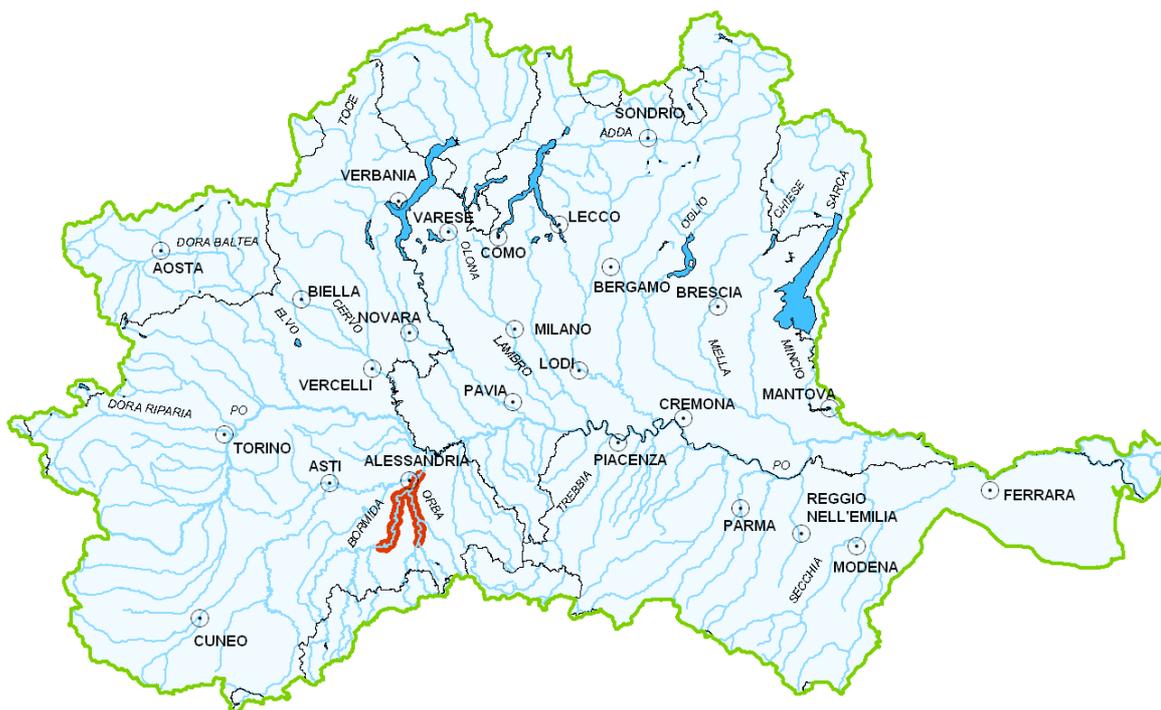




AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

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	10	Definizione dell'assetto di progetto dei corsi d'acqua
Prodotto	01	Metodologie di analisi, contenuti sviluppati, risultati conseguiti
Elaborato	01R	Relazione descrittiva dell'attività

0	Definitiva	Ing. Marco Andreoli	Ing. Ivo Fresia	Ing. Ivo Fresia	Ottobre 2011
Rev.	Versione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

Associazione Temporanea di Imprese



Indice

1	PREMESSA.....	4
2	CRITERI DI DEFINIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO	5
2.1	Revisione delle Fasce Fluviali	6
2.1.1	Fascia A.....	6
2.1.2	Fascia B.....	7
2.1.3	Fascia C.....	8
2.2	Interventi di sistemazione idraulica	9
2.2.1	Interventi per il contenimento dei livelli di piena	9
2.2.2	Interventi per il contenimento dei fenomeni di instabilità planimetrica	9
2.2.3	Criticità sui manufatti di attraversamento	11
2.2.4	Gli interventi a carattere locale	12
2.3	Interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti	12
2.3.1	Fascia di divagazione compatibile dell'alveo attivo	14
2.3.2	Profilo di fondo compatibile dei corsi d'acqua	15
2.3.2.1	Calcolo del fondo medio e definizione di configurazioni morfologiche dell'alveo attivo con innalzamento del profilo di fondo.....	17
2.3.2.2	Analisi idrauliche	22
2.3.2.3	Valutazione del massimo innalzamento di fondo medio compatibile	26
3	PROPOSTA DI REVISIONE DELLE FASCE FLUVIALI	29
3.1	Fiume Bormida	29
3.1.1	Segmento omogeneo 8 – da Acqui Terme al ponte di Strevi.....	29
3.1.1.1	TRATTO BO08200: da Acqui Terme alla traversa di Visone	29
3.1.1.2	TRATTO BO08100: dalla traversa di Visone al ponte di Strevi.....	30
3.1.2	Segmento omogeneo 7 – dal ponte di Strevi al ponte di Cassine	31
3.1.2.1	TRATTO BO07300: dal ponte di Strevi alla confluenza del rio Budello	31
3.1.2.2	TRATTO BO07200: dalla confluenza del rio Budello a c.na Gallareto.. ..	31
3.1.2.3	TRATTO BO07100: da c.na Gallareto al ponte di Cassine	31
3.1.3	Segmento omogeneo 6 – dal ponte di Cassine al ponte di Sezzadio.....	32
3.1.3.1	TRATTO BO06200: dal ponte di Cassine alla confluenza del rio Scapiano	32
3.1.3.2	TRATTO BO06100: dalla confluenza del rio Scapiano al ponte di Sezzadio.....	32
3.1.4	Segmento omogeneo 5 – dal ponte di Sezzadio a loc. C.na San Leonardo	33
3.1.5	Segmento omogeneo 4 – da loc. C.na San Leonardo al ponte di Castellazzo Bormida	33
3.1.5.1	TRATTO BO04200: da c.na San Leonardo alla confluenza del rio Ghisone	33

Indice

3.1.5.2	TRATTO BO04100: dalla confluenza del rio Ghisone al ponte di Castellazzo Bormida	34
3.1.6	Segmento omogeneo 3 – dal ponte di Castellazzo Bormida alla confluenza del torrente Orba	34
3.1.7	Segmento omogeneo 2 – dalla confluenza del torrente Orba al ponte della SS 10.....	35
3.1.8	Segmento omogeneo 1 – dal ponte della SS 10 alla confluenza del fiume Tanaro	35
3.2	Torrente Orba	36
3.2.1	Segmento omogeneo 3 – da Silvano d’Orba alla traversa della roggia di Bosco (confluenza Lemme).....	36
3.2.1.1	TRATTO OR03200: da Silvano d’Orba alla confluenza del rio Secco ..	36
3.2.1.2	TRATTO OR03100: dalla confluenza del rio Secco alla traversa roggia di Bosco	36
3.2.2	Segmento omogeneo 2 – dalla traversa della roggia di Bosco al ponte di Casal Cermelli.....	37
3.2.2.1	TRATTO OR02300: dalla traversa della roggia di Bosco alla traversa della roggia San Michele.....	37
3.2.2.2	TRATTO OR02200: dalla traversa della roggia S. Michele a Portanuova	37
3.2.2.3	TRATTO OR02100: da Portanuova al ponte di Casal Cermelli.....	38
3.2.3	Segmento omogeneo 1 – dal ponte di Casal Cermelli alla confluenza in Bormida	39
4	INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA, DI RECUPERO MORFOLOGIO E GESTIONE DEI SEDIMENTI: DESCRIZIONE SINTETICA PER TRATTI OMOGENEI	39
4.1	Fiume Bormida	41
4.1.1	Criticità geomorfologiche e obiettivi di intervento	41
4.1.1.1	Alveo tipo.....	41
4.1.1.2	Evoluzione storica	41
4.1.1.3	Bilancio del trasporto solido	42
4.1.1.4	Criticità	42
4.1.1.5	Finalità degli interventi.	43
4.1.2	Segmento omogeneo 8 – da Acqui Terme al ponte di Strevi.....	44
4.1.3	Segmento omogeneo 7 – da ponte di Strevi a ponte di Cassine	47
4.1.4	Segmento omogeneo 6 – da ponte di Cassine a ponte di Sezzadio	51
4.1.5	Segmento omogeneo 5 – da ponte di Sezzadio a loc. C.na San Leonardo	54
4.1.6	Segmento omogeneo 4 – da loc. C.na San Leonardo a ponte di Castellazzo Bormida	56
4.1.7	Segmento omogeneo 3 – da ponte di Castellazzo Bormida a confluenza torrente Orba	58
4.1.8	Segmento omogeneo 2 – da confluenza torrente Orba a ponte SS10	60
4.1.9	Segmento omogeneo 1 – da ponte SS10 a confluenza fiume Tanaro	62

Indice

4.2	Torrente Orba	63
4.2.1	Criticità geomorfologiche e obiettivi di intervento	63
4.2.1.1	Alveo tipo.....	63
4.2.1.2	Evoluzione storica	63
4.2.1.3	Bilancio del trasporto solido	64
4.2.1.4	Criticità	64
4.2.1.5	Finalità degli interventi	65
4.2.2	Segmento omogeneo 5 – da Castel Cerreto a confluenza Stura di Ovada	65
4.2.3	Segmento omogeneo 4 – da confluenza Stura a Silvano d’Orba	67
4.2.4	Segmento omogeneo 3 – da Silvano d’Orba alla traversa della roggia di Bosco (confluenza Lemme).....	68
4.2.5	Segmento omogeneo 2 – dalla traversa della roggia di Bosco (confluenza Lemme) al ponte di Casal Cermelli	71
4.2.6	Segmento omogeneo 1 – dal ponte di Casal Cermelli a confluenza Bormida ..	76
4.3	Torrente Stura di Ovada.....	77
4.3.1	Segmento omogeneo 2 – dal ponte della linea ferroviaria AL-GE al ponte Ovada-Belforte	77
4.3.2	Segmento omogeneo 1 – dal ponte Ovada-Belforte a confluenza Orba	78
5	L’APPORTO SOLIDO DEI BACINI DI TESTATA.....	79
5.1	Ipotesi di intervento sull’invaso di Ortiglieto	81

1 **PREMESSA**

Lo studio di fattibilità affronta la definizione dell'assetto idraulico di progetto, in rapporto al rischio di piena, del fiume Bormida, da Acqui a confluenza Tanaro, e del torrente Orba, da Silvano d'Orba a confluenza Bormida.

Le attività di analisi sono state rivolte a tre contenuti principali, interrelati tra loro ma distinguibili per finalità specifica e prevalente:

- la revisione delle fasce fluviali del PAI;
- gli interventi di sistemazione idraulica per la difesa dalle piene che, con le fasce fluviali definiscono compiutamente l'assetto di progetto;
- gli interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti (Programma generale di gestione dei sedimenti - PGS).

L'ambito di studio del torrente Orba è stato esteso, limitatamente ai contenuti del Programma di gestione dei sedimenti, a monte di Silvano d'O., fino a Molare; ciò in coerenza con il fatto che per l'Orba le fasce originali del PAI sono state estese a monte con la Delibera 8/2008 dell'Autorità di Bacino del fiume Po "*Adozione di Progetto di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Tratti di corsi d'acqua del reticolo principale e corsi d'acqua del reticolo minore non soggetti a delimitazione delle Fasce Fluviali in provincia di Alessandria*".

Il metodo di lavoro per la definizione dell'assetto di progetto ha visto i seguenti passi successivi:

- aggiornamento del quadro conoscitivo (idrologia di piena, geometria dell'alveo, geomorfologia attuale e tendenze evolutive, idraulica di piena, ecologia della regione fluviale, dinamiche di trasporto solido);
- individuazione delle criticità in relazione al rischio idraulico e all'assetto morfologico ed ecologico dell'alveo;
- definizione dell'assetto di progetto complessivo;
- individuazione e definizione delle necessità di intervento.

Le linee di intervento, che concorrono al conseguimento dell'assetto di progetto, sono raggruppate in due grandi categorie in funzione dell'obiettivo prioritario che intendono conseguire:

- Interventi prioritariamente connessi alla gestione della pericolosità e del rischio idraulico, in cui rientrano:
 - la revisione della delimitazione delle fasce fluviali A, B e C;
 - la definizione, tra le opere di sponda esistenti, di quelle funzionali alla difesa di insediamenti e infrastrutture (*opere di difesa strategiche*);
 - la definizione delle *nuove opere di difesa* di sponda a integrazione e completamento di quelle strategiche esistenti;
 - la definizione, tra i sistemi arginali esistenti, di quelli funzionali all'assetto di progetto (*argini strategici*);
 - la definizione degli interventi di adeguamento e rinforzo degli argini esistenti strategici (*manutenzione ordinaria e straordinaria del sistema arginale*);
 - la realizzazione dei nuovi sistemi arginali necessari (*fascia B di progetto*);
 - l'individuazione degli *insediamenti a rischio* all'interno della fascia B e degli interventi locali di mitigazione.
- Interventi prioritariamente orientati alla gestione dell'assetto morfologico dell'alveo attivo e delle criticità connesse ai fenomeni di dissesto morfologico, in cui rientrano:

- la delimitazione della fascia di divagazione planimetrica compatibile dell'alveo attivo;
- la definizione del *campo di variazione altimetrica compatibile* del profilo di fondo alveo;
- la definizione degli interventi di *manutenzione ordinaria e straordinaria dell'alveo* (dinamica morfologica, vegetazione ripariale, opere di difesa strategiche);
- la definizione degli interventi di *movimentazione/asportazione dei sedimenti* all'interno dell'alveo attivo, funzionali all'assetto morfologico di progetto;
- la definizione degli interventi di *modellamento morfologico dei piani golenali*, funzionali all'assetto morfologico di progetto.

2 CRITERI DI DEFINIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO

Il tema dell'assetto idraulico di progetto di un corso d'acqua, è stato lungamente dibattuto, in particolare nel percorso che ha portato alla redazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) da parte dell'Autorità di bacino.

L'approccio rigidamente mono-disciplinare, "idraulico", che ha comportato nel passato un'eccessiva semplificazione delle applicazioni strutturali per la difesa dalle piene e che ha contraddistinto diffusamente la politica di intervento dei decenni passati, è stato giudicato con spirito molto critico già a partire dalla Commissione De Marchi per la difesa del suolo (1970); l'approccio multi-disciplinare ai corsi d'acqua, in coerenza con la loro natura di ecosistemi complessi, è stato completamente accolto dal PAI che, con le fasce fluviali, ha disegnato una strategia di intervento in cui tra gli obiettivi principali hanno notevole importanza quelli che puntano al mantenimento o al recupero, ovunque possibile, della naturalità dei corsi d'acqua, a cui viene riassegnato il ruolo che gli compete nel contenimento del rischio di piena.

L'assetto di progetto che il PAI disegna, tramite le fasce fluviali, sui corsi d'acqua principali del bacino risponde infatti agli obiettivi di conseguire un livello di sicurezza adeguato, compatibile con l'assetto del territorio, a cui concorrono le azioni tese a "*proteggere centri abitati, infrastrutture, luoghi e ambienti di riconosciuta importanza rispetto a eventi di piena di gravosità elevata, in modo tale da ridurre il rischio idraulico a valori compatibili*", "...*salvaguardare e, ove possibile, ampliare le aree naturali di esondazione dei corsi d'acqua*", "*limitare gli interventi artificiali di contenimento delle piene a scapito dell'espansione naturale delle stesse*" e in particolare per la gestione dei sedimenti, "*favorire l'evoluzione morfologica naturale dell'alveo, riducendo al minimo le interferenze antropiche sulla dinamica evolutiva*" e il recupero di "*condizioni di naturalità, salvaguardando le aree sensibili e i sistemi di specifico interesse naturalistico e garantendo la continuità ecologica del sistema fluviale*".

Nell'ambito dello studio in oggetto, sono stati assunti come inalterati gli obiettivi di assetto declinati dal PAI; a seguito degli approfondimenti conoscitivi e di elaborazione che sono stati condotti, la revisione delle fasce fluviali e le proposte degli interventi di sistemazione idraulica si muovono nella logica di approfondire e dettagliare quanto proposto dal PAI stesso.

In merito al Programma di Gestione dei Sedimenti (PGS), gli interventi proposti sono coerenti con i criteri generali definiti dal PAI e perseguono gli obiettivi specifici individuati dalla Direttiva ("*Direttiva tecnica per la programmazione degli interventi di gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d'acqua*", Deliberazione n. 9/2006 del 5/04/2006 del C.I. dell'Autorità di bacino del fiume Po) ed in particolare:

- il recupero di configurazioni morfologiche dell'alveo caratterizzate da maggiori condizioni di stabilità e la ricerca di un maggior equilibrio nelle dinamiche del trasporto solido;

- il miglioramento della capacità di convogliamento delle portate di piena;
- il miglioramento della capacità di laminazione naturale delle portate di piena nelle aree golenali con particolare riguardo ai tratti caratterizzati da alvei a forte incisione;
- il miglioramento dell'assetto ecologico del corso d'acqua.

21 Revisione delle Fasce Fluviali

La revisione della delimitazione delle fasce fluviali sui due corsi d'acqua è stata condotta sulla base dei risultati derivanti dall'analisi idraulica – appoggiata ad un aggiornamento sostanziale delle stime idrologiche relative alle portate al colmo e agli idrogrammi di piena con assegnato tempo di ritorno e a nuove simulazioni idrauliche in condizioni 1D e 2D riferite ad una geometria molto dettagliata e recente dell'alveo di piena – e da una indagine geomorfologica dettagliata circa le caratteristiche attuali degli alvei, le forme fluviali storiche, le relative condizioni di stabilità morfologica, le tendenze evolutive ipotizzabili, l'influenza delle opere di difesa.

Sono stati adottati i criteri di delimitazione delle fasce definiti dal PAI (Allegato 3 delle Norme di Attuazione, "*Metodo di delimitazione delle fasce fluviali*"). Va ricordato in proposito quanto espressamente citato nello stesso Allegato, relativamente al fatto che la delimitazione delle fasce A e B sottende l'assunzione di uno specifico progetto per l'assetto di un corso d'acqua il cui conseguimento è ottenuto dall'insieme coordinato degli effetti delle opere idrauliche (esistenti e/o previste), per il contenimento dei livelli di piena e per la sistemazione dell'alveo inciso, e dalle norme di limitazione d'uso del suolo nelle stesse fasce.

In ragione di quest'ultimo elemento va tenuto presente che le fasce A e B identificano nel loro insieme quello che può essere considerato l'alveo di piena del corso d'acqua (come ampliamento dell'alveo di piena ordinaria, già regolamentato dal R.D. 523/1904); la distinzione tra A e B, a cui corrisponde una diversificazione dei contenuti normativi, risponde sostanzialmente al criterio di identificare, per forza di cose con qualche forzatura schematica, la porzione di alveo sede prevalente del deflusso della piena (fascia A) – che deve essere mantenuta priva di ostacoli per consentire condizioni regolari – dalla porzione in cui il deflusso è trascurabile e che gioca invece un ruolo importante nell'invasare e trattenere temporaneamente i volumi di piena, in cui quindi vanno soprattutto evitati interventi che comportino appunto sottrazione di volume.

2.1.1 Fascia A

La fascia A è la porzione di alveo, "*sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena*". La piena di riferimento prevista dal PAI, per i corsi d'acqua in esame, è definita dal tempo di ritorno di 200 anni.

In accordo con criteri dettati dal PAI, la delimitazione è definita dall'involuppo delle porzioni dell'alveo di piena del corso d'acqua che risultano definite:

- dal deflusso della quota prevalente (almeno l'80%) della portata al colmo con tempo di ritorno di 200 anni o in cui la velocità della corrente per tale portata è maggiore di 0,4 m/s;
- dal limite esterno delle forme fluviali potenzialmente riattivabili per la portata con tempo di ritorno di 200 anni.

Gli elementi conoscitivi utilizzati sono stati dedotti dall'analisi idraulica bidimensionale (velocità superiori a 0,4 m/s) e dall'analisi geomorfologica (forme fluviali riattivabili).

2.1.2 Fascia B

La perimetrazione della fascia B è riferita alla portata al colmo con tempo di ritorno 200 anni. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento) facenti parte dell'assetto difensivo di progetto.

La delimitazione sulla base dei livelli idrici, calcolati in moto vario attraverso simulazione bidimensionale, è stata integrata con:

- le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
- le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale.

La *fascia B di progetto*, è costituita da quella parte della fascia B in cui il contenimento dei livelli idrici di piena è affidato ad opere idrauliche non esistenti e programmate nell'ambito dello stesso PAI; la fascia B di progetto è ricondotta alla fascia B nel momento in cui le opere previste sono realizzate *“in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita”*.

Il nuovo tracciato proposto per la fascia B, come aggiornamento di quello contenuto nel PAI, è stato supportato dai seguenti elementi conoscitivi:

- perimetrazione delle aree inondabili per l'evento di riferimento (TR200 anni);
- assetto geomorfologico del corso d'acqua attuale e evoluzione storica a partire dal 1950 ad oggi;
- effetti di eventi alluvionali gravosi recenti (1977 e 1994 in particolare);
- assetto del sistema difensivo esistente;
- caratteristiche naturali e ambientali della regione fluviale.

In merito alla definizione della fascia B di progetto è infine opportuno sottolineare i seguenti aspetti:

- l'indicazione “B di progetto” è stata posta, in coerenza con i criteri adottati nel PAI, solamente nei casi in cui è prevista la realizzazione di nuove opere idrauliche di contenimento dei livelli di piena; non sono quindi “B di progetto” i casi di arginature, classificate come strategiche nell'assetto proposto, ma non adeguate in quota e/o sagoma; naturalmente le opere di adeguamento di questi stessi argini (rialzo, ringrosso, rinfiacco, manutenzione straordinaria) sono stati previsti nel quadro degli interventi strutturali da programmare;
- è stata prevista una “B di progetto” in corrispondenza di infrastrutture in rilevato (strade o ferrovie; tipicamente, nel caso specifico, la tangenziale di Alessandria) che svolgono parzialmente una funzione di contenimento dei livelli idrici e di difesa del territorio retrostante nei casi in cui tali opere non presentino caratteristiche strutturali adeguate, dove le sollecitazioni idrodinamiche siano rilevanti (altezze idriche $\geq 0,5$ m, velocità $\geq 0,5$ m/s) o dove vi sia sormonto o assenza di continuità del rilevato (fornici, sottovia etc.). Qualora invece le sollecitazioni idrodinamiche in adiacenza al rilevato interessino solamente la sicurezza dello stesso, è evidenziata unicamente tale criticità;
- è stata prevista una “B di progetto” in corrispondenza di infrastrutture di primaria importanza (autostrade, strade statali e provinciali di primaria importanza, linee ferroviarie) che non svolgono funzioni di contenimento dei livelli di piena, che hanno tracciato planimetrico compatibile con il comportamento in piena e che subiscono sollecitazioni idrodinamiche rilevanti (altezze idriche $\geq 0,5$ m, velocità $\geq 0,5$ m/s) o che sono sormontate; in questo caso la “B di progetto” indica la necessità di opere di

protezione delle opere rispetto alla piena. Qualora si abbiano sollecitazioni meno intense è stata solamente evidenziata la criticità connessa alla sicurezza dell'infrastruttura;

- dove un'infrastruttura ha un tracciato non compatibile con il comportamento in piena è stata evidenziata la criticità connessa alla sicurezza dell'infrastruttura.

2.1.3 Fascia C

La Fascia C, o area di inondazione per piena catastrofica, è definita nel PAI come la *“porzione di territorio esterna alla Fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento”*.

Per il tracciamento di questa fascia si assume come *“portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni”*.

“Per i corsi d'acqua non arginati la delimitazione dell'area soggetta ad inondazione viene eseguita con gli stessi criteri adottati per la fascia B, tenendo conto delle aree con presenza di forme fluviali fossili.

Per i corsi d'acqua arginati l'area è delimitata unicamente nei tratti in cui lo rendano possibile gli elementi morfologici disponibili; in tali casi la delimitazione è definita in funzione della più gravosa delle seguenti due ipotesi (se entrambe applicabili) in relazione alle altezze idriche corrispondenti alla piena:

- altezze idriche corrispondenti alla quota di tracimazione degli argini,
- altezze idriche ottenute calcolando il profilo idrico senza tenere conto degli argini.”

Nel caso specifico gli eventi di piena più gravosi recenti, dei quali si abbia documentazione diffusa, sono quelli del 1977 e del 1994. In entrambi i casi non è però possibile definire statisticamente in modo preciso il tempo di ritorno associabile. Cautelativamente si è quindi utilizzato come riferimento l'evento con tempo di ritorno di cinquecento anni, tenendo tuttavia in considerazione tutte le evidenze disponibili per i due eventi storici massimi.

In linea generale Bormida e Orba possono considerarsi corsi d'acqua non arginati, a meno di alcuni locali sistemi difensivi, rispettivamente fino a Castellazzo e Casal Cermelli; a valle presentano di fatto sistemi di contenimento pressoché continui.

Il nuovo tracciato proposto, sulla base dei criteri del PAI, è stato supportato dai seguenti elementi conoscitivi:

- perimetrazione delle aree inondabili per l'evento TR500 anni, sulla base dei risultati delle simulazioni 2D;
- evidenze (aree inondate, canali riattivati, solchi di erosione) degli effetti degli eventi del 1977 e 1994;
- evidenze dell'analisi geomorfologica quali: forme relitte riattivabili, canali in formazione, scarpate di terrazzo;
- limiti dell'ambito fluviale desumibili dal DTM disponibile;
- assetto del sistema difensivo esistente aggiornato.

E' opportuno precisare che nella definizione della fascia C si è sempre privilegiato, cautelativamente, un elemento con gradiente altimetrico netto (in genere un terrazzo, più raramente un'infrastruttura) rispetto al puro limite di inondazione dettato dal risultato della simulazione idraulica applicato alla morfologia del terreno.

2.2 Interventi di sistemazione idraulica

Gli interventi di natura idraulica, congruenti con la delimitazione delle fasce descritte al precedente capitolo, sono stati distinti in:

- interventi finalizzati al contenimento dei livelli di piena;
- interventi finalizzati al contenimento dei fenomeni di instabilità planimetrica dell'alveo;
- interventi sui manufatti di attraversamento;
- interventi a carattere locale.

La definizione degli interventi da realizzare per il conseguimento dell'assetto di progetto trae origine naturalmente dall'analisi delle opere idrauliche – argini e opere di sponda – esistenti, in termini di funzionalità e stato di conservazione.

Il giudizio di funzionalità delle opere esistenti deriva dalla valutazione della congruenza delle stesse con l'assetto di progetto dell'alveo definito in funzione degli obiettivi generali dettati dal PAI e disegnato in termini sintetici dal nuovo tracciato delle fasce fluviali. In questi termini, il giudizio di funzionalità è indipendente dallo stato di conservazione delle opere stesse e dalle relative esigenze di manutenzione ordinaria e/o straordinaria.

Con riferimento quindi all'insieme delle opere esistenti, è stata pertanto operata la seguente classificazione:

opere esistenti, difese di sponda o argini, strategiche la cui funzione è strettamente funzionale all'assetto di progetto e che devono pertanto essere mantenute e, ove necessario, oggetto di interventi di adeguamento funzionale o consolidamento strutturale;

opere esistenti, difese di sponda o argini, non strategiche, che hanno un ruolo non coerente con l'assetto di progetto; nei loro confronti non vengono previsti interventi di mantenimento (nei casi in cui la loro funzione sia comunque compatibile), in coerenza con l'obiettivo di limitare le opere idrauliche al minimo necessario.

2.2.1 Interventi per il contenimento dei livelli di piena

Gli interventi passivi di difesa dalle piene sono essenzialmente costituiti da sistemi arginali di contenimento dei massimi livelli idrici riferiti al tempo di ritorno di 200 anni. Sono stati suddivisi in: i) realizzazione di nuove opere; ii) adeguamento di opere esistenti (classificate strategiche). Solo nel primo caso si trova diretta corrispondenza tra l'intervento e il tracciato della B di progetto.

Queste opere sono state previste a protezione di centri abitati, infrastrutture e ambienti di riconosciuta importanza.

2.2.2 Interventi per il contenimento dei fenomeni di instabilità planimetrica

La definizione degli interventi di contenimento dei fenomeni di divagazione planimetrica dell'alveo attivo esprime la sintesi di una serie di attività conoscitive le cui evidenze sono state considerate in forma integrata per guidare le proposte di intervento ed in particolare:

- l'aggiornamento del catasto delle opere idrauliche, che ha permesso di definire sviluppo e consistenza del sistema difensivo;
- l'analisi dell'assetto geomorfologico attuale, dell'evoluzione storica e delle tendenze evolutive a breve, medio e lungo termine;
- il comportamento idraulico in corso di piena e le sollecitazioni idrodinamiche attese;
- la pressione antropica e l'esigenza di protezione di elementi sensibili.

Gli interventi di contenimento dei fenomeni di divagazione planimetrica sono quindi stati definiti, a partire dalle evidenze delle attività citate, adottando come criterio generale, in

conformità ai principi del PAI, quello di “*proteggere centri abitati, infrastrutture, luoghi e ambienti di riconosciuta importanza rispetto a eventi di piena di gravosità elevata, in modo tale da ridurre il rischio idraulico a valori compatibili*”,salvaguardando e, ove possibile, ampliando le aree naturali di esondazione dei corsi d’acqua” e in generale la libera evoluzione dei corpi idrici.

Gli interventi proposti possono essere così ulteriormente suddivisi:

- interventi di rinforzo e consolidamento di opere esistenti, che presentano segni di dissesto e sono intensamente sollecitate in piena, eseguiti in corrispondenza di tratti di sponda la cui stabilità è necessaria per la tutela di insediamenti e/o infrastrutture;
- nuove opere di sponda, laddove vi sono fenomeni attivi di instabilità o stime di tendenze evolutive che possono minacciare abitati e infrastrutture.

Nelle immagini seguenti, a titolo esemplificativo, è illustrato il processo descritto in precedenza in corrispondenza del tratto del torrente Orba OR02300, compreso tra le traverse di Roggia Bosco e Roggia S. Michele.

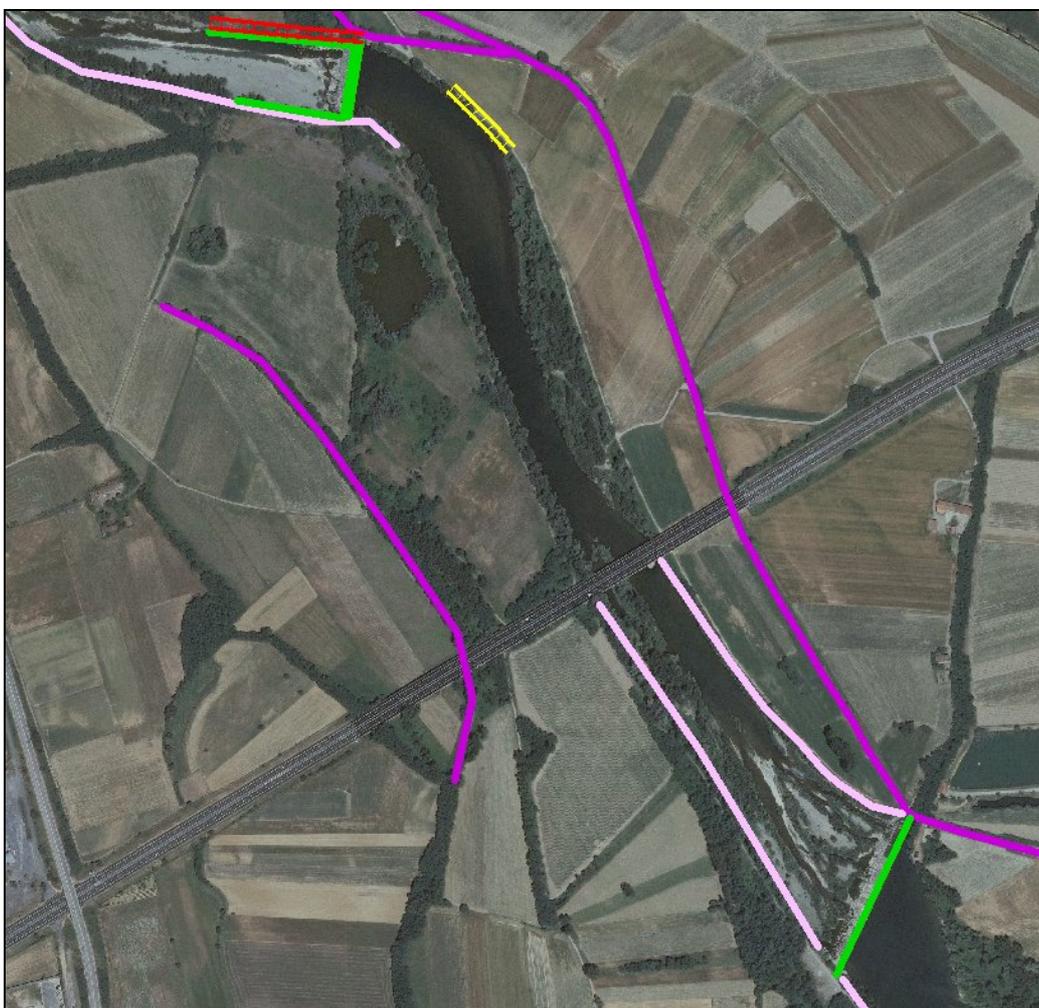


Fig. 1 T. Orba: opere in alveo esistenti e fenomeni erosivi in atto (rispettivamente giallo e rosso)

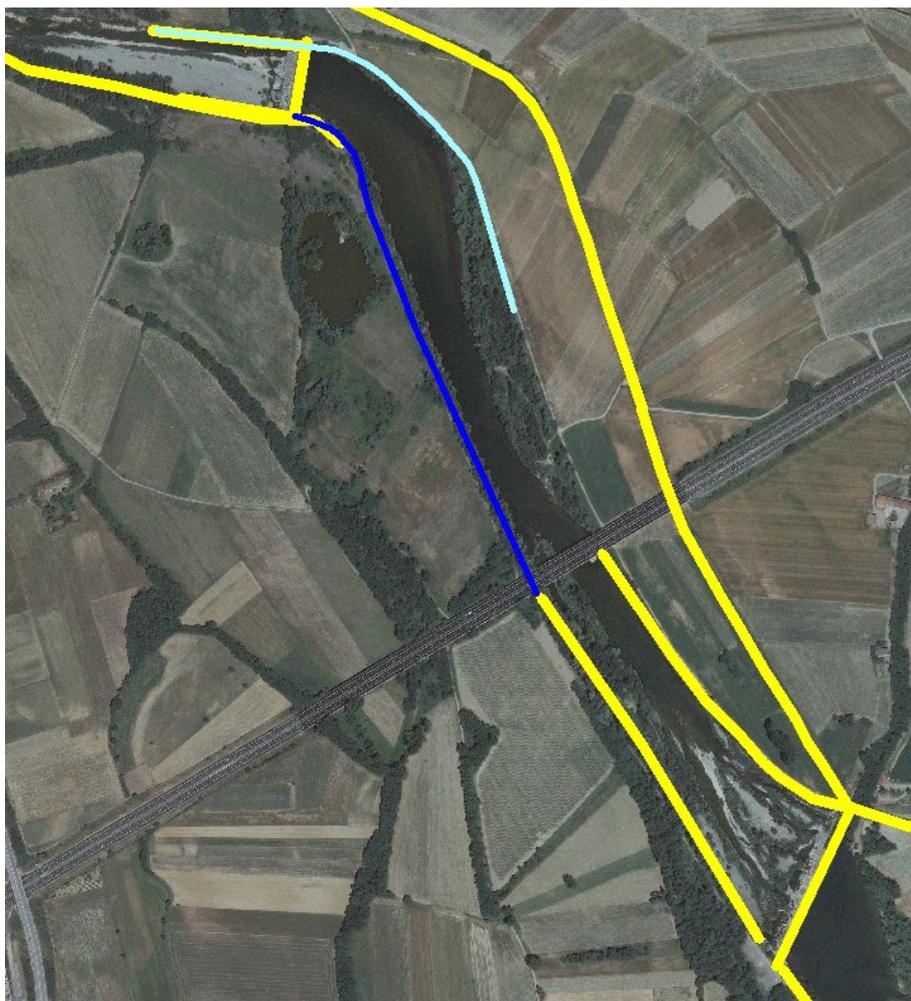


Fig. 2 T. Orba: opere in alveo strategiche (giallo) e interventi di contenimento dei fenomeni di instabilità planimetrica (nuove opere in blu, consolidamento in ciano)

2.2.3 Criticità sui manufatti di attraversamento

Nei tratti fluviali in esame, la luce dei ponti esistenti è in genere dell'ordine di grandezza dell'alveo inciso, mentre nelle ampie aree golenali la carreggiata poggia su rilevati con quota di poco superiore al piano campagna, che si innalza per raggiungere le spalle del ponte nelle immediate vicinanze dell'alveo. In ragione dell'estensione di questi tratti si è scelto di non considerarli alla stregua di rilevati d'accesso al ponte ma come tratti di infrastruttura con caratteristiche (tracciato e spesso quota del piano viabile) incompatibili con il comportamento in piena del corso d'acqua.

Quindi le criticità sui manufatti di attraversamento indicano problematiche di tipo idraulico (franco, erosioni laterali o di fondo, interferenza con la morfologia fluviale etc.) connesse strettamente al ponte. La definizione degli interventi specifici per la risoluzione di tali criticità non è stata proposta nell'ambito del presente studio perché necessita di approfondimenti specifici, di carattere strutturale e geologico-geotecnico, per ogni singola opera, non previsti.

2.2.4 Gli interventi a carattere locale

Sono stati previsti interventi, strutturali a livello locale o non strutturali (protezione civile) di riduzione della vulnerabilità nei seguenti casi:

- fabbricati isolati in fascia B;
- infrastrutture viarie principali, con tracciati planimetrici idraulicamente compatibili, interessate marginalmente da fenomeni di esondazione;
- infrastrutture viarie principali con tracciati planimetrici idraulicamente non compatibili, che richiedono interventi strutturali di protezione.

23 Interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti

L'assetto strettamente "idraulico" di un corso d'acqua, legato alla difesa dalle piene è fortemente interconnesso alla dinamica morfologica dell'alveo; ne sono esempi i fenomeni di dissesto morfologico che in corso di piena interessano le sponde dell'alveo attivo, con conseguenti danni ai beni ubicati nelle aree adiacenti; i fenomeni di distruzione dei ponti per il sovra-scalzamento delle fondazioni in alveo; il cedimento delle opere di difesa di sponda per erosione al piede; il crollo degli argini in frodo per sotto-scalzamento della sponda.

Le linee di azione che riguardano i sedimenti, nella direzione di migliorare l'assetto geomorfologico dell'alveo e recuperare dinamiche di deflusso meno severe a livello sia locale sia di asta fluviale, assumono quindi un ruolo chiave nella gestione del rischio di piena e nel conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica. Ciò è vero soprattutto per i corsi d'acqua montani, in cui le elevate pendenze di fondo rendono la morfologia particolarmente sensibile a modifiche delle variabili indipendenti quali il materiale solido o il regime idrologico.

Tali azioni devono essere viste in forma integrata e non sono ovviamente in competizione con le altre azioni di manutenzione che riguardano la vegetazione ripariale e le opere di difesa.

Gli interventi individuati di recupero morfologico dell'alveo e dei piani golenali dipendono dalle analisi di approfondimento conoscitivo che sono state condotte e che hanno consentito di:

- caratterizzare l'assetto morfologico attuale degli alvei dei due corsi d'acqua in studio;
- valutarne le tendenze evolutive, soprattutto in relazione alla divagazione planimetrica dell'alveo inciso e alla variazione altimetrica del fondo alveo;
- identificare le condizioni di criticità attuali e in relazione all'evoluzione morfologica probabile;
- definire gli interventi correttivi e migliorativi delle condizioni di assetto, in funzione degli obiettivi di sicurezza idraulica – a livello locale e di asta – e di recupero ecologico e ambientale della regione fluviale.

In funzione delle condizioni di assetto, attuali e di previsione, sono stati quindi proposti interventi che riguardano il recupero della morfologia dell'alveo nella direzione di un miglioramento complessivo delle dinamiche di piena.

Gli strumenti, sviluppati a partire dal quadro conoscitivo multidisciplinare acquisito, che nel complesso individuano e definiscono il Programma di Gestione dei Sedimenti dei due corsi d'acqua possono essere così sintetizzati:

- la fascia di divagazione compatibile dell'alveo attivo e le correlate opere di contenimento dei fenomeni di instabilità planimetrica in progetto o esistenti e strategiche;
- il profilo di variazione altimetrica compatibile del fondo alveo;

- gli interventi di asportazione e movimentazione dei sedimenti in alveo (codice int. AM);
- gli interventi di recupero morfologico delle aree golenali (codice int. RM);
- gli interventi di recupero naturalistico (codice int. RN).

A completamento del Programma proposto, a seguito delle analisi sviluppate sugli apporti solidi dei bacini idrografici montani delle due aste e sugli effetti che i principali invasi presenti hanno sul trasporto solido, è stato proposto, a livello di fattibilità preliminare, un intervento di movimentazione dei sedimenti presenti allo sbarramento di Ortiglieto (Orba), oggi completamente interrto, al fine di una progressiva re-immissione degli stessi nel bilancio dinamico del trasporto solido del corso d'acqua.

Gli interventi specifici sono descritti nel seguito per ciascuno dei due corsi d'acqua analizzati, in funzione delle criticità morfologiche rilevate.

Va tenuto presente che, in questo caso, si tratta di interventi che non hanno la connotazione, propria invece di quelli di protezione delle piene, di rappresentare il quadro completo delle opere da realizzare per il conseguimento dell'assetto di progetto del corso d'acqua; trattandosi di opere che interagiscono direttamente con l'evoluzione morfologica dell'alveo, rispondono alle caratteristiche di fattibilità e di evidenza dei fenomeni morfologici attuali e potranno essere integrati e/o adeguati in funzione delle "risposte" che arriveranno dalla stesso corso d'acqua.



Fig. 3 T. Orba: Diga di Bric Zerbino, attualmente inattiva a seguito della piena catastrofica del 1935 che ha causato il nuovo inalveamento del corso d'acqua

2.3.1 Fascia di divagazione compatibile dell'alveo attivo

Il criterio generale di gestione delle erosioni di sponda, che si sta sempre più affermando negli ultimi anni, è quello di definire una *fascia di divagazione dell'alveo attivo*, cioè di una fascia entro cui permettere le divagazioni naturali del corso d'acqua senza intervenire con opere idrauliche di difesa dalle erosioni di sponda, come definita dalla Direttiva dell'Autorità di bacino n. 9/2006 del 05/04/2006 "Direttiva tecnica per la programmazione degli interventi di gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d'acqua".

Tale approccio offre indubbi vantaggi dal punto di vista geomorfologico soprattutto nei casi in cui si ha a che fare con alvei in fase di incisione, quindi con carenza di materiale solido (ad es. consentendo erosioni di sponda che migliorano il bilancio sedimentologico rimobilizzando almeno una parte dei sedimenti).

Il criterio di base utilizzato nella tracciamento della fascia è quello, definito già negli indirizzi generali del PAI, di limitare la difesa, rispetto ai fenomeni di dissesto morfologico dell'alveo, alle aree occupate da insediamenti e infrastrutture, riducendo al minimo le interferenze antropiche sulla dinamica evolutiva dell'alveo dove non è necessario per i fini indicati.

Secondo l'impostazione derivante dalle prime esperienze attuate in materia, soprattutto in Francia (SDAGE-Bassin Rhone Mediterranee Corse, GUIDE TECHNIQUE N° 2 "Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau", 1988) la fascia di divagazione è costituita dall'area di fondovalle in cui ha divagato il fiume durante le ultime centinaia di anni (periodo generalmente documentato cartograficamente) e dalle zone di probabile occupazione per effetto dell'erosione laterale prevedibile a medio termine (40-50 anni).

La procedura utilizzata per la definizione di tale fascia ha seguito i seguenti passaggi:

- delimitazione della *fascia di divagazione storica*. Utilizzando le fonti disponibili, si è scelto di fare riferimento all'intervallo di 55 anni compreso tra il 1954 (volo GAI) e il 2009 (volo AGEA), considerando la divagazione storica limitata all'involuppo delle forme che si sono manifestate in questo periodo. Ciò in considerazione del fatto che un intervallo temporale maggiore avrebbe comportato una fascia di divagazione incompatibile con l'attuale assetto territoriale e quindi non utile per i fini pratici. Si è inoltre valutato che le maggiori trasformazioni antropiche del territorio si sono manifestate nel dopoguerra e quindi il periodo di riferimento è apparso rappresentativo per la formazione della fascia compatibile;
- stima dell'*evoluzione a medio termine della linea di sponda interessata oggi da fenomeni erosivi*. A partire dai risultati dell'analisi geomorfologica, il supporto dei sopralluoghi in campagna, ha permesso di individuare i tratti, non difesi e caratterizzati da buona naturalità, soggetti nelle condizioni attuali a fenomeni erosivi moderati o intensi. La fascia di divagazione compatibile è stata localmente ampliata sulla base dei valori medi di avanzamento della sponda, riscontrati nei diversi tratti nel passato recente (periodo 1954-2009), con andamento circa parallelo alla sponda attuale e tenendo conto del tracciato complessivo dell'alveo;
- presa in conto degli *aspetti antropici che condizionano attualmente la divagazione dell'alveo*. Dove sono presenti o in progetto, per esigenza di tutela dal rischio idraulico di infrastrutture o centri abitati, opere strategiche per il controllo della divagazione planimetrica, la fascia è stata "contratta" lungo la traccia planimetrica di tali opere;
- definizione di una *fascia di tutela dell'alveo attivo*. Laddove la fascia di divagazione storica si sviluppa a ridosso della linea di sponda attuale e non siano presenti vincoli antropici, al fine di tenere in considerazione l'instaurarsi di tendenze future o di fenomeni di instabilità locali, è stata definita una fascia di rispetto dell'ordine di 20-40 m;

- *riconnessione di ambiti estrattivi dismessi*. La fascia di divagazione compatibile ricomprende aree interessate in passato da estrazione di inerti, adiacenti alla fascia di divagazione storica, la cui piena riconnessione con l'alveo attivo non determina effetti negativi sulla morfologia fluviale e sul comportamento idraulico in corso di piena.

La fascia di divagazione tiene conto quindi della dinamica storica dell'alveo e di quella prevedibile.

2.3.2 Profilo di fondo compatibile dei corsi d'acqua

Le tendenze evolutive delle quote di fondo minimo e medio dell'alveo inciso costituiscono, unitamente a quelle relative alla divagazione planimetrica, una delle variabili-chiave da cui dipendono l'assetto dei corsi d'acqua e, di conseguenza, le linee di intervento relative sia alla difesa idraulica sia al PGS.

Sui due corsi d'acqua non sono disponibili rilievi topografici storici confrontabili con quelli attuali, che permettano una quantificazione diretta dell'evoluzione del profilo di fondo storica ed eventualmente estrapolabile per il futuro.

I rilievi recenti (2004 e 2007), realizzati sulle due aste e utilizzati in diverse attività conoscitive nell'ambito dello Studio, fotografano solo lo stato di fatto; non sono disponibili rilievi precedenti ad eccezione di uno del 1972 sul Bormida, le cui sezioni tuttavia non sono sovrapponibili con sicurezza a quelle 2004 e quindi permettono, tramite interpolazione, solamente una quantificazione indiretta dell'evoluzione nel trentennio interessato, non sufficiente per una stima delle tendenze evolutive.

Diverse attività conoscitive sono state quindi finalizzate ad acquisire evidenze **indirette** delle variazioni storiche del profilo di fondo dei due corsi d'acqua: lo stato delle opere in alveo (difese, pile), l'evoluzione morfologica (alveo tipo, presenza di forme relitte), lo stato morfologico attuale (fenomeni erosivi, barre, isole etc.) e la capacità idraulica dell'alveo a piene rive e conseguentemente il coinvolgimento dei piani golenali sono i principali elementi utilizzati in quest'analisi indiretta.

Il profilo di fondo del Bormida appare oggi, nel complesso, mediamente stabile dopo un periodo di approfondimenti consistenti sebbene, in alcuni tratti (come a valle del ponte di Castellazzo e del ponte della ex SS10), permangano evidenze di una modesta tendenza all'approfondimento.

In termini quantitativi, il confronto con i dati topografici del 1972, evidenzia un approfondimento del fondo minimo mediamente di 2 m, con valori più alta a valle delle traverse di Visone e Cassine e nel tratto da C.na S. Leonardo (a monte di Castellazzo) a confluenza Orba.

Il fondo alveo oggi si trova mediamente 5-6 m al di sotto del piano golenale con alcuni tratti in cui raggiunge gli 8-10 m.

Il profilo di fondo dell'Orba ha subito in epoca storica recente un processo di abbassamento considerevole, evidenziato dai rilievi in campo: affioramento continuo del substrato tra Molare e Ovada, 2-3 m di approfondimento a Casal Cermelli e 5-6 m alla confluenza del Bormida. Nelle condizioni attuali non vi sono evidenze che il processo sia ancora in atto e in alcuni tratti appaiono indicazioni che consentono di ipotizzare una recente parziale tendenza al recupero della quota, anche se di modesta entità e non tale da fare ritenere possibile nei tempi brevi il recupero delle quote originarie. Complessivamente l'assetto plano-altimetrico attuale dell'alveo risulta sostanzialmente stabile, per effetto combinato dei fenomeni morfologici in atto e dei condizionamenti delle opere idrauliche. Nel complesso il quadro analitico disponibile ha evidenziato come per entrambi i corpi idrici il processo storico recente di approfondimento del fondo alveo si sia sostanzialmente arrestato e siano più che sporadiche le evidenze in alcuni tratti di una recente tendenza al recupero di quota.

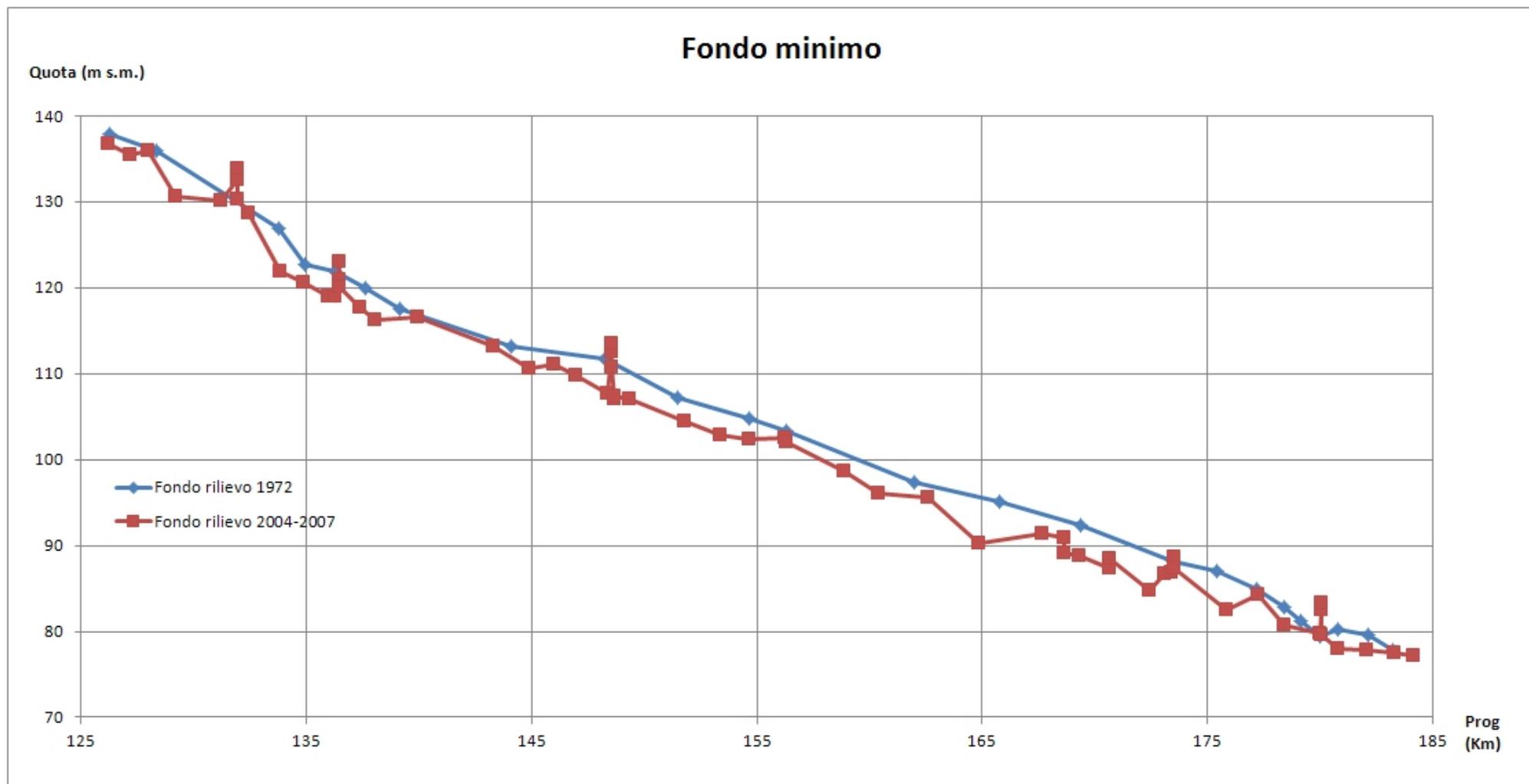


Fig. 4 F. Bormida: confronto tra il profilo di fondo minimo del 1972 e del 2004-07

Al fine di valutare la sensibilità dell'assetto di progetto proposto rispetto a un potenziale recupero dell'approfondimento storico del profilo di fondo dei corpi idrici in esame, sono state condotte analisi idrauliche specifiche, mirate a stimare quanto questo fenomeno possa incidere sul comportamento in corso di piena all'occorrere dell'evento di riferimento (TR200 anni).

A partire da queste analisi, in ragione delle caratteristiche dell'assetto proposto nei singoli tratti omogenei, è stato possibile fornire una valutazione di prima approssimazione dell'**innalzamento massimo del profilo di fondo compatibile** con l'assetto definito.

Come parametro di riferimento del profilo altimetrico degli alvei è stato utilizzato il **fondo medio** delle sezioni topografiche disponibili; a partire dal valore attuale si sono ipotizzati tre ipotesi di incremento dello stesso, con passo di mezzo metro (+0,5 m, +1,0 m e +1,5 m sul fondo medio attuale). Sulla base di tali valori, per ogni sezione, sono state ricostruite, per tentativi, delle configurazioni geometriche semplificate della medesima sezione che determinassero il valore atteso di fondo medio.

Le analisi idrauliche sono state eseguite, **in moto permanente e rispetto all'evento duecentennale**, facendo variare, rispetto allo stato di fatto, le tre configurazioni geometriche dell'alveo di Orba e Bormida definite.

Dall'analisi dei risultati ottenuti, per tratto omogeneo, è stato possibile valutare da un lato la sensibilità del tratto al fenomeno in termini di innalzamento dei livelli idrici e dall'altro il range di compatibilità di tale fenomeno con l'assetto proposto; a tal fine si sono principalmente tenuti in considerazione due criteri principali:

- il limite di compatibilità corrisponde a un innalzamento di 0,5 m del profilo di piena stazionario con tempo di ritorno di 200 anni (ridotto a 0,30 m nel tratto urbano di Alessandria, a valle di confluenza Orba) lungo i tratti dei due corsi d'acqua interessati da argini classificati strategici esistenti o in progetto;
- il limite di compatibilità corrisponde a innalzamenti del profilo di piena stazionario con tempo di ritorno di 200 anni tali da non comportare la variazione apprezzabile della delimitazione della fascia B in tutti gli altri tratti non arginati.

Il valore assunto per il limite di compatibilità implica che innalzamenti di fondo alveo che comportino il raggiungimento e/o il superamento di tale limite devono essere contrastati con interventi di manutenzione che comportino l'asportazione dei sedimenti che hanno provocato tale innalzamento (l'ipotesi analizzata prevede infatti l'innalzamento del fondo esteso a tutto il profilo del corso d'acqua, quindi non un fenomeno di natura locale).

Il controllo di tali condizioni presuppone evidentemente la definizione e la gestione di un sistema di monitoraggio delle caratteristiche plano-altimetriche degli alvei, che permetta di acquisire i dati necessari con periodicità temporale adeguata e sistematicamente successivamente a tutte le piene significative.

Nei paragrafi seguenti sono descritti: la metodologia attuata per la definizione degli scenari geometrici con fondo medio innalzato utilizzati nelle analisi idrauliche, i risultati ottenuti e la valutazione, per tratti omogenei, del massimo innalzamento compatibile.

2.3.2.1 Calcolo del fondo medio e definizione di configurazioni morfologiche dell'alveo attivo con innalzamento del profilo di fondo

La definizione del fondo medio attuale è stata eseguita a partire dai rilievi topografici più recenti disponibili (2007 Orba e 2004-07 Bormida) in tutte le sezioni rilevate.

La metodologia seguita prevede i seguenti passaggi:

- individuazione di una quota di riferimento corrispondente alla quota minima della sponda più bassa della sezione incisa;

- calcolo della quota assoluta di fondo medio attraverso la relazione:

$$q_{fm} = q_{ls} - A/L$$

dove:

q_{ls} è la quota del ciglio di sponda più basso,

L è la larghezza della sezione alla quota q_{ls} ,

A è l'area totale della sezione sottesa alla quota q_{ls} .

I risultati sono illustrati graficamente in Fig. 5 e Fig. 6 e numericamente in Tab. 1 e Tab. 2.

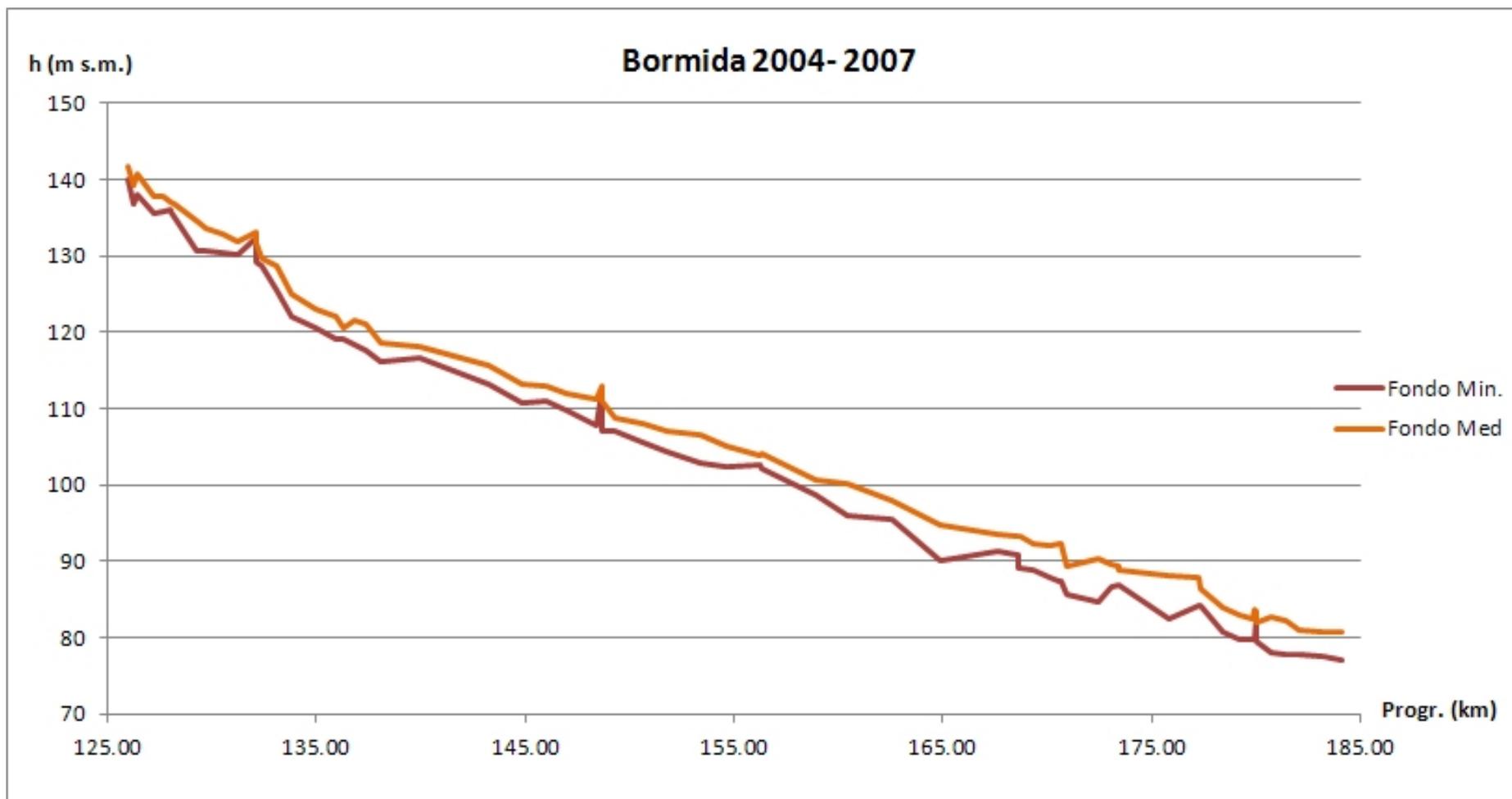


Fig. 5 F. Bormida: andamento fondo minimo e fondo medio in base alle sezioni topografiche del rilievo 2004, integrate localmente con quelle rilevate nel 2007

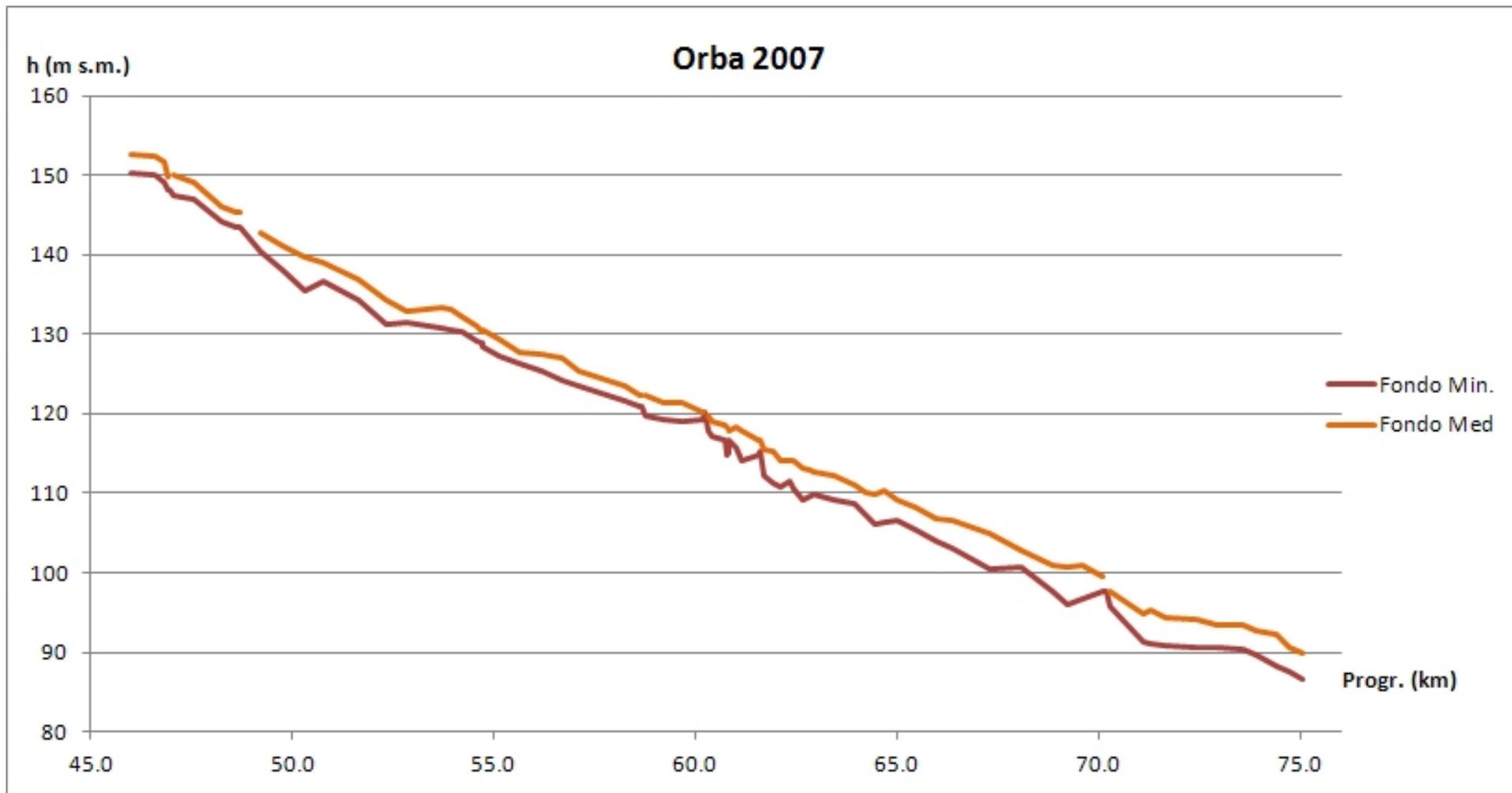


Fig. 6 T. Orba: andamento fondo minimo e fondo medio in base alle sezioni topografiche del rilievo 2007

A partire dal profilo di fondo medio definito, sono stati ipotizzati tre configurazioni geometriche ciascuna delle quali con quote rispettivamente più alte di +0,5 m, +1,0 m e +1,5 m rispetto all'attuale. Si è quindi proceduto, per tentativi, a definire configurazioni geometriche dell'alveo attivo, sezione per sezione, che determinassero il valore di fondo medio ipotizzato.

Tale procedimento ha interessato tutte le sezioni disponibili, ad eccezione delle sezioni con quote di fondo fisse (traverse, briglie e soglie) e delle sezioni descrittive degli attraversamenti, dove, cautelativamente, si è ritenuto opportuno preservare la piena officiosità della sezione di deflusso.

Il processo di costruzione della configurazione geometrica dell'alveo, con fondo medio innalzato, è illustrato dagli esempi di Fig. 7 e Fig. 8.

A partire dallo stato di fatto, noto il fondo medio da raggiungere, si è scelto un fondo minimo di riferimento, si è proceduto ad innalzare a tale quota tutti i punti sottostanti e quindi a ricalcolare il fondo medio. Iterando tale procedimento si sono raggiunte le configurazioni morfologiche dell'alveo caratterizzate dai valori di fondo medio imposti.

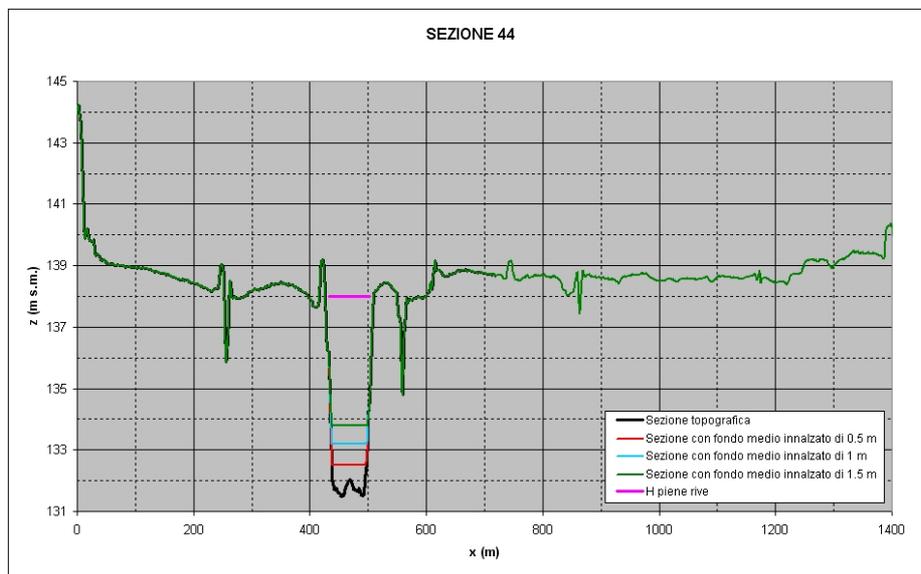


Fig. 7 T. Orba: sez. 44 nella configurazione attuale e nelle configurazioni con fondo medio a quota più elevata

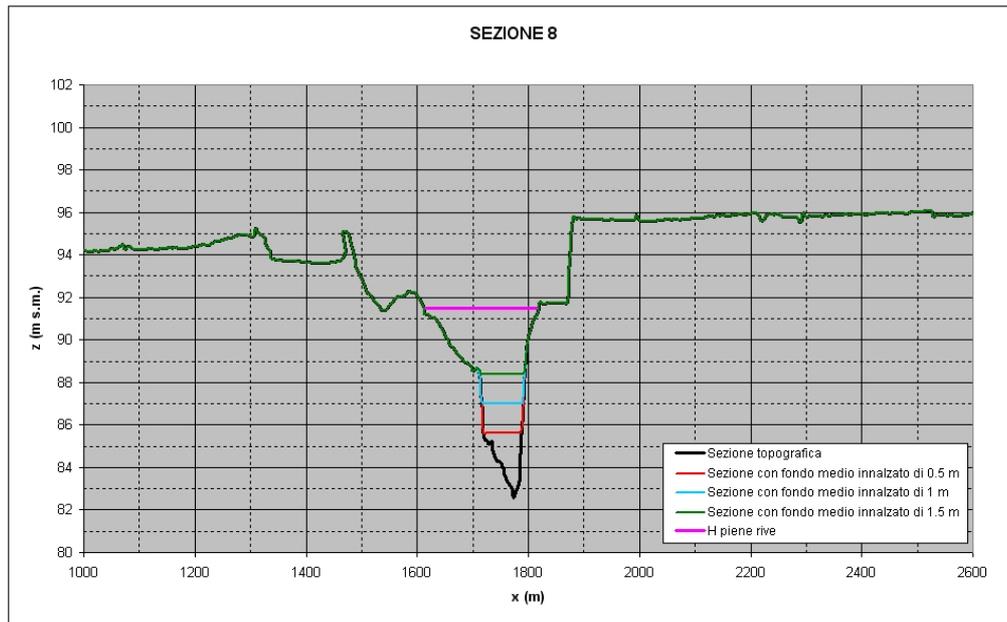


Fig. 8 F. Bormida: sez. 8 nella configurazione attuale e nelle configurazioni con fondo medio a quota più elevata

2.3.2.2 Analisi idrauliche

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati ottenuti dalle simulazioni idrauliche condotte con riferimento alle tre configurazioni del fondo medio descritte. Vengono evidenziate le differenze dei profili di piena nelle singole sezioni di calcolo e come valori medi per tronco omogeneo. L'ultima colonna riporta la valutazione dell'innalzamento massimo ritenuto compatibile.

Tab. 1 F. Bormida: effetti dell'innalzamento del profilo di fondo sui livelli idrici (TR200 anni)

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo min. (m s.m.)	Fondo medio (m s.m.)	200 PRJ	+0.5FM	+1.0FM	+1.5FM	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Max ΔFM
					P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)				
Bormida	40a	125969	140.02	141.81	148.38	148.79	149.32	149.76	+0.31	+0.68	+1.01	+0.5
Bormida	40M	126234	136.82	139.18	147.82	148.30	148.82	149.34				
Bormida	40_M	126241	136.81	139.18	147.83	148.31	148.86	149.36				
Bormida	40_V	126251	136.81	139.18	147.70	148.23	148.79	149.29				
Bormida	39a	126398	138.10	140.71	147.51	147.99	148.52	149.00				
Bormida	39	127211	135.46	137.71	146.19	146.37	146.86	147.21				
Bormida	38a	127691	135.75	137.66	145.23	145.47	145.83	146.13				
Bormida	38	127987	135.93	137.07	144.77	145.03	145.28	145.53				
Bormida	38_M	128014	135.91	137.07	144.62	144.89	145.16	145.42				
Bormida	38_V	128020	135.91	137.07	144.55	144.83	145.11	145.36				
Bormida	37a	128215	134.95	136.89	144.52	144.80	145.07	145.31				
Bormida	37	129216	130.65	134.48	143.40	143.64	143.87	144.08				
Bormida	35d	129682	130.55	133.56	142.91	143.12	143.34	143.54				
Bormida	35c	130495	130.38	132.76	141.86	142.04	142.28	142.48				
Bormida	35b	131210	130.23	131.84	140.43	140.57	140.81	141.01				

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo min. (m s.m.)	Fondo medio (m s.m.)	200 PRJ P.L. (m s.m.)	+0.5FM P.L. (m s.m.)	+1.0FM P.L. (m s.m.)	+1.5FM P.L. (m s.m.)	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Max ΔFM
Bormida	35a_M	132087	132.40	133.19	138.19	138.26	138.52	138.71				
Bormida	35a	132093	129.22	131.71	137.97	138.21	138.45	138.67				
Bormida	35	132418	128.79	129.59	137.40	137.64	137.89	138.10				
Bormida	34a	133095	125.57	128.70	136.19	136.36	136.52	136.68				
Bormida	34	133829	121.98	125.08	134.73	134.94	135.11	135.28				
Bormida	33	134918	120.56	122.90	132.12	132.32	132.50	132.69				
Bormida	32	135957	118.98	122.03	131.17	131.31	131.45	131.58				
Bormida	31	136297	118.99	120.48	130.82	130.95	131.06	131.18				
Bormida	30a	136870	118.31	121.53	130.42	130.52	130.62	130.71				
Bormida	30M	137375	117.72	120.97	129.58	129.69	129.80	129.91				
Bormida	30_M	137383	117.71	120.97	129.53	129.65	129.77	129.89				
Bormida	30_V	137392	117.71	120.97	129.43	129.56	129.67	129.80	+0.12	+0.23	+0.35	+1.5
Bormida	29a	137725	116.97	119.91	129.26	129.38	129.50	129.64				
Bormida	29	138082	116.21	118.56	128.86	128.99	129.10	129.23				
Bormida	27NBIS	139926	116.64	118.02	127.08	127.17	127.26	127.36				
Bormida	27N	143280	113.20	115.65	124.15	124.25	124.36	124.46	+0.10	+0.20	+0.30	+1.0
Bormida	27	144880	110.65	113.19	122.35	122.44	122.53	122.62				
Bormida	26N	146001	111.03	112.92	121.59	121.70	121.77	121.93	+0.14	+0.26	+0.42	+0.5
Bormida	26	146994	109.85	111.90	121.01	121.14	121.27	121.41				
Bormida	25	148403	107.74	111.18	119.86	120.01	120.14	120.29				
Bormida	24a_M	148658	112.45	112.91	119.59	119.75	119.89	120.05				
Bormida	24a_V	148664	109.95	112.91	119.52	119.67	119.80	119.95				
Bormida	24_M	148682	107.11	110.96	119.28	119.44	119.57	119.73				
Bormida	24_V	148692	107.11	110.96	119.26	119.42	119.56	119.72	+0.15	+0.26	+0.40	+1.5
Bormida	24	148704	107.11	110.96	119.40	119.55	119.67	119.81				
Bormida	23	149338	107.09	108.75	118.93	119.06	119.15	119.26				
Bormida	22a	150639	105.68	107.91	117.63	117.77	117.87	118.00				
Bormida	22	151785	104.43	106.96	116.89	117.05	117.17	117.30	+0.06	+0.10	+0.14	+1.0
Bormida	21	153368	102.90	106.46	116.02	116.19	116.31	116.43				
Bormida	20	154649	102.34	105.17	115.01	115.06	115.13	115.14				
Bormida	19	156277	102.56	103.88	113.44	113.44	113.42	113.44				
Bormida	19_M	156330	102.11	103.99	113.17	113.19	113.20	113.19				
Bormida	19_V	156340	102.11	103.99	113.09	113.09	113.09	113.08				
Bormida	18	158894	98.61	100.62	110.21	110.26	110.30	110.36	+0.07	+0.12	+0.18	+1.5
Bormida	17	160402	96.02	100.15	108.82	108.94	109.03	109.13				
Bormida	16	162595	95.61	97.90	106.74	106.83	106.92	107.01				
Bormida	15	164869	90.22	94.73	104.99	105.07	105.15	105.24	+0.08	+0.16	+0.25	+1.0
Bormida	14	167674	91.38	93.50	103.58	103.69	103.77	103.87				
Bormida	13	168649	90.95	93.18	102.96	103.10	103.19	103.31	+0.14	+0.22	+0.34	+0.5
Bormida	13_M	168664	89.11	93.21	102.65	102.80	102.90	103.03				
Bormida	13_V	168674	89.11	93.21	102.57	102.70	102.81	102.95	+0.17	+0.25	+0.58	+1.0
Bormida	12	169318	88.79	92.37	101.98	102.10	102.22	102.37				
Bormida	11b	170147	87.87	91.95	101.12	101.20	101.25	101.40				
Bormida	11a_M	170623	87.33	92.37	100.48	100.60	100.65	100.88				
Bormida	11a_V	170651	87.33	92.37	100.43	100.55	100.61	100.84				
Bormida	10a	170922	85.79	89.35	100.19	100.33	100.40	100.67				
Bormida	10	172423	84.69	90.46	99.80	99.95	99.99	100.31				
Bormida	10M	173071	86.65	89.71	99.32	99.51	99.57	99.94				

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo min. (m s.m.)	Fondo medio (m s.m.)	200 PRJ	+0.5FM	+1.0FM	+1.5FM	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Max ΔFM
					P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)				
Bormida	10M_M	173088	86.65	89.71	99.11	99.26	99.35	99.73	+0.14	+0.27	+0.44	+1.0
Bormida	10M_V	173096	86.65	89.71	99.00	99.19	99.26	99.66				
Bormida	09a	173413	86.84	89.32	98.57	98.81	98.90	99.38				
Bormida	09a_M	173434	86.84	88.90	98.45	98.69	98.78	99.26				
Bormida	09a_V	173444	86.84	88.90	98.22	98.51	98.60	99.12				
Bormida	09M	173455	86.84	88.90	98.40	98.68	98.77	99.26				
Bormida	8	175849	82.55	88.02	96.49	96.59	96.68	96.82				
Bormida	07a	177251	84.32	87.78	95.11	95.25	95.39	95.54				
Bormida	07_M	177334	84.32	86.51	95.03	95.18	95.32	95.47				
Bormida	07_V	177352	84.32	86.51	94.93	95.07	95.21	95.37				
Bormida	6	178399	80.69	83.97	94.46	94.62	94.78	94.95				
Bormida	05b	179218	79.76	83.02	93.88	94.02	94.16	94.33				
Bormida	05a	179857	79.76	82.42	93.43	93.56	93.70	93.87				
Bormida	05a_M	179960	79.84	83.65	93.18	93.31	93.46	93.64				
Bormida	05a_V	179976	79.84	83.65	93.00	93.14	93.28	93.46				
Bormida	5MBISM	180048	82.64	83.39	92.93	93.07	93.23	93.42				
Bormida	5MBISV	180054	82.64	83.39	92.89	93.03	93.19	93.38				
Bormida	05MBIS	180057	79.63	81.93	92.97	93.11	93.27	93.45				
Bormida	4	180762	78.01	82.69	92.47	92.57	92.67	92.81				
Bormida	03a	181415	77.94	82.14	91.92	91.95	91.98	92.01				
Bormida	3	182077	77.86	81.13	91.25	91.25	91.25	91.25				
Bormida	02_M	183231	77.55	80.76	90.30	90.30	90.30	90.30				
Bormida	02_V	183256	77.55	80.76	90.23	90.23	90.23	90.23				
Bormida	1	184139	77.17	80.88	89.89	89.89	89.89	89.89				
									+0.07	+0.14	+0.23	N.D.

Tab. 2 T. Orba: effetti dell'innalzamento del profilo di fondo sui livelli idrici (TR200 anni)

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo min. (m s.m.)	Fondo medio (m s.m.)	200 PRJ	+0.5FM	+1.0FM	+1.5FM	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Max ΔFM
					P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)				
Orba	51BIS	48723	143.49	145.33	148.28	148.40	148.52	148.61	+0.52	+0.80	+1.03	+0.5
Orba	51_M	48730	143.49	145.33	148.28	148.40	148.52	148.61				
Orba	51_V	48738	143.49	145.33	148.21	148.34	148.46	148.56				
Orba	50	49213	140.43	142.77	146.57	147.09	147.45	147.68				
Orba	49	49762	138.00	140.98	145.25	146.25	146.68	146.94				
Orba	48	50334	135.56	139.60	143.80	144.89	145.31	145.58				
Orba	47	50793	136.68	139.01	142.79	143.28	143.65	143.92				
Orba	46	51651	134.31	136.81	141.21	141.66	142.03	142.34				
Orba	45	52369	131.15	134.25	140.22	140.40	140.56	140.71				
Orba	44	52850	131.47	132.89	139.57	139.75	139.89	140.02				
Orba	43	53720	130.65	133.28	138.13	138.37	138.53	138.70				
Orba	42_a	53971	130.52	133.00	137.60	137.85	138.01	138.17				
Orba	42	54212	130.39	132.19	136.95	137.18	137.35	137.50				
Orba	41	54601	129.04	130.96	136.02	136.13	136.25	136.34				
Orba	40BIS	54713	128.80	130.33	135.23	135.32	135.47	135.59				
Orba	40_V	54720	128.80	130.33	135.08	135.18	135.33	135.44				
Orba	40	54750	128.38	130.64	135.32	135.43	135.58	135.69				
Orba	39	55148	127.29	129.38	134.66	134.82	135.00	135.14				
									+0.17	+0.35	+0.52	+1.5

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo min. (m s.m.)	Fondo medio (m s.m.)	200 PRJ	+0.5FM	+1.0FM	+1.5FM	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Max ΔFM
					P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)				
Orba	38	55670	126.25	127.76	133.56	133.73	133.91	134.06				
Orba	37	56193	125.33	127.58	132.44	132.58	132.71	132.82				
Orba	36	56716	124.24	126.89	131.41	131.52	131.66	131.79				
Orba	34b	57118	123.52	125.32	130.75	130.87	131.01	131.15				
Orba	34a	58263	121.61	123.43	129.00	129.13	129.36	129.54				
Orba	34	58621	120.83	122.28	128.47	128.67	128.89	129.11				
Orba	33BIS	58673	120.92	122.21	128.41	128.62	128.84	129.08				
Orba	33_M	58687	120.92	122.21	128.17	128.41	128.65	128.91				
Orba	33_V	58696	120.92	122.21	127.93	128.22	128.50	128.78				
Orba	33	58750	119.68	122.30	128.08	128.35	128.62	128.89				
Orba	32a	59232	119.30	121.40	127.36	127.60	127.81	128.06				
Orba	32	59711	118.91	121.47	126.71	126.83	126.95	127.13				
Orba	31	60187	119.15	120.16	126.10	126.10	126.10	126.10				
Orba	30BIS	60229	120.14	121.35	124.79	125.07	125.35	125.63				
Orba	30	60311	117.81	119.77	124.71	124.97	125.23	125.47				
Orba	29	60437	117.20	119.05	124.61	124.86	125.12	125.35				
Orba	28	60751	116.74	118.58	124.15	124.36	124.59	124.79				
Orba	27BIS	60781	114.80	118.20	124.11	124.34	124.57	124.77				
Orba	27_M	60787	114.93	118.20	124.12	124.34	124.57	124.77				
Orba	27_V	60815	114.93	118.20	124.08	124.31	124.55	124.75	+0.22	+0.45	+0.65	+0.5
Orba	27	60842	116.65	117.93	123.96	124.21	124.47	124.68				
Orba	26a	61017	115.69	118.28	123.63	123.84	124.08	124.25				
Orba	26	61173	114.08	117.79	123.37	123.52	123.69	123.75				
Orba	25	61578	114.72	116.64	122.81	122.81	122.81	122.81				
Orba	24BIS	61605	115.23	116.70	121.80	122.21	122.56	123.03				
Orba	24	61688	112.32	115.60	121.61	122.03	122.40	122.69				
Orba	23a	61942	111.38	115.15	120.96	121.41	121.79	122.09				
Orba	23	62109	110.77	114.03	120.53	121.00	121.39	121.70				
Orba	22	62373	111.61	114.13	119.81	120.34	120.78	121.12				
Orba	21	62443	110.58	114.00	119.69	120.15	120.56	120.92				
Orba	20	62675	109.08	113.23	119.01	119.49	119.92	120.25				
Orba	19a	62839	109.54	112.93	118.49	119.00	119.40	119.72				
Orba	19	62945	109.84	112.70	118.37	118.85	119.20	119.51	+0.46	+0.80	+1.16	+0.5
Orba	18	63441	109.18	112.29	117.51	117.99	118.30	118.58				
Orba	17	63951	108.64	111.10	116.70	117.18	117.46	117.65				
Orba	16a	64252	107.17	110.17	115.91	116.12	116.71	116.96				
Orba	16	64473	106.10	109.84	115.24	115.76	116.05	116.44				
Orba	15a	64705	106.33	110.35	115.04	115.52	115.76	116.21				
Orba	15	64994	106.62	109.12	114.64	115.12	115.26	115.86				
Orba	14	65486	105.29	108.21	113.70	114.12	114.27	114.89				
Orba	12b	65993	103.98	106.89	112.86	113.17	113.49	113.76	+0.51	+0.95	+1.37	+0.5
Orba	12a	66380	102.98	106.60	111.82	112.31	112.73	113.11				
Orba	12	67322	100.56	104.82	109.65	110.09	110.47	110.86				
Orba	11	68104	100.64	102.82	108.72	109.20	109.53	109.85				
Orba	10a	68871	97.59	100.84	107.00	107.66	108.14	108.59				
Orba	10	69251	96.08	100.73	105.72	106.28	106.87	107.50				
Orba	09a	69584	96.74	100.96	104.90	105.38	105.84	106.39				
Orba	9	70099	97.75	99.52	103.85	104.38	104.83	105.25				

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo min. (m s.m.)	Fondo medio (m s.m.)	200 PRJ	+0.5FM	+1.0FM	+1.5FM	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Δ medio tratto	Max ΔFM
					P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	P.L. (m s.m.)				
Orba	08_M	70180	97.63	98.38	103.64	104.21	104.69	105.12				
Orba	08_V	70190	97.68	98.38	103.56	104.13	104.60	105.04				
Orba	8	70279	95.79	97.71	103.63	104.18	104.64	105.06				
Orba	7	71106	91.39	94.89	102.46	103.02	103.49	103.84				
Orba	06a	71305	91.15	95.26	102.29	102.85	103.30	103.63				
Orba	6	71658	90.74	94.47	102.07	102.63	103.08	103.40				
Orba	5	72433	90.69	94.06	100.93	101.60	102.11	102.45				
Orba	4	72944	90.69	93.50	99.89	100.60	101.11	101.46	+0.52	+0.93	+1.27	+0.5
Orba	3	73612	90.36	93.41	98.94	99.64	100.16	100.54				
Orba	02a	73890	89.64	92.81	98.45	99.02	99.52	99.92				
Orba	2	74415	88.29	92.22	97.59	97.93	98.28	98.64				
Orba	01a	74725	87.51	90.57	97.44	97.64	97.84	98.11				
Orba	1	75037	86.73	89.93	97.37	97.54	97.73	97.98				

2.3.2.3 Valutazione del massimo innalzamento di fondo medio compatibile

Nel seguito, per asta e per tratti omogenei, sono presentate le valutazioni eseguite, a partire dai risultati ottenuti e dal quadro conoscitivo sviluppato, sul massimo innalzamento compatibile del profilo di fondo medio. Tali valutazioni di prima approssimazione devono naturalmente essere verificate nel tempo alla luce dei risultati del monitoraggio dello stato morfologico degli alvei e delle condizioni idrometriche nella stazioni idrologiche di misura.

F. Bormida - Segmento omogeneo 8 – da Acqui Terme al ponte di Strevi

Tra Acqui e la traversa di Visone, i profili di piena per il tempo di ritorno di 200 anni sono sensibili all'innalzamento del fondo alveo. Il franco dei sistemi arginali in progetto a valle del ponte Carlo Alberto viene ridotto a valori inferiori a 0,5 m con un innalzamento del fondo alveo di 1 m. Il massimo valore di innalzamento compatibile del fondo medio è pertanto stimato in 0,5 m.

Tra Visone e Strevi, il potenziale recupero di quota da parte del fondo alveo non induce effetti sensibili sul profilo di piena, il cui massimo innalzamento è mediamente inferiore a 0,5 m. In ragione del coinvolgimento in sponda sinistra di un'ampia fascia golenale, con presenza diffusa di insediamenti in area inondabile, si è ritenuto ammissibile un incremento dei livelli idrici al colmo non superiore a 30 cm, corrispondente ad un innalzamento del fondo medio di 1 m che risulta pertanto il valore massimo compatibile.

F. Bormida - Segmento omogeneo 7 – dal ponte di Strevi al ponte di Cassine

Tra Strevi e Rivalta gli effetti sul profilo di piena dovuti a un recupero delle quote di fondo alveo, sono modesti sia in termini di altezze che di aree inondabili. L'innalzamento massimo, pari a 1,5 m, è quindi compatibile.

Superata Rivalta, prima dei meandri a monte di Cassine, il recupero delle quote di fondo incide poco sui massimi livelli di piena. La linea ferroviaria Alessandria-Acqui in sinistra rimane l'elemento più vulnerabile del tratto: è prevista infatti la realizzazione di un sistema arginale a tutela del rilevato ferroviario. L'innalzamento del profilo di fondo porta a un maggior coinvolgimento della fascia golenale - dove sono già evidenti alcune incisioni determinate da eventi recenti - e accentua la tendenza al taglio del meandro adiacente alla linea ferroviaria. Si assume quindi come compatibile un innalzamento massimo di 1 m.

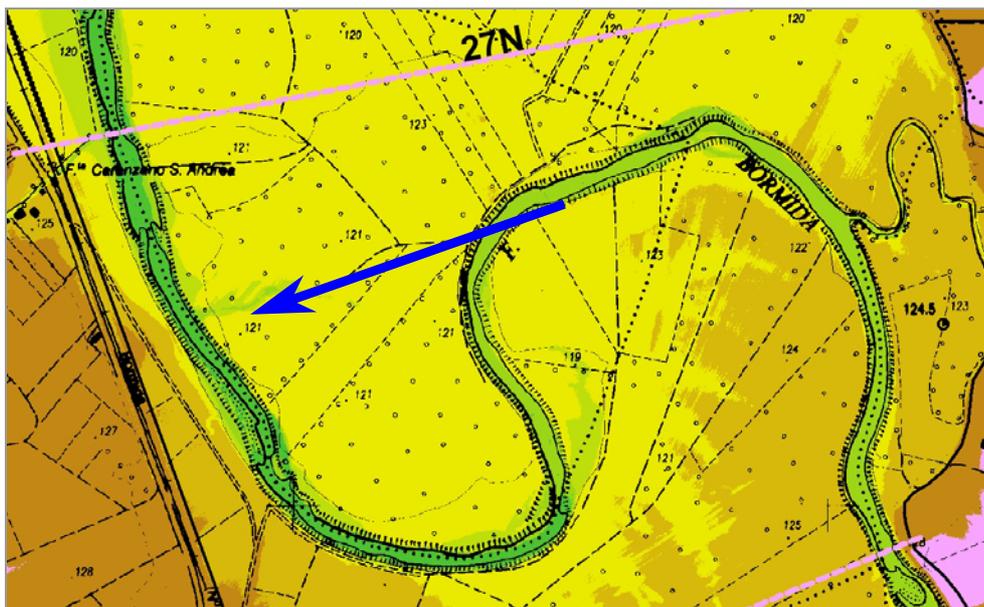


Fig. 9 F. Bormida a monte di Cassine: possibile tendenza al taglio meandro nelle configurazioni con fondo medio a quota più elevata

Tra C.na Gallareto e il ponte di Cassine, il fiume disegna alcuni stretti meandri a monte della traversa di derivazione del canale Carlo Alberto. La stabilità morfologica del nodo critico, in ragione della pressione antropica molto elevata, legata alla presenza dei due abitati di Cassine e Castelnuovo, della derivazione e del ponte della SP196, è ritenuta strategica. Non si ritiene compatibile un recupero della quota di fondo medio superiore a 0,5 m.

F. Bormida - Segmento omogeneo 6 – dal ponte di Cassine al ponte di Sezzadio

Tra Cassine e C.na Borio la fascia d'inondazione è tale da limitare gli effetti sui massimi livelli idrici indotti da un recupero anche significativo (1,5 m) del profilo di fondo medio, che pertanto è compatibile. In sinistra si sviluppa il canale Carlo Alberto che può essere raggiunto dai livelli di piena: è previsto un argine di protezione anche al fine di evitare esondazioni a valle veicolate dal canale. Il massimo innalzamento dei livelli idrici, indotto dal recupero dell'incisione di fondo, è comunque inferiore a 0,5 m.

Anche il tratto a monte del ponte di Sezzadio risulta poco sensibile rispetto al profilo idrico TR200 a un innalzamento del profilo di fondo medio. E' altresì indubbio che l'assetto morfologico attuale, sostanzialmente stabile, sia il frutto di interventi antropici significativi che hanno indotto la formazione della lanca evidente in sponda destra. La presenza del ponte e dell'abitato induce a una certa cautela nel valutare gli effetti di un pieno recupero dell'incisione di fondo a causa del possibile innesco di fenomeni instabilità morfologica; si assume pertanto come compatibile l'innalzamento di 1 m.

F. Bormida - Segmento omogeneo 5 – dal ponte di Sezzadio alla loc. C.na San Leonardo

A valle di Sezzadio l'incidenza dell'innalzamento del profilo di fondo sui livelli idrici al colmo è minima. Anche il massimo innalzamento del fondo medio ipotizzato è compatibile.

F. Bormida - Segmento omogeneo 4 – dalla loc. C.na San Leonardo al ponte di Castellazzo Bormida

Tra C.na San Leonardo e la confluenza del rio Ghisone l'ampiezza della fascia di inondazione è tale da suggerire un'influenza modesta del recupero della quota di fondo dell'alveo, rispetto ai massimi livelli di piena. Tuttavia la presenza dei sistemi arginali

strategici di Castellazzo in destra e Borgoratto in sinistra inducono ad assumere come compatibile, cautelativamente, l'innalzamento di 1 m.

Procedendo verso valle, il Bormida disegna due stretti meandri immediatamente a monte del ponte per Castellazzo; si assume come compatibile un innalzamento del fondo medio pari a 0,5 m, in ragione dell'assenza di effetti possibili sulla stabilità morfologica dell'alveo connessa alle esigenze di protezione del contesto (Cantalupo, Castellazzo, viabilità principale).

F. Bormida - Segmenti omogenei 3 e 2 – dal ponte di Castellazzo Bormida al ponte della SS10

L'alveo risulta regimato con sistemi arginali pressoché continui in destra e in sinistra e opere di stabilizzazione in ogni curva; in sinistra si sviluppa la periferia di Alessandria e in destra si trovano i centri di Castellazzo e Spinetta Marengo. Le analisi evidenziano una sensibilità moderata rispetto agli innalzamenti del profilo di fondo; in relazione alla presenza degli argini, si assumono come compatibili innalzamenti del profilo di piena non superiori a 30 cm, corrispondenti ad un innalzamento del fondo medio dell'ordine di 1 m.

F. Bormida - Segmento omogeneo 1 – dal ponte della SS10 alla confluenza nel fiume Tanaro

Le verifiche idrauliche dipendono dalla condizione al contorno di valle e anche il profilo di fondo è strettamente condizionato dalle quote di fondo dell'alveo del Tanaro; non sono quindi significative le valutazioni in merito alla compatibilità degli innalzamenti di fondo del solo alveo del Bormida.

T. Orba - Segmento omogeneo 3 – da Silvano d'Orba alla traversa della roggia di Bosco (confluenza Lemme)

Fino alla confluenza del rio Secco, l'influenza dell'innalzamento di 1,5 m del profilo di fondo medio su quello di piena per tempo di ritorno di 200 anni raggiunge valori medi dell'ordine di 1,5 m. Tale crescita dei livelli è nettamente superiore a quella che si avrebbe con la portata TR500 (mediamente +30 cm) e determinerebbe il coinvolgimento in sinistra delle aree a tergo del rilevato autostradale e del rilevato della SP 185 in destra, a monte di Capriata. L'innalzamento del profilo di fondo compatibile con l'assetto proposto, è pertanto pari a 0,5 m, limite per il quale non viene alterata la fascia B.

Procedendo verso valle, fino a confluenza Lemme, la fascia golenale è più ampia concorre a determinare una scarsa sensibilità a variazioni del profilo di fondo. L'assetto di progetto proposto prevede la difesa in sponda destra del concentrico basso di Capriata e della SP 155; l'innalzamento di fondo massimo ipotizzato, pari a 1,5 m, determina innalzamenti del profilo piena inferiori mediamente a 0,5 m ed è pertanto compatibile.

Il maggior coinvolgimento dei piani golenali, in tale scenario, aumenterebbe le sollecitazioni su alcuni elementi, vulnerabili già nelle condizioni attuali: le vie di accesso ai ponti di Capriata e Predosa e il depuratore del Consorzio Depurazione Acque Reflue della Valle dell'Orba.

T. Orba - Segmento omogeneo 2 – dalla traversa della roggia di Bosco al ponte di Casal Cermelli

Il tratto valle di confluenza Lemme, compreso tra la derivazione della roggia Bosco e quella della roggia S. Michele ha alcune sezioni con quote di fondo fisse (le soglie di sfioro delle traverse e quelle in corrispondenza degli attraversamenti); l'influenza sui livelli idrici di innalzamenti di fondo nelle poche sezioni naturali presenti è quindi modesta.

Tuttavia la completa artificializzazione del tratto (due opere di presa, a distanza di poco più di 1 km, con nel mezzo l'attraversamento della A26 e un argine strategico in destra) condiziona totalmente la stabilità plano-altimetrica del nodo: non è pertanto compatibile un innalzamento del profilo di fondo superiore a 0,5 m.

Superata la traversa della roggia S. Michele, inizia il tratto maggiormente interessato dai fenomeni storici recenti di abbassamento del fondo alveo, che sono progressivamente più elevati verso la confluenza. L'elevata capacità di deflusso a piene rive dell'alveo, tra la traversa e il ponte di Casal Cermelli, è confermata indirettamente dalla notevole sensibilità (quasi una correlazione lineare) del profilo di massima piena all'innalzamento del fondo. Un innalzamento del profilo di fondo medio superiore a 0,5 m è quindi incompatibile con l'assetto proposto in quanto a monte favorirebbe il coinvolgimento in destra di un ampio areale esterno alla fascia B mentre in prossimità del capoluogo il franco idraulico verrebbe ridotto a meno di 50 cm.

T. Orba - Segmento omogeneo 1 – dal ponte di Casal Cermelli alla confluenza in Bormida

Nel tratto terminale, prima della confluenza, la sensibilità dei livelli idrici all'innalzamento del profilo di fondo si mantiene molto elevata. Innalzamenti superiori a mezzo metro determinano l'ampliamento delle aree inondabili in sinistra e la riduzione del franco idraulico a meno di 50 cm.

3 PROPOSTA DI REVISIONE DELLE FASCE FLUVIALI

Nel seguito, per tratti omogenei, viene fornita una breve descrizione delle caratteristiche principali delle fasce fluviali proposte per i segmenti omogenei in cui è suddivisa l'asta.

3.1 Fiume Bormida

3.1.1 Segmento omogeneo 8 – da Acqui Terme al ponte di Strevi

3.1.1.1 *TRATTO BO08200: da Acqui Terme alla traversa di Visone*

In sinistra

La fasce A e B si sviluppano, pressoché coincidenti, prevalentemente a ridosso del terrazzo netto e insommergibile che definisce l'ambito fluviale fino all'ansa di Visone, dove le aree a tergo della sponda interna sono coinvolte dall'esondazione.

Nel complesso non sono previste varianti sostanziali rispetto ai limiti del PAI vigenti per quanto riguarda la fascia B. La fascia A, in corrispondenza delle sponde interne dei meandri, è posta nel PAI lungo il limite dell'alveo attivo mentre le analisi idrauliche eseguite mostrano come la componente cinetica del moto sia rilevante sui piani golenali fino al limite di inondazione: il limite proposto è quindi più ampio rispetto alla perimetrazione attuale in tali punti.

Si evidenzia l'esigenza di contenere i livelli del profilo di progetto (B di progetto) a monte del ponte ferroviario, dove raggiungono il rilevato della ex SS 30 e attraverso alcuni fornici/sottovia coinvolgono le aree insediate retrostanti.

La perimetrazione della fascia C, coerente nella sostanza con quella vigente, segue il limite morfologico che definisce l'ambito fluviale.

In destra

Anche in destra le fasce A e B, pressoché coincidenti, si sviluppano in genere lungo il limite morfologico netto che definisce l'ambito fluviale; solo in corrispondenza dell'ansa a valle del ponte della linea ferroviaria Alessandria – Acqui le fasce si allontanano dal limite morfologico, a definire le aree basse inondabili per l'evento di riferimento. La differenza più rilevante rispetto al PAI, anche in destra, riguarda l'estensione della fascia A in corrispondenza delle sponde interne dei meandri, come precedentemente descritto.

Ad Acqui T., a valle del ponte Carlo Alberto, in corrispondenza della confluenza di un affluente (tombato), il sistema arginale di recente realizzazione non è continuo e richiede l'inserimento di una B di progetto.

La fascia C coinvolge, a valle del ponte stradale, l'areale delle terme che, anche qualora protetto da un sistema arginale, è a quote inferiori rispetto ai livelli di piena di progetto. Procedendo verso valle, il limite proposto è coerente con quello vigente e posto lungo il limite dell'ambito fluviale.

3.1.1.2 TRATTO BO08100: dalla traversa di Visone al ponte di Strevi

In sinistra

A valle della confluenza del t. Caramagna, l'ambito fluviale si amplia e per la portata con tempo di ritorno di 200 anni sono coinvolte prima aree agricole e poi una serie di insediamenti, prossimi all'abitato di Strevi, compresi tra la linea ferroviaria e l'alveo. La fascia B proposta segue i limiti naturali che confinano l'inondazione in tutto il tratto, sensibilmente più ampi rispetto a quella vigente del PAI. Viene confermata l'indicazione del PAI che non prevede interventi strutturali per la difesa degli insediamenti citati, ritenendo un'eventuale argine incompatibile con le condizioni di deflusso. E' prevista la protezione (B di progetto) del rilevato ferroviario in prossimità della confluenza, posta al piede della spalla del viadotto della Variante della ex SS 30 di valle Bormida.

La fascia A proposta è sempre più ampia dell'alveo attivo, lungo il quale si sviluppa invece quella del PAI. In corrispondenza del ponte di Strevi, il deflusso coinvolge i piani campagna adiacenti alle sponde in modo netto, interessando alcuni tra gli insediamenti citati e la SP 195 di accesso al ponte stesso.

La fascia C segue, in questo tratto, il limite morfologico netto che individua l'ambito fluviale, in buona coerenza con il tracciato del PAI. La differenza più rilevante è in corrispondenza di Strevi, dove il limite proposto segue il terrazzo principale e coinvolge la parte bassa dell'abitato compresa tra l'ex SS 30 e la linea ferroviaria. In occasione di eventi estremi il rilevato ferroviario, non destinato a svolgere funzioni di argine, viene raggiunto dai livelli di piena e l'area a tergo dello stesso è coinvolta almeno parzialmente.

In destra

A valle della traversa di Visone la fascia B è più ampia rispetto ai limiti vigenti e coinvolge alcuni insediamenti isolati anche oltre il canale di derivazione, tra l'opera trasversale e la confluenza del torrente Caramagna. A monte del ponte di Strevi, un vasto areale interessato da coltivi, sede di forme fluviali relitte, è inondabile: la perimetrazione proposta, nettamente più ampia rispetto alla vigente, coinvolge tali aree fino al limite morfologico naturale.

La fascia A, definita in funzione del campo di moto per TR200, è sensibilmente più ampia rispetto alla vigente, che in gran parte del tratto coincide con la sponda dell'alveo attivo.

La perimetrazione della fascia C è difforme rispetto a quella del PAI: a monte coinvolge l'area di confluenza del t. Caramagna, non considerata nel PAI, e a valle segue l'areale d'inondazione condizionato dalla forma relitta presente.

3.1.2 Segmento omogeneo 7 – dal ponte di Strevi al ponte di Cassine

3.1.2.1 *TRATTO BO07300: dal ponte di Strevi alla confluenza del rio Budello*

In sinistra

Il limite della fascia B si sviluppa lungo il tracciato della linea ferroviaria Alessandria-Acqui che è stata realizzata in corrispondenza del limite morfologico dell'ambito fluviale e conferma la fascia vigente. Sono coinvolte aree interessate da coltivazioni agricole.

La fascia A coinvolge buona parte dell'area d'esondazione e anche in questo caso conferma la perimetrazione attuale.

La fascia C è definita dalle scarpate dei terrazzi principali tanto in destra quanto in sinistra, come già nel PAI.

In destra

La fasce A e B, sostanzialmente coincidenti, seguono le scarpate dei terrazzi che definiscono l'ambito fluviale. Il tracciato è coerente con quello vigente e coinvolge aree agricole e qualche insediamento isolato.

3.1.2.2 *TRATTO BO07200: dalla confluenza del rio Budello a c.na Gallareto*

In sinistra

Il limite della fascia B si sviluppa lungo il tracciato planimetrico della linea ferroviaria Alessandria-Acqui, che corre a quota inferiore rispetto al profilo di piena di progetto; a difesa dell'infrastruttura è prevista la realizzazione di un sistema arginale (B di progetto).

La fascia A è coincidente con la B ed analoga a quella del PAI.

La fascia C, analogamente alla vigente, segue lo sviluppo planimetrico della SS 30, che si snoda pressoché al piede dei versanti.

In destra

La fascia B segue le scarpate dei terrazzi che definiscono l'ambito fluviale, è coerente con quella vigente e coinvolge aree in gran parte agricole. Solo a monte dell'abitato di Castelnuovo la morfologia del terreno suggerisce una delimitazione difforme da quella del PAI: non è confermata la necessità di una B di progetto a monte dell'argine di recente realizzazione che per altro non risulta adeguato in quota.

La fascia A è pressoché coincidente con la B ed analoga al tracciato del PAI.

La fascia C si sviluppa dapprima lungo il limite morfologico dell'ambito fluviale (in analogia a quella vigente) per poi seguire lo sviluppo planimetrico della SP 195 in ingresso a Castelnuovo, in modo da includere l'areale difeso dal sistema arginale strategico.

3.1.2.3 *TRATTO BO07100: da c.na Gallareto al ponte di Cassine*

In sinistra

La fascia B segue prima l'andamento del rilevato ferroviario per poi staccarsi in avanzamento verso l'alveo, evidenziando (fascia B di progetto) l'esigenza di protezione dell'insediamento produttivo, posto tra la linea ferroviaria e il canale Carlo Alberto, e del rilevato d'accesso al ponte di Cassine, nel tratto tra insediamento produttivo e canale irriguo (a completamento degli interventi dovranno essere adeguati anche gli argini perimetrali della presa del Carlo Alberto).

La fascia A non si discosta in modo rilevante dalla B ed è analoga a quella vigente.

La fascia C, analogamente alla vigente, segue lo sviluppo planimetrico prima della SS 30 e poi della linea ferroviaria Alessandria - Acqui, infrastrutture che si snodano pressoché al piede dei versanti.

In destra

La fascia B si sviluppa prima lungo il sistema arginale esistente (recentemente potenziato ma non ancora pienamente adeguato), a difesa dell'abitato di Castelnuovo, per poi portarsi per un breve tratto in corrispondenza della SP 196: il rilevato stradale va affiancato, lato fiume, da un argine (B di progetto) per avere un franco di sicurezza sul profilo di piena. Superati gli ultimi insediamenti di Castelnuovo, la B si stacca dalla SP 196 e riprende il tracciato delle arginature di recente realizzazione.

La fascia A coincide con la B fino in corrispondenza di Castelnuovo, a valle del quale si contrae, seguendo il rilevato della SP 196 che porta al ponte per Cassine.

La fascia C in questo tratto comprende l'areale, sottostante ai livelli di massima piena, difeso dal sistema arginale strategico.

3.1.3 Segmento omogeneo 6 – dal ponte di Cassine al ponte di Sezzadio

3.1.3.1 *TRATTO BO06200: dal ponte di Cassine alla confluenza del rio Scapiano*

In sinistra

Il tracciato della fascia B, non significativamente difforme rispetto a quello vigente, segue l'andamento del canale Carlo Alberto. Lo stesso canale richiede argini di protezione per evitare che diventi in piena una via preferenziale di deflusso e provochi esondazioni a valle.

La fascia A evidenzia il pieno coinvolgimento delle aree golenali; è molto più ampia rispetto a quella del PAI e prossima ai limiti d'esondazione.

La fascia C, più ampia di quella vigente, segue prima lo sviluppo della linea ferroviaria Alessandria - Acqui e poi la morfologia, in coerenza con i limiti delle aree inondate in occasione degli eventi storici più gravosi e per la piena TR500 anni.

In destra

Superato il rilevato della SP 196, di accesso al ponte di Cassine, la fascia B segue dapprima l'arginatura esistente per poi arretrare verso la scarpata del terrazzo che definisce l'ambito fluviale. In questo tratto vi è l'esigenza di chiudere il sistema difensivo per evitare l'inondazione da valle dell'area insediata (B di progetto), compresa tra l'opera esistente e via Roma. Procedendo verso valle, la fascia segue i limiti morfologici netti che definiscono l'ambito fluviale ed è in buon accordo con la perimetrazione vigente.

La fascia A si sviluppa pressoché sovrapposta alla B in tutto il tratto, sensibilmente più ampia rispetto a quella del PAI, posta in prevalenza a ridosso dell'alveo attivo.

La fascia C, analoga a quella vigente, si sviluppa lungo il limite morfologico definito dai terrazzi antichi che disegnano l'ambito fluviale.

3.1.3.2 *TRATTO BO06100: dalla confluenza del rio Scapiano al ponte di Sezzadio*

In sinistra

Il tracciato della fascia B, coerente con i limiti vigenti, segue l'andamento planimetrico del canale Carlo Alberto, che può essere raggiunto, localmente, dai livelli di piena. Si conferma l'esigenza di protezione (B di progetto) del canale per evitare che provochi inondazioni in corrispondenza del concentrico di Gavonata e dell'area insediata prossima alla stazione di Sezzadio.

La fascia A coinvolge gran parte delle aree golenali, secondo le caratteristiche del campo di moto per il tempo di ritorno di 200 anni. La perimetrazione vigente, in genere prossima all'alveo attivo, sottostima l'effettiva estensione della fascia di deflusso.

La fascia C conferma nella sostanza la perimetrazione attuale, seguendo l'andamento planimetrico prima della ex SS 30 e poi della SP 186.

In destra

I tracciati proposti per le fasce B e C, coerenti con quelli vigenti, sono definiti dalle scarpate dei terrazzi morfologici e definiscono l'ambito fluviale.

La fascia A conferma nella sostanza il tracciato del PAI.

3.1.4 Segmento omogeneo 5 – dal ponte di Sezzadio a loc. C.na San Leonardo

In sinistra

A valle del ponte di Sezzadio la fascia B segue l'andamento planimetrico della linea ferroviaria Alessandria – Acqui, in significativo arretramento rispetto al limite vigente, non coinvolgendo tuttavia centri abitati ma aree interessate da coltivi.

La perimetrazione della fascia A è sensibilmente difforme rispetto a quella vigente, con differenze che coinvolgono solo aree agricole.

La fascia C segue l'andamento del canale Carlo Alberto, che si sviluppa al piede dei versanti che confinano l'ambito fluviale.

In destra

La fascia B conferma nella sostanza la perimetrazione vigente, adattandola al maggior dettaglio della base topografica disponibile. Il limite è sensibilmente più ampio delle aree inondabili per TR200, ma coinvolge zone morfologicamente connesse all'ambito fluviale, peraltro non interessate da insediamenti.

La fascia A conferma nella sostanza il limite vigente.

La fascia C segue i limiti morfologici definiti dai terrazzi antichi per poi, a monte di Castellazzo, aprirsi verso est raccordandosi con la fascia C dell'Orba.

3.1.5 Segmento omogeneo 4 – da loc. C.na San Leonardo al ponte di Castellazzo Bormida

3.1.5.1 *TRATTO B004200: da c.na San Leonardo alla confluenza del rio Ghisone*

In sinistra

La fascia d'esonazione segue l'andamento del sistema difensivo realizzato a difesa del centro di Borgoratto ad est della Variante alla ex SS 30; tale sistema risulta solo in parte completato e adeguato,

La fascia A è definita dai terrazzi recenti che limitano il deflusso, che verso valle tende a coincidere con il limite d'esonazione, confinato dal sistema difensivo.

La fascia C segue l'andamento del canale Carlo Alberto, che si sviluppa lungo i confini morfologici dell'ambito fluviale. Il limite proposto, più ampio di quello vigente, comprende l'intero abitato di Borgoratto, che sarebbe in buona parte inondabile in assenza degli argini citati.

In destra

Le fasce A e B, pressoché coincidenti, si sviluppano lungo il sistema arginale, di recente realizzazione e adeguato, a difesa del centro di Castellazzo Bormida.

3.1.5.2 TRATTO B004100: dalla confluenza del rio Ghisone al ponte di Castellazzo Bormida

In sinistra

La fascia B si sviluppa, coerentemente con quella vigente, seguendo il tracciato della Variante alla ex SS 30 lungo il quale, lato fiume, sono state realizzati, più o meno recentemente, alcuni sistemi arginali classificati strategici. Dove il rilevato stradale è esposto direttamente alla piena, come a monte del ponte per Castellazzo, vi è l'esigenza di realizzare un'opera con funzioni di tenuta idraulica (B di progetto).

La fascia A segue, prevalentemente, la scarpata che definisce l'alveo attivo. La perimetrazione è coerente, nella sostanza, con la fascia vigente.

La fascia C, definita secondo i limiti morfologici che individuano l'ambito fluviale, segue dapprima il tracciato del canale Carlo Alberto per poi avvicinarsi all'alveo attivo, in accordo con la perimetrazione attuale; da quest'ultima si discosta a monte del ponte per Castellazzo per seguire il tracciato della linea ferroviaria Alessandria-Acqui. L'infrastruttura, in ingresso ad Alessandria, si sviluppa nella zona spartiacque tra Tanaro e Bormida e pare costituire un limite rispetto al profilo di piena, anche in caso di non efficienza del sistema arginale.

In destra

La fascia B si sviluppa lungo il sistema arginale, di recente realizzazione e adeguato, a difesa di Castellazzo Bormida.

La fascia A subisce una contrazione a causa del rilevato della SP 181.

3.1.6 Segmento omogeneo 3 – dal ponte di Castellazzo Bormida alla confluenza del torrente Orba

In sinistra

La fascia B conferma, nella sostanza, la perimetrazione vigente che si sviluppa lungo il tracciato della Variante alla ex SS 30, che in questo tratto diventa tangenziale di Alessandria. Si conferma l'esigenza di interventi strutturali (B di progetto) che costituiscano una linea di continuità (fornici, svincolo casello autostradale Alessandria-sud) e tenuta (sollecitazioni idrodinamiche) del sistema difensivo.

La fascia A occupa pressoché interamente la fascia d'esondazione; il tracciato è coerente con quello vigente.

La fascia C si mantiene lungo lo sviluppo della linea ferroviaria Alessandria-Acqui e comprende le aree soggiacenti ai massimi livelli di piena nel caso in cui il sistema arginale non sia efficace.

In destra

La fascia B prima segue il sistema arginale continuo fino al ponte della A26, poi segue l'andamento delle infrastrutture che vincolano l'alveo di piena, sviluppandosi lungo la viabilità che porta al ponte della Maranzana e quindi lungo il rilevato della linea ferroviaria Alessandria-Ovada. In tutto questo secondo tratto è confermata l'esigenza di interventi strutturali per il contenimento dei livelli di piena, localmente per effettiva insufficienza delle quote di ritenuta e generalmente per assegnare al rilevato funzioni di tenuta idraulica.

Tra il ponte della linea ferroviaria e il ponte della Maranzana, la fascia segue i rilevati arginali esistenti e poi si apre verso confluenza dell'Orba lungo il rilevato della strada per Casal Cermelli, senza necessità di nuovi argini.

La fascia A si sviluppa a ridosso della scarpata che disegna l'alveo attivo.

3.1.7 Segmento omogeneo 2 – dalla confluenza del torrente Orba al ponte della SS 10

In sinistra

La perimetrazione della B, coerente nella sostanza con quella vigente, segue, fino al ponte della linea ferroviaria AL-GE, dapprima il rilevato della ferrovia Alessandria – Ovada, quindi quello della tangenziale ed infine lo storico argine dell'Aulara. Nel primo tratto si evidenzia la necessità di adeguare i rilevati delle infrastrutture a funzioni di contenimento dei livelli idrici (B di progetto) mentre l'argine storico necessita di interventi di manutenzione. Tra il ponte ferroviario AL-GE e il ponte della ex SS 10, la fascia conferma il tracciato vigente lungo il sedime della tangenziale di Alessandria: è confermata l'esigenza di dare continuità e adeguatezza idraulica (B di progetto) con interventi strutturali al rilevato stradale.

La fascia A evidenzia da un lato la forte interferenza con il deflusso di piena determinata dal rilevato della linea ferroviaria AL-GE e dall'altro come l'argine golenale aperto, posto in prossimità di confluenza Orba, limiti l'efficacia dell'area golenale disponibile.

La fascia C, più ampia rispetto a quella vigente, si mantiene prima lungo lo sviluppo della linea ferroviaria Alessandria-Acqui per poi seguire il limite del tessuto urbano, comprendendo aree soggiacenti ai massimi livelli di piena, qualora il sistema arginale non fosse efficace.

In destra

Tra la confluenza dell'Orba e il ponte della linea ferroviaria AL-GE viene confermata l'esigenza di un argine (B di progetto) che dalla confluenza del rio dell'Acqua al ponte tuteli gli insediamenti retrostanti. Tra ponte stradale e ponte ferroviario viene confermata la perimetrazione del PAI; nel primo tratto l'argine esistente necessita di interventi di adeguamento e manutenzione, mentre in avvicinamento al ponte l'assetto definitivo proposto prevede l'arretramento della linea arginale (B di progetto) e la contestuale realizzazione di un attraversamento nella fascia golenale tra il forte e la rotonda esistente. Nella descrizione degli interventi di sistemazione idraulica è esposto in dettaglio l'assetto transitorio proposto in attesa della risoluzione complessiva delle criticità del nodo.

Il tracciato della fascia A evidenzia da un lato la forte interferenza del ponte ferroviario e, a valle dello stesso, come l'intero ambito fluviale definito dalle arginature contribuisca in misura rilevante al deflusso.

La fascia C, a monte, si raccorda con i limiti morfologici che definiscono l'ambito fluviale mentre a valle ricomprende gli areali soggiacenti ai livelli di massima piena senza tenere conto del sistema arginale esistente o di progetto.

3.1.8 Segmento omogeneo 1 – dal ponte della SS 10 alla confluenza del fiume Tanaro

La delimitazione delle fasce nell'area di confluenza dipende in misura preponderante dalle condizioni di deflusso del fiume Tanaro, che non sono analizzate nel presente studio. La proposta di variante/integrazione delle fasce del PAI è pertanto limitata al ponte della ex S.S. 10.

3.2 Torrente Orba

3.2.1 Segmento omogeneo 3 – da Silvano d’Orba alla traversa della roggia di Bosco (confluenza Lemme)

3.2.1.1 *TRATTO OR03200: da Silvano d’Orba alla confluenza del rio Secco*

In sinistra

La fascia B è confermata lungo il piede del rilevato autostradale, in ragione dell’involuppo tra il limite inondato e quelli derivanti dalle caratteristiche geomorfologiche ed ecologiche. La B di progetto lungo il tracciato non viene confermata in ragione dell’effettiva estensione delle aree inondabili e dei ridotti tiranti che solo localmente interessano il piede del rilevato. L’unico tratto interessato con continuità (circa 700 m) è in corrispondenza dello stabilimento industriale Saiwa, dove comunque non si hanno velocità e altezze idriche rilevanti.

La fascia A coinvolge, fino a Pratalborato, il solo alveo attivo, coerentemente con quella vigente; procedendo verso valle, il limite si amplia interessando buona parte della piana inondabile.

La fascia C vigente si sviluppa, sovrapposta alla B, al piede del rilevato della A26; il limite proposto è più ampio, coerente con i limiti morfologici naturali e con le aree inondate nella piena del 1977.

In destra

Le fasce A e B sono confermate da Silvano d’Orba a Pratalborato; il terrazzo principale contiene i massimi livelli di piena e definisce l’ambito di deflusso. A valle, fino a Capriata, la fascia B proposta si amplia coinvolgendo l’intero ambito inondabile per TR200 e interessato dall’evento del 1977. Il limite proposto segue il tracciato della SP 155, coerente con i limiti della fascia d’esondazione. Anche la fascia A è più ampia rispetto al PAI, andando ad interessare buona parte del piano inondabile, dove le velocità sono rilevanti.

La fascia C si sviluppa al piede del terrazzo antico, che definisce storicamente l’ambito fluviale: ad eccezione di scostamenti locali dovuti a un maggior dettaglio appoggiato all’informazione morfologica, il limite è coerente con il PAI.

3.2.1.2 *TRATTO OR03100: dalla confluenza del rio Secco alla traversa roggia di Bosco*

In sinistra

La fascia B, molto ampia rispetto a quella vigente, coinvolge l’intera piana fino a Predosa, in accordo con le aree coinvolte nell’evento alluvionale del 1977. Il limite della fascia B è posto lungo il terrazzo insormontabile che limita l’ambito fluviale e coinvolge aree agricole e qualche insediamento isolato (località Ospedale).

Anche la fascia A è molto più ampia rispetto a quella vigente: a valle del ponte di Capriata, si apre a comprendere buona parte della piana fino a raggiungere il terrazzo antico e sovrapporsi alla B.

La fascia C si sviluppa, sovrapposta alla B in tutto il tratto, lungo il piede del terrazzo antico insormontabile.

In destra

La fascia B si mantiene ampia rispetto all’alveo attivo, prima seguendo l’andamento di un corpo idrico quindi, a partire dall’abitato di Capriata, della strada provinciale, in coerenza

con il limite delle aree in gran parte coinvolte nella piena del 1977. La porzione nord-occidentale dell'abitato è in parte interessata dai fenomeni di inondazione e viene pertanto proposta la realizzazione di un argine (B di progetto) in sostanziale alla viabilità provinciale.

L'arginatura presente a valle dell'abitato, a tutela di aree agricole, si sviluppa in parte a ridosso dell'alveo attivo e presenta uno stato manutentivo tale da minacciare la funzionalità dell'opera, che per questi aspetti è classificata non strategica. A difesa della, SP 155, che nel tratto di monte sarebbe sormontata, è proposto un nuovo argine in affiancamento (B di progetto).

La fascia A è sovrapposta alla B; la piana adiacente, a valle di Capriata, viene pienamente coinvolta dai deflussi di piena, una volta dismesso l'argine esistente a ridosso dell'alveo attivo.

La fascia C si sviluppa lungo il limite morfologico definito dai terrazzi antichi, ad est della SP 155.

3.2.2 Segmento omogeneo 2 – dalla traversa della roggia di Bosco al ponte di Casal Cermelli

3.2.2.1 *TRATTO OR02300: dalla traversa della roggia di Bosco alla traversa della roggia San Michele*

In sinistra

La fascia B si sviluppa lungo il terrazzo che segna l'ambito fluviale, in parte seguendo l'andamento attuale, in coerenza con le evidenze geomorfologiche.

La fascia A vigente, definita lungo l'alveo attivo, non è coerente con le modalità di deflusso, che coinvolgono il piano inondabile, prima fino al terrazzo antico e poi, in corrispondenza del ponte del raccordo A26 - A7, fino al rilevato arginale esistente.

La fascia C riprende e dettaglia quella vigente, già impostata lungo il piede del limite morfologico che storicamente definisce l'ambito fluviale.

In destra

La fascia B (difforme dalla vigente, impostata sul limite dell'alveo attivo) si sviluppa in corrispondenza dell'arginatura (classificata come strategica), funzionalmente adeguata solo fino al ponte della A26, che da confluenza Lemme procede verso valle fino alla derivazione della roggia S. Michele. La fascia A è sovrapposta alla B, a testimonianza del contributo al deflusso fornito dall'area golenale.

La fascia C è, a partire da confluenza Lemme, molto più ampia rispetto al limite vigente, e segue la morfologia del fondovalle (terrazzi antichi), coerentemente con le aree inondate nel 1977 e con l'estensione dell'inondazione che si verificherebbe qualora si avesse il cedimento dell'argine.

3.2.2.2 *TRATTO OR02200: dalla traversa della roggia S. Michele a Portanuova*

In sinistra

La fascia B (che coincidente con la C) si sviluppa lungo il terrazzo antico che segna l'ambito fluviale, in parte seguendo l'andamento attuale, in parte arretrandosi a coinvolgere l'ampia area in parte inondabile connessa geomorfologicamente. L'arginatura esistente in località Ritorto è classificata come strategica; più a valle si sviluppa un rilevato arginale classificato come non strategico e non sollecitato dai livelli di piena.

La fascia A si sviluppa lungo il terrazzo recente che oggi disegna l'alveo dell'Orba.

In destra

La fascia B si amplia rispetto all'alveo attivo (e al limite del PAI), a valle della traversa, fino alla roggia San Michele, che può determinare in una area pianeggiante e in quota rispetto al profilo di piena, il limite di esondazione naturale. Verso valle il tracciato si mantiene lungo il canale irriguo in coerenza con la fascia PAI.

La fascia A è coerente con quella vigente e prossima alla linea di sponda dell'alveo attivo, a testimonianza di una capacità di deflusso a piene rive molto elevata.

La fascia C si mantiene lungo il terrazzo antico che definisce l'ambito fluviale ed è molto più ampia della perimetrazione del PAI; il limite proposto tiene in considerazione gli effetti dell'alluvione del 1977 e si appoggia cautelativamente un elemento con gradiente altimetrico netto.

3.2.2.3 TRATTO OR02100: da Portanuova al ponte di Casal Cermelli

In sinistra

La fascia B conferma l'andamento del PAI che coinvolge tutta la regione fluviale connessa dal punto di vista geomorfologico, idraulico ed ecologico-ambientale all'alveo. Oggi l'inondazione della piana è impedita dalla presenza di un argine continuo (classificato non strategico), in pessimo stato manutentivo, che si sviluppa a ridosso dell'alveo attivo e difende aree sostanzialmente agricole.

L'esigenza di interventi strutturali per il contenimento dei livelli (B di progetto) non è confermata in quanto la morfologia naturale, anche in assenza dell'argine citato, limita l'esondazione.

La fascia A si sviluppa, coerente con quella vigente, lungo il terrazzo recente che delimita l'alveo attivo.

La fascia C è difforme da quella vigente a valle di Portanuova; il limite morfologico che, fino all'abitato, disegna la fascia, qui si allontana, evidenziando come l'ambito fluviale naturale della confluenza tra Bormida e Orba sia più ampio rispetto alla fascia C vigente, che segue la SP 185. I livelli di piena per TR500 possono interessare la strada provinciale, a tergo della quale sono presenti numerose forme relitte e aree soggiacenti: cautelativamente la fascia C si apre lungo l'elemento morfologico fino a raccordarsi alla fascia analoga del Bormida, a monte di Castellazzo.

In destra

La fascia B conferma in tutto il tratto il tracciamento del PAI; a monte, in località Cascina S. Michele, comprende l'ampia area tra alveo e roggia S. Michele, connessa dal punto di vista geomorfologico e idraulico, mentre a valle, verso il ponte di Casal Cermelli, il tracciamento si avvicina all'alveo attivo, riconoscendo l'esigenza di protezione (B di progetto) degli insediamenti retrostanti e della SP 181.

Oggi l'inondazione dell'area è impedita da un argine continuo, in pessimo stato manutentivo, che si sviluppa, a partire da Portanuova fino a Casal Cermelli, a ridosso dell'alveo attivo e difende aree agricole nel tratto di monte e una serie di insediamenti tra l'alveo e la SP 181 a valle; l'opera è classificata strategica solo nel tratto di valle. Lo stato dell'opera e la posizione rispetto all'alveo attivo hanno indotto a mantenere la B di progetto, prevista dal PAI, assegnando un nuovo tracciato in arretramento rispetto all'alveo attivo.

La fascia A è in buona parte coerente con la perimetrazione vigente e in genere si sviluppa lungo la linea di sponda che segna l'alveo a piene rive.

La fascia C continua a mantenersi molto più ampia rispetto alla vigente, al piede del terrazzo antico (al di sopra del quale si trovano gli abitati di Bosco Marengo e Frugarolo)

che definisce l'ambito fluviale. In questo tratto, l'area compresa in fascia C è più probabile che possa venire coinvolta da inondazioni provenienti da monte, che partano dalla confluenza del Lemme, rispetto a fenomeni locali diretti, che sono meno facili in ragione dell'elevato approfondimento dell'alveo che si è verificato.

3.2.3 Segmento omogeneo 1 – dal ponte di Casal Cermelli alla confluenza in Bormida

In sinistra

La fascia B si sviluppa, a valle di Casal Cermelli, lungo il tracciato del sistema arginale esistente, in carente stato manutentivo e con alcune discontinuità, fino in prossimità di Cascina Fallita dove si apre, ormai in prossimità di confluenza in Bormida, per chiudersi successivamente sul rilevato della SP 185. Il tracciato non si scosta in modo sostanziale da quello del PAI ma tiene conto della presenza dell'argine con ogni probabilità non rilevata negli studi propedeutici al PAI stesso. I deflussi sono contenuti dall'alveo attivo e non interessano le aree adiacenti; pertanto non è confermata la necessità dell'argine e quello esistente è classificato non strategico.

La fascia A coincide in tutto il tratto con la B, a testimonianza del notevole processo di approfondimento del fondo alveo da Casal Cermelli a confluenza Bormida, che ha aumentato la capacità di portata a sponde piene dell'alveo attivo.

In destra

Il tracciato della fascia B conferma la perimetrazione del PAI; il limite si sviluppa, a valle del ponte e fino alla confluenza del rio dell'Acqua, lungo la linea arginale esistente, che oggi non è sollecitata dai livelli di piena. L'opera non è quindi classificata strategica e non è confermata la B di progetto del PAI

A valle, in prossimità della confluenza con il Bormida, la fascia conferma il tracciato vigente e l'esigenza di protezione (B di progetto) degli insediamenti esistenti tra l'alveo e la linea ferroviaria Alessandria-Genova. In questo tratto, in corrispondenza di Villa Molino, il profilo di piena ha quote coincidenti con quelle dell'area retrostante, oggi difesa da un argine (in carenti condizioni strutturali) adiacente alla sponda dell'alveo attivo. L'opera è classificata non strategica e viene confermata l'indicazione del PAI in arretramento rispetto all'alveo attivo.

La fascia A segue, pressoché in tutto il tratto, la sponda dell'alveo attivo.

La fascia C si apre ad est, seguendo la morfologia del terreno, per raccordarsi con la fascia omologa del Bormida definita, tra il ponte della linea ferroviaria AL-GE.

4 INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA, DI RECUPERO MORFOLOGIO E GESTIONE DEI SEDIMENTI: DESCRIZIONE SINTETICA PER TRATTI OMOGENEI

Sono descritti gli elementi conoscitivi principali che hanno guidato la definizione dell'assetto di progetto e delle conseguenti linee di intervento, proposte successivamente in schede, per tratti omogenei, sia per quanto riguarda gli interventi di sistemazione idraulica che gli interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti. E' necessario sottolineare che le due tipologie di intervento sono proposte in parallelo, in ragione della chiara correlazione reciproca e dell'opportunità di definire, a valle del quadro conoscitivo di analisi, l'assetto di progetto dei corsi d'acqua in forma integrata.

Per il torrente Orba nel tratto di monte, da Castel Cerreto a Silvano d'Orba, e per il tratto del torrente Stura di Ovada in prossimità della confluenza in Orba, lo studio ha definito le linee di intervento limitatamente al recupero morfologico e alla gestione dei sedimenti.

Le Tab. 3, Tab. 4 e Tab. 5 riportano la suddivisione in tratti omogenei dei tre corsi d'acqua considerati, rispetto ai quali sono definiti gli interventi di sistemazione

Tab. 3 Tratti omogenei del fiume Bormida da Acqui Terme alla confluenza Tanaro

Unità fisiografica	Segmento	Tratto	Descrizione	Lunghezza (m)
ALTA PIANURA	BO01	BO01100	dal ponte della SS10 (Sez. 5M) a confluenza Tanaro (Sez. 1)	4367
	BO02	BO02100	da confluenza Orba (Sez. 8) al ponte della SS10 (Sez. 5M)	5189
	BO03	BO03100	da p.te di Castellazzo (Sez. 13M) a confluenza Orba (Sez. 8)	6098
	BO04	BO04100	da confluenza rio Ghisone (Sez. 15) a ponte di Castellazzo Bormida (Sez. 13M)	3823
		BO04200	da c.na S.Leonardo (Sez. 16) a confluenza rio Ghisone (Sez. 15)	2276
	BO05	BO05100	da p.te di Sezzadio (Sez. 19M) a loc. c.na San Leonardo (Sez. 16)	6316
	BO06	BO06100	da confluenza rio Scapiano (Sez. 22) a p.te di Sezzadio (Sez. 19M)	4491
		BO06200	da p.te di Cassine (Sez. 24M) a confluenza rio Scapiano (Sez. 22)	3082
	BO07	BO07100	da c.na Gallareto (Sez. 27) a p.te di Cassine (Sez. 24M)	3824
		BO07200	da confluenza rio Budello (Sez. 27Nbis) a c.na Gallareto (Sez. 27)	4952
BO07300		da p.te di Strevi (Sez. 30M) a confluenza rio Budello (Sez. 27Nbis)	2496	
COLLINA	BO08	BO08100	da traversa Visone (Sez. 35bis) a p.te di Strevi (Sez. 30M)	5446
		BO08200	da Acqui Terme (Sez. 40M) a traversa Visone (Sez. 35bis)	5735

Tab. 4 Tratti omogenei del torrente Orba da Castel Cerreto a confluenza Bormida

Unità fisiografica	Segmento	Tratto	Descrizione	Lunghezza (m)
ALTA PIANURA	OR01	OR01100	da ponte di Casal Cermelli (Sez. 08Bis) a confluenza Fiume Bormida (Sez. 1)	5511
	OR02	OR02100	da Portanuova (Sez.14) a ponte di Casal Cermelli (Sez. 8Bis)	4692
		OR02200	da traversa roggia S. Michele (Sez. 24 Bis) a Portanuova (Sez.14)	3883
		OR02300	da traversa roggia di Bosco (Sez. 30Bis) a traversa roggia S. Michele (Sez. 24 Bis)	1376
	OR03	OR03100	da confluenza rio Secco (Sez. 43) a traversa roggia di Bosco (Sez. 30Bis)	6506
		OR03200	da Silvano d'Orba (Sez. 53) a confluenza rio Secco (Sez. 43)	5608
COLLINA	OR04	OR04100	da confluenza Stura a Silvano d'Orba	4745
	OR05	OR05100	da Ovada a confluenza Stura	2242
		OR05200	dalla soglia di Battigliosi (Molare) a Ovada	5425
		OR05300	da Castel Cerreto alla soglia di Battigliosi (Molare)	2722

Tab. 5 Tratti omogenei del torrente Stura di Ovada dal ponte della linea ferroviaria AL-GE a confluenza Orba

Unità fisiografica	Segmento	Tratto	Descrizione	Lunghezza (m)
COLLINA	SO01	SO01100	dal ponte Ovada Belforte a confluenza Orba	3611
MONTAGNA	SO02	SO02100	dal ponte della linea FFSS AL-GE al ponte Ovada-Belforte	666

4.1 Fiume Bormida

4.1.1 Criticità geomorfologiche e obiettivi di intervento

Le linee di intervento individuate rispondono alle analisi morfologiche e idrauliche svolte sul corso d'acqua, che hanno permesso di definirne l'assetto attuale, le relative tendenze evolutive possibili e le criticità connesse.

Le caratterizzazioni idraulica, geomorfologica ed ecologica sono riportate nelle schede presentate nei punti seguenti per singolo tronco omogeneo e permettono quindi una descrizione sufficientemente completa.

Pare utile in questa sede riassumere gli elementi salienti dell'assetto geomorfologico, letti alla scala di intera asta, oltre che a quella di tronco omogeneo, per correlarne le criticità emergenti con le linee di intervento proposte.

Va ricordato in proposito che la parte geomorfologica deve essere interpretata in forma integrata con le altre due componenti che determinano l'assetto dell'asta, anche se naturalmente gli interventi di riassetto morfologico sono principalmente correlati alla geomorfologia dell'alveo e al bilancio dei sedimenti.

In termini sintetici, le caratteristiche dell'alveo del fiume Bormida nel tratto in studio sono riassumibili nei seguenti capitoli.

4.1.1.1 *Alveo tipo*

Partendo da Acqui Terme, la prima porzione di tracciato ha caratteri da meandriforme a sinuoso, stabile, con sezione notevolmente incassata, sponde ripide su un fondo con frequenti affioramenti del substrato (a valle di Acqui e, successivamente, della traversa di Visone); modeste o assenti le erosioni di sponda anche in ragione delle opere di protezione mediamente diffuse.

Poco a monte della traversa di Cassine, l'attuale morfologia a meandri si è instaurata a seguito della realizzazione della traversa stessa e mostra tutt'ora segni di una certa instabilità planimetrica. Il piano golenale è interessato da cave estrattive a fossa, prossime all'alveo inciso, potenzialmente interferenti con l'assetto morfologico.

Il profilo di fondo, ora stabile dopo un periodo con approfondimenti consistenti, ha una profondità media attorno a 5-6 m rispetto al piano alluvionale.

Da Cassine fino alla confluenza dell'Orba, si passa da una debole sinuosità, subito a valle della traversa (presumibilmente influenzata dalla stessa), a una conformazione a meandri alternata ad una sinuosità accentuata; ovunque prevalgono la stabilità planimetrica e delle quote di fondo (anche in questo caso seguenti ai significativi abbassamenti storici recenti).

Il tratto terminale, a valle dell'Orba, assume invece una conformazione da debolmente sinuosa a rettilinea, dovuta a interventi di regimazione risalenti alla prima metà del '900, con sezione notevolmente incisa e sponde molto acclivi; mantiene i caratteri di stabilità planimetrica, con locale tendenza all'erosione di sponda, per ora per lo più contenuta dalle opere di difesa.

In generale, i piani golenali sono interessati da coltivazioni agricole fino in prossimità della sponda.

4.1.1.2 *Evoluzione storica*

Complessivamente il corso d'acqua mostra una variazione planimetrica modesta rispetto alle condizioni di fine '800 e praticamente insignificante nell'ultimo cinquantennio.

Vanno ricordate la trasformazione a meandri del tratto a monte della traversa di Cassine, rispetto ad un tracciato precedente di tipo sinuoso, a seguito della realizzazione della traversa e il taglio artificiale del meandro di Sezzadio.

In alcuni punti, si osserva attualmente una parziale ripresa dei processi di erosione di sponda, che non sembrano comunque in grado di portare a modificazioni significative a breve termine; i processi evolutivi potrebbero accelerare notevolmente per la presenza di numerosi siti estrattivi, sia attivi che abbandonati, nelle aree golenali, alcuni dei quali molto prossimi alla sponda attiva dell'alveo.

4.1.1.3 *Bilancio del trasporto solido*

Le stime effettuate sono state per forza di cose limitate in ragione delle informazioni disponibili; si concentrano pertanto su alcune considerazioni relativamente all'apporto potenziale medio del bacino montano e sulla valutazione della capacità di trasporto solido lungo l'alveo in funzione delle caratteristiche idrauliche del deflusso. Possono comunque essere prese in considerazione le seguenti valutazioni:

- il contributo solido del bacino montano non è sostanzialmente influenzato dalla presenza di invasi artificiali: le dighe di Valla e Osiglietta sottendono infatti sottobacini di dimensioni molto limitate rispetto a quelle del bacino complessivo;
- nonostante ciò, le condizioni morfologiche dell'asta nel tratto indagato sembrano mostrare una certa carenza di apporto solido da monte, interpretata sulla base di elementi indiretti quali le condizioni del profilo di fondo, la presenza di fenomeni erosivi di sponda, l'assenza di sovralluvionamenti significativi in occasione delle piene recenti; tale elemento, di notevole importanza, meriterebbe per altro un'attenta azione di monitoraggio;
- nelle condizioni geometriche attuali dell'alveo attivo, la capacità di portata solida non supera in misura apprezzabile l'apporto da monte; uniche eccezioni riguardano il tratto a valle del ponte di Castellazzo e il tratto terminale, in cui le caratteristiche idrauliche fanno ritenere presente una certa tendenza generalizzata all'erosione;
- in ragione di tale condizione, i fenomeni di erosione/deposito di materiale nell'alveo attivo sono prevalentemente imputabili a condizioni idrodinamiche locali e non rappresentano una tendenza a scala di asta;
- a livello di bilancio del trasporto solido in generale, sono sicuramente da escludere condizioni dell'alveo attivo contraddistinte da surplus di materiale solido rispetto all'assetto di progetto; prevalgono le situazioni di possibile equilibrio o di modesto deficit di materiale che possono ancora innescare tendenze erosive.

4.1.1.4 *Criticità*

Sono complessivamente riconducibili ai fenomeni storici recenti di abbassamento del profilo di fondo alveo e agli effetti indotti sull'idrodinamica complessiva di asta. Tali effetti sono riconducibili sostanzialmente alla dinamica delle piene:

- scarso coinvolgimento delle aree golenali;
- elevata velocità di deflusso in alveo; intense sollecitazioni erosive da parte della corrente sulle sponde e sulle opere interferenti;
- modesta laminazione in alveo nel trasferimento dei colmi di piana verso valle.

Un ulteriore elemento di criticità è costituito, a livello più locale, dalla presenza in alcuni tratti di cave di astrazione di inerti a fossa, in parte attive e in parte esaurite, che costruiscono un vincolo o interferiscono con la divagazione dell'alveo inciso; i punti più significativi sono localizzati nel tratto a monte della traversa di Cassine, all'altezza di Sezzadio e di Castellazzo, oltre che alla confluenza dell'Orba.

In alcuni tratti (come per esempio a valle del ponte di Castellazzo) permane una certa tendenza all'approfondimento del profilo di fondo.

In merito all'assetto ecologico della regione fluviale è rilevante segnalare le condizioni di degrado (disconnessione idraulica, attività estrattive residue e/o dismesse, pressione attività agricole) dell'areale a ridosso della lanca di Sezzadio, Sito d'Importanza Regionale - SIR IT 1180022 "Bormida Morta di Sezzadio".

4.1.1.5 Finalità degli interventi.

Sono riconducibili in generale a favorire il processo di recupero parziale, da parte dell'alveo attivo, dell'incisione del fondo e di ampliamento della larghezza della sezione, ovunque tale evoluzione sia compatibile con i vincoli territoriali.

Segue questo criterio la delimitazione della fascia di divagazione compatibile, che consente una modesta tendenza alla divagazione e all'arretramento delle sponde incise in tutti i punti in cui non vi sono vincoli esterni dovuti a insediamenti o infrastrutture da proteggere.

Anche la classificazione delle difese esistenti in strategiche e non, con la conseguente possibilità di concentrare gli interventi di manutenzione e consolidamento solamente su quelle strategiche, segue tale criterio generale di sistemazione.

A livello di interventi diretti, quelli individuati riguardano le maggiori criticità morfologiche, che si localizzano in generale nei tratti interessati da attività estrattive localizzate sui piani golenali. Si sono per altro salvaguardate le parti delle golene o delle aree inondabili che sono sede di coltivazioni agricole diffuse e che rappresentano un valore socio-economico e territoriale significativo.

La logica generale che ha guidato gli interventi di riassetto morfologico è quella di superare i condizionamenti dell'alveo indotti dalle cave adiacenti allo stesso, consentendo, a esaurimento delle stesse, il graduale inserimento delle aree scavate nell'evoluzione della regione fluviale.

4.1.2 Segmento omogeneo 8 – da Acqui Terme al ponte di Strevi

SEGMENTO BO08	Da Acqui Terme (Sez. 40M) al p.te di Strevi (Sez. 30M) - Lunghezza totale=11,2 km
TRATTI OMOGENEI	Tratto BO08200: da Acqui Terme (Sez. 40M) a traversa Visone (Sez. 35bis) L= 5,7 km Tratto BO08100: da traversa Visone (Sez. 35bis) a p.te di Strevi (Sez. 30M) L= 5,5 km
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto BO08200 il profilo di fondo è oggi sostanzialmente stabile, in ragione sia del raggiungimento del substrato sia delle opere trasversali presenti; opere longitudinali stabilizzano le sponde esterne pressoché in ogni curva. L'unico sistema arginale esistente protegge la porzione meridionale di Acqui Terme, a valle del ponte Carlo Alberto, in destra. In corrispondenza di Acqui, il transito dell'evento di piena di riferimento (TR200) coinvolge, in sinistra, l'area industriale a tergo del rilevato della ex SS30, a causa di alcuni sottovia presenti, mentre in destra il sistema arginale esistente non si presenta continuo in corrispondenza della confluenza di un secondario tombato. Più a valle la piena coinvolge buona parte dell'ambito fluviale, interessando insediamenti isolati per i quali si prevedono interventi strutturali a livello locale o non strutturali..</p> <p>Tratto BO08100: opere di difesa longitudinali pressoché assenti, concentrate in prossimità del ponte di Strevi e poco più a monte in corrispondenza di un insediamento produttivo in fregio al corpo idrico. Non sono presenti opere per il contenimento dei livelli idrici. Il transito dell'evento di riferimento coinvolge ampie aree golenali a valle della traversa e a monte dell'attraversamento dove diversi insediamenti in sinistra possono essere coinvolti.</p>
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	<p>Tratto BO08200: l'alveo è meandriforme, con sviluppo complessivamente limitato di barre di meandro. La sezione fluviale risulta incassata, a tratti fissata da primate oppure 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. 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. L'IQM risente di uno scarso valore di funzionalità morfologica e pertanto il punteggio complessivo risulta di 0,65, in piena classe di qualità "Moderato"; Il punteggio è tra i più bassi tra quelli riscontrati nell'area in esame.</p> <p>Tratto BO08100: l'alveotipo varia da meandriforme a sinuoso 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 cascina Ortolano ed Onisca sul fondo alveo non si sono praticamente osservati accumuli di depositi sciolti, ma si riconoscono solamente le stratificazioni del substrato, che è visibile anche in alcuni tratti delle sponde dove forma pareti verticali. L'affioramento in diversi punti del substrato 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. L'IQM con un punteggio di 0,78 (classe di qualità "Buono") migliora nettamente rispetto a quanto rilevato nel tratto immediatamente a monte, per una significativa ripresa della funzionalità morfologica.</p>
ASSETTO ECOLOGICO	<p>Tratto BO08200: l'alveo forma due ampi meandri che terminano verso valle nella traversa di Visone. La sezione risulta incassata, a tratti fissata da primate oppure delimitata da scarpate verticali in erosione che permettono l'affioramento del substrato. La traversa di Visone costituisce da un punto di vista ecologico, una barriera difficilmente superabile verso monte dall'ittiofauna. Estesi affioramenti del substrato sono visibili in alveo a valle del ponte di Acqui Terme e fino a località Fontanelle; più a valle l'alveo si approfondisce essendo il deflusso condizionato dal rigurgito della</p>

	<p>traversa di Visone. Non sono presenti piane alluvionali a parte il tratto in sinistra appena a valle del ponte di Acqui Terme; le scarpate che delimitano l'asta fluviale coincidono con le sponde. La fascia riparia è impostata sulle scarpate fluviali ed è caratterizzata da continuità nel tratto compreso tra il ponte ferroviario e l'abitato di Visone. Nel tratto adiacente all'abitato di Acqui Terme le aree circostanti l'asta fluviale sono estesamente antropizzate per via della presenza di infrastrutture, di aree residenziali e di insediamenti produttivi; più a valle si ha invece la presenza di seminativi con abitazioni sparse. Il giudizio finale dell'IQAE risulta "mediocre" per la sponda destra e "mediocre – scadente" per quella sinistra. In termini di punteggio le penalizzazioni maggiori riguardano le valutazioni sull'alveo inciso e sull'area golenale.</p> <p>Tratto BO08100: l'alveotipo varia da sinuoso a meandriforme, stabile planimetricamente 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 oppure in parete verticale sulle sponde. Nel settore compreso tra cascina Ortolano ed Onisca sul fondo alveo non si sono praticamente osservati accumuli di depositi sciolti ma si riconoscono solamente le stratificazioni del substrato. Il deflusso in alveo è caratterizzato da una lieve prevalenza dei raschi sui correntini nella parte più a monte del tratto in oggetto, mentre più a valle la situazione si inverte, i raschi diventano radi ed il deflusso è caratterizzato dalla presenza di lunghi correntini. Ad eccezione di qualche settore molto localizzato non si osservano piane alluvionali e la base delle scarpate che delimita l'asta fluviale coincide con le sponde; queste sono sempre piuttosto ripide tali da formare una fascia riparia stretta con fitta vegetazione continua in senso longitudinale. Le essenze arboree prevalenti sono costituite da pioppi e salici. Le aree circostanti l'asta fluviale sono occupate per lo più da seminativi, che si spingono fino alla sommità delle scarpate che delimitano l'alveo attivo. Il giudizio finale dell'IQAE risulta "mediocre" per entrambe le sponde. In termini di punteggio le penalizzazioni maggiori riguardano le valutazioni sull'alveo inciso.</p>
LINEE D'INTERVENTO	
<p>Sistemazione idraulica (NON OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI V.A.S.)</p>	<p>Tratto BO08200: la tendenza erosiva sulla sponda esterna del meandro compreso tra Acqui Terme e Visone deve essere controllata per contrastare potenziali conseguenze sulle infrastrutture viarie e ferroviarie presenti sulla sommità della sponda. Nel tratto in corrispondenza del concentrico di Acqui, a valle del ponte Carlo Alberto, tanto in destra quanto in sinistra, sono necessari interventi strutturali per garantire il contenimento dei livelli di piena.</p> <p>Tratto BO08100: in merito alla stabilità planimetrica dell'alveo si propone di consolidare la difesa esistente lungo la sponda esterna in corrispondenza del ponte di Strevi. Non sono previsti interventi strutturali per il contenimento dei livelli. Misure strutturali a livello locale o non strutturali (protezione civile) interesseranno gli insediamenti in golena sinistra.</p>
<p>Recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>	<p>Tratto BO08200</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: viene confermato l'attuale assetto morfologico dell'alveo, con andamento meandriforme fino alla traversa di Visone. La pressione antropica elevata e la presenza di infrastrutture (ponte stradale, linea ferroviaria Acqui - Alessandria, attraversamento metanodotto e traversa di derivazione) non permettono la divagazione planimetrica lungo il tratto; la fascia di divagazione si posiziona lungo la sponda esterna dei meandri, sul limite delle opere di difesa longitudinali ritenute strategiche. La situazione di generalizzata stabilità laterale trova anche riscontro in una sostanziale stabilità attuale del profilo di fondo. Il substrato marnoso infatti affiora per ampi tratti soprattutto nel settore adiacente all'abitato di Acqui Terme e la quota di fondo alveo è fissata a valle dalla traversa di Visone.</p> <p>Interventi: non si prevedono interventi di recupero morfologico e di gestione di sedimenti nell'alveo attivo. La sezione attuale del corso d'acqua è in buona parte incassata nel substrato marnoso, affiorante in ampi tratti per l'abbassamento storico del fondo alveo avvenuto negli ultimi 50 anni, mentre le aree golenali sono poste ad una quota tale da non permettere più un collegamento diretto con l'alveo attivo. La scarsa presenza di barre di meandro, e la stabilità delle sponde, fissate da opere di difesa</p>

pressoché continue lungo le anse esterne dei meandri, non evidenzia la necessità di asportazione e/o di movimentazione di materiale in alveo.

Tratto BO08100:

Fascia di divagazione compatibile: a valle della traversa fino a confluenza del torrente Caramagna è possibile una divagazione laterale del corso d'acqua per una fascia di 50 – 80 m lungo entrambe le sponde, mentre il fondo alveo ha raggiunto il substrato marnoso, affiorante in ampi tratti. A valle della confluenza del torrente Caramagna fino a monte del ponte di Strevi la divagazione è compatibile verso l'area golenale destra interessata da attività agricola e arboricoltura; in sinistra la presenza del rilevato dell'infrastruttura della tangenziale di Strevi limita la possibilità di divagazione del corso d'acqua.

Interventi: non sono previsti interventi di recupero morfologico e di gestione di sedimenti nell'alveo attivo. Lungo il corso d'acqua sono affioranti le stratificazioni del substrato, che è visibile anche in alcuni tratti delle sponde dove forma pareti verticali e in alveo sono praticamente assenti accumuli di depositi sciolti. L'approfondimento storico del corso d'acqua ha messo in crisi le pile dell'attraversamento della SP195 per Strevi. Attraverso l'ampliamento della fascia di divagazione compatibile si favorisce l'allargamento della sezione di deflusso con recupero di materiale dall'erosione delle sponde, nei tratti non vincolati da opere di difesa e da affioramenti rocciosi, in modo da recuperare parzialmente la quota di fondo alveo.

4.1.3 Segmento omogeneo 7 – da ponte di Strevi a ponte di Cassine

SEGMENTO BO07	Da p.te di Strevi (Sez. 30M) a p.te di Cassine (Sez. 24M) - Lunghezza totale=11,2 km
TRATTI OMOGENEI	<p>Tratto BO07300: da p.te di Strevi (Sez. 30M) a confluenza rio Budello (Sez. 27Nbis) L =2,5 km</p> <p>Tratto BO07200: da confluenza rio Budello (Sez. 27Nbis) a c.na Gallareto (Sez. 27) L=4,9 km</p> <p>Tratto BO07100: da c.na Gallareto (Sez. 27) a p.te di Cassine (Sez. 24M) L=3,8 Km</p>
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto BO07300: il sistema difensivo è costituito da difese di sponda strategiche che stabilizzano le due curve presenti; la prima, in sinistra, è posta in adiacenza al tracciato della linea ferroviaria e della variante della SS 30, in corrispondenza di una confluenza, la seconda, in destra, contrasta la divagazione in prossimità di alcuni insediamenti, alla periferia di Rivalta, posti sul terrazzo insommergibile a circa 150 m dalla linea di sponda. Il transito dell'evento di piena di riferimento coinvolge l'intero ambito fluviale, interessato da attività agricole, ma sostanzialmente privo di insediamenti. Unica criticità di rilievo, eccetto il già citato nodo di Castelnuovo, è il coinvolgimento del rilevato della linea ferroviaria Alessandria – Acqui.</p> <p>Tratto BO07200: l'assetto idraulico è definito da opere di sistemazione in gran parte non recenti (difese di sponda longitudinali) diffuse in tutto il tratto e finalizzate a controllare le divagazioni planimetriche dell'alveo attivo al quale si affianca, in sinistra, il rilevato della linea ferroviaria Alessandria – Acqui. L'evento di riferimento coinvolge l'intero fondovalle, sormontando per un lungo tratto il rilevato ferroviario, principale elemento antropico coinvolgibile.</p> <p>Tratto BO07100: la pressione antropica (ponte e traversa di Cassine, abitato di Castelnuovo) elevata, ha indotto la realizzazione di un sistema difensivo articolato sia in termini di arginature (presenti e strategiche in destra, a difesa di Castelnuovo, a carattere locale a difesa di un insediamento produttivo, in sinistra) che di difese di sponda (strategiche e poste in corrispondenza delle sponde esterne in ogni meandro, seppur in generale, ad eccezione dell'opera sul meandro di Castelnuovo, siano opere datate, talvolta riconoscibili solo a tratti lungo la linea di sponda, la cui piena efficienza non pare scontata di fronte alle intense sollecitazioni verificabili al transito dell'evento di riferimento).</p>
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	<p>Tratto BO07300: Il tratto presenta un alveotipo da meandriforme a sinuoso e con rara formazione di barre laterali. L'analisi storica evidenzia la stabilità di questo settore per l'assenza di variazioni a partire dalla situazione di 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 . L'IQM con un punteggio di 0,76 (classe di qualità "Buono") è in linea con quanto rilevato nel tratto immediatamente a monte.</p> <p>Tratto BO07200: l'alveo è a meandri a tratti fissati da primate, 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. Vi è quindi stata 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. La ripresa della mobilità dell'alveo deve essere controllata per evitare, a monte, che un eventuale salto di meandro determini forti sollecitazioni alla sponda in corrispondenza del rilevato ferroviario e, a valle, che il corpo idrico riprenda un assetto sinuoso pericoloso per la traversa di Cassine e il sistema difensivo di Castelnuovo Bormida. L'IQM con un punteggio di 0,75 (classe di qualità "Buono") è in linea con quanto rilevato nel tratto immediatamente a</p>

	<p>monte.</p> <p>Tratto BO07100: 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.</p> <p>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, del sistema arginale e per prevenire l'aggiramento in destra della traversa di Cassine. L'indice IQM , con punteggio di 0,64 (classe "Moderato") è inferiore ai tratti precedenti, registrando un peggioramento delle condizioni di qualità morfologica legato soprattutto al grado di artificializzazione del tratto.</p>
<p>ASSETTO ECOLOGICO</p>	<p>Tratto BO07300: l'alveo risulta incassato e piuttosto regolare essendo delimitato da scarpate ripide e vegetate che formano una fascia riparia stretta, caratterizzata da continuità longitudinale. La vegetazione della fascia riparia è principalmente rappresentata da pioppi, salici e, subordinatamente, robinie. In alveo il deflusso avviene prevalentemente in presenza di correntini, alternati a qualche raschio. Il substrato affiora nella parte più a monte del tratto, dove in qualche punto si osservano fenomeni di erosione laterale fino ai margini dei coltivi, che si spingono quasi a ridosso delle sponde e sono costituiti da seminativi o pioppeti. In analogia con il tratto a monte il giudizio IQAE risulta "mediocre" per entrambe le sponde con un punteggio tuttavia leggermente migliore soprattutto per quanto riguarda le valutazioni sull'alveo inciso.</p> <p>Tratto BO07200: l'alveo forma alcuni meandri separati, da un settore intermedio subrettilineo. La sezione è incassata, a tratti fissata da primate ed è delimitata da scarpate sulle quali è prevalentemente impostata la fascia riparia (costituita da pioppi, robinie e salici), che quindi presenta una larghezza decisamente esigua ma una discreta continuità longitudinale. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di lunghi correntini alternati a brevi e irregolari raschi. La golenale destra è occupata essenzialmente da terreni agricoli a seminativi e pioppeti; più antropizzato appare il piano golenale sinistro che corre in prossimità della ferrovia e che nella parte di valle del tratto è sede di attività estrattive. A valle della confluenza in destra del rio Budello si osservano tratti in erosione con evidente incisione verticale delle sponde sia in destra che in sinistra. Il giudizio finale dell'IQAE è "mediocre" per entrambe le sponde in ragione soprattutto della scarsa qualità ecologica delle aree golenali.</p> <p>Tratto BO07100: l'alveo descrive due ampi meandri che terminano verso valle nella traversa di Cassine, che, a sua volta, alimenta il canale Carlo Alberto e che, da un punto di vista ecologico, costituisce una barriera difficilmente superabile verso monte dall'ittiofauna. La sezione risulta in questo settore meno incassata che altrove, ma è comunque banalizzata dagli effetti del rigurgito della traversa; le sponde esterne sono fissate da primate e gabbionate, spesso non recenti. La fascia riparia, discontinua, anche dove presente, è quasi sempre ridotta ad un filare alberato. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di acque lente e relativamente profonde, solo ad inizio tratto è visibile un raschio. Il territorio circostante è piuttosto antropizzato: in destra l'abitato di Castelnuovo Bormida si affaccia direttamente sulla riva esterna del meandro di valle , con effetto apprezzabile da un punto di vista paesaggistico ma negativo in relazione agli aspetti ambientali. Sulla stessa sponda le aree prospicienti il fiume sono occupate per il resto unicamente da pioppeti. In sinistra la situazione è probabilmente ancora più degradata avendosi, da valle verso monte, la presa del canale Carlo Alberto, un depuratore e, quindi, varie aree estrattive, sia attive che abbandonate, con annesso impianto di lavorazioni inerti. Il giudizio finale dell'IQAE è "mediocre" per la sponda sinistra e "mediocre-scadente" per la destra</p>

LINEE D'INTERVENTO	
<p>Sistemazione idraulica</p> <p>(NON OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI V.A.S.)</p>	<p>Tratto BO07300: si prevede di ricaricare/estendere entrambe le opere di sponda presenti nel tratto. Un sistema arginale è previsto in affiancamento al rilevato della linea ferroviaria nel tratto coinvolgibile dai fenomeni di esondazione.</p> <p>Tratto BO07200: nel tratto si prevede la realizzazione di una linea arginale a tutela del rilevato della ferrovia Alessandria - Acqui.</p> <p>Tratto BO07100: è prevista la ricarica dell'intero sistema di opere longitudinali che caratterizzano le sponde esterne delle curve a monte di Castelnuovo. Il sistema arginale a protezione di Castelnuovo, di recente realizzazione, è strategico tuttavia nel primo tratto a monte non garantisce franco adeguato rispetto ai massimi livelli di piena. Il rilevato della strada S.P. 196, in parte integrato nel sistema difensivo, non pare presentare caratteristiche strutturali per il contenimento dei livelli e avere franco adeguato. A valle del ponte è previsto il completamento del sistema arginale a difesa di Castelnuovo.</p> <p>In sinistra si prevede la difesa dell'insediamento produttivo esistente e del sistema di presa del canale Carlo Alberto, al fine di evitare che le acque del Bormida, convogliate dal cavo artificiale, possano determinare criticità ed esondazioni a valle.</p>
<p>Recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>	<p>Tratto BO07300</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: in sponda sinistra da valle del ponte di Strevi fino all'ansa all'altezza della linea ferroviaria Acqui-Alessandria la fascia di divagazione si posiziona sul limite esterno della sponda attuale, lungo l'opera di difesa longitudinale strategica. Nella golena destra è compatibile la divagazione planimetrica del corso d'acqua fino a monte dell'abitato di Rivalta Bormida; all'altezza dell'ansa verso sinistra la fascia ritorna a coincidere con l'opera di difesa strategica lungo la sponda esterna. Nell'area golenale sinistra, all'altezza di Rivalta Bormida, la divagazione può essere ampliata per una fascia di 80 – 100 m di larghezza.</p> <p>Interventi: è previsto un intervento di asportazione/movimentazione dei sedimenti nell'alveo attivo, di carattere manutentivo; all'altezza dell'ansa subito a valle di Rivalta Bormida. La criticità è legata alla presenza di una barra alta, parzialmente vegetata, che ostacola il deflusso delle acque, restringendo la sezione utile. L'obiettivo è quello di diminuire le sollecitazioni lungo la sponda destra e sulle opere longitudinali e trasversali presenti a difesa della scarpata del terrazzo alto e aumentare la sezione utile di deflusso, favorendo l'erosione della sponda sinistra. L'intervento prevede quindi il risonamento dell'alveo in sinistra ad inizio tratto con abbassamento parziale della quota della barra longitudinale esistente.</p> <p>Tratto BO07200</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: il tratto è caratterizzato da un andamento a meandri con tendenza alla migrazione verso valle, evidenziato dalle erosioni in atto lungo le anse esterne. La fascia di divagazione asseconda questa tendenza che negli ultimi 20 –30 anni ha portato ad un arretramento del limite di sponda di circa 20 m Tale fenomeno deve essere attentamente controllato al fine di evitare un eventuale taglio di meandro che potrebbe mettere a rischio le infrastrutture presenti, la traversa di Cassine e il sistema arginale a difesa di Castelnuovo Bormida. Si evidenzia la criticità della linea ferroviaria in affiancamento in sinistra lungo la seconda ansa. La difesa al piede della scarpata è ritenuta strategica e la fascia di divagazione compatibile si attesta su tale limite.</p> <p>Interventi: al fine di mantenere l'assetto meandriforme e contrastare l'avanzamento verso valle dell'andamento sinuoso del corso d'acqua, dovranno essere attentamente monitorati i processi erosivi in atto lungo le sponde esterne delle anse, oggi parzialmente difese al piede da primate in cls. Le aree golenali sono poste ad una quota tale da non permettere più un collegamento diretto con l'alveo attivo.</p> <p>Tratto BO07100</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: la pressione antropica molto elevata richiede di mantenere l'assetto morfologico attuale e contrastare la tendenza riscontrata al taglio di meandro di monte della traversa di Cassine e all'aggiramento in destra della stessa;</p>

eventuali nuove attività estrattive, vanno evitate in prossimità dell'asse dei meandri per non favorire fenomeni erosivi. La fascia di divagazione compatibile si posiziona sul limite delle difese di sponda lungo le anse esterne dei meandri, ritenute strategiche al fine di mantenere l'assetto attuale.

Interventi: è previsto un intervento di recupero morfologico dell'area golenale sinistra del meandro ad inizio tratto. L'area, oggetto di attività estrattiva, è stata parzialmente ripristinata ad uso agricolo ad una quota inferiore rispetto al piano campagna precedente. Il nuovo assetto morfologico prevede l'eliminazione del setto presente lungo la sponda sinistra in modo da permettere l'inondazione del settore retrostante durante le piene ordinarie. Nello sviluppo del progetto dovrà essere valutata attentamente la quota del piano golenale di progetto e di quella dell'area estrattiva attualmente in atto, che dovrà essere riportata almeno al livello del piano golenale già parzialmente recuperato. L'obiettivo è quello di migliorare la funzionalità idraulica del tratto e monitorare l'evoluzione morfologica a breve periodo dell'andamento meandriforme innescato dalla variazione del profilo di fondo dopo la costruzione della traversa di Cassine.

4.1.4 Segmento omogeneo 6 – da ponte di Cassine a ponte di Sezzadio

SEGMENTO BO06	Da p.te di Cassine (Sez. 24M) a p.te di Sezzadio (Sez. 19M) - Lunghezza totale = 7,6 km
TRATTI OMOGENEI	<p>Tratto BO06200: da p.te di Cassine (Sez. 24M) a confluenza rio Scapiano (Sez. 22) L = 3,1 km</p> <p>Tratto BO06100: da confluenza rio Scapiano (Sez. 22) a p.te di Sezzadio (Sez. 19M) L = 4,5 km</p>
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto BO06200: la pressione antropica è modesta; tracce di difese di sponda non recenti si riscontrano pressoché in tutte le sponde esterne in corrispondenza delle curve; tra queste solo quella del meandro di cascina Borio appare di recente sistemazione e strategica. La fascia d'esonazione al transitò dell'evento di piena di riferimento interessa l'intero fondovalle, non coinvolgendo tuttavia abitati ma solo insediamenti isolati. In sinistra, il canale Carlo Alberto non è in sicurezza rispetto ai massimi livelli di piena e le acque del Bormida possono determinare fenomeni d'esonazione a valle, veicolate dal cavo artificiale.</p> <p>Tratto BO06100: la pressione antropica è modesta; l'alveo attivo è stato interessato da interventi di stabilizzazione planimetrica non recenti in ogni sponda, con ogni probabilità risalenti già al taglio artificiale del meandro, ancora perfettamente riconoscibile in destra. Lungo l'intera golena destra si sviluppa un argine che dalla SP 195 si chiude sulla spalla del ponte di Sezzadio: le aree retrostanti sono interessate da coltivazioni agricole; l'opera è ritenuta strategica solo per la stabilità dell'assetto morfologico e non per il contenimento delle aree di inondazione anche se la strada di accesso al ponte non risulta in sicurezza. Gli unici elementi antropici in prossimità dell'ambito fluviale, oltre all'infrastruttura citata, si trovano lungo la sponda sinistra: canale Carlo Alberto e insediamenti retrostanti (Gavonata).</p>
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	<p>Tratto BO06200: 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, di per se stessi, non sembrano essere in grado di portare a breve termine a modificazioni significative del tracciato; 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. 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. Il punteggio IQM relativamente basso, pari a 0,66 (classe di qualità "Moderato") risente soprattutto di una modesta funzionalità morfologica.</p> <p>Tratto BO06100: in questo settore 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 si aveva una morfologia a meandri liberi. Allo stato attuale l'alveo appare sostanzialmente fisso anche se sono attivi processi di erosione spondale con tendenza localizzata all'ampliamento dell'alveo attivo. Le aree prossime all'alveo sono occupate da aree agricole a seminativo o da aree estrattive, alcune delle quali dismesse. Una di esse, posta nelle immediate vicinanze dell'alveo attivo in sponda sinistra, ospita ora una discarica dismessa di inerti. La posizione di detta discarica a pochi metri dalla sponda esterna di un meandro, rende la situazione potenzialmente pericolosa e meritevole di approfondimento.</p> <p>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. L'IQM con un punteggio di 0,73 (classe di qualità "Buono") migliora nettamente rispetto ai tratti ubicati più a monte, grazie soprattutto ad un significativa ripresa della funzionalità morfologica.</p>

ASSETTO ECOLOGICO

Tratto BO06200: la sezione è incassata e regolare, delimitata da scarpate ripide e vegetate; nel letto torrentizio si ha una netta prevalenza dei correntini, con solo 3 brevi tratti a raschio. Nel settore iniziale, subrettilineo, la presenza di un guado stabile contribuisce a banalizzare ulteriormente la sezione fluviale. La fascia riparia, non sempre continua, è spesso ridotta alle sole scarpate che delimitano l'alveo attivo ed è costituita da pioppi, salici e robinia. Alcune barre ciottoloso/ghiaiose sono visibili in prossimità dei raschi. Primate e difese in massi fissano le sponde esterne dei meandri. Le aree circostanti le sponde sono occupate pressoché in pari misura da coltivi (seminativi e pioppeti) e da aree estrattive con relativi impianti di lavorazioni inerti. L'unica area edificata posta nei pressi delle sponde è rappresentata da cascina Borio, un vecchio borgo agricolo che domina il Bormida, in sponda destra, dall'alto di un terrazzo antico. Il punteggio IQAE, grosso modo equivalente su entrambe le sponde, risulta pari a circa 225-230/400 e quindi cade nella classe "Mediocre" poco al di sotto dei limiti con la classe buono, con un netto miglioramento rispetto al tratto superiore, dovuto soprattutto al netto miglioramento della naturalità dell'alveo inciso. Dal punto di vista ecologico continuano ad essere fortemente penalizzanti le condizioni piuttosto degradate delle fasce riparie.

Tratto BO06100: L'alveo ha andamento da sinuoso a meandriforme, sostanzialmente stabile, con sezione regolare e incassata. Le sponde esterne delle anse sono fissate con continuità da primate, spesso completamente mascherate da suolo e vegetazione. Netta prevalenza dei correntini sui raschi e sulle buche, tuttavia l'alternanza dei mesohabitat è in questo caso abbastanza regolare. Tranne che in settori localizzati non si hanno piane alluvionali e la base delle scarpate che delimitano l'asta fluviale coincidono con le sponde. La fascia riparia pertanto tende a coincidere con dette scarpate e presenta una larghezza media di 10-20 m; solo a tratti, soprattutto nei lobi dei meandri, tende ad espandersi fino ad acquisire un'ampiezza dell'ordine del centinaio di metri. Qui, come in tutto il basso corso del Bormida, le essenze prevalenti sono costituite da pioppi, salici e robinie. Le aree circostanti l'alveo sono occupate per lo più da seminativi, che si spingono generalmente fin nei pressi delle scarpate, e in subordine da pioppeti ubicati all'interno dei lobi di meandro. Salvo qualche cascina isolata non sussistono aree edificate; ad inizio tratto, in prossimità di entrambe le sponde sono presenti aree estrattive tuttora attive in destra, abbandonate e in parte trasformate in discariche di inerti in sinistra. Il punteggio IQAE del tratto in questione è quello più alto fra quelli relativi al settore di Bormida oggetto di studio con valori pari a 258/400 per la sponda sinistra (classe **Buono-Mediocre**) e 283/400 per la sponda destra (classe **Buono**). In tale settore, pur persistendo condizioni ambientali assolute di parziale degrado, si ha un netto miglioramento, soprattutto in termini di consistenza, delle fasce vegetate riparie. In destra, poi, la presenza del SIR della Bormida Morta di Sezzadio, attesta l'esistenza di habitat di particolare pregio che arricchiscono ulteriormente il valore ambientale del tratto in oggetto.

LINEE D'INTERVENTO	
<p>Sistemazione idraulica</p> <p>(NON OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI V.A.S.)</p>	<p>Tratto BO06200: si prevede la realizzazione di una linea arginale a difesa del canale Carlo Alberto nel tratto coinvolto dalle esondazioni del Bormida.</p> <p>Tratto BO06100: la stabilità morfologica del tratto è ritenuta strategica sia per l'attraversamento esistente che per l'abitato di Sezzadio; è previsto il consolidamento delle difese ritenute strategiche che evidenziano segni di dissesto. In merito al sistema arginale in destra si prevede il ripristino della piena efficienza nel primo tratto, per evitare una propagazione dell'esondazione direttamente verso l'abitato, e in corrispondenza del ponte per favorire l'invito dei deflussi verso il manufatto.</p> <p>In sinistra viene confermata l'esigenza di protezione del canale Carlo Alberto e del centro abitato retrostante.</p>
<p>Recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>	<p>Tratto BO06200</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: a valle della traversa di Cassine la divagazione è compatibile per una fascia di circa 80 – 100 m rispetto all'attuale alveo a piene rive; a fine tratto lungo la sponda destra la fascia di divagazione si posiziona sulla difesa a protezione della scarpata del terrazzo superiore dove è ubicata Cascina Borio.</p> <p>Interventi: è previsto un intervento di recupero morfologico delle aree estrattive in atto e dismesse presenti nella piana alluvionale. L'obiettivo è quello di contrastare l'approfondimento storico del corso d'acqua a sezione unica incassata, rispetto ai piani golenali. Gli interventi individuati riguardano il recupero morfologico lungo la golena destra delle aree oggetto di attività estrattiva a monte e a valle dell'agglomerato di C.na Borio, posto in corrispondenza della riva esterna del meandro in prossimità della scarpata di un terrazzo antico. Lungo l'area golenale sinistra non sono previste riconessioni delle aree estrattive data la vicinanza della traversa di Cassine e del tracciato del canale di derivazione Carlo Alberto.</p> <p>Tratto BO06100</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: la divagazione compatibile si posiziona sulle sponde esterne dei meandri lungo le opere di difesa longitudinale ritenute strategiche, a conferma dell'assetto morfologico attuale, a salvaguardia a fine tratto del ponte di Sezzadio e del sistema arginale a protezione dell'abitato.</p> <p>Interventi: ad inizio tratto è presente in sponda sinistra una ex area estrattiva adibita a discarica di inerti, ora non più attiva, che deve essere messa in sicurezza.</p>

4.1.5 Segmento omogeneo 5 – da ponte di Sezzadio a loc. C.na San Leonardo

SEGMENTO BO05	Da p.te di Sezzadio (Sez. 19M) a loc. c.na San Leonardo (Sez. 16)- Lunghezza totale=6,3 km
TRATTI OMOGENEI	Tratto BO05100: da p.te di Sezzadio (Sez. 19M) a monte di Castellazzo Bormida (Sez. 16) L=6,3 km
ASSETTO IDRAULICO	Tratto BO05100: la pressione antropica è modesta in prossimità dell'alveo attivo; difese di sponda non recenti, realizzate in primate di calcestruzzo, sono riconoscibili in diverse sponde esterne, opere più recenti e consolidate contrastano la divagazione laterale in corrispondenza del meandro in prossimità della stazione ferroviaria di Sezzadio e a monte del ponte a inizio tratto. In golena sinistra è presente un rilevato arginale che si estende da Gamalero fino a monte di C.na Barassi; in golena destra sono presenti alcuni argini discontinui, a difesa di cascine isolate. La fascia d'esonazione, al transito dell'evento di piena di riferimento, interessa entrambi i piani golenali, non coinvolgendo aree insediate.
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	Tratto BO05100: 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. Il tratto è stabile da un punto di vista planimetrico, almeno dal primo dopoguerra e non mostra segni di ripresa dei processi di divagazione, infatti 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 di tale 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, per quanto 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. L'IQM permane relativamente elevato e pari a 0,70 (classe di qualità "Buono"), soprattutto in relazione alla modesta antropizzazione del tratto considerato.
ASSETTO ECOLOGICO	Tratto BO05100: alveo meandriforme, dotato di scarsa mobilità, con una sezione piuttosto regolare, delimitata da scarpate di 4-6 m di altezza, su cui spesso sono impostate delle primate, in gran parte coperte da suolo e vegetazione. L'alveo mostra una netta prevalenza dei correntini sulle buche e sui raschi; ove sono presenti questi ultimi si hanno brevi barre ghiaioso-ciottolose; localmente sono visibili delle ristrette piane alluvionali, ma per lo più le sponde coincidono con la base delle scarpate che delimitano la sezione fluviale. La fascia di vegetazione riparia, costituita da pioppi, robinie e salici, presenta quindi una sostanziale continuità, ma è quasi sempre contenuta in un tratto di 10-20 m di ampiezza. I coltivi, per lo più seminativi con qualche pioppeto, si spingono fino sui bordi di dette scarpate. Salvo qualche cascina isolata, l'unica area urbanizzata situata nelle vicinanze dell'alveo è il piccolo agglomerato cresciuto attorno alla stazione di Sezzadio. In questo tratto il punteggio IQAE si aggira attorno a 220/400 equivalente ad una classe "Mediocre" ai limiti con la classe "Buono". Qui come nella maggior parte degli altri tratti si osserva soprattutto una scarsa consistenza della fascia riparia che incide fortemente sulla qualità dell'habitat fluviale. L'alveo attivo, viceversa, pur non trovandosi in condizioni ottimali presenta comunque un discreto grado di naturalità.
LINEE D'INTERVENTO	
Sistemazione idraulica (NON OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI V.A.S.)	Tratto BO05100: Nel tratto è prevista la sola ricarica delle opere di sponda strategiche che presentano segni di dissesto.

<p>Recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>	<p>Tratto BO05100</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: l'alveo attuale si trova incassato rispetto al piano golenale; la riva sinistra in corrispondenza della stazione di Sezzadio va fissata nella posizione attuale onde preservare la linea ferroviaria, il canale Carlo Alberto e alcuni fabbricati presenti in zona. A valle di tale settore è possibile una divagazione del corso d'acqua con recupero della mobilità dei meandri, anche se con tempi medio-lunghi di riattivazione, tenendo comunque conto della presenza di alcune cascine storiche (C.na Pulciano e Cna Raviano).</p> <p>Interventi: E' previsto un intervento di riattivazione da valle della lanca "Bormida Morta", con recupero naturalistico delle aree compromesse dall'attività estrattiva sia a monte che a valle del ponte di Sezzadio. In particolare si prevede di realizzare un canale di connessione idraulica con il torrente Stanavazza fino al rilevato di accesso del ponte di Sezzadio, seguendo il paleoalveo del fiume Bormida. Le aree limitrofe al canale, compromesse da attività estrattiva dismessa o in atto, saranno recuperate ricollegandole alla lanca per ricreare aree con caratteristiche dell'ambiente palustre.</p> <p>E' previsto anche un intervento di riassetto morfologico dell'ansa interna del secondo meandro all'altezza della stazione di Sezzadio. L'obiettivo è quello di migliorare le condizioni di deflusso durante le piene ordinarie e diminuire l'instabilità della scarpata del terrazzo superiore lungo la sponda esterna sinistra sollecitata dal corso d'acqua. Nell'ambito dello sviluppo progettuale dell'intervento dovrà essere attentamente valutata la quota di abbassamento del piano golenale e l'estensione della superficie golenale da coinvolgere, al fine di mantenere l'assetto meandriforme attuale e contrastare l'approfondimento storico del corso d'acqua a sezione unica incassata di 6 - 7 m rispetto al piano golenale destro.</p>
--	--

4.1.6 Segmento omogeneo 4 – da loc. C.na San Leonardo a ponte di Castellazzo Bormida

SEGMENTO BO04	Da loc. c.na S.Leonardo (Sez. 16) a ponte di Castellazzo Bormida (Sez. 13M) - Lunghezza totale=6,1 km
TRATTI OMOGENEI	<p>Tratto BO04200: da c.na S.Leonardo (Sez. 16) a confluenza rio Ghisone (Sez. 15) - L=3,8 km</p> <p>Tratto BO04100: da confluenza rio Ghisone (Sez. 15) a ponte di Castellazzo Bormida (Sez. 13M) - L=2,3 km</p>
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto BO04200: la pressione antropica è elevata; in sinistra idrografica è presente un sistema arginale continuo a difesa dell'abitato di Borgoratto Alessandrino. In destra, un sistema arginale continuo difende l'abitato di Castellazzo Bormida. Sono riconoscibili pressoché in ogni sponda esterna opere di difesa non recenti, non sempre strategiche, in prismi di calcestruzzo e talvolta con segni evidenti di dissesto.</p> <p>Tratto BO04100: a difesa della zona industriale di Cantalupo e della strada statale SS30 in sponda sinistra è presente un argine con difesa al piede lungo la sponda esterna del meandro. A valle, in prossimità del ponte di Castellazzo Bormida, il sistema arginale chiude sul rilevato di accesso al ponte; anche la sponda esterna della curva, a monte dell'attraversamento, è difesa da un'opera longitudinale strategica. In destra idrografica l'abitato di Castellazzo Bormida è difeso da una linea arginale fino a raggiungere il ponte autostradale a valle.</p>
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	<p>Tratto BO04200: In questo breve tratto si ha un alveo sinuoso ad anse aperte con sezione incassata rispetto al piano golenale; tale morfologia è il risultato del taglio di un meandro '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 "solita" difesa in prismi di calcestruzzo ha parzialmente ceduto e si ha una forte tendenza all'arretramento delle linea di sponda che tuttavia, per ora, minaccia solo terreni agricoli. L'IQM scende in modo significativo rispetto al tratto sito più a monte, con un punteggio di 0,65 (classe "Moderato"), soprattutto per un peggioramento della funzionalità morfologica.</p> <p>Tratto BO04100: in questo settore si ha un alveo incassato che descrive 2 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, anzi il ponte di Castellazzo Bormida è stato recentemente sottoposto ad interventi di consolidamento della fondazione delle pile. 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. Per quanto riguarda l'IQM si ha un valore di 0,68 (classe "Moderato"), che riflette segni di degrado significativi ma non particolarmente rilevanti su tutti gli aspetti considerati.</p>
ASSETTO ECOLOGICO	<p>Tratto BO04200: Il Bormida in questo settore presenta una sezione incassata e delimitata da scarpate alte 4-5 m, che a tratti presentano superfici terrazzate alberate intermedie, di larghezza comunque non superiore a 10-15 m. L'alveo è caratterizzato</p>

	<p>da una prevalenza di tratti a correntini, con rari raschi e saltuarie barre ciottolose. Le sponde esterne, potenzialmente in erosione, sono per lo più fissate da primate, spesso completamente rinaturalizzate. Sulle sponde e sui limitati ripiani terrazzati si sviluppano macchie alberate costituite da pioppi, salici e abbondante robinia. Il sottobosco è dominato dal sambuco. La fascia riparia presenta quindi una larghezza dell'ordine di 5-20 m, in quanto le coltivazioni, per lo più a seminativi, sono spinte fin sull'orlo delle scarpate che delimitano l'alveo. Nelle aree circostanti l'asta fluviale non sono presenti aree estrattive; i centri abitati di Castellazzo Bormida e Borgoratto Alessandrino si sviluppano ad almeno 500 m dall'alveo attivo. Il punteggio IQAE pari a circa 210/400 (classe "Mediocre") rispecchia condizioni medie del tratto terminale del Bormida in cui pesa soprattutto in termini di degrado la scarsa consistenza della fascia riparia, mentre le condizioni dell'alveo, certamente non ottimali, permangono discrete.</p> <p>Tratto BO04100: in questo tratto l'alveo forma una coppia di meandri bloccati con sezione regolare e incassata nella piana alluvionale. La fascia riparia, continua, è sostanzialmente limitata alla scarpata che delimita l'alveo attivo e quindi ha una larghezza massima pari ad alcune decine di metri. Al suo interno sono presenti salici, pioppi e in rilevante misura le robinie. Per quanto riguarda i mesohabitat, prevalgono nettamente i correntini con locali buche; i raschi sono alquanto sporadici e nel complesso l'habitat presenta una modesta funzionalità fluviale. Le aree circostanti sono occupate da aree agricole e in sinistra, dopo una breve fascia di coltivi, si ha il rilevato della ex SS 30, l'abitato di Cantalupo e, ad inizio tratto, un esteso impianto di lavorazioni inerti affacciato direttamente sull'alveo attivo. Prosegue in questo tratto la riduzione del punteggio IQAE con valori pari a 217/400 in sinistra e 187/400 in destra, con per entrambi un giudizio di "Mediocre". In questo tratto a fronte di condizioni dell'alveo discrete 129/180 corrisponde uno stato di grave degrado della fascia riparia, quasi del tutto compromessa in sponda destra 32/180.</p>
LINEE D'INTERVENTO	
<p>Sistemazione idraulica</p> <p>(NON OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI VAS)</p>	<p>Tratto BO04200: viene evidenziata la necessità di interventi di completamento del sistema arginale in sinistra (corde molli, aperture) a Frascaro.</p> <p>Tratto BO04100: al fine di evitare l'evoluzione erosiva lungo le sponda esterne, è necessario adeguare le difese di sponda strategiche che presentano segni di dissesto. I sistemi arginali sono strategici per la difesa degli abitati e delle infrastrutture; viene evidenziata la necessità di garantire efficienza in corso di piena a rilevati che non paiono presentare caratteristiche strutturali adeguate alla funzione di argine.</p>
<p>Recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>	<p>Tratto BO04200:</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: lungo la sponda destra la divagazione compatibile si posiziona sul limite attuale della scarpata del terrazzo superiore dove è posizionato il sistema arginale a protezione dell'abitato di Castellazzo Bormida. In sponda sinistra, l'attuale utilizzo agricolo del territorio circostante potrebbe permettere il ripristino di una fascia di divagazione che rimane vincolata all'ansa di C.na Litigata lungo la difesa al piede ritenuta strategica al fine di limitare l'arretramento in atto verso il sistema difensivo di Borgoratto Alessandrino.</p> <p>Interventi: la presenza del sistema difensivo di Castellazzo Bormida e dell'infrastruttura di attraversamento nel tratto di valle vincola l'assetto di progetto alla conformazione attuale. Non sono previsti interventi di gestione dei sedimenti nell'alveo attivo.</p> <p>Tratto BO04100:</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: la divagazione compatibile è vincolata lungo le sponde esterne dei due meandri al fine di mantenere stabile l'assetto attuale ed evitare l'innescò di migrazione dei lobi verso valle ed un eventuale taglio di meandro, che potrebbe compromettere il ponte di Castelnuovo Bormida e il sistema arginale a protezione degli abitati.</p> <p>Interventi: la pressione antropica molto elevata suggerisce la necessità di mantenere l'assetto morfologico attuale e contrastare la tendenza riscontrata al taglio di meandro; eventuali nuove attività estrattive vanno evitate in prossimità dell'asse dei meandri per non favorire fenomeni erosivi.</p>

4.1.7 Segmento omogeneo 3 – da ponte di Castellazzo Bormida a confluenza torrente Orba

SEGMENTO BO03	Da p.te di Castellazzo (Sez. 13M) a confluenza Orba (Sez. 8) - Lunghezza totale=6,0 km
TRATTI OMOGENEI	Tratto BO03100: da p.te di Castellazzo (Sez. 13M) a confluenza Orba (Sez. 8) L= 6,0 km
ASSETTO IDRAULICO	Tratto BO03100: la pressione antropica è molto elevata, connessa alla presenza di infrastrutture strategiche in affiancamento (tangenziale Alessandria in sinistra) e in attraversamento (A26, linea FFSS Alessandria – Ovada, e SP 185), oltre alla porzione settentrionale del centro di Castellazzo. L'attraversamento ferroviario e quello della provinciale interferiscono in modo molto significativo con i deflussi in piena e in generale con l'assetto idraulico del nodo di confluenza. In merito all'assetto dell'alveo attivo, una serie di difese di sponda sono strategiche per garantire la stabilità planimetrica, in particolare a valle del manufatto autostradale, dove l'alveo disegna alcuni meandri, a ridosso dei quali sono evidenti aree estrattive prossime alle sponde proprio a monte dei ponti ferroviario e stradale. In merito al contenimento dei livelli idrici, vi sono arginature diffuse, tanto in destra quanto in sinistra, che solo in parte paiono strategiche ed efficienti (Castellazzo Bormida in destra). I rilevati delle infrastrutture presenti (in particolare la tangenziale di Alessandria in sinistra e la linea ferroviaria Alessandria –Ovada in destra) non garantiscono il contenimento in sicurezza dei livelli idrici. Si conferma l'esigenza di continuità del sistema arginale tanto in destra quanto in sinistra.
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	Tratto BO03100: l'alveo originale in questo settore aveva un andamento ad ampi meandri liberi; attualmente la sezione è decisamente incassata e nel tratto iniziale il tracciato risulta rettificato artificialmente. 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, verranno verosimilmente accelerati dalla "cattura" di alcuni ex bacini di cava ricavati su terreni prossimi all'alveo. Il fenomeno, se non sarà guidato, può 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 di detto 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. L'IQM, punteggio 0,63 e classe "Moderato", scende sensibilmente rispetto ai tratti siti più a monte, soprattutto in ragione di una consistente perdita di funzionalità morfologica.
ASSETTO ECOLOGICO	Tratto BO03100: A monte dell'autostrada l'alveo è rettilineo, quindi fino alla confluenza dell'Orba forma una serie di meandri pronunciati. La sezione appare decisamente incassata e delimitata da ripide scarpate alberate. Per lo più manca una vera e propria fascia riparia, con la sola eccezione dei lobi di meandro, dove permangono alcune limitate piane alluvionali coperte da boschi a salici e pioppi. L'alveo è quindi caratterizzato dalla presenza di lunghi tratti a correntini, con flusso laminare, che si alternano a sporadici raschi. Anche la presenza di barre ciottolose è saltuaria e limitata ad alcuni settori molto circoscritti. Le sponde esterne delle anse sono fissate da primate in gran parte rivegetate. Le aree agricole, per lo più a seminativi, giungono praticamente fino ai bordi delle scarpate che delimitano l'alveo attivo. In questo settore sono presenti numerose aree estrattive, sia attive che abbandonate con annessi laghi di cava. I centri urbani principali si trovano invece in posizione decisamente più arretrata, a poco meno di 1 km di distanza dall'alveo attivo. Il punteggio IQAE tende a scendere ulteriormente con valori attorno a 195/400 su entrambe le sponde (piena classe mediocre). In questi casi a già citati problemi di modesto sviluppo della fascia riparia si assiste anche ad un primo peggioramento delle condizioni dell'alveo attivo con valori che si attestano sui 100/180.

LINEE D'INTERVENTO	
<p>Sistemazione idraulica</p> <p>(NON OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI V.A.S.)</p>	<p>Tratto BO03100: si conferma l'esigenza di garantire la continuità del sistema arginale tanto in destra quanto in sinistra. In merito all'assetto dell'alveo attivo, emerge la necessità di controllare i fenomeni evolutivi in corso a monte degli attraversamenti ferroviario e stradale. Si conferma la necessità di protezione della discarica posta ad ovest della confluenza dell'Orba.</p>
<p>Recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>	<p>Tratto BO03100</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: il tronco a monte dell'autostrada è storicamente stabile, probabilmente per l'effetto di interventi di sistemazione precedenti al secolo scorso. La pressione antropica che caratterizza l'areale guida la scelta di non intervenire sull'assetto morfologico attuale. La fascia di divagazione compatibile si posiziona leggermente arretrata inn sinistra idrografica rispetto al limite attuale di sponda. Più a valle esiste la necessità di controllare la tendenza evolutiva attuale, che può portare a breve/medio termine alla cattura di alcuni bacini di cava e alla conseguente instabilizzazione planimetrica, pericolosa per la sicurezza dei due attraversamenti immediatamente a valle. La divagazione compatibile si posiziona sulle anse esterne dei meandri lungo le opere di difesa longitudinali ritenute strategiche.</p> <p>Interventi: non sono previsti interventi di recupero morfologico e di gestione dei sedimenti; dal punto di vista idraulico pare più cautelativo stabilizzare l'alveo attivo attuale e monitorare l'evoluzione verso i piani golenali occupati in gran parte da attività estrattive in atto, con presenza di laghi di cava di grandi dimensioni spesso a tergo delle anse.</p>

4.1.8 Segmento omogeneo 2 – da confluenza torrente Orba a ponte SS10

SEGMENTO BO02	Da confluenza Orba (Sez. 8) al ponte della SS10 (Sez. 5M) - Lunghezza totale=5,2 km
TRATTI OMOGENEI	Tratto BO02100: da confluenza Orba (Sez. 8) al ponte della SS10 (Sez. 5M) = 5,2 km
ASSETTO IDRAULICO	Tratto BO02100: l'alveo, certamente interessato da interventi di sistemazione massicci a partire dalla fine del secolo scorso, è oggi monocursale sinuoso, con difese di sponda strategiche concentrate nei tratti in corrispondenza degli attraversamenti, per favorire una direzione di deflusso corretta rispetto alle luci dei ponti e contrastare fenomeni di divagazione laterale pericolosi per spalle e rilevati. Nonostante la pressione antropica molto elevata, il sistema arginale è discontinuo. In destra la confluenza tra Orba e Bormida non è difesa fino al rilevato della linea ferroviaria Alessandria – Genova, a valle del quale un argine si sviluppa fino al ponte della SS 10. In sinistra, il rilevato ferroviario prima e della tangenziale poi svolgono funzioni di argini, ma la funzione di ritenuta non è continua, in particolare a valle del ponte della linea ferroviaria AL-GE.
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	Tratto BO02100: 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. 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 detto approfondimento, è stato mediamente inferiore a 2 m, tuttavia il ramo secondario posto 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. Per quanto riguarda l'IQM anche in questo caso si ha un punteggio che si colloca nella fascia più bassa tra quelli calcolati nel presente lavoro, pari a 0,63 e corrispondente ad una classe "Moderato". Ovviamente il tratto risente della perdita anche storicamente recente della funzionalità morfologica, tuttavia per la presenza di due attraversamenti strategici non vi sono margini per un ritorno alla libertà di divagazione originale.
ASSETTO ECOLOGICO	Tratto BO02100: in questo tratto l'alveo presenta una sezione incisa alquanto regolare, aree riparie molto ristrette e spesso limitate alla sola scarpata. Sono presenti due soglie: la prima a termine tratto, costituisce una barriera, sia pure parziale, alla migrazione dell'ittiofauna; la seconda, a difesa del ponte ferroviario, viceversa, dovrebbe consentire il passaggio dei pesci. Subito a valle della confluenza dell'Orba la morfologia dell'alveo diventa leggermente più varia; si osserva la presenza di alcuni banchi ciottolosi e di qualche raschio; qui anche le fasce riparie sono un po' più ampie e nel complesso si ha una migliore funzionalità fluviale. I territori limitrofi alla fascia fluviale sono costituiti da aree agricole con urbanizzazione rada, a cui seguono, in sinistra, l'agglomerato urbano di Alessandria, in destra l'abitato di Spinetta Marengo con le annesse aree industriali. L'IQAE in questo settore scende ulteriormente portandosi attorno ai 185/400 (piena classe "Mediocre"). Le condizioni della fascia golenale rimangono stabili e rispecchiano in sostanza una situazione di significativo degrado con vegetazione riparia ridotta a poco più che due filari alberati. Peggiorano

	ulteriormente le condizioni dell'alveo anche per la presenza di varie opere trasversali che pregiudicano la continuità idraulica.
LINEE D'INTERVENTO	
Sistemazione idraulica (NON OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI V.A.S.)	<p>Tratto BO02100: in merito all'alveo attivo si evidenzia la necessità di consolidare l'opera di sponda a monte del ponte della linea ferroviaria AL-GE. In merito al sistema arginale deve essere completato in sinistra dove sono presenti fornice nel rilevato della tangenziale, l'argine dell'Aulara ha esigenze di manutenzione ed in generale i rilevati delle infrastrutture coinvolte non paiono difesi dalle sollecitazioni idrodinamiche verificabili in piena.</p> <p>In destra è necessario intervenire in corrispondenza della confluenza dell'Orba; tra la linea ferroviaria e il ponte della SS 10 il rilevato arginale esistente non è adeguato in termini di quota. Al fine della risoluzione del nodo idraulico, in corrispondenza del ponte, è ritenuto strategico l'ampliamento in destra della luce netta di deflusso.</p> <p>Viene proposta una soluzione definitiva che prevede la dismissione di parte del rilevato arginale esistente a monte e a valle del ponte e realizzazione di nuova linea arginale in arretramento ed ampliamento luce utile di deflusso in golena.</p> <p>In ragione della necessità di garantire condizioni di sicurezza agli abitati limitrofi nel periodo transitorio si propone, nel breve termine, l'adeguamento dell'argine esistente.</p>
Recupero morfologico e gestione dei sedimenti	<p>Tratto BO02100:</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: in sponda destra la divagazione compatibile è vincolata all'attuale limite di sponda difeso da opere ritenute strategiche a protezione della scarpata del terrazzo superiore, al fine di evitare l'arretramento della stessa verso il rilevato d'accesso del ponte ferroviario. In sponda sinistra, a valle della confluenza del torrente Orba è compatibile una divagazione verso l'area golenale sinistra al fine di migliorare l'assetto morfologico rispetto alla spalla sinistra del ponte ferroviario.</p> <p>Interventi: si propone un intervento di recupero morfologico e di gestione dei sedimenti nell'alveo attivo a monte del ponte della linea ferroviaria Alessandria – Genova, finalizzato a ridurre le interferenze in piena in corrispondenza dell'attraversamento e a contrastare i fenomeni erosivi anche intensi che possono coinvolgere la spalla sinistra. L'intervento prevede il risezionamento dell'alveo attivo in modo da favorire il deflusso in sinistra ed alleggerire la pressione in piena sull'opera di difesa a protezione della sponda destra.</p>

4.1.9 Segmento omogeneo 1 – da ponte SS10 a confluenza fiume Tanaro

SEGMENTO BO01	Dal ponte della SS10 (Sez. 5M) a confluenza Tanaro (Sez. 1) - Lunghezza totale=4,4 km
TRATTI OMOGENEI	Tratto BO01100: dal ponte della SS10 (Sez. 5M) a confluenza Tanaro (Sez. 1) L= 4,4 km
ASSETTO IDRAULICO	Tratto BO01100: la regione fluviale presenta un assetto sostanzialmente artificiale sia per quanto riguarda l'alveo attivo, reso monocursale rettilineo con interventi non recenti, sia per la fascia golenale, definita da sistemi arginali continui tanto in destra quanto in sinistra.
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	Tratto BO01100: 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 conferma, viceversa, che 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. 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. 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. L'IQM presenta il punteggio più basso fra quelli calcolati nell'area di studio, pari a 0,62 - classe di qualità "Moderato", e riflette l'evidente alterazione della funzionalità morfologica dovuta alla storica rettificazione dell'alveo.
ASSETTO ECOLOGICO	Tratto BO01100: l'alveo attivo è ad andamento rettilineo, sezione regolare e omogenea, aree riparie limitate ad una sottile fascia di pioppi, salici e robinie, coincidenti con la scarpata di sponda. A tergo è presente una sottile fascia a seminativi e quindi, in sinistra, dietro i rilevati arginali, l'agglomerato urbano di Alessandria; in destra si hanno aree agricole a colture intensive e cascine isolate. L'attuale configurazione dell'alveo è sicuramente legata a un intervento di rettificazione dell'alveo di epoca imprecisata ma comunque anteriore al periodo unitario. In origine si aveva un alveo a meandri mobili che impegnava un'ampia fascia che comprendeva gli attuali sobborghi di Alessandria. Si intende che tale intervento, per quanto antico, ha determinato una forte artificializzazione e omogeneizzazione del tratto con evidente pregiudizio della naturalità dello stesso. Il punteggio IQAE pari a circa 180/400 si pone nella classe "Mediocre" in prossimità dei limiti con la classe "Scadente" e rispecchia la condizione di evidente degrado sia dell'alveo attivo che della fascia riparia.
LINEE D'INTERVENTO	
Sistemazione idraulica (NON OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI V.A.S.)	Tratto BO01100: In termini di assetto morfologico la situazione attuale si presenta stabile pertanto non sono previste opere di difesa di sponda. Dal punto di vista dell'adeguatezza del sistema di contenimento dei livelli idrici è chiara in tutto il tratto l'influenza del comportamento in piena del Tanaro. Non essendo previste analisi idrauliche specifiche sul nodo di confluenza il quadro conoscitivo è incompleto per valutare l'interferenza con i deflussi di piena delle arginature esistenti e l'adeguatezza in quota delle stesse. Pare comunque opportuno sottolineare la forte limitazione delle aree naturali di espansione connessa al sistema arginale continuo e pressoché in sponda in sinistra Bormida.
Recupero morfologico e gestione dei sedimenti	Tratto BO01100 Fascia di divagazione compatibile: la pressione antropica molto elevata suggerisce come l'assetto morfologico attuale, peraltro sostanzialmente stabile nell'ultimo secolo e risultato di interventi di regimazione antichi, sia di fatto da mantenersi. La fascia di divagazione si posiziona sull'attuale limite dell'alveo attivo. Interventi: non sono previsti interventi di recupero morfologico e di gestione dei sedimenti; viene confermato l'assetto morfologico attuale.

4.2 Torrente Orba

4.2.1 Criticità geomorfologiche e obiettivi di intervento

Le linee di intervento individuate rispondono alle analisi morfologiche e idrauliche svolte sul corso d'acqua che hanno permesso di definirne l'assetto attuale, le relative tendenze evolutive possibili e le criticità connesse.

Le caratterizzazioni idraulica, geomorfologica ed ecologica del corso d'acqua sono riportate nelle schede presentate nei punti seguenti per singolo tronco omogeneo e permettono quindi una descrizione sufficientemente completa.

Pare utile in questa fase riassumere gli elementi salienti dell'assetto geomorfologico, letti alla scala di intera asta fluviale, oltre che a quella di tronco omogeneo, per correlarne le criticità emergenti con le linee di intervento proposte. Va ricordato in proposito la parte geomorfologica deve essere letta in forma integrata con le altre due componenti che determinano l'assetto dell'asta, anche se naturalmente gli interventi di riassetto morfologico sono principalmente correlati alla geomorfologia dell'alveo e al bilancio dei sedimenti.

In termini sintetici, le caratteristiche dell'alveo del torrente Orba nel tratto in studio sono riassumibili nei seguenti punti.

4.2.1.1 *Alveo tipo*

Superato un breve tratto a monte di Molare, in cui lo stretto ambito fluviale è rigidamente vincolato dai versanti, il tracciato, procedendo verso Ovada e fino alla confluenza della Stura, descrive alcuni ampi meandri, che costituiscono forme fossili non più in equilibrio con l'assetto morfologico attuale. L'alveo pertanto è di tipo sinuoso e pressoché per tutto il tratto si hanno affioramenti diffusi del substrato marnoso, a testimonianza dell'approfondimento del profilo di fondo, oggi contrastato dal materiale coesivo.

A valle di confluenza Stura, fino al Lemme, si ha un andamento alternato da sinuoso a rettilineo, incassato rispetto al piano golenale di circa 3-4 m, condizionato a livello planimetrico solo sporadicamente da opere di sponda. A valle, fino a Casal Cermelli, cresce il condizionamento delle opere di sponda (molto diffuse) e delle traverse (roggia Bosco e roggia S. Michele, risalenti a fine '800) con alveo che si mantiene da rettilineo a sinuoso con barre alternate ciottolose e parzialmente vegetate. Procedendo infine verso la confluenza in Bormida, rettificata rispetto alla conformazione storica, il carattere sinuoso con barre alternate tende a sviluppare una maggiore propensione all'erosione spondale e all'ampliamento di sezione, congiuntamente con la maggiore incisione dell'alveo attivo.

4.2.1.2 *Evoluzione storica*

Complessivamente il corso d'acqua mostra una variazione planimetrica modesta rispetto alle condizioni di fine '800 e praticamente insignificante nell'ultimo cinquantennio (tracciato planimetrico stabile). A tale configurazione hanno sicuramente concorso le numerose opere di sponda. Il profilo di fondo ha subito in epoca storica recente un processo di abbassamento considerevole, stimato sulla base qualitativa delle osservazioni in campo (affioramento continuo del substrato tra Molare e Ovada, 2-3 m a Casal Cermelli e 5-6 m alla confluenza del Bormida). Nelle condizioni attuali non vi sono evidenze che il processo sia ancora in atto e in alcuni tratti appaiono indicazioni che consentono di ipotizzare una recente parziale tendenza al recupero della quota, anche se di modesta entità e non tale da fare ritenere possibile nei tempi brevi consistenti processi di sovralluvionamento. Complessivamente l'assetto plano-altimetrico attuale dell'alveo

risulta sostanzialmente stabile per effetto combinato della tendenza evolutiva naturale e dei condizionamenti delle opere idrauliche.

4.2.1.3 *Bilancio del trasporto solido*

Pur nella difficoltà che rivestono le stime in materia per i corsi d'acqua torrentizi quali quello in oggetto, possono essere prese in considerazione le seguenti valutazioni:

- il contributo solido del bacino montano è ridotto a un ordine di grandezza del 60% rispetto a quello naturale indisturbato per effetto della diga di Ortiglieto che intercetta sostanzialmente l'intero apporto del sottobacino ligure;
- la carenza di apporto solido appare evidente in tutto il tratto immediatamente a valle della diga e tende progressivamente a ridursi verso valle;
- a valle della diga non sussistono altri punti di intercettazione/trattenuta dell'apporto solido che entra quindi pienamente nei processi idrodinamici che interessano l'alveo; le osservazioni in campo a valle delle numerose traverse sull'asta fanno ritenere che esse non comportino un significativo arresto della portata solida;
- nelle condizioni geometriche attuali dell'alveo attivo, la capacità di portata solida appare sostanzialmente in equilibrio rispetto all'apporto da monte; uniche eccezioni il tratto a monte di Ovada, dove il deficit sembra permanere ma la tendenza all'approfondimento è contrastata, se non proprio impedita, dal substrato affiorante con continuità, e il tratto terminale, in cui la particolare efficienza idraulica della sezione (dovuta all'incisione rilevante del fondo verificatasi storicamente) fa ritenere ancora possibile una tendenza generalizzata all'erosione;
- in ragione di tale condizione, i fenomeni di erosione/deposito di materiale nell'alveo attivo sono quindi imputabili a condizioni idrodinamiche locali e non rappresentano una tendenza a scala di asta;
- a livello di bilancio del trasporto solido in generale, sono sicuramente da escludere condizioni dell'alveo attivo contraddistinte da surplus di materiale solido rispetto all'assetto di progetto; prevalgono le situazioni di possibile equilibrio o di modesto deficit di materiale che possono ancora innescare tendenze erosive.

4.2.1.4 *Criticità*

Le criticità, da Ovada verso valle, sono complessivamente riconducibili ai fenomeni storici recenti di abbassamento del profilo di fondo alveo e agli effetti indotti sull'idrodinamica complessiva di asta. Un elemento di concausa può essere individuato nella presenza molto diffusa di opere di sponda, in gran parte di realizzazione non recente, nei casi in cui la loro funzione non è coerente con i criteri generali di assetto dettati dal PAI. I fenomeni dell'abbassamento di fondo e dell'incisione dell'alveo attivo sono resi evidenti, in forma indiretta, dall'analisi idraulica della capacità di deflusso dell'alveo; risultano valori di portata a bordi pieni che corrispondono a piene di frequenze elevate 10-20 anni, e, verso valle, al limite dei 200 anni. Tale dato va paragonato alla normale frequenza della portata formativa che, per questa tipologia di corsi d'acqua, è dell'ordine di 2-5 anni.

Gli effetti sono riconducibili sostanzialmente alla dinamica delle piene:

- assenza o scarso coinvolgimento delle aree golenali;
- elevata velocità di deflusso in alveo e intense sollecitazioni erosive sulle sponde e sulle opere interferenti;
- assenza di laminazione nel trasferimento dei colmi verso valle.

Nel tratto di monte, direttamente sotteso alla diga di Ortiglieto, il deficit di apporto solido, inevitabilmente correlato alla presenza dell'invaso, ha determinato un approfondimento generalizzato del fondo alveo, portando il substrato ad affiorare in modo continuo. Oggi il

substrato marnoso contrasta tale tendenza seppur siano visibili incisioni dell'ordine di 0,5 m anche in assenza del materasso alluvionale.

4.2.1.5 Finalità degli interventi

Gli interventi sono finalizzati in generale a favorire il processo, che per alcuni punti pare già in atto naturalmente, di recupero da parte dell'alveo attivo di una morfologia più vicina a quella naturale, con riduzione dell'incisione del fondo e ampliamento della larghezza della sezione. Segue questa linea il criterio di delimitazione della fascia di divagazione compatibile, che consente l'ampliamento dell'alveo in tutti i punti in cui non vi sono vincoli esterni dovuti a insediamenti o infrastrutture da proteggere; come pure la classificazione delle difese esistenti in strategiche e non, con la conseguente possibilità di concentrare gli interventi di manutenzione e consolidamento solamente su quelle strategiche. A livello di interventi diretti, escludendo i pochi che sono di carattere manutentivo dell'alveo per aspetti a scala puramente locale, la logica è quella di favorire, in alcuni punti particolarmente adatti, l'ampliamento dell'alveo e/o il ricoinvolgimento di porzioni del piano golenale prossime all'alveo inciso con il recupero di forme pregresse, meno vincolate, a un piano ribassato rispetto alla quota delle aree golenali storicamente inondabili, oggi in buona parte disconnesse dalle dinamiche fluviali.

4.2.2 Segmento omogeneo 5 – da Castel Cerreto a confluenza Stura di Ovada

SEGMENTO OR05	da Castel Cerreto a confluenza Stura di Ovada - Lunghezza totale=10,4 km
TRATTI OMOGENEI	TRATTO OR05300: da Castel Cerreto alla soglia di Battagliosi L=2,7 km TRATTO OR05200 dalla soglia di Battagliosi a Ovada L= 5,4 km TRATTO OR05100 da Ovada a confluenza Stura L= 2,3 km
ASSETTO IDRAULICO	Tratto OR05300: In questo tratto il corpo idrico tende a coinvolgere, già per eventi relativamente frequenti, l'intero ambito fluviale, definito in modo netto da ripidi versanti. La pressione antropica è modesta e il transito di eventi di piena non coinvolge insediamenti o infrastrutture, le opere idrauliche sono limitate a due briglie/soglie per la stabilizzazione del profilo di fondo. Tratto OR05200: Nel tratto in esame l'ambito fluviale si amplia sensibilmente procedendo verso valle, in particolare superato il centro di Molare; in occasione di eventi intensi la fascia d'erosione tende a coinvolgere l'intero fondovalle minacciando alcune aree produttive (sx e dx) e il centro sportivo di Ovada (sx). Il sistema difensivo non presenta un assetto organico: alcuni rilevati arginali, spesso non continui verso valle, difendono gli insediamenti più vulnerabili mentre difese longitudinali fissano le sponde dove fenomeni erosivi laterali interessano terrazzi sui quali si sviluppano insediamenti e/o infrastrutture. Tratto OR05100: L'ambito fluviale è limitato in destra dal terrazzo antico sul quale si sviluppa il centro storico di Ovada e in sinistra prima da ripidi versanti e poi da rilievi collinari, degradanti verso il corpo idrico, oggi interessati da abitati e aree produttive. Nel complesso la pressione antropica è molto elevata con insediamenti produttivi posti a ridosso dell'alveo attivo in fascia B. Il sistema difensivo è costituito da opere di sponda, concentrate in destra in corrispondenza del ponte di strada Grillano e di confluenza Stura, e da alcuni rilevati arginali a difesa degli insediamenti a ridosso dell'alveo attivo.
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	Tratto OR05300: Nel settore in questione 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 di dette scarpate. 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

	<p>Molare. Nel tratto in questione le opere idrauliche sono limitate a due soglie o briglie, di incerta finalità. La scarsa artificializzazione dell'alveo e il buono sviluppo della vegetazione riparia contribuiscono a rendere l'indice IQM buono</p> <p>Tratto OR05200: L'ampio tratto di Orba in oggetto è compreso tra Molare, incluso l'attraversamento dell'abitato, e Ovada. 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. I processi di approfondimento del profilo di fondo in questo settore sono in fase di rallentamento, non tanto o 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. IQM: moderato</p> <p>Tratto OR05100: Il tratto in questione corrisponde all'attraversamento dell'agglomerato urbano di Ovada, che, pur essendosi storicamente sviluppato sull'ampio terrazzo antico delimitato dalle valli dell'Orba e della Stura, si è espanso in parte nel dopoguerra anche sulla sponda sinistra. 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, in quanto il substrato marnoso 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 detti meandri, decisamente ampio, farebbe pensare a corsi d'acqua dotati di deflussi decisamente superiori a quelli dell'attuale Orba. IQM: moderato</p>
<p>ASSETTO ECOLOGICO</p>	<p>Tratto OR05300: Nel tratto in oggetto l'Orba scorre all'interno di una valle alluvionale compresa tra terrazzi antichi a loro volta scavati nella formazione dei conglomerati di Molare. Tale valle nel tratto di monte presenta una larghezza poco più ampia dell'alveo attivo, per poi allargarsi notevolmente in destra e quindi attraversare una nuova strettoia in corrispondenza dell'abitato di Molare. In questo settore non vi sono evidenze di affioramenti del substrato in alveo. La sezione e la morfologia fluviale, per lo più naturale, è parzialmente influenzata dalla presenza di due soglie. La fascia riparia è continua longitudinalmente, ma poco estesa lateralmente, ed è costituita sia da formazioni di invasione che propriamente riparie, essenzialmente a salici e pioppi, con localizzati individui di farnia. La presenza di due soglie determina una parziale semplificazione della morfologia d'alveo in un contesto comunque di discreta naturalità. Le aree urbanizzate sono impostate sui terrazzi antichi senza che vi siano estensioni significative alle aree golenali. IQAE: SX – buono/mediocre, DX – buono/mediocre</p> <p>Tratto OR05200: Il tratto in oggetto comprende l'attraversamento dell'abitato di Molare e il settore vallivo posto tra detto abitato e Ovada. Il fondovalle alluvionale, compreso tra rilievi collinari e terrazzi antichi, è solo in parte occupato da aree industriali e fabbricati rurali che, viceversa, si concentrano per lo più sulle superfici terrazzate. Le aree riparie, abbastanza discontinue, hanno a tratti modo di svilupparsi occupando ampie porzioni di detto fondovalle; dette formazioni sono essenzialmente costituite da pioppi e salici, con locale presenza di frassini e farnie; piuttosto diffuse le infiltrazioni di robinia. L'alveo, a banchi ciottolosi, pur essendo fissato da numerose briglie e traverse presenta ampi tratti con il substrato marnoso a vista. Le sponde sono localmente fissate da difese e per brevi tratti si ha la presenza di rilevati arginali. IQAE: SX – mediocre, DX – mediocre</p> <p>Tratto OR05100: Il settore di Orba in oggetto corrisponde all'attraversamento</p>

	<p>dell'abitato di Ovada, il cui nucleo storico è posto sul terrazzo antico che separa la valle dell'Orba da quella della Stura. In questo settore, pertanto, la sponda destra è spesso fissata da difese spondali e da limitati rilevati arginali. Il fondovalle alluvionale è pressoché completamente urbanizzato. Sull'alveo, ciottoloso, affiora con continuità il substrato marnoso. In sinistra, a tratti, il fondovalle è delimitato da rilievi collinari con formazioni di ripide scarpate che incombono sull'alveo attivo. Le formazioni riparie, discontinue, ove presenti hanno estensione laterale decisamente limitata e sono costituite essenzialmente da salici arbustivi, robinia, sambuco e vegetazione erbacea infestante.</p> <p>La presenza del substrato a vista determina una condizione di sezione naturale simile a quella di un alveo rivestito in calcestruzzo, il che ha conseguenze dirette sulla funzionalità dell'ecosistema acquatico. Nonostante ciò, anche solo sulla base di osservazioni superficiali, è stato possibile constatare la presenza di un discreto popolamento ittico. IQAE: SX – mediocre, DX – mediocre</p>
LINEE D'INTERVENTO	
Recupero morfologico e gestione dei sedimenti	<p>Tratto OR05300</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: l'ambito fluviale è rigidamente vincolato dai versanti, la fascia di divagazione segue l'andamento dell'inviluppo degli alvei storici in buon accordo con l'alveo attuale, assecondando alcune tendenze evolutive in corrispondenza di affluenti. Da monitorare l'evoluzione della sponda in corrispondenza del cimitero di Molare.</p> <p>interventi: Non sono previsti interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p> <p>Tratto OR05200</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: la pressione antropica cresce nel tratto man mano che si procede verso valle, all'ingresso in Ovada alcune difese, lungo le quali si sviluppa la fascia, sono strategiche per la tutela di aree insediate presenti sul terrazzo alto. Anche a monte le tendenze erosive in atto lungo la sponda esterna in località C.Rebba non possono essere assecondate, è anzi probabile si configuri l'esigenza di un intervento.</p> <p>interventi: Non sono previsti interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p> <p>Tratto OR05100: in corrispondenza del centro di Ovada la fascia di divagazione si mantiene in buon accordo con l'inviluppo degli alvei storici e con l'alveo attivo attuale: l'esigenza di protezione del contesto ha indotto la realizzazione di alcune opere di sponda tutte strategiche.</p> <p>Fascia di divagazione compatibile:</p> <p>interventi: Non sono previsti interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>

4.2.3 Segmento omogeneo 4 – da confluenza Stura a Silvano d'Orba

SEGMENTO OR04	Da confluenza Stura a Silvano d'Orba Lunghezza totale= 4,7 km
TRATTI OMOGENEI	TRATTO OR04100: da confluenza Stura a Silvano d'Orba - L= 4,7 km
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto OR04100: Il transito di eventi di piena intensi sollecita l'ambito fluviale definito in sinistra dalle diverse infrastrutture principali che, per l'intero tratto o localmente, si sviluppano in parallelo al corpo idrico. In destra, tra Orba e Piota, si sviluppano aree collinari meno acclivi dove le esondazioni possono coinvolgere areali più ampi ma in gran parte interessati da sole aree agricole.</p> <p>Le opere di sponda si concentrano in corrispondenza dei tratti in cui le principali infrastrutture (linea ferroviaria Ovada-Alessandria, SP185 e A26) sono prospicienti l'alveo attivo. Sistemi arginali locali tutelano singoli insediamenti (come il depuratore di Ovada) o aree agricole.</p>

ASSETTO GEOMORFOLOGICO	<p>Tratto OR04100: 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 pare 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 di dette marne, un abbassamento del letto, relativo agli ultimi decenni, dell'ordine di alcune decine di centimetri. 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.</p> <p>IQM: moderato</p>
ASSETTO ECOLOGICO	<p>Tratto OR04100: Il tratto, compreso tra la confluenza della Stura di Ovada e quella del Piota, scorre all'interno di una valle contenuta tra rilievi collinari e terrazzi antichi di alcune decine di metri di altezza. Il substrato marnoso affiora diffusamente per ampi tratti d'alveo, e solo localmente è coperto da barre ciottolose, nonostante tale condizione penalizzate si osserva la presenza di un discreto popolamento ittico con esemplari anche di notevole taglia. IQAE: SX – mediocre, DX – mediocre</p>
LINEE D'INTERVENTO	
Recupero morfologico e gestione dei sedimenti	<p>Tratto OR04100</p> <p>Fascia di divagazione compatibile: tra Ovada e Silvano in sinistra la fascia di divagazione è vincolata da opere strategiche e in generale dalla pressione antropica connessa alla presenza, in parallelo, di tre infrastrutture principali: la SP185, la linea ferroviaria AL-Ovada e verso valle la A26. In destra la fascia di divagazione è meno vincolata e tende ad ampliarsi localmente preservando all'Orba la possibilità di recuperare una sezione d'alveo meno incisa.</p> <p>Interventi: Non sono previsti interventi di recupero morfologico e/o gestione dei sedimenti</p>

4.2.4 Segmento omogeneo 3 – da Silvano d'Orba alla traversa della roggia di Bosco (confluenza Lemme)

SEGMENTO OR03	da Silvano d'Orba (Sez. 53) a traversa roggia di Bosco (Sez. 30BIS) - Lunghezza totale=12,1 km
TRATTI OMOGENEI	<p>TRATTO OR03200: da Silvano d'Orba (Sez. 53) a confluenza rio Secco (Sez. 43) L=5,6 km</p> <p>TRATTO OR03100 da confluenza rio Secco (Sez. 43) a traversa roggia di Bosco (Sez. 30Bis) L= 6,5 km</p>
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto OR03200: nel tratto in esame il comportamento in corso di piena presenta caratteristiche distinte tra Silvano e Pratalborato e tra Pratalborato e Capriata. A monte, eventi di piena anche intensi sono limitati in destra dal netto terrazzo principale e in sinistra dalla scarpata che definisce l'alveo attivo, ad eccezione di alcune zone interessate da attività estrattive. A valle i piani golenali tanto in destra quanto in sinistra sono pienamente coinvolti anche per eventi statisticamente frequenti.</p> <p>Il tratto, in termini di opere per il contenimento della divagazione planimetrica presenta una discreta naturalità; sono presenti tre difese tutte classificate strategiche: in sinistra a difesa del ponte di Silvano d'Orba, in destra in corrispondenza dell'abitato di</p>

	<p>Pratalborato, in sinistra in corrispondenza della confluenza del rio Secco.</p> <p>Le arginature sono sporadiche, a carattere locale, in genere discontinue; tra queste l'unica strategica è posta in località Ospedale.</p> <p>La sola opera trasversale presente, con evidenti segni di dissesto che ne compromettono la funzionalità, è posta a Pratalborato e favorisce una derivazione per uso irriguo. L'opera non è strategica ai fini dell'assetto idraulico.</p> <p>Tratto OR03100: in occasione di eventi di piena intensi, tende ad essere inondato l'intero ambito fluviale compreso tra il terrazzo principale in sinistra e la S.P. 155 in destra. Già per eventi statisticamente frequenti la fascia golenale in sinistra, a valle del ponte di Capriata, è ampiamente sollecitata mentre in destra, anche per effetto della linea arginale esistente, la fascia d'inondazione è proporzionalmente più contenuta. Le opere di difesa spondale sono sporadiche a monte per divenire successivamente pressoché continue; tutte sono classificate strategiche dalla curva a monte del ponte di Predosa fino alla traversa della roggia di Bosco.</p> <p>Le arginature sono complessivamente sporadiche; solo in destra si sviluppano due linee arginali significative: la prima a valle dell'abitato di Capriata e la seconda in corrispondenza della confluenza del Lemme. L'argine di Capriata, pressoché in frodo, presenta una condizione di dissesto generalizzato (alberi di alto fusto e arbusti sul rilevato, locali corde molli e franamenti), tale da comprometterne la funzionalità. L'opera che si sviluppa dal ponte sul Lemme della S.P. 155 fino alla traversa, è strategica (difesa di Fresonara) e adeguata.</p> <p>Non sono presenti opere trasversali (la traversa della roggia Bosco è assegnata al tratto omogeneo OR2300).</p>
<p>ASSETTO GEOMORFOLOGICO</p>	<p>Tratto OR03200: alveotipo sinuoso tendente alla pluricursalità fino alla traversa di Pratalborato. Da Pratalborato alla confluenza del rio Secco, si presenta monocursale rettilineo con sezione incisa rispetto al piano golenale. L'evoluzione planimetrica storica evidenzia una progressiva diminuzione della divagazione laterale. 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 elementi portano a prospettare una possibile inversione di tendenza, soprattutto nel tratto a monte di Pratalborato. IQM: moderato</p> <p>Tratto OR03100: 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. Sia il tracciato che il profilo di fondo appaiono stabili né vi sono evidenze di una ripresa della divagazione dell'alveo. IQM: moderato</p>
<p>ASSETTO ECOLOGICO</p>	<p>Tratto OR03200: da Silvano d'Orba alla traversa di Pratalborato si ha un alveo sinuoso, con sezione sostanzialmente naturale e alternanza regolare di raschi e correntini. Le fasce di vegetazione riparia che contornano l'alveo attivo, a salici e pioppi, presentano una larghezza anche significativa, dell'ordine di 300-400 m, ed includono in sinistra un'ampia area estrattiva abbandonata e spontaneamente naturalizzata appena a monte della curva di Pratalborato. A valle, l'alveo ha un andamento rettilineo, con sezione regolare e vegetazione riparia contenuta all'interno di una fascia omogenea, di alcune decine di metri di larghezza. Il territorio circostante l'alveo presenta un utilizzo del suolo abbastanza eterogeneo; alle prevalenti aree agricole a seminativi si alternano in destra le aree urbanizzate di Pratalborato e Silvano d'Orba e in sinistra alcune aree estrattive con annessi impianti di lavorazioni inerti, l'autostrada A26 ed alcune cascate e capannoni. IQAE: SX – mediocre, DX – buono/mediocre</p> <p>Tratto OR03100: l'alveo sinuoso, unicursale, presenta una morfologia piuttosto omogenea con sezione relativamente regolare, in cui tratti relativamente profondi a buche e correntini si alternano a rari raschi; le sponde esterne delle anse sono fissate per lunghi tratti da primate. Nel settore centrale è presente una soglia che alimentava</p>

	<p>un vecchio mulino presso Predosa. Al di fuori di quest'ultimo abitato, affacciato direttamente sulla sponda sinistra, le aree limitrofe sono occupate prevalentemente da seminativi, con qualche pioppeto e alcune cascine isolate, ed un'area ad attività estrattiva in località C.na Bruno. La vegetazione riparia segue con continuità le sponde e si estende a tratti, soprattutto in sponda sinistra, per alcune centinaia di metri all'interno dei territori agricoli retrostanti. Una di queste fasce golenali fra quelle più estese e integre, denominata "Buche di Predosa" è entrata a far parte delle aree protette del Parco dell'Orba. IQAE: SX – buono, DX – buono/mediocre</p>
LINEE D'INTERVENTO	
Sistemazione idraulica	<p>Tratto OR03200: non sono previsti interventi per il contenimento dei livelli ad eccezione del consolidamento dell'argine in corrispondenza della località Ospedale, classificato strategico per la funzione di protezione degli edifici retrostanti dagli effetti diretti del deflusso in piena. Si propone l'adeguamento strutturale dell'opera, finalizzato a tutelare la funzionalità della stessa rispetto a fenomeni di sormonto e tenuta idraulica.</p> <p>I rilevati arginali discontinui e locali compresi tra il tracciato autostradale in sinistra e il terrazzo in destra sono classificati non strategici.</p> <p>E' prevista la ricarica e/o ricostruzione della difesa strategica in corrispondenza della confluenza del rio Secco in sponda sinistra.</p> <p>L'unica opera trasversale, posta in corrispondenza della presa di Pratalborato, è costituita da un pennello, funzionale a orientare la corrente in magra e a innalzare il livello idrico per favorire la derivazione. Allo stato attuale risulta pressoché sepolta dai depositi e aggirata a monte in sinistra, è classificata non strategica. Ai fini della funzionalità dell'opera è previsto un intervento di movimentazione dei sedimenti e di modellazione dell'alveo.</p> <p>Nella fascia B sono presenti alcuni insediamenti isolati e il rilevato della A26, in prossimità dello stabilimento Saiwa; in entrambe le situazioni sono proposti interventi strutturali o non strutturali di carattere locale di riduzione della vulnerabilità.</p> <p>Tratto OR03100: nel tratto in sinistra non sono previste opere per il contenimento dei livelli di piena mentre in destra, presso la parte bassa del centro di Capriata e poco più a valle lungo la S.P. 155, sono previsti due sistemi arginali a difesa, il primo, del centro abitato, il secondo dell'infrastruttura.</p> <p>Non sono previsti interventi sulle difese di sponda che laddove strategiche presentano una buona funzionalità. Non sono presenti opere trasversali.</p> <p>Nelle aree golenali in fascia B, in particolare in sinistra, sono previsti interventi strutturali o non strutturali di carattere locale di riduzione della vulnerabilità di alcuni insediamenti isolati. Si propone inoltre che gli accessi in rilevato ai ponti di Capriata e Predosa vengano attrezzati con dispositivi di segnalazione e di interruzione della viabilità in caso di piena: entrambi sono sormontati per il tempo di ritorno di 200 anni.</p> <p>E' infine opportuno evidenziare che la fascia d'esondazione per la piena duecentennale raggiunge la S.P. 155 a monte del ponte di Predosa.</p>
Recupero morfologico e gestione dei sedimenti	<p>Tratto OR03200</p> <p>fascia di divagazione compatibile: da confluenza torrente Piota a monte del ponte di Silvano d'Orba, è vincolata, in sponda destra, lungo il limite della scarpata del terrazzo superiore occupato da insediamenti industriali e sportivi, mentre in sinistra può essere estesa in media di circa 50 m, per l'assenza nell'area golenale di insediamenti ed opere di difesa longitudinali strategiche. In prossimità dell'infrastruttura di attraversamento coincide con l'attuale limite dell'alveo attivo, vincolata dai rilevati di accesso. A valle del ponte, in sponda destra, si amplia di circa 30 - 50 m rispetto all'alveo attuale lungo il terrazzo alluvionale destinato ad attività agricola; in sponda sinistra si amplia a partire dal termine della difesa longitudinale esistente, strategica, a protezione del ponte e del canale di derivazione che scorre pensile parallelamente all'alveo. Fino a monte dell'ansa di Pratalborato l'area golenale sinistra è stata interessata da intense attività estrattive ora concluse; le aree relative si sono rinaturate in modo spontaneo, attraverso lo sviluppo di vegetazione in prossimità dei laghi di cava abbandonati limitrofi all'alveo attivo.</p>

	<p>A valle di Pratalborato, in cui l'alveo ha un andamento rettilineo con sezione regolare la fascia di divagazione segue l'andamento dell'alveo, ampliandosi di circa 30 – 50 m rispetto alla linea di sponda attuale.</p> <p>Interventi.</p> <p>All'altezza della traversa di Pratalborato è previsto un intervento di asportazione/movimentazione dei sedimenti, di carattere manutentivo, nell'alveo attivo; la criticità è legata alla presenza di una barra con vegetazione ad alto fusto che ostacola il deflusso delle acque, restringendo la sezione utile; un ulteriore apporto di materiale è legato, lungo l'ansa esterna destra, alla presenza della confluenza del torrente Albedosa. Attualmente il canale di magra principale aggira l'opera trasversale in sinistra; il manufatto, realizzato in parte da prismi di calcestruzzo e in parte in c.a., presenta segni di dissesto e ha perso gran parte della sua funzionalità, risultando ormai sepolto dal materiale sedimentato. L'intervento prevede l'asportazione parziale di materiale accumulatosi, in modo da riportare il fondo alveo ad una quota che permetta il deflusso della portata ordinaria al livello della traversa esistente ed evitare in caso di piena che la barra esistente ostacoli il deflusso e direzioni la corrente principale lungo la sponda destra, favorendo l'instabilità della scarpata del terrazzo superiore, oggi parzialmente difesa da prismi in cls, su cui è localizzato l'abitato di Pratalborato. Nell'ambito dello sviluppo progettuale dell'intervento potrà essere verificata la possibilità di rimuovere gli elementi strutturali dell'opera e garantire la funzionalità della derivazione attraverso la movimentazione stagionale dei sedimenti.</p> <p>Tratto OR03100</p> <p>fascia di divagazione compatibile: da confluenza rio Secco al ponte di Capriata d'Orba, è vincolata sull'attuale limite dell'alveo attivo. A valle dell'attraversamento, è ampliata a monte di Predosa lungo la gola sinistra, tanto più che una porzione di area fluviale subito a monte di tale località fa parte dell'area protetta del Parco Fluviale del Po e dell'Orba ed è interessata parzialmente da attività estrattiva.</p> <p>Occorre valutare la fattibilità della dismissione di una soglia posta circa 1 km a monte di Predosa, che alimentava un vecchio mulino.</p> <p>A valle di Predosa e fino a termine tratto, i vincoli (aree urbanizzate, ponte, traversa) sono tali da non permettere l'estensione della divagazione oltre il limite delle sponde dell'alveo attivo.</p>
--	--

4.2.5 Segmento omogeneo 2 – dalla traversa della roggia di Bosco (confluenza Lemme) al ponte di Casal Cermelli

SEGMENTO OR02	Da traversa roggia di Bosco (Sez. 30BIS) a ponte di Casal Cermelli (Sez. 08Bis) Lunghezza totale=10 km
TRATTI OMOGENEI	<p>TRATTO OR02300: da traversa roggia di Bosco (Sez. 30Bis) a traversa roggia S. Michele (Sez. 24 Bis) L=1,4 km</p> <p>TRATTO OR02200 da traversa roggia S. Michele (Sez. 24 Bis) a Portanuova (Sez.14) L= 3,9 km</p> <p>TRATTO OR02100 da Portanuova (Sez.14) a ponte di Casal Cermelli (Sez. 8Bis) L= 4,7 km</p>
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto OR02300: l'assetto idraulico del tratto è caratterizzato dalla presenza delle due traverse di derivazione, ritenute strategiche sia per la loro funzione sia per la stabilità del nodo, posto a valle di confluenza Lemme, in corrispondenza dell'attraversamento della A26. In piena i deflussi sollecitano, anche per eventi frequenti, l'ambito fluviale definito in maniera netta dal terrazzo principale in sinistra e dall'argine strategico, a difesa di Fresonara, in destra.</p> <p>La stabilità plano-altimetrica del tratto è garantita dalle opere trasversali e da un sistema di difese longitudinali continue e strategiche in tutto il tratto che in parte, specie in sinistra a monte della traversa della roggia S.Michele, sono oggi poco riconoscibili e comunque non paiono efficienti.</p> <p>Tratto OR02200: a valle della traversa della Roggia S.Michele i processi storici di abbassamento del profilo di fondo dell'Orba, che vanno via via accentuandosi verso</p>

	<p>confluenza Bormida, diventano palesi. A monte di Portanuova l'alveo attivo, definito da ripide scarpate pressoché verticali, palesa una capacità di portata tale da non coinvolgere, anche per eventi estremi, le aree golenali, se non zone ribassate interessate in passato da attività estrattive.</p> <p>Prismate di blocchi di calcestruzzo fissano le sponde delle due curve esterne presenti; evidenti sono i segni di dissesto di tali opere sollecitate oggi da fenomeni erosivi laterali che testimoniano, unitamente alla presenza di depositi di barra grossolani, un'inversione di tendenza rispetto all'approfondimento del fondo del recente passato. Le difese di sponda citate sono ritenute in parte strategiche per la difesa del borgo di Ritorto, in un caso, e della roggia S.Michele nell'altro.</p> <p>A monte del sistema arginale di Casal Cermelli sono presenti due arginature, entrambe in sinistra: la prima, strategica, a difesa del borgo di Ritorto, la seconda, non strategica, compresa tra il corpo idrico e il terrazzo principale e oggi non sollecitata dai livelli di piena anche per eventi intensi.</p> <p>Non sono presenti opere trasversali.</p> <p>Tratto OR02100: il tratto fluviale in esame è caratterizzato da interventi di regimazione estesi e continui che hanno interessato tutte le sponde esterne delle curve (difese da prismi di calcestruzzo) e i piani golenali dove arginature, tanto in destra quanto sinistra, limitano le aree inondabili. L'indubbio approfondimento del corso d'acqua nel tratto ha determinato la formazione di un alveo attivo nettamente definito da ripide scarpate di sponda e larghezza omogenea, con capacità di portata molto elevata tanto che solo per eventi estremi vengono sollecitati, anche se localmente, i sistemi arginali esistenti.</p> <p>In sinistra l'argine, in carente stato manutentivo e a ridosso dell'alveo attivo, tutela aree golenali interessate da coltivi e in parte da attività estrattive per poi avvicinarsi alla sponda e chiudersi a valle sulla spalla del ponte di Casal Cermelli. Solo nel tratto di monte l'argine è effettivamente sollecitato dall'evento di riferimento che peraltro, anche in assenza del sistema difensivo, sarebbe contenuto dai limiti morfologici naturali senza coinvolgere abitati o infrastrutture; per questi aspetti l'argine è ritenuto non strategico.</p> <p>In destra il rilevato arginale, in pessime condizioni strutturali e pressoché in frodo in alcuni punti, difende aree essenzialmente agricole in località cascina S.Michele per poi seguire l'andamento dell'Orba, fino all'attraversamento di Casal Cermelli, tutelando alcuni insediamenti a tergo e il rilevato della S.P. 181 di accesso al ponte. Lungo lo sviluppo lineare dell'opera, sia a monte che a valle, l'argine viene localmente sollecitato dai livelli attesi per eventi estremi tuttavia mentre a monte la mancata efficienza del sistema difensivo coinvolgerebbe aree interessate da coltivi (argine non strategico) a valle sono interessati diversi insediamenti e la viabilità. In questo tratto è confermata la necessità di opere strutturali per il contenimento dei livelli ma l'argine esistente, in ragione delle condizioni strutturali e del tracciato prossimo all'alveo attivo, non viene ritenuto strategico.</p> <p>Le difese di sponda presenti sono ritenute strategiche per evitare che fenomeni di divagazione planimetrica possano coinvolgere alcuni edifici dell'abitato di Portanuova, il sistema arginale in progetto a tutela degli insediamenti in località La Torre o minacciare un corretto approccio dei deflussi al ponte di Casal Cermelli.</p> <p>Nel tratto è presente una soglia in prismi di calcestruzzo, con evidenti segni di dissesto, ritenuta non strategica.</p>
<p>ASSETTO GEOMORFOLOGICO</p>	<p>Tratto OR02300: alveotipo rettilineo, condizionato dalle 2 traverse e dall'attraversamento autostradale. Tali traverse sono state realizzate anteriormente a 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, 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. 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. IQM: moderato</p> <p>Tratto OR02200: alveo sinuoso con barre alternate ben sviluppate e parzialmente</p>

	<p>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 dall'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. L'impressione generale è che nel 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. IQM: buono</p> <p>Tratto OR02100: 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 un parziale ripresa della tendenza alla divagazione che, tuttavia, è per lo più efficacemente contrastata dalla serie di primate che, anche in questo settore, fissano le sponde esterne delle anse. In una sezione messa a nudo in sponda sinistra da processi erosivi si osservano depositi di barra posti a circa 2 m di altezza rispetto a quelli attuali. 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. IQM: buono</p>
<p>ASSETTO ECOLOGICO</p>	<p>Tratto OR02300: l'alveo è condizionato dalla presenza della traversa roggia di Bosco e della traversa della roggia di San Michele; inizialmente, a valle della prima traversa, presenta una morfologia ramificata, con barre e isole coperte da arbusti di salici e pioppi e, per quanto riguarda i mesohabitat, è caratterizzato dalla prevalenza dei raschi sui correntini; a partire dall'attraversamento autostradale, viceversa, si ha un alveo sub rettilineo unicursale, con sezione relativamente regolare e profonda, con totale assenza di raschi. La vegetazione riparia è presente con continuità sulle sponde, probabilmente fissate da primate completamente mascherate da suolo e vegetazione; tali fasce riparie si estendono localmente anche per alcune centinaia di metri verso i territori retrostanti, in parte includendo aree estrattive abbandonate e un lago di cava. Le aree limitrofe sono occupate essenzialmente da coltivi a seminativi, con qualche pioppeto e rare cascate isolate. IQAE: SX – mediocre, DX – mediocre</p> <p>Tratto OR02200: l'alveo presenta una sezione in gran parte naturale, in cui gli interventi artificiali sono costituiti da primate, poste su rive opposte in corrispondenza delle sponde esterne delle anse, e dalla traversa di monte che alimenta la roggia di San Michele. L'alveo, ciottoloso o ghiaioso, mostra una certa tendenza alla ramificazione ed è caratterizzato da un'alternanza relativamente regolare di correntini, raschi e dalla presenza di locali buche. L'alveo attivo è contornato da zone riparie piuttosto estese, soprattutto in sponda sinistra, ove è presente un bosco a pioppi e salici prevalenti a cui a tratti sono associati la robinia, il frassino, la farnia e rari platani. Tale bosco fa parte integrante dell'area protetta della Garzaia di Bosco Marengo. I territori limitrofi alla fascia fluviale sono occupati essenzialmente da coltivi con, a tratti, impianti estrattivi abbandonati e in parte spontaneamente naturalizzati. L'unica area urbanizzata è costituita dalla borgata storica di Retorto, impostata su un terrazzo antico che si affaccia direttamente sull'alveo attivo. IQAE: SX – buono/mediocre, DX – mediocre</p> <p>Tratto OR02100: la sezione è sostanzialmente naturale, con solo lievi interventi artificiali costituiti dalle primate poste sulla riva esterna delle principali anse e in gran parte spontaneamente naturalizzate. La briglia subito a valle del ponte di Casal Cermelli è in gran parte sovralluvionata e non costituisce una barriera reale alla migrazione della fauna ittica. Il letto del torrente è caratterizzato da estese barre ciottoloso/ghiaiose, a tratti colonizzate da arbusti ripari, e da un'alternanza abbastanza regolare di correntini, raschi e locali buche. In prossimità delle sponde vi sono piane alluvionali ed aree riparie abbastanza continue longitudinalmente, di estensione variabile lateralmente. Al loro interno le essenze arboree sono rappresentate</p>

	<p>essenzialmente da pioppi e salici. Le aree limitrofe, fatto salvo l'abitato di Casal Cermelli, che comunque è leggermente arretrato rispetto alla fascia di pertinenza fluviale, sono occupate da coltivi, da aree estrattive per lo più abbandonate e da rare cascine isolate. Una parte del settore di fascia fluviale a monte di Casal Cermelli è inclusa all'interno dell'area protetta della Garzaia di Bosco di Marengo. IQAE: SX – buono, DX – buono/mediocre</p>
<p>LINEE D'INTERVENTO</p>	
<p>Sistemazione idraulica</p>	<p>Tratto OR02300: adeguamento in quota e sagoma del rilevato arginale strategico in sponda destra nel tratto tra le due traverse. ricarica e/o ricostruzione della difesa in sponda sinistra tra il ponte dell'A26 e la traversa della roggia S.Michele, al fine di evitare il possibile aggiramento. Ricarica delle difese in destra in corrispondenza della medesima opera trasversale.</p> <p>Tratto OR02200: nel tratto gli unici interventi di sistemazione previsti riguardano la ricarica e/o ricostruzione della difesa longitudinale strategica in località Retorto.</p> <p>Nelle aree golenali, in particolare in destra, sono presenti alcuni insediamenti isolati per i quali si prevedono interventi di riduzione della vulnerabilità strutturali a livello locale o non strutturali</p> <p>Tratto OR02100: nel tratto si prevede la realizzazione di una nuova linea arginale che, in sponda destra, si sviluppi da località C.na S.Michele al ponte di Casal Cermelli. Si prevede inoltre la ricarica e il consolidamento delle opere di sponda strategiche oggi danneggiate da fenomeni erosivi laterali.</p> <p>Nelle aree golenali, in sinistra, sono presenti alcuni insediamenti isolati per i quali si prevedono interventi di riduzione della vulnerabilità strutturali a livello locale o non strutturali.</p>
<p>Recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>	<p>Tratto OR02300</p> <p>fascia di divagazione compatibile: i vincoli delle traverse, dell'attraversamento autostradale e delle opere pressoché continue di stabilizzazione delle sponde sono tali da vincolare la fascia lungo le sponde dell'alveo.</p> <p>Tratto OR02200</p> <p>fascia di divagazione compatibile: a valle della traversa di roggia San Michele, lungo la sponda sinistra, si attesta sulla difesa di sponda strategica a protezione dell'abitato di Retorto; subito a valle si amplia lungo la golena sinistra interessata da attività agricola e priva di insediamenti. In sponda destra ha ampiezza media di 30 – 50 m fino all'ansa esterna all'altezza dell'abitato di Portanuova. Qui la difesa di sponda è strategica e impedisce l'arretramento della sponda e il coinvolgimento del canale irriguo.</p> <p>Interventi</p> <p>Non sono previsti interventi di gestione dei sedimenti; gli obiettivi sono favorire la possibile tendenza attuale del tratto al deposito di fondo per recuperare il precedente approfondimento storico. Il parziale recupero di quota di fondo agevola l'apertura di rami secondari e l'allargamento della sezione di deflusso con recupero di materiale dall'erosione delle sponde, nei tratti non vincolati da opere di difesa.</p> <p>Tratto OR02100</p> <p>fascia di divagazione compatibile: si attesta sul limite delle difese che fissano le sponde esterne delle tre anse presenti tutte strategiche nell'assetto proposto e finalizzate ad evitare che fenomeni di instabilità planimetrica possano coinvolgere il sistema arginale in progetto o mettere a rischio un corretto invito dei deflussi in corrispondenza del ponte. Lungo le sponde interne la fascia si amplia in modo significativo solo in località Cascina Merlanotta dove è previsto un intervento di recupero morfologico in adiacenza all'alveo attivo attuale, in una fascia già interessata in passato da attività estrattive.</p> <p>Interventi</p> <p>Sono previsti due interventi di gestione dei sedimenti.</p> <p>Il primo prevede l'apertura di un canale secondario in modo da alleggerire la capacità erosiva del canale principale della corrente, che attualmente corre lungo la sponda</p>

	<p>destra dell'ansa. La causa dell'innescò della criticità è legata alla presenza di una barra alta parzialmente vegetata che occlude in parte la sezione di deflusso e direziona la corrente lungo la sponda destra. In fase di realizzazione progettuale deve essere previsto il ripristino e l'immorsamento verso monte della difesa lungo la sponda destra e la realizzazione di un pennello ad inizio dell'opera di difesa che direzioni la corrente lungo il canale secondario.</p> <p>Il secondo intervento riguarda il recupero morfologico dell'area golenale interna dell'ansa, che in passato è stata oggetto di attività estrattiva. In questo caso si prevede un recupero morfologico delle diverse quote del piano golenale al fine di favorire il deflusso delle piene ordinarie ed il miglioramento ecologico ambientale di questa area limitrofa all'alveo attivo, compromessa dall'attività antropica.</p>
--	--

4.2.6 Segmento omogeneo 1 – dal ponte di Casal Cermelli a confluenza Bormida

SEGMENTO OR01	Da ponte di Casal Cermelli (Sez. 08Bis) a confluenza Fiume Bormida (Sez. 1) Lunghezza totale= 5,5 km
TRATTI OMOGENEI	TRATTO OR01100: da ponte di Casal Cermelli (Sez. 08Bis) a confluenza Fiume Bormida (Sez. 1) L= 5,5 km
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto OR01100: in questo tratto sono marcatamente evidenti gli approfondimenti storici del profilo di fondo del torrente Orba che oggi anche per eventi estremi di fatto non coinvolge i piani golenali, se non in destra in prossimità della confluenza (località Villa Molino). L'intero tratto palesa interventi di sistemazione non recenti analoghi al tratto di monte: difese in prismi di calcestruzzo a fissare ogni sponda esterna e sistemi arginali continui lungo entrambe le sponde.</p> <p>L'argine in sinistra palesa condizioni (vegetazione, corde molli, franamenti) che non ne garantiscono la funzionalità tuttavia i livelli idrici non sollecitano l'opera anche per eventi estremi: l'argine è ritenuto non strategico.</p> <p>Il sistema arginale in destra, fino alla confluenza del Rio dell'acqua, presenta caratteristiche analoghe all'argine sinistro ed è ritenuto non strategico. Nel tratto di valle tutela gli insediamenti di Villa Molino tuttavia le condizioni strutturali del corpo arginale e la vicinanza all'alveo attivo fanno propendere per considerare l'opera non strategica in quanto non efficiente e difficilmente difendibile.</p> <p>Le opere di sponda esistenti sono in gran parte strategiche per la stabilità del tratto in corrispondenza del ponte e della confluenza del Rio dell'acqua, la difesa di un insediamento in frodo o la tutela di aree interessate da discariche.</p> <p>L'unica opera trasversale è la soglia a protezione del ponte di Casal Cermelli che per le condizioni in cui versa e per il maggior equilibrio del trasporto solido palesato dall'Orba è ritenuta non strategica.</p>
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	<p>Tratto OR01100: alveo 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. Vi sono segni di una certa tendenza al sovralluvionamento 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 che paiono salire a 5-6 m in corrispondenza dell'immissione nel Bormida. Numerosi sono inoltre i tratti caratterizzati da erosioni spondali che, in questo tratto, hanno portato anche al parziale collasso di difese di sponda. 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. IQM: moderato</p>
ASSETTO ECOLOGICO	<p>Tratto OR01100: sezione incisa con morfologia parzialmente artificializzata e caratterizzata da alternanze discontinue di correntini e raschi. L'alveo, per lo più unicursale, tende a tratti a diventare ramificato. Sono presenti porzioni limitate di piana alluvionale, con formazioni riparie a pioppi, salici e robinia, di ampiezza variabile, dotate di discreta continuità longitudinalmente. Le aree circostanti sono occupate prevalentemente da coltivi e, soprattutto presso la confluenza, da aree estrattive, per lo più abbandonate e parzialmente rinaturalizzate, in cui è purtroppo accertata la presenza di discariche illecite di rifiuti. IQAE: SX – mediocre, DX – mediocre</p>
LINEE D'INTERVENTO	
Sistemazione idraulica	<p>Tratto OR01100: L'unico intervento per il contenimento dei livelli è previsto in destra, a valle della confluenza de Rio dell'acqua, a tutela degli insediamenti in località Villa Molino. Per dare continuità al sistema difensivo ed evitare fenomeni di aggiramento è anche previsto un intervento di manutenzione su arginatura posta immediatamente a monte, ad est del Rio dell'acqua.</p> <p>A completamento degli interventi nel tratto è prevista la ricarica e il consolidamento delle opere di sponda strategiche oggi danneggiate da fenomeni erosivi laterali.</p>

Recupero morfologico e gestione dei sedimenti	<p>Tratto OR01100</p> <p>fascia di divagazione compatibile: nel tratto la fascia si sviluppa in corrispondenza dell'alveo attuale nelle curve esterne, per lo più difese da opere di sponda strategiche. In particolare, nel tratto terminale verso la confluenza in Bormida, la presenza di discariche oggetto di bonifica vincola la divagazione lungo l'attuale limite di sponda. Nelle sponde interne o nei tratti sub-rettilinei la fascia si sviluppa a 30-50 m dal limite attuale dell'alveo al fine di tenere in considerazione una ripresa dei fenomeni di mobilità laterale, probabile visto il maggior equilibrio del trasporto solido palesato dall'Orba.</p> <p>Interventi</p> <p>Non sono previsti interventi; l'obiettivo è di favorire il possibile processo di recupero delle quote del fondo alveo dopo lo storico abbassamento di circa 5-6 m rispetto alle quote dei piani golenali attuali nella zona di immissione in Bormida.</p>
---	---

4.3 Torrente Stura di Ovada

4.3.1 Segmento omogeneo 2 – dal ponte della linea ferroviaria AL-GE al ponte Ovada-Belforte

SEGMENTO SO02	Dal ponte della linea ferroviaria AL-GE al ponte Ovada-Belforte Lunghezza totale= 0,7 km
TRATTI OMOGENEI	TRATTO SO02100: dal ponte della linea ferroviaria AL-GE al ponte Ovada-Belforte L= 6,6 km
ASSETTO IDRAULICO	Tratto SO02100: in corso di piena i deflussi, già per eventi statisticamente frequenti, sollecitano l'intero ambito fluviale, vincolato rigidamente dai versanti. L'alveo presenta una buona naturalità, le sole opere presenti sono concentrate in corrispondenza dell'infrastruttura autostradale e contrastano potenziali fenomeni di divagazione laterale.
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	<p>Tratto SO02100: Questo tratto 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.</p> <p>Date le condizioni geomorfologiche l'alveo è stabile sia in relazione ad eventuali divagazioni laterali sia per quanto riguarda il profilo di fondo. La presenza di due difese spondali in destra idrografica, un muro e uno scogliera in prismi di calcestruzzo, a protezione del viadotto autostradale non pare strettamente necessaria. 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. IQM: elevato</p>
ASSETTO ECOLOGICO	<p>Tratto SO02100: Il tratto in questione scorre all'interno di una sezione fortemente incisa all'interno del substrato roccioso. Nel tratto terminale è presente una traversa che costituisce una significativa interruzione della continuità idraulica. Sempre in questo settore sono presenti, nelle vicinanze dell'alveo, alcuni edifici ad uso industriale e commerciale, nonché, in sinistra, la SS 590. La sezione, tranne che nei pressi della traversa, mantiene una conformazione sostanzialmente naturale ma fortemente incassata che impedisce la formazione di fasce riparie estese, il che risulta penalizzante soprattutto in relazione alla funzionalità fluviale. Tra le essenze riparie si segnala soprattutto la presenza di salici, sia arborei che arbustivi. I versanti in destra sono occupati per lo più da boschi, mentre in sinistra macchie alberate sono alternate a coltivi per lo più in stato di abbandono. IQAE: SX – buono/mediocre, DX – buono/mediocre</p>

LINEE D'INTERVENTO	
Recupero morfologico e gestione dei sedimenti	<p>Tratto SO02100</p> <p>fascia di divagazione compatibile: la fascia di divagazione, in accordo con l'alveo attuale, è di fatto vincolata dai ripidi versanti che definiscono l'ambito fluviale</p> <p>Interventi: Non sono previsti interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>

4.3.2 Segmento omogeneo 1 – dal ponte Ovada-Belforte a confluenza Orba

SEGMENTO SO01	dal ponte Ovada-Belforte a confluenza Orba Lunghezza totale= 3,6 km
TRATTI OMOGENEI	TRATTO SO01100: dal ponte Ovada-Belforte L= 3,6 km
ASSETTO IDRAULICO	<p>Tratto SO01100: l'ambito fluviale si amplia in questo tratto, specie in destra dove la fascia d'esondazione coinvolge, per eventi intensi, le aree agricole tra alveo e versante. Il sistema difensivo si concentra in sinistra (difesa dell'abitato di Ovada e della strada del Turchino), dove in particolare ad inizio tratto, località Caffarella, rilevati arginali sono strategici per la tutela degli insediamenti retrostanti.</p>
ASSETTO GEOMORFOLOGICO	<p>Tratto SO01100: Il settore terminale della Stura di Ovada da un punto di vista geomorfologico è caratterizzato da una netta apertura della sezione valliva e, in relazione all'uso del suolo dalla presenza, soprattutto in sponda sinistra, di ampie aree urbanizzate che si sono espanse fino ad impegnare significative porzioni delle aree golenali. 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 in questo caso 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.</p> <p>Quest'ultimo ha determinato un netto rallentamento del processo di approfondimento del profilo di fondo che, tuttavia, deve essere stato in tempi relativamente recenti piuttosto intenso 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. Sono invece attualmente attivi processi di allargamento dell'attuale piana alluvionale che si sviluppano soprattutto in sponda destra a scapito di aree agricole marginali, visto che in sinistra la sponda, dopo l'evento del 1977 che ha coinvolto pesantemente l'area urbanizzata posta lungo la SS 590, è stata fissata con una serie pressoché continua di difese spondali rinforzate a tratti da rilevati arginali. IQM: moderato</p>
ASSETTO ECOLOGICO	<p>Tratto SO01100: Il settore in esame corrisponde al tratto terminale della Stura ed in particolare al settore compreso tra lo sbocco della stretta valle montana scavata all'interno del substrato roccioso e la confluenza nell'Orba. In questo settore il fondovalle alluvionale è relativamente ampio ed è compreso tra serie di terrazzi antichi sui quali è edificato in sinistra l'abitato storico di Ovada e in destra l'area industriale e commerciale di Belforte Monferrato, oltre a numerose borgate rurali. Nell'alveo, ghiaioso-ciottoloso, affiora per lunghi tratti il substrato marnoso.</p> <p>La presenza di formazioni riparie, data la vicinanza ai centri urbani, è piuttosto discontinua, ed è costituita prevalentemente da salici e pioppi, con infiltrazioni di robinia; localmente, soprattutto in sponda destra presso la località Cascina Pizzo di Gatto sono presenti, nell'ambito di formazioni boscate di invasione, singoli esemplari di un certo pregio per età e dimensione, essenzialmente costituiti da pioppi e farnie. Le sponde, soprattutto in sinistra, sono fissate da difese IQAE: SX – mediocre, DX – mediocre</p>
LINEE D'INTERVENTO	
Recupero morfologico e	Tratto SO01100

gestione dei sedimenti	<p>fascia di divagazione compatibile: in corrispondenza di Ovada la pressione antropica è molto elevata e la fascia di divagazione, in sinistra, è posta in corrispondenza di una serie di difese strategiche che caratterizzano ogni curva. In destra la fascia è prossima all'alveo attivo attuale, a sua volta coerente, con l'involuppo degli alvei storici, a testimonianza del vincolo morfologico imposto dai ripidi versanti presenti.</p> <p>Interventi: Non sono previsti interventi di recupero morfologico e gestione dei sedimenti</p>
------------------------	---

5 L'APPORTO SOLIDO DEI BACINI DI TESTATA

Nel rapporto specialistico relativo al trasporto solido è contenuta l'analisi degli apporti solidi medi da parte dei bacini idrografici montani alle sezioni di testata delle due aste studiate.

Si riportano di seguito alcune considerazioni di sintesi rispetto a questo tema, che si inquadra nel bilancio dei sedimenti relativo alle aste vallive e che va considerato in modo correlato alle linee di intervento che si propongono sulle stesse.

Una stima del trasporto solido dei bacini montani è stata effettuata sulla base dei dati di interrimento di alcuni dei principali invasi ubicati all'interno del bacino idrografico del Bormida.

In Tab. 6 è riportato il confronto tra il trasporto solido potenziale calcolato presso tali invasi con il metodo di Gavrilovic¹ e il volume effettivo di interrimento registrato.

Tab. 6 Confronto tra trasporto solido potenziale e reale in alcuni dei principali invasi ubicati nel bacino del Bormida

Invaso	Apporto solido annuo al serbatoio	Bacino sotteso	Apporto specifico da interrimento	
	(m ³ /anno)		(km ²)	(m ³ /anno/km ²)
Valla - Bormida (interrimento)	3500	68	51	0,05
Valla - Bormida (Gavrilovic)	25000	68	368	0,37
Ortiglieto - Orba (interrimento)	40000	137	292	0,29
Ortiglieto - Orba (Gavrilovic)	40187	137	293	0,29
Osiglietta - Bormida (interrimento)	15000	20	750	0,75
Osiglietta - Bormida (Gavrilovic)	5330	20	267	0,27
		media interrimento	364	0,36
		media Gavrilovic	309	0,31

Piana Crixia (interrimento)	350	239	1	0,00
Piana Crixia (Gavrilovic)	86500	239	362	0,36

Come noto, il metodo di Gavrilovic permette di stimare la produzione di sedimenti media annua in funzione del "peso" attribuito, sulla base di analisi statistiche, alle differenti variabili indipendenti considerate: fisiografia, piovosità, termometria, utilizzazione del territorio e assetto vegetazionale, erodibilità del substrato roccioso, condizioni di dissesto idrogeologico in atto.

¹ Gavrilovic S. (1959) « Methode de la classification des bassins torrentiels et equation nouvelles pour le calcul des hautes eaux et du debit solide ». Vadoprivreda, Belgrado.

L'interrimento è viceversa stato calcolato in sede di piano di gestione dei sedimenti di ciascun invaso sulla base di un confronto tra il volume dell'invaso ante operam e il volume di invaso effettivo al momento del rinnovo della concessione, a sua volta determinato in base a rilievi batimetrici. Quest'ultimo, quindi, con tutte le incertezze del caso, rappresenta una misura "diretta" del trasporto solido sia di fondo che in sospensione.

Per tale confronto son stati presi in considerazione i tre invasi di Ortiglieto (sull'Orba), di Valla (sull'omonimo torrente affluente di destra del Bormida di Spigno) e di Osiglietta (sull'omonimo torrente affluente di destra del Bormida di Millesimo).

Si tratta a tutti gli effetti di dighe con volume di invaso sufficiente da permettere il deposito, oltre che del trasporto di fondo, anche di buona parte del materiale in sospensione. Come si vede i valori di interrimento specifico sono piuttosto variabili, ma la media nel complesso è coerente con i risultati ottenuti con il metodo di Gavrilovic che, d'altra parte, a suo volta, è stato definito sulla base della correlazione dei dati di interrimento di una serie di invasi dell'ex Yougoslavia.

L'invaso di Piana Crixia, viceversa, presenta caratteristiche simili a quelle delle principali traverse presenti nei tratti oggetto di studio, ovvero sbarramento relativamente basso e modesto volume di invaso.

Come si vede, all'interno di tale invaso il quantitativo di trasporto solido trattenuto è minimo, sia in assoluto sia rispetto a quello potenzialmente mobilitato nel bacino idrografico. Che tale effetto sia dovuto alla gestione dello sbarramento (con aperture periodiche) o alla scarsa capacità di trattenuta di sedimenti non è dato saperlo, tuttavia la conclusione che se ne può trarre è che l'influenza di invasi di questo tipo sul bilancio del trasporto solido è modesto, quando non è trascurabile.

E' verosimile che la stessa conclusione possa essere estesa anche alle principali traverse presenti nei tratti di studio. A conferma di tale ipotesi è stato osservato che in alcuni casi si hanno addirittura forme di accumulo di materiale grossolano subito a valle dell'invaso stesso.

Facendo riferimento alla Tab. 6 si può quindi stimare sul bacino complessivo del Bormida un trasporto potenziale specifico medio di circa 330 m³/anno per Km², definito facendo media tra il valore calcolato con il metodo di Gavrilovic e quello misurato bacini artificiali. Tenendo conto di quanto trattenuto dagli invasi di Osiglietta, Valla e Ortiglieto per misura diretta e dall'invaso di Lavagnina in funzione della superficie del bacino sotteso, si può arrivare alla stima del trasporto solido potenziale all'inizio dei tratti di studio riportata in Tab. 7.

Tab. 7 Calcolo del trasporto solido potenziale nei punti di immissione nei tratti di studio

Sezione	Superficie	Trasporto solido totale	Trasporto solido al netto invasi	Invasi considerati
	(km ²)	(m ³ /anno)	(m ³ /anno)	
Bormida ad Acqui	1355	447150	428650	Valla e Osiglietta
Orba a Silvano d'Orba	434	143220	87050	Ortiglieto e Lavagnina
Lemme confluenza Orba	183	60390	60390	

Nell'esaminare tali valori occorre tenere presente che il metodo di Gavrilovic, benché in questo caso sia stato tarato con i dati di interrimento di alcuni invasi montani, definisce il quantitativo di materiale potenzialmente eroso. Solo una parte di esso tuttavia subisce un trasporto fino al reticolo idrografico principale.

Numerose possono essere infatti le aree di accumulo non solo artificiali ma anche naturali (depositi lacustri, conoidi, alluvioni di fondovalle, detrito di falda, frane ecc.). Poste queste

premesse è evidente che la presenza di invasi pare poco rilevante sul Bormida in senso stretto, mentre l'influenza sull'Orba potrebbe essere non trascurabile, visto che il trasporto potenziale si riduce a circa il 60% di quello naturale indisturbato.

5.1 Ipotesi di intervento sull'invaso di Ortiglieto

In tema di integrazione tra gli interventi sulle aste di fondo valle e quelli relativi al bacino montano di alimentazione, in relazione al bilancio del trasporto solido, un caso particolarmente significativo è rappresentato dal bacino di Ortiglieto, posto sull'Orba circa al confine regionale tra Liguria e Piemonte.

Gi elementi illustrati al punto precedente mostrano come la diga sottenda un bacino montano che riduce di circa il 40% il trasporto potenziale del bacino idrografico sotteso. Per altro l'effetto di intercettazione del materiale è ben evidente nell'alveo del torrente immediatamente a valle della stessa diga, che mostra i segni evidenti di erosione e di abbassamento di fondo.

La diga di Ortiglieto, costruita dopo l'evento meteorico disastroso del 1935 che ha tracimato la preesistente diga di Bric Zerbino, è una traversa entrata in funzione nel 1940, di circa 12 m di altezza che sottendeva inizialmente un volume di invaso di circa 1 milione di m³; nella condizione attuale consente una regolazione corrispondente a soli 22.000 m³, a causa del completo interrimento raggiunto dal bacino nei circa 70 anni di esercizio.

L'ipotesi di intervento, a suo tempo formulata in termini di fattibilità, nell'ambito della predisposizione di una Schema Direttore sulla gestione della risorsa idrica del corso d'acqua, su incarico della Provincia di Alessandria, Dipartimento Ambiente, Territorio e Infrastrutture, prevede di l'asportazione – totale o parziale – dei sedimenti del bacino ripristinando l'originaria capacità di invaso e la messa a dimora degli stessi nella golaena del rio Brigne (in precedenza all'evento di piena sede dell'alveo dell'Orba) in posizione tale da poter essere progressivamente re-immessi nel bilancio dinamico del trasporto solido del corso d'acqua.

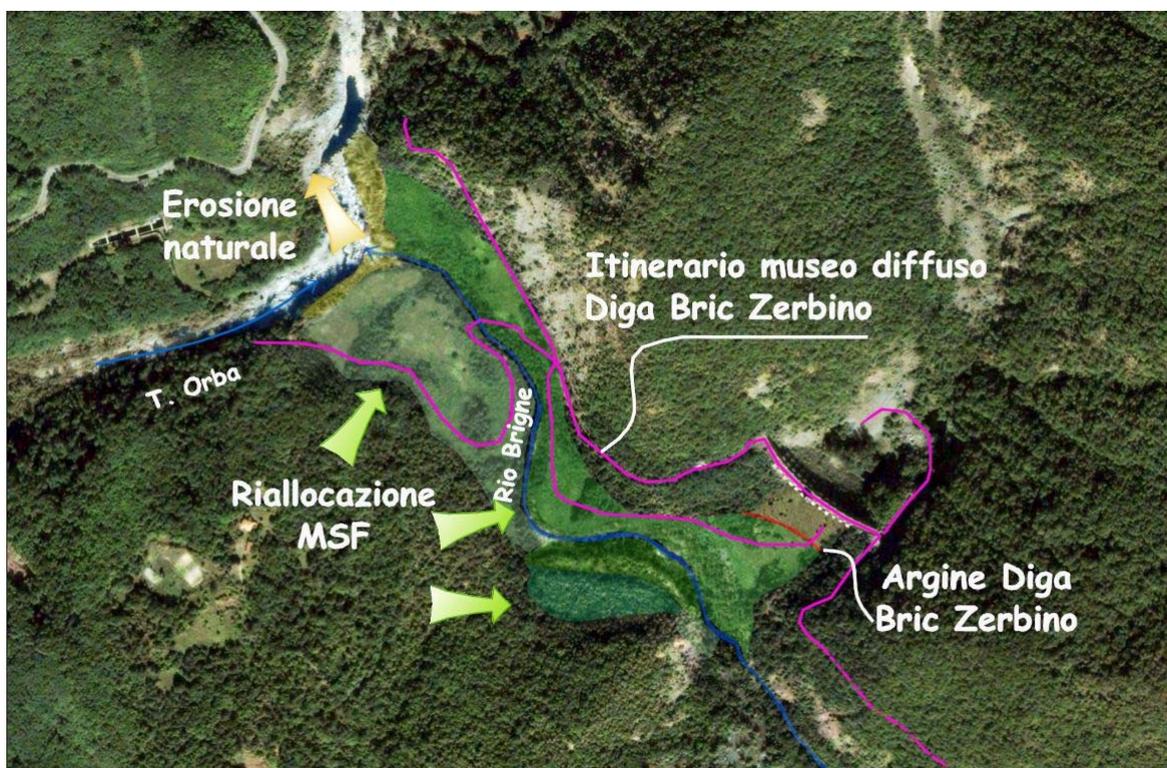


Fig. 10 Intervento di gestione dei sedimenti sull'invaso di Ortiglieto: schema funzionale