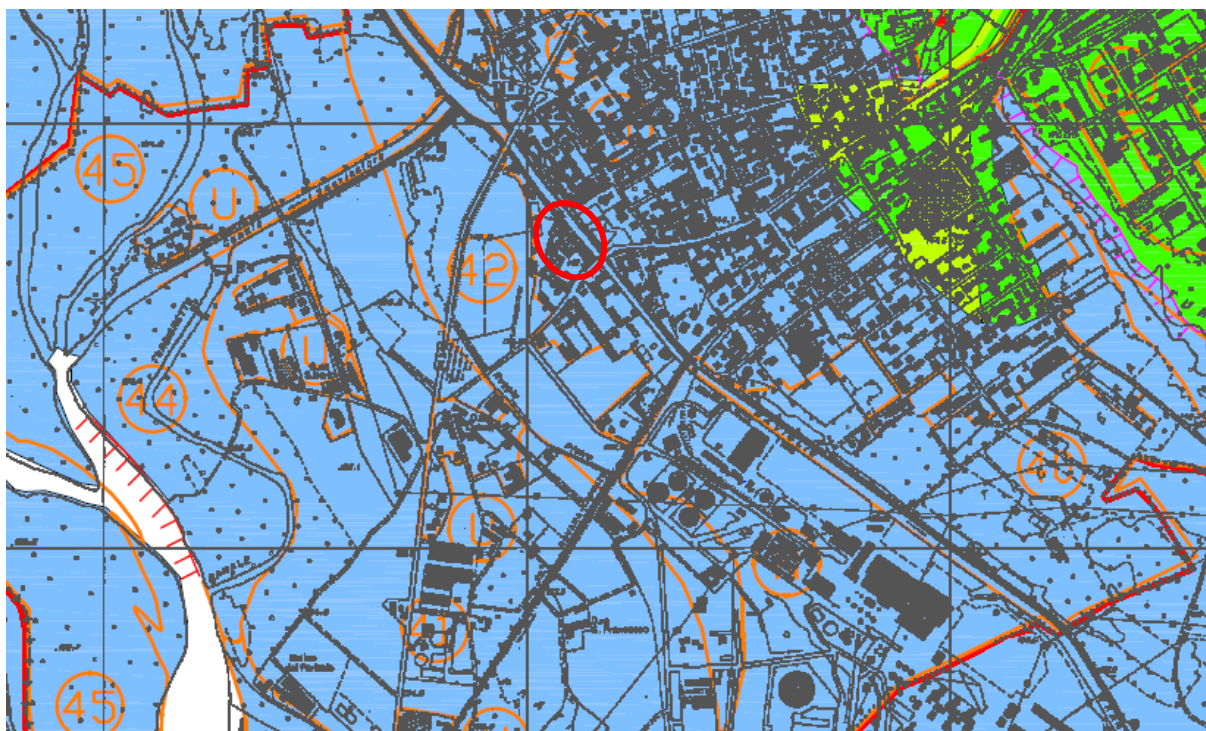


Figura 12 – Estratto Carta litologica e geomorfologica con elementi geopedologici (PGT-2015).

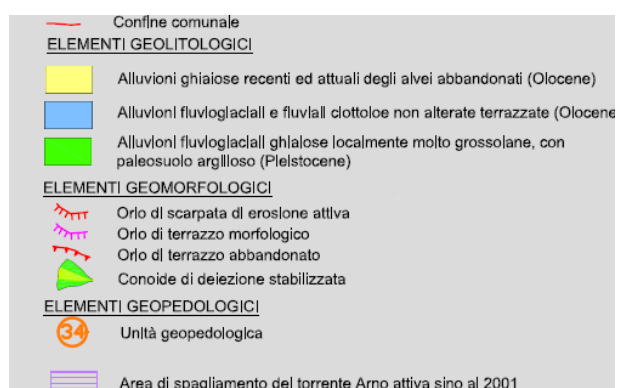


Figura 13 – Legenda Carta litologica (PGT-2015).

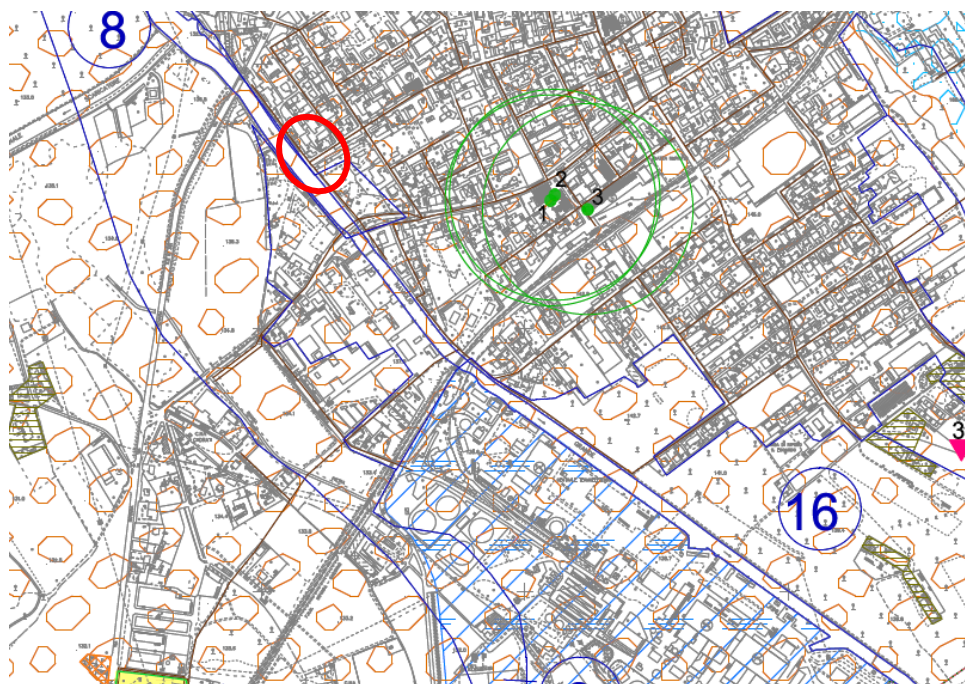


Figura 14 – Carta geotecnica, dei fattori antropici e della capacità di uso del suolo (PGT – 2015).

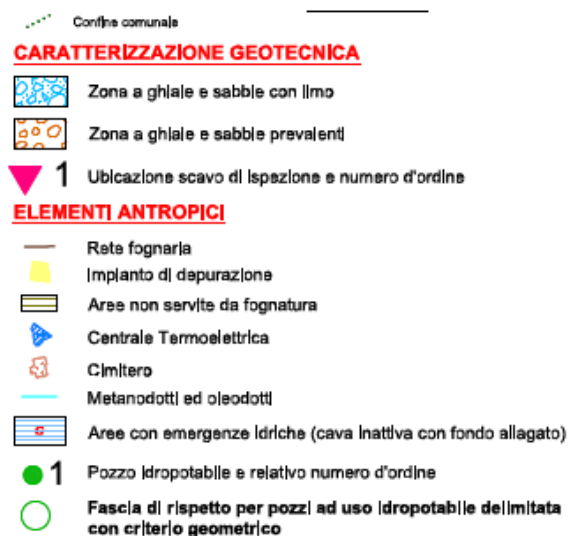


Figura 15 – Legenda Carta geotecnica (PGT-2015).

Dalla consultazione della carta di sintesi, riportata in stralcio nella seguente figura, risulta invece che l'area di intervento sia caratterizzata da ghiaia e sabbie con limo, ad elevata vulnerabilità degli acquiferi.

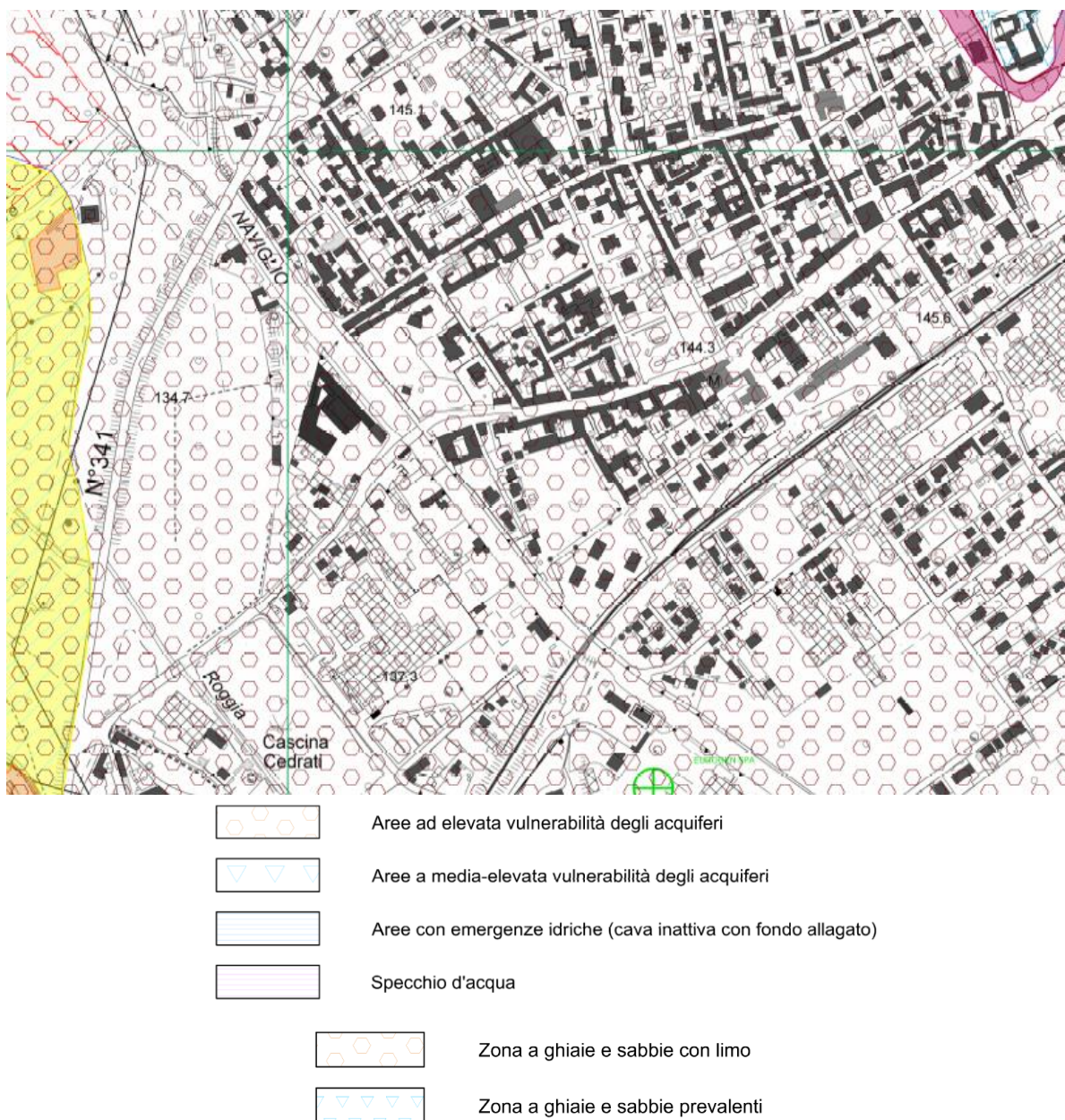


Figura 16 – Estratto tav. 3 – Carta di sintesi (PGT – 2019).

Con riferimento all'acquifero, si rileva preliminarmente come dall'analisi della tav. 4 allegata alla documentazione geologica del PGT (2019), risulti come l'area sia caratterizzata da una limitata soggiacenza della falda.



Figura 17 – Estratto carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (PGT)

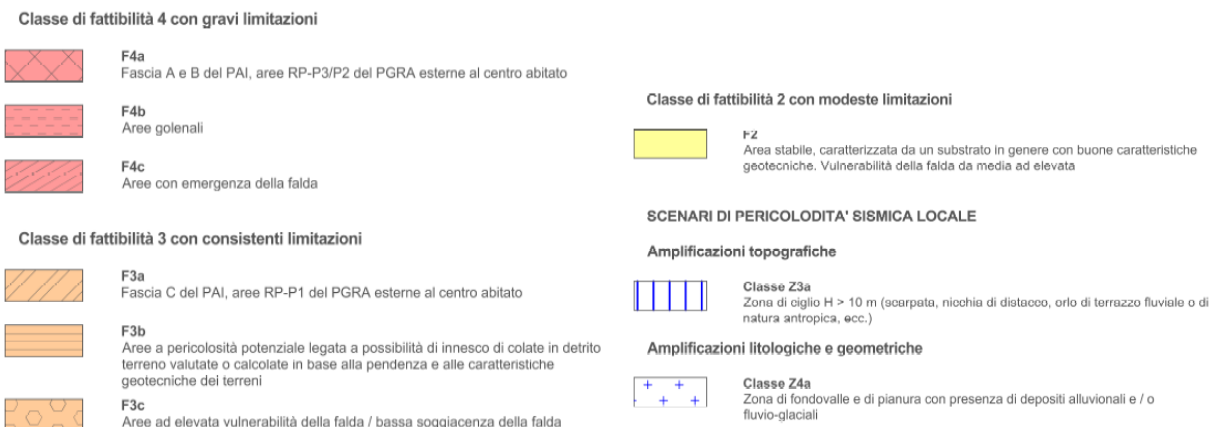


Figura 18 – Legenda Carta di fattibilità.

2.4 INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

Nell'ambito dell'elab. 1183-D-G03-04-SFE è stata condotta un'analisi dei vincoli ambientali e paesaggistici presenti presso l'area di intervento, da cui è emerso come l'area di intervento sia soggetta a vincolo paesaggistico (vedi Figura 19), ai sensi dell'art. 142 lett. c) ed f) del D.Lgs. n.42/04 e smi.



Figura 19 – Perimetrazione aree soggette a vincolo paesaggistico (fonte geoportale regionale).

Dalla consultazione del Piano Paesaggistico, inoltre, il corso del Naviglio Grande è normato ai sensi dell'art. 21 delle NdA del Piano e la strada alzaia è classificata come percorso panoramico (art. 26 NdA).

Il Piano Territoriale Regionale d'Area Navigli Lombardi individua specifici obiettivi da perseguire nell'ambito; con riferimento agli interventi in progetto assume rilevanza l'obiettivo paesaggistico *“Riquilibrare e restaurare le sponde, i manufatti idraulici e i sistemi di attraversamento del sistema Naviglio”*, per il quale prescrive che le opere di manutenzione delle sponde *“spondali si configurano come opere di restauro rispettose della conservazione, anche materica, delle preesistenze, che trovano criteri di attuazione nell'esperienza effettuata nel Master Plan Navigli”*.

Al fine del perseguimento degli obiettivi territoriali, inoltre, il Piano Territoriale Regionale d'Area Navigli Lombardi individua una fascia di 100 m lungo entrambe le sponde dei Navigli (*“al fine di tutelare e salvaguardare tale territorio come sistema di elevata qualità paesaggistica ed ambientale”*, *“all'interno della quale si dovrà porre una particolare attenzione alla valorizzazione delle aree verdi, alla salvaguardia delle aree libere preservandole da trasformazioni incompatibili con gli obiettivi di qualità del paesaggio”*), nonché una fascia di 500 m dalle sponde dei Navigli (*“esterna al tessuto urbano consolidato, che definisce uno spazio di tutela delle rilevanza paesaggistiche, di valorizzazione e ricomposizione dei contesti rurali, connotandosi come un sistema a rete ambientale, naturalistica e paesistica”*). Nella seguente figura si riporta la perimetrazione di tali fasce desunta dalla pianificazione territoriale comunale.



Figura 20 – Delimitazione fasce PTRA Navigli - Estratto tav. 3.1 – Ambiti funzionali di tutela (Piano di Governo del Territorio).

L’area ricade inoltre all’interno del Parco Regionale del Fiume Ticino (Figura 21) ma risulta esterna ad aree vincolate ai sensi della normativa comunitaria.

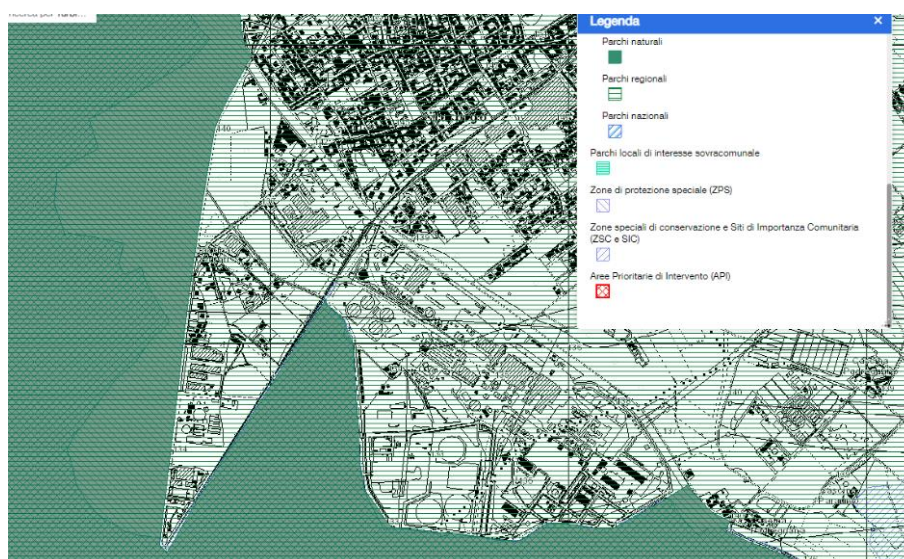


Figura 21 – Perimetrazione aree protette (geoportale regionale).

Nel complesso l’intervento in progetto è compatibile con la pianificazione territoriale e con la normativa vigente, nel rispetto delle tecniche realizzative storiche del muro spondale con riferimento all’intervento di ripristino del paramento (manufatto di approdo storico).

3. INTERVENTI IN PROGETTO

Il presente progetto prevede il consolidamento di un tratto di sponda sinistra del canale Naviglio Grande, che si estende dal manufatto di approdo storico (Via al Palazzo) e per 60 m a monte (vedi precedente Figura 2). Localmente, inoltre, in corrispondenza del manufatto stesso è previsto il ripristino del paramento murario secondo tecniche e materiali in coerenza con le preesistenze.

Con riferimento alla convenzione stipulata tra IREN e il consorzio ETV si stabilisce infatti che è la società IREN ad essere responsabile della manutenzione ordinaria e straordinaria del suddetto canale, partendo da 300 m a monte del ponte di via Roma fino alla diga ex Poiret posta poco a valle della centrale termoelettrica.

3.1 CRITICITÀ

Il tratto in oggetto manifesta diffusi cedimenti della muratura e ha subito recentemente un fenomeno per ribaltamento, in corrispondenza del manufatto di approdo (vedi seguente Figura 22). Il manufatto è costituito da due rampe di discesa (monte e valle) sino ad un molo ed un muro di sostegno dell'alzaia, arretrato rispetto al filo sponda.



Figura 22 – Manufatto di approdo, soggetto a pregresso fenomeno di instabilità.

Il presente intervento nasce dall'esigenza di consolidare il tratto spondale in oggetto, garantendo una soluzione definitiva al cedimento per ribaltamento del manufatto di approdo, risolto (temporaneamente) mediante la posa di gabbionate. Si riporta nella seguente figura una schematizzazione dello stato attuale della sponda, rimandando agli elaborati grafici di progetto per maggiori dettagli. Nella successiva Figura 25 si riporta un estratto tratto dal progetto definitivo elaborato per conto di ETV.

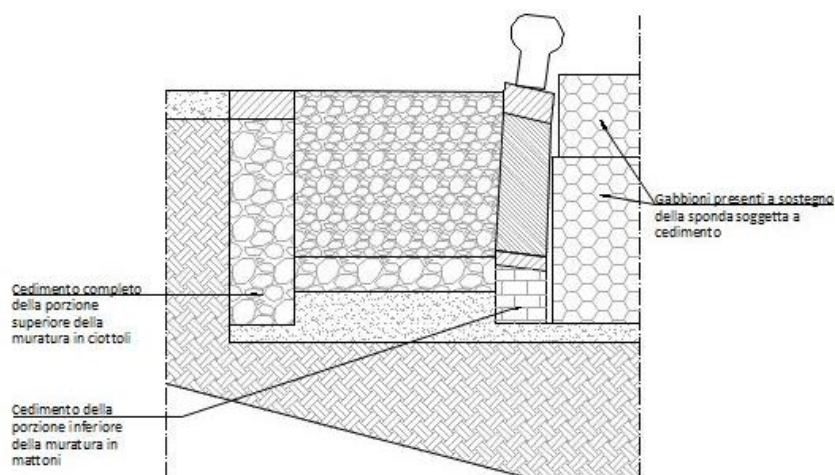


Figura 23 – Schematizzazione dello stato di fatto del manufatto di approdo (elab. 1183-D-G03-17-PLT).

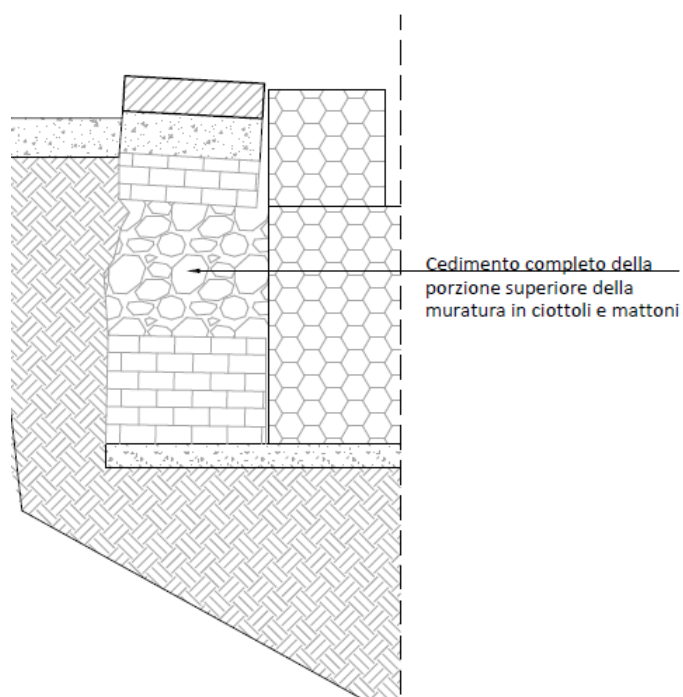


Figura 24 – Schematizzazione dello stato di fatto del tratto esterno al manufatto di approdo (elab. 1183-D-G03-17-PLT).



Figura 25 – Vista frontale del manufatto di approdo con interventi provvisori di messa in sicurezza.



Figura 26 – Vista da valle del manufatto di approdo.



Figura 27 – Riprese fotografiche in prossimità dell’area soggetta a pregressa instabilità.

Le murature di rivestimento lato canale sono in mattoni mentre il muro di sostegno è costituito da ciottoli e malta cementizia; entrambe le strutture sono sovrastate da un cordolo in pietra di epoca storica. A monte e valle del manufatto di approdo, inoltre, sono presenti bitte in pietra. La pavimentazione del manufatto è in ciottoli di piccole dimensioni su un letto di cemento.

La porzione inferiore della sponda è costituita da un paramento inclinato rivestito in calcestruzzo.

Il tratto di muro spondale a monte presenta diffusi cedimenti della muratura (vedi seguenti figure).



Figura 28 – Vista frontale del paramento a monte dell'approdo, con segno di cedimenti della muratura.



Figura 29 – Vista frontale del paramento tratto terminale di intervento, con segno di cedimenti della muratura.

Nel tratto in oggetto, la sponda presenta una porzione inferiore con paramento inclinato rivestito in calcestruzzo su cui si innesta una muratura semiverticale prevalentemente in mattoni, sulla testa della quale è presente un cordolo in pietra di recente realizzazione.

. La muratura in laterizi, legati con malta di cemento, risulta fortemente rimaneggiata da interventi di tamponamento di cedimenti avvenuti nel passato, che hanno introdotto anche materiali del tutto estranei all'originaria muratura, quali mattoni forati industriali e calcestruzzo.

3.2 ESITI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO CONDOTTE DAGLI SCRIVENTI

Nell'ambito di un altro incarico gli Scriventi sono stati incaricati da IREN Energia del monitoraggio topografico del tratto di sponda sinistra compreso tra i ponti di Via Roma e di Via Milano, al fine di definire possibili movimenti dello stesso.

Alla data attuale a partire alla prima (L.0) utilizzata come lettura di riferimento, sono state eseguite complessivamente n.9 letture.

Con lo scopo di avere un sistema univoco di quote planoaltimetriche georiferite, è stato adottato il sistema di coordinate planimetriche dello stabilimento IREN di Turbigo, con esplicito riferimento al caposaldo denominato PIL avente quota di riferimento = 138,787 m s.l.m..

Il monitoraggio è stato effettuato tramite misure celerimetriche di alta precisione eseguite con l'ausilio di uno strumento topografico di precisione LEICA TS30 e relativi accessori per misurazioni di precisione. L'attività ha interessato il monitoraggio di complessivi n.46 punti distribuiti lungo il tratto.

Nelle parti non interessate dal pregresso cedimento, ovvero prima e dopo il manufatto di approdo, i punti di monitoraggio sono stati realizzati con densità indicativa di 1 ogni 10 m circa, mentre in corrispondenza del manufatto di approdo oggetto di instabilità la rete di monitoraggio è stata incrementata portando l'intensità dei punti da monitorare a circa 1 ogni 2-3 m in ragione delle dimensioni dei conci lapidei.

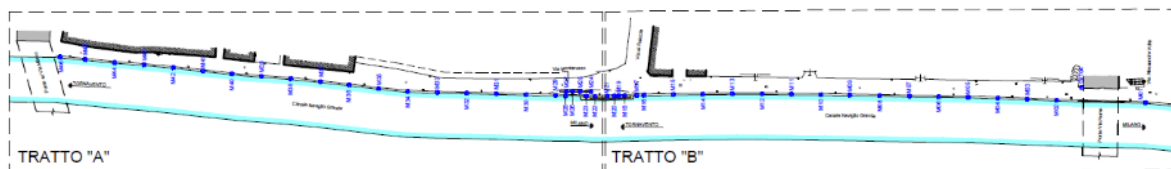


Figura 30 – Ubicazione dei punti di monitoraggio.

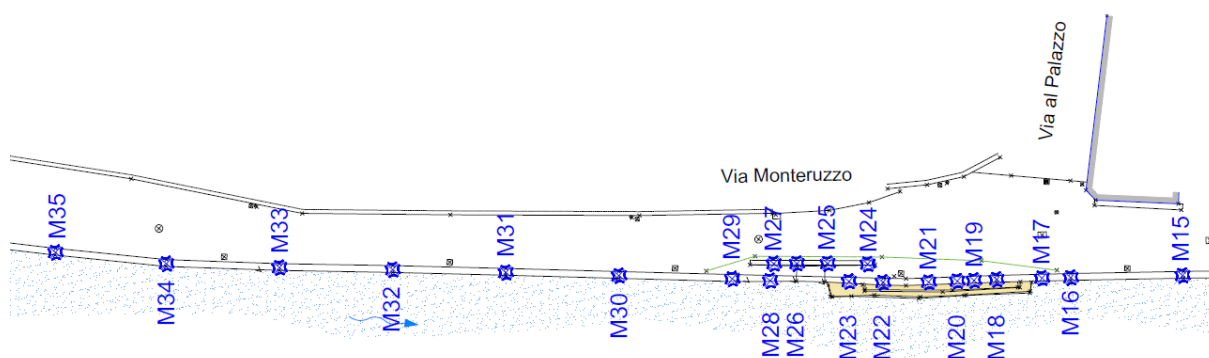


Figura 31 – Dettaglio punti di monitoraggio presso area di intervento.

Nell'ambito della campagna di monitoraggio sono stati monitorati gli spostamenti nelle tre direzioni (N, E, Q) dei punti, confrontando ogni misura con la precedente nonché con la lettura di riferimento (L.0). In considerazione, inoltre, delle modalità di monitoraggio adottate, è stata definita "la posizione più probabile" per ciascun punto, confrontandola quindi con quella desunta dalla Lettura Zero. Tale dato è quello che si ritiene più significativo in quanto consente di mediare gli errori di misurazione delle singole campagne eseguite.

Nella seguente tabella si riportano gli scarti riferiti alla Lettura Zero della "posizione più probabile" (al momento di redazione della presente – lettura topografica di settembre 2022), che consente di mediare gli errori di misurazione delle singole campagne di monitoraggio, per i punti di monitoraggio del tratto oggetto di intervento.

Si osserva come nel tratto di interesse lo scarto tra la posizione più probabile e la lettura L.0 sia decisamente contenuto e compatibile con l'errore strumentale e, più in generale, con l'errore di misura.

Tabella 1 – Scarti "posizione più probabile" – L.0 [mm]

Punto	E [mm]	N [mm]	Q [mm]
M15	1,0	1,7	0,4
M17	2,1	-1,2	-0,4
M18	0,2	1,4	0,3
M19	0,6	-0,6	-0,5
M20	1,4	-1,2	0,3
M21	-0,7	1,3	-0,7
M22	-0,7	1,2	-0,5

M23	0,7	0,1	1,6
M24	-0,8	-0,1	0,7
M25	0,8	0,3	-0,2
M27	0,7	1,4	0,1
M30	-1,4	1,2	0,3
M32	0,2	-0,4	0,1
M34	-0,2	-0,1	0,2

Si può dunque affermare che alla data di redazione del presente elaborato non vi siano manifestazioni di movimenti/cedimenti lungo tutto il tratto indagato e oggetto del presente intervento.

3.3 STUDIO IDRAULICO DEL TRATTO

Gli Scriventi hanno predisposto uno specifico studio idraulico del tratto di Canale che si estende da valle della Centrale Castelli di ENEL fino al canale di derivazione della Centrale Termoelettrica di Turbigo (Figura 32). Nella stessa figura viene anche rappresentato il tratto di intervento finalizzato al consolidamento del muro spondale in sinistra idrografica del canale, nonché al ripristino localizzato dello stesso in corrispondenza del manufatto di approdo storico (nei pressi di Via al Palazzo).

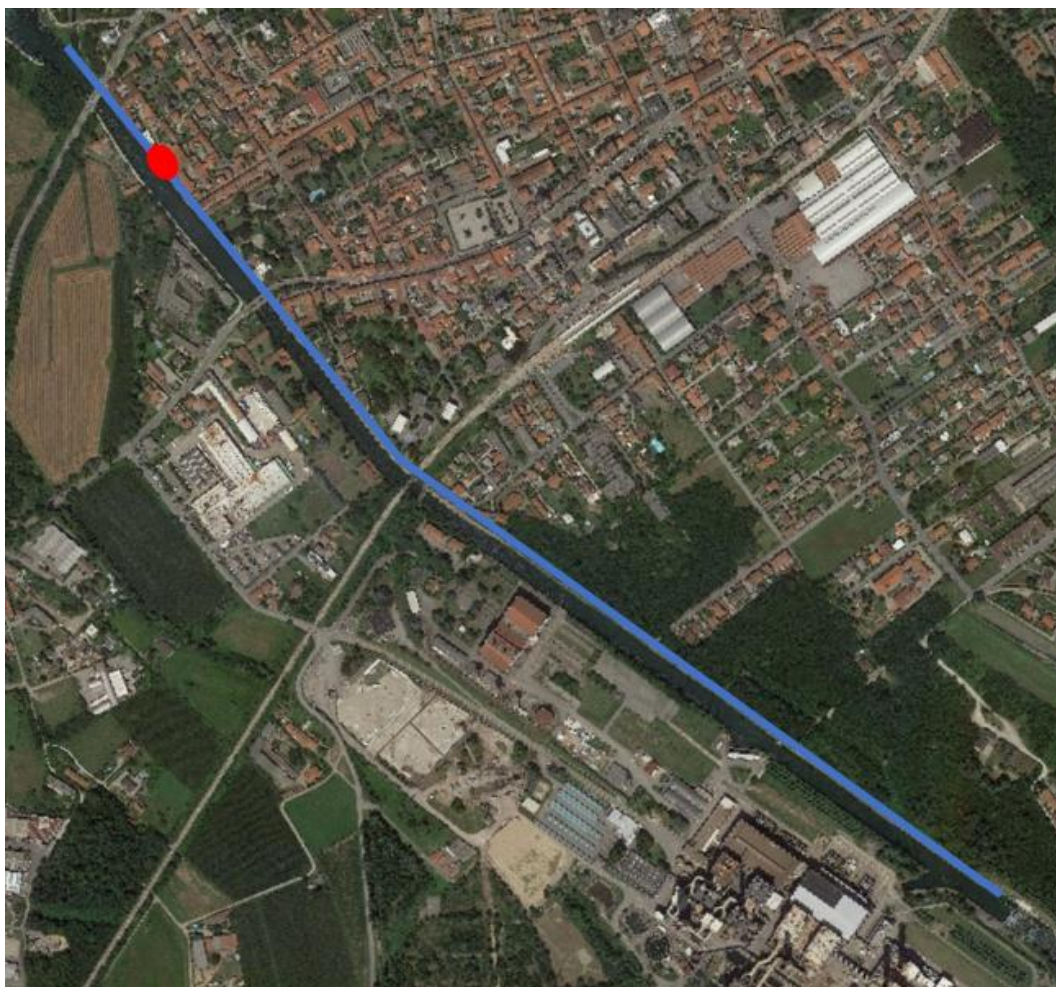


Figura 32 – Tratto del Naviglio Grande oggetto dello studio idraulico.

Lo studio è stato sviluppato in quote stabilimento (con riferimento al caposaldo PIL), in continuità alle attività di monitoraggio topografico in corso, illustrate sinteticamente al precedente § 3.2.

Nell’ambito del citato studio, al quale si rimanda per specifici approfondimenti, è stato allestito un apposito modello numerico monodimensionale (HEC-RAS), tarato rispetto ai valori di portata e livello misurati durante le campagne di monitoraggio topografico condotte dagli Scriventi.

Si è così giunti a definire i livelli in alveo associati alle portate “a regime” (22,1 m³/s) e “minima” (12,3 m³/s) necessarie per garantire il corretto funzionamento della centrale termoelettrica di IREN.

Ulteriore analisi idraulica condotta è quella riportata nella seguente Tabella 2 che sintetizza le condizioni (portata e livello idrico in corrispondenza del misuratore IREN in centrale) che consentono di avere presso l’area di cantiere del manufatto di approdo un battente massimo di 30 cm corrispondente ad un livello idrico di 136,50 m s.l.m.; questo livello è compatibile con le attività preventivate per la realizzazione dell’opera provvisoria (vedi § 3.4.1).

Tabella 2 – Condizioni che garantiscono un battente massimo di 30 cm presso l’area di cantiere – opera provvisoria

Portata [m ³ /s]	Livello valle [m s.l.m.]	Tirante valle [m]
12,30	136,44	1,92
14,00	136,42	1,90
16,00	136,39	1,87
18,00	136,36	1,84
20,00	136,32	1,80
22,10	136,27	1,75
24,00	136,20	1,68
26,00	136,12	1,60

Si rimanda agli elabb. 1183-D-G03-02-RIE e 1183-D-G03-15-SZT per maggiori approfondimenti.

Per gli interventi di consolidamento previsti nel tratto di muro spondale a monte del manufatto di approdo non è necessaria la realizzazione di opere provvisorie.

3.4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il presente intervento è finalizzato al consolidamento di un tratto di muro spondale (sinistra idrografica), a causa di un pregresso fenomeno di cedimento per ribaltamento occorso in corrispondenza del manufatto di approdo (i) e di diffusi segni di cedimento della muratura nel tratto a monte dello stesso (ii).

Al fine di risolvere la problematica manifestatasi in passato in corrispondenza del manufatto di approdo (i), nell’ambito del presente progetto è stata prevista la realizzazione di specifiche opere strutturali finalizzate a consentire: il ripristino di adeguate condizioni di sicurezza statica del tratto in oggetto, nonché la successiva rimozione delle gabbionate attualmente presenti. Per il tratto in oggetto è previsto il ripristino del paramento del muro secondo tecniche e materiali coerenti con le preesistenze.

Come illustrato in precedenza, al fine di consentire la realizzazione delle opere assicurando al contempo il funzionamento della centrale termoelettrica di proprietà di IREN ENERGIA, risulta necessario garantire sempre una portata idrica adeguata al raffreddamento dei gruppi e dunque realizzare delle opere provvisorie che

permettano il deflusso minimo compatibile con le esigenze di centrale e adeguate condizioni di sicurezza per il futuro cantiere.

Per il tratto di muro spondale a monte del manufatto di approdo (ii) si prevede la realizzazione di opere strutturali di consolidamento dello stesso. A tal fine si prevede di operare direttamente dalla strada alzaia, senza necessità di accesso in alveo e, quindi, di realizzazione di opere provvisionali. Per il tratto non è previsto il ripristino del paramento.

Nei seguenti paragrafi si fornisce una descrizione sintetica delle opere previste, rimandando agli elaborati grafici di progetto per maggiori dettagli.

3.4.1 Opere provvisionali

Prima di procedere con le attività di risistemazione del muro di alzaia presso il manufatto di approdo, al fine di non interrompere l'esercizio della centrale termoelettrica durante le lavorazioni sarà necessario realizzare opere provvisionali di arginatura per mettere in asciutta il tratto da cantierare. Al fine di non limitare la portata defluente in alveo per tutta la durata dei lavori, si prevede la realizzazione di opere provvisionali che consentano di parzializzare l'alveo in corrispondenza del tratto di sponda oggetto di intervento: in tal modo le attività di cantiere potranno avvenire in assenza di acqua, mentre al contempo nel Naviglio sarà possibile fare defluire la portata prevista.

A tal fine è stato predisposto uno studio idraulico di dettaglio del nodo di Turbigo (vedi elab. 1183-D-G03-02-RIE) finalizzato in particolare alla definizione di adeguati scenari di cantierizzazione degli interventi. In particolare, in fase di predisposizione delle opere provvisionali sarà necessario garantire un battente massimo presso l'area di installazione delle opere provvisionali di 30 cm, secondo i valori di portata e livello (presso il misuratore di livello IREN) indicati nella precedente Tabella 2.

Le opere provvisionali saranno costituite da muri autoportanti, realizzati in moduli di 1 m con getto di completamento di sigillatura e regolarizzazione del fondo per garantire un'adeguata tenuta all'acqua. I muri saranno collegati tra di loro con profilo metallico HEA 200 “scantonato” e giunti in acciaio “attraverso gioco maschio-femmina” completati con cordoni waterstop in bentonite sodica e nastri adesivi impermeabilizzanti lato alzaia; questo sempre per garantire la tenuta all'acqua che sarà sempre presente lato Naviglio.

Soluzione Tipologica Modulo Tipo

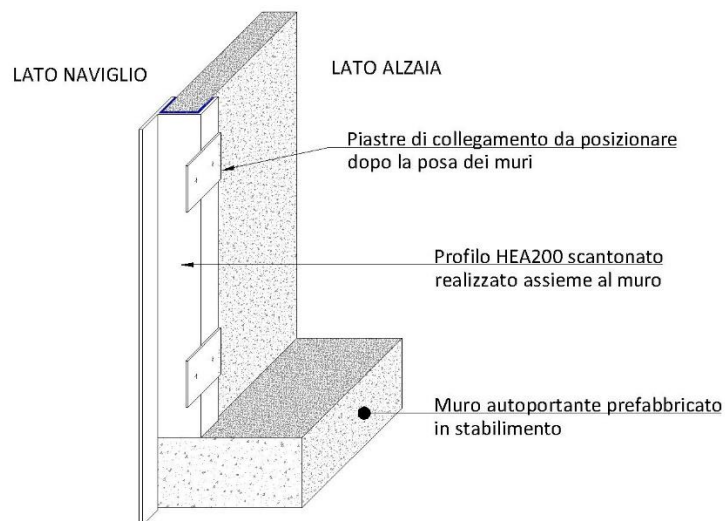


Figura 33 – Concio di muro prefabbricato

L'opera provvisoria nel complesso presenterà uno sviluppo di 35 m. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione del tratto di chiusura, dove è prevista la realizzazione di un muretto in c.a.o. gettato in opera inghisato al muro autoportante e alla muratura esistente. Nella seguente figura si riporta le sezioni tipologiche in corrispondenza dello sviluppo dell'opera provvisoria (sezione A-A) ed in corrispondenza dei tratti terminali presso la muratura esistente (Particolare B), rimandando agli elaborati grafici per maggiori dettagli (elab. 1183-D-G03-16-PLT).

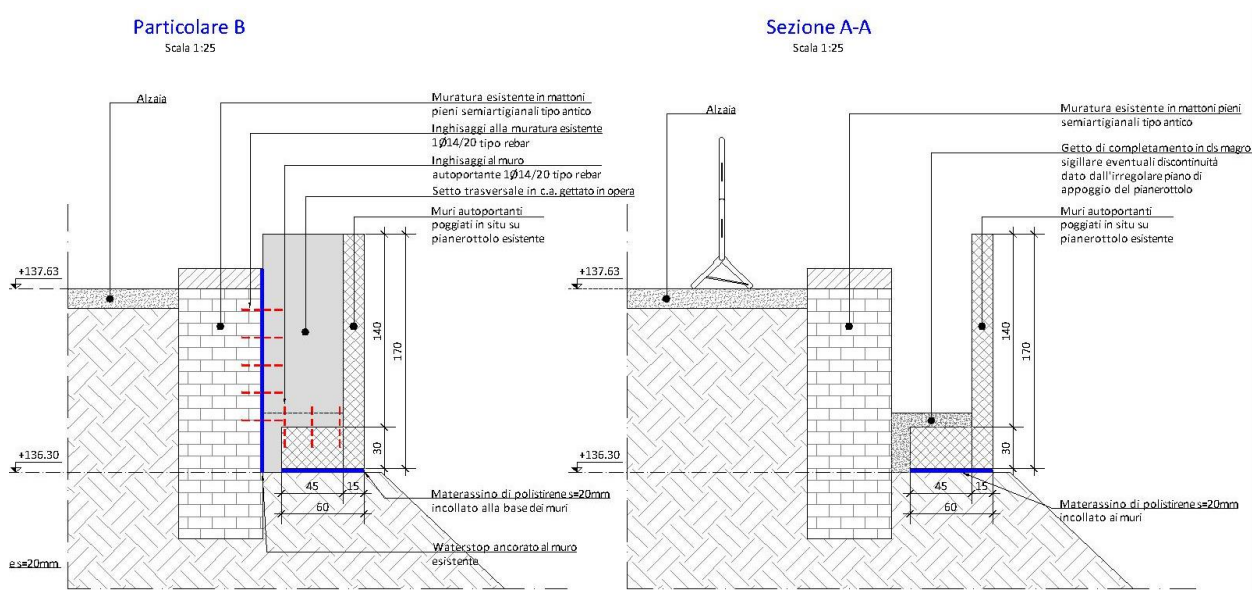


Figure 34a/33b – Sezioni tipologiche opere provvisorie (elab. 1183-D-G03-16-PLT).

3.4.2 Opere strutturali

Presso il manufatto di approdo storico, al fine di proporre una soluzione “risolutiva” del fenomeno di dissesto verificatosi, si prevede la realizzazione di micropali a tergo della muratura esistente ed il ripristino del muro con una configurazione estetica analoga alle preesistenze.

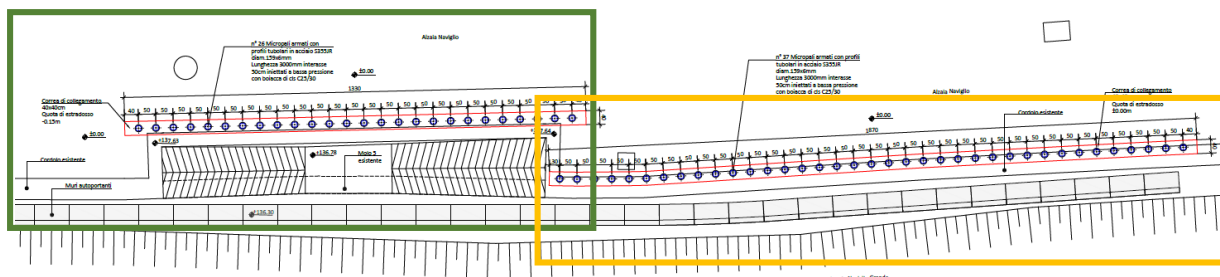


Figura 35 – Estratto planimetrico di progetto (elab. 1183-D-G03-17-PLT) – verde manufatto di approdo – arancione tratto esterno al manufatto.

In particolare si prevede una prima fase di rimozione della cordatura e delle bitte in pietra, con accatastamento in cantiere per un loro successivo riutilizzo.

Successivamente si provvederà alla realizzazione dello scavo di correa e la successiva perforazione dei micropali sulla pavimentazione dell’alzaia. I micropali saranno realizzati in profili tubolari in acciaio S355JR, diametro 159x6 mm, di lunghezza 3 metri ed interasse 50 cm, iniettati con boiaccia cementizia a bassa pressione (C25/30). La correa di estradosso avrà dimensione 40x40 cm.

Realizzate tali opere, che garantiranno la stabilità duratura del tratto spondale in oggetto, si prevede la rimozione dei ciottoli e la demolizione completa delle parti residue delle murature e della pavimentazione del manufatto di approdo.

La fase di demolizione dovrà essere eseguita a mano, per la cernita e accatastamento del materiale da riutilizzarsi.

Seguirà infine la fase di costruzione della fodera reggimuro in c.a. previo getto di magrone di sottofondo e predisposizione degli inghisaggi per successivo getto e successiva realizzazione della nuova muratura con mattoni pieni semiartigianali tipo “antico” e/o ciottoli (recuperati o di nuova fornitura), stilati con malta confezionata in cantiere. Particolare attenzione dovrà essere dedicata alla presente attività, da realizzarsi mediante idonei mezzi e maestranze, al fine di garantire l’ottimale inserimento nel contesto di pregio storico locale.

Si riportano nel seguito le sezioni tipologiche di intervento, rimandando all’elaborato grafico per maggiori indicazioni.

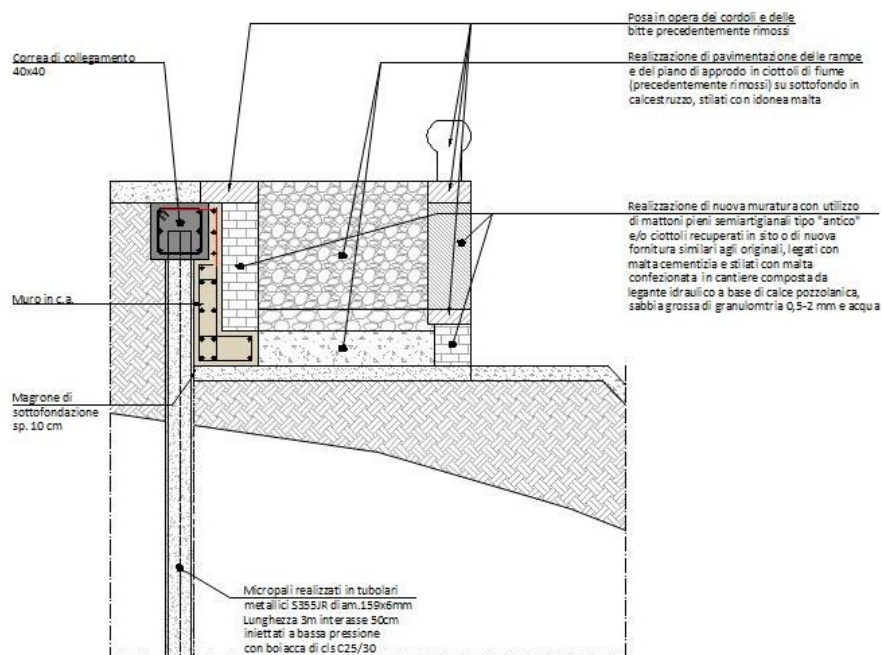


Figura 36 – Sezione tipologica in corrispondenza del manufatto di approdo (elab. 1183-D-G03-16-PLT).

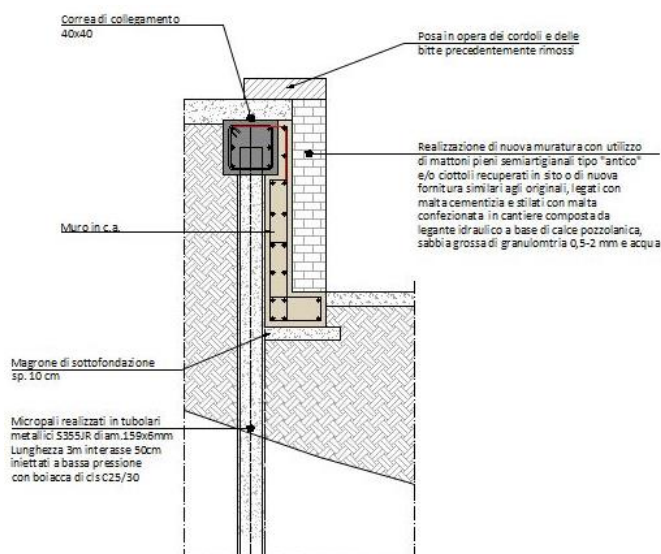


Figura 37 – Sezione tipologica nel tratto esterno al manufatto di approdo (elab. 1183-D-G03-16-PLT).

Sono inoltre previsti interventi di ripristino della pavimentazione stradale, durante i quali sarà importante garantire sempre il mantenimento dei chiusini di ispezione al piano strada, con il contestuale rifacimento delle corrette pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche stradali.

Per il tratto spondale oggetto unicamente di interventi di consolidamento, si prevede la realizzazione di opere strutturali in continuità a quanto precedentemente descritto per il manufatto di approdo.

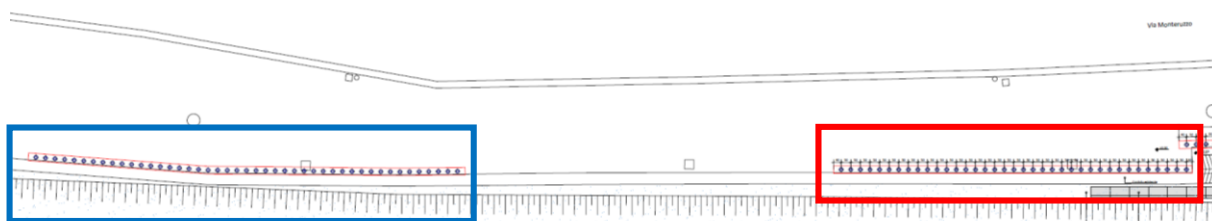


Figura 38 – Estratto planimetrico intervento di consolidamento tratto di monte (vedi elab. 1183-D-G03-18-PLT).

In particolare si prevede la realizzazione di un primo tratto di palificate in micropali (lunghezza totale circa 18 m) da realizzarsi a monte dell'intervento sul manufatto di approdo (riquadro rosso precedente figura). Un secondo tratto di intervento, della lunghezza di 22 m, è collocato 20 m a monte del primo (riquadro blu precedente figura).

Le fasi realizzative saranno in analogia a quanto precedentemente illustrato. Si prevede la realizzazione di una correa 40x40 cm e la perforazione di micropali armati con profili tubolari in acciaio S355JR (diametro 159x6 mm) della lunghezza di 3 m ed interasse 50 cm, iniettati a bassa pressione (boiaccia di cls C25/30).

3.5 INDICAZIONI SULLA CANTIERIZZAZIONE

Obiettivo del presente progetto, oltre alla definizione della soluzione progettuale, è stato l'individuazione di una modalità di cantierizzazione dell'opera in corrispondenza dell'intervento sul manufatto di approdo che consentisse di operare presso l'area senza determinare il fermo impianto di IREN. A tal scopo, come illustrato nel precedente § 3.3 e dettagliato nell'elab. 1183-D-G03-02-RIE, è stato allestito un modello idraulico per la compiuta definizione dei tiranti in alveo in corrispondenza della fase di cantierizzazione.

In particolare sono stati definiti diversi scenari arrivando a definire una serie di condizioni al contorno, più portate correlate ad altrettanti livelli alla sezione di presa della centrale IREN, che consentono di installare e successivamente rimuovere l'opera provvisoria nella zona di intervento.

Progettualmente, come mostrato nell'elab. 1183-D-G03-20-CTT, si prevede la realizzazione di due aree di cantiere principali, entrambe accessibili dalla viabilità locale.

3.6 INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI

Nell'ambito di precedenti attività affidate agli Scriventi, è stato svolto un rilievo georadar per un tratto di sponda di estensione circa 350 m (tra i ponti di Via Roma e di Via Milano), al fine di comprendere la presenza di eventuali reti di sottoservizi interferenti con le aree di intervento.

3.6.1 Principi di funzionamento del georadar

L'indagine georadar o G.P.R. (Ground Penetrating Radar) è una tecnica diagnostica geofisica non distruttiva, che permette di ottenere immagini di sezioni bidimensionali o tridimensionali delle strutture indagate per una profondità che è funzione della tipologia dei materiali e del tipo di sensore utilizzato.

Il metodo georadar è basato sulla generazione di onde impulsive ad alta frequenza (generalmente tra 25 e 2600 MHz) che possono essere immesse nel corpo da indagare con una opportuna antenna (trasmittente). Il

parametro misurato è il tempo di propagazione dell’onda che, incontrando ostacoli o discontinuità, ritorna in superficie e viene captata dall’antenna (ricevente) come eco riflessa.

Si ottengono immagini che rappresentano sezioni verticali bidimensionali lungo il profilo lineare percorso dall’antenna mobile sulla superficie da investigare.

La profondità di indagine dipende sia dalla frequenza del segnale trasmesso, sia dalla sua attenuazione che è funzione delle caratteristiche del materiale attraversato e della distanza percorsa in esso. Quindi per trasformare i tempi di percorrenza nel materiale in metri (o centimetri) di profondità vanno ipotizzate od accertate le caratteristiche dei materiali attraversati che sono causa delle velocità medie misurate per le onde.

La seguente Figura 37 illustra quanto sopra brevemente relazionato.

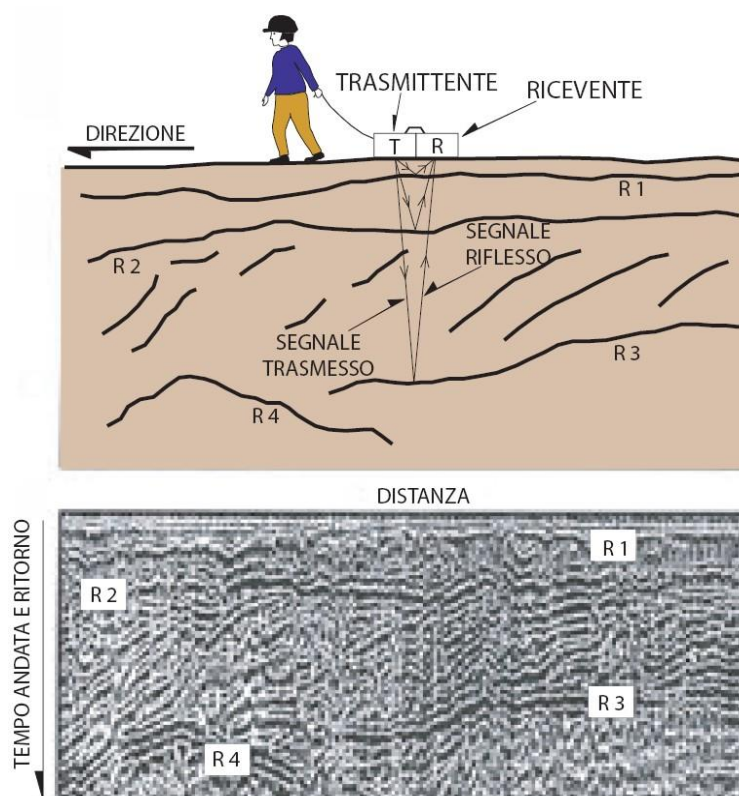


Figura 39 – Schema della procedura di campagna per l’esecuzione di prospezioni GPR (georadar) nel terreno.

3.6.2 Limiti dell’indagine georadar

È opportuno specificare e tenere conto che l’indagine georadar è un’indagine indiretta ed i risultati sono soggetti ai limiti insiti nella natura stessa del metodo di indagine.

Per la natura stessa delle indagini geofisiche, il risultato mantiene livelli di incertezza dettati da vari fattori ambientali, quali la natura del sottosuolo, il grado di umidità e la densità degli elementi interrati che possono essere risolti solo in fase di scavo.

NOTA: data l’esistenza di tali limiti fisici e tecnici, si esclude ogni responsabilità a carico degli Scriventi per danni di natura diretta o indiretta che dovessero derivare dall’espletamento di attività di scavo, carico o perforazione

e eseguite sulla base delle risultanze delle rilevazioni oggetto del presente incarico, fatto salvo il caso in cui sussistano evidenze di negligenza nell'esecuzione delle stesse.

3.6.3 Esiti dell'indagine presso l'area di intervento

L'indagine (eseguita in data 20.08.2021 nell'ambito di altro incarico affidato da IREN agli Scriventi) è stata eseguita utilizzando un georadar IDS Ris 2K HiMod con centralina Fast Wave: strumento multifrequenza e multicanale attrezzato con antenne multifrequenza di 200+600 MHz.

Per l'analisi dei dati è stato utilizzato il software dedicato IDS – Gred, che permette la lettura contemporanea di più passate georadar sia come radargrammi che come tomografie elettriche verticali.

Il sistema di acquisizione utilizzato è costituito dalle antenne e da un PC da campo, in particolare un Panasonic Toughbook Cf 19, dotato di software di acquisizione dedicato IDS K2, da un'unità di controllo dell'antenna collegato alla stessa tramite un cavo multipolare, e di un encoder o ruota metrica collegata all'antenna.



Figura 40 – Ripresa fotografica dell'attività di rilievo georadar condotto.

I dati grezzi acquisiti in sito, dopo essere stati trattati con filtri passabanda verticali e orizzontali, filtri di guadagno del segnale e di prime zero, sono stati elaborati con il sw dedicato IDS – Gred ed infine esportati in planimetria e sezioni dell'indagine (vedi elab. 1183-D-G03-14-PLT).

Stante il contesto in cui è stata eseguita l'indagine (con presenza di transenne) non è stato possibile indagare dettagliatamente l'area in corrispondenza del manufatto di approdo (come mostrato nella successiva figura), ma sulla base del rilievo ad oggi eseguito è prevedibile la presenza di sottoservizi a profondità variabile presso l'area.

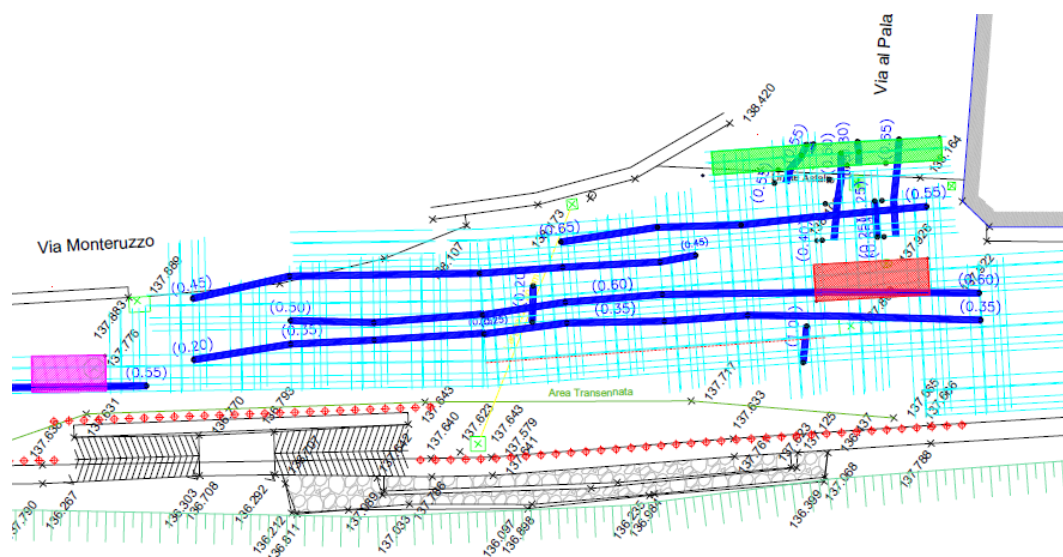


Figura 41 – Estratto della planimetria dei sottoservizi – manufatto di approdo (elab. 1183-D-G03-14-PLT).

Prima dell’inizio delle attività di cantierizzazione sarà pertanto necessario prevedere l’esecuzione di stese di georadar integrative, che consentano la definizione della presenza di sottoservizi presso l’area di realizzazione dell’intervento; la strumentazione adottata dovrà essere tale da raggiungere profondità compatibili con la lunghezza dei micropali in progetto. In alternativa si potrà valutare anche qualche scavo esplorativo “a mano”.

Per quanto riguarda l’intervento di consolidamento del muro spondale da realizzarsi a monte, come mostrato nella successiva figura, l’intervento si colloca in prossimità di reti di sottoservizi risultanti dal rilievo georadar condotto. Pertanto, sarà necessario valutare in fase di cantiere eventuali accorgimenti tecnici/modifiche di progetto. Si consiglia inoltre di valutare qualche scavo esplorativo “a mano”, per una puntuale individuazione delle interferenze.

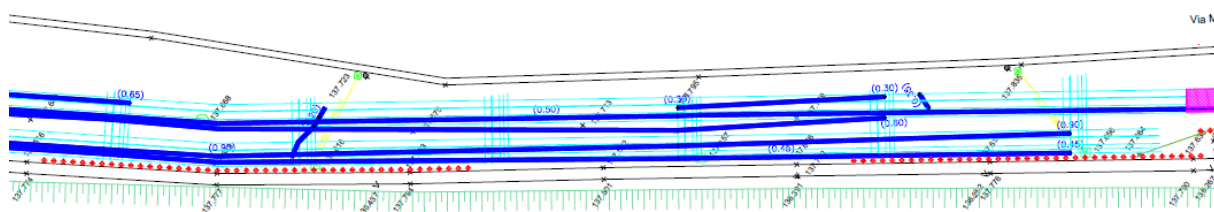


Figura 42 – Estratto della planimetria dei sottoservizi – tratto a monte (elab. 1183-D-G03-14-PLT).

4. GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

Nell'ambito degli interventi in progetto si prevedono attività di rimozione di parti costituenti l'attuale muratura e manufatto di approdo, nonché di rimozione delle gabbionate attualmente presenti e di scavo.

Il materiale proveniente dalle demolizioni e dagli scavi dovrà essere gestito secondo le procedure previste dalla normativa vigente. In particolare i materiali provenienti dalle demolizioni dovranno essere gestiti secondo quanto previsto dal D.Lgs. n.152/06, Parte IV, per quanto attiene la classificazione, lo stoccaggio temporaneo, il trasporto, lo smaltimento e la tracciabilità delle relative operazioni.

Per quanto attiene lo *stoccaggio temporaneo*, devono essere rispettate le prescrizioni di cui all'art. 183 del D.lgs. 152/06, ed in particolare:

- i rifiuti dovranno essere accorpati a seconda delle caratteristiche merceologiche (terreno, plastica, cemento, metalli, etc.);
- in ogni caso, lo stoccaggio (deposito temporaneo) in attesa dello smaltimento dovrà essere effettuato in modo da non generare dispersione di materiali e/o contaminanti verso l'atmosfera e/o il suolo e sottosuolo;
- i rifiuti devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore dei rifiuti:
 - con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito;
 - quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi di cui al massimo 10 metri cubi di rifiuti pericolosi;
 - in ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il predetto limite, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno.

I materiali prodotti nelle attività di scavo possono essere gestiti secondo diverse procedure, come schematizzato nella seguente figura. In sintesi, possono essere applicabili i seguenti regimi:

- gestione come rifiuto (D.Lgs. 152/06);
- gestione come sottoprodotto (DPR 120/17);
- riutilizzo presso lo stesso sito di produzione (e quindi esclusione sia dalla normativa dei rifiuti sia dalla normativa dei sottoprodotti), ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. n.152/06;

che prevedono differenti modalità di caratterizzazione del materiale, di trasporto, di deposito, etc...

Nell'ambito del presente progetto si prevede il conferimento a discarica dei materiali di scavo.

Preliminarmente sono stati individuati i codici CER indicati nella seguente tabella, che dovranno essere verificati in corso di realizzazione delle opere.

Tabella 3 – Codici CER materie derivanti da attività di demolizione/rimozione

Codice CER	Descrizione
200201	Rifiuti urbani non pericolosi (decespugliamento)
170904	Rifiuti misti da attività di demolizione
170302	Guaina bituminosa – asfalto fresato
170504	Terra e rocce

5. QUADRO ECONOMICO DI SPESA

Il seguente prospetto si riporta il Quadro Economico dei costi previsti per gli interventi in progetto, senza però che siano state esplicitate tutte le somme che la Committenza deve tenere a disposizioni per la realizzazione dell'intervento e che generalmente includono: spese tecniche (progettazione, DL, CSE e relativi oneri), spese per imprevisti, eventuale spostamento dei sottoservizi, caratterizzazione materiali per conferimento discariche, eventuali costi di pratiche comunali oggi non noti.

QUADRO ECONOMICO		
<i>Interventi di ripristino del tratto di sponda dissestato del canale "Naviglio Grande" a servizio della Centrale Termoelettrica di Turbigo</i>		
A1) LAVORI A CORPO		
Opera provvisoria		
- Demolizioni, rimozioni e scavi	€	16.411,91
- Opere idrauliche	€	9.107,08
- Opere in c.a.	€	30.557,81
		SOMMA € 56.076,80
Nuova opera		
- Indagine georadar	€	1.547,00
- Demolizioni, rimozioni e scavi	€	23.610,67
- Opere in c.a.	€	99.459,89
		SOMMA € 124.617,56
		SOMMANO € 180.694,36
A1) TOTALE LAVORI A CORPO		€ 180.694,36
A2) Oneri di sicurezza non soggetti a ribasso d'asta		€ 12.020,21
[A1+A2] TOTALE LAVORI A)		€ 192.714,57
TOTALE IMPORTO SOGGETTO A RIBASSO D'ASTA		€ 180.694,36
B) SOMME A DISPOSIZIONE		
B01) - IVA sui lavori (22% di A)		€ 42.397,21
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE B)		€ 42.397,21
TOTALE GENERALE (A+B)		€ 235.111,78

6. CONCLUSIONI

Il presente progetto è stato finalizzato al consolidamento di un tratto del muro spondale in sinistra idrografica del Canale Naviglio Grande. Parte dell'intervento interessa un manufatto di approdo storico, che in passato ha subito fenomeni di cedimento al piede e successivo ribaltamento dello stesso che è stato frenato, in verità fermato, tramite il posizionamento di gabbionate al piede del muro e transenne lungo l'intero tratto interessato per garantire l'incolumità di persone e mezzi che transitano lunga l'alzaia.

Presso il tratto, in sintesi, si prevede la realizzazione di:

- opere provvisoriale finalizzate a conciliare la fase di cantierizzazione dell'opera con le necessità di produzione di IREN;
- opere strutturali, finalizzate al ripristino del muro per garantire sia adeguate condizioni statiche dello stesso sia un ottimale inserimento del tratto di intervento, rispetto al contesto locale;
- opere di ripristino del paramento, con tecniche e materiali in continuità alle preesistenze.

L'intervento inoltre interessa delle porzioni di muro spondale a monte dell'area precedentemente descritta, in cui vi sono diffusi segnali di cedimenti della muratura. In particolare si prevede la realizzazione di opere strutturali di consolidamento, in analogia a quelle previste presso il manufatto di approdo. Lungo il tratto non si prevedono interventi di ripristino del paramento di monte, in quanto la relativa cantierizzazione risulta incompatibile con la necessità di garantire le esigenze produttive di IREN Energia.

Tanto si doveva per incarico ricevuto

Torino, Gennaio 2023

Ing. Cristiano Cavallo
(in qualità di Progettista e Direttore Tecnico GIT)

A circular blue professional stamp from the "ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO" is visible. The stamp contains the text "Dott. Ing. CRISTIANO CAVALLO n. 8177 F". A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Committente: IREN Energia – Centrale Termoelettrica di Turbigo

Interventi di ripristino del tratto di sponda dissestato del canale "Naviglio Grande" a servizio della Centrale Termoelettrica di Turbigo

PROGETTO DEFINITIVO

Gennaio 2023

Elab. G03-01 – Relazione tecnico-illustrativa

1183-D-G03-01-RGE-1

ALLEGATI



ALLEGATO 1

– Riprese fotografiche –





