
IMPLEMENTAZIONE DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI MORFOLOGICI

ATTIVITA' 2011

A cura del Dipartimento Geologia e Dissesto

INTRODUZIONE

Nell'ambito delle attività di implementazione e recepimento della direttiva europea sulle acque 2000/60 (*Water Framework Directive*) devono essere valutati i processi morfologici che condizionano l'assetto dei corsi d'acqua. Per questo è stata messa a punto da ISPRA a partire dal 2009 (Rinaldi et al., 2011) una metodologia basata sulla comprensione dei processi geomorfologici che determinano il funzionamento fisico di un corso d'acqua e sulla correlazione tra questi e la "salute" ecologica dello stesso corpo idrico.

La valutazione combinata di un insieme di aspetti, ciascuno dei quali descritto da una serie di parametri e/o indicatori, consente di classificare lo **stato morfologico** dei corpi idrici determinando lo scostamento dalle condizioni che esisterebbero, nelle attuali condizioni del bacino, in assenza di influenza antropica in alveo, nelle zone riparie e nella pianura adiacente (condizioni di riferimento). In particolare la metodologia ISPRA considera come riferimento significativo la condizione degli alvei fluviali negli anni '50 del XX secolo.

La valutazione delle condizioni attuali ed il monitoraggio futuro si basano su un approccio integrato, facendo uso sinergico delle principali metodologie impiegate nello studio geomorfologico dei corsi d'acqua, vale a dire l'impiego di telerilevamento (*remote sensing*), analisi GIS ed il rilevamento sul terreno.

Nell'ambito della direttiva la valutazione dei processi morfologici sostiene quella dei parametri biologici, fisici e chimici per la classificazione dello stato ecologico elevato dei corsi d'acqua, fornisce elementi a sostegno dell'interpretazione dei dati biologici e caratterizza i corpi idrici interessati dalla presenza di pressioni idromorfologiche.

La conoscenza dei sistemi e dei processi fluviali inoltre permette di interpretare correttamente le pressioni, gli impatti e le modificazioni alle quali saranno soggetti gli ecosistemi in futuro e di mettere quindi in atto tutte le misure di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità ambientale, nonché un'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

La valutazione morfologica dei corsi d'acqua si sviluppa in due fasi:

- 1) la prima fase ha lo scopo di fornire un inquadramento delle condizioni fisiche dei corpi idrici e soprattutto di effettuare una prima suddivisione in tratti relativamente omogenei dei corpi stessi, funzionale alle analisi successive;
- 2) la seconda fase, riguardante la valutazione dello stato attuale di ogni tratto del corso d'acqua, si basa sull'identificazione delle condizioni attuali di funzionalità morfologica ed artificialità e

tiene conto delle variazioni morfologiche subite dal corpo idrico in tempi relativamente recenti come risultato di alterazioni antropiche passate.

Entrambe le fasi di lavoro prevedono l'ausilio di apposite schede di valutazione, diversificate a seconda se riferite ad alvei confinati o semi/non confinati, che consentono un'analisi guidata dei vari aspetti attraverso la valutazione di indicatori ai quali vengono assegnati dei punteggi proporzionali all'importanza che ciascuno di essi assume nella valutazione complessiva.

Nella tabella sottostante è riportata la lista degli indicatori relativi ai tre aspetti (funzionalità, artificialità, variazioni morfologiche).

Lista degli indicatori, relativi campi di applicazione (alcuni indicatori non si valutano per qualche sottocaso specificato nelle schede) e valori. <i>C</i> : confinati; <i>NC</i> : semiconfinati e non confinati; <i>CI/W</i> : canali intrecciati e wandering; <i>G</i> : grandi ($L > 30$ m).						
CATEGORIE	INDICATORE		CAMPO DI APPLICAZIONE	VALORI		
				A	B	C
Funzionalità geomorfologica						
Continuità	F1	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	Tutti	0	3	5
	F2	Presenza di piana inondabile	Solo NC	0	3	5
	F3	Connessione tra versanti e corso d'acqua	Solo C	0	3	5
	F4	Processi di arretramento delle sponde	Solo NC	0	2	3
	F5	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	Solo NC	0	2	3
Morfologia Configurazione morfologica	F6	Morfologia del fondo e pendenza della valle	Solo C	0	3	5
	F7	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	NC : tutti; C : solo CI/W	0	3	5
	F8	Presenza di forme tipiche di pianura	Solo NC meandriformi in ambito fisiografico di pianura	0	2	3
Configurazione sezione	F9	Variabilità della sezione	Tutti	0	3	5
Struttura e substrato alveo	F10	Struttura del substrato	Tutti	0	2	5 6
	F11	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	Tutti	0		3
Vegetazione fascia perifluviale	F12	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	Tutti	0	2	3
	F13	Estensione lineare delle formazioni funzionali lungo le sponde	Tutti	0	3	5
Artificialità						
Opere di alterazione della continuità long. a monte	A1	Opere di alterazione delle portate liquide formative	Tutti	0	3	6
	A2	Opere di alterazione delle solide	Tutti	0	3 6	9 12
Opere di alterazione della continuità long. nel tratto	A3	Opere di alterazione delle portate liquide formative	Tutti	0	3	6
	A4	Opere di alterazione delle portate solide	Tutti	0	4	6
	A5	Opere di attraversamento	Tutti	0	2	3
Opere di alterazione della continuità laterale	A6	Difese di sponda	Tutti	0	3	6
	A7	Arginature	Solo NC	0	3	6
Opere di	A8	Variazioni artificiali di tracciato	Solo NC	0	2	3

alterazione della morf. dell'alveo e/o del substrato	A9	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	Tutti	0	3	6	8
Interventi di manutenzione e prelievo	A10	Rimozione di sedimenti	Tutti	0	3	6	
	A11	Rimozione di materiale legnoso	Tutti	0	2	5	
	A12	Taglio della vegetazione in fascia perfl.	Tutti	0	2	5	
Variazioni morfologiche							
Configurazione morfologica	V1	Variazione della configurazione morfologica	Solo G	0	3	6	
Configurazione sezione	V2	Variazioni di larghezza	Solo G	0	3	6	
	V3	Variazioni altimetriche	Solo G	0	4	8	12

Per quanto riguarda la valutazione finale, la somma dei punteggi relativi a tutti gli indicatori, normalizzata alla somma dei punteggi massimi, rappresenta l'**Indice di Alterazione Morfologica (IAM)** che fornisce una misura dello scostamento rispetto alle condizioni di riferimento; dallo IAM si ricava l'**Indice di Qualità Morfologica IQM** = 1 - IAM, con significato corrispondente all'*EQR (Environmental Quality Ratio)*. Tale indice infatti assume valore pari ad 1 nel caso di un corso d'acqua completamente inalterato (coincidente con la condizione di riferimento) e pari a 0 per un corso d'acqua completamente alterato.

Sulla base dei valori dell'*IQM complessivo* del corpo idrico, calcolato come media ponderata sulla lunghezza dei singoli tratti, sono state definite le **classi di qualità morfologica** secondo quanto specificato in tabella.

IQM	CLASSE DI QUALITÀ
0.0 ≤ IQM < 0.3	PESSIMO O CATTIVO
0.3 ≤ IQM < 0.5	SCADENTE O SCARSO
0.5 ≤ IQM < 0.7	MODERATO O SUFFICIENTE
0.7 ≤ IQM < 0.85	BUONO
0.85 ≤ IQM < 1.0	ELEVATO

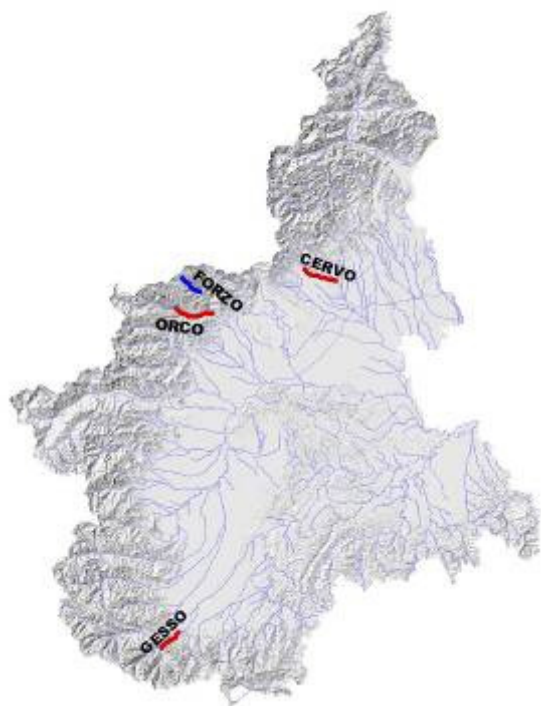
Gli indici IAM ed IQM possono essere suddivisi in sub-indici, ovvero ripartiti nelle varie componenti (funzionalità IFM, artificialità IA, variazioni morfologiche IV) per meglio identificare quali siano le criticità e/o i pregi di un tratto o per procedere a confronti con altri indici fisico-chimici e biologici.

Arpa Piemonte nel 2011 ha sperimentato il metodo su quattro corpi idrici della rete regionale di monitoraggio, secondo la procedura proposta da ISPRA, attraverso l'ausilio di apposite schede di valutazione che contengono un certo numero di indicatori valutati tramite l'impiego di immagini telerilevate, analisi GIS e rilevamento sul terreno.

Oltre alle schede di valutazione per il calcolo dell'indice di Qualità morfologica, per ciascun tratto è riportata una relazione sintetica riguardante le principali criticità evidenziate dai punteggi

degli indici di funzionalità morfologica, artificialità e variazione morfologica, per fornire una prima indicazione delle pressioni insistenti sul corpo idrico.

I quattro corpi idrici indagati sono riportati nella tabella e nella figura seguenti.



Indice di Qualità Morfologica – Attività 2011

CODICE_CI	CORSO D'ACQUA	IQM
04SS3N225PI	GESSO	BUONO
06SS3D107PI	CERVO	SUFFICIENTE
01SS2N200PI	FORZO	ELEVATO
01SS3N347PI	ORCO	SUFFICIENTE

Nel 2012 si darà avvio al primo anno di monitoraggio morfologico per la componente morfologica attraverso la definizione degli Indici di Qualità Morfologica di 26 corpi idrici.

Il monitoraggio consentirà di valutare le tendenze evolutive attuali e future e di rapportarle alle modificazioni passate, in modo da giungere ad una valutazione del possibile recupero morfologico o dell'ulteriore allontanamento da condizioni meno alterate, aspetti fondamentali per le successive analisi degli impatti e per la definizione delle misure di mitigazione ai fini del raggiungimento degli obiettivi della direttiva.

Inoltre, per facilitare l'inserimento e la condivisione dei dati tra gli operatori che lavorano al progetto, la SC 22 sta predisponendo un primo prototipo ad uso interno per la raccolta, l'organizzazione, la condivisione e la trasmissione delle informazioni di natura morfologica funzionali al calcolo dell'indice IQM, nella forma di un *geodatabase* che ospiterà le informazioni descrittive e geografiche specifiche della metodologia ISPRA, oltre alle informazioni di base. Tale strumento garantirà un'intrinseca qualità dei dati rilevati e faciliterà il passaggio dei dati secondo le specifiche ISPRA.

VALUTAZIONE DELL'INDICE DI QUALITÀ MORFOLOGICA (IQM)

TORRENTE FORZO CI 01SS2N200PI

Sorgente - Confluenza T. Soana

Il T. Forzo dalla sorgente (Grangia Lavina Grossa, 2095 m s.l.m.) alla confluenza nel T. Soana (870 m s.l.m.) ricade in un unico CI definito 01SS2N200PI, che corrisponde ad un unico segmento ricadente dal punto di vista fisiografico in un ambito di area montuosa alpina. Tale segmento ai fini della valutazione dell'Indice di Qualità Morfologica è stato suddiviso in due tratti di estensione longitudinale confrontabile, che hanno però pendenza, caratteristiche morfologiche e grado di antropizzazione in fascia perfluviale parzialmente differenti. Il punto di campionamento di riferimento (*reference* Cod_Stazione 428005 e Cod_ADB 001063009021, Loc. Cascina Lilla; punto rosso in figura) è ubicato all'estremità inferiore del tratto di monte e ne eredita la classificazione in termini di valore IQM.

TRATTO 01SS2N200PI_1

Sorgente – Forzo (Loc. Molino di Forzo)



Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	4898
Larghezza media (m)	16.5
Pendenza (%)	10.2
Tipologia	CS

C:confinato; CS: canale singolo

Il Torrente Forzo nel tratto 01SS2N200PI_1 segue un andamento fortemente controllato da lineamenti geo-strutturali orientati NW-SE ed è caratterizzato da elevata pendenza del fondo alveo e grado di confinamento molto alto. In questo settore infatti la valle è piuttosto stretta ed il Forzo scorre incassato tra i versanti e tra imponenti corpi di conoide poligenici e alluvionali (Rio Pisone, Rio del Boschietto, Rio Tressi), incidendo in più punti il substrato roccioso.

Gli indici di Funzionalità ed Artificialità per questo tratto presentano valori vicini a quelli ideali, fatta eccezione nel primo caso per l'indicatore relativo alla struttura dell'alveo, che presenta in diversi punti fenomeni di *clogging* e nel secondo caso per la presenza di opere di

intesi degli indici			
Funzionalità		Artificialità	
F1	A	A1	A
F3	A	A2	A
F6	A	A3	A
F7	A	A4	A
F9	A	A5	B
F10	B	A6	A
F11	A	A9	A
F12	A	A11	A
F13	A	A12	A
IFM	IA	IQM	
0.37	0.56	0.93	
		ELEVATO	

attraversamento nel tratto - seppur solo in parte interferenti con i deflussi. L'antropizzazione dell'area perifluviale è estremamente contenuta, in quanto sono presenti nuclei abitativi sparsi (loc. Boschiettiera) o edifici isolati (Grangia Nasasse, C. Tras) ed un sentiero percorribile esclusivamente a piedi. Non si riscontrano alterazioni della continuità del corso d'acqua né in senso longitudinale, né in senso trasversale, e sono assenti opere di difesa spondale fatta eccezione per l'opera arginale in massi cementati di altezza inferiore al metro presente in sinistra idrografica in corrispondenza dell'attraversamento presente tra le frazioni Forzo e Molino di Forzo. Sono relativamente continui i processi di arretramento delle sponde e la sezione

dell'alveo ha larghezza compresa tra i 5 e i 25 m; la presenza di vegetazione nella fascia perifluviale è pressoché continua sia in senso areale che longitudinale.

Le variazioni morfologiche non sono state rilevate in quanto la larghezza media del tratto è inferiore a 30 m. I sub-indici sintetici IFM e IA sono molto prossimi al limite superiore, confluendo in un valore IQM molto alto pari a 0.93 (IAM = 0.07) a classificare il tratto in stato "ELEVATO". Il punto di campionamento *reference* eredita tale classificazione.



Vista verso monte della parte superiore del tratto.



Vista verso monte nel settore intermedio del tratto; il Forzo scorre tra apparati di conoide poligenici/alluvionali.



Vista verso monte del fondo alveo in roccia nella parte inferiore del tratto.



Fenomeni di *clogging* in alveo nella parte inferiore del tratto

TRATTO 01SS2N200PI_2

Forzo (Loc. Molino di Forzo) – Confluenza Soana



Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	4993,9
Larghezza media (m)	31,9
Pendenza (%)	3.4
Tipologia	CS

C: confinato; CS: canale singolo

A differenza del precedente, questo tratto si presenta meno incassato tra i versanti e più confinato da conoidi alluvionali (Rio Tressi, T. Lasinetto, T. Arcando, T. Fattinaire) e da imponenti falde detritiche presenti alla base dei versanti; l'andamento del corso d'acqua, seppur confinato, si osserva essere più sinuoso e l'indice di confinamento è più elevato rispetto al tratto 1; la pendenza di fondo alveo è mediamente più bassa, anche se sono presenti alcuni punti in

cui la pendenza, a causa di restringimenti dell'alveo (es. Borgata Quandin), aumenta notevolmente.

In questo tratto si riscontra una limitata interferenza del Forzo con centri abitati (frazioni

Sintesi degli indici					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	A
F3	A	A2	A	V2	A
F6	A	A3	A		
F7	A	A4	A		
F9	A	A5	B		
F10	B	A6	B		
F11	C	A9	A		
F12	B	A11	A		
F13	A	A12	A		
IFM		IA		IV	
0.32		0.52		0.05	
				IQM	
				0.89	
				ELEVATO	

Pessetto, Lasinetto, Convento, Bosco), edifici isolati (C. Marmotè, Grangia Lasinetta) e con la viabilità comunale.

La funzionalità morfologica è molto buona, con evidenze di mobilità laterale dell'alveo ed assenza di impedimenti al deflusso; come nel primo tratto si rilevano in diversi punti fenomeni di *clogging* in alveo. Al contrario in questo tratto non è presente materiale vegetale in alveo, essendo probabilmente stato asportato dopo gli eventi di piena. In questo tratto sono due gli eventi alluvionali che hanno lasciato una forte impronta morfologica sul T. Forzo,

l'evento del settembre 1993 e l'evento dell'ottobre 2000. Nel primo caso si è rilevato un eccezionale trasporto solido lungo molti tributari e di conseguenza lungo l'asta torrentizia principale, a modificare fortemente l'assetto dell'alveo del T. Forzo in termini di ampiezza e posizione. L'evento successivo ha accentuato ulteriormente tale tendenza morfologica. Dall'analisi delle informazioni relative agli anni '50, l'alveo si presentava più stretto rispetto alla conformazione attuale e in alcuni punti in cui oggi il canale è monocursale e ampio, si individuavano più rami di larghezza contenuta separati da isole fluviali.

La distribuzione in senso areale delle formazioni funzionali in fascia perifluviale a valle di Molino di Forzo su entrambe le sponde è più discontinua rispetto al primo tratto; in senso longitudinale viceversa la continuità delle formazioni funzionali lungo le sponde resta significativa.

Per quanto riguarda l'artificialità non ci sono opere di alterazione della continuità longitudinale, mentre sono presenti alcune opere di attraversamento che interferiscono parzialmente con i deflussi, nonché localizzate opere di difesa spondale. Le opere, ubicate nel settore medio-inferiore del tratto, sono state realizzate per lo più a seguito degli eventi alluvionali 1993 e 2000.

Ai fini della valutazione IQM le modificazioni morfologiche avvenute a seguito degli eventi alluvionali non sono rilevanti, in quanto non peggiorative; pertanto non sono state rilevate variazioni morfologiche significative.

La valutazione complessiva del tratto è leggermente inferiore a quella del tratto a monte (IFM=0.32, IA = 0.52, IV=0.5) a definire un valore di IQM=0.89 e IAM=0.11; il tratto ricade a pieno titolo all'interno della classe "ELEVATO".



Vista verso valle della parte superiore del tratto, ripresa dal settore di unghia del conoide del Rio Tressi. Si nota la continuità in senso longitudinale delle formazioni funzionali.



Vista verso monte della parte medio-superiore del tratto.



Vista dell'opera di difesa spondale in sinistra idrografica nel settore intermedio del tratto a monte di un attraversamento.



Vista verso monte della parte inferiore del tratto. Si noti la mobilità laterale dell'alveo in sponda sinistra.

Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Mettendo a confronto i valori degli indicatori di Funzionalità morfologica e Artificialità valutati su entrambi i tratti si riscontrano alcune differenze.

Nel primo caso l'unico fattore di alterazione della situazione ideale registrato nel tratto di monte - il *clogging* - si riscontra anche nel tratto di valle, dove però si registrano altre

alterazioni in termini di assenza di materiale legnoso in alveo e di discontinuità in senso areale delle formazioni funzionali.

Per quanto riguarda l'Artificialità in entrambi i tratti esistono opere di attraversamento interferenti con i deflussi, ma solo nel tratto di valle l'allontanamento dalla condizione ideale è accentuato dalla presenza di opere longitudinali di difesa il cui impatto ai fini del metodo non si può considerare trascurabile.

Sintesi dei valori IFM		
	Tratto 1	Tratto 2
F1	A	A
F2	-	
F3	A	A
F4	-	-
F5	-	-
F6	A	A
F7	A	A
F8	-	-
F9	A	A
F10	B	B
F11	A	C
F12	A	B
F13	A	A
IFM_{tot}	0.40	0.56

Sintesi dei valori IA		
	Tratto 1	Tratto 2
A1	A	A
A2	A	A
A3	A	A
A4	A	A
A5	B	B
A6	A	B
A7	-	-
A8	-	-
A9	A	A
A10	-	-
A11	A	A
A12	A	A
IA_{tot}	0.32	0.52

L'indice di variazione è stato applicato solo al secondo tratto, dunque cadono le condizioni per un confronto.

Considerando la media pesata dei due tratti del torrente Forzo indagati, il valore dell'IQM ottenuto è 0.91, corrispondente alla classe "ELEVATO".

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza (m)	IQM	Classe
1	4898	0.93	ELEVATO
2	4994	0.89	ELEVATO
	Tot 9892	0.91 (media pesata)	ELEVATO

TORRENTE GESSO CI 04SS3N225PI

Confluenza Gesso Valletta/Gesso Entracque - Cartiera Pirinoli (Roccavione)

Il corpo idrico 04SS3N225PI corrisponde al tratto terminale vallivo del torrente Gesso, subito a monte del suo ingresso nell'ambito di pianura ed è compreso tra la confluenza dei due rami di monte del torrente (Gesso della Valletta – Gesso di Entracque) e la cartiera di Roccavione. In questo tratto il torrente Gesso attraversa il comune di Valdieri per poi segnare il confine tra i comuni di Borgo San Dalmazzo e Roccavione. La conformazione della valle è di tipo fluvio-glaciale, con il fondovalle colmato dai sedimenti depositi nel periodo post-glaciale. L'ampiezza della piana di fondovalle permette al corso d'acqua di avere una configurazione semiconfinata con una relativa libertà di movimento laterale, testimoniata dalla presenza di terrazzamenti. La morfologia del corso d'acqua è di tipo *wandering*, caratterizzata da un alveo ampio, poco inciso, con canali separati da barre e isole. Gli apporti di sedimenti da parte dei tributari laterali non sono rilevanti e comunque non interferiscono con lo scorrimento principale.

Il regime pluviometrico vede due picchi in primavera e autunno. Il regime idrologico risulta condizionato oltre che dalle precipitazioni, anche dalla fusione del manto nevoso e, a partire dagli anni '60, dalla presenza dei grandi invasi per scopi idroelettrici nella parte alta del bacino montano. Il torrente Gesso è stato interessato nel tempo da diversi eventi alluvionali, il più gravoso dei quali, negli ultimi decenni, è stato quello del giugno 2000, durante il quale si sono prodotti numerosi danni legati prevalentemente a processi erosivi. In particolare è stata pesantemente colpita l'area attrezzata "Real Park", immediatamente a monte del c.i. indagato, e il ponte di Valdieri con il crollo della pila in destra idrografica.

In virtù del grado di confinamento, delle caratteristiche morfologiche, della pendenza, il corpo idrico è stato suddiviso in due tratti, all'interno di ciascuno dei quali ricade un punto di campionamento biologico. Per quanto riguarda il tratto di monte (04SS3N225PI_1), dal momento che le caratteristiche morfologiche risultano omogenee e non si sono ravvisati elementi di discontinuità tali da determinare un'ulteriore suddivisione, per evitare una duplicazione di schede si è mantenuto un unico tratto che risulta avere lunghezza complessiva superiore al limite consigliato dal metodo (5 km).

TRATTO 04SS3N225PI_1

Confluenza Gesso Valletta/Gesso Entracque - Diga di Brignola (Andonno)



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	7080
Larghezza media (m)	125
Pendenza (%)	1.48
Tipologia	W

SC:semi confinato; W: wandering

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	B	V1	A
F2	A	A2	B1	V2	C
F3	-	A3	A	V3	B
F4	A	A4	B		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	B		
F11	A	A11	B		
F12	A	A12	B		
F13	A				
IFM	IA	IV	IQM		
0.31	0.38	0.10	0.79		
			BUONO		

L'antropizzazione dell'area circostante è relativamente contenuta, essendo presenti solo l'abitato di Valdieri (capoluogo), la frazione di Andonno e alcuni nuclei abitativi sparsi. La viabilità principale è rappresentata dalla strada provinciale 22 che, in questo tratto, non interferisce con il corso del torrente Gesso. La funzionalità geomorfologica risulta buona, non essendoci alterazioni della continuità né in senso longitudinale, né in senso trasversale, anzi essendo piuttosto continui i processi di arretramento delle sponde.



Torrente Gesso a monte di Valdieri



Ciottoli depositati in occasione della piena del giugno 2000 all'esterno dell'alveo attuale



Ponte di Valdieri: le pile in alveo non sembrano condizionare il flusso del materiale solido



Torrente Gesso a valle di Valdieri

La sezione dell'alveo è variabile con larghezze comprese tra 12 e 200 m e anche la presenza di vegetazione nella fascia perfluviale è continua. L'artificialità del tratto è contenuta, ma risente in una certa misura della presenza degli invasi Enel nella parte montana del bacino, che riducono le portate naturali del torrente. L'acqua trattenuta dal bacino della Piastra (Entracque) viene in parte utilizzata per il funzionamento della centrale idroelettrica di Andonno, a valle della quale è presente un bacino di compenso che regola la restituzione delle acque per usi irrigui. Lungo il tratto è trascurabile la presenza di difese spondali, così come risulta contenuta l'interferenza con il deflusso da parte dei ponti di Valdieri, di Tetti Cialombard e di Andonno. Dal confronto con il volo GAI del '54 l'alveo attuale risulta meno ampio, ma in alcuni tratti appare in leggera controtendenza rispetto alla situazione di restringimento riferita ai primi anni '80. Il punteggio complessivo dell'IQM è di 0.79 e quindi collocato nella parte intermedia della classe di qualità morfologica "BUONO".

TRATTO 04SS3N225PI 2

Diga di Brignola (Andonno) - Cartiera Pirinoli (Roccavione)



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	2734
Larghezza media (m)	85
Pendenza (%)	1.35
Tipologia	W

SC:semi confinato; W: wandering

Anche questo tratto, come il precedente, non soffre di particolari interferenze con centri abitati, viabilità o infrastrutture. La funzionalità morfologica è buona, con evidenze di mobilità laterale dell'alveo e assenza di impedimenti al deflusso. Sono presenti, anche se in misura contenuta,

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	B	V1	A
F2	B	A2	B1	V2	A
F3	-	A3	C	V3	B
F4	A	A4	A		
F5	A	A5	A		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	B	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	B		
F12	B	A12	B		
F13	A				
IFM		IA	IV	IQM	
0.25		0.40	0.14	0.80	
				BUONO	

barre e isole, proprie della tipologia *wandering*. Più discontinua, rispetto al tratto I, la presenza di piana inondabile e di formazioni funzionali in fascia perifluviale.

Dal punto di vista dell'artificialità non vi sono opere di alterazione della continuità longitudinale e sono presenti solo localizzate opere di difesa spondale. Il tratto risente in parte degli invasi a monte e in modo più marcato delle opere di derivazione in località Tetto Giraudò, a valle della centrale di Andonno (portata massima derivata di 6300 l/s) e in località Pian Gardiole, in prossimità della cartiera Pirinoli (portata massima derivata di 55 l/s) che causano una significativa alterazione (11.3%)

delle $Q_{1.5}$, da cui deriva il valore "C" attribuito all'indicatore A3. Per quanto riguarda la variazioni non si rilevano significative modificazioni rispetto alla situazione degli anni 50, a parte un leggero abbassamento della quota del fondo, comunque ampiamente contenuto entro i 3 m. La valutazione complessiva del tratto è confrontabile con quella del tratto precedente (IQM=0.80) e quindi all'interno della classe "BUONO".

Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Nel complesso il corpo idrico indagato mantiene caratteristiche morfologiche buone, nonostante la presenza nel bacino montano dei grandi invasi del sistema idroelettrico di Entracque.

Tali sbarramenti inducono una criticità idrologica lungo tutta l'asta torrentizia del Gesso, in particolare nella parte a valle dell'abitato di Borgo San Dalmazzo, rilevabile per buona parte dell'anno e aggravata in parte dalle derivazioni a scopo irriguo.

Sintesi dei valori IFM		
	Tratto 1	Tratto 2
F1	A	A
F2	A	B
F3	-	-
F4	A	A
F5	A	A
F6	-	-
F7	A	A
F8	-	-
F9	A	B
F10	A	A
F11	A	A
F12	A	B
F13	A	A
IFM_{tot}	0.31	0.25

Tutti gli indici di funzionalità morfologica hanno raggiunto il punteggio migliore nel primo tratto, mentre nel secondo tratto hanno un punteggio intermedio la presenza di piana inondabile (*F2*), la variabilità della sezione (*F9*) e l'ampiezza delle formazioni funzionali in fascia perfluviale (*F12*); quest'ultima valutazione dipende dall'uso prevalentemente agricolo delle aree presenti in sponda destra e dalla limitata espansione delle superfici perfluviali in sponda sinistra.

Sintesi dei valori IA		
	Tratto 1	Tratto 2
A1	B	B
A2	B1	B1
A3	A	C
A4	B	A
A5	B	A
A6	A	A
A7	A	A
A8	A	A
A9	A	A
A10	B	A
A11	B	B
A12	B	B
IA_{tot}	0.38	0.45

L'artificialità risente degli invasi montani che alterano la continuità longitudinale a monte (*A1* e *A2*). Il tratto 04SS3N225PI_2, inoltre, risente della presenza, lungo il tratto stesso, di derivazioni idriche che alterano sensibilmente le portate formative e causano l'attribuzione del punteggio più penalizzante, "C", all'indice *A3* (opere di alterazione delle portate liquide, nel tratto). Per il tratto 04SS3N225PI_1 sono stati valutati con il punteggio intermedio gli indici *A4*, a causa della presenza della soglia a valle del ponte di Andonno che parzialmente interferisce con il transito delle portate solide, e *A5* poiché sono presenti lungo il tratto 3 ponti. Per quanto riguarda l'indice *A10* (rimozione di sedimenti) non è stato possibile raccogliere informazioni su attività di rimozione terre in alveo; pertanto laddove si osservano da foto aeree evidenze di una probabile passata attività estrattiva è stato

attribuito punteggio “B”, negli altri casi si è optato per la risposta “A”. Alle domanda A11 e A12 (rimozione di materiale legnoso e taglio della vegetazione in fascia perifluviale), come suggerito dal manuale tecnico, in assenza di notizie certe su tali attività negli ultimi 20 anni, si è attribuito il punteggio “B”.

Sintesi dei valori IV		
	Tratto 1	Tratto 2
V1	A	A
V2	C	A
V3	B	B
IV _{tot}	0.10	0.14

Per quanto riguarda le variazioni rispetto alla condizione morfologica degli anni '50, lungo i tratti analizzati non si osservano modificazioni di configurazione morfologica (V1) (sostanzialmente si è mantenuta la tipologia *wandering*) mentre più significative sono le variazioni della sezione. Dal punto di vista altimetrico (V3) le variazioni sono contenute all'incirca entro i 3 metri per tutta la lunghezza del corpo idrico, mentre per quanto riguarda la larghezza (V2), il restringimento dell'alveo è decisamente più importante nel primo tratto, che probabilmente ha risentito maggiormente delle condizioni critiche di deflusso, dovute alla realizzazione degli invasi Enel avviata nel 1969.

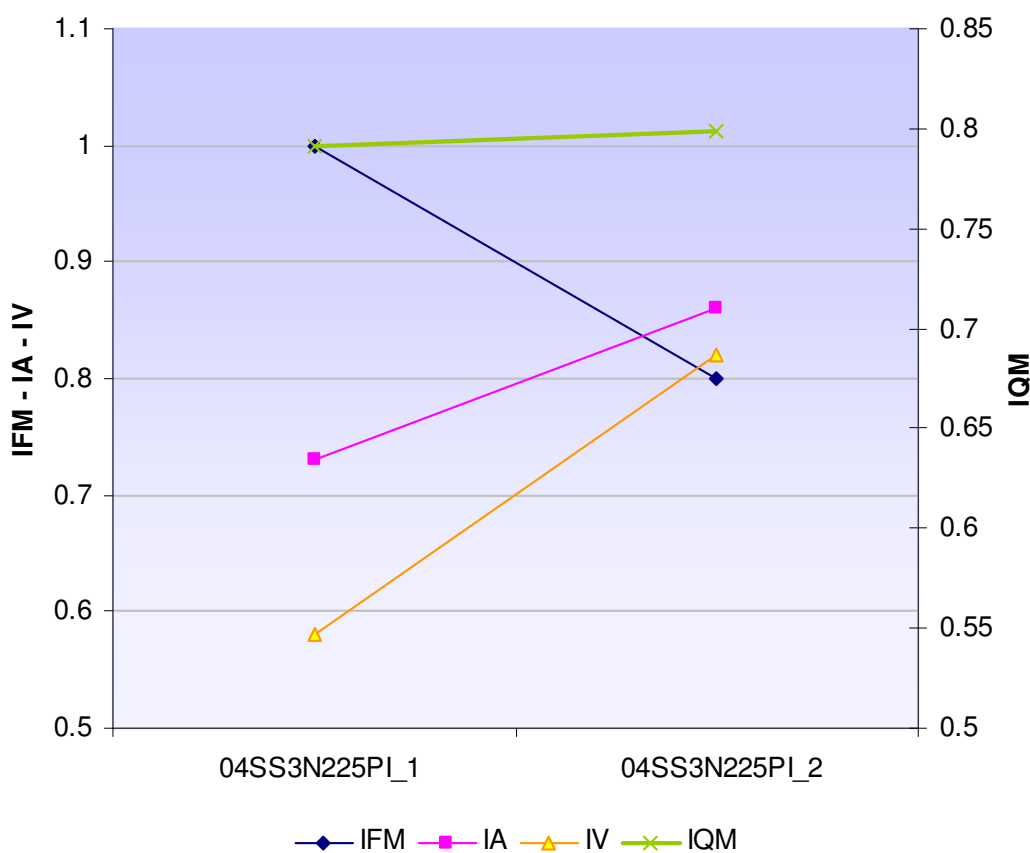
Considerando la media pesata dei 2 tratti, il valore generale dell'IQM ottenuto è 0.79, corrispondente alla classe “BUONO”.

Sintesi dei valori IQM				
Tratto	Lunghezza (m)	IQM	Classe	
1	7080	0.791366906	BUONO	
2	2734	0.798561151	BUONO	
	Tot	9814	0.793371 (media pesata)	BUONO

La tabella che segue riporta una sintesi dei sub indici IFM, IA e IV, rapportati al valore massimo ottenibile per la relativa categoria nell'ambito di ciascuna scheda, in modo da poterne confrontare l'andamento tra di loro e valutarne le variazioni lungo il corpo idrico.

Sintesi dei valori IFM, IA, IV normalizzati		
	Tratto 1	Tratto 2
IFM	1.00	0.80
IA	0.73	0.86
IV	0.58	0.82

Dall'analisi dei dati della tabella, riportati sul grafico che segue, si evince che i valori di IQM pressoché analoghi derivano però da due situazioni differenti: il tratto 04SS3N225PI_1 mostra una netta variabilità tra i subindici, con un valore massimo per l'IFM, un valore accettabile per IA ed un valore meno buono per le variazioni (IV); il tratto 04SS3N225PI_2 invece pur non avendo picchi di eccellenza ottiene un buon valore di IQM grazie alla sostanziale convergenza verso l'alto di tutti e tre i subindici.



TORRENTE ORCO CI 01SS3N347PI

Rosone - confluenza torrente Soana.

Nel tratto considerato di 16.5 Km la valle dell'Orco mostra una configurazione di tipo glaciale, i fianchi vallivi sono ripidi e rocciosi mentre la piana di fondovalle, con larghezza che varia dai 200 ai 500 metri, è raccordata ai versanti dagli accumuli detritici di tipo gravitativo e da quelli derivati dall'attività dei tributari minori (conoidi). Il corso d'acqua in questo tratto scorre perlopiù in un unico canale con ridotta sinuosità e pendenza media dell'1.4%.

Il corpo idrico, per la determinazione degli Indici di Qualità Morfologica, è stato suddiviso in sei tratti sulla base della tipologia fluviale riscontrata, sulle variazioni di pendenza dell'alveo e sulla presenza di opere antropiche importanti.

I processi morfologici

La piana di fondovalle è stata ripetutamente interessata da eventi alluvionali che ne hanno modellato la morfologia. Per gli ultimi due secoli si ha testimonianza dei processi accorsi attraverso la documentazione storica presente negli archivi del Dipartimento Geologia e Dissesto e da questa, risulta che la valle Orco è interessata da processi di modellamento importanti in media ogni 10 anni. Per il tratto di corso d'acqua considerato risultano rilevanti gli apporti di sedimento dai tributari laterali che si immettono sul fondovalle depositando ingenti accumuli di materiale detritico; questi determinano restringimenti nella valle fissando in parte l'andamento planimetrico del torrente.

Durante le piene i principali processi sono ascrivibili a erosione di sponda, riattivazione di canali laterali e inondazione con tiranti idrici elevati delle aree interposte. L'ultimo evento di modellamento dell'alveo si è avuto durante la piena dell'ottobre 2000; a seguito degli ingenti danni al territorio sono stati effettuati, e ancora sono in fase di realizzazione, massici interventi di difesa spondale a salvaguardia degli abitati e della strada che percorre la valle.

Il corso d'acqua, a seguito dell'evento 2000, ha cambiato la sua configurazione che era immutata dalla metà del '900, riattivando canali che erano ormai sospesi sulla piana alluvionale nel tentativo di riappropriarsi della configurazione pluricursale.

Gli interventi seguiti agli eventi del 1993 e 2000, piene significative per il corso d'acqua nel XX secolo, hanno ripristinato l'assetto precedente attraverso la chiusura dei canali rimodellati e la realizzazione di opere di difesa per fissare il percorso dell'alveo.

TRATTO 01SS3N347PI 1

Confluenza T. Piantonetto-loc. Chioso



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	1432
Larghezza media (m)	67
Pendenza (%)	1.4
Tipologia	W

SC:semi confinato;

W: wondering

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	B	V1	B
F2	C	A2	B1	V2	A
F3	-	A3	A	V3	B
F4	B	A4	A		
F5	C	A5	C		
F6	-	A6	C		
F7	C	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	C	A9	A		
F10	A	A10	C		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.06	0.34	0.12	0.53		
			SUFFICIENTE		

Dalla confluenza del torrente Piantonetto a località Chioso, la funzionalità geomorfologica del corso d'acqua è ridotta a causa di opere longitudinali che impediscono i naturali processi di mobilità dell'alveo. Le sponde sono state artificializzate per il 71% della loro lunghezza a seguito dei danni causati dall'evento alluvionale del 13-16 ottobre 2000 durante il quale si è avuto il modellamento completo dell'alveo con erosioni di sponda, di isole e l'abbattimento dei due ponti presenti. I lavori sono stati ultimati nel luglio 2011.

Le opere costruite si riferiscono comunque solo a rivestimenti di sponda in calcestruzzo o massi, non sono presenti rivestimenti del fondo o opere che ne modificano il profilo (soglie, traverse ecc). Contemporaneamente alla messa in opera delle difese il fondo alveo ha subito una

riprofilatura con omogeneizzazione della sezione d'alveo. I due ponti presenti prima dell'alluvione sono stati rimossi, solo a Casetti è stato lasciato un guado in parte di legno su pile in sasso e in parte su ciottoli per il passaggio del bestiame.

La vegetazione in fascia perifluviale è in tale tratto pressoché assente; tale situazione è diretta conseguenza dell'economia della valle basata sull'allevamento che sfrutta le poche aree pianeggianti in fondovalle per il pascolo del bestiame.

Le modificazioni rispetto al 1954 sono abbastanza importanti e accentuate dalle modificazioni occorse nell'evento del 2000 che ha visto l'ulteriore scomparsa di isole fluviali e un abbassamento dell'alveo con disconnessione di terreni di pertinenza fluviale. Durante l'evento sono stati riattivati due canali laterali che erano attivi negli anni '50. Ora tali canali sono circa due metri sopraelevati rispetto alla quota alveo a testimoniare una incisione del corso d'acqua avvenuta negli ultimi 60 anni.

Si può prevedere che nei prossimi anni ci sarà una tendenza al riequilibrio del fondo alveo verso una situazione più naturale.

La qualità morfologica del corso d'acqua aumenterebbe se fosse prevista una fascia di vegetazione non soggetta a taglio, ove possibile, lungo le sponde e se il materiale legnoso in alveo portato dalle piene non fosse rimosso.

In definitiva, l'IAM è pari a 0.47 e l'IQM a 0.53, il tratto presenta una qualità morfologica **moderato o sufficiente**.

TRATTO 01SS3N347PI 2

Da Chioso a Pratolongo



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	673
Larghezza media (m)	50
Pendenza (%)	3.7
Tipologia	R

SC: semi confinato;

R: rettilineo

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	B	V1	A
F2	C	A2	B	V2	A
F3	-	A3	A	V3	A
F4	A	A4	A		
F5	A	A5	A		
F6	-	A6	B		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	B				
IFM	IA	IV	IQM		
0.21	0.42	0.17	0.81		
			BUONO		

Il tratto che si estende da Chioso a Pratolongo presenta la più alta pendenza dell'intero corpo idrico dovuta all'interazione del corso d'acqua con i depositi del grande conoide di Roncore. Proprio a causa della configurazione morfologica questo tratto ha subito poche variazioni da parte dell'uomo e mantiene le sue caratteristiche naturali fatta eccezione per l'estensione delle formazioni funzionali che, anche in questo caso, sono condizionate dallo sfruttamento a pascolo dei terreni circostanti e dalla strada in sinistra che corre lungo il corso d'acqua.

Il tratto anche se solo di lunghezza pari a circa 700 metri è stato distinto dagli altri per le sue caratteristiche naturali, infatti, l'IAM è pari a 0.19 e l'IQM a 0.81, il tratto presenta una qualità morfologica **buona**.

TRATTO 01SS3N347PI 3

Da Pratolongo a Locana



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	2000
Larghezza media (m)	44
Pendenza (%)	1,5
Tipologia	S

SC: semi confinato;

S: sinuoso

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	B	V1	A
F2	C	A2	B	V2	A
F3	-	A3	A	V3	A
F4	B	A4	A		
F5	B	A5	B		
F6	-	A6	C		
F7	A	A7	B		
F8	-	A8	A		
F9	B	A9	A		
F10	A	A10	C		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.14	0.32	0.17	0.64		
			SUFFICIENTE		

Il tratto che si estende da Pratolongo a Locana, presenta un fondovalle ristretto chiuso dai versanti e dai quattro conoidi di Nusiglie, Ronco e i due di Locana. La funzionalità dell'alveo è maggiormente ridotta a causa di opere longitudinali che impediscono i naturali processi di mobilità del corso d'acqua. Soprattutto la sponda sinistra presenta difese spondali e argini per la protezione dell'abitato di Locana. La vegetazione in fascia perfluviale è in tale tratto pressoché assente.

In definitiva, l'IAM è pari a 0.36 e l'IQM a 0.64, il tratto presenta una qualità morfologica **moderata o sufficiente**.

TRATTO 01SS3N347PI 4

Locana- traversa di Baronetto



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	2500
Larghezza media (m)	82
Pendenza (%)	1,2
Tipologia	W

SC:semi confinato;

W: wandering

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	B	V1	A
F2	C	A2	B	V2	B
F3	-	A3	A	V3	B
F4	A	A4	B		
F5	B	A5	B		
F6	-	A6	B		
F7	C	A7	B		
F8	-	A8	C		
F9	B	A9	A		
F10	A	A10	C		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.12	0.29	0.12	0.54		
			SUFFICIENTE		

Il tratto che va da Locana alla traversa di Bardonetto, è caratterizzato per la presenza, nella parte centrale, del conoide del rio Vallungo che ne condiziona il percorso e, nella parte terminale, da una traversa di derivazione attiva dal 1945.

Durante l'evento dell'ottobre 2000 il corso d'acqua è stato fortemente modellato dai processi erosivi, l'alveo si è allargato in sinistra, appena a monte dell'opera, e si è aperto un canale. Nella medesima area si è avuto un forte rimodellamento dei sedimenti dovuto alla modificazione della pendenza dell'alveo indotta dalla traversa con l'erosione di una grande barra vegetata in destra. La tendenza del torrente a incidere in sinistra è in parte naturale, sono, infatti, presenti sulla cartografia degli Stati Sardi del 1882 alcuni canali di

deflusso laterali che incidono la piana alluvionale. Dopo l'evento, il canale è stato chiuso e riempito di sedimenti. I processi tipici della configurazione Wandering di questo tratto risultano molto alterati dovuti alla presenza dell' opera e dall'equilibrio ancora non raggiunto a seguito dei processi della piena del 2000 e degli interventi messi in atto per la sistemazione del corso d'acqua e la costruzione di opere di difesa. Nelle fotografie aeree del 1994 il tratto era sinuoso a barre alternate.

In definitiva, l'IAM è pari a 0.46 e l'IQM a 0.54, il tratto presenta una qualità morfologica **moderato o sufficiente**.



Vista da monte della traversa di derivazione Bardonetto



Fotografia da elicottero dell'area di Bardonetto in cui è ben visibile il canale aperto a seguito dell'evento dell'ottobre 2000

TRATTO 01SS3N347PI 5

Da traversa di Bardonetto a confluenza T. Ribordone



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	5400
Larghezza media (m)	64
Pendenza (%)	1
Tipologia	W

SC: semi confinato;

W: wandering

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	C	A1	B	V1	A
F2	C	A2	A	V2	B
F3	-	A3	A	V3	B
F4	B	A4	B		
F5	B	A5	B		
F6	-	A6	B		
F7	B	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	B	A9	A		
F10	A	A10	C		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.09	0.36	0.12	0.57		
			SUFFICIENTE		

Il tratto nella sua parte iniziale è caratterizzato dalla presenza della traversa, di derivazione di Bardonetto che intercetta gran parte dei sedimenti e determina discontinuità di forme tra il tratto a monte e quello a valle dell'opera. La parte centrale è caratterizzata dalla presenza del grande conoide del rio dei Piani che stringe il corso d'acqua a ridosso del versante opposto. La parte terminale coincide con la confluenza del torrente Ribordone.

Le difese spondali sono presenti per una lunghezza di circa tre chilometri, sui 9.8 totali, ma in modo discontinuo.

Come per i tratti precedenti la vegetazione in fascia perfluviale è pressoché assente e insieme alla presenza dell'opera di derivazione, che causa alterazioni della continuità dei sedimenti, caratterizzano un indice di

Alterazione Morfologica pari a 0.43 quindi un IQM pari a 0.57 (qualità morfologica **moderata o sufficiente**).



Vista da valle della traversa di Bardonetto.



Torrente Orco nei pressi di Praie

TRATTO 01SS3N347PI 6

Confluenza T. Bardonetto - confluenza T. Soana



Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	B	V1	A
F2	C	A2	A	V2	A
F3	-	A3	A	V3	A
F4	C	A4	B		
F5	B	A5	B		
F6	-	A6	B		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	B	A9	A		
F10	A	A10	C		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.12	0.36	0.17	0.65		
			SUFFICIENTE		

Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	4600
Larghezza media (m)	62
Pendenza (%)	1.6
Tipologia	S

SC:semi confinato;

S: sinuoso

Il tratto che va dalla confluenza del torrente Bardonetto alla confluenza del torrente Soana presenta due opere di derivazione una delle quali, di piccole dimensioni, è stata realizzata recentemente (maggio 2011).



Orco nei pressi di Nosè

Nell'800 tale tratto presentava una tipologia marcatamente pluricursale occupando l'intera piana alluvionale. Già tra gli anni '30 e '50 il pattern morfologico si era trasformato in unicursale sinuoso, tipologia che tuttora assume.

Le difese spondali rivestono un terzo della lunghezza delle sponde e la vegetazione perifluviale è scarsa.

In definitiva, l'IAM è pari a 0.35 e l'IQM a 0.65, il tratto presenta un indice di qualità morfologica ***moderato o sufficiente***.



Nuova traversa di derivazione a monte di Sparone.



Traversa di derivazione presso l'abitato di Sparone.

Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Nel complesso il corpo idrico del torrente Orco 01SS3N347PI ha caratteristiche morfologiche sufficienti. Gli eventi alluvionali del 1993 e del 2000 hanno modificato notevolmente l'assetto morfologico del corso d'acqua, allargandone l'alveo e attivando canali laterali sulla piana alluvionale, tanto che ancora oggi gli effetti dei processi di modellamento sono ben visibili. La messa in opera, negli ultimi anni, di difese spondali a protezione degli abitati e della strada statale 460, il rifacimento dei ponti abbattuti e la modellazione artificiale del fondo alveo, proprio a seguito dell'ultimo evento, hanno condizionato la qualità morfologica del corpo idrico. Nei prossimi anni si avvierà un processo di naturalizzazione del fondo alveo; per contro i numerosi tratti di sponda resi artificiali non ne permetteranno la mobilità laterale, con conseguente disconnessione delle poche fasce di vegetazione ancora presenti sulle sponde.

La tabella di sintesi degli indici di funzionalità sottostante mostra come l'indice F2, che si riferisce alla presenza della piana inondabile, ha un punteggio elevato. Questa è rappresentata, infatti, solo da piccole fasce circoscritte ai bordi dell'alveo. Elevati risultano anche gli indici F12 e F13 riguardanti la scarsa presenza di vegetazione nella fascia perifluviale dovuta alla destinazione a pascolo delle aree pianeggianti di fondovalle. Durante i sopralluoghi non è stata rilevata la presenza di materiale legnoso in alveo e ciò fa presumere una sua asportazione dopo gli eventi di piena.

Sintesi degli indici di funzionalità (IFM) per i diversi tratti						
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
F1	B	A	A	A	C	B
F2	C	C	C	C	C	C
F3	-	-	-	-	-	-
F4	B	A	B	A	B	C
F5	C	A	B	B	B	B
F6	-	-	-	-	-	-
F7	C	A	A	C	B	A
F8	-	-	-	-	-	-
F9	C	A	B	B	B	B
F10	A	A	A	A	A	A
F11	C	C	C	C	C	C
F12	C	C	C	C	C	C
F13	C	B	C	C	C	C
IFM_{tot}	0.06	0.21	0.14	0.12	0.09	0.12

Il valore dell'indice di artificialità di tutti i tratti risente degli invasi montani di Ceresole e di Serrù che alterano le portate liquide e solide, elevando i punteggi dei sub indici A1 e A2.

Il tratto 4 ha il sub indice di artificialità peggiore dovuto alla presenza della traversa di derivazione di Bardonetto e alle modificazioni di tracciato dell'alveo operate dall'uomo; segue il tratto 1 che presenta estese opere longitudinali e ponti. Il valore dell'indice A10 per tutti i tratti, eccetto il secondo per le caratteristiche morfologiche intrinseche, assume valori elevati a causa della riprofilatura della sezione d'alveo avvenuta contestualmente alla messa in opera delle difese spondali.

Sintesi degli indici di artificialità (IA) per i diversi tratti						
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
A1	B	B	B	B	B	B
A2	B1	B1	B1	B1	A	A
A3	A	A	A	A	A	A
A4	A	A	A	B	B	B
A5	C	A	B	B	B	B
A6	C	B	C	B	B	B
A7	A	A	B	B	A	A
A8	A	A	A	C	A	A
A9	A	A	A	A	A	A
A10	C	A	C	C	C	C
A11	B	B	B	B	B	B
A12	B	B	B	B	B	B
IA_{tot}	0.34	0.42	0.32	0.29	0.36	0.36

La metà dei tratti analizzati presenta moderate variazioni rispetto alla condizione degli anni '50. È sostanzialmente invariata la tipologia morfologica, mentre più significative sono le variazioni di larghezza e altimetriche che nel complesso risultano comunque contenute.

Sintesi degli indici di variazione (IV) per i diversi tratti						
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
V1	B	A	A	A	A	A
V2	A	A	A	B	B	A
V3	B	A	A	B	B	A
IV_{tot}	0.12	0.17	0.17	0.12	0.12	0.17

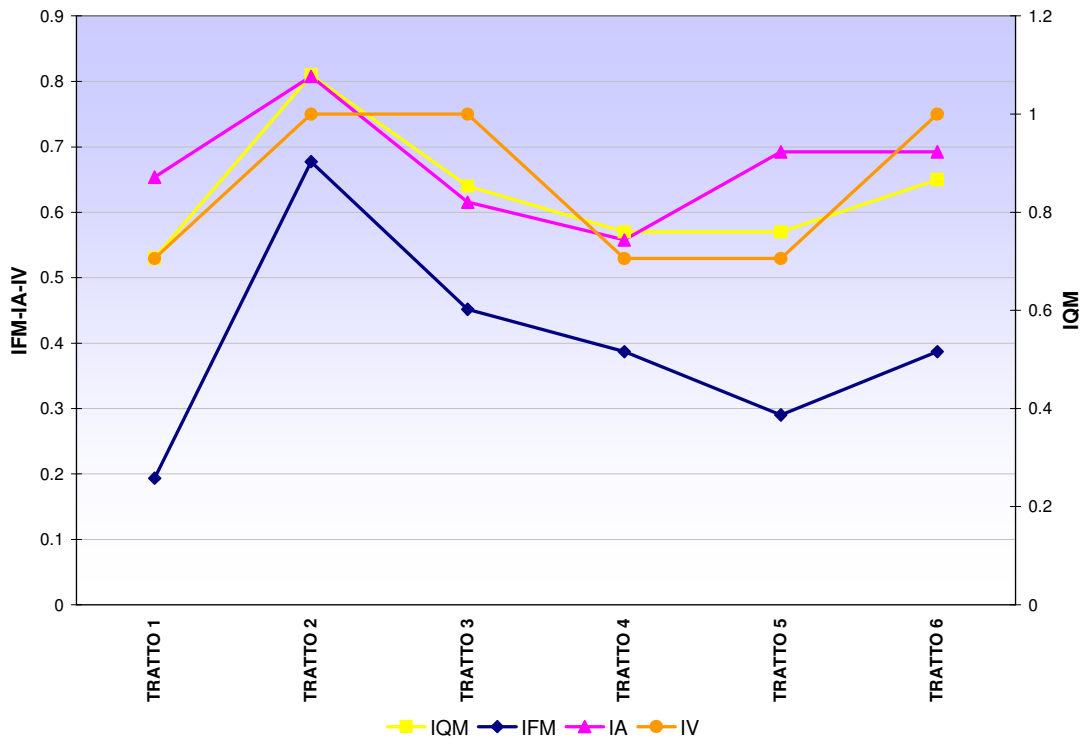
Considerando la media pesata di tutti i tratti del torrente Orco indagati, il valore generale dell'IQM ottenuto è 0.60, corrispondente al valore d'ingresso per la classe "SUFFICIENTE".

Sintesi dei valori IQM CI 01SS3N347PI			
Tratto	Lunghezza (m)	IQM	Classe
1	1432	0.53	SUFFICIENTE
2	673	0.81	BUONO
3	2036	0.64	SUFFICIENTE
4	2540	0.54	SUFFICIENTE
5	5397	0.57	SUFFICIENTE
6	4615	0.65	SUFFICIENTE
	Tot 16694	0.60 (media pesata)	SUFFICIENTE

La tabella che segue riporta una sintesi dei sub indici IFM, IA e IV, rapportati al valore massimo ottenibile per la relativa categoria nell'ambito di ciascuna scheda, in modo da poterne confrontare l'andamento tra di loro e valutarne le variazioni lungo il corpo idrico.

Sintesi dei valori IFM, IA, IV normalizzati						
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
IFM	0.19	0.68	0.45	0.39	0.29	0.39
IA	0.35	0.81	0.62	0.56	0.69	0.69
IV	0.71	1	1	0.71	0.71	1

Dall'analisi dei dati della tabella, riportati sul grafico che segue, si nota che c'è una buona correlazione tra gli indici da monte verso valle. Soprattutto tra l'indice di artificialità IA e funzionalità IF, l'andamento è perfettamente coincidente, escluso il solo tratto 5, che vede una diminuzione dell'indice di funzionalità dovuto agli effetti della traversa di Bardonetto che limita la continuità longitudinale dei sedimenti e condiziona forme e processi della configurazione morfologica. L'indice di variazione morfologica IV evidenzia nei tratti 4 e 5 le maggiori modificazioni rispetto agli anni '50. Il tratto 1 ha la peggiore convergenza verso il basso di tutti i sub indici, dato confermato dal minor valore dell'indice di qualità morfologica. Seguono i tratti 4 e 5 con valore IQM quasi identico l'uno per valori bassi di IA e IF, l'altro per valori molto bassi di IF, entrambe comunque condizionati dall'opera longitudinale di derivazione.



TORRENTE CERVO CI 06SS3D107PI

Confluenza T. Oropa - Confluenza T. Strona di Vallemosso

Nell'area attraversata dal corpo idrico considerato, di 14.8 Km, si possono distinguere due principali unità fisiografiche che contraddistinguono altrettanti segmenti del corpo idrico. La prima unità è costituita dalla fascia prealpina mentre la seconda da una morfologia tipica di alta pianura.

In tutto sono stati distinti sei tratti omogenei sulla base della dimensione della pianura, delle opere trasversali e della pendenza dell'alveo.

I processi morfologici

Il torrente Cervo, nel tratto considerato, incide una fascia di terreni alluvionali Olocenici affiancata da depositi alluvionali Pleistocenici. Il corso d'acqua, a seguito delle massicce estrazioni in alveo subite dagli anni '50, si è approfondito sino a raggiungere in alcuni tratti i terreni Villafranchiani e Pliocenici marini sottostanti. Questo sprofondamento ha portato a una variazione radicale del pattern morfologico che da marcatamente pluricursale è passato nel lasso di 60 anni a un unicursuale per gran parte della sua lunghezza con la disconnessione di aree di pertinenza fluviale in cui si estendevano, durante le piene, i processi di modellamento.

Le sezioni fluviali sono quindi passate da piatte, moderatamente incise con presenza di ghiaia e ciottoli sul fondo a semicircolari incise in materiali fini. Negli anni si è registrato un aumento della pendenza dell'alveo con conseguente incremento della velocità dei deflussi e dei processi di erosione di fondo alveo e delle sponde.

Questo ha determinato problemi da un lato alle opere presenti quali ponti, traverse e arginature, danneggiate negli anni da processi di sottoescavazione, e dall'altro alle modalità di scambio tra la falda e il corso d'acqua.

TRATTO 06SS3D107PI 1

Confluenza T. Oropa - Ponte di Chiavazza



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	961
Larghezza media (m)	48
Pendenza (%)	2.1
Tipologia	SBA

SC: semi confinato;

SBA: transizionale sinuoso a barre alternate

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	A
F2	C	A2	A	V2	A
	-	A3	A	V3	-
F4	B	A4	B		
F5	C	A5	C		
	-	A6	C		
F7	B	A7	B		
F8	-	A8	A		
F9	C	A9	A		
F10	C1	A10	A		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.07	0.41	0.09	0.57		
			SUFFICIENTE		

Il tratto analizzato dalla confluenza del torrente Oropa al ponte di Chiavazza si presenta semi-confinato a canale singolo con larghezza media di circa 48 m.

La funzionalità geomorfologica è comunque nel complesso di valore intermedio. Essa è ridotta: a) per la presenza di opere longitudinali (muri in calcestruzzo) poste a difesa degli edifici industriali collocati sulle sponde del corso d'acqua, che impediscono i naturali processi di mobilità dell'alveo che è quasi essere "canalizzato"; b) per l'assenza di una fascia potenzialmente erodibile a causa della esistenza dei complessi industriali e delle vie di comunicazione; c) per la mancanza di vegetazione in fascia perfluviale.

Considerando l'artificialità, la maggiore criticità è certamente rappresentata dal fatto che, sono presenti alcune difese longitudinali (A6 in classe C) e due opere di attraversamento (A5 in classe B).

In definitiva, l'IAM è pari a 0.43 e l'IQM a 0.57, il tratto presenta una qualità morfologica ***moderata o sufficiente***.

TRATTO 06SS3D107PI 2

Ponte di Chiavazza - Traversa di derivazione



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	1255
Larghezza media (m)	83
Pendenza (%)	2.1
Tipologia	W

SC: semi confinato;

W: wandering

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	A
F2	C	A2	A	V2	A
	-	A3	A	V3	-
F4	B	A4	B		
F5	C	A5	B		
	-	A6	B		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	B	A9	A		
F10	B	A10	A		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.11	0.46	0.09	0.67		
			SUFFICIENTE		

Il tratto analizzato, dal ponte di Chiavazza sino alla traversa di derivazione per uso energetico, si presenta semi-confinato a canali multipli con larghezza media di circa 83 m.

La funzionalità geomorfologica è ridotta: a) per la presenza di opere longitudinali poste a difesa di alcuni edifici industriali in sponda destra e di civili abitazioni in sponda sinistra, che impediscono i naturali processi di mobilità dell'alveo; b) per l'assenza di una fascia potenzialmente erodibile a causa della esistenza del nucleo abitato e del terrazzo di alluvioni antiche in sponda destra; c) per la mancanza di continuità areale e longitudinale della vegetazione in fascia perfluviale.

Considerando l'artificialità, le maggiori criticità sono rappresentate: a) dall'esistenza di alcune difese longitudinali situate nella parte iniziale del tratto in esame, di una briglia posta poco a monte dell'attraversamento ferroviario e di alcuni piccoli pennelli a difesa del muro di cinta del fabbricato industriale posto in sponda destra (A6 in classe B) e b) dalla attività di rimozione e prelievo della vegetazione perfluviale e del materiale legnoso (classe B per gli indicatori A11 e A12).

In definitiva, l'IAM è pari a 0.33 e l'IQM a 0.67, il tratto presenta una qualità morfologica **moderata o sufficiente**.

TRATTO 06SS3D107PI 3

Traversa di derivazione - C.na Prosi



Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	C
F2	B	A2	B	V2	C
	-	A3	A	V3	C1
F4	B	A4	C		
F5	A	A5	B		
	-	A6	A		
F7	C	A7	A		
F8	-	A8	C		
F9	B	A9	A		
F10	B	A10	A		
F11	C	A11	B		
F12	B	A12	B		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.11	0.30	0.03	0.44		
			SCARSO		

Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	4370
Larghezza media (m)	85
Pendenza (%)	1.8
Tipologia	SBA

SC: semi confinato;

SBA: transizionale sinuoso a barre alternate

Il tratto analizzato dalla traversa di derivazione sino a monte di C.na Prosi, si presenta non confinato a canale singolo con larghezza media di circa 85 m.

La funzionalità geomorfologica risulta nel complesso di valore intermedio. Essa è ridotta per la presenza discontinua e di ampiezza variabile della piana inondabile e per la mancanza di continuità areale e longitudinale della vegetazione in fascia perifluviale.

Considerando l'artificialità, la maggiore criticità è rappresentata dall'esistenza di diverse opere trasversali (essenzialmente di derivazione e soglie) sia a monte del tratto (A2 in classe B) sia nel tratto in esame (A4 in classe D), che alterano le portate solide e dall'attività di rimozione e prelievo della vegetazione perifluviale e del materiale legnoso (classe B per gli indicatori A11 e A12).

Gli indicatori di variazioni morfologiche (V1, V2 e V3) risultano con punteggi massimi poiché testimoniano una marcata variazione di configurazione e larghezza (variazione del 35% circa) e del fondo (incisione media >5 metri). In definitiva, l'IAM è pari a 0.56 e l'IQM a 0.44, il tratto presenta una qualità morfologica **scadente o scarso**.

TRATTO 06SS3D107PI 4

C.na Prosi - Località Isolone



Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	C
F2	C	A2	A	V2	C
	-	A3	A	V3	C
F4	B	A4	B		
F5	A	A5	A		
	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	A	A9	A		
F10	C2	A10	C		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	B				
IFM	IA	IV	IQM		
0.13	0.42	0	0.55		
			SUFFICIENTE		

Classe confinamento	NC
Lunghezza tratto (m)	3860
Larghezza media (m)	56
Pendenza (%)	0.9
Tipologia	SBA

NC: non confinato;

SBA: transizionale sinuoso a barre alternate

Il tratto analizzato si estende da 500 m a monte di C.na Prosi sino a Località Isolone. La funzionalità geomorfologica è ridotta per la quasi presenza discontinua e ampiezza variabile della piana inondabile, per l'alterazione del substrato per affioramenti diffusi di arenarie e siltiti, talora argillose presenti sia sul fondo sia alla base delle sponde (F10 in classe C2) e per la mancanza di continuità areale e longitudinale della vegetazione in fascia perifluviale.

Benché l'artificialità non sia ai massimi livelli, le criticità maggiori sono rappresentate da una serie di opere trasversali collocate nella porzione iniziale del tratto e dalla forte attività estrattiva praticata nel passato.

Gli indicatori di variazioni morfologiche (V1, V2 e V3) risultano con punteggi massimi e testimoniano una marcata variazione di configurazione e larghezza (variazione del 45% circa) e del fondo (incisione media >6 metri, con punte di 8.30 metri).

In definitiva, l'IAM è pari a 0.45 e l'IQM a 0.55, il tratto presenta una qualità morfologica **moderato o sufficiente**.

TRATTO 06SS3D107PI 5

Loc. Isolone - Traversa presso confluenza T. Strona



Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	A
F2	B	A2	A	V2	B
F3	-	A3	A	V3	B
F4	B	A4	C		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	C		
F9	A	A9	A		
F10	C1	A10	B		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	B				
IFM	IA	IV	IQM		
0.17	0.39	0.12	0.68		
			SUFFICIENTE		

Classe confinamento **NC**
 Lunghezza tratto (m) **3530**
 Larghezza media (m) **104**
 Pendenza (%) **1**
 Tipologia **CI**

NC: non confinato;
CI: canali intrecciati

Il tratto analizzato, da località Isolone alla traversa di derivazione nei pressi della confluenza con il torrente Strona di Vallemosso, si presenta non confinato a canali intrecciati con larghezza media di circa 103.5 m.

La funzionalità geomorfologica è bassa per l'alterazione del substrato con la presenza di affioramenti localizzati di arenarie e siltiti, talora argillose sia sul fondo sia alla base delle sponde (F10 in classe C1), e per la mancanza di continuità areale e longitudinale della vegetazione in fascia perfluviale.

Considerando l'artificialità, le criticità maggiori sono rappresentate da due derivazioni a uso irriguo collocate una ad un terzo del tratto e la seconda al termine dello stesso, e dall'attività estrattiva nel passato.

Gli indicatori di variazioni morfologiche (V2 e V3) risultano con punteggi medi in quanto testimoniano una moderata variazione di larghezza (variazione del 15% circa) e del fondo (incisione media >3/4 metri).

In definitiva, l'IAM è pari a 0.32 e l'IQM a 0.68, il tratto presenta una qualità morfologica ***moderato o sufficiente***.

TRATTO 06SS3D107PI 6

Traversa presso confluenza T. Strona - Confluenza T. Strona di Vallemosso



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	790
Larghezza media (m)	104
Pendenza (%)	0.6
Tipologia	SBA

NC: non confinato;

SBA: transizionale sinuoso a barre alternate

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	C	A1	A	V1	C
F2	C	A2	B2	V2	C
	-	A3	A	V3	B
F4	B	A4	A		
F5	C	A5	A		
	-	A6	A		
F7	C	A7	A		
F8	-	A8	C		
F9	A	A9	A		
F10	C2	A10	A		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	B		
F13	B				
IFM	IA	IV	IQM		
0.06	0.42	0.06	0.54		
			SUFFICIENTE		

Il tratto, dalla traversa di derivazione alla confluenza tra torrente Cervo e torrente Strona, si presenta semi-confinato a canale singolo con larghezza media di circa 24 m.

La funzionalità geomorfologica è fortemente compromessa: a) per la presenza della traversa di derivazione che altera fortemente la continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e di materiale legnoso (F1 in classe C), e la configurazione morfologica del tratto di torrente (F7 in classe C), b) per l'assenza di piana inondabile, c) per l'alterazione del substrato a causa di affioramenti diffusi di arenarie e siltiti, talora argillose, presenti prevalentemente alla base delle sponde (F10 in classe C2).

Considerando l'artificialità, la maggiore criticità è rappresentata dall'esistenza della traversa di derivazione collocata a monte del tratto che ha profondamente alterato la morfologia dell'alveo (A8 in classe C).

Gli indicatori di variazioni morfologiche (V1, V2) risultano con punteggi massimi in quanto testimoniano una marcata variazione di configurazione e larghezza (variazione del 55% circa) e del fondo (incisione media <3metri).

In definitiva, l'IAM è pari a 0.46 e l'IQM a 0.54, il tratto presenta una qualità morfologica **moderata o sufficiente**.

Considerazioni conclusive

Nel complesso il corpo idrico del torrente Cervo 06SS3D107PI, ha caratteristiche morfologiche sufficienti, anche se profonde modificazioni si sono verificate dagli anni '50 a oggi. Il corso d'acqua è passato quindi da una tipologia pluricursale a una monocursale, in cui la mobilizzazione dei sedimenti è scarsa con conseguente incisione dei depositi coerenti del substrato, approfondimento e restringimento dell'alveo.

Dal punto di vista della funzionalità sono critiche l'ampiezza ridotta delle formazioni funzionali in fascia perifluviale, così come la struttura del substrato, che è quasi per l'intero corpo idrico, caratterizzata da arenarie alternate a siltiti perlopiù cementate. A causa dell'approfondimento dell'alveo le aree di piana alluvionale limitrofe all'alveo sono ridotte e i processi morfologici connessi quali laminazioni della portata, sedimentazione laterale, ricarica della falda e mantenimento di habitat della piana ripariale sono compromessi.



Caratteristiche dei depositi entro cui è inciso il corso d'acqua.



Substrato affiorante in alveo.

La funzionalità del corso d'acqua è limitata dalla struttura del substrato (F10) per la diffusa presenza di rivestimenti di fondo impermeabili. La vegetazione in fascia perifluviale è scarsa (F12, F13) giacché i terreni circostanti l'alveo, soprattutto in sinistra, sono destinati ad uso agricolo.

Sintesi degli indici di funzionalità (IFM) per i diversi tratti						
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
F1	A	B	B	B	A	C
F2	C	C	B	C	B	C
F3	-	-	-	-	-	-
F4	B	B	B	B	B	B
F5	C	C	A	A	A	C
F6	-	-	-	-	-	-
F7	B	A	C	A	A	C
F8	-	-	-	-	-	-
F9	C	B	B	A	A	A
F10	C1	B	B	C2	C1	C2
F11	C	C	C	C	C	C
F12	C	C	B	C	C	C
F13	C	C	C	B	B	B
IFM_{tot}	0.07	0.11	0.11	0.13	0.13	0.06

Considerando l'artificialità, la maggiore criticità è rappresentata dall'esistenza di numerose traverse di derivazione che hanno profondamente alterato la morfologia dell'alveo e il normale flusso di sedimenti. Nel complesso il maggior numero di opere di difesa spondale si trova nei primi due tratti a difesa dell'abitato di Biella e Chiavazza, il corpo idrico scorre poi lontano da aree antropizzate pertanto non è stato necessario difenderne le sponde anche per l'accentuato approfondimento che non permette all'acqua di fuoriuscire sulla piana alluvionale durante le piene.



Alcune traverse presenti lungo il corpo idrico

Sintesi degli indici di artificialità (IA) per i diversi tratti						
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
A1	A	A	A	A	A	A
A2	A	A	B	A	A	B2
A3	A	A	A	A	A	A
A4	B	B	C	B	C	A
A5	C	B	B	A	B	A
A6	C	B	A	A	A	A
A7	B	A	A	A	A	A
A8	A	A	C	A	C	C
A9	A	A	A	A	A	A
A10	A	A	A	C	B	A
A11	B	B	B	B	B	B
A12	B	B	B	B	B	B
IA_{tot}	0.41	0.46	0.30	0.42	0.36	0.36

Gli indici di variazione morfologica indicano, soprattutto per gli ultimi quattro tratti, variazioni sia della configurazione morfologica sia di larghezza sia altimetrica. Studi approfonditi sul corso d'acqua fatti alla fine degli anni '80 hanno evidenziato come queste modificazioni si sono prodotte per una serie di fattori concatenati: il processo di approfondimento ebbe inizio negli anni '50 a seguito dell'estrazione di inerti dall'alveo i cui volumi massimi vennero asportati negli anni '70 parallelamente alla costruzione della SS 142 Biella-Laghi; la diminuzione del materiale alluvionale ha modificato la morfologia dell'alveo che è andato via via abbassandosi e restringendosi assumendo un pattern unicursale.

Sintesi degli indici di variazione (IV) per i diversi tratti						
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
V1	A	A	C	C	A	C
V2	A	A	C	C	B	C
V3	/	/	C1	C2	B	B
IV_{tot}	0.09	0.09	0.03	0.00	0.12	0.06

Per il corpo idrico del Cervo studiato, il valore totale dell'IQM ottenuto è 0.56, corrispondente al valore di ingresso per la classe "SUFFICIENTE" (Tabella sottostante).

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza (m)	IQM	Classe
1	961	0.57	SUFFICIENTE
2	1255	0.67	SUFFICIENTE
3	2814	0.44	SCARSO
4	3864	0.55	SUFFICIENTE
5	3527	0.68	SUFFICIENTE
6	794	0.54	SUFFICIENTE
	Tot	14771	0.56 (media pesata)
			SUFFICIENTE

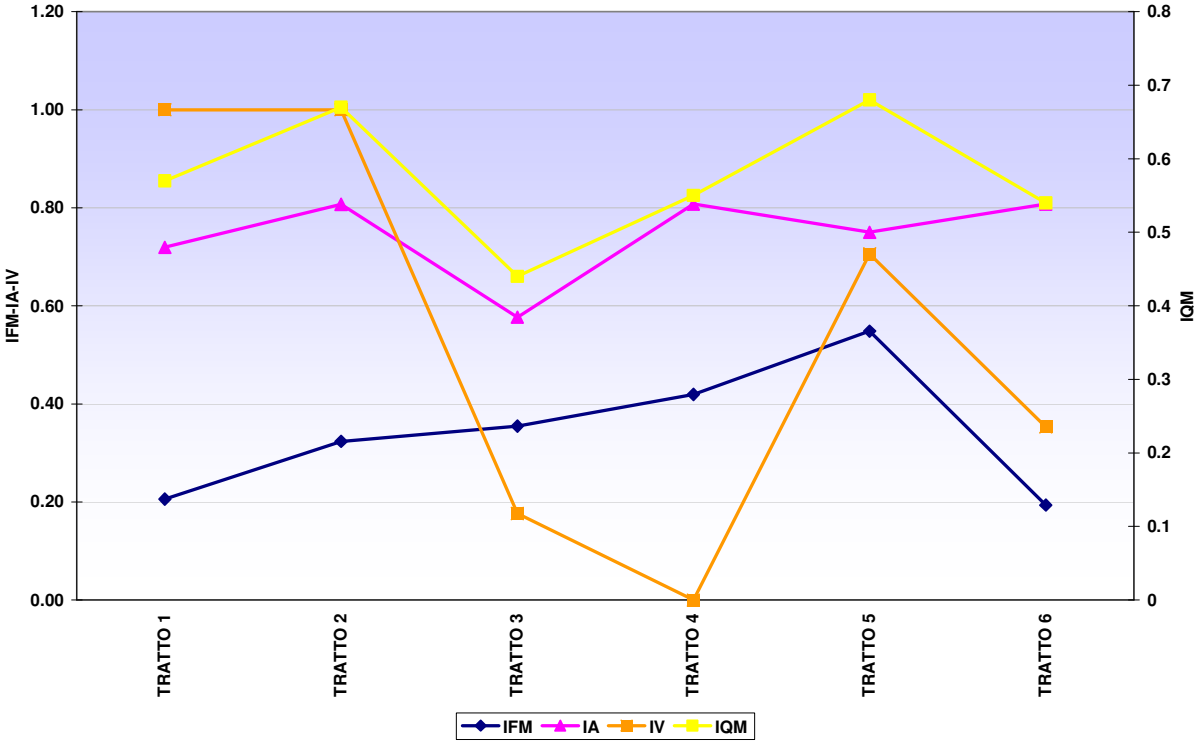
La tabella che segue riporta una sintesi dei sub indici IFM, IA e IV, rapportati al valore massimo ottenibile per la relativa categoria nell'ambito di ciascuna scheda, in modo da poterne confrontare l'andamento e valutarne le variazioni lungo il corpo idrico.

Sintesi dei valori IFM, IA, IV normalizzati						
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5	Tratto 6
IFM	0.07	0.11	0.11	0.13	0.17	0.06
IA	0.41	0.46	0.3	0.42	0.39	0.42
IV	0.09	0.09	0.03	0.00	0.12	0.06

Dall'analisi dei dati della tabella, riportati sul grafico seguente, si evince che solo per il primo e il secondo tratto, i valori dei sub indici hanno una buona correlazione perché le opere di difesa presenti condizionano la funzionalità morfologica. La presenza della traversa di derivazione che chiude il secondo tratto, ha limitato l'erosione retrogressiva innescatasi dagli anni '50 tanto che le variazioni morfologiche risultano nulle.

Nei tratti 3 e 4 aumenta la funzionalità dove si sono avute però le maggiori variazioni morfologiche (IV in classe C), questo perché il metodo pur tenendo in considerazione i vari sub indici, nel calcolo dell'IQM totale, non sembra mostrare una stretta relazione tra l'indice di variazione morfologica e quelli di funzionalità e artificialità.

Questo caso meriterebbe un approfondimento per valutare correttamente la correlazione dei sub indici.



IMPLEMENTAZIONE DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE

LO STATO IDROMORFOLOGICO DEI CORSI D'ACQUA

ATTIVITA' 2011

In applicazione della Direttiva CE 2000/60, per i quattro corpi idrici analizzati nel corso del 2011, è stato calcolato, come illustrato in precedenza, dal Dipartimento Tematico Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte, l'indice idrologico IARI (Indice di Alterazione del Regime Idrologico) che fornisce una misura dello scostamento del regime idrologico, a scala giornaliera e/o mensile, osservato rispetto a quello naturale di riferimento che si avrebbe in assenza di pressioni antropiche, come indicato nella tabella sottostante.

Classi di stato idrologico	
IARI	STATO
$0 \leq IARI \leq 0.05$	Elevato
$0.05 < IARI \leq 0.15$	Buono
$0.15 < IARI$	Non buono

Sulla base di quanto definito dal DM 260/2010 per quanto riguarda l'IQM, i valori calcolati secondo il metodo ISPRA dal Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto, sono stati sintetizzati in due classi di stato morfologico come riportato nella tabella che segue.

Classi di stato morfologico	
IQM	STATO
$0.85 \leq IQM \leq 1$	Elevato
$IQM < 0.85$	Non elevato

Ai fini della Direttiva, gli indici IQM e IARI concorrono insieme a determinare lo stato idromorfologico complessivo secondo la matrice sottostante. Lo stato idromorfologico a sua volta serve per confermare o meno lo stato ecologico ELEVATO di un corso d'acqua.

		STATO MORFOLOGICO	
		ELEVATO	NON ELEVATO
STATO IDROLOGICO	ELEVATO	ELEVATO	NON ELEVATO
	BUONO	ELEVATO	NON ELEVATO
	NON BUONO	NON ELEVATO	NON ELEVATO
Classi di stato idromorfologico			

Per quanto riguarda la sperimentazione condotta da Arpa Piemonte nel 2011 sui quattro corpi idrici scelti dalla rete regionale di monitoraggio, i risultati ottenuti incrociando IQM e IARI sono sintetizzati nella tabella seguente:

CODICE_CI	FIUME	STATO IDROLOGICO	STATO MORFOLOGICO	STATO IDROMORFOLOGICO
04SS3N225PI	GISSO	BUONO	NON ELEVATO	NON ELEVATO
06SS3D107PI	CERVO	NON BUONO	NON ELEVATO	NON ELEVATO
01SS2N200PI	FORZO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
01SS3N347PI	ORCO	N.D.	NON ELEVATO	ND

Lungo il corpo idrico "01SS3N347PI" Orco, negli ultimi anni non sono state installate stazioni idrometriche. Poiché non si hanno a disposizione dati di portata recenti (per rappresentare la condizione post-impatto), la disponibilità di dati di portata risulta "nulla". In questa circostanza, come descritto nella procedura redatta dall'ISPRA, non si può calcolare lo IARI se non effettuando una misura di portata ad hoc nel mese di maggior ricorrenza del minimo mensile.

Per l'individuazione del mese in cui con maggior frequenza ricade il minimo di portata si è fatto riferimento alle serie di portate medie mensili riportate negli annali idrologici (dagli anni '20) per la stazione di misura dell' Orco a Pont Canavese, situata immediatamente a valle della confluenza con il torrente Soana. I mesi in cui occorrerebbe effettuare la misura sono gennaio o febbraio. Le modalità di effettuazione della misura saranno comunque programmate nel corso del 2012, pertanto non è stato possibile definire l'indice IARI.

La valutazione dei processi idromorfologici, consente di classificare lo stato idromorfologico dei corpi idrici fluviali e, in particolare, di determinarne lo stato elevato, caratterizzato cioè da quelle

condizioni idromorfologiche che esisterebbero, nelle attuali condizioni del bacino, in assenza di influenza antropica in alveo, nelle zone riparie e nella pianura adiacente (condizioni di riferimento).

Oltre alla classificazione, la valutazione di tali aspetti ha come scopo la costruzione del quadro conoscitivo attraverso piani di monitoraggio necessari a:

- avere una valutazione ripetuta nel tempo dello stato generale dei corsi d'acqua all'interno di ogni bacino idrografico per accertare le variazioni di lungo termine delle condizioni naturali e/o di quelle variazioni indotte dall'attività antropica diffusa.
- verificare le variazioni future di quei corsi d'acqua identificati come corpi idrici con rischio di non soddisfare gli obiettivi della WFD.
- in casi particolari per valutare le alterazioni idromorfologiche che possono compromettere il raggiungimento degli obiettivi ambientali; progettare le misure di riqualificazione necessarie a raggiungere gli obiettivi ambientali e predisporre l'attuazione all'interno dei piani di gestione; verificare l'efficienza e l'efficacia di tali misure nel tempo.

APPENDICE

Nell'ambito del PIT – Spazio Transfrontaliero Marittime - Mercantour, progetto A2, si è tentato un confronto tra gli indici biologici e gli indici di qualità morfologica, calcolati secondo la metodologia ISPRA del torrente Gesso. A tal fine l'analisi morfologica è stata estesa fino alla confluenza con il fiume Stura di Demonte, in corrispondenza della città di Cuneo.

Di seguito il capitolo dedicato al confronto tra gli indici, estratto dalla relazione redatta da Arpa Piemonte (SC 10 – SC 22) quale prodotto conclusivo del Progetto.

Confronto fra gli Indici Biologici e di Qualità Geomorfologica

Dott. Maurizio Battezzore (Responsabile SS 10.02 di Arpa Piemonte)

Il confronto è ipotizzabile soltanto per il tratto analizzato da entrambi gli approcci cioè dal punto di confluenza tra il T.Gesso della Valletta ed il T.Gesso di Entracque fino alla confluenza nella Stura di Demonte. Innanzitutto, si pone il problema della corrispondenza fra i tratti omogenei definiti per l'Indice di Qualità Morfologica IQM ed i punti di campionamento dei macroinvertebrati e le diatomee. Siccome i tratti omogenei definiti per l'IQM sono 6 e le stazioni di campionamento biologico in quel tratto sono 5, non vi è una corrispondenza perfetta fra tratti omogenei e stazioni. Tuttavia, sovrapponendo i punti "biologici" ai tratti IQM emerge che ad ognuno dei primi corrisponde uno dei secondi, con la sola eccezione del tratto V – peraltro molto corto - lungo il quale non esistono punti di prelievo "biologico". Siccome i tratti IV e V dell'IQM risultano entrambi piuttosto ben rappresentati dal punto di prelievo "biologico" n. 8, è stata fatta una analisi delle correlazioni fra indici su 6 stazioni, le cui corrispondenze (tra tratti IQM e punti "biologici") vengono riportate nella tabella che segue. In sostanza, i valori degli indici biologici emersi nel punto 8 vengono utilizzati come rappresentativi sia per il tratto IV che per il tratto V.

Corrispondenze fra tratti omogenei IQM e punti di prelievo delle componenti biologiche						
Tratti IQM	I	II	III	IV	V	VI
Punti prelievo "biologici"	5	6	7	8	8	9

Sono stati sottoposti ad analisi statistica i valori degli indici IQM, i suoi sottoindici IFM, IA IV ed ICL e gli indici basati sulle diatomee EPI-D, IPS e TI ed infine gli indici basati sui macroinvertebrati IBE e BMWPS. Per gli indici biologici sono stati considerati i valori medi annui

(su tutta la campagna di campionamento). Il riepilogo dei valori emersi per tutti i tratti viene riportato nella tabella che segue.

Valori degli indici morfologici e di quelli medi annui degli indici biologici												
Tratto IQM	Punto "biologico"	IQM	IFM	IA	IV	ICL	IBE	BMWPS	IPS	TI	EPI-D	
I	5	0.79	0.31	0.38	0.1	0.18	12.2	188.3	17.2	12.5	15.5	
II	6	0.8	0.25	0.4	0.14	0.21	11.3	168	17.8	12.4	16.4	
III	7	0.6	0.17	0.32	0.1	0.16	10.5	157.7	17.6	12.2	16.1	
IV	8	0.74	0.21	0.41	0.12	0.19	10.2	128	17.3	12.6	16	
V	8	0.75	0.2	0.45	0.1	0.21	10.2	128	17.3	12.6	16	
VI	9	0.68	0.14	0.41	0.12	0.17	9.7	119.7	13.5	8.8	11.5	

E' stato calcolato il coefficiente di correlazione di Pearson tra tutte le coppie di indici per tutti i tratti.

Il coefficiente di correlazione fra due serie di dati fornisce un numero che può variare tra 0 (nessuna correlazione fra gli andamenti) e 1 (correlazione perfetta). Valori negativi indicano una correlazione inversa. Molti studi considerano piuttosto ben correlati due set di dati che presentano un coefficiente di correlazione superiore a 0,4 oppure 0,5. Precauzionalmente, in questo studio possiamo fissare una soglia pari a 0,5 per discriminare fra coppie di serie di dati quelle che possiamo considerare come correlate fra di loro.

I risultati della analisi di correlazione multipla vengono forniti nella tabella sottostante. I valori su sfondo azzurro sono caratterizzati da coefficienti di correlazione relativamente buoni (0,5-0,7), quelli su sfondo giallo indicano una correlazione ancora più forte (0,7-0,9) mentre quelli su sfondo arancione presentano una correlazione fortissima (tra 0,9 e 1,0). Quello su sfondo viola indica una correlazione inversa. I valori su sfondo bianco sono quelli al di sotto del valore assoluto di 0,5.

Coefficienti di correlazione di Pearson per tutte le coppie di indici

	IQM	IFM	IA	IV	ICL	IBE	BMWPS	IPS	TI	EPI-D
IQM	1									
IFM	0.76618	1								
IA	0.59596	0.0077	1							
IV	0.36878	-0.0136	0.22658	1						
ICL	0.77603	0.36443	0.73889	0.39529	1					
IBE	0.56198	0.93825	-0.2767	-0.06275	0.13465	1				
BMWPS	0.32906	0.80585	-0.5184	-0.08473	-0.04343	0.95682	1			
IPS	0.27756	0.56098	-0.215	-0.1106	0.40341	0.51893	0.52967	1		
TI	0.36624	0.61703	-0.0816	-0.19574	0.45135	0.51689	0.47326	0.97628	1	
EPI-D	0.27856	0.52142	-0.1629	-0.09219	0.44251	0.45984	0.46311	0.99684	0.97785	1

Sono riportati in corsivo sottolineato i valori di correlazione superiori alla soglia di 0,5. Si può osservare come gli indici basati sulle diatomee sono tutti estremamente correlati tra di loro.

Analogamente avviene fra gli indici macrobentonici IBE e BMWPS. Gli indici diatomici risultano in generale relativamente ben correlati con entrambe gli indici macrobentonici (anche se in qualche caso con coefficiente di correlazione leggermente inferiore a 0,5). L'indice morfologico IQM risulta ben correlato soprattutto con i suoi sub-indici IFM, ICL e IA ed anche i sub-indici IA e ICL risultano ben correlati fra loro. La cosa più sorprendente e in qualche modo inattesa (ma forse solo perché questi confronti non sono ancora stati effettuati da altri studi – perlomeno per quanto ne sappiamo) è che l'indice morfologico IQM risulta relativamente ben correlato con un indice biologico avente struttura radicalmente differente, cioè l'IBE basato sui macroinvertebrati. Inoltre, il sub-indice IFM risulta particolarmente ben correlato allo stesso IBE e con l'altro indice macrobentonico BMWPS oltre che con i tre indici diatomici TI, IPS ed EPI-D. Infine, il sub-indice IA risulta inversamente correlato con l'indice macrobentonico BMWPS.

Fra tutti i valori di correlazione, spicca quello particolarmente elevato (0,94) fra l'indice macrobentonico IBE ed il sub-indice di funzionalità morfologica IFM. In modo interessante, parrebbe quindi emergere un forte legame (non dovuto alla struttura degli indici, evidentemente, ma che è ascrivibile piuttosto a fattori ecologici) fra la funzionalità morfologica del torrente e il valore di qualità biologica espresso dalle comunità macrobentoniche e – in misura solo leggermente inferiore – delle diatomee. Appaiono utili ulteriori elaborazioni ed approfondimenti anche su altri corsi d'acqua (che esulano dallo scopo della Convenzione ma che potranno in futuro essere fatti) da un lato sulle dinamiche degli effetti della morfologia del torrente rispetto alle comunità bentoniche, dall'altro sulle possibili implicazioni anche applicative di tali informazioni. Ci si riferisce in particolare alle possibili ricadute positive di tipo gestionale e a quelle prescrittive nel caso di autorizzazioni di opere che possono avere un impatto sulla morfologia del torrente e – a cascata – sulle componenti biologiche compresa quella ittica (che dipende dal punto di vista trofico sia dalle diatomee che dai macroinvertebrati), derivanti da un significativo miglioramento delle conoscenze in questo campo, che risulta ancora troppo poco conosciuto.