



*Il Commissario Straordinario
delegato all'attuazione degli interventi
di mitigazione del rischio idrogeologico*



Regione
Lombardia



Parco Regionale
Valle del Lambro

Comuni di Inverigo (CO), Nibionno (LC) e Veduggio con Colzano (MB)



Oggetto

AREA DI LAMINAZIONE DI INVERIGO

INTERVENTI IDRAULICI E DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NEI TERRITORI DI
INVERIGO, NIBIONNO E VEDUGGIO CON COLZANO

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE

Progettisti -Timbri e Firme



PARCO REGIONALE DELLA
VALLE DEL LAMBRO

Via Veneto 19
TRIUGGIO

web: www.parcovalldelambro.it
web: www.progettolambro.it

Progettazione e Consulenze

Progettazione Idraulica: prof.ing. Maurizio ROSSO - ing. Santo LA FERLITA

Progettazione Strutturale: ing. Piergiorgio LOCATELLI - ing. Nicola NAVA

Consulenza Ambientale: arch. Moris LORENZI

Consulenza Geologica: dott. geol. Pietro ALBORGHETTI

Assistenza Grafica: arch. Massimo NEGRI

VERSIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI	Elaborato
0	MAGGIO 2014	EMISSIONE	R01
			Scala
			-



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO

Opere di regolazione delle portate previste nell'intervento "Area di laminazione di Inverigo – Interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano"

Progetto Definitivo

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RISPONDENZA ALLE FINALITA' DEL PROGETTO PRELIMINARE.....	4
3. SINTESI DEGLI ASPETTI TECNICI E DELLE RELAZIONI SPECIALISTICHE.....	6
3.1 ASPETTI IDROLOGICI E IDRAULICI	6
3.2 ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI.....	10
3.3 ASPETTI STRUTTURALI.....	12
4. IMPATTI ATTESI E COMPENSAZIONI PREVISTE	14
4.1 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	14
4.2 COMPENSAZIONI PREVISTE.....	16
5. INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA	19



1. PREMESSA

Nel novembre 2002, in occasione di un periodo particolarmente prolungato di piogge di carattere ed intensità fortemente variabili, i Comuni della valle del Lambro, ed in particolare quelli posti a valle del lago di Pusiano, hanno subito l'esondazione del fiume Lambro in zone particolarmente urbanizzate con conseguenti notevoli danni sia agli immobili sia alle infrastrutture.

Questo episodio ha mostrato, con tutta evidenza, che l'intero bacino del Lambro è vulnerabile e carente di aree di laminazione per accogliere ondate di piena tutt'altro che eccezionali tant'è che la frequenza delle piene che causano esondazioni nelle città sono venticinquennali (1951-1976-2002).

A seguito della piena del 2002 l'Autorità di Bacino del Fiume Po commissionò uno "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona" che venne completato nel settembre 2003 nel quale veniva analizzato lo stato dell'arte del rischio idraulico sull'asta del Lambro e venivano successivamente identificati gli interventi strategici da attuare al fine di porre la valle in sicurezza.

Per quanto riguarda lo stato di fatto lo studio riportava quanto segue:

"Lungo l'intero tratto 1, dall'uscita del lago di Pusiano fino a Villasanta, si ha una generale incompatibilità dell'alveo per portate duecentennali. Si osserva che la portata compatibile è inferiore alla portata con tempo di ritorno pari a 200 anni; le aree di allagamento conseguenti a tale insufficienza generalizzata sono più estese in alcune zone (da Merone, località Baggero, fino a Briosco, alla confluenza con la Bevera di Renate e a Lesmo e Villasanta) e meno estese in altre (a Verano Brianza, Carate Brianza, Albiate, Triuggio, Sovico e Biassono). A tale insufficienza d'alveo generalizza, fa eccezione il tratto compreso tra la sezione LA108.1 e la sezione LA107 (tra Albiate e Triuggio) nel quale la portata duecentennale risulta essere compatibile con l'attuale assetto fluviale. Si sottolinea inoltre che l'intero tratto può essere ritenuto compatibile con portate avente tempo di ritorno pari a circa 50 anni. (...) Il tratto 2, compreso tra Villasanta e il ponte dell'autostrada A4, presenta un'insufficienza diffusa per tempi di ritorno pari a 200 anni. La portata compatibile con l'intero tratto risulta essere dell'ordine di $10 \div 20$ anni di tempo di ritorno, come peraltro dimostrato storicamente dalla cadenza delle ultime esondazioni che si sono verificate a Monza (1949, 1951, 1976, 2002). In particolare, si ha che il tratto che attraversa il centro urbano di Monza risulta essere compatibile con portate di circa $80 \div 90$ m³/s, a fronte di portate idrauliche con tempo di ritorno di 200 anni pari a circa $200 \div 210$ m³/s. Tale insufficienza è la causa dei frequenti e vasti allagamenti che interessano la città di Monza. Si segnala inoltre che i livelli di piena correlati alla precedente portata compatibile non rispettano comunque i franchi di sicurezza sui ponti. In altri termini con la portata di 100 m³/s numerosi manufatti in Monza presentano funzionamento in pressione."

Gli interventi progettuali previsti ricadono in sette tipologie:

1. opere di regolazione;
2. formazione di casse di espansione;
3. mantenimento delle aree di allagamento naturale che interessano zone golenali;
4. riduzione delle portate scaricate dalle reti di drenaggio urbano;



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO

Opere di regolazione delle portate previste nell'intervento "Area di laminazione di Inverigo – Interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano"

Progetto Definitivo

5. *adeguamento dei manufatti di attraversamento che ostacolano il deflusso di piena e inducono allagamenti in zone non compatibili;*
6. *realizzazione di opere di protezione locale (arginature);*
7. *aumento della capacità idraulica dell'alveo attraverso opere locali (ricalibrature d'alveo, diversivi, ecc.).*

Scendendo nel dettaglio gli interventi della tipologia 2 furono identificati nelle seguenti posizioni:

- a) *a Merone sulla Bevera di Molteno (1.400.000 mc);*
- b) *a Briosco sulla Bevera di Renate (500.000 mc);*
- c) *a Molteno sul Gandaloglio;*
- d) *a Inverigo sul fiume Lambro (800.000 mc);*

Ad oggi (2014) nessuna di queste opere è stata realizzata, lasciando di fatto invariato il surplus di volume rispetto a quello effettivamente compatibile con il Lambro, soprattutto quello proveniente dagli affluenti.



2. RISPONDENZA ALLE FINALITÀ DEL PROGETTO PRELIMINARE

Il progetto preliminare traeva spunto dalla indicazione specifica dello *"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona"* che per l'area di espansione di Inverigo suggeriva quanto segue.

"Tale area di espansione, localizzata nel comune di Inverigo e marginalmente anche nel comune di Nibionno, non si configura attraverso la realizzazione di una vera e propria cassa di espansione, ma consiste nella regimazione e salvaguardia ai fini idraulici dell'unica area di esondazione di rilievo attualmente esistente ai fini della laminazione lungo l'asta del fiume Lambro. Infatti la laminazione degli affluenti non avrebbe effetti positivi se non combinata con il progressivo controllo della portata defluente a valle della sezione LA120.1, posta a monte della confluenza della Bevera di Renate. In progetto pertanto è prevista la realizzazione di un'opera di controllo delle portate che, pur con i colmi in arrivo da monte minori per effetto della realizzazione delle vasche di Merone e Molteno, mantenga per l'evento duecentennale i medesimi livelli idrici provocando l'esondazione nelle aree non urbanizzate già oggi interessate dalla piena con volume di laminazione utile pari a 800.000 m³. Per ottenere tale effetto, che come detto non crea ulteriori vincoli sul territorio rispetto a quelli già esistenti e anzi preserva l'unica area di laminazione esistente, l'opera di regolazione prevista dovrà limitare la portata defluente a valle dagli attuali 135 m³/s a 65 m³/s in occasione degli eventi di piena di progetto."

Le opere di regolazione e difesa previste dal progetto preliminare consistevano in:

- Una prima opera di regolazione sul ponte in area ex-Victory (attraversamento di monte);
- Una seconda opera di regolazione su un nuovo ponte ciclopedonale a valle del ponte di Fornacetta (attraversamento di valle);
- Linee di difesa arginali intorno a 3 nuclei abitati già a rischio.

La soluzione tecnica proposta consentiva la regolazione ottimale delle portate di piena ed il taglio dei picchi, caratteristica essenziale ed inderogabile per conseguire gli obiettivi previsti dallo studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino.

Il progetto definitivo, come meglio si dettaglierà in seguito, prevede le seguenti:

- Un'unica opera di regolazione su un nuovo ponte ciclopedonale a monte del ponte di Fornacetta;
- Linee di difesa arginali intorno a 3 nuclei abitati già a rischio.

Le principali modifiche della soluzione tecnica prospettata nel definitivo rispetto al preliminare sono state:

- L'eliminazione della regolazione sul primo ponte di monte (troppo onerosa ed inefficace);
- Lo spostamento dell'unica opera di regolazione da valle a monte del ponte di Fornacette.

A seguito delle modifiche introdotte in questa sede le finalità dello studio dell'Autorità di Bacino e quindi del progetto preliminare sono pienamente soddisfatte ed anzi vengono ottenuti due ulteriori benefici:



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO

Opere di regolazione delle portate previste nell'intervento "Area di laminazione di Inverigo – Interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano"

Progetto Definitivo

1. Una maggiore economia nella gestione di un'unica opera di regolazione;
2. La possibilità di mantenere in servizio il ponte di Fornacette anche in condizioni di deflusso della piena.

I progettisti hanno anche nuovamente verificato la bontà della soluzione adottata rispetto alle alternative disponibili, in particolare:

3. Ipotesi 0: mancata realizzazione delle opere;
4. Ipotesi 1: regolazione delle portate di piena mediante realizzazione di una "bocca tarata";
5. Ipotesi 2: realizzazione del volume d'invaso mediante ribassamento dei piani golenali;

oltre naturalmente alla soluzione proposta dal progetto preliminare tout court e da quella successivamente adottata, e dal confronto effettuato l'ultima ha confermato di essere la migliore sotto tutti i punti di vista.

Tutto ciò nella piena rispondenza dei limiti di spesa previsti, dei benefici attesi in termini di laminazione dei volumi di piena e di abbattimento dei picchi delle portate e con un minore impatto sull'ambiente, almeno dal punto di vista visivo-paesaggistico, rispetto alla soluzione inizialmente prospettata dal progetto preliminare.

La Regione Lombardia con nota del 19/02/2014 ha espresso alcune osservazioni sul progetto preliminare che vengono di seguito riportate:

"La progettazione definitiva, anche a seguito delle osservazioni formulate dai Comuni e da più soggetti nel corso del Forum, dovrà approfondire alcune tematiche, e in particolare:

- aggiornamento delle informazioni idrologiche e idrauliche dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Lambro", redatto a cura dell'Autorità di Bacino del fiume Po e individuazione delle aree effettivamente allagabili allo stato attuale e nello stato di progetto, tenendo anche conto degli ostacoli e delle interferenze al deflusso che nel tempo hanno limitato la capacità di espansione del corso d'acqua;*
- valutazione dell'efficacia della scelta di realizzare due opere di regolazione, invece di una sola opera in corrispondenza del ponte di Fornacette, mediante il confronto tra diversi scenari di allagamento;*
- opportunità di realizzare opere di regolazione fisse, meno problematiche nella fase di gestione, in luogo delle soluzioni progettuali proposte in corrispondenza del ponte di Fornacette e del ponte ex Victory;*
- funzionamento e gestione contemporanea delle opere di regolazione previste nel presente progetto con il cavo Diotti, attualmente in fase di ristrutturazione straordinaria, che governa la regolazione del lago di Pusiano."*



3. SINTESI DEGLI ASPETTI TECNICI E DELLE RELAZIONI SPECIALISTICHE

Le indagini e gli studi specialistici svolti a questo livello di progettazione hanno consentito di approfondire il quadro delle conoscenze disponibile al momento della progettazione preliminare.

Sono stati effettuati indagini topografiche, prove geognostiche e geotecniche e sono state elaborate modellazioni numeriche per la simulazione del comportamento idraulico e strutturale del bacino, dell'opera di regolazione e degli argini di difesa degli abitati.

Le indagini topografiche ed il loro confronto ed accoppiamento con il DTM disponibile da pochi anni hanno consentito di verificare in linea di massima l'impianto topografico alla base del modello idraulico utilizzato dall'Autorità di Bacino per lo studio del 2003; questa verifica era necessaria per corroborare la validità delle conclusioni dello Studio di Fattibilità succitato e per fornire riscontro alla richiesta pervenuta dalla Regione Lombardia la quale, nella lettera già citata, prescrive di "tenere anche conto degli ostacoli e delle interferenze al deflusso che nel tempo hanno limitato la capacità di espansione del corso d'acqua".

3.1 ASPETTI IDROLOGICI E IDRAULICI

In seguito alla predisposizione del progetto preliminare degli interventi, alcuni dei quali sono divenuti oggetto del presente approfondimento progettuale definitivo, la Regione Lombardia ha espresso alcune osservazioni all'interno di una specifica nota scritta da recepire nel progetto definitivo.

Tra esse è richiesta l'esecuzione di un *"aggiornamento delle informazioni idrologiche e idrauliche dello 'Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Lambro'"*.

È stato pertanto richiesto all'Ente di verificare se gli eventi idrologici occorsi nel periodo successivo alla predisposizione di detto studio possano aver modificato le assunzioni poste alla base dello stesso.

A seguito dello studio idrologico (riportato nella relazione idrologico-idraulica) è stato possibile confermare la validità delle portate definite dallo Studio di Fattibilità in quanto gli eventi successivi, seppur non compresi nell'analisi statistica dello stesso, sono di entità inferiore e con caratteristiche molto differenti e meno gravose rispetto all'evento critico del 2002, preso come evento di riferimento nello studio stesso. Anche questo punto era stato richiesto da Regione Lombardia nella nota di febbraio.

Le opere idrauliche previste dal progetto consistono in:

- Struttura per la regolazione delle portate collocata a monte del ponte di via Fornacetta in comune di Inverigo;
- Linea arginale a protezione della cascina "Cattafame" in comune di Inverigo;
- Linea arginale in località "Fornace Consonni" in comune di Nibionno;
- Linea arginale in località "Molino Nuovo" in comune di Nibionno.



La nuova opera di regolazione delle portate di piena del fiume Lambro sarà realizzata grazie alla predisposizione di un nuovo attraversamento del corso d'acqua, che sarà destinato anche all'uso ciclopeditone e sarà collocato poche decine di metri a monte del ponte di via Fornacetta in Comune di Inverigo.

La regolazione sarà attuata mediante realizzazione di due luci ciascuna delle quali avente larghezza 6,0 m e altezza 5,1 m. Ogni luce sarà servita da una paratoia a doppio battente in grado di parzializzarne gradualmente e progressivamente la sezione sino a ridurla ad un'altezza massima di 1,6 m misurata dal fondo scorrevole (luce sottobattente). Anche nella configurazione di massima regolazione non è prevista una completa interruzione del deflusso naturale del fiume Lambro.

Ciascun battente di ogni paratoia sarà in grado di scorrere verticalmente al fine di potersi perfettamente sovrapporre all'altro in condizioni di riposo in modo da minimizzare l'ingombro e l'impatto visivo. Quest'ultimo accorgimento sarà ottenuto grazie al mascheramento offerto dall'impalcato dell'attraversamento e dal parapetto di cui lo stesso sarà equipaggiato (cfr Figura 1).

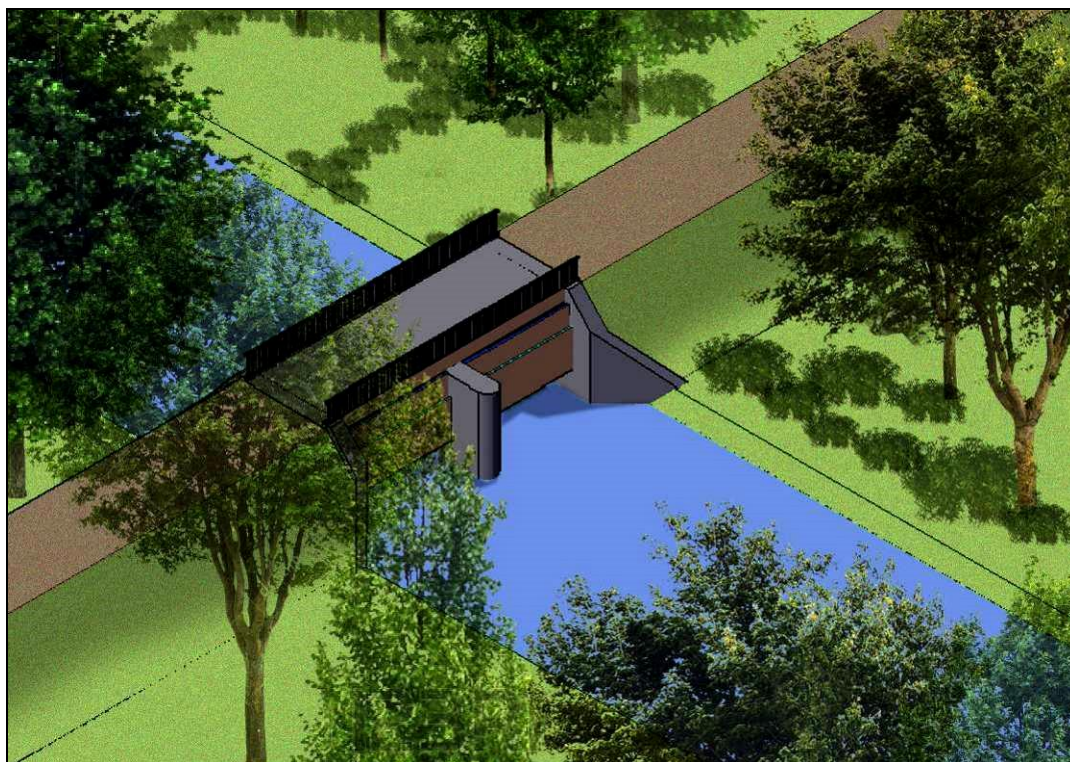


Figura 1 – Rappresentazione 3D della nuova opera di regolazione delle portate.

Le due luci saranno separate da una pila fondata in corrispondenza dell'asse dell'alveo attivo: la scelta di realizzare due distinte luci risponde all'esigenza di garantire comunque l'ufficiosità di almeno una delle due in caso di guasto/malfunzionamento dell'altra.



A monte e valle del nuovo attraversamento saranno realizzate delle opere di protezione spondale aventi il duplice obiettivo di indirizzare correttamente la corrente di piena ed evitare rischiosi fenomeni erosivi in grado di determinare l'aggiramento della nuova opera e/o minarne la stabilità (cfr.Figura 2).

Inoltre, il fondo scorrevole sarà rivestito in massi ciclopici per evitare fenomeni di scalzamento delle fondazioni. Si fa presente che entrambi gli accorgimenti sopra descritti sono stati progettati per offrire ulteriori margini di sicurezza e durabilità dell'opera, a fronte di velocità di deflusso molto ridotte anche per portate di piena caratterizzate da tempi di ritorno plurisecolari.

L'azione dell'opera idraulica sarà coadiuvata grazie alla realizzazione di una serie di ulteriori opere complementari (cfr specifico elaborato grafico).

In primis i rilevati di accesso al nuovo attraversamento saranno prolungati in destra e sinistra idrografica, rispettivamente per circa 240 m e 450 m al fine di garantire il contenimento dei livelli a monte dell'opera di sbarramento. I rilevati arginali avranno un'altezza massima di 3,5 m sul piano campagna in corrispondenza dell'opera di regolazione che digraderà progressivamente, finché il coronamento si raccorderà con il piano golenale ai margini esterni di quest'ultimo, al di fuori dei limiti dell'area allagabile.

I rilevati di contenimento dovranno essere realizzati in materiale di matrice limoso-argillosa in grado di garantire l'impermeabilità dell'opera. La costruzione degli stessi dovrà avvenire secondo le più recenti norme tecniche volte a garantirne efficienza, affidabilità e durabilità secondo quanto stabilito nel capitolato d'appalto.

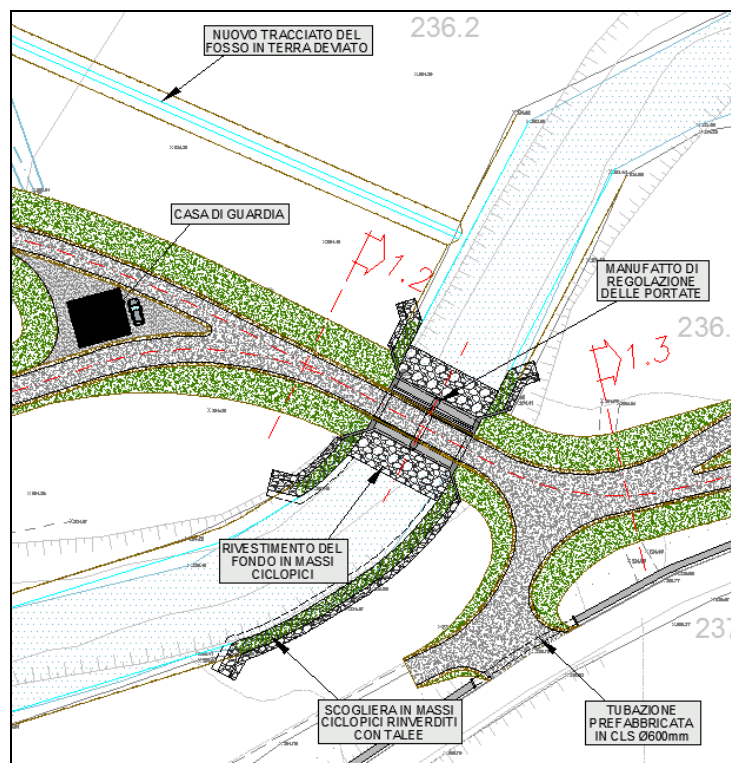


Figura 2 – Stralcio planimetrico della nuova opera di regolazione delle portate



Inoltre saranno realizzate delle rampe in grado di garantire il conseguimento dei seguenti scopi:

- Accesso alla pista di coronamento del rilevato arginale per consentire la manutenzione dell'opera idraulica, l'azione di polizia idraulica ed eventuali interventi in somma urgenza;
- Accesso alle aree intercluse ed alle proprietà private;
- Utilizzo per fini ricreativi (pista ciclopedonale) di una quota parte del nuovo rilevato arginale;
- Accesso alla casa di guardia.

Oltre a quanto detto si provvederà anche alla realizzazione dei seguenti interventi aggiuntivi:

- Opera di protezione spondale in destra idrografica in corrispondenza dell'estradosso dell'ansa fluviale collocata circa 200 m a valle dell'opera di regolazione;
- Ripristino dell'officiosità idraulica della luce sinistra del ponte di via Fornacetta, mediante riprofilatura della sezione, e realizzazione di una soglia di protezione in massi ciclopici a raso per la protezione delle spalle e della pila in alveo da potenziali fenomeni erosivi.

Le simulazioni idrauliche eseguite hanno inoltre confermato l'esigenza di realizzare alcune opere di contenimento dei livelli a protezione di insediamenti collocati nell'area golenale sinistra del fiume Lambro. Si sottolinea che la realizzazione di dette opere era già stata prevista nel P.A.I. indipendentemente dagli effetti che si genereranno una volta realizzato il nuovo manufatto di regolazione delle portate.

Procedendo da valle verso monte, la prima opera di difesa idraulica sarà realizzata a protezione della cascina "Cattafame" in comune di Inverigo, la seconda in comune di Nibionno presso la località "Fornace Consonni", la terza sempre in comune di Nibionno presso la località "Molino Nuovo".

Complessivamente le linee arginali, di sezione trapezia, avranno una lunghezza di circa 750 m e altezza massima sul piano campagna di 3 m; si raccorderanno a monte e valle con le vie esistenti dalle quali sarà possibile accedere alle piste di coronamento per le necessarie attività di manutenzione e protezione idraulica. I paramenti arginali saranno rinverditi con l'esecuzione di semina a spaglio.

Sono stati simulati numericamente 3 scenari:

- Scenario "A" – Stato attuale;
- Scenario "B" – Portate attuali con intervento di laminazione di Inverigo;
- Scenario "C" – Portate di progetto P.A.I. con intervento di laminazione di Inverigo.

Le simulazioni idrauliche hanno consentito di stabilire quanto segue:

- Per lo scenario "A": le aree allagabili sono sostanzialmente contenute entro le fasce fluviali del P.A.I., confermandone l'attendibilità nonostante le informazioni geometriche ad oggi disponibili siano molto più precise e dettagliate di quelle a suo tempo utilizzate dall'A.d.B.Po;



- Per lo scenario "B": la maggiore estensione degli allagamenti è estremamente circoscritta, caratterizzata da battenti e velocità di deflusso molto ridotte e, soprattutto, la sua manifestazione è attesa solo per eventi parossistici con tempi di ritorno duecentennali in configurazione di massima regolazione dell'invaso, ossia molto raramente;
- Per lo scenario "C": l'intervento di regolazione in progetto, oltre a consentire il conseguimento degli obiettivi del P.A.I., ossia l'invarianza della portata in ingresso e uscita dall'area di laminazione di Inverigo laminando i contributi idrici che il Lambro ivi riceve, potrà consentire ulteriori benefici in termini di riduzione del picco di portata in uscita a valle grazie al volume d'invaso che comunque resterà disponibile a monte.

Sono state eseguite anche le verifiche di stabilità dei rilevati arginali al sifonamento, che hanno portato alla conclusione che in base alle ipotesi assunte, l'argine non è soggetto a fenomeni di sifonamento, così come è ragionevole attendersi considerando la differenza di tempo esistente tra quello necessario all'innescio di un fenomeno di filtrazione stazionario e la permanenza di elevati livelli idrici in alveo.

Anche la verifica dei rilevati arginali all'erosione ha portato a concludere che le opere arginali in progetto saranno stabili all'erosione di una portata di piena con $T_r = 200$ anni; tuttavia, per scongiurare eventuali fenomeni erosivi localizzati, in particolare per la parte più fine limosa e per la parte di copertura con terra vegetale dell'argine, la sponda arginale sarà rinverdita.

3.2 ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Di seguito si riassumono i principali punti dell'indagine geologica eseguita:

- l'ambito di progetto si colloca in corrispondenza dell'ansa fluviale posta 70 m circa a monte del ponte della Fornacetta, in un'area pianeggiante di origine alluvionale e glaciolacustre
- le prove penetrometriche eseguite nell'ambito progettuale hanno evidenziato la presenza di strati a scadenti caratteristiche geotecniche sino a circa 9,5 m di profondità. E' stato quindi rilevato un miglioramento dello stato di addensamento sino a circa 12-14 m di profondità, ove sono state riscontrate la presenza di depositi ascrivibili ad argilliti compatte;
- la falda freatica è stata riscontrata a -1,1 m da p.c. in sponda idrografica destra e a -2,4 m in sponda sinistra, in quanto topograficamente più elevata (misure effettuate in data 14.03.2014), corrispondenti al livello del Fiume Lambro;
- le elaborazioni ed analisi eseguite hanno definito una categoria sismica di suolo tipo D.

Sulla base delle verifiche eseguite è stato appurata la non idoneità a realizzare fondazioni di tipo diretto superficiali in quanto le unità presenti sino a 10-12 m di profondità presentano scadenti caratteristiche geotecniche. Le pile del ponte ciclopedonale dovranno pertanto essere realizzate con fondazioni indirette, mediante palificazioni.



L'area progettuale ricade nella Classe 4 di Fattibilità Geologica del Pgt di Inverigo, in quanto posta nelle fasce A e B di esondazione del PAI. Concordemente a quanto indicato all' art. 38 delle Nda del Pai - Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, l'opera dovrà essere progettata nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino. Pertanto rispetto a tali aspetti ed alla definizione di compatibilità dell'opera, come premesso, si rimanda agli elaborati e verifiche di natura idraulica redatti dalla società incaricata.

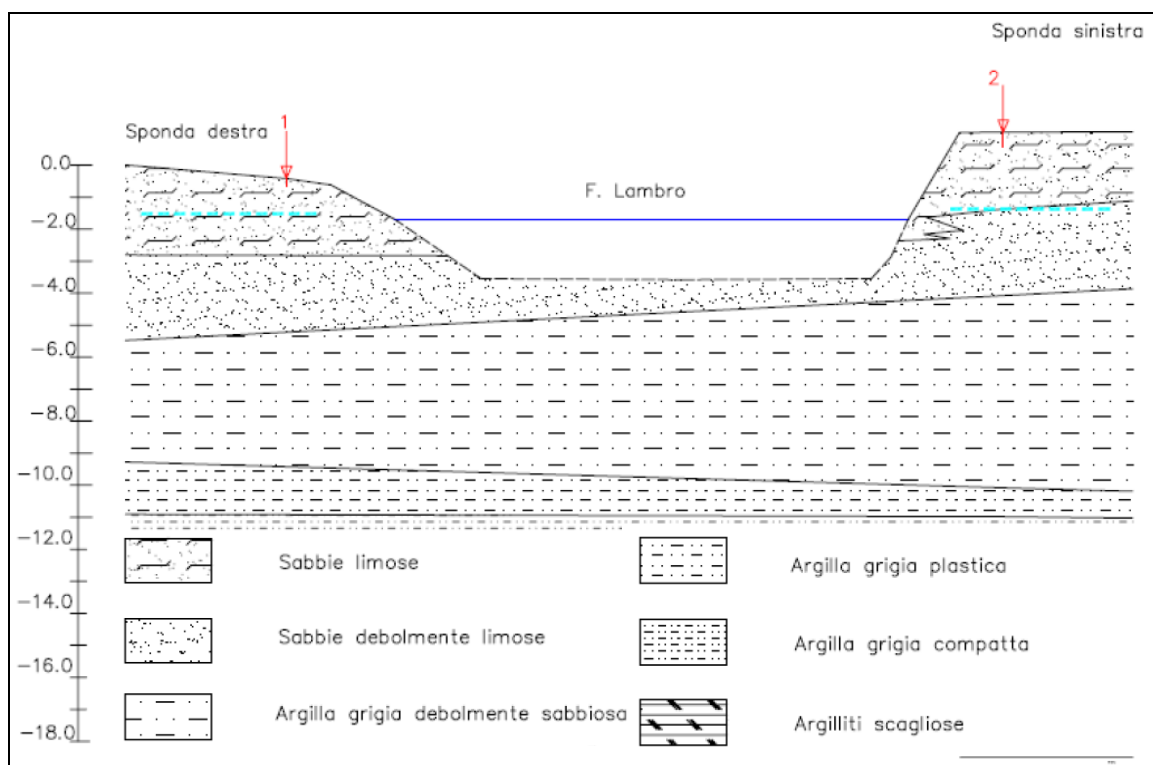


Figura 3 – Stratigrafia del terreno tratta dalla Relazione Geologica

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati di seguito si riassumono i punti salienti riportati nell'elaborato tecnico (vedi relazione geologica-geotecnica):

- Presenza di depositi di natura glaciolacustre e alluvionale a prevalente componente litologica di natura argilloso – sabbiosa ed argillosa sovrapposti a substrato lapideo prequaternario;
- Falda idrica sospesa a partire dalla profondità di circa 1,10 m. dal p.c. e coincidente con il livello del pelo libero dell'acqua dell'adiacente Fiume Lambro;
- categoria sismica dei suoli di fondazione Vs30 pari a E (Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 Marzo 2003);
- Categoria Topografica T1;



- Condizione media dei terreni: terreni non liquefabili; si segnala però come i terreni dell'Unità Litotecnica 1 risultino essere potenzialmente liquefabili in caso di evento sismico.

L'elaborato tecnico richiamato riporta: le caratteristiche geotecniche dei terreni, i coefficienti sismici di progetto, i dati dei pali di fondazione necessari per il sostegno dell'opera, tutte le verifiche previste dal D.M. 14/01/2008 (carico limite assiale, trasversale, verifica palificata, cedimenti totali).

3.3 ASPETTI STRUTTURALI

Il ponte ciclopeditonale oggetto della presente relazione presenta un impalcato di larghezza 5.0 m realizzato con quattro travi in acciaio HEB 240 poste ad interasse di 156 cm e di lunghezza 13.96 m, le quali appoggiano su spalle realizzate in cemento armato, per una lunghezza di 48 cm e su una pila centrale di spessore 100 cm, realizzando una trave continua a doppia campata di luce libera 6.00 m. Tali elementi in acciaio sono tra loro connessi tramite profili trasversali IPE 180 e diagonali "piatte" 120 mm di spessore 8, le quali conferiscono rigidità all'impalcato nei confronti di azioni trasversali. Il piano camminatoio è realizzato tramite una lamiera forata stirata in acciaio Inox. A completare l'opera ci sono i parapetti sono costituiti da cerniere in acciaio di spessore 15 mm sagomate con taglio laser e da tubolari orizzontali diametro 32.7 mm, sp. 3 mm. Tra le spalle/pila centrale e le travi sono poste piastre in acciaio di diffusione del carico in modo da evitare l'appoggio diretto dell'impalcato sul calcestruzzo.

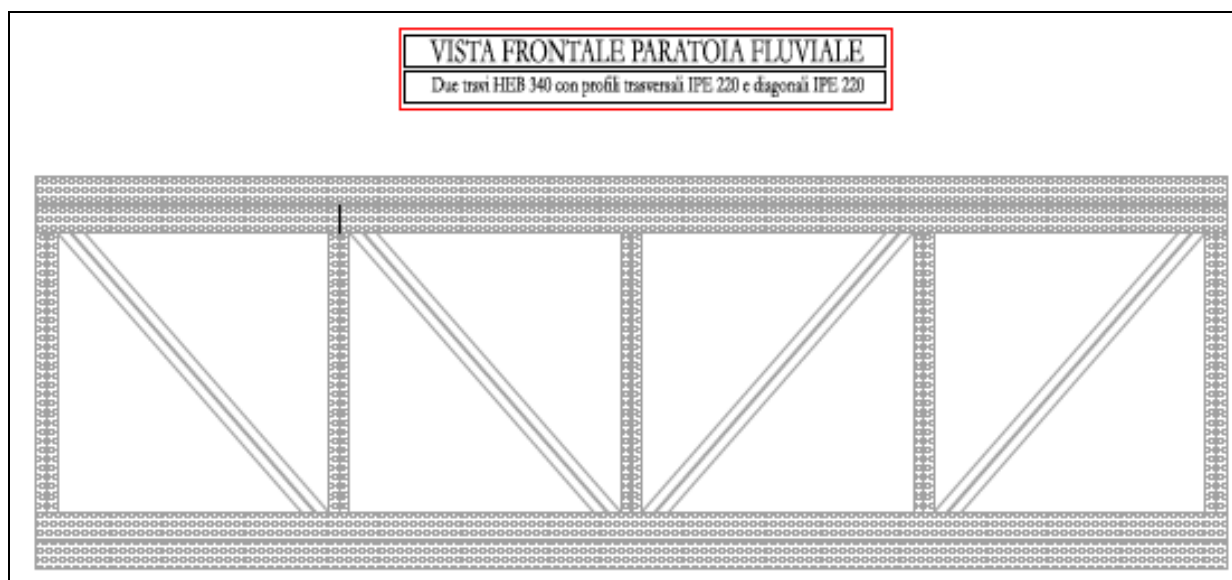


Figura 4 – Vista frontale della paratoia

Le spalle e la pila centrale del ponte sono realizzate in cemento armato, con dimensioni di 70x740 cm e 100 per 740 rispettivamente; queste, oltre alla funzione di sostegno dell'impalcato, devono far fronte sia alla spinta del terreno sia a quella dell'acqua trasmessa dalle paratoie fluviali, e pertanto sono state opportunamente dimensionate tenendo conto dei parametri geomeccanici forniti dalla relazione geotecnica sopra citata.



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO

Opere di regolazione delle portate previste nell'intervento "Area di laminazione di Inverigo – Interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano"

Progetto Definitivo

L'altezza di questi elementi verticali è stata ottenuta imponendo una distanza sotto-trave HEB240 del ponte e l'estradosso della fondazione di 5.10 m. Le opere in cemento armato poggiano su fondazioni profonde costituite da pali trivellati di diametro 80 cm e lunghezza 14 m, i quali si rendono necessari al fine di trasferire in carico in profondità; tale scelta è giustificata dalle caratteristiche geomeccaniche del terreno le quali risultano essere non idonee per il sostegno di fondazioni superficiali. Sono stati previsti otto pali ad interasse di 240 cm per le spalle e 12 pali sempre distanziati di 240 cm per la pila centrale. Le paratoie fluviali in acciaio Corten di dimensioni 640 x 210 cm sono costituite da travi principali HEB 340 lunghe 640 cm e profili trasversali facenti funzione di travi secondarie IPE 220. Inoltre sono presenti profili diagonali IPE 220. Tali opere di difesa idraulica sono state realizzate in accordo con quanto fornito nella relazione idraulica redatta dallo studio S.R.I.A. s.r.l.

In base alla nuova zonizzazione sismica, la zona in cui sorgerà il complesso è dichiarata sismica e classificata "zona sismica 4"; il manufatto inteso come opera di importanza strategica data la sua particolare funzione di difesa del territorio è definito in classe d'uso III con vita nominale $VN \geq 100$ anni ; il calcolo è dunque stato condotto, in accordo con quanto previsto dall'attuale normativa D.M. 14/01/08, utilizzando il Metodo delle Stati Limite.

I risultati delle verifiche sono riportati nell'elaborato denominato "relazione strutturale".



4. IMPATTI ATTESI E COMPENSAZIONI PREVISTE

4.1 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

In relazione alle varie componenti del quadro di riferimento ambientale, vengono di seguito sintetizzati gli impatti residui, a seguito dell'applicazione delle misure di mitigazione. La valutazione sintetica degli impatti considera:

- impatti temporanei od a breve termine (BT), correlati alla fase di cantierizzazione (sono le modificazioni indotte dall'opera che possono essere rimosse tramite operazioni tecniche o processi naturali, in modo che venga restaurata una situazione uguale o simile a quella preesistente);
- impatti permanenti (LT) derivanti dalla realizzazione delle opere (sono le alterazioni definitive provocate dall'opera che non possono essere ripristinate).

Oltre alla valutazione degli impatti a scala locale (SL), si sono valutati anche gli impatti complessivi dell'impianto relativamente alla scala sovrallocale (SS). La suddivisione dei singoli elementi costitutivi l'impianto, finalizzata all'evidenziazione degli impatti parziali, è la seguente:

- manufatto di regolazione idraulica e opere murarie e di protezione spondale connesse
- argini/rampe di protezione di siti sensibili
- edificio funzionale all'opera di regolazione idraulica
- interventi di riqualificazione naturalistica, paesaggistica ed ecosistemica previsti in diversi punti della valle fluviale.

Nella matrice sintetica degli impatti residui a seguito delle misure di mitigazione, si sono evidenziati anche gli impatti complessivi in fase di esercizio mentre in relazione alla quantificazione dell'incidenza dell'impianto sulle componenti analizzate, si è adottata la seguente scala di valori:

- A Impatto molto elevato
- B Impatto elevato
- C Impatto medio
- D Impatto basso
- E Impatto inesistente o non significativo

In relazione all'attribuzione della positività o negatività dell'impatto, si è adottata la seguente scala di valori:

- colore verde impatti positivi
- colore rosso impatti negativi



Gli impatti positivi sono i benefici ambientali che determinano aumento delle potenzialità produttive del territorio o vantaggi per il sistema ambientale. Gli impatti negativi determinano invece la diminuzione delle potenzialità produttive e danni per il sistema ambientale.

Il giudizio di impatto a Lungo Termine per il complesso delle opere (regolazione delle portate, difesa degli abitati e compensazioni previste) risulta basso a Scala Locale (D) e inesistente a Scala Sovralocale (E).

Per la realizzazione del quadro sintetico (riportato nello studio di impatto ambientale e sintetizzato nella relazione non tecnica), riguardo alle singole componenti si sono effettuate le seguenti considerazioni:

- **ATMOSFERA:** L'alterazione della componente avviene sostanzialmente nella sola fase di Cantierizzazione; in fase di esercizio l'impatto non risulta significativo. L'impatto complessivo a scala locale ed in fase di esercizio è sostanzialmente nullo. L'impatto complessivo a scala sovralocale sulla componente è anch'esso irrilevante.
- **AMBIENTE IDRICO:** l'alterazione della componente avviene solo durante la costruzione delle opere in alveo (aumento della torbidità dell'acqua, ecc.). Al termine della realizzazione, tali impatti non sono più presenti. In fase di esercizio, considerando l'assenza di possibili fonti di alterazione qualitativa della componente legati alle funzioni dell'opera non si rilevano impatti.
- **SUOLO E SOTTOSUOLO:** l'alterazione della componente avviene solo durante la fase di cantierizzazione ed è imputabile alle alterazioni morfologiche, prevalentemente legate all'opera di regolazione e alle arginature, indotte dalla realizzazione delle opere (scavi, riporti, movimenti terra). Rispetto ai singoli elementi delle opere previste, in fase di esercizio non si ha alcun impatto per tale componente. In fase di esercizio ed a scala locale, non si ha quindi alcuna alterazione della componente; a scala sovralocale gli impatti sono minimi.
- **VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA:** in fase di cantierizzazione questa componente è quella maggiormente esposta (con particolare riferimento alla vegetazione ed alla flora), anche se con potenzialità di recupero all'equilibrio naturale estremamente veloce. In fase di esercizio, la porzione flora e vegetazione della componente non mostra alterazioni significative (limitate alle scarse emergenze di vegetazione perialveare). A scala sovralocale, l'impatto complessivo delle opere non risulta significativo.
- **ECOSISTEMI:** l'impatto sugli ecosistemi è sostanzialmente analogo a quello sulla componente vegetazione, flora e fauna anche se, considerando che per la realizzazione delle opere non sono coinvolti ecosistemi a massima naturalità, ma solo ecosistemi soggetti a periodico ringiovanimento, spesso anche a causa dell'uomo, l'impatto è leggermente inferiore alla componente vegetazione, flora e fauna. Riguardo al degrado complessivo a scala locale, questo è presente sostanzialmente per l'ecosistema "aree ripariali e greti fluviali" e deriva dallo stato qualitativo delle acque del Lambro. A scala sovralocale, l'impatto complessivo dell'impianto non risulta significativo.
- **SALUTE PUBBLICA:** l'impatto sulla componente salute pubblica, intesa come popolazione e non come singolo individuo, è sostanzialmente non significativo durante la fase di cantierizzazione, in quanto i ricettori nella fase di cantierizzazione sono gli operatori che agiscono nell'ambito del cantiere. Considerando che l'impianto in progetto non prevede il rilascio nell'ambiente di sostanze od elementi che possano essere inalati, ingeriti, assorbiti per contatto o per irradiazione (riferimento alle strutture e macchinari previsti in opera), non si ha un



significativo degrado della componente nella fase di esercizio. Le acque inquinate del fiume possono diventare un veicolo di patologie ma la regolazione controllata delle piene non fa altro che regolare i deflussi controllando i picchi. Le aree allagabili in caso di piena significativa e con la condizione peggiore coincidono con quelle già oggi registrate. Le opere di protezione garantiscono la sicurezza agli obiettivi sensibili.

- RUMORE E VIBRAZIONI: l'alterazione negativa della componente si determina esclusivamente in fase di cantierizzazione. In fase di esercizio, le misure di mitigazione adottate rendono non significativo l'impatto. Conseguentemente, a scala locale si ha un impatto non significativo; analoga considerazione vale per l'impatto a scala sovralocale.

- RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI (radiazioni elettromagnetiche): Sia durante la fase di cantierizzazione, sia durante la fase di esercizio si ha per i diversi elementi dell'impianto un impatto non significativo. Analoga considerazione vale per l'impatto complessivo a scala locale e sovralocale.

- PAESAGGIO: In fase di cantierizzazione si ha una significativa alterazione della componente correlata alla realizzazione degli scavi e dei preventivi interventi sul paesaggio vegetale. Ciò soprattutto per quanto riguarda l'area dell'opera di regolazione idraulica e dell'edificio ad essa funzionale, oltre che per il sistema delle arginature. L'elevata resilienza delle associazioni vegetali, associata ai previsti interventi di ripristino e mitigazione, annullano in breve termine l'alterazione del paesaggio vegetale derivante dalla fase di cantierizzazione. In fase di esercizio si segnala un impatto negativo medio per l'opera di regolazione idraulica in quanto elemento totalmente alloctono al paesaggio naturale ed antropico della zona; analogo impatto per l'edificio funzionale, anche se in buona parte integrabile nel paesaggio. Stesse considerazioni valgono per le opere di protezione arginale. A livello complessivo, considerando l'ampiezza dell'area in cui si sviluppano le opere e l'occultamento dei principali con visuali anche da parte della vegetazione, si ha un impatto medio-contenuto a scala locale e piuttosto modesto alla scala sovralocale.

4.2 COMPENSAZIONI PREVISTE

Sono previste diversi interventi di compensazione nel territorio oggetto dell'intervento. Possono essere riassunte in tre gruppi di interventi per tipologia:

1) Interventi per il miglioramento della qualità delle acque e dell'habitat degli affluenti del Lambro. Si tratta di interventi finalizzati alla rimozione, totale o parziale, di fonti inquinanti gravanti su due corsi d'acqua che attraversano l'area ex Victory, ovvero alla loro demolizione in ecosistemi filtro in attesa di una risoluzione definitiva che dovrà essere compresa in un programma di maggior respiro di adeguamento della rete fognaria e dei relativi manufatti. I due corsi d'acqua interessati sono la roggia di Villa Romanò e l'Orrido di Inverigo.

Sulla roggia di Villa Romanò l'azione progettuale prevede quattro differenti tipologie di interventi. Inizialmente si prevede la rimozione delle fonti inquinanti insistenti sul corso d'acqua attraverso la manutenzione ordinaria e straordinaria degli sfioratori ed il loro eventuale adeguamento strutturale. Successivamente si provvederà alla rimozione delle derivazioni d'acqua, per le quali si ritiene non siano state rilasciate le dovute autorizzazioni e che allo stato attuale depauperano il reticolo idrografico dei fondamentali quanto necessari apporti d'acqua



pulita. Si procederà in seguito alla realizzazione delle opere di sistemazione idraulica fundamentalmente consistenti in briglie per il rallentamento dell'acqua; queste si rendono necessarie in considerazione del preoccupante dissesto che si sta innescando a causa della forza della corrente data dagli apporti delle aree impermeabilizzate veicolati dalla rete fognaria. La quarta e ultima azione consiste nella formazione degli ecosistemi filtro per la rimozione degli inquinanti occasionalmente e la stabilizzazione delle portate anche di magra. Sono previste due aree per realizzare detti ecosistemi filtro: una all'incontro dei due rami di alimentazione della roggia, con lo scopo di trattare le sostanze organiche provenienti dai primi tre sfioratori di piena insistenti sul corso d'acqua; una seconda poco prima della confluenza nel Fiume Lambro che avrà lo scopo di abbattere gli apporti provenienti dall'ultimo sfioratore e dallo scarico degli adiacenti laghetti di pesca sportiva.

L'intervento sull'Orrido si è evoluto rispetto a quello previsto nel progetto preliminare che consisteva nella realizzazione di due ecosistemi filtro, uno in testa all'Orrido e uno all'uscita dal laghetto Victory, già indicato negli interventi previsti sulla roggia di Villa Romanò. Il progetto che verrà attuato sarà invece volto alla eliminazione dello sfioratore fognario in testa all'Orrido ed il recupero del rio del Valletto, oggi intubato in fognatura, al deflusso superficiale ed al suo convogliamento nell'Orrido.

2) Interventi per il miglioramento dell'habitat e per la valorizzazione di specchi d'acqua. Si tratta di misure finalizzate alla riqualificazione totale o parziale di alcuni bacini idrici oggi in stato di lenta rinaturalizzazione. Per questi bacini si prevedono interventi per il miglioramento della qualità degli habitat e per meglio disciplinare la fruibilità sia a scopo ricreativo sia per le funzioni legate alle attività di educazione ambientale. Gli interventi previsti presso lo stagno di Carpanea e contemplano l'eliminazione di scarichi reflui, l'eliminazione degli scolmatori di piena e la riqualificazione della fascia di vegetazione spondale con specie autoctone. Altri interventi riguardano la gestione del canneto, il contenimento/eradicazione delle specie ittiche alloctone e la creazione di un percorso per la fruizione dell'area.

Le opere previste presso i laghetti di Inverigo attengono innanzitutto l'eliminazione negli ambiti forestali e la piantumazione di nuove specie arbustive. Si prevede anche di recuperare il primo lago per favorire le specie anfibie stante la presenza di acque basse qui presenti (Rana di Lataste, Tritone crestato, Raganella e Tartaruga palustre). Si prevedono interventi gestionali di taglio del canneto e la diversificazione degli ambienti per favorire la presenza di specie ornitiche. Un ruolo importante nella gestione delle garzaie riguarda da ultimo la fruizione da parte del pubblico, per tale motivo si è pensato ad un piano per gestire la garzaia in questo senso. Alle Foppe di Fornacetta si prevede l'eliminazione di eventuali scarichi diretti o indiretti, puntuali o diffusi, in grado di apportare nutrienti ed inquinanti nell'area umida, quindi l'eliminazione delle specie alloctone e degli individui malati al fine del rinnovo della fascia boscata con successiva piantumazione di specie arboree ed arbustive autoctone. Gli interventi previsti sul canneto e il lamineto esistenti riguardano per lo più la loro gestione in termini di pianificazione di un piano di taglio adeguati ma con lo scopo di favorire la presenza di Rana di Lataste, Tritone crestato, Tartaruga palustre e Gambero di fiume. Circa la fauna ittica si prevedono azioni atte a contenere/eradicare le specie alloctone e favorire quelle autoctone. Da ultimo è prevista la realizzazione di un percorso poco invasivo, che avvicini il visitatore alla scoperta di quest'area.



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO

Opere di regolazione delle portate previste nell'intervento "Area di laminazione di Inverigo – Interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano"

Progetto Definitivo

3) Creazione di aree umide in linea per il miglioramento dell'habitat del fiume Lambro. Lungo l'asta principale del Lambro, a qualche centinaio di metri a monte e poche di metri a valle dell'attraversamento della Como–Bergamo, verranno realizzate due aree umide attraverso l'allargamento della sezione idraulica e la rimozione di alcune artificializzazioni esistenti.

Si prevede la realizzazione di un'area umida in zona golenale posta a monte della SP ex SS n. 342, in corrispondenza di un meandro realizzato in passato da un'opera di artificializzazione, nei Comuni di Nibionno e Inverigo. Nell'area di riferimento è possibile migliorare la deviazione precedentemente realizzata rinaturalizzando l'alveo artificializzato, rimuovendo la massicciata impropria lungo le sponde e creando inviti per consentire all'acqua di spandere nell'area circostante.

Si prevede la realizzazione di una seconda area umida in un'area posizionata poco a valle della SP ex SS n. 342 e a monte della traversa di Nibionno, nei Comuni di Nibionno ed Inverigo. In questo caso, diversamente da quello precedente, occorrerà creare ex-novo una zona idonea allo scopo; in particolare si provvederà con la creazione di un'area di spandimento lungo la sponda destra del fiume, laddove si trova oggi un parcheggio di mezzi pesanti. La fascia fluviale così allargata sarà completata con l'addolcimento della pendenza della sponda destra e con la piantumazione di specie acquatiche ed arboree autoctone.



5. INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Il progetto esecutivo dovrà prevedere un approfondimento di tutti gli aspetti e le problematiche che potranno incontrarsi nella cantierizzazione dell'opera. In particolare dovranno essere dettagliati:

- Gli impianti elettromeccanici necessari alla movimentazione dei sistemi di regolazione;
- I particolari costruttivi della casa di guardia della struttura di regolazione;
- Le eventuali interferenze con i servizi sotterranei ed aerei;
- Le modalità di manutenzione e gestione dell'opera.

In definitiva ai sensi dell'art. 33 del DPR 207/2010 il progetto esecutivo dovrà contenere i seguenti elaborati:

- a) relazione generale;*
- b) relazioni specialistiche;*
- c) elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale;*
- d) calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;*
- e) piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;*
- f) piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, e quadro di incidenza della manodopera;*
- g) computo metrico estimativo e quadro economico;*
- h) cronoprogramma;*
- i) elenco dei prezzi unitari e eventuali analisi;*
- l) schema di contratto e capitolato speciale di appalto;*
- m) piano particellare di esproprio.*

Ai sensi dell'art. 36 *gli elaborati grafici esecutivi, eseguiti con i procedimenti più idonei, sono costituiti, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento:*

- a) dagli elaborati che sviluppano nelle scale ammesse o prescritte, tutti gli elaborati grafici del progetto definitivo;*
- b) dagli elaborati che risultino necessari all'esecuzione delle opere o dei lavori sulla base degli esiti, degli studi e di indagini eseguite in sede di progettazione esecutiva;*
- c) dagli elaborati di tutti i particolari costruttivi;*
- d) dagli elaborati atti ad illustrare le modalità esecutive di dettaglio;*



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO

Opere di regolazione delle portate previste nell'intervento "Area di laminazione di Inverigo – Interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano"

Progetto Definitivo

e) dagli elaborati di tutte le lavorazioni che risultano necessarie per il rispetto delle prescrizioni disposte dagli organismi competenti in sede di approvazione dei progetti preliminari, definitivi o di approvazione di specifici aspetti dei progetti;

f) dagli elaborati di tutti i lavori da eseguire per soddisfare le esigenze di cui all'articolo 15, comma 9;

g) dagli elaborati atti a definire le caratteristiche dimensionali, prestazionali e di assemblaggio dei componenti prefabbricati;

h) dagli elaborati che definiscono le fasi costruttive assunte per le strutture.