

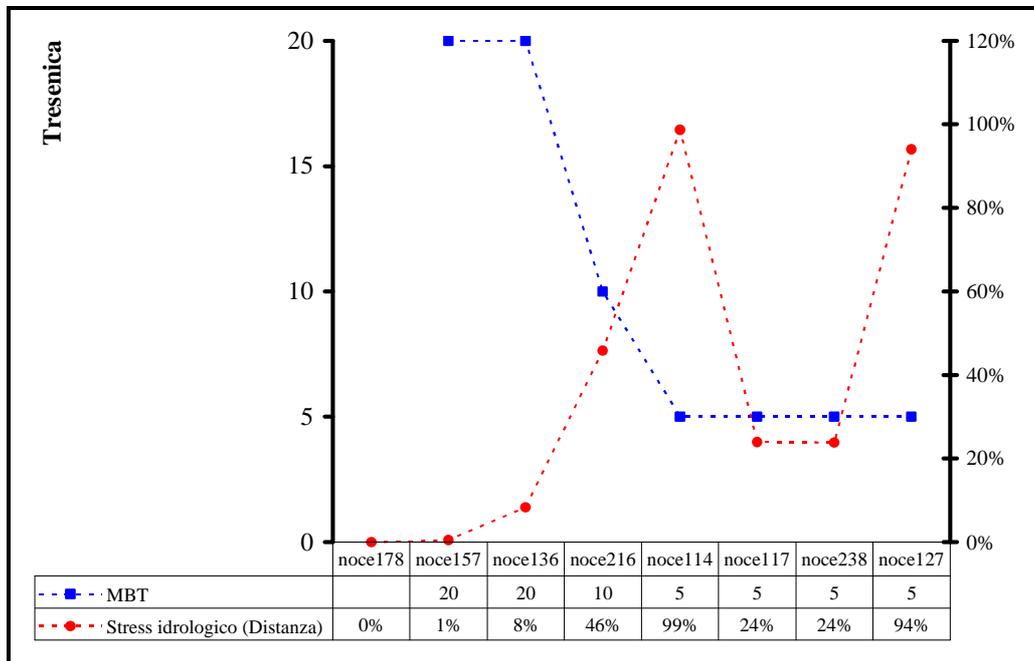


Bilanci idrici e qualità dei corsi d'acqua

Elaborazione dei dati dai bilanci idrici quantitativi (SUAP 2012) e dal rilievo dell'Indice di Funzionalità Fluviale dei corpi idrici tipizzati (APPA 2010-2011)

Marzo 2013

Relazione metodologica sintetica



Coordinamento:

Chiara Defrancesco
Settore informazione e monitoraggi (APPA)

Modellazione ed elaborazione dati:

Andrea Pontalti
Settore informazione e monitoraggi (APPA)

Rilievi IFF:

Coordinamento: Maurizio Siligardi e Raffaella Canepel
Analisi: Valentina Dallafior, Domenico Paolo Di Lonardo, Paolo Negri,
Francesca Paoli, Alessandro Rubin
Settore informazione e monitoraggi (APPA)

Valutazione delle pressioni:

Veronica Casotti
Settore Gestione Ambientale (APPA)

Collaborazione:

Mario Mazzurana, Gaetano Patti, Catia Monauni, Fabrizio Nardelli,
Caterina Sighel
Settore informazione e monitoraggi (APPA)

Per contatti:

Agenzia Provinciale per la Protezione dell' Ambiente
Settore informazione e monitoraggi
Piazza Vittoria 5, 38122 Trento
sim.appa@provincia.tn.it
Tel: 0461 497771-13 - Fax: 0461 497769

Indice

1	Introduzione	4
2	Obiettivi dello studio.....	4
3	Dati disponibili e loro preparazione	5
4	Elaborazioni effettuate	8
5	Risultati	20
6	Allegati	24

1 Introduzione

Questo lavoro è una rielaborazione dei dati risultati dai bilanci Idrici quantitativi (SUAP 2012) e del rilievo dell'Indice di Funzionalità Fluviale eseguito da APPA nel biennio 2010 - 2011 sui corsi d'acqua della Provincia Autonoma di Trento. Rappresenta un primo confronto sistematico tra quantità e qualità delle acque superficiali, al fine di dare un quadro sintetico ed omogeneo sull'intero territorio provinciale per la valutazione delle pressioni idrologiche, secondo quanto disposto dal Piano generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP) nelle sue norme di attuazione all'art. 5, comma 2, lettera d).

2 Obiettivi dello studio

Gli scopi del lavoro sono i seguenti:

- misurare lo stress idrologico, inteso come scostamento dal regime idrologico attuale da quello naturale, attraverso opportuni indicatori statistici sintetici ottenuti dai risultati della modellazione alla base dei bilanci idrici quantitativi;
- stimare la qualità dei corsi d'acqua attraverso una opportuna interpretazione del rilievo della funzionalità fluviale;
- elencare in maniera speditiva le pressioni di origine antropica insistenti sui corpi idrici, affiancare infine i risultati per valutare le eventuali relazioni tra i temi indagati a supporto della pianificazione della risorsa idrica.

3 Dati disponibili e loro preparazione

3.1 BILANCI IDRICI QUANTITATIVI

Il Servizio Utilizzazione delle Acque Pubbliche ha predisposto la **modellazione idrologica** degli afflussi e deflussi idrici sull'intero territorio provinciale negli scenari di condizioni naturali e reali (antropizzazione del territorio). I risultati delle simulazioni (2012) sono suddivisi in 2401 sottobacini, di cui 2165 interamente ricadenti in Trentino, per i quali sono quindi disponibili (file in formato testo) le **curve di durata** mensili reale e naturale, ovvero le serie decrescenti (composte di centinaia di valori) delle portate giornaliere calcolate dal modello idrologico.

Ai fini di questo lavoro con i dati forniti dal SUAP è stato popolato un **database**, in cui sono stati inseriti per ognuno dei sottobacini di simulazione anche i valori di Deflusso Minimo Vitale mensili stabiliti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche.

noce216.txt - Blocco note						
File	Modifica	Formato	Visualizza	?		
P	Gennaio,Q	Gennaio,P	Febbraio,Q	Febbraio,P	Marzo,Q	Marzo,P
0.99479,	0.6674,	0.99425,	0.6146,	0.99479,	0.5713,	0.98958,
0.6712,	0.98851,	0.6165,	0.98958,	0.5745,	0.98438,	0.6759,
0.98276,	0.6183,	0.98438,	0.5778,	0.97917,	0.6808,	0.97701,
0.6195,	0.97917,	0.5811,	0.97396,	0.5844,	0.96875,	0.6910,
0.96552,	0.6232,	0.96875,	0.5878,	0.96354,	0.6961,	0.95977,
0.6235,	0.96354,	0.5912,				

Curve di durata del mese di giugno - sottobacino noce216

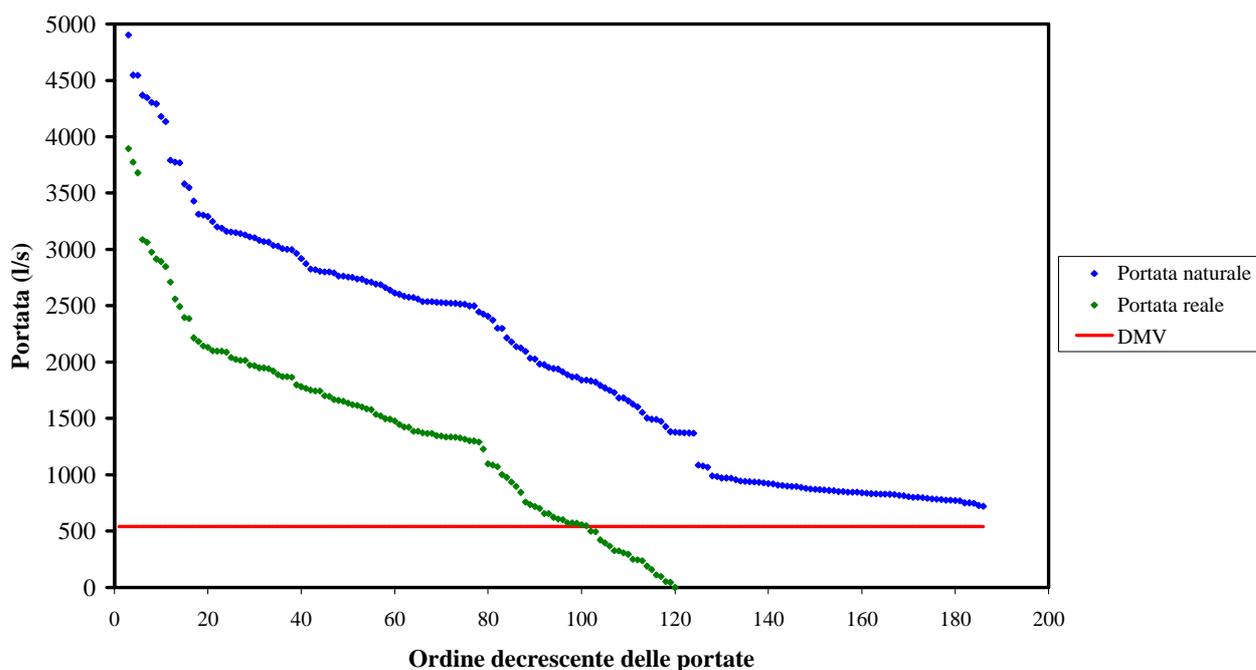


Figura 3.1: Esempio di file di testo in output dalla modellazione (SUAP) e di curve di durata associate.

3.2 RILIEVO DELL'INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE (IFF)

L'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) (Siligardi *et al.*, 2007) è un metodo che stima l'insieme dei processi, funzioni, dinamiche e correlazioni tra **elementi strutturali del fiume e comparto biologico**. L'obiettivo principale dell'indice consiste nel rilievo dello **stato complessivo dell'ambiente fluviale** e nella valutazione della sua **funzionalità**, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di una serie di fattori biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato.

La scheda IFF si compone di 14 domande che riguardano le principali caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua; per ogni domanda è possibile esprimere una sola delle quattro risposte predefinite. Deve essere compilata una scheda per ogni **tratto omogeneo individuato**, cioè per ciascuna porzione del corso d'acqua al cui interno rimangono invariati tutti i parametri valutati dal metodo IFF.

Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 40) che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte. Il punteggio di IFF, ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda, può assumere un valore minimo di 14 e uno massimo di 300. La struttura della scheda IFF consente di esplorare diversi comparti ambientali. Le domande infatti possono essere raggruppate nei seguenti gruppi funzionali: domanda 1: territorio circostante; domande 2-4: condizioni vegetazionali delle zone perfluviali; domanda 5: condizioni idriche, domanda 6: esondazione; domande 7-9: struttura e morfologia dell'alveo; domande 10-11: idoneità ittica ed idromorfologia; **domande 12-14: caratteristiche biologiche**.

Il punteggio finale viene tradotto in 5 livelli di funzionalità, espressi con numeri romani (dal I che indica la situazione migliore al V che indica quella peggiore), ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità. Ad ogni livello di funzionalità viene associato un colore convenzionale per la rappresentazione cartografica.

I corsi d'acqua presi in esame dal progetto "IFF del Trentino" sono quelli **tipizzati** in provincia di Trento secondo quanto definito dal D.M. n. 131/2008; la lunghezza complessiva dei corsi d'acqua ammonta a circa 1500 km. Come limite al rilievo è stata posta la quota di 1800 m s.l.m., altitudine al di sopra della quale c'è un limitato sviluppo della vegetazione arborea e si riscontra, in generale, una limitata presenza di pressioni antropiche.

Per gli obiettivi di questo studio sono state unificate le 125 schede dei rilievi e le mappe GIS, poi riversate in un unico **database georeferenziato**, composto quindi di **3181 tratti fluviali** ai quali sono associati i valori delle 14 domande che definiscono l'indicatore IFF.

3.3 TEMI GIS PER L'ANALISI DELLE PRESSIONI ANTROPICHE

Al fine di eseguire una valutazione delle pressioni antropiche di tipo fisico-chimico insistenti sui corpi idrici della provincia di Trento è stata eseguita un'analisi puntuale, tramite visualizzazione GIS con approccio speditivo, utilizzando quale base dati:

- il tematismo dei **corpi idrici tipizzati** con relativi **buffer** (fasce laterali) di 200 m;
- l'**uso del suolo reale** redatto dall'Urbanistica nel 2003 nell'intorno del corso d'acqua, ovvero intersecato con i buffer sopra definiti per i corpi idrici;
- un file contenente gli **impianti biologici ed Imhoff** aggiornati al 2012;
- **gli abitati collettati e non agli impianti di depurazione**, cartografate sulla base di dati tabellari aggiornati, forniti dall'Agenzia per la depurazione della PAT;
- gli **scarichi** inclusi nell'inventario dei rilasci da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite redatto in ottemperanza a quanto richiesto dall'art. 78-ter del D. Lgs. 152/2006;
- le **discariche** attive ed i principali **siti inquinati**.

4 Elaborazioni effettuate

4.1 DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI STRESS IDROLOGICO

Le comunità ecologiche dei corsi d'acqua sono generalmente composte di organismi che riescono a sopportare una certa variabilità delle **condizioni ambientali** in cui vivono. La loro struttura è comunque determinata da quelle più **frequenti**: sono quindi da preferirsi, nell'analisi della curva di durata delle portate naturali e reali, gli indici statistici che rappresentano la **tendenza centrale**, ovvero media o mediana. Delle due, l'ultima è più robusta, risente cioè meno dei valori estremi, che possono essere determinati da eventi eccezionali rappresentati nella modellazione idrologica oppure, nel peggiore dei casi, da anomalie computazionali della stessa.

Dalle curve di durata si ottengono le coppie di mediane mensili di portata naturale e reale per i dodici mesi dell'anno, alle quali vanno affiancati gli altrettanti valori di Deflusso Minimo Vitale (DMV) prescritti dal citato PGUAP: si compone così per ogni sottobacino di modellazione l'**idrogramma di riferimento** utile allo studio del regime idrologico in relazione alle comunità ecologiche del corso d'acqua rappresentato.

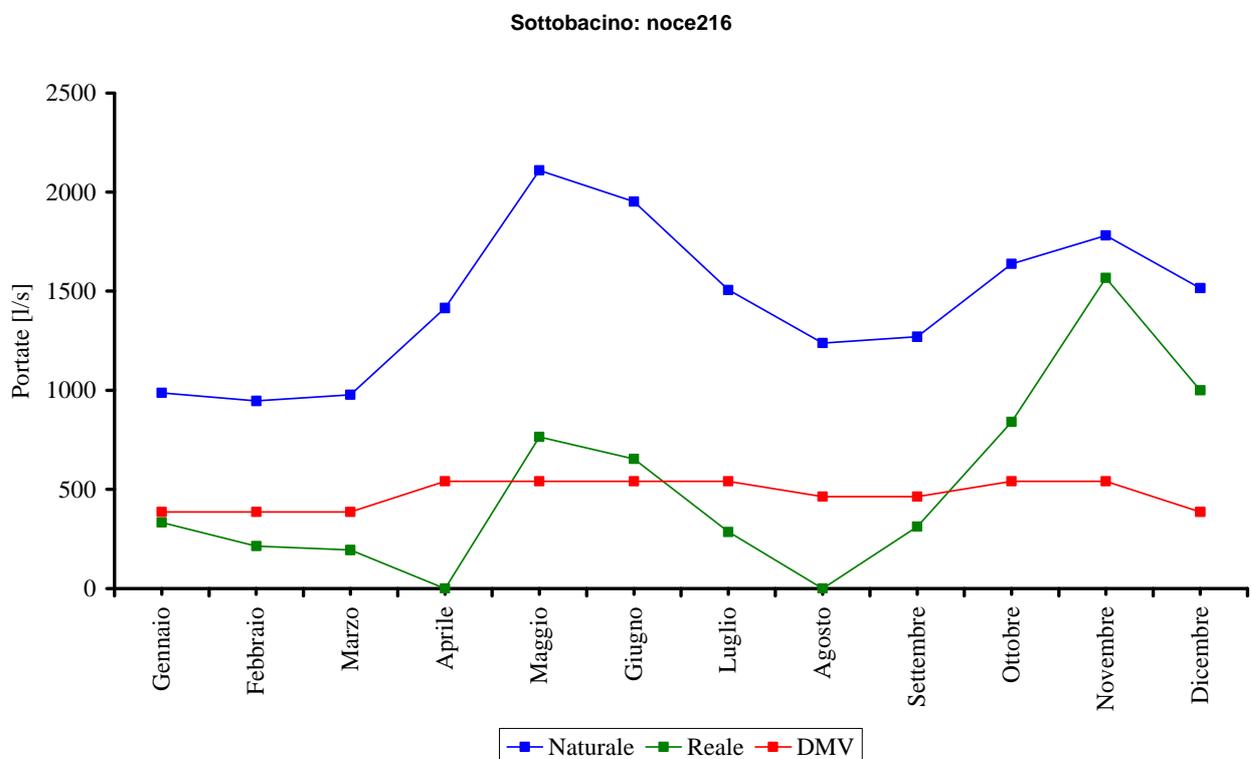


Figura 4.1: Esempio di idrogramma di riferimento per le condizioni ambientali frequenti dei corsi d'acqua (sottobacino noce216, parte media del torrente Tresenica). Descrive con linee l'andamento delle portate mediane mensili naturale e reale, assieme al DMV da PGUAP.

Ottenuta la descrizione delle condizioni idrologiche tipiche attuali (reali), occorre evidenziare, in linea con gli orientamenti normativi europei in tema di acque superficiali (Direttiva 2000/60), quanto queste si discostano dalla **situazione di riferimento**, che si assume essere quella caratterizzata da **deflussi non disturbati** da pressioni antropiche (naturali).

Tale scostamento, che si può definire **stress idrologico**, va misurato sia in quantità che in modulazione annuale: il deficit e il surplus di portata rispetto alle condizioni indisturbate determinano infatti una modifica inattesa degli spazi fluviali deputati alle funzioni ecologiche, mentre l'alterazione della naturale oscillazione dei livelli idrici modifica i ritmi biologici e inibisce i fenomeni legati al ciclo dei nutrienti. Per operare la misura dello stress idrologico si introducono due indicatori statistici che analizzano l'idrogramma di riferimento, di seguito illustrati.

La **distanza** è definita come la media delle differenze, prese in valore assoluto, tra portata naturale e reale mediane mensili, rapportate ciascuna alla differenza nello stesso mese tra portata naturale mediana e DMV. Essa misura quanto si discostano nel grafico le due curve naturale e reale, **rispetto al limite delle minime condizioni accettabili** da normativa (PGUAP). L'indicatore vale quindi 0 per deflusso indisturbato, tende ad 1 per condizioni paragonabili al DMV, assume valori maggiori per pressioni più gravose. La formulazione matematica simbolica è la seguente:

$$Distanza_i = \frac{|Q_i^{naturale} - Q_i^{reale}|}{|Q_i^{naturale} - DMV_i|} \Rightarrow Distanza = \frac{\sum_{i=1}^{12} Distanza_i}{12}$$

L'**alterazione** è definita con il complemento a 1 della correlazione tra portata naturale e reale, rapportato al complemento a 1 della correlazione tra portata naturale e DMV. Essa misura quanto la forma della linea delle portate reali si discosta (bassa correlazione) da quella delle portate naturali, indipendentemente dalla loro posizione reciproca (la quale è già misurata dall'indicatore di distanza appena introdotto), rispetto al limite delle ultime condizioni accettabili da normativa (PGUAP). L'indicatore vale quindi 0 per condizioni indisturbate, tende ad 1 per deflusso modulato come il DMV, assume valori maggiori per condizioni peggiori. La formulazione matematica simbolica è la seguente:

$$Alterazione = \frac{1 - |Correlazione(Q^{naturale}; Q^{reale})|}{1 - |Correlazione(Q^{naturale}; DMV)|}$$

Entrambi gli indicatori sono quindi normalizzati: non prendendo valori assoluti ma rapporti tra le grandezze, si possono confrontare i risultati tra sottobacini diversi.

La funzione statistica utilizzata per misurare la correlazione è l'indice di Pearson adattato.

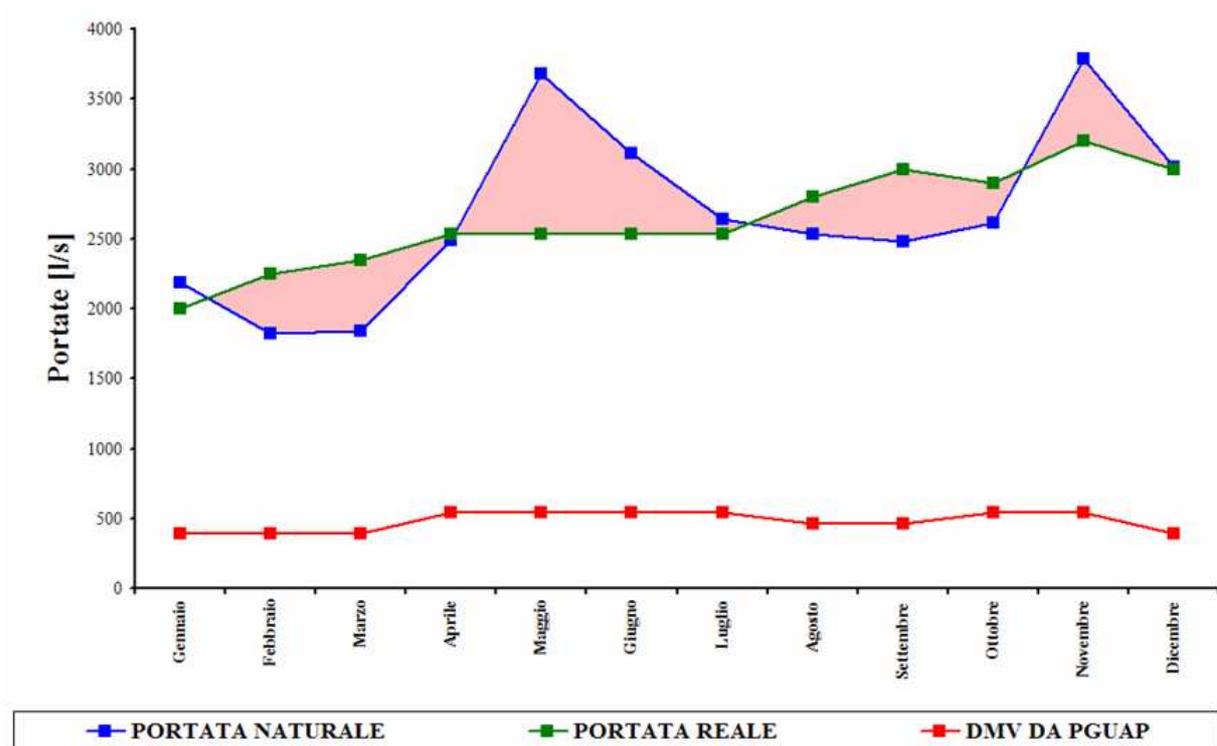


Figura 4.2: L'indicatore distanza è l'altezza media dell'area rosa disegnata nell'esempio.

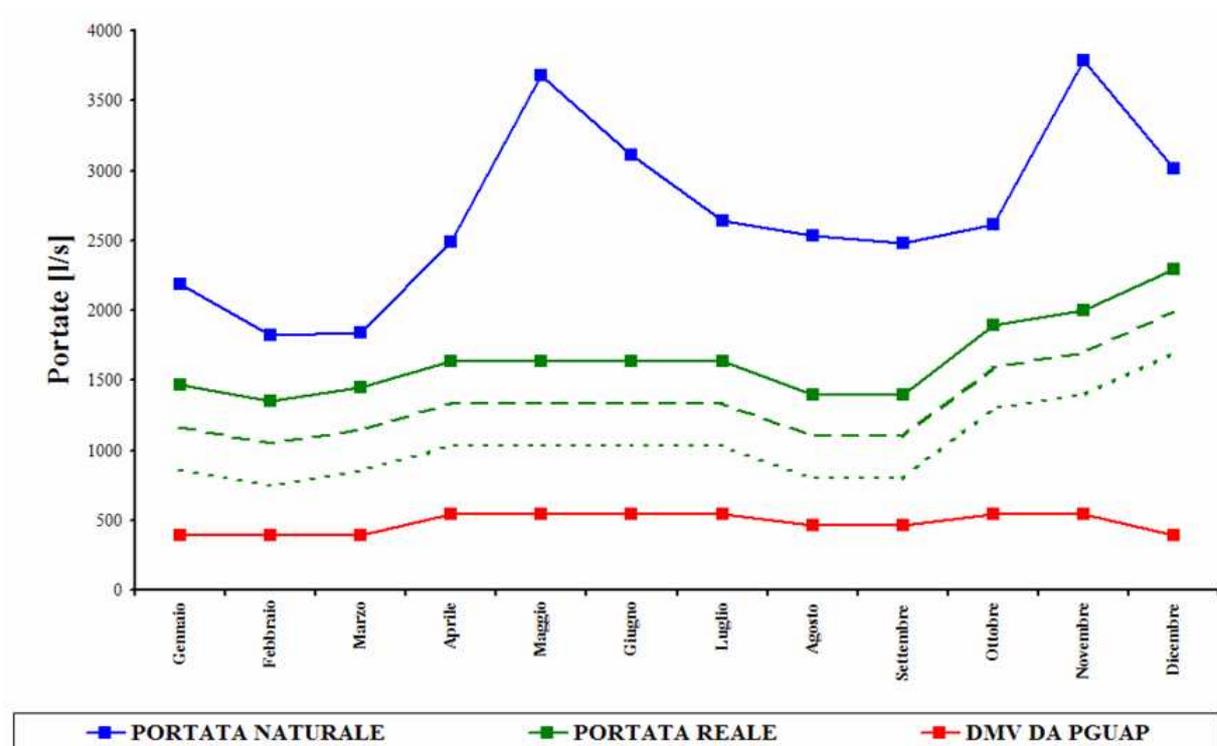


Figura 4.3: L'indicatore alterazione misura la diversità di forma della linea verde (portate reali) rispetto a quella blu (portate naturali). Infatti, mantenendo fisse quest'ultima e quella rossa (DMV), l'alterazione delle altre due linee verdi parallele disegnate (tratteggiate) è la stessa.

4.2 ESTRAZIONE AUTOMATICA DAI BILANCI IDRICI QUANTITATIVI

Definiti l'idrogramma di riferimento e la modalità di calcolo dello stress idrologico, è stata predisposta una procedura che automatizza l'estrazione dei dati di interesse dal database delle curve di durata per ognuno dei 2401 sottobacini ed il successivo calcolo degli indicatori statistici distanza e alterazione. Gli elaborati tabellari e grafici sono stati quindi associati tramite tecniche GIS ai rispettivi sottobacini, in modo da poterli consultare in sovrapposizione ad altri temi geografici di indagine.

Il modello di idrogramma con i relativi calcoli può essere facilmente modificato e la procedura riavviata, a seconda delle eventuali diverse esigenze nello studio dello stress idrologico.

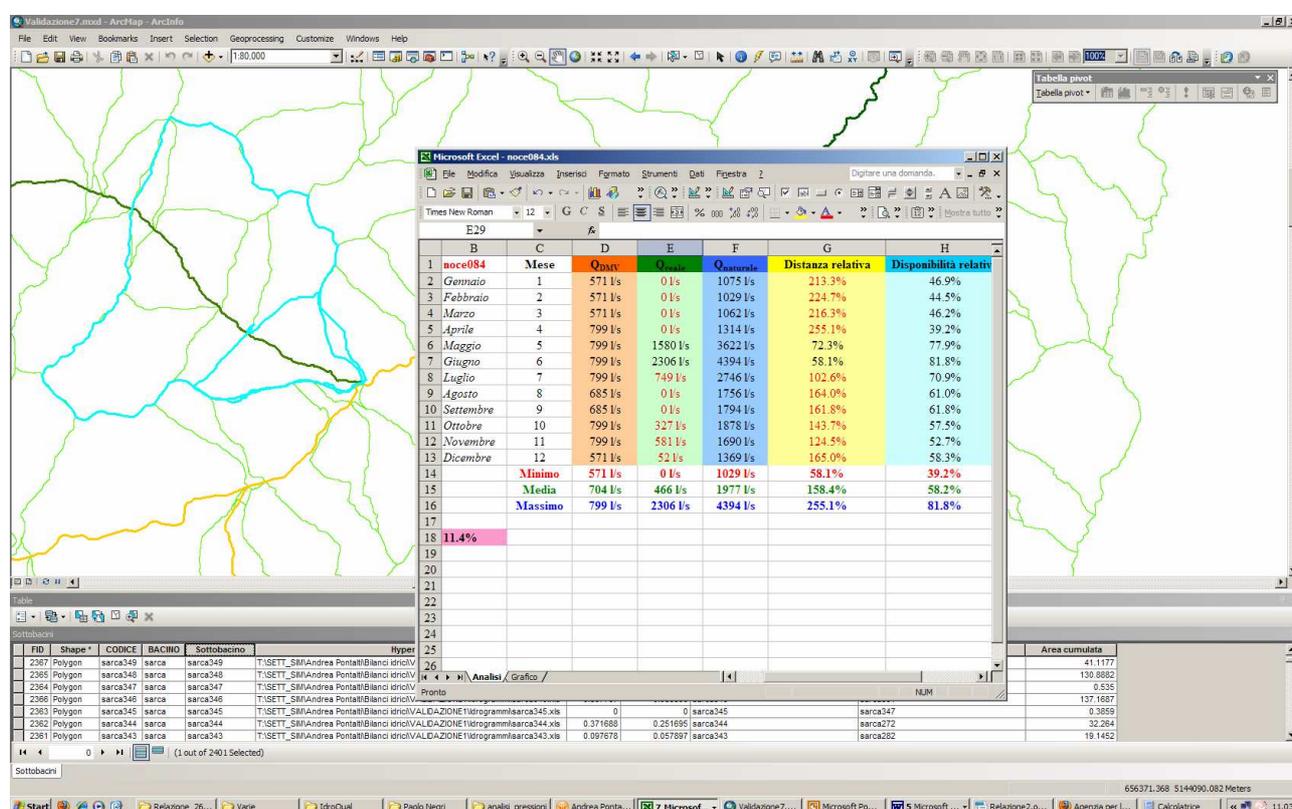


Figura 4.4: Esempio di interrogazione geografica de regime idrologico.

4.3 STIMA DELLO STATO ECOLOGICO DEI CORSI D'ACQUA TRAMITE L'INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE

Delle 14 domande IFF, solamente le ultime 3 riguardano la qualità biologica: la n. 12 (VEGA) riguarda la componente **vegetale** in alveo; la n. 13 (DET) indaga la modalità di demolizione del detrito organico grossolano; la n. 14 (MBT) stima la struttura ed equilibrio della comunità dei **macroinvertebrati** presenti. Valutando la variabilità delle 3 domande rispetto alle tipologie e condizioni ambientali riscontrabili lungo i corsi d'acqua provinciali, si è deciso di prendere solamente la domanda 14, **MBT**. Essa ha il pregio di indagare lo stesso tema di uno degli indicatori di qualità biologica del monitoraggio ufficiale secondo il D. Lgs. 152/2006, perciò è possibile attraverso questa domanda tentare la stima preliminare del **giudizio di qualità ecologica** del corso d'acqua.

Va tuttavia ricordato che l'indice dei macroinvertebrati non è l'unico elemento di qualità biologica preso in considerazione dalla normativa nazionale, pur essendo in Trentino la variabile decisiva per la determinazione dello stato ecologico nella maggior parte dei casi.

È stata quindi condotta un'indagine statistica per determinare la corrispondenza dei 4 punteggi MBT rispetto alla qualità ecologica approfondita nei punti della rete di monitoraggio APPA. Sono stati selezionati 93 siti in cui si disponeva di entrambi gli indicatori, MBT e ufficiale, e di questi 73 sono stati valutati come **effettivamente confrontabili**. Infatti non è possibile operare sempre l'associazione tra il rilievo MBT, speditivo e una tantum, e il giudizio con il metodo da normativa (basato sul campionamento multiplo in sito e replicato più volte l'anno, con analisi biologiche in laboratorio). La non confrontabilità si riscontra, ad esempio, per alvei non guadabili, per eccessivo intervallo di tempo, o in generale per **condizioni al contorno completamente diverse** tra i campionamenti da normativa e il rilievo IFF.

Il risultato è rappresentato dalle tabelle che seguono.

Giudizio, con mezze classi	Conteggio	Media di MBT	<i>Dev. standard di MBT</i>
Elevato "alto"	9	20.0	0.0
Elevato	18	20.0	0.0
Buono "alto"	13	16.9	4.8
Buono	16	11.6	5.4
Sufficiente "alto"	12	6.3	2.3
Sufficiente	2	5.0	0.0
Scarso "alto"	3	3.7	2.3
Totale complessivo	73	14.3	6.6

Tabella 4.1: andamento della qualità MBT in base alla qualità ufficiale (D. Lgs. 152/2006).

		Qualità dall'indicatore secondo D. Lgs. 152/2006 (STAR_ICMi)						
		Elevato "alto"	Elevato	Buono "alto"	Buono	Sufficiente "alto"	Sufficiente	Scarso "alto"
Qualità da IFF (MBT) Conteggio totale e percentuali di riga	20	9	18	9	4			
	10			4	9	3		
	5				3	9	2	2
	1							1
	20	23%	45%	23%	10%			
	10			25%	56%	19%		
	5				19%	56%	13%	13%
	1							100%

Tabella 4.2: andamento della qualità ufficiale (D. Lgs. 152/2006) in base alla qualità MBT.

Ricordando che gli **obiettivi di qualità** per i corpi idrici, da normativa, sono il raggiungimento dello stato buono e il mantenimento dello stato elevato, è quindi possibile stabilire la conversione tra MBT e qualità ufficiale dei macroinvertebrati (indice **STAR_ICMi**) per una **stima dello stato ecologico** dei corsi d'acqua indagati tramite il rilievo speditivo IFF, a livello di intero corpo idrico (Tabella 4.3, definita in base alla Tabella 4.1) o di singolo tratto (Tabella 4.4, definita in base alla Tabella 4.2).

Valori medi di MBT su un corpo idrico	Stato ecologico corrispondente
Minore o uguale a 7.5	Non buono
Maggiore di 7.5 e minore o uguale a 15	Buono
Maggiore di 15 e minore di 20	Buono abbondante
20	Elevato o Elevato abbondante

Tabella 4.3: giudizio di qualità ecologica su un corpo idrico tramite la Media MBT. Si noti come non è possibile discriminare tra Elevato ed elevato abbondante, perché il valore massimo di MBT è 20.

MBT	Giudizio con mezze classi	Giudizio con classi intere
20	Elevato	Elevato
10	Buono	Buono
5	Sufficiente "alto"	Sufficiente
1	Scarso "alto"	Scarso

Tabella 4.4: giudizio di qualità ecologica su un tratto di corpo idrico tramite MBT, utilizzando le classi ufficiali (D. Lgs. 152/2006) o le loro metà.

Le griglie di giudizio (Tabelle 4.3 e 4.4) non sono esenti dalla possibilità di errore, così come è per qualsiasi procedura di misurazione di una grandezza, specialmente quelle derivate in campo ambientale. Si può stimare l'**incertezza** conteggiando le discordanze di una classe (ad esempio: sufficiente "alto" con buono "alto") tra giudizio speditivo (MBT) e ufficiale (STAR_ICMi) sui punti monitorati. Ne risulta, ad esempio, che la griglia di Tabella 4.4 **sbaglia nel 8% dei casi**. Lo stesso valore si ottiene se si contano i casi in cui con giudizio speditivo si dà per non buono un tratto giudicato almeno buono con giudizio ufficiale, e viceversa. Approfondendo l'analisi, se si considerano solo i casi in cui il rilievo MBT e il campionamento ufficiale sono stati eseguiti al massimo ad un anno di distanza (maggior confrontabilità) si verifica che l'errore sopra stimato scende al 4%.

Tale incertezza non è trascurabile, ma si tratta di un ragionevole costo da pagare per adottare un metodo di misura della qualità estensivo anziché intensivo: va infatti considerato che l'alternativa è l'**assenza del giudizio di qualità** su molti corpi idrici non monitorati con il metodo ufficiale.

4.4 DETERMINAZIONE DELLE CORRISPONDENZE TRA TRATTI IFF, SOTTOBACINI DI MODELLAZIONE E CORPI IDRICI

Per incrociare, secondo le esigenze di questo lavoro, i dati idrologici con la qualità ecologica, sono state stabilite tramite tecniche GIS le relazioni spaziali tra le varie entità grafiche rappresentanti gli elementi oggetto di indagine.

Una prima elaborazione ha permesso di associare nel punto di chiusura del sottobacino di modellazione idrologica il tratto IFF che lo attraversa e che valuta la **corrispondenza puntuale tra regime idrologico e qualità MBT**.

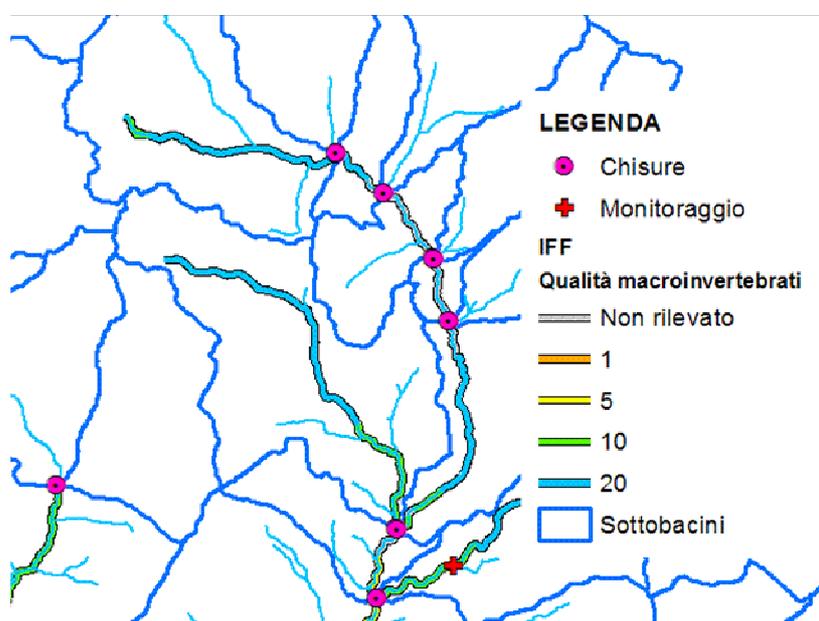


Figura 4.5: Estrazione della qualità ecologica tramite la domanda MBT dell'IFF nei punti di chiusura dei sottobacini di modellazione idrologica.

In una seconda elaborazione si sono elencati e codificati **4084 segmenti elementari** di corso d'acqua in cui si ha unica appartenenza ai tratti del rilievo IFF, al corpo idrico, oggetto degli obiettivi di qualità, e al sottobacino di modellazione idrologica, del quale si ha l'idrogramma di riferimento. Ogni segmento elementare ha un valore di lunghezza, si hanno inoltre su di esso un unico valore degli indicatori di stress idrologico e un unico valore delle domande IFF (tra queste MBT). Per ogni corpo idrico è quindi possibile mediare pesando sulla lunghezza dei segmenti le grandezze oggetto di indagine, ottenendo perciò un unico **valore rappresentativo dello stato idrologico ed ecologico del corpo idrico**.

4.5 ANALISI DELLE PRESSIONI ANTROPICHE

L'analisi puntuale delle pressioni è stata eseguita scorrendo e visionando tramite GIS ciascun corpo idrico derivante dalla tipizzazione dei corsi d'acqua del Trentino e tematismi specifici (paragrafo 3.3).

Per ogni corpo idrico sono state calcolate le superfici delle diverse tipologie di **uso del suolo** all'interno del relativo buffer, riportate in valore assoluto e in percentuale rispetto alla superficie totale del buffer. Sono stati quindi raggruppati i diversi usi del suolo nel seguente modo:

Urbanizzato

Aeroporti
Altri servizi (tribunali,carceri,poste e telegrafi,sedi amministrative,sedi e depositi vvff,etc)
Aree a servizio di infrastrutture di trasporto su gomma
Aree commerciali
Aree di scalo ferroviario
Aree di stazione ferroviaria
Aree di stazione/scalo ferroviario
Aree per attività sportiva e ricreativa
Aree per autogrill (aree di servizio autostradali)
Aree per campeggio/villaggio turistico
Aree per stazione autolinee
Aree per stazione di servizio carburante
Aree per stazione di servizio carburante
Aree portuali
Aree produttive industriali ed artigianali
Cantieri e aree a copertura artificiale non classificabile
Case singole
Cave di inerti
Cave di pietra
Centrali idroelettriche
Complessi cimiteriali
Complessi ospedalieri
Complessi religiosi
Complessi scolastici (università,scuole)
Parcheggi di superficie
Reti ferroviarie
Reti stradali
Servizi adibiti agli impianti tecnologici
Stazioni/servizi per impianto a fune
Tessuto Urbano continuo
Tessuto urbano discontinuo
Zone militari
Aree verdi urbane

Agricolo

Colture agricole eterogenee
Frutteti e frutti minori
Oliveti
Seminativi
Vigneti

Zootecnico

Pascolo alberato
Prati stabili
Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota
Prato alberato

Forestale e acque

Arbusteti e mugheti
Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
Boschi di conifere
Boschi di latifoglie
Boschi misti
Brughiere e cespuglieti
Corsi di acqua artificiale
Corsi di acqua naturale
Corsi di acqua, canali e idrovie
Ghiacciai perenni
Incolti vegetati
Laghi artificiali
Laghi naturali
Paludi interne
Rocce nude
Rupi boscate
Torbiera
Zone ripari e terreni affioranti
Zone umide interne

Discariche e depuratori

Discariche rsu o inerti
Impianti di depurazione

Per ogni corpo idrico sono state quindi segnalate **4 categorie di pressione di tipo diffuso** legate all'uso del suolo, in base ad adeguate soglie di superficie percentuale:

- Urbanizzato > 30%;
- Agricolo > 30%;
- Frutteti e frutti minori + vigneti > 30%;
- Zootecnico > 15%.

Oltre a questa indicazione è stata comunque mantenuta l'informazione sulla percentuale di copertura sia per singolo uso del suolo sia per ognuno dei gruppi sopra identificati. Rimane escluso il corso del Progno d'Illassi in quanto il tematismo dell'uso del suolo non ha copertura sul relativo bacino. Si è tuttavia accertato attraverso ortofoto che le percentuali di copertura sono in questo ambito inferiori alle soglie indicate. L'impatto dovuto all'urbanizzato è legato principalmente alle acque di dilavamento ed al possibile errore nel collettamento di acque reflue, maggiormente gravoso, considerato a parte attraverso il tematismo delle frazioni collettate.

Sui singoli corpi idrici sono state poi identificate le **pressioni puntuali** insistenti in via diretta o indiretta attraverso gli altri tematismi GIS (descritti nel paragrafo 3.3).

Ai fini dell'analisi si è infine deciso di classificare i corpi idrici sulla base di 3 situazioni distinte:

- pressioni **trascurabili** (non individuabili tramite l'approccio seguito);
- la presenza di sole pressioni **persistenti**, non modificabili;
- la presenza di almeno una pressione potenzialmente **attenuabile**.

Le pressioni classificate non modificabili sono: urbanizzato; depuratori; scarichi; discariche. Segnatamente depuratori e altri soggetti autorizzati allo scarico devono rilasciare acque reflue secondo i limiti di legge e, qualora rispettino la normativa, non possono essere considerati pressioni puntuali sanabili. Urbanizzato e discariche possono essere considerati migliorabili solo parzialmente e/o a lungo termine.

Le pressioni sulle quali è prevedibile invece un possibile miglioramento sono: agricoltura; zootecnia; impianti Imhoff; frazioni non collettate. Solo quindi sui corpi idrici appartenenti al terzo gruppo di pressioni è possibile e necessario prevedere interventi mirati al risanamento chimico-fisico delle acque.

4.6 CONTROLLO E VERIFICA DELLE PROCEDURE AUTOMATICHE

La mole di informazioni trattate per questo lavoro, molte delle quali in modo automatico, nonché la novità che esso rappresenta per la diversità d'ambito delle grandezze ambientali trattate, ha reso necessaria una serie di controlli che vengono di seguito brevemente elencati:

- **Controllo dell'importazione delle curve di durata dai bilanci idrici quantitativi e generazione dell'idrogramma di riferimento (portate naturali, reali e DMV).** Sono stati verificati manualmente 96 sottobacini di simulazione su 2401, pari a circa il 4%, tramite scelta casuale del validatore (10-11 per bacino principale provinciale). È stata inoltre controllata per ogni sottobacino la corretta estrazione del DMV da PGUAP.
- **Controllo dell'importazione delle schede IFF.** Su 3181 tratti georeferenziati ne sono stati verificati 128 (almeno uno per corso d'acqua), pari a circa il 4%.
- **Controllo delle relazioni spaziali definite.** Si sono costruite automaticamente tutte le catene idrologiche che legano i sottobacini in corrispondenza dei corsi d'acqua (verificate manualmente per l'8%), e con esse si sono verificate preliminarmente tutte le associazioni dei tratti IFF nei punti di chiusura dei sottobacini, poi controllate manualmente per 116 casi su 1159 (circa il 10%). Per quanto invece riguarda l'estrazione dei segmenti elementari, sono stati suddivisi manualmente 17 corpi idrici su 413, di cui però solo 332 hanno rilievo IFF, controllando quindi 270 segmenti elementari su 4084 (poco più del 6%).

5 Risultati

5.1 CLASSIFICAZIONE DELLO STRESS IDROLOGICO

Il calcolo degli indicatori di stress idrologico su tutti i sottobacini di modellazione dei Bilanci Idrici permette di indagare tramite GIS tutto il territorio provinciale, alla ricerca delle zone più o meno impattate dall'utilizzazione della risorsa acqua. È stato così possibile **confermare con dati oggettivi**, attraverso una prima e rapida indagine visiva, le **impressioni soggettive** circa le condizioni idrologiche riscontrate mediamente durante l'attività istituzionale di monitoraggio dell'APPA: laddove si ritengono esserci condizioni di frequente siccità, si sono riscontrati elevati valori dell'indicatore distanza; in alcuni tratti di torrente dove invece si ipotizza scarsa dinamica d'alveo, si manifestano alte percentuali di alterazione idrologica.

Andando oltre a questa conferma preliminare, si rende necessario **tarare la scala degli indicatori** di stress idrologico definiti, in modo da evidenziare dove lo stesso possa ritenersi **basso, medio** od **alto**: ciò si traduce nella valutazione dei valori che distanza e alterazione assumono in corrispondenza di casi noti e associabili a priori a classi di stress idrologico.

Per fare ciò sono stati quindi individuati **13 sottobacini** in cui le pressioni antropiche determinano manifestamente condizioni idrologiche del corso d'acqua difficili dal punto di vista ambientale. A questi sono stati fatti corrispondere altri 13 sottobacini senza impatti idrologici, per ottenere coppie di siti (definiti "Nero" e "Bianco") di alvei simili (in alcuni casi dello stesso torrente) ma diversamente stressati. Per tutti e 26 i sottobacini sono stati estratti i valori di MBT da rilievo IFF nel punto di chiusura, ottenendo la Tabella 5.1 (pagina seguente). Si considerano ai fini della classificazione, in coerenza con il paragrafo 4.3, i punteggi MBT 1, 5, 10 e 20 rispettivamente corrispondenti a qualità scarsa, sufficiente, buona ed elevata. Alle condizioni di **qualità non elevata** si fa corrispondere **alto stress idrologico**. Questa è la **classe guida**, riscontrabile nella parte dei siti "Neri" Tabella 5.1. Il valore di alterazione o di distanza che viene superato nella maggior parte di questi siti è la soglia di classe cercata. A condizioni di qualità elevata (MBT uguale a 20) corrisponde invece stress medio e basso: perciò, visto anche il peso almeno doppio assunto da questo valore MBT nella funzionalità rispetto agli altri, le due classi rimanenti (medio e basso) sono ottenute dividendo a metà la soglia per la classe guida.

Per classificare lo stress idrologico, in base alla selezione dei suddetti 26 sottobacini sono state quindi definite le seguenti soglie:

- **Alto stress idrologico:** distanza $\geq 46\%$; alterazione $\geq 23\%$.
- **Medio stress idrologico:** distanza $\geq 23\%$; alterazione $\geq 11.5\%$.
- **Basso stress idrologico:** distanza $< 23\%$; alterazione $< 11.5\%$.

La classificazione tramite distanza e quella tramite alterazione può non essere concorde. Si segue la prassi generalmente adottata nella valutazione della qualità ambientale: quando si compongono giudizi derivati da grandezze diverse si assume **la classe peggiore**.

			STRESS IDROLOGICO		QUALITÀ
			Distanza	Alterazione	MBT
Siti "Neri"					
Corso d'acqua	Tratto IFF	Sottobacino	Distanza	Alterazione	MBT
Barnes	BARN004	noce218	140%	23%	5
Lovernatico	LOVE005	noce162	175%	76%	5
Noce Bianco	BIAN019	noce297	80%	138%	10
Bedù di Pelugo	BEDP005	sarca118	92%	233%	10
Tresenica	TRES015	noce216	46%	290%	10
Fersina	FERS041	FERSINA077	107%	110%	10
Aviana	AVIA017	ADIGE261	87%	101%	10
Palvico	PALV015	chiese268	179%	38%	5
Vanoi	VANO024	BCV562	54%	34%	5
Ceggio	CEGG012	BCV162	80%	117%	5
Grigno	GRIG011	BCV145	91%	92%	10
Leno di Terragnolo	LENT013	ADIGE184	98%	95%	5
Duina	DUIN011	sarca207	99%	203%	10
Siti "Bianchi"					
Barnes	BARN027	noce034	6%	2%	20
Vallesinella	VALL003	sarca015	2%	0%	20
Rabbies	RABB035	noce271	7%	0%	20
Bedù di Pelugo	BEDP008	sarca365	2%	0%	20
Tresenica	TRES028	noce157	1%	0%	20
Fersina	FERS027	FERSINA095	15%	9%	20
Aviana	AVIA022	ADIGE383	12%	0%	20
Palvico	PALV027	chiese245	17%	0%	20
Vanoi	VANO037	BCV040	5%	0%	20
Ceggio	CEGG026	BCV468	15%	1%	20
Grigno	GRIG014	BCV480	10%	0%	20
Leno di Terragnolo	LENT016	ADIGE350	42%	0%	20
Duina	DUIN012	sarca371	16%	18%	20

Tabella 5.1: Selezione dei 26 sottobacini per la taratura delle scala della distanza e dell'alterazione e la conseguente classificazione dello stress idrologico.

5.2 RELAZIONE TRA QUALITÀ E CONDIZIONI IDROLOGICHE

La taratura delle grandezze distanza e alterazione nel paragrafo precedente, utilizza la qualità biologica in siti conosciuti come elemento di conferma delle condizioni idrologiche ritenute indisturbate oppure perturbate in base all'esperienza di campo. La successiva classificazione dello stress idrologico su tutti i bacini di modellazione, e sui corpi idrici che li attraversano, instaura quindi una relazione tra essi e le condizioni idrologiche e qualitative dei siti di taratura. Questo rappresenta il punto di contatto tra i bilanci idrici quantitativi e la qualità ambientale nel presente lavoro.

Va sottolineato che **la qualità è sempre associata alle condizioni idrologiche**, poiché esse partecipano indirettamente a tutte gli altri fattori determinanti la qualità ecologica (l'inquinamento, l'artificializzazione ecc.), essendo l'acqua la matrice fondamentale dell'ecosistema fluviale: la scarsità d'acqua può concentrare gli inquinanti; l'abbassamento dei livelli in alvei può ridurre la disponibilità di habitat per le comunità biologiche; l'appiattimento delle oscillazioni idriche stagionali e la riduzione degli eventi di morbida può rallentare i fenomeni di autodepurazione del corso d'acqua e il ciclo dei nutrienti, ecc.

Si precisa tuttavia che lo **stress idrologico** non pone l'attenzione alle condizioni minime ma si concentra sulle **condizioni indisturbate** (considerate il "massimo ambientale"). Va infatti ricordato che esso ha come riferimento il regime idrologico non antropizzato, misurando proprio lo scostamento da esso dell'attuale andamento idrologico. Può infatti capitare che esistano tratti di corsi d'acqua che, pur idrologicamente poco stressati, non abbiano buona qualità idrologica perché, ad esempio, la scarsità d'acqua è una condizione naturale o perché le altre pressioni sono fattori maggiormente determinanti. Oppure, al contrario, ambienti acquatici fortemente depauperati in quantità d'acqua riescono comunque a ospitare un ecosistema di buona qualità perché, ad esempio, la varietà morfologica e la purezza dell'acqua sostengono lo sviluppo delle peculiari comunità biologiche lì presenti.

La minima compatibilità delle condizioni idrologiche con l'equilibrio degli ecosistemi acquatici di ciascun corpo idrico, lo studio della quale non rientra negli obiettivi del presente lavoro, coincide con il massimo stress idrologico localmente sopportabile (a priori non definibile) e va definita e studiata con approfondimenti basati su valutazioni sito-specifiche.

5.3 TABELLE DI RAFFRONTO DELLE GRANDEZZE SUI CORPI IDRICI

La normativa nazionale ed europea sulla qualità ecologica dei corsi d'acqua stabilisce che l'elemento idrografico oggetto del giudizio di qualità sia il **corpo idrico tipizzato**.

Perciò i risultati principali del presente lavoro sono stati riassunti su un'unica tabella, nella quale per ognuno dei corpi idrici dotati di rilievo IFF e idrogramma di riferimento vengono fornite le seguenti informazioni, da ritenersi un'indicazione metodologica e comunque passibili di approfondimenti futuri:

Grandezze principali dell'analisi

- Stress idrologico, nei suoi indicatori **distanza ed alterazione medie**. Lungo il corpo idrico vengono intersecati uno o più sottobacini di simulazione, e i valori di distanza e alterazione corrispondenti vengono pesati con le lunghezze di intersezione rispetto alla lunghezza totale del corpo idrico.
- Qualità biologica descritta dal punteggio **MBT media**. Analogamente a sopra, i valori della domanda MBT nei tratti IFF che si sovrappongono al corpo idrico vengono pesati in lunghezza.

Indicazioni qualitative di sintesi, a supporto della pianificazione della risorsa idrica

- Classificazione dello **stress idrologico** in basso, medio o alto.
- **Stato ecologico**, interpretato da MBT media come descritto nel paragrafo 4.3. Nel caso sia presente nel corpo idrico un punto del monitoraggio ufficiale APPA, eventualmente indicato in tabella, viene assunto lo stato ecologico da questo definito (31 dicembre 2012). Si possono infatti riscontrare casi di discrepanza tra il giudizio ufficiale e lo stato ecologico interpretato da MBT media, dovuti al fatto che il primo prevede per legge altri indicatori oltre ai macroinvertebrati (stimati da MBT) ed è una misura puntuale, mentre il secondo è una media sull'intero corpo idrico.
- **Tipologia delle pressioni**. Sono riportati i risultati dell'analisi di cui al paragrafo 4.5.

6 Allegati

1. TABELLA COMPARATIVA
2. CARTA DELLO STRESS IDROLOGICO – Distanza
3. CARTA DELLO STRESS IDROLOGICO – Alterazione
4. CARTA DELLO STRESS IDROLOGICO – Classificazione