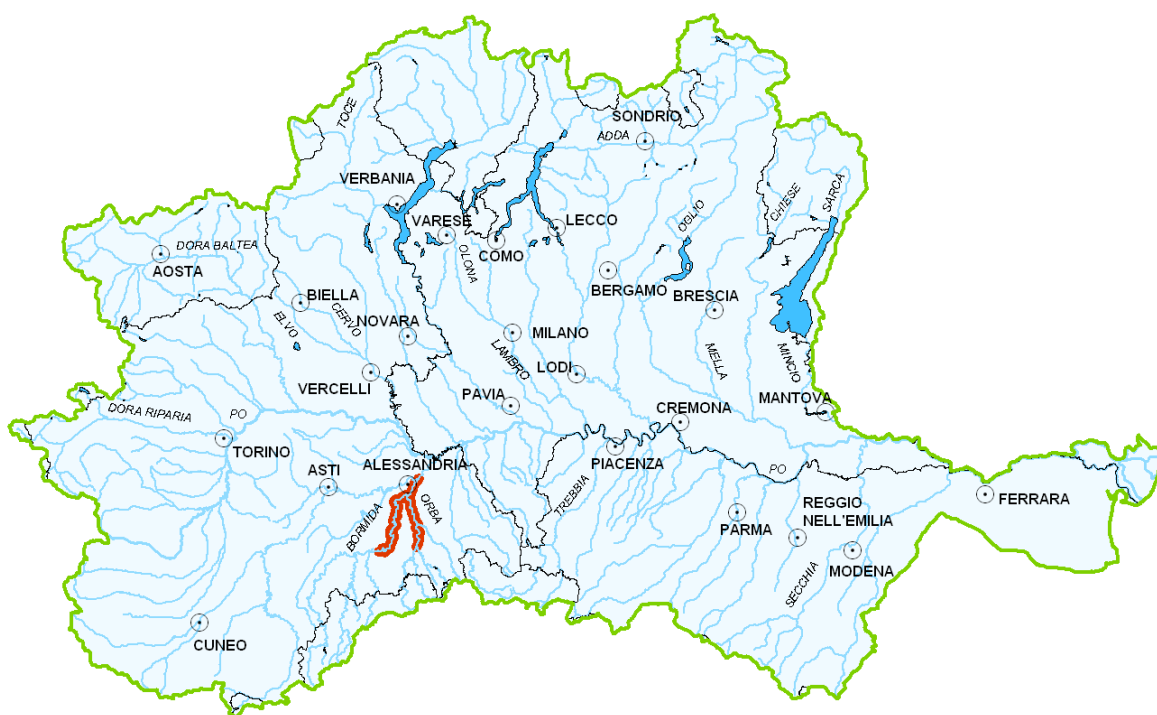




AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

Studio di fattibilità per la definizione dell'assetto di progetto – interventi di gestione sedimenti, recupero morfologico e sistemazione idraulica – del fiume Bormida e del torrente Orba (E-SPEC-858)



F. Bormida e T. Orba

Attività	11	Redazione del rapporto ambientale per il procedimento di V.A.S.
Prodotto	01	Redazione del rapporto ambientale per il procedimento di V.A.S.
Elaborato	02R	Rapporto ambientale e Valutazione di incidenza Allegato 2: Geomorfologia fluviale - Caratterizzazione per tratti omogenei

0	Definitiva	Geol. Emilia Mitidieri	Geol. Emilia Mitidieri	Ing. Ivo Fresia	Ottobre 2011
Rev.	Versione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

Associazione Temporanea di Imprese



Indice

1	PREMESSA.....	2
1.1	Fiume Bormida: caratterizzazione per tratti	2
1.2	Torrente Orba: caratterizzazione per tratti	12
1.3	Torrente Stura di Ovada: caratterizzazione per tratti	22

1 PREMESSA

La caratterizzazione che segue discende da rilievi in sito effettuati tra il 4 e il 24 novembre 2010, sull'intero tratto di Bormida oggetto di studio e sull'Orba nel tratto compreso tra il OR03200 e il OR01100o, e tra l'11 e il 19 luglio 2011 sull'Orba nel tratto compreso tra il OR05300 e il OR04100.

1.1 Fiume Bormida: caratterizzazione per tratti

Tratto BO08200: da Acqui Terme alla traversa di Visone

L'alveo si presenta meandriforme, con sviluppo complessivamente limitato di barre di meandro. La sezione fluviale risulta incassata, a tratti fissata da primate o delimitata da scarpate verticali in erosione che permettono l'affioramento del substrato. La situazione di generalizzata stabilità laterale trova anche riscontro in una sostanziale stabilità attuale del profilo di fondo. Il substrato litoide infatti affiora per ampi tratti, soprattutto nel settore adiacente all'abitato di Acqui Terme (Fig. 1). Il deflusso in alveo è anche condizionato dagli effetti del rigurgito della traversa di Visone la cui presenza ha contribuito alla stabilizzazione del profilo di fondo.

Secondo quanto emerge dall'analisi storica, l'alveo risulta caratterizzato da una sostanziale stabilità.



Fig. 1 Affioramento del substrato in alveo presso Acqui Terme

Tratto BO08100: dalla traversa di Visone (Sez. 35bis) al ponte di Strevi

Lungo il tratto la morfologia varia da meandriforme a sinuosa, con barre laterali relativamente poco sviluppate. Barre e isole longitudinali sono invece presenti a valle della traversa di Visone, dove la sezione del corso d'acqua si allarga notevolmente.

L'alveo è piuttosto stabile con sezione regolare ed incassata tra le sponde. Nel settore compreso tra la traversa di Visone e la cascina Onisca, il corso d'acqua incide il substrato che affiora estesamente sul fondo; nel settore compreso tra le cascine Ortolano e Onisca, sul fondo alveo non si osservano accumuli di depositi sciolti, ma si riconoscono le stratificazioni del substrato, che è visibile anche in alcuni tratti delle sponde dove forma pareti verticali.

L'affioramento del substrato in diversi punti e lo scalzamento evidente delle pile dell'attraversamento della SP195 testimoniano l'elevato abbassamento "storico" del profilo di fondo che ha caratterizzato il tratto.

Per quanto riguarda le variazioni laterali, l'alveo appare storicamente piuttosto stabile, almeno nel settore più a monte, non presentando sostanziali variazioni planimetriche rispetto alla situazione di fine '800.

Tratto BO07300: dal ponte di Strevi alla confluenza del rio Budello

Il tratto presenta un alveo da meandriforme a sinuoso, con rara formazione di barre laterali. L'analisi storica evidenzia la stabilità di questo settore per l'assenza di variazioni a partire da fine '800.

La sezione risulta incassata e piuttosto regolare essendo delimitata da scarpate ripide e vegetate che formano una fascia riparia stretta, ma caratterizzata da continuità longitudinale. Il corso d'acqua incide aree agricole che, spingendosi quasi a ridosso del corso d'acqua, possono essere localmente oggetto di erosione (Fig. 2).

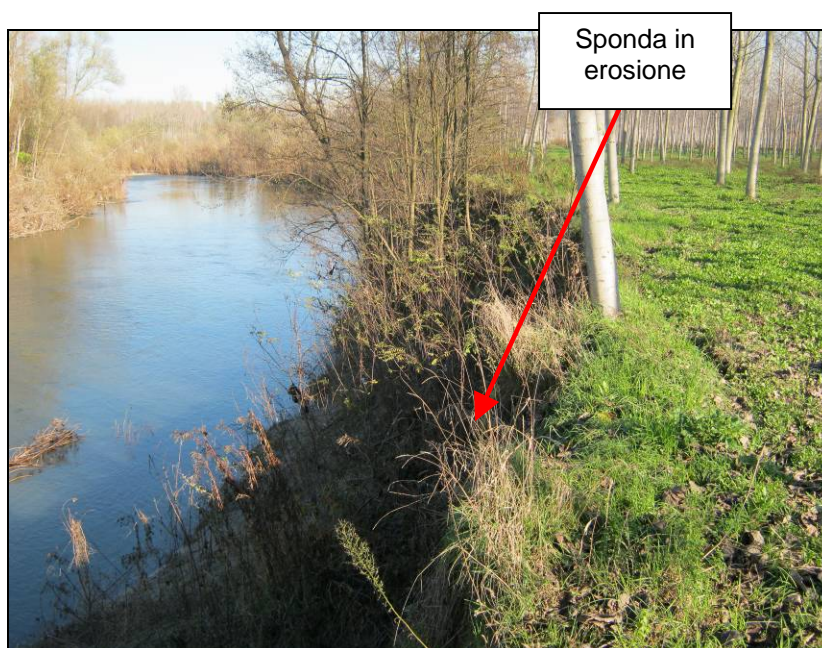


Fig. 2 Erosione localizzata sulla sponda destra nel tratto a valle del ponte della S.P. 195, presso cascina S. Michele

Tratto BO07200: dalla confluenza rio Budello alla cascina Gallareto

L'alveo è a meandri a tratti fissati da prismate, sostanzialmente stabili a partire dal dopoguerra. Rispetto alla situazione di fine '800, si osserva una modesta migrazione dei lobi verso valle.

La sezione è incassata con alveo di magra posto ad una quota sensibilmente inferiore a quella riferibile a fine '800. Ciò testimonia una significativa tendenza all'approfondimento del profilo di fondo che si è sviluppata in passato, mentre attualmente il processo pare in fase di esaurimento e si osserva, a differenza di quanto avviene più a monte, una maggiore tendenza all'erosione di sponda, che potrebbe, in futuro, portare ad una parziale ripresa della mobilità dell'alveo. Tale tendenza risulta particolarmente evidente a valle della confluenza in destra del rio Budello, dove l'erosione determina l'incisione verticale delle sponde su un tratto di alcune centinaia di metri sia in destra che in sinistra (Fig. 3).

La ripresa della mobilità potrebbe provocare, a monte, un salto di meandro e quindi forti sollecitazioni alla sponda in corrispondenza del rilevato ferroviario e, a valle, una ripresa dell'assetto sinuoso pericoloso per la traversa di Cassine e il sistema difensivo di Castelnuovo.



Fig. 3 Erosione in sponda destra alcune centinaia di m a valle della confluenza del rio Budello

Tratto BO07100: dalla cascina Gallareto al ponte di Cassine

L'alveo descrive due meandri che occupano pressoché l'intero fondovalle. A fine '800, il Bormida aveva, invece, un andamento sinuoso. L'attuale configurazione a meandri deriva pertanto da un'evoluzione relativamente recente, concentrata nella prima metà del '900, forse in risposta alla realizzazione della traversa di Cassine, mentre nel dopoguerra non ci sono state sostanziali variazioni di tracciato.

Attualmente è apprezzabile una tendenza all'erosione spondale, favorita per altro dal taglio della vegetazione ripariale, che si sviluppa soprattutto nel meandro di monte e che potrebbe portare, nel medio termine, al taglio del lobo di meandro; più in generale si osserva una significativa tendenza alla rettificazione dell'alveo con ritorno alla conformazione ottocentesca. Gli areali in corrispondenza dei meandri sono interessati da intense attività estrattive. L'attuale linea di sponda, per quanto instabile e non più in equilibrio con l'assetto attuale, va mantenuta, soprattutto nel tratto di valle, per preservare l'integrità dei centri abitati e del sistema arginale e per prevenire l'aggiramento in destra della traversa di Cassine.



Fig. 4 **Ripresa da valle dell'alveo del Bormida subito a monte di Castelnuovo Bormida – Si osserva come, soprattutto in sponda destra (sinistra per chi osserva questa foto) l'impianto dei pioppeti abbia comportato la completa rimozione della fascia riparia e come questa operazione favorisca, per contro, l'erosione spondale**

Per contro la presenza della traversa ha di fatto comportato la stabilizzazione del profilo di fondo, che quindi in questo settore non è stato coinvolto nei processi erosivi che hanno interessato gli altri settori di Bormida e Orba.

Tratto BO06200: dal ponte di Cassine alla confluenza del rio Scapiano

L'alveo è debolmente sinuoso nella prima parte del tratto e successivamente forma un meandro. La sezione è incassata, con una mobilità bassa, almeno nell'ultimo cinquantennio.

Attualmente è stata osservata una parziale ripresa dei processi di erosione di sponda che però non sembrano essere in grado di portare a breve termine a modificazioni significative del tracciato (Fig. 5); i processi evolutivi, tuttavia, potrebbero accelerare notevolmente per la presenza di numerosi siti estrattivi, sia attivi che abbandonati, nei pressi o all'interno delle aree golenali.



Fig. 5 Lunata di erosione in sponda sinistra poco a monte di c.na Burio

Il profilo di fondo sembra essersi stabilizzato dopo un lungo periodo di approfondimento. Attualmente la piana alluvionale ottocentesca si trova a circa 4-6 m di altezza rispetto alle piane inondabili attuali; il confronto tra sezioni porta viceversa a stimare un abbassamento di circa 2-3 m dall'inizio degli anni '70.

Tratto BO06100: dalla confluenza del rio Scapiano al ponte di Sezzadio

L'alveo presenta una sinuosità molto accentuata, a tratti meandriforme, con sezione incassata e a modesta mobilità, almeno nell'ultimo cinquantennio; rispetto al tracciato di fine '800, si osserva un evidente taglio di meandro. Originariamente anche in questo settore si aveva una morfologia a meandri liberi.

Allo stato attuale l'alveo appare sostanzialmente fisso anche se localmente sono attivi processi di erosione spondale con tendenza localizzata all'ampliamento dell'alveo attivo (Fig. 6). Si evidenzia la presenza di una discarica in una ex area di cava a pochi metri dalla sponda esterna di un meandro.



Fig. 6 Apertura in sponda destra di un ramo secondario con collasso di una prismata e formazione di un isolotto.

Anche in questo settore il profilo di fondo sembra essersi stabilizzato dopo un periodo di approfondimento. Attualmente l'alveo attivo si trova a circa 5 m di profondità rispetto al fondovalle alluvionale e circa 2 m sotto la posizione dell'inizio degli anni '70.

Tratto BO05100: dal ponte di Sezzadio alla cascina S. Leonardo

L'alveo presenta una sinuosità molto accentuata, con una sezione incassata rispetto alle aree golenali. L'evoluzione planimetrica storica evidenzia un taglio di meandro ad inizio tratto, in corrispondenza del ponte di Sezzadio. A fine '800 l'alveo divagava a meandri liberi, con ampie anse irregolari, nella piana alluvionale.

Da un punto di vista planimetrico il tratto è stabile, almeno dal primo dopoguerra, e non mostra segni di ripresa dei processi di divagazione: le porzioni di sponda interessate da processi erosivi sono decisamente localizzate. Si segnala, tuttavia, l'innescò di modesti processi di scivolamento superficiale in sponda sinistra, subito a valle della stazione di Sezzadio, su uno dei pochi tratti in cui l'alveo transita ai piedi dei rilievi collinari.

Nel settore intermedio e terminale del tratto si è avuto un progressivo approfondimento della sezione; attualmente l'alveo attivo si trova a circa 6-7 m al di sotto del livello principale della pianura e dal confronto delle sezioni si è stimato, a partire dagli anni '70, un approfondimento dell'ordine di circa 2 m. Attualmente l'alveo sembra stabile anche da un punto di vista altimetrico, anche se il fatto che il tratto posto immediatamente più a valle presenti pendenze superiori alla media potrebbe favorire l'innescò di processi di erosione di fondo anche in questo settore.

Tratto BO04200: dalla cascina S. Leonardo alla confluenza del rio Ghisone

L'alveo è sinuoso ad anse aperte, con sezione incassata rispetto al piano golenale; tale morfologia è il risultato del taglio di un meandro nell'800, il cui tracciato è tuttora ben visibile sulla piana alluvionale. In relazione a tale evoluzione, in questo settore l'alveo conserva una pendenza relativamente elevata, tuttavia non vi sono chiare evidenze di processi di erosione di fondo, sicuramente attivi in passato. Rispetto alla situazione dell'inizio degli anni '70, il profilo di fondo si è abbassato di circa 3,5 m, mentre il livello principale della piana alluvionale si trova poco meno di 10 m sopra l'alveo attivo.

Il tracciato nell'ultimo cinquantennio è stato stabile, tuttavia recentemente si osserva una ripresa dei processi erosivi in sinistra, lungo la sponda esterna dell'ansa, in località C.na Litigata. Qui la difesa in prismi di calcestruzzo ha parzialmente ceduto e si manifesta una forte tendenza all'arretramento della linea di sponda che tuttavia, per ora, minaccia solo terreni agricoli (Fig. 7).



Fig. 7 Vista da monte della sponda in erosione presso C.na Litigata

Tratto BO04100: dalla confluenza del rio Ghisone al ponte di Castellazzo Bormida

Un questo settore l'alveo, incassato, descrive due meandri sostanzialmente bloccati da almeno un cinquantennio. L'analisi della cartografia IGM prima levata evidenzia invece una situazione caratterizzata dalla presenza di meandri mobili con tracciato sostanzialmente diverso da quello attuale.

Nel sottotratto di monte è stata osservata una modesta tendenza alla ripresa dei processi di erosione spondale che potenzialmente potrebbe portare, nel medio termine, al taglio del meandro stesso in sponda sinistra. Più a valle, nel corso degli ultimi eventi alluvionali, sono comparse tracce di canali di erosione anche sul lobo del secondo meandro.

In sostanza il tracciato, stabile da almeno un cinquantennio, mostra una modesta tendenza alla ripresa dei processi evolutivi che potrebbero portare, in prospettiva, ad un duplice taglio di meandro dalle conseguenze, soprattutto in relazione al meandro di valle, difficilmente prevedibili.

Anche in questo caso non vi sono evidenze di un approfondimento recente del profilo di fondo, ma nemmeno di un'inversione di tendenza. Rispetto all'inizio degli anni '70, è stato calcolato un abbassamento di circa 2 m nel tratto a meandri e di quasi 4 m nel settore subrettilineo di valle, prossimo al ponte di Castellazzo.

Tratto BO03100: dal ponte di Castellazzo alla confluenza Orba

L'alveo in passato aveva un andamento ad ampi meandri liberi, mentre attualmente la sezione è decisamente incassata e nel tratto iniziale il tracciato risulta rettificato artificialmente.



Fig. 8 Ripresa da monte del tratto subrettilineo posto a valle del ponte di Castellazzo Bormida. Si osservino, sulla destra, le sponde fortemente acclivi che danno a tale settore di corso d'acqua un aspetto quasi a "canyon"

Il tracciato planimetrico appare stabile, mentre sono ancora visibili processi di erosione di fondo. Nel sottotratto di valle l'alveo presenta una conformazione a meandri bloccati; vi sono tuttavia segni di una sia pur modesta ripresa dei processi evolutivi con formazione di barre di meandro ed erosione anche intensa delle sponde esterne.

Tali processi in futuro, in assenza di interventi, saranno verosimilmente accelerati dalla "cattura" di alcuni ex bacini di cava ricavati su terreni prossimi all'alveo. Il fenomeno, se non sarà guidato, potrà mettere a rischio gli attraversamenti della strada statale e della ferrovia.

Il profilo di fondo appare stabile o in parziale ulteriore erosione a monte del ponte autostradale, dove risente ancora degli effetti degli interventi di rettificazione. A valle del ponte, sia per la presenza di un tracciato a meandri (e quindi a minore pendenza) sia in relazione alla confluenza dell'Orba, il profilo di fondo appare stabile o, localmente, in leggero sovralluvionamento. Rispetto alle condizioni relative all'inizio degli anni '70, si ha

un abbassamento del fondo alveo di circa 3 m nel tratto di monte e di circa 1,5 m nel settore di valle.

Tratto BO02100: dalla confluenza Orba al ponte della SS10

L'alveo presenta un andamento debolmente sinuoso, frutto di interventi di sistemazione idraulica realizzati nella prima metà del '900. Anche in questo caso, in origine l'asta torrentizia disegnava ampi meandri, uno dei quali è visibile sulle tavolette IGM di prima emissione ed era ancora attivo, come canale secondario, negli anni '50 (cfr. volo GAI).

Nel tratto compreso tra la confluenza dell'Orba e il ponte ferroviario, il Bormida presenta numerosi banchi ghiaiosi emersi ed assume una conformazione che, per brevi tratti, potrebbe essere definita a barre alterante. In questo settore si evidenzia anche una certa tendenza all'erosione di sponda, per ora per lo più efficacemente contenuta dal sistema di primate. Oltre il ponte ferroviario si ha un'ulteriore barra in destra in evidente fase di accrescimento a spese della ridotta piana inondabile; poco più a valle, l'alveo assume un andamento sub rettilineo, con barre pressoché assenti fino a fine tratto.



Fig. 9 Sponda destra subito a valle del ponte ferroviario – Si osservi l'avanzamento della barra sulla piana alluvionale (cfr. ricoprimento del ceppo dell'albero da parte di sedimenti ghiaiosi)

Si ritiene che tale conformazione ed in particolare il parziale cambio di morfologia sia legato agli apporti dell'Orba in termini di trasporto solido. Si è infatti visto che l'Orba, dopo una fase di approfondimento storica del profilo di fondo, attualmente mostra una sia pur iniziale tendenza al sovralluvionamento. Tale condizione è pertanto coerente con lo sviluppo anche sul Bormida, per un certo tratto a valle della confluenza, di barre diffuse laddove queste forme, proprio sul Bormida, sono abbastanza rare e legate ad accidenti localizzati. Si può addirittura ipotizzare l'esistenza di un fronte di avanzamento di tali barre da collocarsi poco a valle del ponte ferroviario.

L'abbassamento del profilo di fondo in passato è stato piuttosto intenso, soprattutto nel primo dopoguerra, come attesta la presenza delle due soglie a protezione rispettivamente

del ponte ferroviario e del ponte stradale. Dall'inizio degli anni '70 l'approfondimento è stato mediamente inferiore a 2 m, tuttavia il ramo secondario in sponda sinistra, subito a monte del ponte ferroviario, ancora attivo negli anni '50, si trova ora circa 6 m al di sopra dell'alveo attivo attuale.

Tratto BO01100: dal ponte della SS10 alla confluenza Tanaro

In questo settore l'alveo mostra un tracciato rettilineo, con sezione piuttosto incassata, frutto di interventi di sistemazione idraulica antichi, visto che l'attuale tracciato non è variato da fine '800. L'analisi da foto aerea mostra che, viceversa, originariamente si aveva un alveo ad ampi meandri lungo una fascia di libera divagazione di oltre 3 km di ampiezza, che comprendeva parte dei sobborghi orientali di Alessandria.

Dal punto di vista morfologico sarebbe stato preferibile conservare questa fascia di divagazione, ma ovviamente questo non pare più possibile. A livello di evoluzione recente, solo il tratto di confluenza mostra una modesta ripresa dei processi evolutivi che si concretizzano in una lenta tendenza all'arretramento del punto di immissione. La presenza di depositi grossolani, sia a valle della soglia a protezione del ponte della statale, sia in corrispondenza della confluenza, attesta che non vi sono interferenze sostanziali sui processi di trasporto.

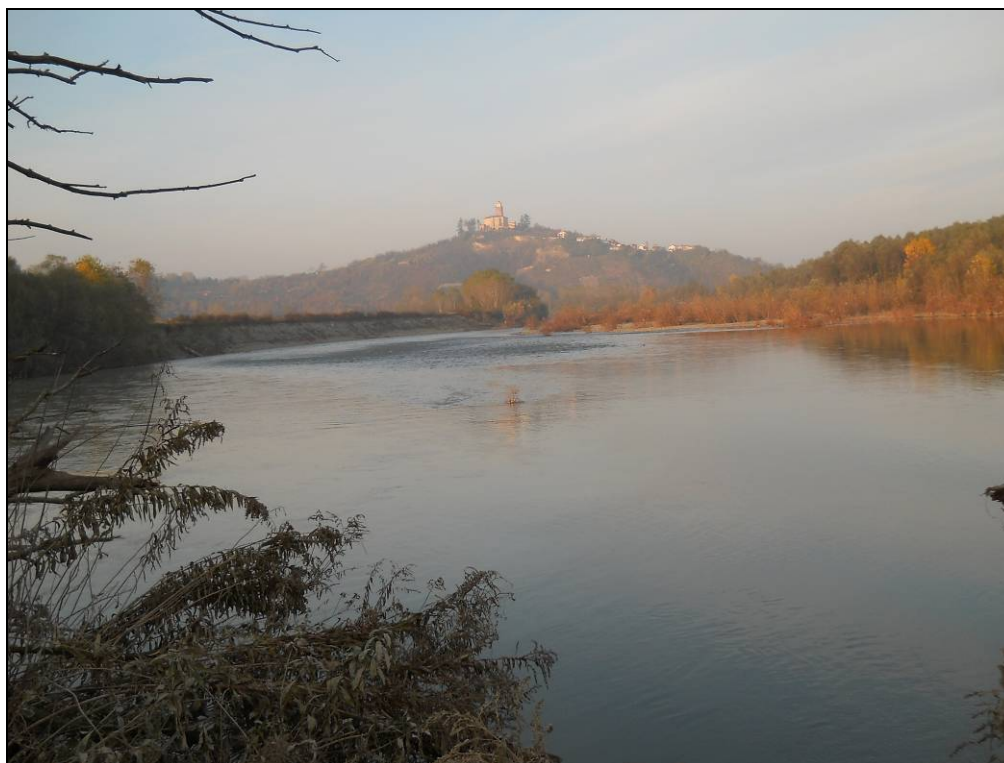


Fig. 10 **Confluenza del Bormida nel Tanaro – In destra si osserva la presenza di una barra di confluenza costituita da depositi ghiaioso-ciottolosi**

Il profilo di fondo ha registrato, a partire dagli anni '70, un leggero ulteriore abbassamento, dell'ordine di 2-3 m. Il livello di base della pianura si trova mediamente a 8-9 metri al di sopra dell'alveo attivo attuale. Le fondazioni del viadotto autostradale mostrano tuttora modesti segni di scalzamento.

12 Torrente Orba: caratterizzazione per tratti

Tratto OR05300: da Castel Cerreto a Molare (soglia in località Battagliosi)

In questo tratto lo stretto fondovalle alluvionale corre tra le alte scarpate dei terrazzi antichi scavate all'interno della formazione dei conglomerati di Molare. Nel tratto iniziale la sezione valliva assume una conformazione da vero e proprio canyon, con alveo attivo direttamente a contatto, su entrambe le sponde, con il piede delle scarpate (Fig. 11). Verso valle, progressivamente, la sezione tende ad aprirsi in sponda destra, mentre in sinistra, salvo, che in corrispondenza dell'immissione di affluenti minori, il letto torrentizio mantiene il contatto con la base dei terrazzi antichi. L'alveo, debolmente sinuoso a barre alterante, tende a ramificarsi nel settore in vista di Molare.



Fig. 11 Vista della valle dell'Orba nei pressi di Castel Cerreto (ripresa dell'ottobre 2010)

In questo tratto le opere idrauliche sono limitate a due soglie o briglie, di incerta finalità. Scarsa risulta l'artificializzazione dell'alveo e buono lo sviluppo della vegetazione riparia. I processi di approfondimento del profilo di fondo appaiono meno intensi di quelli che caratterizzano i settori di Orba posti immediatamente più a valle.

Tratto OR05200: da Molare (soglia loc. Battagliosi) a Ovada (ponte SP 204)

Anche in questo settore la valle alluvionale è delimitata in destra da terrazzi antichi (impostati inizialmente sui conglomerati di Molare, poi su complessi marnosi) e in sinistra da rilievi collinari.

Il tracciato vallivo descrive alcuni meandri, ma si tratta di forme fossili non più in equilibrio con l'assetto morfologico attuale. L'alveo pertanto è di tipo sinuoso; la presenza di barre è limitata al settore prossimo a Molare, mentre pressoché per tutto il tratto in esame si hanno affioramenti diffusi del substrato marnoso nel letto torrentizio (Fig. 12).



Fig. 12 Diffusi affioramenti del substrato marnoso nel settore di alveo posto subito a valle di Molare

I processi di approfondimento del profilo di fondo in questo settore sono in fase di rallentamento, non tanto e non solo per la diffusa presenza di opere trasversali, quanto per la notevole resistenza opposta dal substrato marnoso ai processi erosivi. Nel contempo, l'alveo manifesta una certa tendenza all'ampliamento della piana alluvionale, con formazione di rami secondari, che tendono ad aggirare alcune delle opere trasversali, e soprattutto attraverso lo sviluppo di processi di scalzamento del piede dei versanti collinari e delle scarpate di terrazzo. In alcuni settori il controllo di tali fenomeni attraverso la posa di difese spondali si è reso necessario per proteggere strade e aree urbanizzate poste sui versanti collinari o sui ripiani terrazzati. Altrove dovranno verosimilmente essere presi provvedimenti analoghi, onde prevenire il coinvolgimento di infrastrutture ed aree urbanizzate.

Localmente nelle aree golenali sono stati edificati fabbricati ad uso agricolo o industriali per la cui difesa sono stati realizzati in passato brevi rilevati arginali, per lo più aperti verso valle, che svolgono in parte la funzione di repellenti e che tendono pertanto a stabilizzare il tracciato dell'alveo. Quest'ultimo, infatti, è rimasto sostanzialmente stabile nell'arco dell'ultimo secolo.

Tratto OR05100: attraversamenti di Ovada (dal ponte della SP 204 alla confluenza della Stura)

L'alveo in questo settore è fissato lateralmente da alcune difese spondali e, in sinistra, dai versanti collinari, mentre non può approfondirsi se non in misura molto limitata, ma comunque apprezzabile per la presenza di un substrato marnoso che affiora con continuità per tutto il tratto considerato.

Anche in questo settore la valle alluvionale descrive un paio di meandri ma, come più a monte, si tratta di forme fossili, non in equilibrio con l'assetto morfologico attuale. Per altro

il raggio di curvatura di questi meandri, decisamente ampio, farebbe pensare a corsi d'acqua dotati di deflussi decisamente superiori a quelli dell'attuale Orba.

Una serie di difese spondali proteggono al piede la scarpata del terrazzo su cui è edificato il nucleo storico di Ovada, mentre un argine, aperto verso valle, in destra, difende un'ampia area industriale realizzata nella vecchia piana golenale.

Tratto OR04100: dalla confluenza della Stura di Ovada alla confluenza del Piota

Il settore di Orba in questione è costituito da un tratto con asta torrentizia a morfologia sinuosa contenuto all'interno di un fondovalle alluvionale delimitato da terrazzi antichi. Il tracciato dell'alveo è stato sostanzialmente stabile nell'ultimo secolo. A tratti le sponde sono fissate da difese soprattutto a protezione di autostrada e ferrovia.

Nel settore centrale del tratto è presente una traversa recentemente ristrutturata con annessa derivazione in sinistra. Tale opera non sembra costituire un ostacolo se non parziale al trasporto solido sia di fondo che in sospensione, come dimostra la presenza di accumuli di sedimenti grossolani subito a valle dello sbarramento. Da segnalare, viceversa, immediatamente a valle della spalla sinistra di detta opera, la parziale apertura di un canale naturale di neoformazione che potrebbe minacciare l'integrità del canale artificiale di derivazione.

A valle della traversa si evidenzia una discreta tendenza all'approfondimento del profilo di fondo con affioramento diffuso di banchi marnosi riconducibili ad unità litostratigrafiche del complesso terziario piemontese. La presenza di un substrato coesivo, se non francamente lapideo, rallenta notevolmente i processi erosivi; tuttavia nel corso dei sopralluoghi è stato possibile apprezzare, anche a carico delle marne, un abbassamento del letto, relativo agli ultimi decenni, dell'ordine di alcune decine di centimetri. Il procedere di tali fenomeni ha determinato, nel settore dell'attraversamento autostradale, il passaggio di alcune aree da piana inondabile a superfici terrazzate raggiungibili dalle acque solo in caso di eventi straordinari, con conseguente perdita di funzionalità morfologica.

A monte della traversa, viceversa, l'alveo appare stabile come conseguenza della presenza di una soglia artificiale, né si osserva un'apprezzabile tendenza all'espansione laterale fin nei pressi della confluenza della Stura di Ovada.

Tratto OR03200: da Silvano d'Orba alla confluenza nel rio Secco

La presenza della traversa di Pratalborato determina, in questo settore, un parziale mutamento di morfologia. A monte della traversa è presente attualmente un alveo sinuoso tendente alla pluricursalità, mentre a fine '800 l'alveo descriveva due evidenti meandri. Dalla traversa alla confluenza del rio Secco, l'asta torrentizia è di tipo monocursale rettilineo, con sezione incisa rispetto al piano golenale; tale morfologia potrebbe essere frutto di interventi di rettificazione, di cui tuttavia non vi sono prove certe; verso fine ottocento, tuttavia, l'alveo seguiva un tracciato leggermente più sinuoso, ma non sostanzialmente diverso.

Subito a valle della traversa si ha un breve tratto di interconnessione caratterizzato da un forte accumulo di materiale grossolano, con formazione di rami secondari e isole vegetate. E' quindi evidente che nelle condizioni attuali la traversa di Pratalborato, che per altro versa in un cattivo stato di manutenzione, non è più in grado di trattenere non solo il materiale in sospensione, ma anche il trasporto solido di fondo. La presenza della traversa, realizzata indicativamente nella prima metà del novecento a servizio di una derivazione di antica data, determina la formazione di una soglia artificiale che ha parzialmente fissato il profilo di fondo a monte della stessa.

Poco a valle del ponte di Silvano d'Orba, in sinistra idrografica, su una scarpata in erosione sono stati osservati dei depositi grossolani posti a circa 2,5 m di altezza rispetto alle barre attuali; tale dislivello corrisponde probabilmente alla massima erosione del profilo di fondo registrata nel settore subito a monte della traversa di Pratalborato. A valle della stessa non è stato possibile trovare riferimenti certi, tuttavia il grado di abbassamento del profilo di fondo potrebbe essere maggiore, visto che il dislivello tra piana alluvionale e alveo attivo è di circa 5 m. In tale settore il tracciato d'alveo appare stabile.

A partire dalla traversa verso monte si registra una certa tendenza alla divagazione con espansione dell'alveo attivo soprattutto verso la sponda sinistra, come per altro dimostra la presenza di una lunga scarpata di erosione posta poco a valle del ponte di Silvano d'Orba (la stessa su cui sono state compiute le osservazioni stratigrafiche).

Allo stato attuale non si registrano processi significativi di scalzamento sulle spalle e sulle pile del ponte di Silvano d'Orba né d'altra parte vi sono evidenze che lo storico processo di abbassamento del profilo di fondo sia tuttora in atto, anzi alcuni indizi, ovvero la presenza di sedimenti grossolani recenti sulla piana inondabile presso il ponte di Silvano d'Orba (Fig. 13) e il parziale sovralluvionamento della traversa, portano a prospettare una possibile inversione di tendenza, soprattutto nel tratto a monte di Pratalborato. Più a valle, pur non essendovi accumuli evidenti di materiale grossolano, si osserva comunque una significativa deposizione di sedimenti fini sulle sottili piane inondabili alberate che costeggiano l'alveo attivo.



Fig. 13 Apertura di canali secondari con deposito di sedimenti grossolani presso la spalla sinistra del ponte di Silvano d'Orba

Tratto OR03100: dalla confluenza rio Secco alla traversa della roggia del Bosco

In questo settore l'Orba presenta un alveotipo sinuoso, tendente a diventare meandriforme verso valle, incassato rispetto al piano golenale di circa 3-4 m a monte di Predosa, con sezione di deflusso di circa 100 m larghezza. A valle di Predosa la presenza

della traversa della Roggia del Bosco determina una stabilizzazione del profilo di fondo, con sezione più aperta e decisamente meno incassata.

La variazione planimetrica storica, per altro modesta, evidenzia, rispetto alla situazione di fine '800, l'accentuazione del raggio di curvatura delle due anse, con migrazione dell'alveo verso il settore occidentale. Il tracciato risulta invece sostanzialmente stabile nell'ultimo cinquantennio (cfr. volo GAI).

I due ponti che insistono su tale tratto non presentano segni di scalzamento o di erosione delle spalle, ma quello di Predosa è costruito sui resti delle fondazioni in mattoni di un ponte che presentava una luce decisamente meno ampia.

La strada di accesso del ponte di Capriata d'Orba è viceversa soggetta a frequenti esondazioni (gli effetti dell'ultima erano ancora ben visibili al momento dei sopralluoghi); tali processi potrebbero svilupparsi nel medio lungo termine verso un aggiramento del ponte stesso, anche se per ora il fenomeno si concretizza esclusivamente nell'allagamento di un'area depressa, probabile ex sito di cava, posta poco a valle del ponte stesso.

Per il resto sia il tracciato che il profilo di fondo appaiono stabili né vi sono evidenze di una ripresa della divagazione dell'alveo, per altro contenuto nei settori più a rischio da difese spondali. Un settore potenzialmente instabile, da tenere sotto controllo, è rappresentato dalla spalla sinistra della traversa della Roggia Bosco, che proprio a causa della presenza di una sezione poco incisa potrebbe essere a potenziale rischio di aggiramento, per quanto per ora non vi siano evidenze di un simile processo in atto.

Tratto OR02300: dalla traversa Roggia di Bosco alla traversa Roggia S. Michele

In questo settore si ha un alveotipo rettilineo, condizionato dalla presenza di 2 traverse a inizio e fine tratto e di un attraversamento autostradale. Tali traverse sono state realizzati anteriormente alla fine '800 e di fatto la loro presenza ha imposto di fissare l'alveo sul tracciato attuale. Si distinguono pertanto nettamente due tratti, uno posto a monte dell'autostrada, caratterizzato dalla presenza di barre ciottolose e da qualche isolotto (Fig. 14), il che attesta che la traversa della Roggia del Bosco non costituisce un blocco sostanziale del trasporto solido, e un secondo tratto, a valle dell'autostrada, ricadente nel settore di rigurgito della traversa della roggia San Michele, con sezione relativamente profonda e priva di barre.



Fig. 14 Isole vegetate e depositi grossolani subito a valle della traversa della Roggia del Bosco (vista dalla sponda sinistra)

In questo contesto di secolare stabilità sia del tracciato sia, verosimilmente, del profilo di fondo, si segnala tuttavia la formazione di un ramo secondario ad aggirare in sinistra la traversa della Roggia di San Michele (Fig. 15). Tale canale per ora si attiva solo in caso di piena ordinaria ma la sua presenza, in assenza di interventi, potrebbe portare in tempi relativamente brevi ad una diversione del canale principale, per altro favorita dalla presenza di un vicino lago di cava. In tal caso si avrebbe il rapido innesco di processi di erosione regressivi con abbassamento del profilo di fondo, una potenziale instabilizzazione della traversa della Roggia del Bosco e, più in generale, una riattivazione incontrollata dei processi di evoluzione fluviale.



Fig. 15 Canale di neoformazione in corrispondenza della spalla sinistra della Roggia S. Michele. La presenza di sedimenti grossolani non vegetati attesta la sua attivazione già in occasione di piene ordinarie

Tratto OR02200: dalla traversa Roggia S. Michele a Portanuova

Nel tratto in oggetto si ha un alveo sinuoso con barre alternate ben sviluppate e parzialmente vegetate. A valle di Retorto si osserva la formazione di rami secondari con tendenza all'espansione verso la sponda sinistra.

L'evoluzione planimetrica storica 1880-1954 evidenzia, nella parte terminale del tratto, una progressiva diminuzione della divagazione laterale del corso d'acqua (anche per la diffusa presenza di opere di difesa di sponda), con il passaggio dell'alveo da meandriforme a sinuoso, conformazione che mantiene tuttora.

In generale si ha una evidente tendenza all'erosione della sponde esterne delle anse, contrastata dalla presenza di primate, e un'altrettanto evidente formazione di depositi di barra grossolani e di canali secondari sulle sponde interne. La tendenza al sovralluvionamento è particolarmente chiara a valle della traversa della Roggia San Michele, dove si hanno piane inondabili e primate coperte da depositi grossolani recenti. Per contro nello stesso tratto la sponda in destra idrografica, subito a valle della traversa, appare in forte erosione con parziale collasso della prismata su di essa appoggiata.

Anche la riva sinistra in corrispondenza di Retorto appare in erosione, ma in questo caso la prismata, pur parzialmente scalzata, sembra tenere. In analoga situazione si trova la prismata posta circa mezzo chilometro più a valle, ma in sponda destra. In quest'ultimo settore si è avuto, in sinistra, l'apertura di un ramo secondario già in avanzato stadio di evoluzione, che ha separato dalla piana inondabile un isolotto coperto da vegetazione arborea di alto fusto. Da tale canale si diparte un ulteriore ramo secondario ancora in formazione con coinvolgimento di un'area estrattiva abbandonata.

Pur in assenza di dati certi, l'impressione generale è che in questo settore la fase storica di approfondimento del profilo di fondo sia terminata e che, verosimilmente, vi sia un parziale recupero di quota, attestato dal sovralluvionamento di alcuni settori delle piane

inondabili e dall'apertura di rami secondari. Sicuramente si tratta di un settore in cui l'Orba sviluppa una notevole forza evolutiva che sta mettendo a dura prova l'assetto idraulico fissato dalle opere realizzate nel primo dopoguerra.

Tratto OR02100: da Portanuova a ponte di Casal Cermelli

In questo settore l'alveo permane sinuoso ad anse regolari, con barre alternate ben sviluppate e parzialmente vegetate. Il tracciato dell'alveo risulta stabile rispetto alla situazione del primo dopoguerra (volo GAI), mentre si osserva una modesta riduzione della sinuosità rispetto alle condizioni di fine '800. Attualmente si osserva una parziale ripresa della tendenza alla divagazione che, tuttavia, è per lo più efficacemente contrastata dalla serie di prismate che, anche in questo settore, fissano le sponde esterne delle anse. Vi sono tuttavia due punti in cui il sistema difensivo mostra segni di cedimento. In sponda destra, circa un chilometro a valle di Porta Nuova, una lunata di erosione ha aggirato la prismata e minaccia il retrostante rilevato arginale. In sponda sinistra, circa 1,5 km a monte del ponte di Casalcermelli, un'inversione delle anse ha provocato la rapida ripresa dei processi di erosione spondale, con possibile coinvolgimento di retrostanti aree estrattive abbandonate; in quest'ultimo caso il processo non minaccia direttamente beni o infrastrutture e pertanto potrebbe essere, se non assecondato, quanto meno non contrastato.

Per quanto riguarda l'evoluzione del profilo di fondo, in una sezione messa a nudo in sponda sinistra dai processi erosivi sopra descritti si osservano depositi di barra posti a circa 2 m di altezza rispetto a quelli attuali (Fig. 16). Tale altezza dovrebbe corrispondere all'abbassamento storico verificatosi in questo tratto. Per contro, la soglia in massi posta a protezione del ponte di Casal Cermelli appare quasi del tutto sommersa dai sedimenti, il che porta a supporre che vi sia stata recentemente un'inversione di tendenza con ripresa dei processi di sovralluvionamento (Fig. 17).



Fig. 16 Sponda sinistra dell'Orba con affioramenti di depositi di barra posti circa un paio di metri al di sopra di quelli attuali



Fig. 17 **Soglia a protezione del ponte di Casalcermelli: si osservi come l'opera sia in fase di sovralluvionamento ed inoltre, sullo sfondo, la piana inondabile invasa da depositi grossolani**

Tratto OR01100: dal ponte di Casal Cermelli alla confluenza in Bormida

In questo tratto l'alveo si presenta sinuoso a barre alternate, con tendenza all'erosione spondale e all'ampliamento della sezione.

La confluenza con il fiume Bormida, da fine '800 a oggi, è stata rettificata, inoltre è del tutto sparita la traccia di un ramo abbandonato che si immetteva nel Bormida circa 900 m più a monte del punto di immissione attuale. Sono presenti segni di una certa tendenza al sovralluvionamento (Fig. 18 e Fig. 19) che segue un lungo periodo caratterizzato da abbassamento del profilo di fondo. Quest'ultimo processo tende ad accentuarsi verso la confluenza con valori che, in assenza di misure certe, possono essere stimati attorno a 2-3 m intorno a Casal Cermelli e 5-6 m in corrispondenza dell'immissione nel Bormida.



Fig. 18 Barra ghiaiosa alla stessa quota della piana inondabile – Orba circa 2 km a valle del ponte di Casal Cermelli

Numerosi sono inoltre i tratti caratterizzati da erosioni spondali (cfr. Fig. 19) che, in questo tratto, hanno portato anche al parziale collasso di difese di sponda in prismi di calcestruzzo. Purtroppo la presenza, accertata in alcuni casi e sospetta in altri, di discariche abusive e siti contaminati in corrispondenza della confluenza nel Bormida non consente di assecondare, almeno per ora, tali processi di ampliamento della fascia di libera divagazione, che diversamente avrebbero permesso di migliorare sensibilmente sia l'assetto geomorfologico che quello idraulico.



Fig. 19 **Ampia lunata di erosione sulla sponda destra poco a valle del ponte di Casal Cermelli (sullo sfondo)**

1.3 **Torrente Stura di Ovada: caratterizzazione per tratti**

Tratto SO2100: Stura di Ovada dal Ponte FF.SS. al ponte Ovada-Belforte

Il tratto iniziale della Stura di Ovada è profondamente inciso tra versanti rocciosi e terrazzi antichi. L'alveo, a monte scavato in roccia e invaso da grossi massi precipitati dai versanti sovrastanti, risente nel settore terminale, corrispondente allo sbocco del tratto vallivo montano, della presenza di una traversa con annessa derivazione in sponda destra.

Date le condizioni geomorfologiche l'alveo è stabile sia in relazione ad eventuali divagazioni laterali sia per quanto riguarda il profilo di fondo. La stretta sezione valliva permette uno sviluppo estremamente limitato delle formazioni riparie, mentre per lo più l'alveo attivo si raccorda direttamente con i sovrastanti versanti montani.

Tratto SO01100: Stura di Ovada dal ponte Ovada-Belforte alla confluenza in Orba

Il settore terminale della Stura di Ovada da un punto di vista geomorfologico è caratterizzato da una netta apertura della sezione valliva. La piana alluvionale in questo settore è delimitata in parte da versanti collinari e, soprattutto, da terrazzi antichi prevalentemente impostati su formazioni terziarie. Questi ultimi descrivono in sponda sinistra un ampio meandro; si tratta tuttavia di una forma fossile non più in equilibrio con l'assetto morfologico attuale. Infatti in questo settore l'alveo, semiconfinato, assume una morfologia sinuosa, a tratti a barre alternate. Nel letto, in parte occupato da banchi ciottolosi, affiora diffusamente il substrato marnoso che ha determinato un netto rallentamento del processo di approfondimento del profilo di fondo, con molta probabilità piuttosto intenso in tempi relativamente recenti visto che, dal confronto con la posizione dei livelli grossolani affioranti in sponda destra rispetto alle barre ciottolose attuali, è stato possibile stimare un abbassamento dell'ordine di 3-4 m.