

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INDAGINI ED ELEMENTI DI BASE.....	5
2.1	VALLE DELL'ORO	5
2.2	VERSANTE ROCCIOSO IN LOCALITÀ MOMBELLO	6
2.3	VIA PAPA GIOVANNI XXIII.....	7
3	OPERE IN PROGETTO	9
3.1	SISTEMAZIONE IDRAULICA DELLA VALLE DELL'ORO.....	9
3.2	MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE ROCCIOSO IN LOCALITÀ MOMBELLO.....	10
3.3	INTERVENTI RELATIVI AL PONTE IN VIA PAPA GIOVANNI XXIII.....	11
4	QUADRO ECONOMICO.....	14

1 PREMESSA

Nel mese di luglio 2009 numerosi eventi temporaleschi hanno causato esondazioni ed alluvioni che hanno interessato la fascia prealpina lombarda, e in particolare le province di Varese, Bergamo, Lecco e Como, per cui è stato dichiarato, il 24 luglio 2009, lo stato di emergenza.

Il Commissario Delegato per il superamento dell'emergenza, con Ordinanza Commissariale n. 2 del 16 settembre 2010, ha approvato il *Piano generale degli interventi indifferibili e urgenti a salvaguardia della pubblica incolumità* (allegato C alla suddetta ordinanza), e il relativo piano di riparto dei finanziamenti stanziati dallo Stato a tale scopo.

Essendo il Comune di Civate compreso nelle aree maggiormente danneggiate, all'interno di tale documento sono state individuate come necessarie sul territorio comunale le "Opere di messa in sicurezza e regimazione idraulica del torrente Toscio e Valle dell'Oro, ripristino danni ponte in via Papa Giovanni XXIII".

L'amministrazione comunale di Civate ha pertanto affidato alla società BMB Ingegneria s.r.l., nella persona dell'Ing. Marco Mannucci Benincasa, e al dott. Geologo Egidio De Maron l'incarico relativo alla progettazione di tali opere.

Gli eventi alluvionali di cui sopra hanno evidenziato la necessità di intervenire in più tratti del corso del torrente Toscio per la messa in sicurezza dell'alveo, dei versanti e dei manufatti con essi interferenti. In particolare sono stati individuati tre ambiti di intervento:

- il tratto iniziale del torrente, lungo la valle dell'Oro, dove si sono verificati rilevanti fenomeni di erosione delle sponde accompagnati da notevole trasporto di materiale solido proveniente dall'alveo del torrente stesso e dai versanti;
- la località Mombello, dove si sono staccati dei blocchi rocciosi dal versante che hanno interessato direttamente la sottostante strada pedonale di Via Valle dell'Oro;
- via Papa Giovanni XXIII, in corrispondenza del ponte sul corso del Toscio, dove in occasione degli eventi di piena si sono verificate esondazioni con sormonto del manufatto, la cui luce risulta insufficiente a smaltire la portata in arrivo.

La presente relazione fornirà una descrizione delle soluzioni proposte e dei criteri di dimensionamento adottati per le opere in progetto. Per i dettagli relativi alla rappresentazione delle aree di intervento e delle rispettive opere si rimanda agli allegati grafici.

2 INDAGINI ED ELEMENTI DI BASE

Per i tratti in esame è stato effettuato un rilievo plano-altimetrico sul quale sono state evidenziate le quote dei manufatti e delle strutture presenti nelle vicinanze che possono interferire con le opere in progetto.

2.1 VALLE DELL'ORO

In particolare il tratto montano del torrente rilevato (dall'incrocio tra via Mombello e via Valle dell'Oro, a quota 317 m s.l.m., fino a quota 390 m s.l.m., per uno sviluppo complessivo di circa 730 m) è caratterizzato da elevate pendenze e andamento sinuoso-rettilineo, localmente meandriforme procedendo verso valle, e presenta una sezione trapezia variabile, con sponde a tratti rivestite in massi, a tratti ricoperte da fitta vegetazione, altrove con evidenti segni di erosione. Si è evidenziata la presenza di un corpo di frana in sponda sinistra che in recenti eventi di piena ha causato la parziale ostruzione del corso d'acqua.

L'alveo è costituito da ghiaia e ciottoli nella parte di valle, mentre è sempre più frequente la presenza di massi risalendo verso monte; si evidenzia inoltre l'esistenza di un allargamento della sezione con la presenza di una zona di accumulo centrale e conseguente locale suddivisione della corrente in due tratti. Si è rilevata inoltre la presenza di 6 briglie in massi di altezze comprese tra 1 e 2 m.

Per la caratterizzazione geometrica del tratto di interesse sono state battute **58** sezioni topografiche su una lunghezza totale di circa 730 m.

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche del tratto di alveo considerato.

<i>lunghezza</i>	730 m
<i>pendenza media</i>	0.096 m/m
<i>larghezza alveo</i>	variabile da 4.5m a 28.3m

Analisi idrologico-idraulica

Come evidenziato nella Relazione idrologico-idraulica (allegato. B) le analisi condotte per la caratterizzazione del bacino in esame hanno portato alla definizione di una portata di riferimento con tempo di ritorno di 100 anni pari a **32 mc/s**.

Da una prima analisi dei risultati del tracciamento del profilo di moto permanente è stato possibile rilevare come la sezione dell'alveo nel tratto in esame sia mediamente sufficiente al convogliamento di tale portata. Date le elevate pendenze però al suo interno si sviluppano notevoli velocità di deflusso (superiori in certi tratti ai 7 m/s), in grado di generare notevole erosione del fondo e delle sponde, con conseguente innesco del trasporto solido. Evidenze di tali fenomeni sono infatti visibili lungo il tracciato del corso d'acqua, dove il passaggio del flusso idrico ha attivato in diversi tratti il franamento delle sponde.

Al fine di contenere l'azione erosiva della corrente è stata pertanto valutata la possibilità di ridurre da un lato la pendenza dell'alveo, in modo da diminuire la velocità di trascinamento, dall'altro di consolidare il letto e le scarpate spondali per limitare la disponibilità di materiale fine, maggiormente soggetto al trasporto.

2.2 VERSANTE ROCCIOSO IN LOCALITÀ MOMBELLO

L'ambito di valutazione e messa in sicurezza è ubicato sul versante roccioso, in destra idrografica del Torrente Toscio lungo la forra della Valle dell'Oro, sopra l'abitato della frazione di Mombello.

La zona è caratterizzata dalla presenza di affioramenti della Dolomia a Choncodon, interessati dall'esistenza di faglie e sovrascorrimenti che hanno contribuito alla fratturazione del complesso roccioso. All'interno del canyon della Valle dell'Oro ed in corrispondenza del fronte da stabilizzare si possono osservare delle zone di faglia vicarianti, parallele alla principale con direzione O-E, che hanno ulteriormente contribuito alla fratturazione dell'ammasso roccioso calcareo-dolomitico. Le caratteristiche giaciture della Dolomia a Choncodon indicano la presenza di banconi metrici immergenti verso sud fortemente disarticolati e fratturati; localmente sono state evidenziati ulteriori sets di fratturazione (valori random) che hanno una valenza arealmente limitata ma che contribuiscono ad aumentare la disgregazione dell'ammasso.

Si evidenzia come il versante roccioso risulti pertanto in condizioni di pericolosità sia a breve che a lungo termine in quanto sussiste la possibilità di:

- distacchi puntuali di massi isolati (dimensioni > 1.0 e fino a 2.0 mc)
- distacchi di placche rocciose con volumetrie più consistenti (60/70 mc)
- progressivo collasso dell'intero sperone (nella zona corticale della dorsale per 4/5 metri di spessore) con volumetrie prossime ad un migliaio di mc.

Le possibili traiettorie di caduta e rotolamento dovute e generate dal distacco di massi isolati, in funzione della zona di distacco, interessano direttamente sia il compluvio che la sottostante strada pedonale nonché l'alveo del Torrente Toscio.

Il collasso di masse più consistenti si riverserebbe direttamente nella zona del sottostante alveo torrentizio e, in funzione delle volumetrie mobilizzate, produrre uno sbarramento dell'alveo stesso (che qui risulta scorrere all'interno di una forra) con conseguenze idrauliche immaginabili (possibile effetto diga) in caso di piena del Torrente Toscio.

Per una caratterizzazione geologica di maggiore dettaglio si rimanda all'allegato C (Relazione specialistica geologico – geotecnica).

2.3 VIA PAPA GIOVANNI XXIII

Il tratto in corrispondenza del ponte stradale di via Papa Giovanni XXIII risulta fortemente antropizzato, con presenza di muri di recinzione di proprietà private e infrastrutture viarie che vincolano la sezione fluviale. Nei tratti immediatamente a monte e a valle del manufatto essa presenta forma trapezia con alveo in ghiaia e sponde inerbite, non sono stati riconosciuti affioramenti rocciosi ma esclusiva presenza di depositi terrigeni riconducibili alla Alloformazione di Cantù, con caratteristiche tipiche dei depositi di conoide alluvionale, ovvero di sedimenti costituiti essenzialmente da ghiaie selezionate e gradate alternate a sabbie più o meno abbondanti con strutture sedimentarie da corrente, e con presenze di blocchi e ciottoli nonché di interstrati limoso-argillosi. Questi depositi sono ricollegabili alle azioni di trasporto del reticolo idrico superficiale nel fondovalle e riconducibili all'azione di trasporto del Rio Toscio, Valle del Sole e della Valle Trebbia. Per una caratterizzazione geologica di maggiore dettaglio si rimanda all'allegato C - Relazione specialistica geologico – geotecnica.

Nel tratto comprendente il ponte, la pendenza media dell'alveo appare contenuta e il tracciato risulta per lo più rettilineo, ma realizza una leggera curva proprio in corrispondenza del ponte. Per la caratterizzazione geometrica del tratto di interesse sono state battute **15** sezioni topografiche su una lunghezza totale di circa 120 m.

Tabella 2 – Caratteristiche geometriche del tratto di alveo considerato.

<i>lunghezza</i>	120 m
<i>pendenza media</i>	0.025 m/m
<i>larghezza alveo</i>	variabile da 1.5m a 5m

Analisi idrologico-idraulica

Come evidenziato nella Relazione idrologico-idraulica (allegato. B) le analisi condotte per la caratterizzazione del bacino in esame hanno portato alla definizione di una portata di riferimento con tempo di ritorno di 100 anni pari a **36 mc/s**.

I risultati della simulazione di moto permanente mettono in evidenza l'incapacità della sezione idraulica di smaltire la portata di progetto, l'impalcato del ponte viene infatti sormontato dalla corrente, come spesso è accaduto in occasione di eventi meteorologici di forte intensità. Il livello idrico raggiunge un'altezza di circa 228 m s.l.m., superando di oltre 50 cm la quota dell'intradosso del manufatto.

Si evidenzia dunque la necessità di aumentare la luce utile della sezione.

3 OPERE IN PROGETTO

3.1 SISTEMAZIONE IDRAULICA DELLA VALLE DELL'ORO

Sulla base delle evidenze di calcolo sopra descritte si è proceduto alla valutazione delle possibili soluzioni di intervento compatibilmente con le condizioni di sito.

Per ridurre la velocità della corrente corrispondente alla piena di progetto, all'interno di un intervento di riprofilatura del fondo alveo, si è prevista la costruzione di 5 briglie in massi di altezza media pari a 2 m, la cui posizione è evidenziata negli allegati grafici, e la creazione di un bacino di calma in corrispondenza del tratto compreso tra le sezioni 22 e 29 (si veda tav 2.4) da realizzare tramite l'asportazione del materiale attualmente giacente nell'alveo (riutilizzando i massi per la costruzione di briglie, sponde e fondo), approfondendo l'attuale quota di fondo, e costruendo una briglia intermedia fra le due esistenti.

Tali interventi saranno completati da una risagomatura delle sezioni, che saranno rese più larghe e regolari (assumendo forma trapezia) tramite un livellamento del fondo, realizzato in materiale di classatura uniforme di diametro medio di 0.5 m proveniente dallo stesso alveo, e la sistemazione delle sponde.

Le verifiche sulla capacità di trascinamento della corrente hanno infatti dimostrato che la realizzazione di una pavimentazione d'alveo con massi di diametro di 0.5m opportunamente posati è in grado di garantire una generale stabilità del fondo, riducendo notevolmente l'attuale movimentazione di materiale. È opportuno comunque prevedere interventi di periodica manutenzione, soprattutto in occasione di eventi di piena, per la rimozione dalle zone di accumulo del materiale eventualmente depositatosi (che comunque è prevedibile che continui a giungere dal tratto di torrente a monte di quello oggetto degli interventi compresi nel presente progetto), per poter garantire il mantenimento della capacità idraulica della sezione fluviale.

Date le attuali condizioni delle sponde inoltre, che evidenziano una situazione di degrado dovuto alla frequente presenza di vegetazione, che ne ricopre la superficie ostruendo in parte la sezione fluviale, e ad alcuni fenomeni franosi dovuti all'erosione della corrente sulle stesse, si è optato per una ricostruzione delle scarpate utilizzando massi ciclopici, anch'essi provenienti dallo stesso alveo, posizionati a secco con una pendenza di 60°.

Dai risultati ottenuti dal dimensionamento delle protezioni d'alveo con scogliere di sponda realizzate in materiale lapideo naturale, si è ricavato un diametro medio dei massi pari a circa 1m.

L'utilizzo di tali materiali e gli interventi sulla geometria e l'altimetria dell'alveo hanno permesso di ridurre la disponibilità di materiale fine maggiormente soggetto al trasporto e contestualmente di ridurre la capacità di trasporto stessa della corrente.

Per facilitare l'accesso ai tratti interessati, in funzione delle attività di manutenzione futura dell'alveo, a completamento delle opere sopra descritte, è inoltre stata prevista la formazione di una pista carrabile a margine del corso del torrente, che proseguirà, con una larghezza di circa 3.5m, il tracciato della strada sterrata attualmente esistente in sponda sinistra, per una lunghezza totale di circa 280m.

3.2 MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE ROCCIOSO IN LOCALITÀ MOMBELLO

Viste le condizioni strutturali del versante investigato è stato predisposto il seguente progetto che comprende le seguenti opere:

- a) preliminare pulizia del versante mediante completamento di quella già eseguita nel novembre/dicembre del 2009 mediante rimozione delle nuove ceppaie e operazioni di disaggio dei massi/blocchi isolati maggiormente pericolanti;
- b) ingabbiamento dell'ammasso roccioso su tutto il versante affiorante mediante la posa di rete metallica a doppia torsione in aderenza con armatura tipo leggero fissata nella parte somitale con cavi d'acciaio e ancoraggi realizzati con barre rigide FeB450c a sezione piena ed aderenza migliorata;
- c) rafforzamento corticale mediante sovrapposizione di un reticolo di funi a maglia quadrata di dimensioni 4x4 m e costituito da funi realizzate in trefolo d'acciaio zincato (DIN 2078) ad anima tessile, opportunamente tesate e bloccate per mezzo di morsetti. Ove ritenuto necessario si dovranno eseguire degli ulteriori rafforzamenti con ancoraggi con barre rigide FeB450c a sezione piena ed aderenza migliorata, di lunghezza non inferiore a 2.0 metri sulla cui testata sarà predisposta una piastra in ferro di tenuta e distribuzione e/o golfari per

- l'infittimento della trama di funi d'acciaio. Si precisa che la parte di rete posizionata al di sotto dei pannelli in fune non sarà armata;
- d) rinforzo ed ingabbiamento dell'ammasso roccioso lungo la dorsale e nelle zone maggiormente fratturate mediante la stesa di pannelli di fune quadrati o rettangolari aventi area non inferiore a 12,0 mq e non superiore a 24,0 mq, a maglia quadrata o romboidale 250x250 mm, formati da un'unica fune metallica (fune d'orditura) con diametro $f=8,0$ mm e finiti, lungo il bordo, con una fune metallica (fune di bordo) continua ed avente diametro $f=12,0$ mm. I nodi formati dalla fune di orditura sono bloccati a mezzo di semigusci metallici compenetrati a pressione mentre, i collegamenti della stessa fune di orditura alla fune di bordo, sono ottenuti per sovrapposizione ed i successivi bloccaggi sono realizzati a mezzo di manicotti aperti in lega d'alluminio. Al di sotto dei pannelli in fune sarà posata una rete metallica a doppia torsione in aderenza senza armatura. L'ancoraggio dei pannelli in fune sarà costituito da una fune metallica terminante, all'estremo libero, con un'asola attrezzata con redancia e manicotto pressato o da una barra ad aderenza migliorata ed attrezzata, all'estremo libero, con una piastra d'appoggio e dado di bloccaggio;
- e) lungo la dorsale, in corrispondenza dell'ambito rinforzato con i pannelli in fune d'acciaio sono da realizzare un serie di tiranti di consolidamento profondo formati da barre a filettatura continua in acciaio con diametro nominale non inferiore a $f=26,50$ mm e lunghezza di almeno 9,0 metri attrezzata, all'estremo libero, con una piastra d'appoggio e dado di bloccaggio.

3.3 INTERVENTI RELATIVI AL PONTE IN VIA PAPA GIOVANNI XXIII

Al fine di migliorare le condizioni di deflusso della corrente in corrispondenza del ponte stradale di via Papa Giovanni XXIII si sono previste le seguenti opere di progetto, i cui dettagli grafici sono rappresentati nelle tavole allegate. Una prima fase prevede (I° stralcio):

- risagomatura della sezione fluviale in un tratto di lunghezza pari a circa 70 m a monte del ponte, consistente nell'allargamento della stessa e nella formazione di scogliere in massi ciclopici a 60° con materiale lapideo proveniente dallo stesso alveo e/o dai lavori di sistemazione idraulica da effettuare in Valle dell'Oro, e circa 30 m a valle, consistente di

nuovo nell'allargamento della stessa fino ai muri di recinzione delle proprietà private adiacenti;

- riprofilatura del fondo per la realizzazione di una pendenza costante pari a circa 2.7%, ottenuta tramite l'asportazione del materiale depositato sul letto del torrente e la pavimentazione con blocchi lapidei sbazzati posati sotto sagoma;

una seconda fase prevede:

- allargamento della sezione fluviale in corrispondenza del ponte, di cui si è previsto l'integrale rifacimento compatibilmente con i vincoli dettati dalle condizioni urbanistiche circostanti. Il ponte di progetto, con luce netta di 9.35 m nella sezione di monte e 8.35 m in quella di valle, sarà realizzato con travi prefabbricate precomprese e soletta collaborante in c.a.. Le spalle saranno sostenute da fondazioni di tipo indiretto su micropali, i muri controterra avranno invece fondazione di tipo diretto. Per la progettazione dei manufatti è stata rispettata la normativa vigente, in particolare il *D.M. 14/01/2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni*, e la *Circ.Min. 02/02/2009 – Applicazione norme tecniche per le costruzioni*; si rimanda agli allegati grafici per la definizione delle geometrie e delle ipotesi progettuali sviluppate;
- lo spostamento dei sottoservizi le cui tubazioni sono attualmente collocate al di sotto dell'intradosso del ponte e contribuiscono alla riduzione della sezione idraulica utile. Esse saranno spostate in posizione laterale (lato di valle del ponte in progetto) al di sotto del marciapiede previsto a margine della sede stradale;
- lo spostamento di alcuni tratti delle recinzioni perimetrali delle proprietà private adiacenti il corso del torrente, per permettere l'allargamento della sezione fluviale in corrispondenza del ponte di nuova realizzazione.

Sulla base di questi interventi la sezione fluviale risulta appena sufficiente allo smaltimento della portata centenaria (la differenza di quota tra la superficie di pelo libero e l'intradosso del manufatto di progetto è di fatto minima), ma non garantisce il franco minimo di 1 m imposto dalla direttiva concernente i “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*”, approvata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999.

Anche in questo caso è stata condotta un'analisi della capacità di trasporto della corrente, dalla quale si è ricavato che il diametro medio dei massi costituenti il fondo alveo affinché si abbia una condizione generale di stabilità non deve essere inferiore a 0.25m.

Analogamente a quanto descritto per il tratto situato nella Valle dell'Oro, si è svolta la verifica per il dimensionamento delle sponde, dalla quale è risultato che il diametro medio dei massi costituenti la scogliera deve essere di almeno 0.8m.

4 QUADRO ECONOMICO

Come risultante dal computo metrico estimativo, l'importo dei lavori relativi alla sistemazione idraulica della Valle dell'Oro, alla messa in sicurezza del versante roccioso in località Mombello, e al primo stralcio degli interventi relativi al ponte in via Papa Giovanni XXIII, ammonta a 628.749,28€

Il quadro economico risulta pertanto così composto:

	Val dell'Oro sistemaz. idraulica	Versante roccioso località Mombello	1° stralcio Ponte via Papa Giovanni XXIII	TOTALE
1 LAVORI				
a - Importo lavori	415 029.15	98 524.00	101 204.28	614 757.43
b - Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso d'asta)	8 000.00	2 955.72	3 036.13	13 991.85
c - Importo totale a base d'appalto	423 029.15	101 479.72	104 240.41	628 749.28
2 SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE				
a - I.V.A. 20% sui lavori	84 605.83	20 295.94	20 848.08	125 749.85
b - spese per pubblicazione bando (artt. 80 e 122 Legge n°D.Lgs n°163/06) e contributo a favore dell'Autorità per la vigilanza sui LL.PP. (art. 1, comma 67 della Legge n°266/05 e Deliberazione dell'Autorità del 26.01.2006)	-	-	-	-
c - Spese Tecniche per (compresi Cassa Ingg. 4% e I.V.A. 20%) :				
c1- Progettazione definitiva ed esecutiva, direzione e contabilità lavori, coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione	35 834.94	8 116.61	6 337.41	50 288.96
c2- Consulenza per componente geologica ed indagini geotecniche	10 000.00	8 000.00	2 500.00	20 500.00
c3- Collaudo in corso d'opera (tecnico - amministrativo)	1 300.00	350.00	350.00	2 000.00
d - Fondo interno di cui all'art. 92, comma 5 D.Lgs n°163/06 (art. 3, comma 29 della Legge n°350/03) comprensivo di oneri accessori alle erogazioni (C.P.D.L., INAIL, IRAP): _attività del R.U.P. nelle fasi di progettazione definitiva, esecutiva, direzione e collaudo	6 000.00	950.00	1 000.00	7 950.00
e - acquisizione terreni privati	-	-	1 700.00	1 700.00
f - arrotondamento		37.81	24.10	61.91
Importo totale somme a disposizione	137 740.77	37 750.36	32 759.59	208 250.72
T O T A L E	560 769.92	139 230.08	137 000.00	837 000.00

Si specifica che:

1. i prezzi unitari utilizzati per determinare l'importo dei lavori sono stati desunti dal prezzario delle opere pubbliche della Regione Lombardia – anno 2009;
2. preso atto della qualità del materiale presente all'interno dell'alveo del torrente nel tratto soggetto ai lavori di sistemazione idraulica in Valle dell'Oro (materiale di trasporto del torrente composto da sabbia, ghiaia, ciottoli e massi), nella computazione dei lavori si è previsto che:
 - il rivestimento delle sponde del torrente così come la formazione del selciato di rivestimento del fondo dell'alveo, nonché delle briglie, siano eseguiti con materiale reperito sul posto;
 - la massicciata della pista di servizio/accesso da realizzare lungo la sponda sinistra del torrente (proseguimento della stradina esistente), sia realizzata con materiale reperito sul posto;
 - il trasporto del materiale eccedente sia compensato con l'acquisizione del materiale suddetto da parte dell'impresa appaltatrice che ne potrà disporre per successivi utilizzi commerciali.