

REGIONE ABRUZZO



DIREZIONE LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDRICO INTEGRATO, GESTIONE INTEGRATA DEI BACINI  
IDROGRAFICI, DIFESA DEL SUOLO E DELLA COSTA

SERVIZIO ACQUE E DEMANIO IDRICO

## PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

*D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152 e s.m.i.*

ELABORATO N.  <b>A1.6</b>	TITOLO  <b>PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE ALLEGATO VALUTAZIONE DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE DMV</b>
SCALA  -	
CODICE DOCUMENTO  A030	
FILE  VALUTAZIONE_DMV	

PER LA REGIONE ABRUZZO

Servizio Acque e Demanio Idrico – Ufficio Qualità delle Acque  
dott.sa Sabrina DI GIUSEPPE – Responsabile Ufficio Qualità Acque  
dott.sa Tiziana DI LORENZO – Collaboratore  
dott.sa Patrizia VIGNINI – Collaboratore

Ing. Pierluigi CAPUTI – *Direttore Regionale*  
Ing. Bruno FABIOCCHI – *Dirigente del Servizio*  
Prof. Roberto VOLPE – *Consulente Esterno*

PROGETTAZIONE Associazione Temporanea di Imprese (A.T.I.):



1	FEBBRAIO 2010	REVISIONE PER ADOZIONE	Dott.ssa Sabrina Di Giuseppe; Dott.ssa Tiziana Di Lorenzo; Dott. ssa Patrizia Vignini	Prof. Pietro Bruno Celico
0	APRILE 2008	REVISIONE PER ADOZIONE	Ing. F. Tundo, Ing. G. Venturini	Prof. Pietro Bruno Celico
REV.	DATA	MOTIVO	REDATTO	APPROVATO



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. DEFLUSSO MINIMO VITALE (DMV): DEFINIZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>3</b>
2.1 Che cos'è il Deflusso Minimo Vitale (DMV)	3
2.2 Excursus normativo sul Deflusso Minimo Vitale	4
<b>3. METODOLOGIE PER LA DETERMINAZIONE DEL DMV</b>	<b>8</b>
3.1 Metodologie "speditive" per la determinazione del DMV	9
3.2 Metodologie "sperimentali" per la determinazione del DMV	11
3.2.1 Metodo dei Microhabitat (PHABSIM)	12
<b>4. ANASILI DEI DATI DISPONIBILI</b>	<b>21</b>
4.1 Dati idrologici	21
4.2 Dati di qualità ambientale	23
4.2.1 Dati sulla fauna ittica	28
<b>5. DESCRIZIONE DELLA METODICA ADOTTATA PER IL CALCOLO DEL DMV</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Calcolo della componente idrologica del DMV</b>	<b>34</b>
5.1.1 Determinazione della componente dovuta al ruscellamento [ $Q_{rusc}$ ]	35
5.1.2 Determinazione della componente dovuta alle emergenze dagli acquiferi minori [ $Q_{acqm}$ ]	35
5.1.3 Determinazione della componente dovuta all'emergenza dei corpi idrici sotterranei significativi [ $Q_{sorg}$ ]	36
5.1.4 Definizione dei coefficienti $K_1$ , $K_2$ e $K_3$	36
5.1.5 Confronto dei risultati con le portate misurate agli idrometri	37
5.1.6 Confronto dei risultati con i valori calcolati nei tratti fluviali significativi	42
<b>5.2 Calcolo della componente biologico-ambientale del DMV</b>	<b>46</b>
5.2.1 Metodica per il calcolo dell'indice biologico-ambientale	48
5.2.2 Risultati dell'elaborazione dell'indice biologico-ambientale	52
5.2.3 Applicazione del $K_{biol}$ per i bacini in cui non sono disponibili parametri biologico-ambientali	63
<b>6. VALUTAZIONE E PROBLEMATICHE DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE</b>	<b>64</b>
<b>7. ANALISI DELLE CRITICITÀ QUANTITATIVE</b>	<b>66</b>
<b>8. MODALITÀ DI APPLICAZIONE DEL DMV</b>	<b>68</b>
<b>9. VALORI DEL <math>Q^*</math> E DMV NEI NODI IN CUI È SCHEMATIZZATA LA RETE IDROGRAFICA</b>	<b>70</b>



<b>10. APPLICAZIONE DEL MODELLO MIKE BASIN</b>	<b>78</b>
<b>10.1 Risultati delle simulazioni</b>	<b>78</b>
<b>10.2 Schede di bilancio di corpo idrico</b>	<b>79</b>
<b>10.3 Indici di criticità</b>	<b>82</b>
<b>10.4 Conclusioni</b>	<b>83</b>
<b>11. APPENDICE 1 – SCHEDE DI BILANCIO DI CORPO IDRICO</b>	<b>84</b>



La sezione iniziale del presente documento (cap 2 e cap 3 ) è stata redatta considerando anche le attività di studio effettuate nell'ambito di una collaborazione tra la Regione Abruzzo e l'Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento delle Strutture, delle Acque e del Terreno (DISAT). In particolare si è fatto riferimento al documento: "*Linee guida per la determinazione del DMV*".



## 1. PREMESSA

Uno dei fattori naturali che contraddistinguono un corso d'acqua è la variazione delle portate lungo l'asta fluviale durante l'anno, ed in particolare tra la stagione invernale e quella estiva; tale fattore consente lo stabilirsi, lungo l'alveo, di comunità biologiche ampie e ben diversificate. Ad alterare la naturale evoluzione e diversità degli ambienti fluviali possono concorrere numerosi fattori antropici tra cui assumono particolare importanza le opere di derivazione e di ritenuta a scopi idroelettrici, irrigui ed idropotabili che modificano in modo radicale il deflusso delle acque.

Per tale motivo, già a partire dagli anni '60, sono stati intrapresi degli studi sulla gestione delle risorse idriche mirati, in particolare, al mantenimento di *deflussi minimi vitali* per la sopravvivenza degli ecosistemi fluviali esistenti.

Il presente documento, partendo da tali presupposti, oltre a fornire un quadro complessivo in merito alle modalità di determinazione del **Deflusso Minimo Vitale** sui corsi d'acqua nel panorama nazionale e comunitario, si pone l'obiettivo di effettuare una preliminare valutazione di tale parametro utilizzando, come si vedrà in seguito, la metodologia proposta dall'Autorità di bacino del Po, che tra le metodologie ad oggi disponibili, risulta quella che meglio si adatta alle peculiarità del territorio regionale. Sebbene i risultati derivati dall'applicazione di tale metodologia sono da considerarsi preliminari, essi hanno comunque permesso, nell'ambito del territorio abruzzese, di individuare le potenziali criticità quantitative delle risorse idriche e, nel contempo, di fornire ipotesi di intervento, strutturali e non, per risolvere o limitare tali criticità.

*Per una più agevole lettura dei contenuti i riferimenti normativi sono stati evidenziati, in appositi riquadri a sfondo giallo, prima della trattazione dei singoli argomenti ed a seguire sono state riportate le considerazioni e le osservazioni relative a ciascun punto contemplato dalla normativa. I riferimenti agli altri documenti facenti parte del presente Piano di Tutela delle Acque ed alla cartografia prodotta sono stati evidenziati, rispettivamente, in riquadri a sfondo verde ed in riquadri a sfondo azzurro.*



## 2. DEFLUSSO MINIMO VITALE (DMV): DEFINIZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI

Il concetto di "**Deflusso Minimo Vitale (DMV)**" dei corsi d'acqua è stato introdotto per la prima volta nel quadro legislativo italiano dalla *Legge 183/89 (art. 3 comma 1, lettera i)*, poi è stato ripreso dalla *Legge 36/94*, dal *D. Lgs. 152/99* e, successivamente, dal *DM 28/07/04*. In particolare il *DM 28/07/04* contiene la definizione del **Deflusso Minimo Vitale (DMV)** e introduce, nel contempo, in forma finalmente sistematica il *problema del Deflusso Minimo Vitale* in precedenza oggetto di prescrizioni normative in parte disgiunte dalla qualità complessiva del corso d'acqua.

### 2.1 Che cos'è il Deflusso Minimo Vitale (DMV)

**DM 28/07/2004** - *Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.*

#### **Allegato 1 – Par. 7.1 - Definizione**

Il **Deflusso Minimo Vitale (DMV)** è la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

Per salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corso d'acqua si intende il mantenimento delle sue tendenze evolutive naturali (morfologiche ed idrologiche), anche in presenza delle variazioni artificialmente indotte nel tirante idrico, nella portata e nel trasporto solido.

Per salvaguardia delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque deve intendersi il mantenimento, nel tempo, dello stato di qualità delle acque, in linea con il perseguimento degli obiettivi di qualità previsti dagli artt. 4, 5 e 6 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i., e della naturale capacità di autodepurazione del corso d'acqua.

Per salvaguardia delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali è da intendersi il mantenimento, nel tempo, delle comunità (La comunità è l'insieme di più popolazioni, dove per popolazione è da intendersi l'insieme di individui appartenenti alla stessa Specie) caratteristiche dell'area di riferimento, prendendo in considerazione anche i diversi stadi vitali di ciascuna specie.

La definizione del **Deflusso Minimo Vitale** (indicato in seguito con l'acronimo **DMV**) non risulta facile ed immediata a causa delle molteplici variabili che bisogna esaminare. I principali elementi da considerare, infatti, per una corretta definizione del DMV, dovrebbero essere:

- rispetto della distribuzione temporale e della naturalità delle variazioni dei deflussi;
- preservazione del perimetro bagnato d'alveo;
- salvaguardia della qualità delle acque nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dalla normativa e in considerazione della naturale capacità autodepurativa del corso d'acqua;
- mantenimento delle biocenosi tipiche locali;
- mitigazione degli impatti sul paesaggio;



- mantenimento e salvaguardia degli usi potabili, agricoli, industriali e della funzione ricreativa e sportiva preesistente e futura dell'area in esame.

In estrema sintesi, comunque, lo scopo che la legge si prefigge di ottenere è solo quello di dare al fiume la possibilità di "esistere", con le sue peculiarità, nonostante venga impoverito a causa dei prelievi d'acqua.

## 2.2 Excursus normativo sul Deflusso Minimo Vitale

Nel panorama giuridico italiano, come già sottolineato in precedenza, il concetto di "deflusso minimo vitale" è stato introdotto per la prima volta nel quadro legislativo italiano dalla **Legge n. 183, del 18 maggio 1989**.

**Legge 183/89** (Norme per il riassetto organizzativo e funzionale del suolo)

### Art. 1 Finalità

1. La presente legge ha per scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi.

.....

### Art. 3 Le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione

.....

*i*. La razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde, con una efficiente rete idraulica, irrigua ed idrica, garantendo, comunque, che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso costante vitale negli alvei sottesi, nonché la pulizia delle acque.

La Legge 183/89 nel definire i criteri per la difesa idraulica e conservazione del suolo contiene il concetto di utilizzazione razionale del patrimonio idrico, di tutela e di risanamento ambientale (concetto è introdotto nell'*art. 1 comma 1*). Inoltre all'*art.3 comma 1 lettera i*, si indica, tra gli obiettivi dell'attività di programmazione, pianificazione ed attuazione, la "*razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde (omissis) garantendo, comunque, che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso costante vitale negli alvei sottesi*". Gli obiettivi della legge appaiono evidenti:

- tenere sotto controllo "*l'insieme delle derivazioni*", in modo da non fargli superare un limite massimo, così da garantire un minimo deflusso in alveo (DMV);
- promuovere il raggiungimento di un equilibrio tra le esigenze antropiche e quelle dell'ecosistema acquatico mediante una prima azione volta a garantire ai fiumi una quantità di acqua tale da permettere non solo la sopravvivenza, ma anche lo sviluppo delle comunità biologiche.



Successivamente il concetto di DMV è stato ripreso dalla **Legge n. 36, del 5 gennaio 1994** (cosiddetta "**legge Galli**").

**Legge 36/94** (Disposizioni in Materia di Risorse Idriche)

**Art. 3 Equilibrio del bilancio idrico**

.....

3. Nei bacini idrografici caratterizzati da consistenti prelievi o da trasferimenti, sia a valle che oltre la linea di displuvio, le derivazioni sono regolate in modo da garantire il livello di deflusso necessario alla vita negli alvei sottesi e tale da non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati.

Essa ha fornito gli strumenti di complemento per l'attuazione dei principi ispiratori della *Legge 183/89*, avviando un processo di riorganizzazione dei servizi idropotabili su basi industriali e d'impresa, introducendo il criterio di bilancio della risorsa a scala di bacino (*art. 3, comma 3*). Contestualmente si delinea una riorganizzazione dei servizi idrici per ottemperare ai principi di **salvaguardia ambientale** e di **efficienza economica**. In tale legge, si delega all'Autorità di Bacino ed alle regioni il compito di definire e aggiornare i bilanci idrici, adottando le opportune misure di pianificazione dell'economia idrica. L'aggettivo "costante" contenuto nella *Legge 183/89*, che aveva creato confusioni e polemiche, scompare nella *Legge 36/94*, che pone però in particolar modo l'accento sui bacini "*caratterizzati da consistenti prelievi o da trasferimenti, sia a valle che oltre la linea di displuvio*", cioè sui prelievi ritenuti tali da non garantire la vita negli alvei e da danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati. Quindi, tale legge pone l'accento sulla necessità di affrontare, dal punto di vista tecnico, contestualmente il problema di garantire il deflusso minimo vitale in alveo e di gestire l'utilizzo della risorsa idrica.

Il **D.Lgs. 152/99 e s.m.** si inserisce nel quadro delle normative ambientali già esistenti riguardanti la salvaguardia delle acque.

**D. Lgs. 152/99** (Testo unico sulle acque) e successive modificazioni (**D. Lgs. 258/2000**).

**Art. 22 Pianificazione del bilancio idrico**

1. La tutela quantitativa della risorsa concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità attraverso una pianificazione delle utilizzazioni delle acque volta ad evitare ripercussioni sulla qualità delle stesse e a consentire un consumo idrico sostenibile.

2. Nei piani di tutela sono adottate le misure volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico come definito dall'Autorità di bacino, nel rispetto delle priorità della legge 5 gennaio 1994, n. 36, e tenendo conto dei fabbisogni, delle disponibilità, del minimo deflusso vitale, della capacità di ravvenamento della falda e delle destinazioni d'uso della risorsa compatibili con le relative caratteristiche qualitative e quantitative.

In particolare, esso si inserisce tra la *Legge 319/76* e la *Legge 183/89*, definendo i *Piani di tutela delle acque* quali strumenti di pianificazione sostitutivi di fatto dei Piani di risanamento previsti dalla *Legge 319/76* e integrativi dei Piani di bacino, come Piani stralcio sulla qualità





delle acque previsti dalla *Legge 183/89*. Il *D.Lgs. 152/99* riserva ampio spazio alla tutela quantitativa delle risorse idriche, alla concertazione territoriale per la difesa del suolo e la tutela del bilancio idrico, all'esigenza di mantenere sotto controllo anche la qualità dell'ambiente idrico.

Successivamente il quadro legislativo si completa con il **Decreto Ministeriale del 28/07/04** (già precedentemente citato nel par. 2.1).

Esso, oltre a fornire la definizione di DMV (cfr. riquadro legislativo nel par. 2.1) stabilisce che il DMV *"rappresenta una portata di stretta attinenza del piano di tutela. Costituisce infatti sia un indicatore utile per le esigenze di tutela, sia uno strumento fondamentale per la disciplina delle concessioni di derivazione e di scarico delle acque"*. In particolare indica che *"in relazione allo sviluppo dei monitoraggi e delle conoscenze biofisiche dell'ambiente, all'evoluzione nel tempo dell'impatto antropico, alle dinamiche socio-economiche ed alle stesse politiche di tutela ambientale, il DMV è da considerarsi in modo dinamico"* (DM 28/07/04 - Allegato 1 – Par. 7.2 Criteri generali e campo di applicazione) e quindi suscettibile di successivi aggiornamenti. Inoltre indica che *"in presenza di conoscenze inizialmente lacunose, la stima del DMV si baserà sui dati disponibili"* (DM 28/07/04 - Allegato 1 – Par. 7.3 Fase conoscitiva).

E' però il **D.Lgs 152/06** a cui bisogna riferirsi in merito alle **"Norme in materia ambientale"**, in quanto esso abroga tutte le suddette disposizioni normative.

#### D.Lgs. 152/06 - PARTE TERZA

##### Articolo 95 Pianificazione del bilancio idrico

Nei piani di tutela sono adottate le misure volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico come definito dalle Autorità di bacino, nel rispetto delle priorità stabilite dalla normativa vigente e tenendo conto dei fabbisogni, delle disponibilità, del **minimo deflusso vitale**, della capacità di ravvenamento della falda e delle destinazioni d'uso della risorsa compatibili con le relative caratteristiche qualitative e quantitative.

##### Articolo 170 Norme transitorie

Ai fini dell'applicazione della parte terza del presente decreto:

a) fino all'emanazione dei decreti di cui all'articolo 95, commi 4 e 5, continua ad applicarsi il decreto ministeriale 28 luglio 2004;

In realtà, così come si evince da quanto riportato nel riquadro normativo, esso riprende, all'*art. 95* della *parte III*, i principi generali di quanto già contenuto nell'*art. 22, comma 2*, sopra citato, del *D.Lgs 152/99*. Il fine, ossia la tutela della risorsa idrica, rimane comunque quello proposto dal *D. Lgs. 152/99* e per tale scopo impone alle Regioni la redazione del Piano di Tutela delle Acque (PTA).

Inoltre per effetto dell'*art. 170 comma 3 lettera a)* del *D.Lgs 152/06*, resta in vigore anche il *DM 28/07/04*.



Il D.Lgs. 152/06 recepisce integralmente anche la **Direttiva Quadro 2000/60/CE, Water Framework Directive** (di seguito abbreviata WFD).

La **WFD** istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Tale direttiva si ispira alla definizione di "*uso sostenibile dell'acqua*", formulata nei principali documenti internazionali ed universalmente accettati in termini generali (dalla conferenza di Dublino del 1992 al forum Mondiale sull'acqua di Kyoto del 2003), che può essere sintetizzata come segue:

- *sostenibilità ecologica* (preservare il capitale per le future generazioni);
- *sostenibilità economica* (allocazione efficiente della risorsa idrica);
- *sostenibilità etico-sociale* (garanzia dell'equa condivisione ed accessibilità di una risorsa fondamentale).

Considerato che, presumibilmente i costi e i benefici delle scelte di sostenibilità ricadranno sugli utenti della risorsa, la stessa direttiva indica che alla determinazione di tali livelli di sostenibilità devono poter partecipare in maniera attiva e trasparente tutte le parti, compresi gli utilizzatori della risorsa quali, ad esempio:

- enti acquedottistici;
- consorzi di Bonifica;
- produttori di energia idroelettrica.

A tal fine stabilisce precise modalità di informativa e di consultazione pubblica volte a identificare le varie esigenze ed a proporre soluzioni.



### 3. METODOLOGIE PER LA DETERMINAZIONE DEL DMV

**DM 28/07/2004** - Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.

#### **Allegato 1 – Par. 7.4- Metodologie**

Fermo restando che i Piani di tutela devono stabilire il valore specifico del DMV per ogni tratto di corso d'acqua considerato secondo i criteri generali prima esposti, nelle more della predisposizione dei suddetti Piani, per una sua prima stima orientativa possono essere adottati metodi regionali e metodi sperimentali.

Nella prima categoria rientrano i metodi che esprimono il DMV in funzione di caratteristiche morfologiche ed idrologiche del bacino o del sottobacino; essi si distinguono, a seconda delle grandezze assunte come variabili indipendenti, in:

- *metodi con variabili morfologiche*: questi metodi sono basati sulla definizione di un "contributo specifico" (portata per unità di superficie); la variabile indipendente è la sola superficie del bacino. Spesso, per la massima semplificazione, il valore del contributo unitario minimo è assunto costante in un ambito territoriale abbastanza esteso; data però l'impossibilità di rappresentare in tal modo talune situazioni particolari, sono stati introdotti vari fattori correttivi;
- *metodi con variabili idrologiche semplici*: in questi metodi la portata minima vitale è funzione - di solito mediante leggi di diretta proporzionalità - di alcuni valori caratteristici del deflusso nella sezione considerata (per esempio: della portata media mensile, portata media annua, ecc.);
- *metodi con variabili idrologiche e morfologiche*: questi metodi esprimono una equazione di regressione tra la portata minima vitale ed alcune variabili idrologiche e morfologiche del bacino, come ad esempio la portata media;
- *metodi con variabili statistiche*: sono i metodi basati sull'individuazione di particolari valori di frequenza o di durata dei deflussi. Un esempio semplice è quello basato sulla minima portata media di 7 giorni (media mobile) con tempo di ritorno 10 anni ( $Q_{7,10}$ ); altri sono basati sulla portata media giornaliera di durata 355 giorni in un anno ( $Q_{355}$ ) ovvero, come prevede la normativa svizzera, su una funzione della portata di durata 347 giorni ( $Q_{347}$ ).

I metodi appartenenti alla seconda categoria (sperimentali) sono basati su tecniche di rilevamento sperimentali finalizzate all'accertamento delle condizioni ambientali ottimali per un prefissata specie; sono caratterizzati dalla singolarità della stima della portata minima vitale, quindi hanno validità esclusivamente locale e limitata alle specie considerate. Essi possono distinguersi a loro volta in:

- *metodi sperimentali semplici*, in cui il DMV è correlato al contorno bagnato o alla larghezza della sezione utile per lo sviluppo della specie considerata, assumendo un criterio semplice per valutare l'idoneità di alcuni parametri ambientali;
- *metodi sperimentali complessi*, nei quali si utilizzano particolari curve continue per valutare gli ambiti di idoneità dei parametri ambientali; per esempio, con il metodo dei "microhabitat", viene determinata una curva che correla l'area disponibile ponderata (funzione della portata media, della velocità media e della natura del substrato) alla portata del corso d'acqua; in corrispondenza del massimo di tale curva si può individuare il valore ottimale del DMV.

I criteri generali di stima del DMV seguono sostanzialmente due procedure di calcolo differenti:

- 1) **Tipo teorico o tradizionale**, che si basa sull'elaborazione di parametri idrologici, strutturali e morfologici del bacino (**Metodi speditivi regionalizzati**).
- 2) **Tipo sperimentale**, che si basa sulla ricerca delle condizioni ambientali idonee a garantire lo sviluppo delle biocenosi acquatiche, valutando le relazioni esistenti tra variabili strutturali del corso d'acqua e le esigenze ecologiche di una specie vivente in rapporto alle portate medie e minime dei corsi d'acqua (**Metodi sperimentali**).



La scelta dell'uno o dell'altro metodo è legata essenzialmente alla scala di applicazione e ai dati disponibili.

### 3.1 Metodologie “speditive” per la determinazione del DMV

I Metodi speditivi, più semplici da adottare qualora siano disponibili i dati idrologici necessari, valutano il DMV come percentuale delle portate medie o minime naturali, ed eventualmente ne modulano il valore, in funzione dell'area sottesa di bacino. Tali metodi non si basano su una relazione oggettiva della portata identificata come DMV con la qualità ecologica del corpo idrico, ma tendono, nella logica del buon senso, ad individuare valori del DMV non molto lontani dai valori minimi naturali. I metodi speditivi sono applicati a scala di pianificazione regionale quando non si ha la possibilità di applicare i metodi sito-specifici. In tal caso il DMV ottenuto costituisce una soglia minima al di sotto della quale non si potrà andare applicando anche i metodi sperimentali. In quest'ottica il DMV così calcolato rappresenta il valore di riferimento per gli scenari di portata più critici su cui effettuare la modellazione di qualità ma non è certo il valore di portata a cui la programmazione regionale sceglie di tendere. Si riporta di seguito, una breve descrizione dei principali metodi speditivi applicati a livello nazionale ed internazionale, trattasi generalmente di formule con struttura simile, basate su un contributo idrologico, assunto come soglia minima di partenza e di coefficienti che tengono conto di fattori ambientali aggiuntivi.

Stato, Regione o Provincia Autonoma di riferimento	Criterio di riferimento per la valutazione del DMV
<b>Svizzera</b>	Il Parametro idrologico adottato a riferimento per il calcolo del DMV è la portata di magra $Q_{347}$ naturale: in funzione del valore di quest'ultima sono definite varie fasce di DMV. Esempio: per $Q_{347} = 60 \text{ l s}^{-1}$ il DMV = $50 \text{ l s}^{-1}$ e per ogni $10 \text{ l s}^{-1}$ in più scatta una maggiorazione di $8 \text{ l s}^{-1}$ sul DMV.
<b>Francia</b>	Fa riferimento al 10% della portata media annua naturale.
<b>USA - Montana</b>	Individua un intervallo ottimale per la definizione del DMV tra il 10 e il 40% della portata media annua naturale a seconda del livello di protezione ambientale che si vuole garantire al corso d'acqua.
<b>USA (EPA locali)</b>	Fa riferimento alla $Q_{7,10}$ ovvero la portata minima valutata su 7 giorni consecutivi con Tempo di ritorno di 10 anni
<b>Provincia autonoma di Trento</b>	Il valore di DMV è fissato ad almeno un terzo della portata minima annua continua naturale (il terzo delle media delle minime mensile è assimilabile ad una $Q_{355}$ )
<b>Provincia autonoma di Bolzano</b>	Oltre al recepimento del principio che a valle delle derivazioni idroelettriche debbano essere mantenuti deflussi minimi tali da garantire l'utilizzo della risorsa per scopi igienico-sanitari ed



Stato, Regione o Provincia Autonoma di riferimento	Criterio di riferimento per la valutazione del DMV
	antincendio, la qualità delle acque, la pesca, la tutela del paesaggio ed in generale da non alterare il naturale equilibrio dei corsi d'acqua stessi, si stabilisce che le portate minime debbano essere valutate, di volta in volta, dagli organi competenti alla tutela e che non possano, in nessun caso, essere inferiori ai $2 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ .
<b>Regione Piemonte</b>	La definizione del DMV si basa su delle regionalizzazioni idrologiche sulla base delle quali si determina la $Q_{355}$ , ovvero la portata naturale che viene superata in alveo per 355 giorni nel corso dell'anno. $\text{DMV} = 0.7 \cdot K_b \cdot K_c \cdot Q_{355} \cdot S$ $K_b$ = parametro, variabile tra 0.1 e 1, che dipende dal tipo e dall'età della derivazione; $K_c$ = parametro, variabile tra 1 e 1.5, che esprime il livello di protezione ambientale che si intende assegnare al corso d'acqua; $Q_{355}$ = portata specifica naturale di durata 355 giorni l'anno ( $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ). $S$ = superficie del bacino in considerazione ( $\text{Km}^2$ ) Sono inoltre definiti dei limiti estremi per il DMV (es. tetto massimo di DMV pari a $6 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ )
<b>Regione Emilia Romagna</b>	$\text{DMV} (\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}) = q_{\text{DMV}} \cdot G \cdot P \cdot A \cdot Q \cdot N$ $q_{\text{DMV}}$ = deflusso unitario di base assunto pari a $1.7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ; $G$ = fattore geografico; $P$ = fattore precipitazione; $A$ = fattore di altitudine; $Q$ = fattore di qualità ambientale; $N$ = fattore naturalistico;
<b>Autorità di Bacino del fiume Po</b>	$\text{DMV} (\text{l s}^{-1}) = k \cdot q_{\text{media}} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$ $k$ = parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche; $q_{\text{media}}$ = portata specifica media annua ( $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ); $S$ = superficie del bacino sottesa dalla sezione di corpo idrico ( $\text{km}^2$ ) $M$ = parametro morfologico; $Z$ = il massimo dei valori $N$ , $F$ , $Q$ calcolati distintamente come segue: $N$ = parametro naturalistico; $F$ = parametro di fruizione; $Q$ = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali; $A$ = parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee; $T$ = parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV.



Nell'ambito della pianificazione regionale o a scala di bacino, sono quindi utilizzate, generalmente, formule speditive che portano a stime di valori di portata di riferimento per il DMV che in genere non superano i  $2 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$  o il 10% della portata media naturale.

### 3.2 Metodologie “sperimentali” per la determinazione del DMV

I Metodi sperimentali si basano su tecniche di rilevamento sperimentali finalizzate all'accertamento puntuale delle condizioni ambientali ottimali di una specie di riferimento, per la quale siano noti i valori di idoneità ambientale (habitat) espressi spesso in termini di profondità, velocità, temperatura dell'acqua e di caratteristiche del substrato. Questi metodi, detti anche incrementali dalla traduzione dell'acronimo IFIM (*Instream Flow Incremental Methodology*), dicitura sotto la quale sono generalmente indicati, possono utilizzare variabili idrauliche non trasformate come il perimetro bagnato, variabili idrauliche trasformate biologicamente, come l'area disponibile ponderata del PHABSIM e variabili multiple biologicamente trasformate, come l'HQI di Binns.

I metodi sperimentali per la determinazione del DMV, caratterizzati dalla singolarità della determinazione della stima della portata minima vitale e quindi a validità locale e limitata alle specie considerate, possono distinguersi in:

- Metodi sperimentali semplici: le variabili idrauliche vengono messe in relazione diretta con il DMV presupponendo una relazione tra tali variabili e le preferenze ecologiche delle comunità biotiche di un fiume. Facendo riferimento ad una particolare specie ittica si tende ad individuare una formula che possa definire le condizioni migliori di portata da far defluire in un corso d'acqua sottoposto a prelievi idrici consentendo un'adeguata protezione di quella specie.
- Metodi sperimentali complessi: nei quali si utilizzano curve continue per valutare gli ambiti di idoneità dei parametri ambientali; per esempio, con il metodo dei “microhabitat” viene determinata una curva che correla l'*area disponibile ponderata* (funzione della portata media, della velocità media e della natura del substrato) alla portata del corso d'acqua; in corrispondenza del massimo di tale curva si può individuare il valore ottimale del DMV.

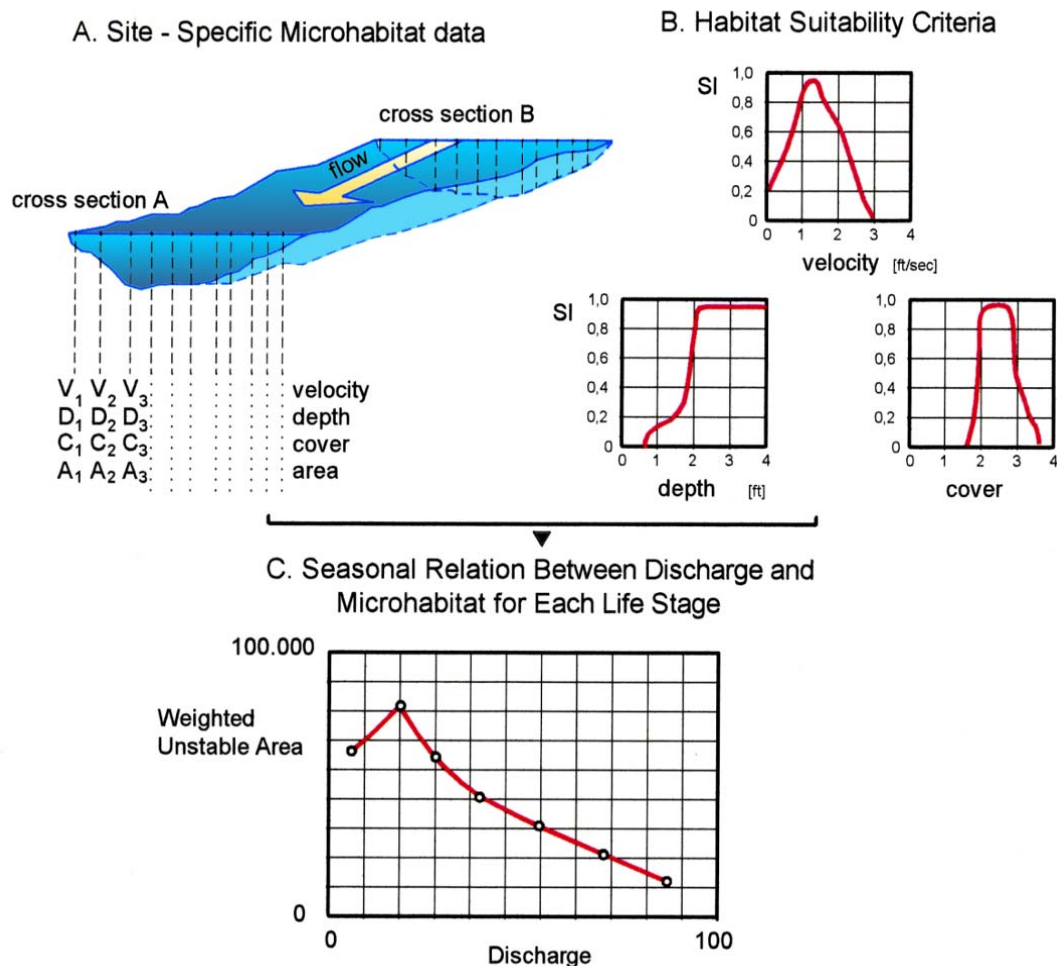
Da un'analisi dei metodi sperimentali applicati a livello nazionale ed internazionale<sup>a</sup> emerge che i più utilizzati sono il metodo dei Microhabitat (PHABSIM)<sup>b</sup>, adatto per fiumi di fondovalle con bassa pendenza e scarsa turbolenza, e i metodi dell'Habitat Quality Index e Pool Quality Index<sup>c</sup> per gli ambienti torrentizi, caratterizzati da situazioni idrauliche e morfologiche estremamente



eterogenee. Di seguito viene descritto il metodo PHABSIM che costituisce ad oggi la metodologia più diffusa ed utilizzata.

### 3.2.1 Metodo dei Microhabitat (PHABSIM)

Il metodo utilizza alcune variabili idrauliche e strutturali (profondità, velocità, substrato) trasformate secondo la valenza biologica, e le aggrega in un indice chiamato **Area Disponibile Ponderata (ADP)** che rappresenta l'area ottimale effettivamente disponibile per quella specie di riferimento (*Figura 1*). Il risultato è la definizione della relazione esistente tra la portata istantanea fluente in alveo e la quantità di habitat idoneo disponibile per una o più specie rappresentative dell'ecosistema fluviale.<sup>d</sup>



**Figura 1** Schematizzazione modello Phabsim

(ridisegnata da *Stream Corridor Restoration Principles Processes and Practices*,  
Federal Interagency Stream Restoration Working Group, October 2000)



### Curve d'idoneità

Un punto chiave dell'applicazione del Phabsim è rappresentato dalle cosiddette *curve di idoneità* o *curve di preferenza* che costituiscono la base della trasformazione biologica del dato derivante dalla simulazione idraulica.

Esse esprimono, in forma di funzione matematica, il gradimento dell'organismo target, ritenuto rappresentativo della zona di studio, nei confronti di un determinato parametro ambientale. In particolare sono rappresentate in un sistema di assi cartesiani nel quale l'ascissa riporta la variabile ambientale e l'ordinata il grado di idoneità con riferimento ad un intervallo compreso tra 0 e 1. Tale grado di idoneità è determinato "pesando" la distribuzione di frequenza di ritrovamento dell'organismo target alle varie classi di appartenenza del parametro considerato con la disponibilità di habitat nel tratto di studio. In *Figura 2* è rappresentato un esempio di valutazione della curva di preferenza rispetto al parametro profondità .

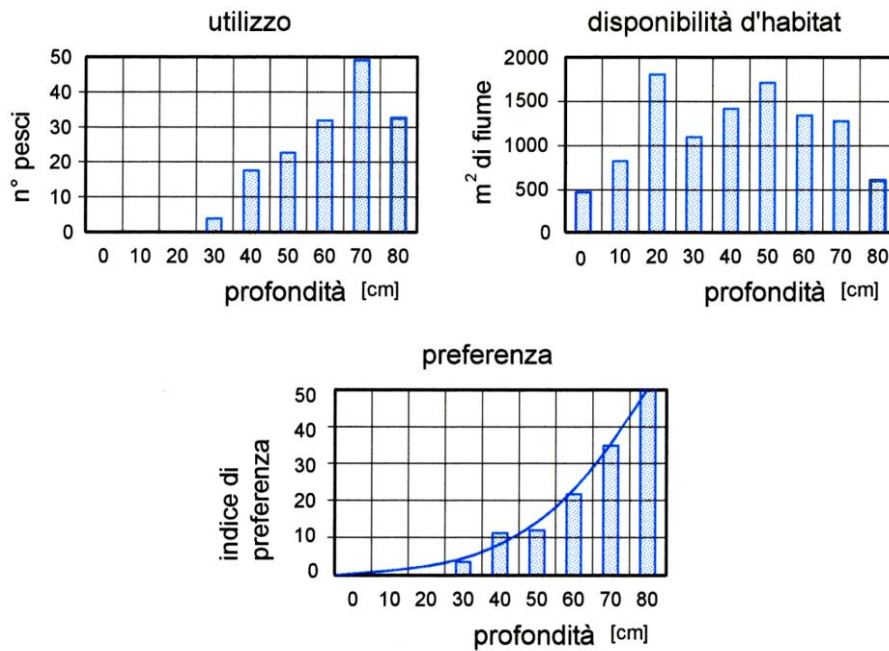
E' importante sottolineare che il gradimento verso un definito parametro ambientale varia tra specie diverse e, all'interno della stessa specie, in funzione dello stadio vitale dell'organismo considerato: è noto ad esempio che i Salmonidi preferiscono condizioni di velocità di corrente più elevate dei Ciprinidi e che gli animali adulti in genere stazionano in acque più profonde rispetto agli avannotti.

In *Figura 3* sono riportati alcuni esempi di curve di idoneità. Generalmente sono presi in considerazione quei parametri dell'ambiente acquatico più propriamente legati alla distribuzione della fauna ittica quali profondità, velocità della corrente e natura del substrato. Le curve di idoneità presentano tipicamente un andamento a campana, la cui ampiezza è pari all'ambito dei valori compatibili con lo sviluppo dell'organismo e il cui picco indica la zona di condizioni ottimali.

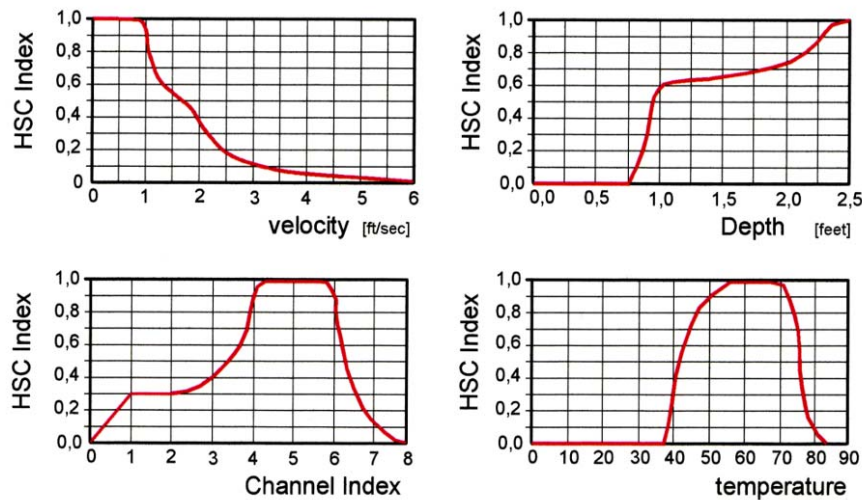
In ragione del forte carattere sito-specifico che caratterizza tali curve è auspicabile che le stesse siano determinate di volta in volta attraverso campagne di misura sperimentali finalizzate a determinare la distribuzione di frequenza degli individui alle diverse condizioni del parametro ambientale considerato o quanto meno è opportuno procedere ad una "validazione" su campo delle curve di letteratura utilizzate.

In letteratura sono disponibili curve di questo tipo per diverse specie ma è molto carente la disponibilità di curve determinate sperimentalmente sul territorio nazionale (si veda in proposito Vismara et al. 2001),<sup>e</sup> la maggior parte degli studi effettuati finora ha utilizzato curve già disponibili senza compiere alcuna validazione.





**Figura 2** Esempi di curva di preferenza rispetto al parametro profondità  
a) distribuzione delle frequenze di utilizzo, b) distribuzione della disponibilità di habitat,  
c) distribuzione e curva di preferenza (da Vismara)



**Figura 3** Esempi di curve di idoneità: sono presi in considerazione parametri quali velocità, profondità, channel index (copertura di fondo e substrato) e temperatura  
(ridisegnata da Phabsim for Windows; USGS Science for a Changing World)

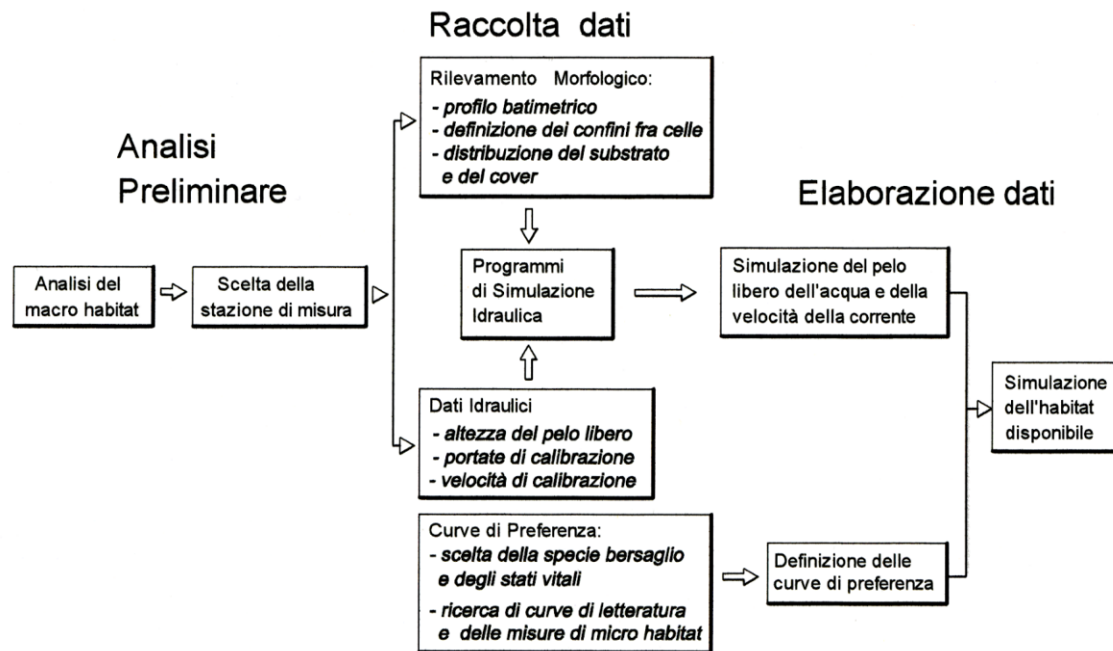


### Applicazione del modello Phabsim

PHABSIM (Physical Habitat Simulation System) è un modello di simulazione idraulico-ecologico, messo a punto negli Stati Uniti, che consente di definire una relazione tra la portata di un corso d'acqua e la disponibilità di habitat fluviale per gli organismi acquatici. Il suo impiego prevede una prima fase di rilevamento dati su campo ed una successiva di elaborazione al computer. L'applicazione di PHABSIM<sup>f</sup> (Figura 4) presuppone che al variare della portata in alveo e quindi al modificarsi dell'habitat fisico si determini un aumento o una diminuzione dell'idoneità del fiume ad ospitare la specie di riferimento. Per questo motivo l'habitat può essere utilizzato come indice sintetico per valutare gli effetti che variazioni di portata producono sugli organismi acquatici. PHABSIM è costituito da diversi programmi software<sup>g</sup> che permettono di effettuare numerose simulazioni. I vari programmi di calcolo sono suddivisi in due moduli principali:

- *il modulo idraulico*, che simula la struttura dell'habitat del corso d'acqua e i parametri idraulico-morfologici al variare della portata;
- *il modulo biologico*, che integra i risultati idraulico-morfologici con dati di preferenza per l'habitat da parte di una o più specie acquatiche scelte come riferimento all'interno della comunità biologica.

Il risultato finale è costituito, come già evidenziato, dalla relazione tra la portata ed un indice della qualità dell'habitat fluviale, definito *Area Disponibile Ponderata* o *ADP*; questo indice rappresenta l'area effettivamente idonea per l'organismo acquatico di riferimento, all'interno del tratto studiato.



**Figura 4** Procedura di applicazione del modello Phabsim.

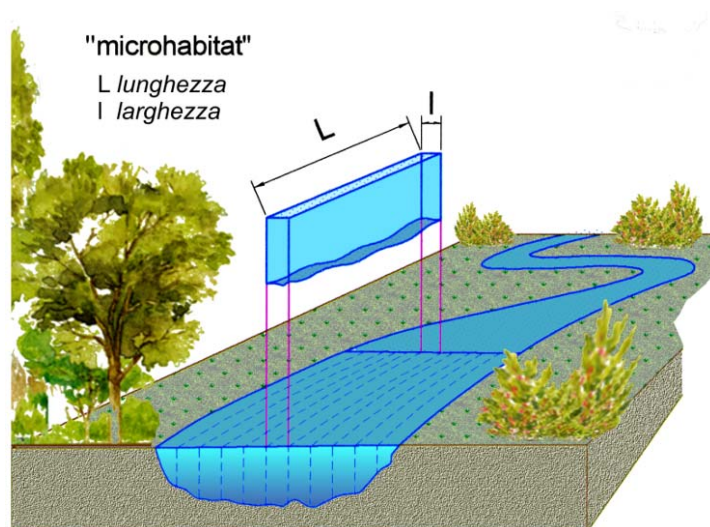
PHABSIM necessita di una raccolta su campo di dati di microhabitat<sup>1</sup> relativi ad alcune variabili idrauliche e morfologiche strettamente legate alla portata. I dati sperimentali vengono utilizzati nella fase di calibrazione dei moduli di calcolo, in modo che sia in seguito possibile simulare le variabili idraulico-morfologiche per i valori di portata di cui non si hanno a disposizione misure dirette. Per quanto riguarda i dati biologici, relativi al grado di idoneità delle caratteristiche del microhabitat per una più specie ed in particolare l'opportunità di campagne specifiche di acquisizione dati si rimanda a quanto specificato nel paragrafo precedente "Curve d'idoneità".

Sia per quanto riguarda la raccolta dei dati idraulico-morfologici sia per ciò che concerne le simulazioni, l'area totale del fiume studiata viene suddivisa in frazioni dette celle (Figura 5). Ognuna delle quali presenta omogenee caratteristiche idraulico-morfologiche; ogni cella è in pratica descritta, per ogni portata, da un valore di velocità, di profondità e di granulometria del substrato e rappresenta un microhabitat. La larghezza e la lunghezza di ogni cella dovrà essere di volta in volta definita. PHABSIM lavora quindi schematizzando il fiume come un mosaico formato dalle singole celle una affiancata all'altra, ognuna delle quali potrà essere caratterizzata

<sup>1</sup>Microhabitat: è lo spazio fisico occupato da un organismo acquatico all'interno di un corso d'acqua. E' caratterizzato dai seguenti parametri idraulici e morfologici: velocità di corrente profondità e granulometria del substrato di fondo. Il microhabitat ha dimensioni circa venti volte maggiori di quelle di un organismo acquatico.



da specifici dati idraulici e morfologici per ogni portata simulata. Dalla somma dei risultati relativi ad ogni cella bagnata si ottiene l'ADP: si tratta di un valore di superficie ottenuto dalla somma delle ADP di ogni cella. Esso esprime, per ogni portata di simulazione, la quantità di habitat fluviale (espressa come area) disponibile per la specie di riferimento (in quanto idonea) rispetto all'area totale risultante dalla simulazione idraulica. In pratica l'area totale simulata idraulicamente per ogni portata viene, attraverso le curve di preferenza, pesata (ponderata) con le richieste di habitat da parte della specie di riferimento; le curve di preferenza consentono di "pesare" la bontà, per quella specie, di ogni parametro idraulico rilevato e simulato. Il risultato è una serie di valori di area (ADP) corrispondenti alle portate di simulazione. All'operatore viene poi richiesta un'analisi critica dei risultati, con l'obiettivo di individuare un valore di DMV che renda massimo l'incremento di habitat disponibile in funzione di un minimo incremento di portata.



**Figura 5** Schema di suddivisione di un tratto fluviale significativo in microhabitat.

L'applicabilità del metodo PHABSIM è condizionata dalla tipologia del corso d'acqua studiato: fiumi di fondovalle con basse pendenze (pendenza del tratto intorno all'1‰) e scarsa turbolenza sono particolarmente idonei alla sua applicazione, che risulta invece sconsigliabile in torrenti impetuosi con massi sporgenti, pendenze elevate e forte turbolenza. Una maggiore regolarità dell'alveo permette un rilevamento più verosimile delle sue caratteristiche, da cui consegue una maggiore attendibilità delle simulazioni idrauliche effettuate da PHABSIM ed una maggiore rappresentatività del tratto di studio rispetto all'intero segmento fluviale.

Poiché PHABSIM indaga unicamente aspetti quantitativi, nel caso in cui la qualità dell'acqua del tratto di interesse non fosse ottimale, l'indagine deve comprendere approfondimenti anche in



questa direzione. Per valutare l'applicabilità del PHABSIM è infatti opportuno verificare che nell'area di studio l'habitat fisico sia realmente un fattore limitante per la comunità biologica. A tale scopo può essere necessaria una valutazione di altri fattori determinanti per gli organismi acquatici quali, per esempio, la qualità dell'acqua, la disponibilità di nutrienti ed il trasporto solido. Nel caso in cui si identifichino situazioni limitanti, sarà opportuno procedere con l'applicazione integrata di PHABSIM e di altri modelli relativi per esempio alla qualità delle acque e/o alla temperatura oppure utilizzare metodi diversi.

### Interpretazione dei risultati

L'output del modello PHABSIM più utilizzato è la curva ADP-portata.

Tale curva viene esaminata, nel tratto di studio, per gli stadi vitali più significativi della specie selezionata, che sono generalmente:

- deposizione delle uova;
- sviluppo larvale;
- stadio giovanile;
- stadio adulto.

Poiché le diverse fasi di crescita possono mostrare un differente gradimento per i parametri idraulici e morfologici, i risultati che si ottengono dalla simulazione dell'habitat per lo stesso tratto fluviale considerando i diversi stadi vitali possono essere non omogenei.

In generale si possono ottenere curve ADP – portata con tre principali andamenti:

- un andamento monotono crescente fino ad un punto massimo, oltre il quale l'ADP subisce un decremento (*Figura 6 a*). In questo caso il deflusso ottimale è rappresentato dal punto in cui l'ADP ha il valore massimo;
- un andamento monotono crescente fino ad un punto critico, oltre il quale l'ADP non subisce incrementi significativi per ulteriori aumenti di portata (*Figura 6 b*). Una curva di questo tipo evidenzia che variazioni di portata oltre il punto critico non comportano sostanziali miglioramenti dell'habitat;
- un andamento in cui non è possibile individuare alcun punto caratteristico (*Figura 6 c*) e che quindi non permette di avere indicazioni sulla scelta del DMV che quindi si dovrà basare su altre considerazioni.

Soprattutto per i casi di *Figura 6 b* e *Figura 6 c* sarebbe opportuno disporre di più di una specie di riferimento in modo da poter confrontare l'andamento di un maggior numero di curve ADP-portata. Uno dei metodi empirici più accreditati per affrontare l'individuazione del DMV sulle



curve ADP-portata particolarmente critiche è quello messo a punto da due ricercatori americani (Orth e Leonard, 1990)<sup>h</sup>. Tale metodo prevede innanzitutto che i valori di ADP calcolati per ogni stadio vitale di ognuna delle specie considerate vengano normalizzati rispetto al proprio valore massimo e che tutte le curve ADP-portata vengano riportate sullo stesso grafico. Si determina in seguito il valore minimo di ADP per ogni portata, ricavando in questo modo dal grafico a più curve un'unica curva che rappresenta per ogni portata simulata, la situazione maggiormente limitante. Tale curva è detta curva di ottimizzazione, che diventa il nuovo elemento sul quale individuare punti caratteristici utili per la definizione del Deflusso Minimo Vitale. In particolare viene definita portata ottimale la portata che massimizza la curva di ottimizzazione; portate che possono comunque essere raccomandate corrispondono a riduzioni del 60-20% del valore massimo dell'ADP (cioè del deflusso ottimale) letti sulla curva di ottimizzazione.

Si sottolinea che il deflusso individuato secondo tali criteri rappresenta, non tanto il valore di portata al di sotto del quale la vita nel fiume non può "esistere" ma piuttosto:

- 1) (dal punto di vista ecologico) la portata che consente al popolamento ittico presente di colonizzare l'ambiente oggetto di studio e di espletare in modo sufficiente tutte le funzioni vitali (riproduzione, alimentazione ecc.) necessarie al suo mantenimento;
- 2) (dal punto di vista gestionale) il rapporto ideale tra portata ed habitat fluviale, poiché ottimizzando tale rapporto, individua la minor portata a cui corrisponde la maggior qualità dell'habitat.

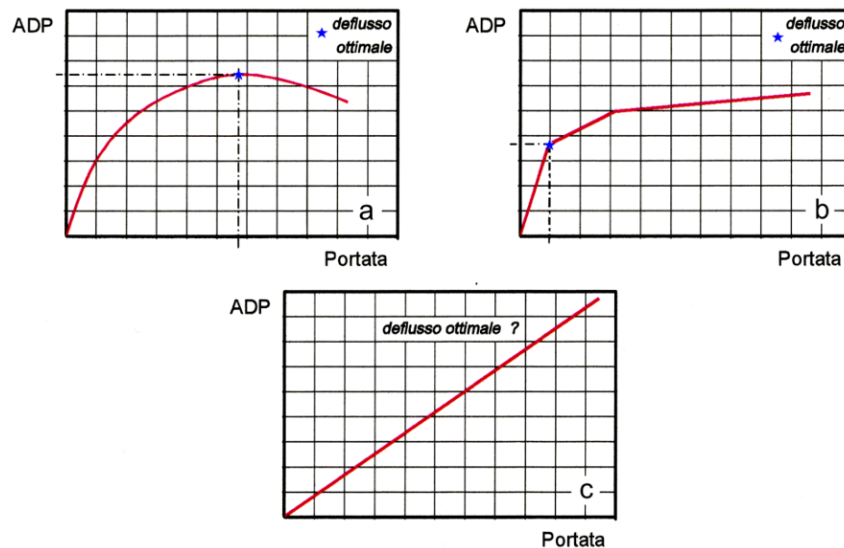


Figura 6 Andamenti principali delle curve ADP - portata.



### Aspetti critici del PHABSIM

I principali aspetti critici della metodologia PHABSIM si possono sintetizzare come segue:

- una delle premesse di calcolo del PHABSIM è che il substrato sia stabile alla variare della portata, mentre è noto come forti aumenti di portata producano incremento del trasporto solido, che può a sua volta modificare in modo anche sostanziale la morfologia dell'alveo;
- il microhabitat vitale degli individui delle specie studiate è definito secondo PHABSIM solo da variabili idrauliche e morfologiche e potrebbe non essere sufficiente a determinare l'utilizzo dell'habitat da parte di tali organismi;
- PHABSIM necessita di curve di preferenza relative agli stadi vitali delle specie in esame; tali curve non possono essere definite in modo assoluto per una specie, in quanto derivano da dati sperimentali che risentono della specificità dei siti di campionamento. A seconda delle curve di preferenza che si utilizzano i dati potrebbero modificarsi in modo sostanziale;
- non c'è un criterio standard che permetta di definire quale sia l'intervallo di portate di simulazione in cui i risultati possano essere considerati affidabili;
- l'utilizzo di PHABSIM in tipologie di corsi d'acqua non idonee alla sua applicazione (torrenti impetuosi con massi sporgenti, pendenze elevate e forte turbolenza) può portare a risultati e valutazioni errate;
- la competenza ed esperienza del gruppo di lavoro è di grande rilevanza per la corretta applicazione del metodo nonché per la valutazione dei risultati;
- il metodo è altamente sito-specifico, pertanto la sua applicazione su una scala di pianificazione regionale è sconsigliata. D'altro canto è molto utile il suo utilizzo quale strumento di verifica e taratura di metodologie a carattere speditivo.

### Aspetti innovativi del PHABSIM

Gli aspetti innovativi che caratterizzano PHABSIM rispetto ai metodi idrologici sono i seguenti:

- si tratta di un metodo sperimentale;
- è in grado di integrare informazioni idrauliche e biologiche;
- il risultato consiste nella relazione ADP-portata, relativa ad uno stadio vitale della specie di riferimento: non viene quindi definito un unico valore di deflusso raccomandato, bensì una relazione che costituisce oggetto di discussione da parte del gruppo di esperti.



## 4. ANASILI DEI DATI DISPONIBILI

### 4.1 Dati idrologici

Durante la fase di acquisizione dati sono state considerate **46 stazioni idrometriche** ubicate nell'ambito del territorio regionale. In *Tabella 1* si riporta l'elenco e la descrizione delle 46 stazioni idrometriche con l'indicazione del numero di anni di misura disponibili per ciascuna stazione e del numero di anni con serie storiche complete.

*Tabella 1* Elenco delle stazioni idrometriche ubicate nel territorio regionale

N°	Idrometro	Anni Completi	Anni con misure
1	ATERNO A L'AQUILA	24	25
2	ATERNO A MOLINA	57	64
3	ATERNO A TRE PONTI	38	42
4	ATERNO-SAGITTARIO AD ALLOGGIAMENTO	37	40
5	AVENTINO A CASOLI	12	14
6	AVENTINO A LAMA DEI PELIGNI	5	6
7	AVENTINO A VICENNE	25	28
8	FELTRINO A S.VITO	38	45
9	FINO A BISENTI	10	11
10	FINO A CASTIGLIONE MESSER RAIMONDO	6	6
11	FORO A PONTE DI VACRI	14	16
12	FORO A TORRE FORO	2	2
13	LAVINO A SCAFA	3	3
14	MAVONE A ISOLA DEL GRAN SASSO	18	19
15	NORA A CEPAGATTI	2	2
16	ORTA A BOLOGNANO	14	14
17	PESCARA A MARAONE	61	65
18	PESCARA A S.TERESA	60	65
19	PESCARA A SAMBUCETO	9	9
20	RIO ARNO A P.TE RIO ARNO	47	49
21	RUZZO A PRETARA	16	18
22	RUZZO A ISOLA DEL GRAN SASSO	2	2
23	SAGITTARIO A CAPO CANALE	55	65
24	SAGITTARIO A VILLALAGO	43	44
25	SANGRO A BARREA	16	16
26	SANGRO A PAGLIETA	4	6
27	SANGRO A VILLA S.MARIA	12	13
28	SANGRO A VILLETTA BARREA	29	30
29	SANGRO AD ALFEDENA	7	9
30	SANGRO AD ATELETA	62	66
31	SANGRO AD OPI	27	31
32	SANGRO AL PONTE DI GUASTACCONCIO	2	2





N°	Idrometro	Anni Completati	Anni con misure
33	SINELLO A CASALBORDINO	1	1
34	TASSO A SCANNO	18	20
35	TAVO A MOLINO CRETARA	1	2
36	TAVO A S.PELLEGRINO	36	38
37	TIRINO A BUSSI SCALO	1	1
38	TIRINO A MADONNINA	27	33
39	TORDINO A CORDESCO	3	4
40	TORDINO A TERAMO	45	51
41	VERDE A VISCARDI	52	58
42	VIBRATA AD ALBA ADRIATICA	13	17
43	VOMANO A FANO ADRIANO	12	12
44	VOMANO A PONTE VOMANO	9	10
45	VOMANO A SENARICA E PIANO VOMANO	9	9
46	VOMANO A VILLA VOMANO	4	4

Serie storiche di lunghezza ed eterogeneità tali da poter essere utilizzate per analisi statistiche risultano disponibili su n. 35 stazioni idrometriche, l'elenco delle quali è riportato in *Tabella 2*.

**Tabella 2** Elenco delle stazioni idrometriche con serie storiche significative

° N°	Idrometro
1	ATERNO a L'AQUILA
2	ATERNO a MOLINA
3	ATERNO a TRE PONTI
4	ATERNO-SAGITTARIO ad ALLOGGIAMENTO
5	AVENTINO a CASOLI
6	AVENTINO a LAMA DEI PELIGNI
7	AVENTINO a VICENNE
8	FELTRINO a S.VITO
9	FINO a BISENTI
10	FINO a CASTIGLIONE MESSER RAIMONDO
11	FORO a PONTE di VACRI
12	MAVONE a ISOLA DEL GRAN SASSO
13	ORTE a BOLOGNANO
14	PESCARA a MARAONE
15	PESCARA a S.TERESA
16	PESCARA a SAMBUCETO
17	RIO ARNO a P.TE RIO ARNO
18	RUZZO a PRETARA
19	SAGITTARIO a CAPO CANALE
20	SAGITTARIO a VILLALAGO
21	SANGRO a BARREA
22	SANGRO a PAGLIETA
23	SANGRO a VILLETTA BARREA



° N°	Idrometro
24	SANGRO ad ALFEDENA
25	SANGRO ad ATELETA
26	SANGRO ad OPI
27	TASSO a SCANNO
28	TAVO a S.PELLEGRINO
29	TIRINO a MADONNINA
30	TORDINO a TERAMO
31	VERDE a VISCARDI
32	VIBRATA ad ALBA ADRIATICA
33	VOMANO a FANO ADRIANO
34	VOMANO a PONTE VOMANO
35	VOMANO a SENARICA e PIANO VOMANO

In Figura 9 si riporta inoltre la carta con l'ubicazione delle 35 stazioni idrometriche con serie storiche significative.

Dalla Figura 9 e dalla *Tabella 2* sopra richiamate risulta evidente come la distribuzione delle stazioni di misura della portata fluviale non siano omogeneamente distribuite nei vari bacini idrografici e come ci siano significativi tratti fluviali privi di stazioni di misura o con stazioni sprovviste di serie storiche significative di misure.

Ciò rappresenta un grosso limite all'utilizzo di metodi idrologici basati sulle analisi statistiche di serie storiche di portata nonché alla possibilità di verificare e tarare, attraverso l'utilizzo di dati misurati, i risultati di modelli e simulazioni.

#### 4.2 Dati di qualità ambientale

Sul territorio regionale è attiva, da settembre 2000, una rete di monitoraggio dello stato di qualità fluviale ai sensi dell'Allegato 1 del D.Lgs 152/99 e s.m.i..

La rete, inizialmente costituita da 85 stazioni di monitoraggio è stata nel tempo integrata ed adeguata in funzione delle necessità emergenti dall'analisi dei risultati delle indagini analitiche.

Attualmente (al 2007) sono attive 125 stazioni (*Tabella 2*), monitorate mensilmente o trimestralmente a seconda che lo Stato di Qualità Ambientale in corrispondenza delle stesse, valutato secondo le indicazioni dell'Allegato 1 al D.Lgs 152/99, sia rispettivamente inferiore o almeno uguale a buono.

Su ciascuna sezione fluviale oggetto di monitoraggio vengono analizzati:

- i parametri i base di cui alla *Tabella 4 dell'Allegato 1 al D.Lgs 152/99*;



- i *parametri addizionali* (metalli pesanti e composti organoclorurati) di cui alla *Tabella 1 dell'Allegato 1 al D.Lgs 152/99*.

In corrispondenza delle suddette stazioni viene inoltre valutato l'I.B.E. (Indice Biotico Esteso) che rappresenta il più interessante e diffuso indicatore biologico di qualità fluviale.

In **Figura 7** è rappresentata la cartografia della rete con l'indicazione dello Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua (SACA), anno 2006, relativo a ciascuna stazione di monitoraggio ed ottenuto secondo i criteri indicati nell'*Allegato 1 al D.Lgs 152/99*, ovvero l'intersezione tra i risultati derivanti dall'analisi dei parametri chimico-fisici delle acque (compresi gli inquinanti chimici) ed i risultati dell'applicazione dell'I.B.E.. Sulle stazioni di qualità non associate ad idrometri viene inoltre effettuata la misura istantanea della portata fluviale.

**Tabella 3** Elenco delle stazioni di monitoraggio della qualità fluviale

Bacino	Corso d'acqua	Codice stazione	Località	Comune	Stazioni fase conoscitiva e fase a regime
Tronto	T. Castellano	I028CA3	Villafranca	Valle Castellana	*
	F. Tronto	I038TR1A	Ponte A14	Colonnella	*
Vibrata	F. Vibrata	R1301VB1	S. Angelo	Civitella del Tronto	*
		R1301VB2	Villa Bizzarri - A valle di S. Egidio	S.Omero	**
		R1301VB2bis	Bivio Corropoli	Corropoli	*
		R1301VB2ter	Alba Adriatica	Alba Adriatica	***
Salinello	F. Salinello	R1302SL1	Ponte Piano Maggiore	Valle Castellana	*
		R1302SL3	Colle Purgatorio	Civitella del Tronto	*
		R1302SL5	Poggio Morello	Tortoreto	*
		R1302SL6	Bivio Cavatassi	Sant'Omero	***
Tordino	F. Tordino	R1303TD1	Ponte Macchiatornella	Cortino	*
		R1303TD4	Villa Tordinia (Ramiera)	Teramo	*
	F. Vezzola	R1303VZ13	Scapriano	Teramo	*
	F. Tordino	R1303TD6	Teramo inceneritore	Teramo	*
		R1303TD8	Cordesco	Notaresco	***
		R1303TD9	Colleranesco (Saig)	Giulianova	*
Vomano	F. Vomano	R1304VM1	Paladini	Crognaleto	*
		R1304VM3	Ponte Poggio Umbricchio	Fano Adriano	*
		R1304VM5	Villa Cassetti, a monte confluenza con torrente Mavone	Montorio a Vomano	**
	T. Mavone	R1304MA15	S. Giovanni	Colledara	*
	T. Leomogna	R1304LE16	Castelli	Castelli	*
	T. Mavone	R1304MA18	Confluenza Vomano	Basciano	*
	F. Vomano	R1304VM6	Castelnuovo	Cellino Attanasio	*
R1304VM7	Roseto degli Abruzzi	Roseto degli Abruzzi	*		
Cerrano	T. Cerrano	R1315CR1	Silvi Marina	Silvi Marina	*
Piomba	T. Piomba	R1305PM1	Val Viano	Cellino Attanasio	*
		R1305PM1bis	Villa Bozza	Montefino	**
		R1305PM3	Madonna della Pace	Città S. Angelo	*
		R1305PM4	A monte ponte A14	Città S. Angelo	***



Bacino	Corso d'acqua	Codice stazione	Località	Comune	Stazioni fase conoscitiva e fase a regime
Saline	F. Tavo	R1306TA11	Farindola, Fraz. S. Quirico, stradina di campagna, sponda dx	Farindola	*
		R1306TA12	Tavo, a foce Lago	Penne	***
		R1306TA13	Penne, 50 m a monte del Ponte S. Antonio (sponda sx)	Penne	*
		R1306TA14	Località Tavolaro	Moscufo	****
		R1306TA17	Cappelle sul Tavo, Loc. Congiunti, 50 m a valle del ponte	Cappelle sul Tavo	*
	F. Fino	R1306FI4	Bisenti, 50 m a monte ponte vicino al campo sportivo, sponda dx	Bisenti	*
		R1306FI7	Elice	Elice	***
		R1306FI8	Località Congiunti, 100 m a monte del ponte, sponda dx	Collecervino	*
	F. Saline	R1306SA1	Cappelle sul Tavo, a valle dello scarico del depuratore comunale	Città S. Angelo	***
		R1306SA2A	Montesilvano, in prossimità del depuratore consortile	Montesilvano	***
		R1306SA2	Montesilvano, ponte della Scafa, a valle scarico depuratore Consortile	Montesilvano	*
	Aterno-Pescara	F. Aterno	R1307AT3 (°°)	Marana centro abitato	Montereale
R1307AT3bis			Località tre ponti	Cagnano Amiterno	***
T. Raio		R1307RA29	Sassa Scalo (ponte sul fiume dopo p. livello)	L'Aquila	*
F. Aterno		R1307AT8bis	A valle depuratore di Pile	L'Aquila	***
		R1307AT8	Incrocio SS 17 con SS 17 bis (ponte ferrovia) L'Aquila	L'Aquila	*
F. Vera		R1307VE34	Paganica (loc. Aquilentro dopo confluenza Raiale)	L'Aquila	*
F. Aterno		R1307AT9	A monte di Villa S. Angelo, 10m a monte del ponte sul F. Aterno	Villa Sant'Angelo	**
		R1307AT12	A valle di Fontecchio, loc. Camponi	Fontecchio	*
		R1307AT15	Circa 500 m a valle della stazione di Molina	Molina Aterno	**
T. Tasso		R1307TS1	Scanno	Scanno	***
F. Sagittario		R1307SA36bis	Località Arenaro	Anversa degli Abruzzi	****
		R1307SA36	Anversa 1 km a valle centrale enel (prima della stazione FFSS)	Anversa degli Abruzzi	*
F. Gizio		R1307GI44	Pettorano (ponte dopo Caserma CC)	Pettorano	*
		R1307GI45	Dc Vella pc Sagittario - stazione di Sulmona	Sulmona	*
F. Sagittario		R1307SA40	Corfinio, Capo Canale	Roccacasale	***
		R1307SA40bis	Corfinio (loc. Ceselunghe ponte sul fiume)	Corfinio	*
F. Aterno		R1307AT18	Strada Popoli - Vittorito - 1 km a monte di Popoli	Popoli	*
F. Pescara		R1307PE20	Popoli, Sorgente Capo Pescara, dal ponte della SS 17	Popoli	*
		R1307PE1	Popoli, 200m a valle dello scarico del depuratore comunale	Popoli	***



Bacino	Corso d'acqua	Codice stazione	Località	Comune	Stazioni fase conoscitiva e fase a regime
	F. Tirino	R1307T11	Capestrano, in prossimità di S.Pietro ad Oratorium	Capestrano	***
		R1307T153	Bussi, a valle del ponticello della Chiesa, sponda dx	Bussi	*
	F. Pescara	R1307PE22	Località Tremonti	Tocco da Casauria	****
	F. Orta	R1307OR55	Roccacaramanico, 20 m a monte del ponticello, sponda sx	S. Eufemia	*
		R1307OR57	Caramanico Terme, stradina a valle dell'ex convento, 100 m dopo il ponticello	Caramanico Terme	*
	F. Orfento	R1307OF3	Caramanico	Caramanico	***
	F. Orta	R1307OR60	Piano D'Orta, 50m a valle del ponte sulla ss 5, sponda sx	Bolognano	*
	F. Lavino	R1307LA4	Lavino a Scafa	Scafa	***
	F. Pescara	R1307PE24	Rosciano, 50 m a valle del ponte della strada Manoppello- Stazione di Rosciano, sponda dx	Rosciano	*
		R1307PE25	Brecciarola, S.S. Tiburtina Valeria nei pressi del campo sportivo	Chieti	***
	F. Nora	R1307NO64	Carpinetto di Nora, stradina 50 m a monte della chiesa, sponda sx	Carpinetto della Nora	*
		R1307NO1	Piano del Molino Vecchio	Rosciano	****
		R1307NO68	Cepagatti, loc. Vallemare, 100 m a monte del ponte, sponda sx	Cepagatti	*
	F. Pescara	R1307PE25A	Cepagatti, 100m a valle del ponte di Villanova	Chieti	***
R1307PE25B		Santa Teresa	Spoltore	***	
R1307PE26		Pescara, 20 m a valle del ponte Villa Fabio, sponda sx	Pescara	*	
Alento	F. Alento	R1308LN2A	Serramonacesca a monte depuratore	Serramonacesca	*
		R1308LN4	Madonna del Buonconsiglio a monte depuratore di Chieti	Chieti	*
		R1308LN6	Circa 700 m a valle del ponte A14	Francavilla	*
Foro	F. Foro	R1309FR1	Pretoro Loc. Crocifisso	Pretoro	*
		R1309FR7	Contrada Ponticello	Villamagna	*
		R1309FR10	Circa 100 mt a monte del ponte A14	Miglianico	**
		R1309FR10A	A valle del depuratore	Ortona	*
Arielli	F.so Arielli	R1310RL1	A monte ponte Arielli	Arielli	*
		R1310RL2	Colombo	Tollo	*
		R1310RL3	20 m a monte statale 16 Adriatica	Ortona	***
Riccio	F.so Riccio (°)	R1317RC1A	C.da Riccio – 600 m circa a monte SS 16 Adriatica	Ortona	**
Moro	T. Moro	R1311MR1	Circa 600 m a valle ponte strada per Poggiofiorito	Poggiofiorito	*
		R1311MR2A	A monte ponte strada Caldari-Guastameroli	Ortona	**
		R1311MR3A	Contrada Ripari Ortona	Ortona	*
Feltrino	T. Feltrino	R1312FL1A	A Monte Ponte C.da Santa Maria dei Mesi	Lanciano	**
		R1312FL2A	Marina di S. Vito Chietino	S. Vito Chietino	*



Bacino	Corso d'acqua	Codice stazione	Località	Comune	Stazioni fase conoscitiva e fase a regime
Vallegrande	T. Vallegrande	R1316VG1B	Camping la Foce	Rocca S.Giovanni	**
Sangro	F. Sangro	I023SN1A	Ponte Campomizzo	Pescasseroli	*
		I023SN1B	A valle depuratore di Opi	Opi	***
		I023SN1C	2 Km a monte circa della stazione F.F.S.S. di Ateleta	Castel del Giudice	***
		I023SN1	Stazione ferroviaria di Gamberale	Gamberale	*
		I023SN2	Villa S. Maria a valle depuratore	Villa S. Maria	*
	F. Aventino	I023VN5	Palena nei pressi del Comando Guardia Forestale	Palena	*
		I023VN9	Lama - ponte di ferro	Lama dei Peligni	*
		I023VN10bis	A valle del lago di Casoli (loc. Torretta)	Casoli	*
		I023VN11	L.tà Guarenna, circa 150 m a monte ponte	Casoli	***
	F. Sangro	I023SN6	Cocco ponte per Ateleta circa 600 m a valle	Ateleta	*
I023SN10B		A monte ponte SS16	Fossacesia	*	
Osento	F. Osento	R1313ST2	Ponte Ateleta/Casalanguida	Casalanguida	*
		R1313ST2A	Ponte Casalbordino - Ateleta	Pollutri	**
		R1313ST9	Loc. S. Tommaso (ex loc. Le Morge) altezza ponte fiume Osento	Torino di Sangro	*
Sinello	F. Sinello	R1314SI1	Vicino abitato Montazzoli	Montazzoli	***
		R1314SI4	Guilmi (altezza ponte fiume Sinello-strada che conduce Guilmi a Colledimezzo)	Guilmi	*
		R1314SI6A	Piane Ospedale loc. Selva (altezza ponte fiume Sinello-strada che porta da Montediorisio a Gissi)	Montediorisio	*
		R1314SI10A	Casalbordino (a valle SS16)	Casalbordino	*
Buonanotte	T. Buonanotte (°)	R1318BN1	Ponte A14	Vasto	**
Trigno	F. Trigno	I027TG1	Schiavi D'Abruzzo - loc. Valle Cupa (SS 650 Trignina verso sud fino all'uscita Valle Cupa)	Schiavi D'Abruzzo	*
		I027TG3	S. Giovanni Lipioni, a valle della cava	San Giovanni Lipioni	**
		I027TG5A	Tufillo - uscita dalla SS 650 Trignina (strada che costeggia la sinistra idrografica)	Tufillo	*
	F. Treste	I027TS16	Carunchio (ponte fiume Treste, altezza strada che porta a Fraine)	Carunchio	*
		I027TS22A	Cupello, S.P. fondovalle treste, 500 m Confluenza Trigno	Cupello	*
	F. Trigno	I027TG11	San Salvo - 400 m a monte del ponte fiume Trigno	San Salvo	*
Liri-Garigliano	F. Giovenco	N005GV13	Circa 3 Km a monte di Ortona dei Marsi	Ortona dei Marsi	*
		N005GV15	A valle di Pescina - loc. Pagliarone	Pescina	*
	F. Liri	N005LR1	Castellafiume, loc. Canapine, a valle sorgente Petrella	Cappadocia	*
		N005LR6	Pero dei Santi - ponte ferrovia (km 126)	Civitella Roveto	*
		N005LR9	A valle di Balsorano (circa 2,5 km a valle)	Balsorano	*



Bacino	Corso d'acqua	Codice stazione	Località	Comune	Stazioni fase conoscitiva e fase a regime
Tevere	F. Imele	N010IM4	Sante Marie, 200 m prima bivio Scanzano-Gallo	Sante Marie	*
		N010IM6	S. Giacomo - bivio per Sfratati	Tagliacozzo	*
		N010IM11	Bivio Marano - loc. ponte di Marano	Magliano dei Marsi	*
	F. Turano	N010TU2	M.te Sabbinese, a monte di Carsoli- circa Km 74	Carsoli	*

(°) Il corpo idrico non costituisce un corso d'acqua significativo, di interesse ambientale o potenzialmente influente sui corpi idrici significativi

(°°) Stazione di monitoraggio non attiva dal 2006

\* Stazioni presenti nella fase conoscitiva e nel I anno della fase "a regime"

\*\* Stazioni aggiunte nel II anno della fase "a regime"

\*\*\* Stazioni aggiunte nel III anno della fase "a regime"

\*\*\*\* Stazioni aggiunte nel IV anno della fase "a regime"

#### 4.2.1 Dati sulla fauna ittica

##### a) Carte ittiche provinciali:

I più significativi studi sulla fauna ittica effettuati ad oggi sul territorio regionale, su una scala utile ai fini della pianificazione regionale, sono quelli finalizzati alla redazione delle Carte Ittiche Provinciali. In particolare sono attualmente disponibili le Carte Ittiche delle Province di Chieti<sup>1</sup>, Teramo<sup>2</sup> e L'Aquila, mentre è in corso di pubblicazione quella relativa alla Provincia di Pescara.

Le Carte Ittiche sono utili strumenti tesi ad individuare gli ambiti di maggior rilievo ittiofaunistico, gli ambienti acquatici di maggior valore naturalistico ed infine indicare le principali linee programmatiche di gestione dell'attività di pesca e di tutela del patrimonio ittico.

Ad esempio nell'ambito della redazione della Carta Ittica della Provincia di Chieti sono state effettuate tre diverse fasi di rilevamenti analitici:

- la prima fase ha riguardato il rilevamento delle caratteristiche ambientali e morfologiche dei corsi d'acqua interessati dallo studio;
- la seconda il rilevamento delle caratteristiche di qualità delle acque;
- la terza, più importante, l'esecuzione delle indagini ittologiche.

Tali indagini sono state eseguite su tutti i corsi d'acqua ricadenti nel territorio provinciale considerato. Le indagini ittologiche, basate su campionamenti della fauna ittica hanno permesso di determinare, per ognuna delle varie specie ittiche studiate:



- Densità di popolazione e/o indici di abbondanza delle specie ittiche presenti;
- Biomassa;
- Modalità di accrescimento.

E' evidente che informazioni di questo tipo, se disponibili in maniera organica e coerente su tutti e 4 i territori provinciali, costituiscono una significativa base di conoscenza utilizzabile per le valutazioni connesse alla definizione del Deflusso Minimo Vitale. Rappresenta un significativo limite il fatto che nel caso delle province di Chieti e L'Aquila i dati disponibili sono molto meno recenti rispetto alle altre due Province.

b) Acque dolci idonee alla vita dei pesci:

**D.Lgs. 152/06 - PARTE TERZA**

**Articolo 84 Acque dolci idonee alla vita dei pesci**

Le Regioni effettuano la designazione delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per esser idonee alla vita dei pesci. Ai fini di tale designazione sono privilegiati:

- a) i corsi d'acqua che attraversano il territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato, nonché di parchi e riserve naturali regionali;
- b) i laghi naturali ed artificiali, gli stagni ed altri corpi idrici situati nei predetti ambiti territoriali;
- c) le acque dolci superficiali comprese nelle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con il decreto del Presidente della Repubblica del 13 marzo 1976, n. 448, sulla protezione delle zone umide, nonché quelle comprese nelle "oasi di protezione della fauna" istituite dalle regioni e province autonome ai sensi della legge 11 febbraio 1992, n. 157;
- d) le acque dolci superficiali che, ancorché non comprese nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico naturalistico ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o altresì sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica che presentano un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica.

Il *D.Lgs. 152/06*, che riprende in materia i contenuti del *D.Lgs. 152/99*, stabilisce i criteri generali e le metodologie per l'individuazione delle acque dolci superficiali destinate alla vita dei pesci (salmonidi e ciprinidi) e per la valutazione della loro conformità a tale destinazione funzionale.

Già a partire dal 1994, la Regione Abruzzo, con *Legge Regionale n. 50 del 10 agosto 1994 e s.m.i.*, ha affidato il censimento delle acque dolci superficiali destinate alla vita dei pesci salmonidi e ciprinidi (oltre che la loro successiva classificazione ed i relativi aggiornamenti) all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale"<sup>k</sup>.

La designazione dei tratti fluviali è avvenuta mediante due deliberazioni della Giunta Regionale ed in particolare la *Deliberazione n. 3237 del 04/09/1996* e la *Deliberazione n. 1127 del 26/11/2001*.

L'ubicazione dei tratti fluviali designati è riportata in **Figura 8**. Ciascun tratto, tramite delle campagne di monitoraggio annuali effettuate conformemente alle indicazioni del *D.Lgs 152/99*,





è stato definito come "*idoneo alla vita dei salmonidi*", "*idoneo alla vita dei ciprinidi*", o "*non conforme*". Anche tale destinazione funzionale e il relativo giudizio di idoneità può costituire un utile elemento nell'ambito della valutazione del DMV.

Per i risultati di tali classificazioni si rimanda alla Relazione Generale – Sezione III R1.3 "**Quadro Conoscitivo**".

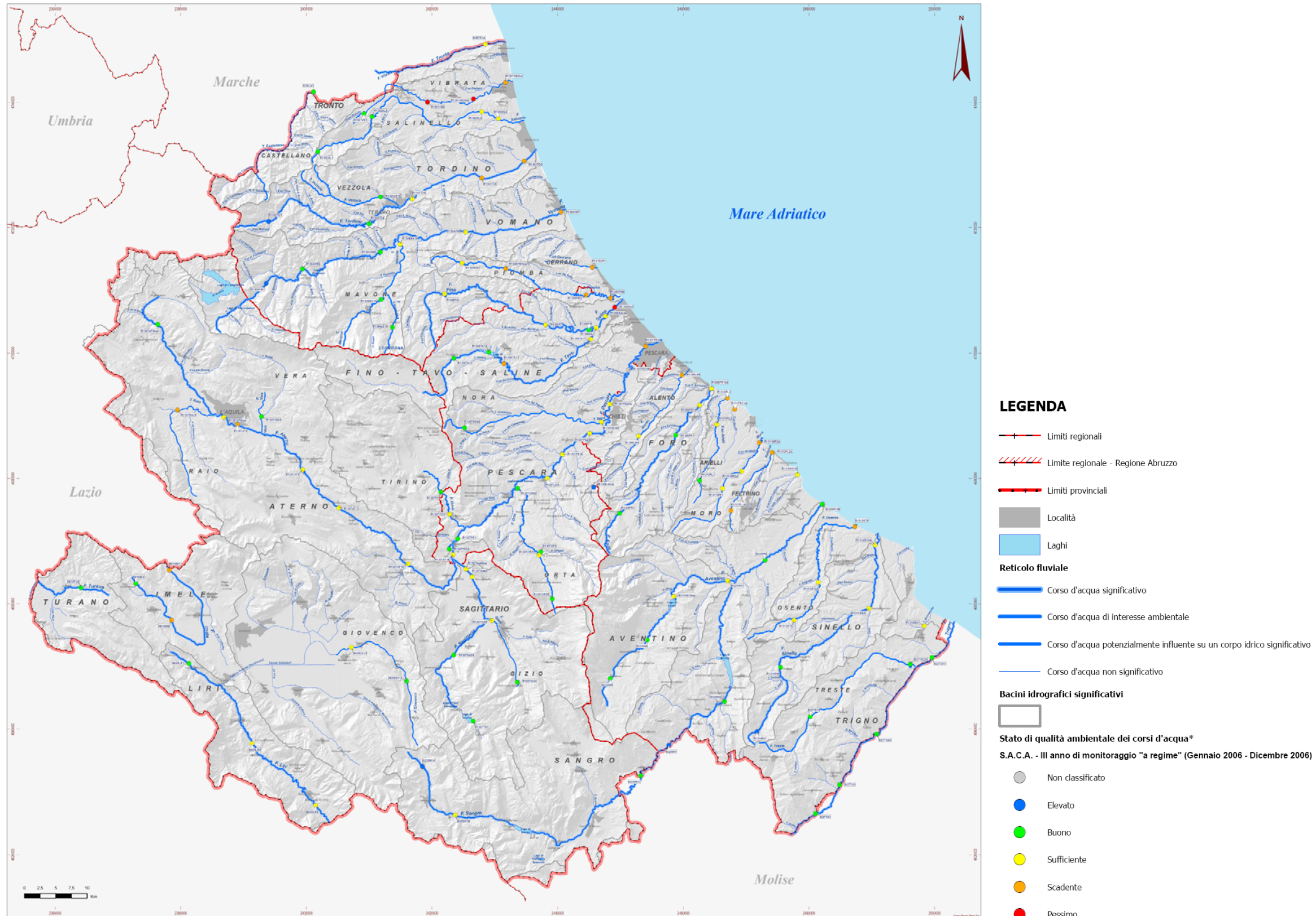


Figura 7 Stazioni di monitoraggio della qualità fluviale attive con indicazione dello Stato Ambientale relativo all'anno 2006 (da relazione ARTA - Regione Abruzzo 2006)

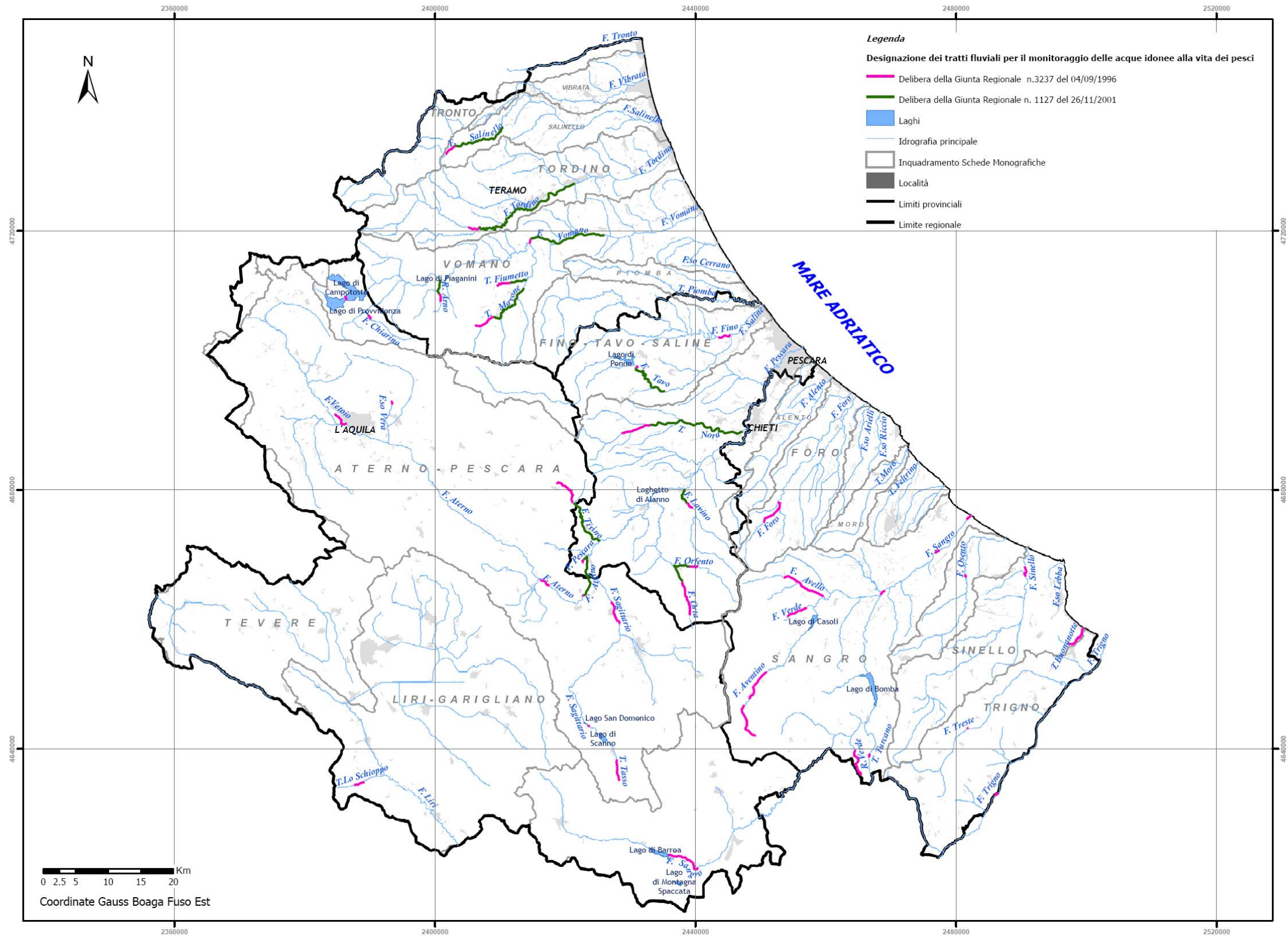


Figura 8 Acque superficiali che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci



## 5. DESCRIZIONE DELLA METODICA ADOTTATA PER IL CALCOLO DEL DMV

Come evidenziato in premessa, il DMV rappresenta una delle principali tematiche affrontate nell'ambito della redazione del PTA. Per comprendere la complessità di tale argomento non si può prescindere dalla definizione (secondo del *DM 28/07/2004*) stessa del deflusso minimo vitale: "Il Deflusso Minimo Vitale (DMV) e' la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali".

In mancanza di una precedente valutazione del DMV da parte delle autorità competenti ai sensi delle Leggi 183/89 e 36/94, è stata effettuata una **preliminare valutazione del DMV utilizzando la metodologia proposta dall'Autorità di Bacino del Po** (equazione 5.1).

Pertanto, il valore del DMV in una determinata sezione d'acqua è stato calcolato secondo la seguente formula:

$$\mathbf{DMV = Q^* \cdot K} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad [5.1]$$

con:

- $\mathbf{Q^*}$  è la *componente idrologica* del DMV, in  $\text{m}^3/\text{s}$ ;
- $\mathbf{K}$  è il fattore correttivo che tiene conto della *componente ambientale*, fattore adimensionale.

Tale formula, in funzione dei dati disponibili, è stata adattata alla realtà abruzzese.

La **componente idrologica** del DMV è stata calcolata utilizzando i risultati dello studio del bilancio idrologico ed idrogeologico effettuato su scala regionale nell'ambito della redazione del PTA (*vedi relazione A.1.3 "Bilancio idrologico e idrogeologico"*), mentre il fattore correttivo che tiene conto della **componente biologico-ambientale** è stato calcolato sulla base dei dati ottenuti da studi condotti dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" e che hanno riguardato finora i bacini del Sangro, del Tavo/Fino/Saline, del Vomano e dell'Aterno/Pescara.



## 5.1 Calcolo della componente idrologica del DMV

Come anticipato nel paragrafo precedente, la **componente idrologica del DMV**, di seguito indicata dalla notazione  $Q^*$ , è stata calcolata sulla base dei risultati dello studio del bilancio idrologico ed idrogeologico su scala regionale effettuato nell'ambito della redazione del PTA (vedi relazione A.1.3 "Bilancio idrologico e idrogeologico"), a partire dai dati pluvio-meteo mensili. In particolare, la formula adottata è del tipo:

$$Q^* = K_1 Q_{\text{rusc}} + K_2 Q_{\text{acqm}} + K_3 Q_{\text{sorg}} \quad [5.1.1]$$

dove:

- $Q_{\text{rusc}}$ , rappresenta la componente dovuta al ruscellamento;
- $Q_{\text{acqm}}$ , rappresenta la componente dovuta all'emergenza degli acquiferi minori;
- $Q_{\text{sorg}}$ , rappresenta la componente dovuta all'emergenza dei corpi idrici sotterranei significativi;
- $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  sono tre coefficienti che permettono di pesare, indipendentemente, il contributo di ciascuna delle componenti di portata sopra definite.

Il valore di ciascuna componente di portata è stato determinato per ogni ramo principale di corso d'acqua sulla base del bilancio naturale eseguito secondo la metodologia riportata nella relazione A.1.3 "Bilancio idrologico e idrogeologico". In particolare il calcolo è stato effettuato su base mensile considerando tutta la serie storica disponibile, determinando **i valori medi del mese di minimo deflusso**.

La suddivisione nelle tre componenti è finalizzata a distinguere che le prime due ( $Q_{\text{rusc}}$  e  $Q_{\text{acqm}}$ ) sono soggette a forti variazioni stagionali, mentre la terza ( $Q_{\text{sorg}}$ ) resta pressochè invariata durante l'arco dell'anno, fornendo un apporto significativo anche nelle stagioni di minore afflusso meteorico.

Pertanto, il calcolo della componente idrologica del DMV è stato effettuato pesando opportunamente questi singoli apporti (cfr. § 5.1.4).

C'è inoltre da sottolineare che, nel calcolo dei vari contributi della *componente idrologica* del DMV ( $Q^*$ ), si è fatto riferimento al valore di portata del mese di minimo deflusso, mentre nella formula proposta dell'Autorità di Bacino del Po tale componente viene calcolata sulla base della portata media annua. Questa differente scelta è derivata dall'esigenza, nel contesto idrologico e idrogeologico dell'Abruzzo, di evitare l'incongruenza che si possa valutare una componente idrologica  $Q^*$  superiore al deflusso naturale dei mesi estivi.



### 5.1.1 Determinazione della componente dovuta al ruscellamento [ $Q_{rusc}$ ]

Il primo contributo  $Q_{rusc}$  è pari alla portata media mensile di ruscellamento valutata come la quota parte della pioggia efficace (pari alla pioggia totale depurata delle perdite per evapotraspirazione, equazioni 5.1.1.1÷5.1.1.5) che, non infiltratasi nel sottosuolo (sulla base dei calcoli effettuati considerando i coefficienti di infiltrazione potenziale), dà origine allo scorrimento superficiale.

$$P = ETR + R + I \quad [5.1.1.1]$$

$$P - ETR = R + I \quad [5.1.1.2]$$

$$P_{eff} = R + I \quad [5.1.1.3]$$

$$I = c.i.p. \cdot P_{eff} \quad [5.1.1.4]$$

$$R = P_{eff} - I \quad [5.1.1.5]$$

- **P** : quantitativi d'acqua di precipitazione;
- **ETR** : quantitativi d'acqua di evapotraspirazione;
- **P<sub>eff</sub>** : quantitativi d'acqua di precipitazione efficace;
- **R** : quantitativi d'acqua di ruscellamento superficiale;
- **I** : quantitativi d'acqua di infiltrazione efficace;
- **c.i.p.** : coefficiente di infiltrazione potenziale espresso in valori percentuali; esso rappresenta la percentuale di acqua di precipitazione efficace che potenzialmente si infiltra nel sottosuolo.

Questo contributo è fortemente influenzato dalla variabilità del regime pluviometrico e nei mesi estivi è nullo o quasi, in quanto si ha contemporaneamente il minimo della piovosità ed il massimo delle perdite per evapotraspirazione a causa delle più elevate temperature e per le quantità idriche trattenute dal suolo secco.

### 5.1.2 Determinazione della componente dovuta alle emergenze dagli acquiferi minori [ $Q_{acqm}$ ]

Il secondo contributo  $Q_{acqm}$  è pari al volume infiltratosi nelle aree di bacino occupate dagli acquiferi minori ed emergente nel corso d'acqua nel mese di minimo deflusso idrico.

Per il calcolo di tale componente, non avendo a disposizione dati di monitoraggio sufficienti (anche perché gli acquiferi considerati danno luogo ad una moltitudine di piccole emergenze per lo più non monitorate), è risultata necessaria, per la valutazione della distribuzione mensile del volume annuo affluito per infiltrazione e della relativa sua restituzione nei corsi d'acqua, la



ricerca di una curva caratteristica che fosse rappresentativa del loro comportamento idrologico. A tal riguardo si è utilizzato lo studio "*Studio geomorfologico, idrogeologico e delle risorse idriche del territorio regionale*" per i bacini idrografici di rilievo regionale redatto nel periodo 1992-1993 che ha individuato il Vibrata come bacino rappresentativo da cui dedurre tale curva (*vedi relazione. A1.3 "Bilancio idrologico e idrogeologico"*).

Questo contributo ha una variabilità stagionale intermedia rispetto al ruscellamento ed al contributo delle sorgenti: il volume accumulato negli acquiferi minori assicura una piccola riserva per i mesi estivi nei quali si registra un deflusso di base dell'ordine del 20% di quello medio.

### **5.1.3 Determinazione della componente dovuta all'emergenza dei corpi idrici sotterranei significativi [ $Q_{sorg}$ ]**

Il terzo contributo  $Q_{sorg}$ , che è quello più importante nei mesi secchi, è pari al volume che mese per mese fuoriesce dalle sorgenti principali. A tal riguardo essendo le grandi sorgenti alimentate da corpi idrici sotterranei di notevole capacità, esse hanno un regime di deflusso abbastanza costante nel corso dell'anno con dei minimi che si mantengono generalmente prossimi all'80-90% dei valori medi. Il contributo delle sorgenti è, inoltre, tanto più importante anche per il fatto che, a causa del tempo di trasferimento dei volumi negli acquiferi, i minimi generalmente non si hanno a luglio o agosto come per gli altri contributi, ma a settembre-ottobre quando nel frattempo riprende la stagione delle piogge e si ha una ripresa degli altri contributi al deflusso.

### **5.1.4 Definizione dei coefficienti $K_1$ , $K_2$ e $K_3$**

Per quanto riguarda la scelta dei pesi da dare ai diversi coefficienti  $k$ , sono stati assunti i seguenti valori per tutti i tratti dei corsi d'acqua esaminati:

- $K_1 = 1.00$
- $K_2 = 1.00$
- $K_3 = 0.10$

ciò al fine di ottenere risultati il più possibile cautelativi sia in riferimento agli aspetti ambientali sia agli aspetti di utilizzo della risorsa, in attesa di una determinazione di tali coefficienti supportata da una conoscenza di maggiore dettaglio.

Tutto ciò considerando anche che:

- per i corsi d'acqua a trascurabile contributo della componente sorgiva, come già evidenziato sopra, si riscontra una marcata riduzione del deflusso nei mesi estivi;



- per i corsi d'acqua a forte componente sorgiva, e quindi a regime di deflusso abbastanza costante, considerare il 10% della componente sorgiva ( $K_3=0.10$ ) ed il 100% delle altre due componenti ( $K_{1,2}=1$ ) conduce ad una valutazione della  $Q^*$  dell'ordine del 10% della portata totale media annuale, in accordo anche con quanto utilizzato dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

#### 5.1.5 **Confronto dei risultati con le portate misurate agli idrometri**

Per avere un'indicazione di come i valori della componente idrologica  $Q^*$ , derivati dalla metodologia adottata, si inquadrano rispetto alla situazione reale dei corsi d'acqua, tale componente è stata confrontata con i valori di portata misurati agli idrometri con disponibilità di serie storiche significative, e più in particolare con:

1. il valore medio delle portate mensili del mese di minimo deflusso;
2. il valore della portata media annua.

Il primo confronto è giustificato dal fatto che il calcolo della componente idrologica  $Q^*$  è stato eseguito considerando i **valori medi del mese di minimo deflusso**. Il secondo per valutare la corrispondenza della metodologia adottata con quella utilizzata dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

È opportuno precisare che il valor medio delle misure registrate in una stazione non rappresenta la portata naturale, quella a cui andrebbe riferito il calcolo della componente idrologica  $Q^*$ , ma la media delle portate storiche reali residue in alveo al netto delle utilizzazioni. Queste portate sono inoltre il valor medio dello stato di fatto storico e potrebbero discostarsi dal valore attuale qualora negli anni recenti si sia avuta una variazione sostanziale dei prelievi.

Per il confronto dei valori calcolati sono state considerate 35 stazioni idrometriche (vedi §. 4.1).

In *Figura 9* si riporta inoltre la carta con l'ubicazione delle 35 stazioni idrometriche con serie storiche significative.





Figura 9 Ubicazione dei 35 idrometri con serie storiche significative (per l'identificazione delle singole stazioni indicate in carta con un numero si rimanda alla tabella 2)



Al fine di effettuare il confronto, per ogni idrometro considerato, è stato determinato il valore della componente idrologica  $Q^*$  per interpolazione lineare fra le portate calcolate ( $Q^*_{monte}$  = valore di portata calcolato in uscita dal nodo di monte del ramo e  $Q^*_{valle}$  = valore di portata calcolato in entrata al nodo di valle del ramo) ai nodi estremi del ramo contenente la stazione idrometrica, assumendo, come ipotesi, che esista una variazione lineare delle portate tra un estremo e l'altro del ramo.

Il valore assunto dalla  $Q^*$  in corrispondenza dei 35 idrometri è, quindi, uguale a:

$$Q^* = Q^*_{monte} + (Q^*_{valle} - Q^*_{monte}) \cdot d_1 / (d_1 + d_2) \quad [5.1.5.1]$$

dove :

$Q^*_{monte}$  = valore di portata calcolato in uscita dal nodo di monte del ramo;

$Q^*_{valle}$  = valore di portata calcolato in entrata al nodo di valle del ramo;

$d_1$  = distanza dell'idrometro dal nodo di monte;

$d_2$  = distanza dell'idrometro dal nodo di valle.

Il confronto è stato quindi definito mediante il generico rapporto:

$$r = Q^* / Q_{mis} \quad [5.5.1.2]$$

dove:

-  $Q^*$  è la portata di DMV idrologico calcolata in corrispondenza dell'idrometro;

-  $Q_{mis}$  è la portata misurata all'idrometro, che viene indicata come:

1)  $Q_{min}$ : *portata media di tutte le portate misurate all'idrometro nel mese di minimo deflusso;*

2)  $Q_{med}$ : *portata media annua delle portate misurate all'idrometro.*

Considerando le differenti portate misurate  $Q_{min}$  e  $Q_{med}$ , il rapporto generico  $r$  viene, in particolare, definito come :

$$R_1 = Q^* / Q_{min} \text{ e } R_2 = Q^* / Q_{med}$$

Si riportano, in *Tabella 4*, i valori della componente idrologica  $Q^*$  per ogni idrometro e il corrispondente valore del rapporto  $R_1$  ed  $R_2$ .

*Tabella 4 Valori dei rapporti  $R_1 = Q^* / Q_{min}$   $R_2 = Q^* / Q_{med}$*

N°	Id. Staz.	Tratto	Nome Idrometro	$Q^*$ (DMV) (m <sup>3</sup> /s)	$R_1 = Q^* / Q_{min}$	$R_2 = Q^* / Q_{med}$
1	1064	247->258	ATERNO a L'AQUILA	0,361	0,251	0,095
2	1065	363->354	ATERNO a MOLINA	0,760	0,377	0,151
3	1063	172->209	ATERNO a TRE PONTI	0,056	0,412	0,055
4	860	354->343	ATERNO-SAGITTARIO ad ALLOGGIAMENTO	2,224	0,284	0,145



N°	Id. Staz.	Tratto	Nome Idrometro	Q* (DMV) (m <sup>3</sup> /s)	R <sub>1</sub> =Q*/Q <sub>min</sub>	R <sub>2</sub> =Q*/Q <sub>med</sub>
5	878	538->392	AVENTINO a CASOLI	0,657	0,211	0,119
6	877	538->392	AVENTINO a LAMA DEI PELIGNI	0,562	0,184	0,110
7	1079	538->392	AVENTINO a VICENNE	0,620	0,179	0,143
8	1075	289->271	FELTRINO a S.VITO	0,037	0,265	0,108
9	811	157->162	FINO a BISENTI	0,113	0,402	0,117
10	812	157->162	FINO a CASTIGLIONE MESSER RAIMONDO	0,126	0,475	0,094
11	868	302->257	FORO a PONTE di VACRI	0,154	0,402	0,267
12	805	528->167	MAVONE a ISOLA DEL GRAN SASSO	0,166	0,152	0,092
13	863	334->520	ORTA a BOLOGNANO	0,518	0,830	0,146
14	861	341->327	PESCARA a MARAONE	3,120	0,159	0,117
15	1072	213->511	PESCARA a S.TERESA	5,521	0,152	0,111
16	867	227->213	PESCARA a SAMBUCETO	5,498	0,156	0,114
17	1058	153->146	RIO ARNO a P.TE RIO ARNO	0,077	0,175	0,077
18	806	204->167	RUZZO a PRETARA	0,095	0,073	0,078
19	1069	413->521	SAGITTARIO a CAPO CANALE	1,210	0,332	0,177
20	1068	544->537	SAGITTARIO a VILLALAGO	0,233	0,215	0,177
21	873	541->550	SANGRO a BARREA	0,520	0,186	0,095
22	1080	345->517	SANGRO a PAGLIETA	2,511	0,269	0,106
23	872	541->550	SANGRO a VILLETTA BARREA	0,449	0,274	0,139
24	874	550->504	SANGRO ad ALFEDENA	0,561	0,213	0,111
25	1077	493->472	SANGRO ad ATELETA	0,844	0,246	0,093
26	871	539->540	SANGRO ad OPI	0,150	2,231	0,214
27	1066	487->544	TASSO a SCANNO	0,065	0,162	0,093
28	810	205->215	TAVO a S.PELLEGRINO	0,131	0,114	0,067
29	1070	304->327	TIRINO a MADONNINA	0,821	0,115	0,113
30	1056	95->85	TORDINO a TERAMO	0,098	0,205	0,056
31	880	400->392	VERDE a VISCARDI	0,450	0,166	0,165
32	1054	8->7	VIBRATA ad ALBA ADRIATICA	0,061	0,324	0,106
33	802	150->146	VOMANO a FANO ADRIANO	0,275	0,246	0,059
34	1059	118->119	VOMANO a PONTE VOMANO	0,870	0,192	0,055
35	801	150->146	VOMANO a SENARICA e PIANO VOMANO	0,222	0,238	0,044

Di seguito si riportano, in Tabella 5 e Tabella 6, la sintesi dei risultati ottenuti considerando distintamente  $R_1$  e  $R_2$  ed in *Figura 10* e *Figura 11* il grafico con i valori dei rapporti  $R_1$  e  $R_2$

Nell'ambito dell'analisi condotta esaminando  $R_1 = Q^*/Q_{min}$  e considerando quindi, i valori misurati nel  mese di minimo deflusso  si ha che:

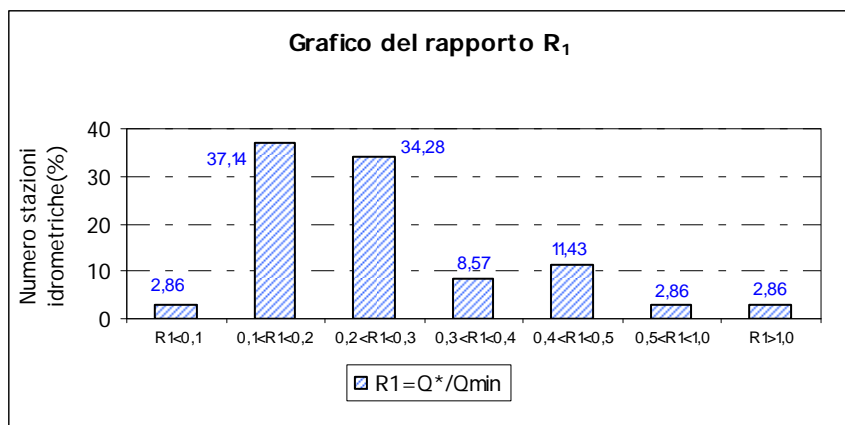
- il **2,86%** dei valori della  $Q^*$  sono inferiori al 10% della  $Q_{min}$ ;
- il **71,42%** dei valori della  $Q^*$  sono compresi tra +10 e +30% della  $Q_{min}$ ;
- l'**8,57%** dei valori della  $Q^*$  sono compresi tra +30 e +40% della  $Q_{min}$ ;



- il **11,43%** dei valori della  $Q^*$  sono compresi tra +40% e +50% della  $Q_{min}$ ;
- il **5,72%** dei valori della  $Q^*$  sono superiori al 50% della  $Q_{min}$ .

**Tabella 5- Sintesi statistica dei risultati  $R_1$**

$R_1=Q^*/Q_{min}$	Numero	%
$R_1 < 0,1$	1	2,86
$0,1 < R_1 < 0,2$	13	37,14
$0,2 < R_1 < 0,3$	12	34,28
$0,3 < R_1 < 0,4$	3	8,57
$0,4 < R_1 < 0,5$	4	11,43
$0,5 < R_1 < 1,0$	1	2,86
$R_1 > 1,0$	1	2,86



**Figura 10** Grafico del rapporto  $R_1$

In definitiva, considerato che circa il 70% dei valori di  $Q^*$  rappresenta valori del deflusso minimo misurato compresi tra il 10% e il 30% e, tenendo sempre presente che il confronto riguarda valori misurati al netto delle utilizzazioni, si può riscontrare un'accettabile corrispondenza dei risultati dell'approccio "modellistico" adottato con i valori registrati agli idrometri.

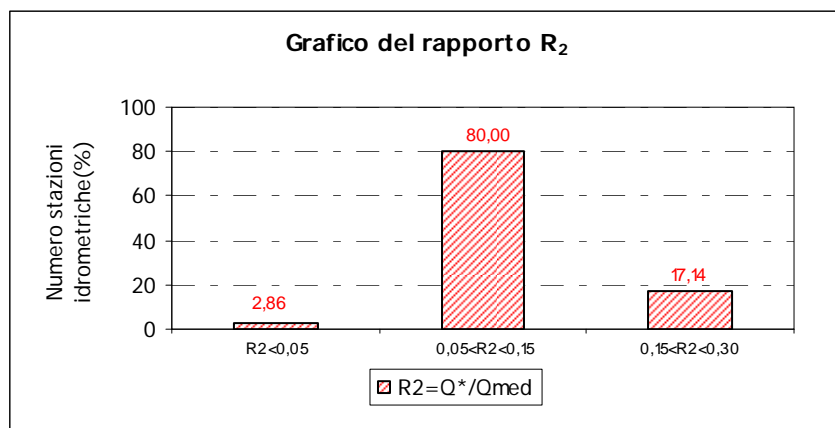
Analogamente, esaminando  $R_2 = Q^*/Q_{med}$  e considerando quindi, i valori del deflusso medio annuo misurato si ha che:

- il **2,86%** dei valori della  $Q^*$  sono inferiori al 5% della  $Q_{med}$ ;
- l'**80,00%** dei valori della  $Q^*$  sono compresi tra il 5 e il 15% della  $Q_{med}$ ;
- il **17,14%** dei valori della  $Q^*$  sono compresi tra il 15 ed il 30% della  $Q_{med}$ .



**Tabella 6 Sintesi statistica dei risultati  $R_2$**

$R_2=Q^*/Q_{med}$	Numero	%
$R_2 < 0,05$	1	2,86
$0,05 < R_2 < 0,15$	28	80,00
$0,15 < R_2 < 0,30$	6	17,14



**Figura 11 - Grafico del rapporto  $R_2$**

In definitiva, l'80% dei valori di  $Q^*$  rappresenta valori del deflusso medio annuo misurato compresi tra il 5% ed il 15%, e quindi oscillanti intorno al 10%. Ciò evidenzia una sostanziale corrispondenza, in accordo con l'indirizzo nazionale (componente idrologica del DMV  $\cong$  10% della portata media naturale) dei risultati dell'approccio "modellistico" adottato con i valori registrati agli idrometri.

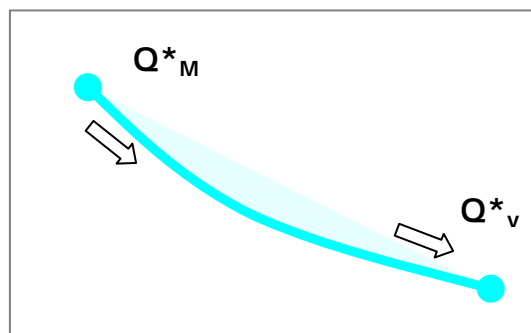
#### **5.1.6 Confronto dei risultati con i valori calcolati nei tratti fluviali significativi**

Al fine di poter coprire, in modo significativo, l'intero territorio regionale, anche nelle zone in cui la presenza di idrometri è scarsa o completamente assente, si è proceduto all'individuazione di sezioni fluviali sulle quali sono stati sintetizzati i risultati modellistici di bilancio riguardanti i corsi d'acqua considerati.

Definiti quindi i tratti fluviali ritenuti significativi, sia per la singolare posizione (chiusure di bacini, confluenze importanti), sia per l'eventuale potenziale criticità quantitativa, si è proceduto al calcolo della *componente idrologica* del DMV ( $Q^*$ ) applicando la stessa metodologia descritta nel § 5.1.



Si riportano, in *Tabella 7*, i valori della *componente idrologica*<sup>2</sup>  $Q^*$  del DMV, calcolati nei tratti ritenuti significativi.



**Figura 12** Schematizzazione tratto significativo

**Tabella 7** - Valori della componente idrologica  $Q^*$  del DMV nei nodi dei tratti significativi

N°	Bacino	Tratto	Sezioni rappresentative di riferimento	$Q^*_M$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q^*_v$ (m <sup>3</sup> /s)
1	ALENTO	214->210	Chiusura bacino F. Alento	0.074	0.077
2	ARIELLI	515->228	Chiusura bacino Fosso Arielli	0.036	0.038
3	BUONANOTTE	543->408	Chiusura bacino T. Buonanotte	0.008	0.009
4	CERRANO	508->140	Chiusura bacino F.so Cerrano	0.007	0.007
5	FELTRINO	289->271	Chiusura bacino T. Feltrino	0.036	0.039
6	FORO	231->220	Chiusura bacino F. Foro	0.269	0.273
7	FUCINO	530->430	Fiume Giovenco monte conf. La Foce	0.174	0.208
8	IMELE	396->364	Fiume Imele	0.188	0.224
9	LEBBA	519->348	Chiusura bacino F.so Lebba	0.010	0.013
10	LIRI	526->500	Chiusura bacino F. Liri	1.355	1.385
11	LIRI	523->453	F. Liri monte confl. Galleria Torlonia	0.090	0.091
12	LIRI	433->523	F. Liri a monte di Capistrello	0.052	0.090
13	LIRI	549->524	F. Liri a valle di Pero dei Santi	1.194	1.219
14	LIRI	524->488	F. Liri monte Castronuovo (località Tenente)	1.219	1.285
15	MORO	275->261	Chiusura bacino T. Moro	0.043	0.045
16	OSENTO	326->325	Chiusura bacino F. Osento	0.047	0.051
17	PESCARA	511->192	Chiusura bacino F. Pescara	5.535	5.536
18	PESCARA	354->343	F. Aterno monte confl. F.Pescara	2.223	2.360
19	PESCARA	363->354	F. Aterno monte confl. Sagittario	0.760	0.983
20	PESCARA	520->300	F. Orta monte confl. F.Pescara	0.531	0.534
21	PESCARA	522->343	F. Pescara monte confl. F.Aterno	0.548	0.550

<sup>2</sup> I valori di  $Q^*$  sono espressi come  $Q^*_M$  = portate in uscita dal nodo di monte del tratto considerato e  $Q^*_v$  = portate in arrivo al nodo di valle del tratto considerato



N°	Bacino	Tratto	Sezioni rappresentative di riferimento	Q <sup>*</sup> <sub>M</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sup>*</sup> <sub>V</sub> (m <sup>3</sup> /s)
22	PESCARA	303->300	F. Pescara monte confl. F.Orta	4.630	4.632
23	PESCARA	267->254	F. Pescara monte confl. T.Nora	5.375	5.397
24	PESCARA	521->354	F. Sagittario monte confl. F.Aterno	1.231	1.240
25	PESCARA	242->240	T. Raio monte confluenza F.so Genzano	0.034	0.056
26	PESCARA	334->520	F. Orta valle di Bolognano	0.510	0.531
27	PESCARA	283->280	T. Alba monte confl. F.Pescara	5.320	5.321
28	PESCARA	300->296	F. Pescara monte conf F. Lavino	5.166	5.172
29	PESCARA	327->315	F. Pescara monte confl T.Arolle.	4.506	4.567
30	PESCARA	537->532	F.Sagittario località Anversa degli Abruzzi	0.350	0.366
31	PESCARA	510->254	T. Nora monte confl. F. Pescara	0.070	0.070
32	PESCARA	246->244	T.Nora monte F.so del Poggio	0.049	0.049
33	PIOMBA	158->160	Chiusura bacino T. Piomba	0.044	0.049
34	RICCIO	516->234	Chiusura bacino F.so Riccio	0.013	0.014
35	SALINE	509->161	Chiusura bacino F. Saline	0.463	0.470
36	SALINE	182->179	F. Fino monte confl. F. Tavo	0.230	0.236
37	SALINE	198->179	F. Tavo monte confl. F. Fino	0.202	0.207
38	SALINE	205->215	F.Tavo valle confl.T. Galiero	0.148	0.160
39	SALINELLO	20->21	Chiusura bacino F. Salinello	0.109	0.113
40	SANGRO	517->313	Chiusura bacino F. Sangro	2.548	2.549
41	SANGRO	384->381	F. Aventino monte confl F.Sangro	1.361	1.365
42	SANGRO	535->381	F. Sangro monte confl. F.Aventino	1.056	1.057
43	SANGRO	387->378	F. Aventino monte confl.T.Laio	1.316	1.317
44	SANGRO	392->387	F. Aventino monte conf.F.Avello	1.257	1.258
45	SANGRO	378->384	F. Aventino monte confl. R.Secco	1.337	1.347
46	SANGRO	463->462	F. Sangro confl. T.Turcano	0.934	0.935
47	SANGRO	493->472	F. Sangro monte confl. T.Parello(Quadri)	0.803	0.861
48	SANGRO	550->504	F. Sangro monte confl. Rio Torto (Alfedena)	0.520	0.561
49	SANGRO	446->538	F. Aventino località Taranta Peligna (valle presa)	0.158	0.562
50	SANGRO	375->371	F. Sangro monte confl, T. Pianello	2.446	2.451
51	SANGRO	471->463	F. Sangro monte confl. F.so del Castelluccio	0.920	0.928
52	SINELLO	355->337	F. Sinello	0.160	0.163
53	TORDINO	46->39	Chiusura bacino F. Tordino	0.285	0.293
54	TORDINO	74->77	F. Vezzola monte conf. T. Rimaiano	0.026	0.039
55	TRIGNO	434->417	Chiusura bacino F. Trigno	0.252	0.260
56	TRIGNO	497->479	F. Trigno confl. F. Monnola	0.072	0.081
57	TRIGNO	443->434	F. Trigno monte confl. F.so della Selva	0.245	0.247
58	TRONTO	505->1	Chiusura bacino F. Tronto	0.021	0.023
59	TURANO	393->382	Chiusura bacino F. Turano	0.108	0.129
60	VALLE GRANDE	295->294	Chiusura bacino Valle Grande	0.029	0.030
61	VIBRATA	8->7	Chiusura bacino F. Vibrata	0.061	0.062
62	VOMANO	507->91	Chiusura bacino F. Vomano	0.981	0.983
63	VOMANO	552->165	F. Chiarino monte conf. Lago Provvidenza	0.212	0.212



N°	Bacino	Tratto	Sezioni rappresentative di riferimento	$Q^*_M(m^3/s)$	$Q^*_V(m^3/s)$
64	VOMANO	122->118	F. Vomano monte confl. F. Mavone	0.427	0.431
65	VOMANO	115->104	F. Vomano monte conf. F.so Trenatamano	0.882	0.887
66	VOMANO	145->118	T. Mavone monte confl. F.Vomano	0.402	0.413
67	Area scolante minore	514->224	F.so Chiomera	0.002	0.003
68	Area scolante minore	120->117	F.so di Casola	0.012	0.012
69	Area scolante minore	513->217	F.so S. Lorenzo	0.004	0.004
70	Area scolante minore	512->200	F.so Vallelunga	0.006	0.008

Infine, dal confronto tra il valore di  $Q^*$  e la portata media annua naturale  $Q_n$  determinata con il modello di bilancio con riferimento ai 70 tratti fluviali indagati, sia per i nodi di monte che per quelli di valle di ciascun ramo, emerge che il valore percentuale medio del rapporto tra le due portate è lievemente superiore all'8%: in termini medi ciò evidenzia una sostanziale corrispondenza con l'indirizzo nazionale (componente idrologica del DMV =10% della portata media naturale).

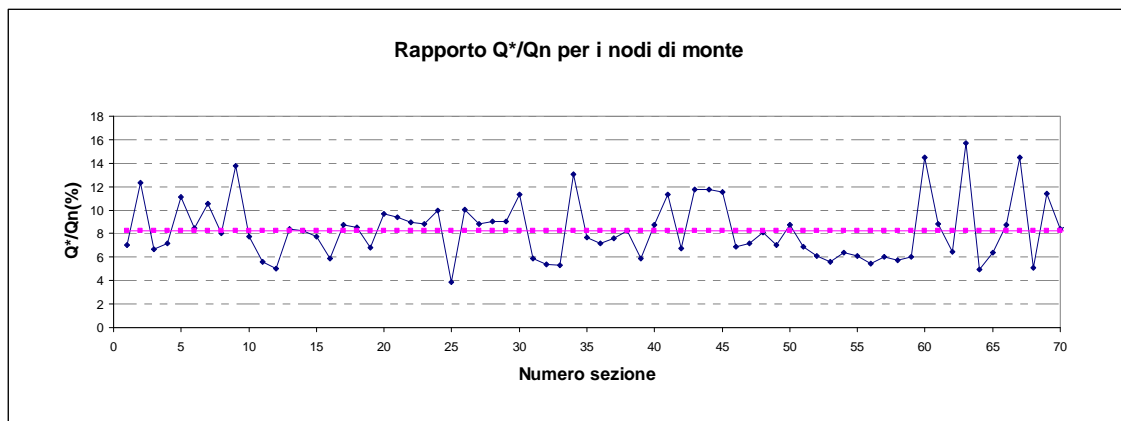


Figura 13 Rapporto tra  $Q^*/Q_n$  per i nodi di monte



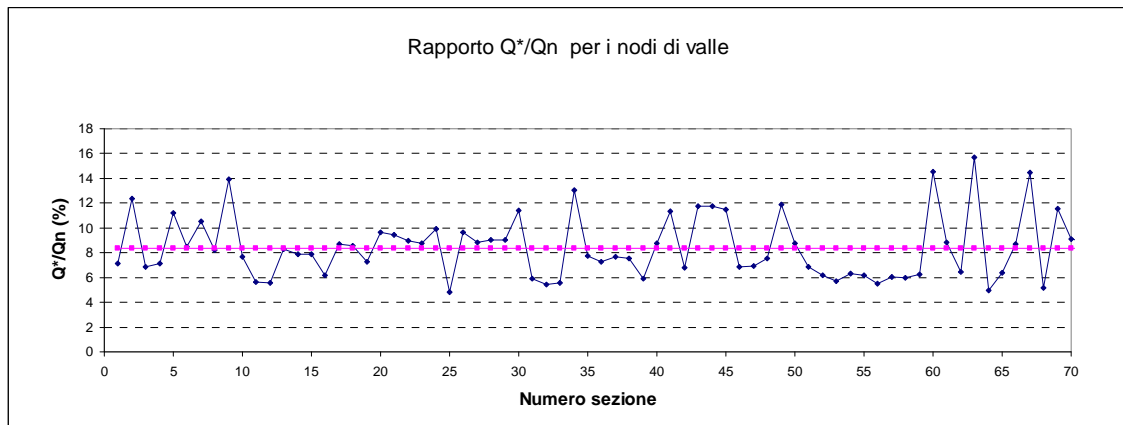


Figura 14 Rapporto tra Q\*/Qn per i nodi di valle

In allegato (*“Carta dei valori della componente idrologica del DMV- (Q\*)”*), in scala 1:250.000, Tavola 6-1) si riportano i valori della componente idrologica Q\* (espressi come portata in uscita dal nodo), calcolati nell’ambito del territorio regionale su tutti i nodi della rete idrografica.

## 5.2 Calcolo della componente biologico-ambientale del DMV

La determinazione del DMV costituisce un elemento chiave per la gestione integrata della risorsa idrica in quanto conforma gli aspetti qualitativi e quantitativi con la capacità autodepurativa del corso d’acqua e con la conservazione degli habitat acquatici.

Garantire la protezione di un ecosistema fluviale attraverso la definizione del DMV rappresenta una questione di non facile risoluzione per le differenti implicazioni che questo comporta sugli usi antropici della risorsa idrica, in particolare per gli scopi idroelettrici ed irrigui.

Nell’ambito del Piano di Tutela delle Acque ed in generale degli adempimenti di cui al D. Lgs 152/06, la Regione Abruzzo ha affidato all’Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell’Abruzzo e del Molise “G. Caporale” - Teramo, la redazione di uno studio preliminare, focalizzato sui bacini campione del Sangro, del Tavo/Fino/Saline, del Vomano e dell’Aterno/Pescara per l’individuazione dei fattori biologico-ambientali di maggiore influenza nella valutazione del DMV. La determinazione di tali fattori ha consentito la definizione di un indice moltiplicativo della componente idrologica.

In definitiva, il Deflusso Minimo Vitale in una data sezione risulta determinato, come già riportato nella equazione 5.1 del Capitolo 5, dal prodotto della componente biologico-ambientale definita per quella particolare sezione e la componente idrologica calcolata secondo le indicazioni dei paragrafi precedenti.



$$DMV = Q^* \cdot k_{biol} \quad [5.2.1]$$

Da tali premesse è stato elaborato un **indice biologico-ambientale** ( $k_{biol}$ ) quale risultato dei seguenti indicatori e parametri:

- **indice di funzionalità fluviale** ( $k_{I.F.F.}$ ), che valuta lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico ed in quello terrestre ad esso collegato;
- **natura del substrato fluviale** ( $k_{morf}$ ), che dà un'indicazione della morfologia e della natura del substrato di fondo, riconosciuti dalla letteratura scientifica internazionale come elementi essenziali tra quelli che concorrono alla definizione di un habitat idoneo per gli organismi acquatici;
- **stato della comunità ittica** ( $k_{itt}$ ), che rappresenta un indice di qualità ambientale in quanto la fauna ittica riveste all'interno della biocenosi fluviale un importante ruolo; i pesci, infatti, si trovano al vertice della piramide trofica fluviale e sono quindi estremamente sensibili ad ogni perturbazione che coinvolga i livelli sottostanti, la loro vita relativamente lunga permette un'integrazione su scala temporale delle informazioni e le loro esigenze ambientali, dal punto di vista della quantità d'acqua, sono le più limitanti per le biocenosi fluviali;
- **Indice Biotico Esteso** ( $k_{I.B.E.}$ ), che consente di valutare la qualità dell'acqua di un tratto di fiume mediante la classificazione dei macroinvertebrati bentonici, i quali, avendo differenti sensibilità, sono diversamente selezionati dalle sostanze inquinanti nel numero di individui e nell'abbondanza di specie.

In definitiva il valore assunto dal  $k_{biol}$  risulta dalla seguente formula:

$$k_{biol} = k_{I.F.F.} + k_{morf} + k_{itt} \quad [5.2.2] \quad (Bacino Sangro)$$

Nei casi in cui è stato calcolato l'indice "aggiuntivo"  $k_{I.B.E.}$  (per il Bacino Tavo/Fino/Saline e il Bacino del Vomano), il  $k_{biol}$  è dato da:

$$k_{biol} = k_{I.F.F.} + k_{morf} + k_{itt} + k_{I.B.E.} \quad [5.2.3] \quad (Bacino Tavo/Fino/Saline, Bacino del Vomano e Bacino dell'Aterno/Pescara)$$

Il  $k_{biol}$  è stato considerato variabile tra 1,00 e 2,40 (§ 5.2.1).

Si è scelto di attribuire il valore minimo di 1,00 in corrispondenza dei tratti fluviali in cui le caratteristiche biologico-ambientali del corso d'acqua vengono già soddisfatte dalla sola componente idrologica ( $Q^*$ ).

Per il Bacino del Sangro, ad ogni indice si è scelto di attribuire un valore minimo pari a 0,33;



invece i valori massimi risultano, per il  $k_{I.F.F}$  e  $k_{morf}$ , pari a 0,73 e, per il  $k_{itt}$ , pari a 0,93. Si è voluto dare un maggior peso a tale parametro in quanto esso è stato ritenuto il principale indicatore biologico-ambientale ai fini del calcolo del DMV (§ 5.2.1).

Analogo discorso è stato fatto per i bacini Tavo/Fino/Saline, Vomano e Aterno/Pescara, ad eccezione del fatto che è stato inserito, come visto in precedenza, un altro indice (e cioè il  $k_{I.B.E.}$ ) per avere un'informazione ulteriore sullo stato di qualità delle acque; informazione complementare a quella scaturita dall'elaborazione del  $k_{I.F.F}$ .

Pertanto si è ritenuto opportuno suddividere il valore attribuito, nello studio del bacino del Sangro, all'indice di funzionalità fluviale in due componenti di pari peso. Il valore minimo di 0,33 è stato diviso egualmente tra i due indici, ottenendo per entrambi il valore di 0,165. Lo stesso procedimento è stato effettuato per le altre classi di valori, fino ad arrivare al valore massimo, per entrambi di 0,365 (§. 5.2.1).

### 5.2.1 **Metodica per il calcolo dell'indice biologico-ambientale**

La metodica di base, per il calcolo dell'**indice biologico-ambientale**, estratta dagli studi effettuati sul *Bacino del Sangro*, sul *Bacino del Tavo/Fino/Saline*, sul *Bacino del Vomano* e sul *Bacino dell'Aterno/Pescara* è strutturata nel seguente modo<sup>3</sup> :

#### 1) Definizione ed identificazione dei tratti omogenei e dei punti di campionamento

Poiché l'obiettivo consiste nella determinazione del minimo rilascio funzionale alla vita acquatica, si determinano i tratti omogenei definiti secondo le caratteristiche di seguito riportate:

- *tratto che va dal reticolo che dà origine al collettore principale fino alla prima discontinuità (derivazione o confluenza);*
- *tratto che sottende un corso d'acqua da una o più discontinuità ad un'altra;*
- *tratto che sottende il percorso montano del corso d'acqua fino ai primi centri abitati.*

I ripetuti sopralluoghi hanno consentito di reperire le informazioni sulle utilizzazioni in atto lungo l'asta fluviale e di definire i tratti omogenei all'interno dei quali sono state indicate le stazioni di

---

<sup>3</sup> Per i dettagli si rimanda alle seguenti relazioni: "Progetto pilota per la determinazione dei parametri biologici per lo studio del deflusso minimo vitale (DMV) nel fiume Sangro", "Determinazione dei parametri biologici per lo studio del deflusso minimo vitale (DMV) nel fiume Tavo/Fino/Saline", "Determinazione dei parametri biologici per lo studio del deflusso minimo vitale (DMV) nel fiume Vomano", redatti dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale", "Applicazione dei metodi ecoidraulici e metodi sperimentali complessi per la determinazione del deflusso minimo vitale (dmv) del Fiume Pescara" redatto dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" e "Applicazione dei metodi ecoidraulici e metodi sperimentali complessi per la determinazione del deflusso minimo vitale (dmv) del Fiume Aterno" redatto dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale".



campionamento.

Le informazioni ottenute hanno fatto da supporto per focalizzare i punti all'interno di ciascun tratto omogeneo nei quali applicare gli indici naturalistici, assumendoli rappresentativi del tratto.

## 2) Metodo per il calcolo dell'Indice Funzionalità Fluviale

L' *Indice Funzionalità Fluviale* deriva da un'elaborazione delle risposte di opportuni indicatori a specifiche domande ottenute in una scheda standardizzata (vedi Tabella 8) sulle principali caratteristiche ecologiche del corso d'acqua quali:

**Tabella 8 - Scheda standardizzata**

1)	Stato del territorio circostante
2)	Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria
2bis)	Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria
3)	Ampiezza della fascia di vegetazione perifluviale arborea ed arbustiva
4)	Continuità della fascia di vegetazione perifluviale arborea ed arbustiva
5)	Condizione idriche dell'alveo
6)	Conformazione delle rive
7)	Strutture di ritenzione degli apporti trofici
8)	Erosione
9)	Sezione trasversale
10)	Struttura del fondo dell'alveo
11)	Raschi, pozze, meandri
12)	Componente vegetale in alveo bagnato a flusso turbolento
12bis)	Componente vegetale in alveo bagnato a flusso laminare
13)	Detrito
14)	Comunità macrobentonitica

Per ognuno di questi parametri è stato attribuito un punteggio per ciascuna sponda. Il punteggio totale, ottenuto sia per la sponda sinistra che per quella destra rappresenta il valore di Indice Funzionalità Fluviale che è compreso all'interno di un intervallo numerico a cui è associato un livello di funzionalità e conseguentemente un giudizio di funzionalità. Il valore dell'indice di funzionalità fluviale è espresso tramite un giudizio che contiene valutazioni sia sulla componente biotica sia sulla componente abiotica dell'ecosistema fluviale.

Ad ogni giudizio di funzionalità si associa un valore numerico che corrisponde all' indice  $K_{I.F.F.}$  il quale è compreso tra un valore minimo corrispondente ad un giudizio di funzionalità elevata e



un valore massimo corrispondente ad un giudizio di funzionalità pessima (vedi Tabella 9).

**Tabella 9 - Scala di valori e giudizio di funzionalità**

Valore di I.F.F.	Livello di funzionalità	Giudizio di funzionalità	$K_{I.F.F}$ (Bacino Sangro)	$K_{I.F.F}$ (Bacino Tavo/Fino/Saline e Bacino Vomano)	Colore
261-300	I	Elevato	<b>0,33</b>	<b>0,165</b>	Blue
251-260	I-II	Elevato-buono	<b>0,38</b>	<b>0,190</b>	Blue-Green
201-250	II	Buono	<b>0,43</b>	<b>0,215</b>	Green
181-200	II-III	Buono-mediocre	<b>0,48</b>	<b>0,240</b>	Green-Yellow
121-180	III	Mediocre	<b>0,53</b>	<b>0,265</b>	Yellow
101-120	III-IV	Mediocre-scadente	<b>0,58</b>	<b>0,290</b>	Yellow-Orange
61-100	IV	Scadente	<b>0,63</b>	<b>0,315</b>	Orange
51-60	IV-V	Scadente-pessimo	<b>0,68</b>	<b>0,340</b>	Orange-Red
14-50	V	Pessimo	<b>0,73</b>	<b>0,365</b>	Red

### 3) Metodo per il calcolo dell'Indice Morfologico dell'alveo

Il metodo di calcolo dell'*Indice Morfologico* dell'alveo, si basa sulla determinazione per ciascun punto di campionamento della percentuale di tipologia di substrato, classificata secondo la *Tabella 10*.

**Tabella 10 - Caratteristiche del substrato**

Tipo	Grandezza	$K_{morf}$
Limo	<0,2 mm	<b>0,73</b>
Sabbia	0,2-1,9 mm	<b>0,63</b>
Ghiaia	2-64 mm	<b>0,53</b>
Ciottoli	65-256 mm	<b>0,43</b>
Massi	>256 mm	<b>0,33</b>

Sulla base della granulometria prevalente del substrato di fondo, è attribuito un corrispondente valore numerico. Alcuni studi hanno dimostrato che le forme di vita macrobentonitiche e le comunità faunistiche preferiscono una granulometria grossolana essendo questa in grado di favorire l'accumulo di sostanze organiche e di garantire rifugio e riparo per la fauna ittica in condizioni di corrente veloce.



#### 4) Metodo per il calcolo dell'Indice Ittico

Per determinare l'*Indice Ittico* per ogni punto di campionamento, si è tenuto conto della struttura della popolazione ittica più rappresentativa del tratto omogeneo considerato. Da tale valutazione ne deriva una classificazione della comunità ittologica con la conseguente attribuzione del relativo indice.

**Tabella 11 - Classificazione delle situazioni delle popolazioni ittiche**

Definizione	$K_{itt}$
Situazione in cui le popolazioni ittiche sono ben strutturate	<b>0,33</b>
Situazione in cui le popolazioni ittiche sono sufficientemente strutturate	<b>0,53</b>
Situazione in cui le popolazioni ittiche sono scarsamente strutturate	<b>0,73</b>
Situazione in cui le popolazioni ittiche sono assenti per cause antropiche	<b>0,93</b>

#### 5) Metodo per il calcolo dell'Indice Biotico Esteso<sup>4</sup>

Il metodo si basa sia sulla differente sensibilità agli inquinanti, sia sulla ricchezza in specie della comunità macrobentonica. Tali parametri definiscono la qualità dell'acqua di un tratto di fiume omogeneo mediante valori numerici che individuano l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I valori dell'IBE sono a loro volta raggruppati in 5 Classi di qualità a cui sono associati diversi giudizi di qualità.

**Tabella 12 - Conversione valori I.B.E. in classi di Qualità**

Classi di Qualità	Valore I.B.E.	Giudizio di Qualità	$K_{I.B.E.}$	Colore
Classe I	10-11-12	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	<b>0,165</b>	Blu
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	<b>0,215</b>	Verde
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	<b>0,265</b>	Giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	<b>0,315</b>	Arancione

<sup>4</sup> Tale indice è stato definito per il Bacino del Tavo,/Fino/Saline, del Vomano e dell'Aterno/Pescara.



Classi di Qualità	Valore I.B.E	Giudizio di Qualità	K <sub>I.B.E.</sub>	Colore
Classe V	1-2-3	Ambiente eccezionalmente inquinato o alterato	<b>0,365</b>	

## 5.2.2 Risultati dell' elaborazione dell'indice biologico-ambientale

### 5.2.2.1 Bacino del Sangro

Per lo studio del DMV sul Fume Sangro, che attraversa aree di importante valenza naturalistica, ed è comunque soggetto a molteplici captazioni lungo la sua asta fluviale, sono stati sperimentati indici biologici ed è stata valutata la loro efficacia nella conservazione dell'ecosistema fluviale. In seguito alla definizione ed identificazione dei tratti omogenei e dei punti di campionamento come riporta la tabella 13, si è passati al calcolo dell'indice biologico.

Il Bacino del Fiume Sangro è stato diviso in 11 tratti omogenei. Per alcuni di questi sono stati calcolati gli indici in un sol punto di campionamento. Per altri tratti omogenei (1-2-3-6-9), si è ritenuto opportuno utilizzare 2 o 3 (come nel tratto omogeneo 11) punti di campionamento in quanto maggiormente rappresentativi del tratto in esame.

**Tabella 13** - Definizione dei tratti omogenei ed identificazione dei punti di campionamento.

Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
1 Sangro	Sorgenti Sangro-Lago di Barrea	1	Ponte Campomizzo
		2	Pescasseroli
2 Sangro	Lago di Barrea-diga ENEL Ateleta	3	Alfedena
		4	Castel di Sangro
3 Sangro	Diga ENEL Ateleta-Lago di Bomba	5	Staz. di Gamberale
		6	Villa Santa Maria
4 Sangro	Lago di Bomba-restituzione ACEA	7	Staz. Bomba
5 Sangro	Restituzione ACEA -captazione bonifica traversa Oasi Naturale Serranella	8	Valle confluenza Aventino a monte traversa Serranella
6 Sangro	Captazione bonifica traversa Oasi Naturale Serranella-foce	9	Ponte per Atesa
	Captazione bonifica traversa Oasi Naturale Serranella-foce	10	Ponte S.S. 16
7 Rio Torto	Diga Montagna Spaccata-confluenza Sangro	11	Ponte S.S.83 nel centro abitato di Alfedena
8 Aventino	Sorgenti-captazione centrale ENEL di Palena	12	Sorgenti-captazione centrale ENEL di Palena
9 Aventino	Captazione centrale ENEL di Palena restituzione centrale ENEL di Lama dei Peligni	13	A monte di Palena a valle prima captaz.



Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
	Captazione centrale ENEL di Palena restituzione centrale ENEL di Lama dei Peligni	14	Ponte di Collemacine
10 Aventino	Restituz.centrale ENEL di Lama dei Peligni-Lago di Casoli	15	Lama dei Peligni Ponte di Ferro
11 Aventino	Lago di Casoli-confluenza con il Sangro	16	A valle lago di Casoli loc. La Torretta
		17	Oasi Naturale di Serranella a monte confluenza con il Sangro a monte del ponte SS 15
		18	Oasi Naturale di Serranella a monte confluenza con il Sangro a valle del ponte SS 15

Dopo aver definito i tratti omogenei ed i punti di campionamento sono stati determinati i valori dei tre indici dalla cui somma si ottiene il calcolo del  $K_{biol}$  (vedi Tabella 14).

Tabella 14 - Calcolo dell'indice biologico  $K_{biol}$

N°	Punto di campionamento	$K_{I.F.F.}$	$K_{morf}$	$K_{itt}$	$K_{biol}$
1	Ponte Campomizzo	0,43	0,43	0,53	<b>1,39</b>
2	Pescasseroli	0,48	0,43	0,53	<b>1,44</b>
3	Alfedena	0,38	0,43	0,73	<b>1,54</b>
4	Castel di Sangro	0,58	0,43	0,73	<b>1,74</b>
5	Stazione di Gamberale	0,33	0,33	0,53	<b>1,19</b>
6	Villa Santa Maria	0,33	0,33	0,53	<b>1,19</b>
7	Stazione di Bomba	0,33	0,33	0,53	<b>1,19</b>
8	Valle confluenza Aventino a monte traversa Serranella	0,43	0,73	0,33	<b>1,49</b>
9	Ponte per Atessa	0,43	0,43	0,33	<b>1,19</b>
10	Ponte S.S. 16	0,43	0,53	0,33	<b>1,29</b>
11	Ponte S.S.83 nel centro abitato di Alfedena	0,43	0,43	0,53	<b>1,39</b>
12	Sorgenti-captazione centrale ENEL di Palena	0,33	0,33	0,33	<b>1,00</b>
13	A monte di Palena a valle prima captaz.	0,33	0,33	0,53	<b>1,19</b>
14	Ponte di Collemacine	0,33	0,33	0,53	<b>1,19</b>
15	Lama dei Peligni Ponte di Ferro	0,33	0,33	0,33	<b>1,00</b>
16	A valle lago di Casoli, loc. La Torretta	0,38	0,43	0,93	<b>1,74</b>
17	Oasi Naturale di Serranella a monte confluenza con il Sangro	0,43	0,73	0,53	<b>1,69</b>





N°	Punto di campionamento	K <sub>I.F.F.</sub>	K <sub>morf</sub>	K <sub>itt</sub>	K <sub>biol</sub>
	a monte del ponte SS 15				
18	Oasi Naturale di Serranella a monte confluenza con il Sangro a valle del ponte SS 15	0,43	0,73	0,53	<b>1,69</b>

### 5.2.2.2 Bacino del Tavo/Fino/Saline

Per lo studio del DMV nei fiumi Tavo/Fino/Saline, che attraversano aree di importante valenza naturalistica, sono stati sperimentati indici biologici ed è stata valutata la loro efficacia nella conservazione dell'ecosistema fluviale. Si è seguito lo stesso approccio metodologico del "PROGETTO PILOTA per la determinazione dei parametri biologici per lo studio del deflusso minimo vitale (DMV) nel fiume Sangro".

In seguito alla definizione ed identificazione dei tratti omogenei e dei punti di campionamento come riporta la *Tabella 15*, si è passati al calcolo dell'indice biologico.

I fiumi Tavo/Fino/Saline sono stati suddivisi in 10 tratti omogenei. Per alcuni di questi sono stati calcolati gli indici in un sol punto di campionamento. Per altri tratti omogenei (2-3), si è ritenuto opportuno utilizzare 2 punti di campionamento in quanto maggiormente rappresentativi del tratto in esame.

*Tabella 15 - Definizione dei tratti omogenei ed identificazione dei punti di campionamento.*

Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
1 Tavo	Sorgenti-Cascata Vitella d'Oro	1	Farindola a monte cascata della Vitella d'Oro
2 Tavo	Cascata Vitella d'Oro-Restituzione centrale ENEL di Farindola	2	Farindola a valle cascata della Vitella d'Oro
2 Tavo		3	Farindola a monte centrale ENEL
3 Tavo	Restituzione centrale ENEL di Farindola-diga di Penne	4	Farindola a valle restituzione ENEL
		5	Penne a monte del lago
4 Tavo	Diga di Penne-traversa di Passo Cordone	6	Penne a valle del lago
5 Tavo	traversa di Passo Cordone-confluenza fiume Fino	7	Cappelle sul Tavo a monte della confluenza col Fino
6 Fino	Sorgente fiume Fino- stazione di qualità fluviale R1306F14	8	Sorgenti
7 Fino	Stazione di qualità fluviale R1306F14-confluenza torrente Baricello	9	Arsita a monte della stazione di qualità fluviale R1306F14



Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
8 Fino	Confluenza torrente Baricello-confluenza Tavo	10	Bisenti ponte per Villa Bagitutto
9 Fino	Confluenza Tavo e Fino-foce del Saline	11	Località Congiunti a monte della confluenza col Tavo
10 Saline	Montesilvano alla foce	12	Montesilvano alla foce

Nella procedura di calcolo del  $K_{biol}$ , rispetto allo studio relativo al fiume Sangro, si è tenuto conto, come illustrato nella formula [5.2.3], di un indice aggiuntivo  $K_{I.B.E.}$  derivante dalle classi di qualità dei vari tratti omogenei. Ad ogni valore di qualità è associato un coefficiente numerico.

*Tabella 16- Calcolo dell'indice biologico  $K_{biol}$*

N°	Punto di campionamento	$K_{I.B.E.}$	$K_{I.I.F.}$	$K_{morf}$	$K_{itt}$	$K_{biol}$
1	Farindola a monte cascata della Vitella d'Oro	0,165	0,165	0,330	0,530	<b>1,190</b>
2	Farindola a valle cascata della Vitella d'Oro	0,165	0,165	0,330	0,530	<b>1,190</b>
3	Farindola a monte centrale ENEL	0,165	0,190	0,430	0,530	<b>1,315</b>
4	Farindola a valle restituzione ENEL	0,165	0,215	0,530	0,730	<b>1,640</b>
5	Penne a monte del lago	0,240	0,215	0,530	0,730	<b>1,715</b>
6	Penne a valle del lago	0,315	0,265	0,430	0,730	<b>1,740</b>
7	Cappelle sul Tavo a monte della confluenza col Fino	0,265	0,240	0,730	0,730	<b>1,965</b>
8	Sorgenti	0,165	0,170	0,330	0,530	<b>1,195</b>
9	Arsita a monte della stazione di qualità fluviale R1306F14	0,215	0,215	0,430	0,530	<b>1,390</b>
10	Bisenti ponte per Villa Bagitutto	0,165	0,240	0,430	0,330	<b>1,165</b>
11	Località Congiunti a monte della confluenza col Tavo	0,215	0,240	0,730	0,730	<b>1,915</b>
12	Montesilvano alla foce	0,240	0,215	0,630	0,730	<b>1,815</b>

### 5.2.2.3 Bacino del Vomano

Per lo studio del DMV del fiume Vomano, che attraversa aree di importante valenza naturalistica, sono stati sperimentati indici biologici ed è stata valutata la loro efficacia nella conservazione dell'ecosistema fluviale. Si è seguito lo stesso approccio metodologico del "PROGETTO PILOTA per la determinazione dei parametri biologici per lo studio del deflusso minimo vitale (DMV) nel fiume Sangro".



In seguito alla definizione ed identificazione dei tratti omogenei e dei punti di campionamento come riporta la *Tabella 17*, si è passati al calcolo dell'indice biologico.

Il fiume Vomano è stato suddiviso in 8 tratti omogenei. Per alcuni di questi sono stati calcolati gli indici in un sol punto di campionamento. Per altri tratti omogenei (2-5), si è ritenuto opportuno utilizzare 2 punti di campionamento in quanto maggiormente rappresentativi del tratto in esame.

*Tabella 17 - Definizione dei tratti omogenei ed identificazione dei punti di campionamento.*

Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
1 Vomano	Dalle sorgenti al Lago di Provvidenza	1	In prossimità dell sorgenti –S.S.80, bivio per Campotosto
2 Vomano	Dal lago di Provvidenza alla confluenza con il Rio Fucino(stazione di qualità R1304VM1-loc. Paladini)	2	S.S.80,località Paladini
		3	S.S.80,bivio per Tottea
3 Vomano	Dalla confluenza con il Rio Fucino alla restituzione del lago Piaganini(stazione di qualità R1304VM3-loc.Poggio Umbricchio)	4	S.S.80,bivio per Poggio Umbricchio
4 Vomano	Dalla restituzione del lago Piaganini a valle di Montorio al Vomano (confluenza torrente S.Mauro)	5	S.S.80,circa 5 km a monte di Montorio al Vomano
5 Vomano	Dalla confluenza con il torrente S.Mauro alla confluenza con il F.Mavone, in contrada Brecciola	6	Loc. Villa Casetti, dopo l'abitato di Montorio al Vomano
		7	In prossimità della confluenza con il fiume Mavone
6 Vomano	Dalla confluenza con il Mavone alla restituzione della centrale di Montorio, situata prima della traversa di Villa Vomano	8	A valle della confluenza con il fiume Mavone, Loc.Brecciola
7 Vomano	Dalla restituzione, a Villa Vomano, della Centrale di Montorio al ponte di Castelnuovo, strada per Cellino	9	Ponte sul fiume Vomano presso Castelnuovo V.
8 Vomano	Dal ponte di Castelnuovo alla foce	10	Roseto degli Abruzzi- poco a monte della foce, in corrispondenza del ponte della S.S. 16

Nella procedura di calcolo del  $K_{biol}$ , si tenuto conto, così come fatto per lo studio del DMV nei fiumi Tavo-Fino-Saline, di un indice aggiuntivo  $K_{I,B,E}$  derivante dalle classi di qualità. Ad ogni valore di qualità è associato un coefficiente numerico.



**Tabella 18** Calcolo dell'indice biologico  $K_{biol}$

N°	Punto di campionamento	$K_{I.B.E.}$	$K_{I.I.F.}$	$K_{morf}$	$K_{itt}$	$K_{biol}$
1	In prossimità dell sorgenti – S.S.80, bivio per Campotosto	0,165	0,190	0,330	0,730	<b>1,415</b>
2	S.S.80, località Paladini	0,165	0,165	0,330	0,730	<b>1,390</b>
3	S.S.80, bivio per Tottea	0,190	0,165	0,330	0,530	<b>1,215</b>
4	S.S.80, bivio per Poggio Umbricchio	0,165	0,165	0,330	0,330	<b>1,000</b>
5	S.S.80, circa 5 km a monte di Montorio al Vomano	0,165	0,165	0,530	0,530	<b>1,390</b>
6	Loc. Villa Casetti, dopo l'abitato di Montorio al Vomano	0,215	0,190	0,730	0,730	<b>1,865</b>
7	In prossimità della confluenza con il fiume Mavone	0,190	0,215	0,430	0,730	<b>1,565</b>
8	A valle della confluenza con il fiume Mavone, Loc. Brecciola	0,240	0,215	0,530	0,530	<b>1,515</b>
9	Ponte sul fiume Vomano presso Castelnuovo V.	0,265	0,290	0,530	/	/
10	Roseto degli Abruzzi- poco a monte della foce, in corrispondenza del ponte della S.S. 16	0,315	0,265	0,730	0,730	<b>2,040</b>

#### 5.2.2.4 Bacino dell'Aterno/Pescara

Per lo studio del DMV dei fiumi Aterno e Pescara, che attraversano aree di importante valenza naturalistica, sono stati sperimentati indici biologici ed è stata valutata la loro efficacia nella conservazione dell'ecosistema fluviale. Si è seguito lo stesso approccio metodologico del "PROGETTO PILOTA per la determinazione dei parametri biologici per lo studio del deflusso minimo vitale (DMV) nel fiume Sangro".

In seguito alla definizione ed identificazione dei tratti omogenei e dei punti di campionamento come riportano la *Tabella 17a* per l'Aterno/Pescara, la *Tabella 17b* per il fiume Orta affluente del Pescara e la *Tabella 17c* per il fiume Sagittario affluente dell'Aterno, si è passati al calcolo dell'indice biologico.

I fiumi Aterno e Pescara sono stati rispettivamente suddivisi in 6 e 4 tratti omogenei e in 1 tratto omogeneo che comprende la confluenza dell'Aterno con il Pescara; il fiume Orta in due tratti omogenei e il fiume Sagittario in 4 tratti omogenei.



**Tabella 19a – Aterno/Pescara: definizione dei tratti omogenei ed identificazione dei punti di campionamento.**

Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
1	Dalle sorgenti dell'Aterno a monte della confluenza con il Vetoio (L'Aquila)	1	1 - Aterno Marana, bivio per Cesaproba Pellescritta (in prossimità della Stazione ARTA R1307AT3) 42° 29, 290'N 013° 13,869'E
		2	2 - Aterno Pile, a monte del depuratore, a valle della confluenza con il Raio 42° 21, 127'N 13° 22,084'E 626 m s.l.m.
		3	2bis - Aterno Pile, a valle del depuratore, a valle della confluenza con il Raio Stazione ARTA R1307AT8bis 42° 21,071'N 013° 22,503'E 620 m s.l.m.
2	Dalla confluenza con il Vetoio alla presa della Centrale Idroelettrica Enel di Molina	4	3 - Aterno Molina, ponte a valle della Stazione Ferroviaria Stazione ARTA R1307AT15 42° 08,508'N 013° 44,489'E 460 m s.l.m.
3	Dalla presa della Centrale Idroelettrica Enel di Molina alla sua restituzione	5	4 - Aterno Molina, a valle della presa della Centrale Idroelettrica Enel 42° 07,913'N 13° 45,626'E 435 m s.l.m.
4	Dalla restituzione della Centrale Idroelettrica Enel di Molina alla confluenza dell'Aterno con il Pescara	6	5 - Aterno Vittorito, a valle della restituzione della Centrale Idroelettrica Enel di Molina Stazione ARTA R1307AT18 42° 07,546'N 13° 49,744'E 266 m s.l.m.
5	Dalla confluenza dell'Aterno con il Pescara alla presa della Centrale Idroelettrica Enel del 1° salto sul Pescara	7	6 - Aterno-Pescara A valle del ponte di Popoli dopo la confluenza dell'Aterno con il Pescara 42° 10,368'N 013° 49,777'E 253 m s.l.m. (non è stato possibile effettuare alcun rilevamento causa elevata portata del fiume)



Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
6	Dalla presa della Centrale Idroelettrica Enel del 1° salto sul Pescara alla restituzione nella diga di Alanno	8	7 - Pescara Bussi, subito sotto la presa 1° salto 42° 11,804'N 013° 51,245'E 237 m s.l.m.
		9	7bis - Pescara Bussi, a valle della presa del 1° salto, in prossimità del casello autostradale 42° 11,830'N 013° 51,884'E 210 m s.l.m.
7	Dalla presa della diga di Alanno alla restituzione nella diga di Triano	10	8 - Pescara Scafa (ponte sulla strada che porta alla diga di Alanno), a valle della presa della diga di Alanno 42° 16,132'N 014° 00,391'E 90 m s.l.m.
8	Dalla presa della diga di Triano alla restituzione di Triano	11	9 - Pescara Rosciano (ponte che dalla S.S. 5 porta a Rosciano), a valle della diga di Triano Stazione ARTA R1307PE24 42° 18,425'N 014° 02,520'E 56 m s.l.m.
9	Dalla restituzione di Triano alla foce	12	/

**Tabella 20b – Orta: definizione dei tratti omogenei ed identificazione dei punti di campionamento.**

Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
Orta	1. Dalla sorgente dell'Orta fino alla presa Enel della Centrale Idroelettrica per l'invaso di Bolognano	1	1 - Orta Sant'Eufemia a Maiella, a monte della presa Enel della Centrale Idroelettrica 42° 07, 620'N 14° 00, 691'E 722 m s.l.m.
Orta	2. Dalla presa alla confluenza con il Pescara	2	2 - Orta Piano d'Orta, in prossimità della Stazione Ferroviaria Piano d'Orta-Bolognano 42° 15,182'N 13° 57, 124'E 100 m s.l.m.



**Tabella 21c – Sagittario: definizione dei tratti omogenei ed identificazione dei punti di campionamento.**

Tratto omogeneo-fiume	Sezione	N°	Punto di campionamento
Sagittario	1. Dal bacino di S. Domenico alla presa della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa	1	1 - Sagittario A valle del bacino di S. Domenico, all'altezza del Bivio per Castrovalva (AQ) 41° 58, 859' N 13° 48, 655' E 733 m s.l.m.
Sagittario	2. Dalla presa della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa fino al rilascio della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa	2	2 - Sagittario A valle della presa della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa 41° 59, 526' N 13° 48, 350' E 510 m s.l.m. 42° 15,182' N 13° 57, 124' E 100 m s.l.m.
Sagittario	3. Dal rilascio della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa al rilascio della Centrale Idroelettrica Enel del Sagittario	3	3 - Sagittario Anversa, 1km a valle della Centrale Idroelettrica Enel (prima della Stazione Ferroviaria) Stazione ARTA R1307SA36 42° 00, 126' N 13° 48, 917' E 465 m s.l.m.
Sagittario	4. Dal rilascio della Centrale Idroelettrica Enel Sagittario alla confluenza con il fiume Gizio	4	4 - Sagittario Anversa, a valle del rilascio della Centrale Idroelettrica Enel Sagittario 42° 00, 633' N 13° 49, 938' E 430 m s.l.m.

Nella procedura di calcolo del  $K_{biol}$ , si tenuto conto, così come fatto per lo studio del DMV nei fiumi Tavo-Fino-Saline, di un indice aggiuntivo  $K_{I.B.E}$  derivante dalle classi di qualità. Ad ogni valore di qualità è associato un coefficiente numerico.

**Tabella 22a - Aterno/Pescara: calcolo dell'indice biologico  $K_{biol}$**

N°	Punto di campionamento	$K_{I.B.E}$	$K_{I.I.F.}$	$K_{morf}$	$K_{itt}$	$K_{biol}$
1	1 - Aterno Marana, bivio per Cesaproba Pellescritta	0,215	0,215	0,430	0,530	<b>1,390</b>
2	2 - Aterno Pile, a monte del depuratore, a valle della confluenza con il Raio	0,265	0,277	0,530	0,330	<b>1,402</b>



N°	Punto di campionamento	K <sub>I.B.E.</sub>	K <sub>I.I.F.</sub>	K <sub>morf</sub>	K <sub>itt</sub>	K <sub>biol</sub>
3	2bis - Aterno Pile, a valle del depuratore, a valle della confluenza con il Raio	0,315	0,315	0,300	0,930	<b>2,090</b>
4	3 - Aterno Molina, ponte a valle della Stazione Ferroviaria	0,215	0,252	0,430	0,530	<b>1,427</b>
5	4 - Aterno Molina, a valle della presa della Centrale Idroelettrica Enel	0,215	0,165	0,330	0,330	<b>1,040</b>
6	5 - Aterno Vittorito, a valle della restituzione della Centrale Idroelettrica Enel di Molina	0,165	0,265	0,430	0,330	1,190
7	6 - Aterno-Pescara A valle del ponte di Popoli dopo la confluenza dell'Aterno con il Pescara con il fiume Mavone	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
8	7 - Pescara Bussi, subito sotto la presa 1° salto	0,215	0,215	0,430	0,730	<b>1,590</b>
9	7bis - Pescara Bussi, a valle della presa del 1° salto, in prossimità del casello autostradale	0,215	0,240	0,530	0,730	<b>1,715</b>
10	8 - Pescara Scafa (ponte sulla strada che porta alla diga di Alanno), a valle	0,215	0,240	0,430	0,330	<b>1,215</b>





N°	Punto di campionamento	K <sub>I.B.E.</sub>	K <sub>I.I.F.</sub>	K <sub>morf</sub>	K <sub>itt</sub>	K <sub>biol</sub>
	della presa della diga di Alanno					
11	9 - Pescara Rosciano (ponte che dalla S.S. 5 porta a Rosciano), a valle della diga di Triano	0,215	0,240	0,430	0,330	<b>1,215</b>

**Tabella 23b – Orta: calcolo dell'indice biologico K<sub>biol</sub>**

N°	Punto di campionamento	K <sub>I.B.E.</sub>	K <sub>I.I.F.</sub>	K <sub>morf</sub>	K <sub>itt</sub>	K <sub>biol</sub>
1	1. Dalla sorgente dell'Orta fino alla presa Enel della Centrale Idroelettrica per l'invaso di Bolognano	0,215	0,165	0,330	0,730	<b>1,44</b>
2	2. Dalla presa alla confluenza con il Pescara	0,215	0,265	0,430	0,330	<b>1,24</b>

**Tabella 24c – Sagittario: calcolo dell'indice biologico K<sub>biol</sub>**

N°	Punto di campionamento	K <sub>I.B.E.</sub>	K <sub>I.I.F.</sub>	K <sub>morf</sub>	K <sub>itt</sub>	K <sub>biol</sub>
1	1. Dal bacino di S. Domenico alla presa della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa	0,165	0,165	0,430	0,730	<b>1,490</b>
2	2. Dalla presa della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa fino al rilascio della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa	0,165	0,190	0,430	0,330	<b>1,115</b>
3	3. Dal rilascio della Centrale Idroelettrica Enel di Anversa al rilascio della Centrale Idroelettrica Enel del Sagittario	0,165	0,190	0,530	0,330	<b>1,215</b>
4	4. Dal rilascio della Centrale Idroelettrica Enel Sagittario alla confluenza con il fiume Gizio	0,165	0,215	0,530	0,330	<b>1,240</b>



### **5.2.3 Applicazione del $K_{biol}$ per i bacini in cui non sono disponibili parametri biologico-ambientali**

La procedura per la determinazione del  $K_{biol}$ , espressa in termini sintetici dalle equazioni 5.2.2 e 5.2.3 (cfr. par. 5.2), è stata applicata sperimentalmente su alcuni bacini regionali e si sta procedendo gradualmente alla determinazione sperimentale del  $K_{biol}$  su tutti gli altri. Nell'attesa di tale applicazione è stato definito un valore di riferimento di tale parametro da poter utilizzare sui corsi d'acqua per i quali non è stata effettuata la determinazione dello stesso.

Dall'analisi dei risultati ottenuti per i quattro bacini su cui è stata applicata la metodologia sperimentale descritta (Bacino del Sangro: *Tabella 14*; Bacino Tavo/Fino/Saline: *Tabella 16*; Bacino del Vomano: *Tabella 18*; Bacino dell'Aterno/Pescara: *Tabella 18 bis*) è possibile osservare che il valore di  $K_{biol}$  varia nel range compreso tra 1,00 e 2,09. Tale variabilità è da ricondurre alla estrema complessità del territorio abruzzese nelle sue caratteristiche idrologiche, idrogeologiche, morfologiche, ecc.. In fase di prima applicazione del DMV si è ritenuto di considerare, per quei corsi d'acqua su cui non è stata ancora applicata la metodologia sperimentale di determinazione del  $K_{biol}$  descritta nei precedenti paragrafi, un valore dello stesso pari a 1,2, corrispondente alla moda dei dati sperimentali finora ottenuti nell'applicazione del metodo.

Ai fini cautelativi, in tutti i tratti fluviali per i quali non è stata determinata la componente biologico ambientale, ricadenti in aree naturali protette o in siti rete Natura 2000, il valore della stessa, nell'attesa della valutazione specifica, è determinato come pari a 1,5.

Con l'obiettivo quindi della determinazione del deflusso minimo vitale, dovendo mettere in correlazione le caratteristiche di deflusso con la vita biologica nell'acqua, il valore finale del DMV da considerare nell'ambito del PTA *nei bacini in cui non si hanno a disposizione studi specifici* relativi alla valutazione del  $K_{biol}$  può assumersi con buona approssimazione pari a:

**DMV =  $Q \cdot 1,2$**  se il corso d'acqua interessato dalla derivazione non ricade in un'area protetta o in sito di Rete Natura 2000

e

**DMV =  $Q \cdot 1,5$**  se il corso d'acqua interessato dalla derivazione ricade in un'area protetta o in sito di Rete Natura 2000

Successivamente, quindi, il calcolo del DMV su tali bacini verrà effettuato tenendo conto dei valori del  $K_{biol}$  derivanti da tale studio.



## 6. VALUTAZIONE E PROBLEMATICHE DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE

Un'esatta definizione in termini quantitativi del DMV su ciascun corso d'acqua, partendo da dati e modelli a scala regionale, risulta essere complessa da eseguire. Si tratta di un parametro di difficile determinazione, perché basato sul regime dei deflussi del corso d'acqua, condizionato a sua volta da una pluralità di fattori, di tipo idrologico e morfologico, correlati con caratteristiche di piovosità della zona, con l'ampiezza del bacino, con le tipologie di terreni, con la permeabilità dell'alveo, ecc.

L'applicabilità dei metodi disponibili in letteratura per la valutazione del DMV dipende non solo dalla disponibilità di serie storiche significative di dati idrologici, ma anche dalle caratteristiche idrauliche e morfologiche del corso d'acqua.

La normativa nazionale, inoltre, non suggerisce procedure operative per la stima delle portate minime necessarie per la tutela o protezione della qualità delle acque e della vita acquatica.

In tal senso la protezione di un ecosistema fluviale attraverso la definizione del DMV rappresenta una problematica di non facile risoluzione per le diverse implicazioni che questo comporta sugli usi antropici della risorsa idrica, in particolare per gli scopi idroelettrici ed irrigui.

Tutto ciò ha contribuito a far sì che gli Enti istituzionalmente coinvolti da tali problematiche abbiano sviluppato specifiche procedure di calcolo di differente complessità e accuratezza.

Nell'ambito della redazione del PTA, il DMV è stato determinato attraverso una metodologia di calcolo che tiene conto sia delle caratteristiche fisico-idrologiche dei bacini sia, ove necessario, di opportuni fattori correttivi legati a particolari condizioni del tratto.

Come già descritto (§.5) il calcolo del DMV in una determinata sezione del corso d'acqua è espresso dalla formula di seguito richiamata:

$$DMV = Q^* \cdot K_{biol}$$

Tale metodologia di calcolo che ha tuttavia consentito di definire il Deflusso Minimo Vitale *idrologico* ( $Q^*$ ) per tutti i tratti della rete idrografica principale, risente dei dati utilizzati e delle approssimazioni assunte nell'ambito dello studio del bilancio idrologico ed idrogeologico dell'Abruzzo sviluppato a scala regionale nella redazione del PTA. (*Allegato Monografico A1.3 "Bilancio Idrologico e Idrogeologico"*).

Per quanto concerne la componente *biologico-ambientale*, determinata sperimentalmente attraverso la realizzazione di studi specifici eseguiti ad oggi sui bacini più estesi della Regione (Bacino del Sangro, Bacino del Fino/Tavo/Saline, Bacino del Vomano, Bacino dell'Aterno/Vomano), è stato possibile elaborare considerazioni di più ampio raggio, non basate esclusivamente su calcoli puramente idraulici, ma anche su valutazioni ecologiche ambientali degli ecosistemi di acqua dolce.



Tale metodologia di calcolo, pur basandosi su un modello di bilancio a scala regionale che risente, quindi, delle approssimazioni derivanti, e pur considerando, allo stato attuale, la componente *biologico-ambientale* disponibile solo per alcuni bacini, ha tuttavia consentito di avere, nell'ambito del territorio abruzzese, una copertura significativa dei valori del DMV calcolati a livello di singolo nodo in cui è stata schematizzata la rete idrografica del territorio abruzzese.

In questo modo è stato possibile avere, lungo tutte le aste fluviali presenti sul territorio regionale il valore di portata riferimento da garantire in alveo.

Per tali valori si rimanda all' § 9 "VALORI DEL  $Q^*$  E DMV NEI NODI IN CUI È SCHEMATIZZATA LA RETE IDROGRAFICA".

In allegato (**"Carta dei valori del Deflusso Minimo Vitale-(DMV)** , in scala 1:250.000, Tavola 6-2) si riportano i valori del DMV, calcolati nell'ambito del territorio regionale su tutti i nodi della rete idrografica.

I risultati ottenuti sono da considerarsi una prima valutazione della componente del DMV, in termini di componente idrologica ( $Q^*$ ) e biologica-ambientale ( $K_{biol}$ ), sia per il numero di assunzioni effettuate e sia per la scarsa quantità di informazioni attualmente disponibili sul territorio. Tali risultati rappresentano, comunque, il parametro di riferimento per individuare preliminarmente le potenziali criticità quantitative della risorsa idrica presenti nel territorio regionale.



## 7. ANALISI DELLE CRITICITÀ QUANTITATIVE

La valutazione dello stato quantitativo delle acque superficiali è stata effettuata attraverso il confronto dei valori di Deflusso Minimo Vitale determinati, sulla base della metodologia descritta in precedenza, nei nodi in cui è stata schematizzata la rete idrografica regionale con le portate misurate agli idrometri ( $Q_{\text{mis}}$ ).

E' stata, inoltre, condotta una valutazione delle portate calcolate tramite modello di bilancio idrico superficiale Mike Basin ( $Q_a$ ), nei nodi dei tratti in cui è stata schematizzata la rete idrografica regionale.

L'elaborazione dei risultati ottenuti dal confronto di tali dati ha consentito di evidenziare le situazioni fluviali compromesse derivanti da deficit idrico *reale* (portate misurate agli idrometri) e *potenziale* (portate calcolate tramite Mike Basin) sulla base della domanda e della disponibilità idrica. D'altra parte tuttavia, a causa della stima dei consumi e dello stato di aggiornamento dei dati delle utenze in essere, i risultati quantitativi devono essere considerati soprattutto in termini relativi e funzionali alla definizione di interventi prioritari per i necessari approfondimenti futuri.

E' da ricordare, infatti, che i valori di criticità riscontrati nell'applicazione del Mike Basin si basano sulle portate calcolate ( $Q_a$ ) derivanti dall'utilizzazione di un modello applicato su scala regionale, suscettibile di miglioramento in termini di accuratezza e aggiornamento (sulla base di dati di maggior dettaglio rilevabili nel corso del tempo). Per tale motivo, le aree segnalate sono da considerare come zone di "potenziale criticità" nell'ambito delle quali intervenire prioritariamente con misure orientate preliminarmente all'approfondimento dello stato conoscitivo quantitativo (implementazione rete misure, maggiore definizione del catasto delle utenze e dei consumi).

Lo studio, infatti, è stato condotto tenendo in considerazione tutte le informazioni disponibili nel momento in cui è stato implementato il modello<sup>5</sup>.

In linea di massima gli scostamenti riscontrati fra valori di portata calcolati dal modello e quelli reali sono dovuti a:

- idrometri con pochi anni di misura a disposizione per i quali la portata media ricavata dalle portate misurate potrebbe non rappresentare l'effettivo anno medio statistico che è lo scenario analizzato dal modello di bilancio,
- eventuali difformità dello schema reale delle utenze rispetto a quello di catasto che è

---

<sup>5</sup> I dati relativi al catasto delle utenze caricati e schematizzati nel Mike Basin sono riferiti a quelli ufficiali dell'anno 2004.



alla base della modellazione,

- possibili prelievi non autorizzati o parzialmente autorizzati,
- possibili difformità tra le ipotesi di utilizzazione adottate in fase di redazione del presente piano, in base all'informazione disponibile e agli effettivi prelievi e restituzioni delle principali utenze, con particolare riferimento a quelle idroelettriche (cfr. i deflussi in alveo del fiume Pescara nonché la complessità del sistema prelievi-trasferimenti-restituzioni dell'alto corso del Vomano ).

Tali argomenti sono, quindi, da intendersi come azioni di miglioramento al fine di poter raggiungere un maggior grado di affinamento dei risultati derivanti dall'applicazione del modello.

Ciò nonostante il quadro analitico delle criticità ottenuto nel presente studio ha una sua sostanziale validità che ha consentito la formulazione delle ipotesi di intervento, strutturali e non strutturali, per risolvere o limitare tali criticità, sviluppate nel Piano di Tutela a livello di singoli bacini. Esso, inoltre, ha il pregio di aver consentito l'individuazione delle aree potenzialmente critiche, sulle quali sviluppare gli opportuni approfondimenti futuri.



## 8. MODALITÀ DI APPLICAZIONE DEL DMV

Nell'ambito degli strumenti normativi e pianificatori del PTA, l'applicazione del deflusso minimo vitale è un aspetto di grande complessità in quanto richiede la ricerca di un difficile equilibrio tra la necessità di proteggere gli ecosistemi fluviali e quella di soddisfare esigenze diverse, quali quelle potabili, agricole, industriali e zootecniche. Per tale ragione, quando si passa alle modalità di applicazione, le difficoltà sono notevoli, in quanto modificare il regime idrico implica modificare la soddisfazione degli attuali utenti del sistema, mettendo in luce i conflitti eventualmente esistenti sull'uso della risorsa.

La definizione del DMV nella disciplina delle concessioni di derivazioni di acqua pubblica dai corpi idrici superficiali naturali rientra nel complesso delle misure da adottare nella pianificazione della risorsa idrica, finalizzata ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico a livello di singolo bacino e dell'intera Regione. Questi criteri gestionali non potranno che comportare il riassetto del complesso e delicato comparto delle derivazioni da acque correnti, in stretta connessione con le concessioni da acque sotterranee.

Nell'ambito della redazione del PTA si assume l'applicazione del DMV, inteso come prodotto della componente idrologica ( $Q^*$ ) per la componente biologico-ambientale ( $K_{bio}$ ), come *condizione necessaria* per il rilascio di tutte le *nuove concessioni* di derivazione di tutte le acque pubbliche.

Il mantenimento di portate atte a supportare i valori del DMV è imposto anche alle concessioni di derivazione *in essere alla data di adozione del PTA*, prevedendo un'applicazione graduale, attraverso, se necessario, un periodo di sperimentazione, per arrivare, entro i termini stabiliti dalle Norme Tecniche di attuazione del Piano, al rilascio della portata necessaria a garantire l'intero DMV in alveo.

In particolare, in corrispondenza di bacini per i quali le analisi e le verifiche eseguite hanno evidenziato la sussistenza di criticità nell'anno medio superiore a 4, in attesa dell'aggiornamento del catasto delle utilizzazioni (concessioni idriche, captazioni, acquedotti) e degli scarichi (industriali, zootecnici, agricoli, civili ed urbani), è previsto il *divieto di rilascio di concessioni* a derivare, salvo la risultanza di eccedenze conseguenti a cessazioni o riduzioni di concessioni. C'è da sottolineare tuttavia che in presenza di ben precise e motivate esigenze, tali limitazioni possono essere di volta in volta valutate; ad esempio nei casi in cui:

- le opere di derivazione di acque siano in sostituzione di altre già esistenti per le quali sia previsto il definitivo e totale abbandono;
- le opere di derivazione di acque siano di tipo integrativo e/o sostitutivo e/o di emergenza



per il superamento di crisi idriche e/o di periodi di siccità e/o di fenomeni di inquinamento;

- le opere di derivazione di acque siano destinate ad importanti iniziative pubbliche di rilevante interesse, purché gli stessi interventi non determinino una riduzione della risorsa per un lungo periodo;
- si attesti (attraverso dati sperimentali, campagne di misure motivazioni tecnico-scientifiche-sperimentali, ecc.) una variazione della criticità individuata nel presente Piano.

In ogni caso, viene fatto divieto di rilascio di nuove concessioni di emungimento in assenza di idonea strumentazione di misura.

In linea generale, per le *nuove concessioni* d'acqua pubblica, il DMV viene imposto dall'Autorità competente contestualmente al rilascio della concessione.

Allo stesso modo, al termine dell'aggiornamento del catasto, l'Autorità concedente, per consentire l'adeguamento progressivo dei settori economici coinvolti, promuove la *revisione delle concessioni* e gli eventuali adeguamenti tecnici delle opere di presa delle utilizzazioni in atto, prevedendo il rilascio, da tutte le derivazioni di acqua superficiale, del DMV:

Il rinnovo e la revisione delle concessioni dovranno essere effettuati prendendo in considerazione tutti i parametri ed i vincoli che influenzano le attività considerate (dispersione idrica, estensione delle aree irrigue, l'efficienza delle opere consortili e aziendali per il trasporto dell'acqua, colture praticate, i metodi irrigui utilizzati, esistenza di comparti industriali già sviluppati).

Nell'ambito delle aree affette da deficit di bilancio idrico e delle aree a rischio di ricorrente crisi idrica, inoltre, dovrà essere previsto lo sviluppo ed implementazione delle rete di monitoraggio quantitativo esistente, al fine di rendere disponibili dati ed informazioni per meglio investigare le situazioni di deficit preliminare individuate.

In corrispondenza delle *esistenti derivazioni* maggiormente incidenti sul bilancio idrico, dovranno essere installati, a carico dell'utente, e mantenuti in regolare stato di funzionamento, idonei dispositivi per la misurazione delle portate transitanti nel corpo idrico e di quelle prelevate. Su tutte le restanti derivazioni dovranno comunque essere installati i misuratori delle portate derivate.





## 9. VALORI DEL Q\* E DMV NEI NODI IN CUI È SCHEMATIZZATA LA RETE IDROGRAFICA

Nella tabella che segue si riportano i valori<sup>6</sup> del Q\* e del DMV, calcolati per ciascun bacino del territorio regionale, su tutti i nodi in cui è stata schematizzata la rete idrografica.

La denominazione di ogni nodo riportata nella tabella si riferisce al nome del corso d'acqua oppure, nel caso in cui quest'ultimo non fosse definito alla scala di riferimento (1:250.000), alla località più vicina a monte o a valle dello stesso.

*Tabella 25 Valori del Q\* e del DMV*

BACINO	ID - NODO	DESCRIZIONE	Q* m <sup>3</sup> /s	DMV <sup>7</sup> m <sup>3</sup> /s	Area Protetta <sup>7</sup>
ALENTO	210	Foce Alento	0,08	0,10	
ALENTO	214	F. Alento confl. F.so Fontechiaro	0,07	0,08	
ALENTO	223	F. Alento confl. F.so Iozzo	0,07	0,08	
ALENTO	245	F. Alento confl. F.so di Vallepara	0,05	0,06	
ALENTO	250	F. Alento confl. F.so Fagnani	0,05	0,06	
ALENTO	270	F. Alento confl. F.so Valige	0,03	0,04	
ALENTO	291	F.so. Fontebuona confl. F.so Focaro	0,02	0,02	
ARIELLI	228	Foce Arielli	0,04	0,05	
ARIELLI	515	F. Arielli in prossimità della foce	0,04	0,05	
ATERNO-PESCARA	172	F. Aterno conf. F.so Ruara	0,05	0,07	
ATERNO-PESCARA	192	Chiusura Bacino F.Pescara	5,54	6,65	
ATERNO-PESCARA	208	F.so Fontecchio conf. F.so Il Rio	0,01	0,01	
ATERNO-PESCARA	209	F. Aterno conf. F.so dell'Indice	0,08	0,11	
ATERNO-PESCARA	211	F.so Fontecchio conf.F.so Il Milione	0,01	0,01	
ATERNO-PESCARA	212	F. Aterno conf. F.so del Ferone	0,1	0,14	
ATERNO-PESCARA	213	F. Pescara conf. F.so Fontecchio	5,52	6,71	
ATERNO-PESCARA	218	T.Raiale a valle località Assergj	0,06	0,1	P.N. Gran Sasso Laga
ATERNO-PESCARA	227	F.Pescara conf. F.so del Lupo	5,48	6,66	
ATERNO-PESCARA	247	F.Aterno conf. T. Raio	0,19	0,39	

<sup>6</sup> I valori sono espressi come portate in uscita dal nodo.

<sup>7</sup> Ai fini cautelativi, in tutti i tratti fluviali per i quali non è stata determinata sperimentalmente la componente biologico ambientale, ricadenti in aree naturali protette o in siti rete Natura 2000, il valore del DMV è stato ottenuto moltiplicando il Q\* per un K<sub>bio</sub> pari a 1,5. Per tale ragione nella colonna "area protetta" sono state indicate solo le aree protette relative ai nodi per i quali non è oggi disponibile tale valutazione sperimentale. Per ulteriori dettagli si veda il par. 5.2.3.



ATERNO-PESCARA	252	F.Vera confl. T. Raiale	0,31	0,37	
ATERNO-PESCARA	254	F.Pescara conf. T. Nora	5,47	6,65	
ATERNO-PESCARA	258	F. Aterno confl.F. Vera	0,63	0,89	
ATERNO-PESCARA	263	T.Cigno conf. F.so dell'Ampolla	0,02	0,02	
ATERNO-PESCARA	266	T.Cigno conf. F.so Morciano	0,02	0,02	
ATERNO-PESCARA	267	F. Pescara conf. F.so della Selva	5,38	6,54	
ATERNO-PESCARA	268	T.Cigno conf.T.Bonanno	0,01	0,01	
ATERNO-PESCARA	272	F. Pescara conf. T.Cigno	5,36	6,51	
ATERNO-PESCARA	280	F. Pescara confl.T.Alba	5,33	6,48	
ATERNO-PESCARA	283	F. Pescara confl. Il Fossatello	5,32	6,46	
ATERNO-PESCARA	296	F. Pescara conf. F. Lavino	5,31	6,45	
ATERNO-PESCARA	300	F. Pescara conf. F. Orta	5,17	6,28	
ATERNO-PESCARA	303	F. Pescara conf. F.so della Rota	4,63	7,94	
ATERNO-PESCARA	307	F. dei Colli conf. F.so della Rota	0,03	0,04	
ATERNO-PESCARA	309	F. so della Rota conf. Il Fossato	0,03	0,04	
ATERNO-PESCARA	315	F. Pescara conf.T.Arolle	4,6	7,89	
ATERNO-PESCARA	316	F.Lavino conf. F.so S.Angelo	0,05	0,06	
ATERNO-PESCARA	327	F.Pescara conf. F. Tirino	4,51	7,17	
ATERNO-PESCARA	329	F. Aterno a valle località Tione degli Abruzzi	0,71	1,01	
ATERNO-PESCARA	341	F. Pescara conf.Canestro	3,1	3,72	
ATERNO-PESCARA	343	F.Pescara conf. F. Aterno	2,93	3,52	
ATERNO-PESCARA	354	F. Aterno confl. F. Sagittario	2,22	2,64	
ATERNO-PESCARA	363	F. Aterno a valle località Molina Aterno	0,76	0,79	
ATERNO-PESCARA	372	Rio Scuro località Castelvecchio Subequo	0,02	0,03	P.N. Sirente Velino
ATERNO-PESCARA	373	R.Scuro località Castelvecchio Subequo	0,04	0,06	P.N. Sirente Velino
ATERNO-PESCARA	374	R.Scuro località Castelvecchio Subequo	0,02	0,03	P.N. Sirente Velino
ATERNO-PESCARA	511	F.Pescara in prossimità della foce	5,54	6,73	
ATERNO-PESCARA	522	F. Pescara a monte di Popoli	0,55	0,83	
ATERNO-PESCARA	527	F. Aterno a valle località Vallecupa	0,71	1,01	
BUONANOTTE	408	Foce T. Buonanotte	0,01	0,02	
BUONANOTTE	543	T. Buonanotte in prossimità della foce	0,01	0,01	
CASOLA	114	F.Casoli confl. F.so Riella	0,01	0,01	
CASOLA	117	Foce F. Casola	0,01	0,01	
CASOLA	120	F. Casola confl. F.so Sabbione	0,01	0,01	
CASTELLANO	15	T. Castellano confl. T. Il Rio 5 <sup>8</sup>			
CASTELLANO	33	T. Castellano confl. F.so di Olmeta <sup>8</sup>			
CASTELLANO	36	T. Castellano confl. F.so Riolo <sup>8</sup>			

<sup>8</sup> Per i valori di Q\* e DMV si rimanda alle valutazioni fatte dall'Autorità di Bacino del Tronto in corso di approvazione da parte del Comitato Istituzionale della stessa, a cui partecipano le regioni competenti (Marche, Abruzzo e Lazio).



CASTELLANO	52	Confl. Tra il Rio Castellano e il R. V. Castellana <sup>8</sup>			
CASTELLANO	71	R. V. Castellano <sup>8</sup>			
CASTELLANO	546	Rio Castellano <sup>8</sup>			
CERRANO	140	Foce F.so Cerrano	0,01	0,01	
CERRANO	508	F.so Cerrano in prossimità della foce	0,01	0,01	
FELTRINO	271	Foce F. Feltrino	0,04	0,05	
FELTRINO	289	F. Feltrino confl. F.so Spirito Santo	0,04	0,05	
FINO-SALINE	157	F.Fino conf. F.so Grande	0,1	0,14	
FINO-SALINE	159	F.Fino conf. T. Cerchiola	0,1	0,14	
FINO-SALINE	161	Foce F. Saline	0,47	0,85	
FINO-SALINE	162	F.Fino conf. F.so Petronico	0,14	0,19	
FINO-SALINE	174	F.Fino conf. T. Baricello	0,19	0,26	
FINO-SALINE	177	F.Fino conf. F.so dell'Odio	0,21	0,24	
FINO-SALINE	178	F.Fino conf. F.so Mordaco	0,22	0,26	
FINO-SALINE	180	F.Fino conf. F.so Cerchiolo	0,06	0,07	
FINO-SALINE	181	F.Fino conf. F.so Basile	0,22	0,26	
FINO-SALINE	182	F.Fino conf. F.so Mammaccio	0,23	0,44	
FINO-SALINE	188	T. Baricello, a monte conf. F. Fino	0,01	0,01	
FINO-SALINE	509	F. Saline in prossimità della foce	0,46	0,83	
FORO	220	Foce F. Foro	0,27	0,32	
FORO	231	F. Foro confl. T. Dendalo	0,27	0,32	
FORO	249	T. Dendalo confl. T. Venna	0,07	0,08	
FORO	257	F. Foro confl. F. Serrepenne	0,18	0,22	
FORO	273	T. Dendalo confl. F.so di Valle Cupa	0,03	0,04	
FORO	274	T. Dendalo confl. F.so di Turri	0,02	0,02	
FORO	285	T. Venna confl. T. La Venna	0,03	0,04	
FORO	302	F. Foro confl. T. Versola S. Angelo	0,14	0,17	
FORO	305	F. Foro confl. T. Versola S. Martino	0,13	0,16	
FUCINO	441	Canale Collettore località Luco Dei Marsi	1,05	1,26	
FUCINO	457	F. Gioenco a valle località Bisegna	0,15	0,23	P. N. N. d'Abruzzo Lazio e Molise
FUCINO	536	F. Gioenco a monte località Bisegna	0,03	0,05	P. N. N. d'Abruzzo Lazio e Molise
FUCINO	530	F. Gioenco a monte località Pescina	0,17	0,2	
FUCINO	531	F. Gioenco località Ortona Dei Marsi	0,16	0,24	P. N. N. d'Abruzzo Lazio e Molise
GIZIO	413	F.Sagittario conf. F. Gizio	1,16	1,39	
GIZIO	416	F.Gizio conf. F. Vella	0,63	0,76	
GIZIO	425	F.Vella conf. Rio S. Alberto	0,2	0,30	P. N. N. d'Abruzzo Lazio e Molise
IMELE	364	Foce F. Imele	0,22	0,26	
IMELE	396	F. Imele confl. F.so La Raffia	0,19	0,23	
LEBBA	348	Foce F. Lebba	0,01	0,02	SIC Punta Aderci - Punta della Penna
LEBBA	519	F. Lebba in prossimità della foce	0,01	0,01	



LEOMOGNA	545	F. Leomogna località Castelli	0,02	0,03	P.N. Gran Sasso Laga
LIRI	453	F. Liri confl. Canale Collettore	1,14	1,37	
LIRI	488	F. Liri a valle località Morino	1,29	1,55	
LIRI	500	Foce F. Liri	1,39	1,67	
LIRI	524	F. Liri località Civita D'Antino	1,22	1,46	
LIRI	525	F. Liri località San Vincenzo Valle Roveto	1,32	1,58	
LIRI	526	F. Liri località Balsorano Vecchio	1,35	1,62	
LIRI	549	F. Liri a monte località Civitella Roveto	1,19	1,43	
MAVONE	145	T. Mavone confl. T. Fiumetto	0,4	0,48	
MAVONE	156	T. Mavone confl. F. Leomogna	0,35	0,53	SIC Fiume Mavone
MAVONE	167	T. Mavone confl. F. Ruzzo	0,29	0,44	SIC Fiume Mavone
MAVONE	528	T. Mavone a monte Isola Del Gran Sasso	0,07	0,11	P.N. Gran Sasso Laga
MORO	261	Foce F. Moro	0,05	0,06	
MORO	275	T. Moro confl. F.so Del Mulino	0,04	0,05	
MORO	324	T. Moro	0,01	0,01	
NORA	244	T.Nora conf. F.so del Poggio	0,06	0,07	
NORA	246	T.Nora conf. F.so dei Capuccini	0,05	0,06	
NORA	251	T.Nora conf. T.Schiavone	0,04	0,05	
NORA	255	T.Nora conf. F.so Selva	0,02	0,02	
NORA	259	T.Nora conf. T.Negra	0,01	0,01	
NORA	510	T.Nora a valle località Vallemare	0,07	0,08	
ORTA	334	F.Orta confl. T.Farfengo	0,51	0,64	
ORTA	342	F.Orta confl. R.Maggio	0,51	0,73	
ORTA	349	F.Orta confl. F.Orfento	0,44	0,63	
ORTA	520	F.Orta località S.Valentino in Abruzzo Citeriore	0,54	0,70	
ORTA	534	F.Orta località Roccamariano	0,05	0,07	
OSENTO	325	Foce F. Oseno	0,05	0,06	
OSENTO	326	F. Oseno confl. F.so Ripari	0,05	0,06	
OSENTO	377	F. Oseno confl. F.so Ciripolle	0,03	0,04	
OSENTO	412	F. Oseno confl. F.so S. Barbara	0,02	0,02	
OSENTO	518	F. Oseno località Torino Di Sangro	0,04	0,05	
PIOMBA	155	T. Piomba, a monte confl. F.so del Gallo	0,03	0,04	
PIOMBA	158	T. Piomba confl. F.so del Gallo	0,04	0,05	
PIOMBA	160	Foce T. Piomba	0,05	0,06	
RAIO	240	T.Raio confl. F.so Genzano	0,06	0,07	
RAIO	242	T.Raio confl. F.so Passaturo	0,03	0,04	
RICCIO	234	Foce F.so Riccio	0,01	0,01	
RICCIO	516	F.so Riccio in prossimità della foce	0,01	0,01	
SAGITTARIO	521	F.Sagittario a valle località Roccasale	1,23	1,48	
SAGITTARIO	532	F.Sagittario a monte località Anversa degli Abruzzi	0,37	0,35	
SAGITTARIO	537	F.Sagittario a valle lago San Domenico	0,35	0,52	
SAGITTARIO	544	F.Sagittario a valle lago di Scanno	0,12	0,18	
SAGITTARIO	548	F.Sagittario a valle località Anversa degli Abruzzi	0,51	0,63	



SALINELLO	13	F. Salinello confl. Il Rio 4	0,06	0,07	
SALINELLO	18	F. Salinello confl. F.so Goscio	0,07	0,08	
SALINELLO	20	F. Salinello confl. F.so Grande	0,11	0,13	
SALINELLO	21	Foce F. Salinello	0,11	0,13	
SALINELLO	26	F. Salinello confl. Il Goscio	0,09	0,11	
SALINELLO	37	F. Salinello a monte località Civitella Del Tronto	0,01	0,02	P.N. Gran Sasso Laga
SALINELLO	506	F. Salinello a monte località Civitella Del Tronto	0,01	0,02	P.N. Gran Sasso Laga
SANGRO	313	Foce F. Sangro	2,55	3,29	
SANGRO	345	F. Sangro confl. T. Cerreto	2,51	2,99	
SANGRO	362	T. Gogna confl. F.so di Confine	0,02	0,03	R.N.R. Lago di Serranella
SANGRO	365	F. Avello confl. F.so La Valle	0,05	0,06	
SANGRO	366	F. Sangro confl. T. Appello	2,48	2,95	
SANGRO	371	F. Sangro confl. T. Pianello	2,46	2,93	
SANGRO	375	F. Sangro confl. T. Gogna	2,45	3,65	
SANGRO	378	F. Aventino confl. T. Laio	1,34	2,33	
SANGRO	381	F. Sangro confl. F. Aventino	1,37	2,04	
SANGRO	384	F. Aventino confl. T. Rio Secco	1,36	2,3	
SANGRO	387	F. Aventino confl. F. Avello	1,32	2,3	
SANGRO	392	F. Aventino confl. F. Verde	1,26	2,19	
SANGRO	436	T.S.Leo conf.F.Sangro a valle Lago di Bomba	1,02	1,21	
SANGRO	446	F. Aventino località Palena	0,41	0,49	
SANGRO	462	F. Sangro confl. T. Turcano	0,96	1,14	
SANGRO	463	F. Sangro confl. F.so Castelluccio	0,93	1,11	
SANGRO	467	T. Parella a valle località Pizzoferrato	0,01	0,02	P. N. N. Maiella
SANGRO	468	T. Parella a monte località Quadri	0,03	0,04	
SANGRO	471	F. Sangro confl. F.so Castellano	0,92	1,104	
SANGRO	472	T. Gogna confl. T. Parella	0,89	1,06	
SANGRO	493	F. Sangro località Ateleta	0,8	1,39	
SANGRO	498	F. Sangro confl. T. Rasine	0,76	1,32	
SANGRO	499	F. Sangro a monte località Villetta Barrea	0,24	0,35	
SANGRO	504	F. Sangro località Alfedena	0,56	0,86	
SANGRO	517	F. Sangro a monte della foce	2,55	3,29	
SANGRO	535	F. Sangro a monte confl. F. Aventino	1,06	1,26	
SANGRO	538	F. Aventino località Taranta Peligna	0,56	0,67	
SANGRO	539	F. Sangro località Pescasseroli	0,06	0,09	
SANGRO	540	F. Sangro località Pescasseroli	0,19	0,27	
SANGRO	541	F. Sangro località Villetta Barrea	0,28	0,40	
SANGRO	550	F. Sangro località lago di Barrea	0,52	0,80	
SANGRO	551	F. Sangro località Castel Di Sangro	0,58	1,01	
SINELLO	337	Foce F. Osento	0,16	0,24	R.N.R. Punta Aderci
SINELLO	355	F. Sinello confl. F.so Barbato	0,16	0,19	



SINELLO	385	F. Sinello confl. F.so Scerni	0,14	0,17	
SINELLO	405	F. Sinello confl. T. Cena	0,13	0,16	
SINELLO	410	F. Sinello confl. T. Peschiola	0,11	0,13	
SINELLO	428	F. Sinello confl. F. Tassarano	0,09	0,11	
SINELLO	445	F. Sinello confl. T. Torbido	0,05	0,06	
SINELLO	449	F. Sinello a valle di Montazzoli	0,05	0,06	
SINELLO	451	F. Sinello confl. T. Altosa	0,04	0,05	
TAVO	179	F. Tavo conf. F. Fino	0,45	0,86	
TAVO	198	F. Tavo conf. F.so Castelluccio	0,2	0,39	
TAVO	205	F. Tavo conf. T. Galiero	0,15	0,26	
TAVO	207	F. Tavo conf. F.so Moretto	0,19	0,37	
TAVO	215	F. Tavo conf. F.so del Canneto	0,16	0,28	
TAVO	217	Foce F.so S. Lorenzo	0,16	0,19	
TAVO	225	F. Tavo a monte di Farindola	0,01	0,01	
TAVO	529	F. Tavo a monte Lago di Penne	0,05	0,07	
TIRINO	304	F. Tirino conf. il Rio 2	0,09	0,14	P.N. Gran Sasso Laga
TORDINO	39	Foce F. tordino	0,29	0,35	
TORDINO	44	T. Misigliano confl. F.so Grande	0,03	0,04	
TORDINO	46	F. Tordino confl. F.so trifoni	0,29	0,35	
TORDINO	49	T. Fiumicino confl. F.so Ingrassio	0,04	0,05	
TORDINO	53	F. Tordino confl. T. Rovano	0,27	0,32	
TORDINO	54	F. Tordino conf F. Ceco	0,23	0,27	
TORDINO	55	F. Tordino a valle confl. F.so Mazzone	0,22	0,26	
TORDINO	56	F. Tordino confl. F.so Mazzone	0,22	0,26	
TORDINO	57	F. Tordino confl. F.so di Cordesco	0,24	0,29	
TORDINO	61	F. Tordino confl. F.so Raganello	0,21	0,25	
TORDINO	62	F. Tordino confl. R. Canale	0,21	0,25	
TORDINO	65	F. Tordino confl. F. Fiumicino	0,21	0,25	
TORDINO	79	F. Tordino confl. F. Cesa	0,05	0,08	P.N. Gran Sasso Laga
TORDINO	81	F. Tordino confl. F. Ciarelli Rivoletto	0,05	0,08	P.N. Gran Sasso Laga
TORDINO	85	F. Tordino confl. F. Vezzola	0,05	0,06	
TORDINO	89	F. Tordino confl. R. Verde	0,06	0,09	P.N. Gran Sasso Laga
TORDINO	92	F. Tordino confl. F.so Malvesi	0,03	0,05	P.N. Gran Sasso Laga
TORDINO	95	F. Tordino confl. F.so Ria	0,09	0,14	SIC Fiume Tordino (medio corso)
TORDINO	97	F. Tordino confl. F.so Fiumicello	0,08	0,12	SIC Fiume Tordino (medio corso)
TORDINO	107	F.so Fiumicello confl. F.so Riello	0,01	0,02	P.N. Gran Sasso Laga
TRIGNO	417	Foce F. Trigno <sup>9</sup>	0,26	0,31	

<sup>9</sup> Per il bacino del Trigno, bacino interregionale, le valutazioni effettuate tengono conto della sola porzione di bacino ricadente nel territorio regionale abruzzese.



TRIGNO	434	F. Trigno confl. F.so della Selva <sup>9</sup>	0,25	0,38	SIC Fiume Trigno (medio e basso Corso)
TRIGNO	443	F. Trigno confl. F. Treste <sup>9</sup>	0,25	0,38	SIC Fiume Trigno (medio e basso Corso)
TRIGNO	447	F. Treste località San Buono <sup>9</sup>	0,1	0,15	SIC Monti Frentani e Fiume Treste
TRIGNO	461	F. Trigno confl. T. Annetchia <sup>9</sup>	0,12	0,18	SIC Monti Frentani e Fiume Treste
TRIGNO	474	F. Treste località Carunchio <sup>9</sup>	0,06	0,09	SIC Monti Frentani e Fiume Treste
TRIGNO	476	F. Monnola località Celenza Sul Trigno <sup>9</sup>	0,02	0,02	
TRIGNO	477	F. Trigno confl. F. Monnola <sup>9</sup>	0,1	0,15	SIC Monti Frentani e Fiume Treste
TRIGNO	479	F. Trigno a monte confl. F. Monnola <sup>9</sup>	0,09	0,14	SIC Monti Frentani e Fiume Treste
TRIGNO	483	F. Treste confl. T. Vallone <sup>9</sup>	0,05	0,08	SIC Monti Frentani e Fiume Treste
TRIGNO	496	T Persana Località San Giovanni Lipioni <sup>9</sup>	0,02	0,02	
TRIGNO	497	F. Trigno conf. T. Persana <sup>9</sup>	0,07	0,08	
TRIGNO	501	T. Sente <sup>9</sup>	0,04	0,05	
TRIGNO	502	F. Trigno confl. T. Sente <sup>9</sup>	0,04	0,05	
TRONTO	1	Foce F. Tronto <sup>8</sup>			
TRONTO	19	Rio 3 conf. F. so il Vallone <sup>8</sup>			
TRONTO	69	R. V. Castellana conf. F.so V. Castellana <sup>8</sup>			
TRONTO	505	F. Tronto a monte della foce <sup>8</sup>			
TURANO	379	Foce F. Turano	0,14	0,17	
TURANO	382	F. Turano a monte località foce	0,14	0,17	
TURANO	393	F. Turano conf. F.so san Mauro e F.so Fioio	0,11	0,13	
VALLE GRANDE	294	Foce T. Fontanelli	0,03	0,04	
VALLE GRANDE	295	T. Fontanelli conf. F.so Valle Cupa	0,03	0,04	
VALLE GRANDE	297	F.so Valle Cupa conf. F.so Valle Carburo	0,01	0,02	SIC Fosso delle Farfalle
VALLELUNGA	200	Foce F.so Vallelunga	0,01	0,01	
VALLELUNGA	512	F. so Vallelunga in prossimità della foce	0,01	0,01	
VEZZOLA	74	F. Vezzola conf. T. Vezzola	0,03	0,04	
VEZZOLA	77	F. Vezzola conf. T. Rimaiano	0,05	0,06	
VIBRATA	7	Foce F. Vibrata	0,06	0,07	
VIBRATA	8	F. Vibrata confl. F.so Reomoro	0,06	0,07	
VIBRATA	9	F. Vibrata confl. F.so Rigliano	0,06	0,07	
VIBRATA	14	F. Vibrato a valle località Nereto	0,04	0,05	
VOMANO	91	Foce F. Vomano	0,98	2,00	
VOMANO	96	F. Vomano conf. F.so Pagliare	0,97	1,98	
VOMANO	101	F. Vomano conf. F.so Sanguinetto	0,95	1,94	
VOMANO	102	F. Vomano conf. F.so Saggio	0,94	1,92	
VOMANO	103	F. Vomano conf. F.so S. Stefano	0,89	1,07	



SERVIZIO ACQUE E DEMANIO IDRICO

VOMANO	104	F.Vomano conf. F.so Trentamano	0,89	1,07	
VOMANO	105	F.Vomano conf. F.so Monteverde	0,91	1,09	
VOMANO	108	F.Vomano conf. F.so delle Paludi	0,91	1,09	
VOMANO	109	F.Vomano conf. F.so Stamballone	0,93	1,90	
VOMANO	111	F.Vomano conf. F.so S. Lorenzo	0,92	1,10	
VOMANO	115	F.Vomano conf. F.so S. Antonio	0,88	1,06	
VOMANO	118	F. Vomano conf. F. Mavone	0,86	1,35	
VOMANO	119	F.Vomano conf. T. Rio	0,88	1,33	
VOMANO	122	F.Vomano conf. F.so di Spinno	0,43	0,80	
VOMANO	123	F.Vomano conf. F.so dello Zolfo	0,42	0,78	
VOMANO	126	F.so dell'Acerò conf. F.so di Piacoinolo	0,02	0,03	P.N. Gran Sasso Laga
VOMANO	127	F.Vomano conf. T. S. Mauro	0,42	0,78	
VOMANO	131	F.Vomano conf. F.so S. Marano	0,41	0,57	
VOMANO	143	F.so dell'Acerò conf. R. Fucino	0,06	0,09	P.N. Gran Sasso Laga
VOMANO	146	F.Vomano conf. F.so Venacquaro	0,35	0,42	
VOMANO	147	F. Vomano conf. R. Fucino	0,22	0,27	
VOMANO	148	F.Vomano conf. Rio S. Giacomo	0,37	0,51	
VOMANO	149	R. Fucino conf. F.so di Cesa Grande	0,05	0,08	P.N. Gran Sasso Laga
VOMANO	150	F.Vomano conf. T. Rocchetta	0,25	0,25	
VOMANO	153	F.so Venacquaro conf. R. Arno	0,07	0,11	P.N. Gran Sasso Laga
VOMANO	165	F.Vomano conf. F. Chiarino	0,21	0,29	
VOMANO	171	F.Vomano conf. F. so del Calacare	0,01	0,01	
VOMANO	507	F. Vomano in prossimità della foce	0,98	2,00	
VOMANO	547	Valle Lago di Campotosto	0,04	0,06	
VOMANO	552	F.Vomano a monte conf. F. Chiarino	0,21	0,252	





## 10. APPLICAZIONE DEL MODELLO MIKE BASIN

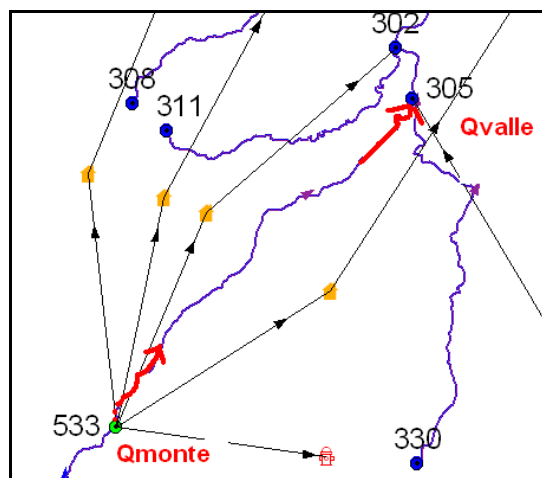
### 10.1 Risultati delle simulazioni

Al fine di predisporre il modello di analisi e valutazione del bilancio idrico è stata impiegata e messa a punto la *modellistica numerica "Mike Basin"*, relativa alla simulazione di bilancio e alla simulazione delle utenze, attraverso la quale sono stati valutati gli elementi quantitativi principali del bilancio idrologico a scala di Bacino.

I risultati ottenuti nell'ambito della redazione del PTA permettono al momento di evidenziare situazioni fluviali potenzialmente compromesse derivanti da deficit idrico. D'altra parte tuttavia, a causa della stima ipotizzata dei consumi e della schematizzazione delle utenze "caricate" nel modello, i risultati quantitativi devono essere considerati solo in termini relativi e funzionali alla definizione di interventi prioritari per i necessari approfondimenti.

In sintesi, il dato principale risultante dalla modellazione per i singoli tratti fluviali (branch) è rappresentato, in particolare, dalla portata in uscita dal nodo di monte.

Di seguito si riporta un esempio rappresentativo prendendo in considerazione il branch 533->305, compreso tra i nodi n° 533 (nodo di monte) e n° 305 (nodo di valle).



**Figura 15** Esempio di rappresentazione schema portate di monte/valle

I valori considerati sono:

- $Q_{monte}$  = portata in uscita dal nodo di monte;
- $Q^*_{monte}$  =  $Q^*$  del branch nel nodo di monte;
- $Q_{valle}$  = portata in arrivo al nodo di valle, proveniente dal nodo di monte;
- $Q^*_{valle}$  =  $Q^*$  del branch nel nodo di valle.



Occorre sottolineare che la portata  $Q_{monte}$  è influenzata dalle utenze che prelevano acqua dal nodo di monte, n° 533 in questo caso, mentre la portata  $Q_{valle}$  è la somma del valore assunto da  $Q_{monte}$  e dell'apporto tra i nodi n° 533 e n° 305. Pertanto la  $Q_{valle}$  non sente l'effetto delle utenze associate al nodo n° 305.

Per valutare l'effetto di tali utenze, occorrerebbe analizzare i risultati nel ramo successivo a quello considerato, ossia il branch 305->302 in questo caso.

## 10.2 Schede di bilancio di corpo idrico

I risultati dell'applicazione del modello sono stati sintetizzati su apposite schede riepilogative che riportano gli andamenti annuali delle seguenti grandezze caratteristiche:

- portata naturale - (**Qn**);
- componente idrologica del deflusso minimo vitale - (**Q\***);
- portata attuale - (**Qa**);
- disponibilità idrica - (**Di = Qa - Q\***);
- utenze

Dall'analisi di tali grandezze si possono avere delle indicazioni sulle criticità potenziali presenti a livello di ciascun bacino.

Su ogni scheda sono stati inseriti coefficienti che consentono la rapida individuazione dei corpi idrici in funzione dello stato di criticità quantitativa calcolato.

La prima analisi condotta per la redazione delle schede si è concentrata sulla scelta dei punti caratteristici e delle sezioni fluviali ove sintetizzare i risultati modellistici di bilancio, indicate come "*sezioni significative*". Sono stati, quindi, scelti i branches particolarmente interessanti sia per la posizione strategica (chiusure di Bacini, confluenze importanti, ecc), sia per l'alta criticità quantitativa.

Tuttavia, al fine di avere una maggiore sensibilità della distribuzione della criticità quantitativa su tutto il territorio regionale, si è ritenuto opportuno sintetizzare i risultati in schede riepilogative corrispondenti ai 510 branches in cui è schematizzata l'intera rete idrografica regionale.

Le schede riassuntive riportate in *APPENDICE 1 SCHEDE DI BILANCIO DI CORPO IDRICO*, sono state prodotte mediante una procedura scritta in linguaggio "Macro" di Microsoft Excel. Tale procedura è stata progettata "ad-hoc" per rappresentare al meglio i dati necessari per la redazione del PTA dal punto di vista quantitativo. Le macro EXCEL interrogano il database dei risultati generati dal Mike Basin.

Con riferimento all' *APPENDICE 1*, nella prima riga in alto di ogni scheda sono riportate le seguenti informazioni per una facile identificazione:

- *numero progressivo della scheda,*
- *nodo monte->nodo valle,*



- nome Bacino,
- descrizione idrografia dell'ubicazione del branch.

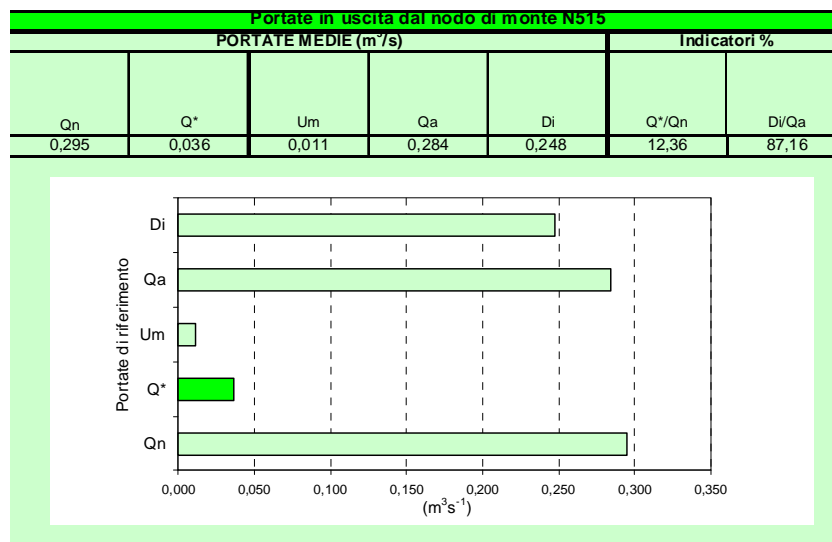
Per una rapida identificazione del contenuto di ogni scheda, ogni colore identifica univocamente una combinazione delle portate e dei volumi:

- anno (medio/scarso),
- portate (monte/valle).

Nella parte alta della scheda, una tabella riassume i risultati annui del bilancio per il tratto fluviale analizzato, per l'anno medio e per l'anno scarso, per le portate in uscita dal nodo di monte e per le portate in arrivo al nodo di valle del branch in esame.

Per avere una indicazione dell'andamento della disponibilità idrica, sono stati riportati nelle schede i grafici e le tabelle dei valori annuali di portata e di volume per le simulazioni medie e scarse, per le portate in uscita dal nodo di monte ed in arrivo al nodo di valle (provenienti dal nodo di monte).

Di seguito si illustra un esempio di grafico (*Figura 16*) riferito alle portate dell'anno medio.



**Figura 16** Anno medio, nodo di monte (n° 515): esempio delle portate in uscita dal nodo di monte (m<sup>3</sup>/s) calcolate dal modello ed inserite nelle schede di bilancio corpo idrico

Di seguito si riporta un esempio di una Scheda di Bilancio Corpo Idrico riferita alla chiusura del Bacino del fosso Arielli (branch 515 ->228).

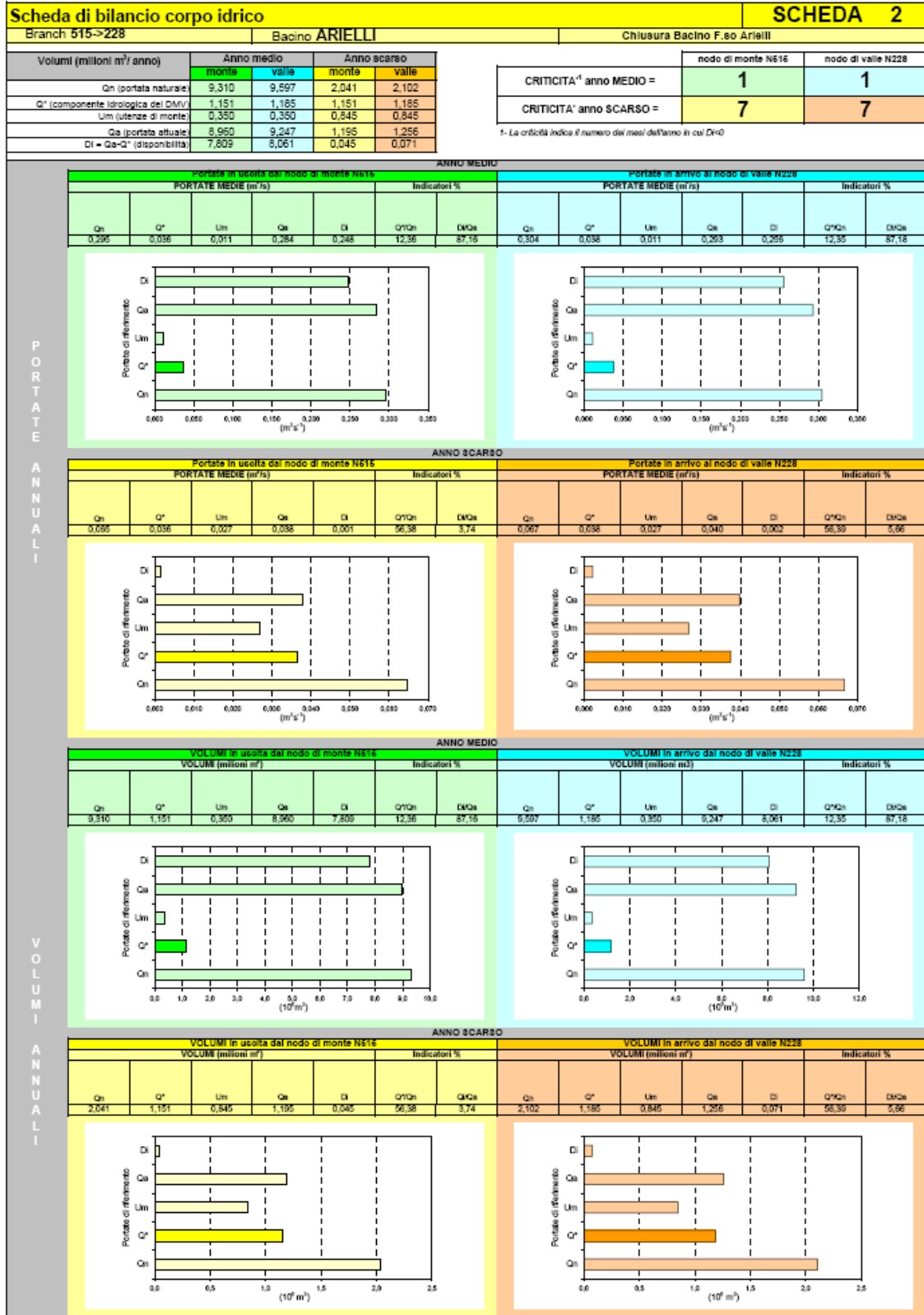


Figura 17 Esempio di scheda



### 10.3 Indici di criticità

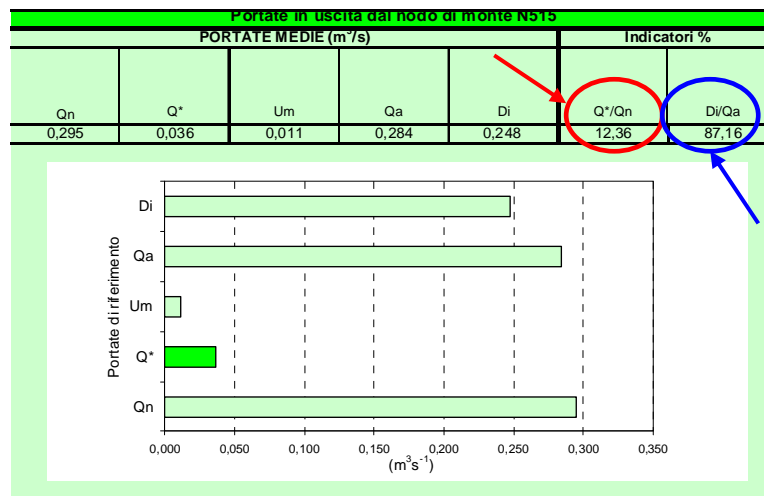
Per definire correttamente lo *stato di criticità quantitativa*<sup>10</sup> sono stati considerati i seguenti indicatori:

- il **numero dei mesi** in cui la portata attuale media risulta inferiore alla componente idrologica  $Q^*$  del DMV (vedi *Figura 18*)

	nodo di monte N515	nodo di valle N228
CRITICITA' <sup>1</sup> anno MEDIO =	1	1
CRITICITA' anno SCARSO =	7	7

*Figura 18* Stralcio di scheda

- Il rapporto percentuale tra la componente idrologica  $Q^*$  del DMV e la portata naturale  $Q_n$  (vedi *Figura 19* indicazione in colore rosso).
- Il rapporto percentuale tra la disponibilità idrica  $Di$  e la portata attuale  $Q_a$  (vedi *Figura 19* indicazione in colore blu).



*Figura 19* Stralcio di scheda

Lo studio di bilancio idrico ha consentito, in particolare, di individuare le criticità dei branches durante due ipotetici anni statistici: medio e scarso.

Dall'analisi, delle schede in APPENDICE 1 si deduce che alcuni Bacini idrografici (*Bacino del*

<sup>10</sup> La criticità indica il numero dei mesi dell'anno in cui  $Di < 0$



*Medio Sangro, Bacino del Liri, Bacino del Tavo-Saline, Bacino del Vomano, Sottobacino del T.Nora, Bacino del Trigno, Bacino del Salinello*) presentano limitatamente ad dei singoli tratti fluviali uno *stato di criticità quantitativa "elevato"*<sup>11</sup> per l'anno medio rispetto alla media regionale.

Occorre tener presente comunque, che questi indici evidenziano delle criticità relative, in confronto ad altri Bacini ed altri tratti, e non sono da considerare valori assoluti dal punto di vista del non raggiungimento del valore della componente idrologica  $Q^*$ .

In ogni modo, il quadro analitico delle criticità ottenuto nell'ambito della redazione del PTA è alla base della formulazione delle ipotesi di intervento di approfondimento degli aspetti conoscitivi, per poter analizzare con maggiore dettaglio tali criticità e definire, successivamente, interventi di tipo strutturale e non strutturale da attuare.

## 10.4 Conclusioni

La verifica dell'equilibrio del bilancio idrico su un Bacino idrografico ha tenuto conto degli elementi conoscitivi disponibili riguardo alle due componenti principali:

- l'andamento delle disponibilità, dipendente dal regime idrologico,
- la domanda idrica e le relative priorità di utilizzo.

E' da sottolineare che entrambi le componenti presentano un'ampia variabilità spazio-temporale che può alterare l'analisi di bilancio della risorsa media disponibile o residua.

E' da ricordare, inoltre, che i valori di criticità riscontrati nell'applicazione del Mike Basin si basano sulle portate calcolate ( $Q_a$ ) derivanti dall'utilizzazione di un modello applicato su scala regionale, suscettibile di miglioramento in termini di accuratezza e aggiornamento (sulla base di dati di maggior dettaglio disponibili nel corso del tempo). Per tale motivo le aree di criticità indicate dal modello sono da considerare come zone di "potenziale criticità" nell'ambito delle quali intervenire prioritariamente con misure orientate preliminarmente sull'approfondimento dello stato conoscitivo quantitativo (implementazione rete misure, maggiore definizione del catasto delle utenze e dei consumi).

Il lavoro, infatti, è stato condotto tenendo in considerazione tutte le informazioni disponibili nel momento in cui è stato implementato il modello<sup>12</sup>: nel caso in cui informazioni più dettagliate si rendessero disponibili, sarà possibile affinare ulteriormente la schematizzazione e le portate medie delle utenze in modo da ottenere indici che si avvicinino ai valori assoluti di criticità.

---

<sup>11</sup> Il numero dei mesi dell'anno (si considera l'anno medio) sia per nodo di monte che per il nodo di valle è maggiore o uguale a 4.

<sup>12</sup> I dati relativi al catasto delle utenze caricati e schematizzati nel Mike Basin sono riferiti all'anno 2004.



## 11. APPENDICE 1 – SCHEDE DI BILANCIO DI CORPO IDRICO

### BIBLIOGRAFIA

- <sup>a</sup> Vismara et Al "Deflusso Minimo Vitale: problematica ed esperienze italiane", *Ingegneria ambientale*, Vol. XXVIII, n.2, pp. 88-103; Bonomo L.; Vismara R. "Il deflusso minimo Vitale e la Qualità delle Acque"; I Piani di Tutela delle Acque, Politecnico di Milano, 2004; pp. 65-98;
- <sup>b</sup> Azellino A., Vismara R., Gentili G., (1999) "Applicazione della metodologia PHABSIM per la valutazione del Deflusso Minimo Vitale nelle principali aste fluviali delle Prealpi Lombarde" *IA Ingegneria Ambientale*, Vol. XXVIII N. 7/8;
- <sup>c</sup> Azellino A., Vismara R., Gentili G., (1999) "PQI, Pool Qualità Index, un nuovo metodo per la definizione del Deflusso Minimo Vitale nei torrenti" *IA Ingegneria Ambientale*, XVIII, N. 9, 1-17;
- <sup>d</sup> Federal Interagency Stream Restoration Working Group, *Stream Corridor Restoration Principles Processes and Practices*, October 2000;
- <sup>e</sup> Azellino A., Vismara R., Bosi R., Crosa G., Gentili G., (2001) "Habitat Suitability Curves for Brown trout (*Salmo Trutta Fario L.*) in the river Adda, Northern Italy: comparing univariate and multivariate approaches". *Regulated Rivers: Research & Management*, 17., (1), 37-50;
- <sup>f</sup> Hardy Thomas B., Williamson Sam, Waddle Terry J., 1997, "The theory and application of the Habitat Simulation System (PHABSIM) Lecture and Laboratory Manual";
- <sup>g</sup> Waddlle T. J., 2001, *PHABSIM for Windows: user's manual and exercises*. Fort Collins, CO, uS Geological Survey, Open-File Report 01-340, 288 pp;
- <sup>h</sup> Orth D. J., Leonard P. M., 1990, "Comparison of discharge methods and habitat optimization for recommending instream flows to protect fish habitat", *Regulated Rivers*, vol. 5, 129-138;
- <sup>i</sup> Carta ittica della Provincia di Chieti, Assessorato alla Pesca – Ecogest sas- Bioprogramm srl, 1998;
- <sup>j</sup> Carta ittica della Provincia di Teramo, Assessorato alla Pesca – Ecogest sas, 2005;
- <sup>k</sup> Regione Abruzzo, IZS dell'Abruzzo e del Molise, "Progetto pilota per la determinazione dei parametri biologici per lo studio del Deflusso Minimo Vitale (DMV) nel bacino del Sangro, 2004; "Determinazione dei parametri biologici per lo studio del Deflusso Minimo Vitale (DMV) nel bacino del Vomano", 2006; "Determinazione dei parametri biologici per lo studio del Deflusso Minimo Vitale (DMV) nel bacino del Fino-Tavo-Saline", 2006.
- <sup>l</sup> Regione Abruzzo, IZS dell'Abruzzo e del Molise, "Applicazione dei metodi ecoidraulici e metodi sperimentali complessi per la determinazione del deflusso minimo vitale (dmv) del Fiume Pescara" redatto dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" e "Applicazione dei metodi ecoidraulici e metodi sperimentali complessi per la determinazione del deflusso minimo vitale (dmv) del Fiume Aterno" redatto dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale".