



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
FACOLTÀ DI AGRARIA**

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

TESI DI LAUREA IN TECNOLOGIE FORESTALI E AMBIENTALI

*Metodologie per la stima del deflusso minimo vitale  
nei bacini alpini e loro applicazione.*

**RELATORE:  
PROF. VINCENZO D'AGOSTINO**

**LAUREANDA:  
AGOSTINELLI MARTA  
MATRICOLA N. 534461**

**ANNO ACCADEMICO 2008- 2009**



## Indice

Riassunto	1
Abstract	3
Introduzione	5
Capitolo I	
1    Importanza ambientale e idraulica del DMV	7
1.1 Premessa	7
1.2 Importanza del DMV per le varie funzionalità del corso d'acqua	9
1.2.1 Stato ecologico di un corpo d'acqua	12
1.2.2 Indicatori fisico-chimici e microbiologici	13
1.2.3 Indici biologici	14
1.2.4 Indici paesaggistici	23
Capitolo II	
2    Normativa dei paesi alpini sul DMV	27
2.1 Europa	27
2.2 Italia	30
2.3 Austria	33
2.4 Svizzera	34
2.5 Francia	36

## Capitolo III

3	Algoritmi per il calcolo del DMV	37
3.1	Metodi dei paesi alpini europei :Francia, Svizzera ed Austria	37
3.2	Algoritmi usati in Italia	37
3.2.1	Valle d'Aosta	37
3.2.2	Piemonte	39
3.2.3	Lombardia	40
3.2.4	Veneto	40
3.2.5	Trentino Alto Adige	41
3.2.6	Friuli Venezia Giulia	45
3.3	Algoritmi da applicare al torrente Cordevole	45
3.3.1	Algoritmo applicato dall'Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico	45
3.3.2	Metodo francese	46
3.3.3	Metodo svizzero	46

## Capitolo IV

4.1	Il bacino del torrente Cordevole	47
4.2	Svolgimento del lavoro	50
4.3	Applicazione degli algoritmi	53
4.3.1	Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico	53
4.3.2	Francia	56

4.3.3 Svizzera	58
4.4 Considerazioni e conclusioni	59
Bibliografia	63



Riassunto.

Questo lavoro si occupa del settore idrico nei paesi alpini e dell'analisi delle normative degli stessi nell'applicazione del deflusso minimo vitale.

Si analizzano gli importanti aspetti del deflusso minimo vitale collegati all'ecosistema fiume e ai metodi con cui si affronta la tematica del mantenimento dell'equilibrio ecologico e dinamico del corso d'acqua.

Partendo da un'analisi della normativa europea sull'argomento, si passa poi ad analizzare la normativa di Italia, Francia, Svizzera ed Austria sul deflusso minimo vitale, analizzando le diverse metodologie con cui ogni paese si preoccupa di individuare il DMV.

Si è deciso di applicare gli algoritmi individuati nelle rispettive normative ad un caso pratico: il torrente Cordevole. Situato in provincia di Belluno, è un bacino di 7,08 km<sup>2</sup> che presenta una stazione di rilievo delle portate a Vizza a quota 1820 m s.l.m. L'ARPAV di Belluno Ufficio Idrologia ha messo a disposizione i dati relativi alle portate rilevate negli ultimi 9 anni. Scelti tre anni di condizioni differenti, 2002, 2003, 2005, sono state individuate le portate medie e in seguito sono stati applicati gli algoritmi per individuare la portata di minimo deflusso vitale. Trovando così che lo Stato che affronta in modo più cautelativo il problema è la Svizzera, mentre la Francia è la nazione che rilascia una portata di quantità inferiore. L'Italia, rilasciando una quantità inferiore a quella proposta dalla Svizzera, rilascia comunque una portata di deflusso minimo vitale che tutela la risorsa acqua.





Abstract.

This work deals with the water sector in the Alpine countries and the analysis of law of minimum flow.

It analyzes the important aspects of the minimum flow and the river ecosystem related to the methods used to deal the issue of maintaining the ecological balance and dynamic of the river.

Starting from an analysis of European legislation on the subject, it then goes to analyze the legislation of Italy, France, Switzerland and Austria on minimum flow, analyzing the different methods by which each country is concerned to locate the DMV. It was decided to apply the algorithms identified in respective law in a case study: the creek Cordevole. Placed in the province of Belluno, has an area of 7.08 km<sup>2</sup>, which has a station where take off the flow in Vizza at 1820 m s.l.m.

The ARPAV Belluno has provided data on flow rates recorded over the past 9 years. Selected three years in different conditions, 2002, 2003, 2005, were identified flow medium and then were applied the algorithms to detect the minimum flow. Finding that the state facing a more precautionary approach to the problem is Switzerland, while France is the state issuing a range of less.

Italy, issuing an amount less than that proposed by Switzerland, however, issuing a range of minimum flow that protects the water resource.



## **Introduzione.**

A partire dall'inizio dell'800 la crescente antropizzazione nei paesi più sviluppati ha portato numerosi cambiamenti all'ambiente naturale. L'aumento demografico ha determinato l'ampliamento delle zone urbanizzate causando l'omogeneizzazione del paesaggio, l'espansione sempre maggiore di superfici ad uso agricolo con conseguenti modifiche del territorio e riduzione delle aree ad elevato valore naturalistico.

Ciò ha determinato l'alterazione sostanziale degli ecosistemi con pesanti conseguenze sulla popolazione vegetale ed animale, danneggiando le condizioni che permettevano la conservazione della biodiversità. (Saccardo, 1996)

Inevitabilmente tutto questo si è ripercosso anche sull'ambiente fluviale.

L'ecosistema di un corso d'acqua dipende da un interscambio di relazioni tra il fiume e gli habitat che si susseguono, dalla sorgente fino alla foce; gli equilibri che si determinano da questo interscambio sono però facilmente compromessi dall'intervento antropico.

L'uomo ha cercato di assoggettare il fiume alle proprie esigenze, deviandone il corso originale e/o modificandone la portata. La realizzazione di opere di derivazione e di ritenuta a scopi idroelettrici, irrigui ed idropotabili hanno mutato in modo significativo il deflusso delle acque e hanno comportato evidenti variazioni nei parametri idrologici con ripercussioni su tutto l'ambiente fluviale. (Marobin, 2009)

In particolare, gli usi dell'acqua riducono le portate medie annue, alterano la stagionalità e la naturalità dei deflussi e riducono l'entità delle piene imponendone una pulsazione innaturale.



## Capitolo I

### 1 Importanza ambientale e idraulica del DMV.

#### 1.1 Premessa.

Nei decenni passati, prelievi eccessivi hanno condotto certi fiumi in condizioni critiche, tanto che alcuni di essi sono stati irreversibilmente compromessi (PGUAP, 1986).

Ciò ha indotto molti paesi europei ad aprire una discussione su questa problematica. È così che si è arrivati a formulare delle leggi per evitare che biocenosi tipiche andassero compromesse in modo definitivo. L'argomento è stato analizzato nei singoli paesi in vari modi negli anni precedenti alla formazione di una direttiva comunitaria. Sono state emendate leggi a favore della risorsa acqua, del riconoscimento della sua importanza vitale e della sua crescente potenzialità energetica. (PGUAP, 1986).

La necessità di salvaguardare l'acqua, bene fondamentale per la sopravvivenza della vita, è stato il motore che ha fatto azionare l'importante meccanismo della tutela delle risorse idriche. Dapprima concentrandosi sulla tutela della sola risorsa acqua, poi della protezione degli ecosistemi che si sono sviluppati lungo i corsi d'acqua, nelle vicinanze dei laghi e più in generale vicino all'acqua.

L'ecosistema fluviale è un ecosistema che si snoda per chilometri, attraversando ambienti quanto mai vari e diversi, passando dal semplice torrente di montagna fino ad assumere l'aspetto di un grande fiume di pianura. La consapevolezza dell'importanza della risorsa idrica per l'uomo, per l'ambiente e per l'equilibrio ecologico ha portato alla realizzazione di interventi volti a mantenere stabili certe condizioni e ad intervenire dove le condizioni erano state compromesse. Gli studi nel campo hanno rilevato che uno degli elementi più alterati in un fiume a causa delle opere di ritenuta è la portata, e di conseguenza tutto ciò che è direttamente collegato a questa. Varia la turbolenza, la tipologia dei sedimenti, la composizione chimica dell'acqua, la diversità morfologica dell'alveo. (Marobin, 2009).

La riduzione dei deflussi comporta effetti diretti e indiretti. Alla prima categoria si riconducono danni quali la riduzione dell'ambiente fisico, dell'ambiente acquatico, delle superfici del fondo, dell'impoverimento faunistico. Ai danni indiretti si ricollegano invece, la riduzione delle risorse idriche superficiali e profonde potabili e la modifica della capacità di autodepurazione del corso d'acqua.

Si è giunti a stabilire e definire un importante concetto per la dinamica fluviale, quello del DMV, Deflusso Minimo Vitale. Il concetto di deflusso minimo vitale viene introdotto per la prima volta in Italia con la legge 183/89 ed è stato così definito con una legge successiva, il DM 28/07/04 nell'allegato 1, paragrafo 7.1: "il 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, delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque, nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali".

Con la salvaguardia delle caratteristiche fisiche si vogliono mantenere le tendenze evolutive naturali anche nel caso in cui vi siano delle variazioni artificiali nel tirante idrico, nella portata e nel trasporto solido.

La salvaguardia delle caratteristiche chimico-fisiche vuole preservare la qualità dell'acqua e la sua naturale capacità di auto depurazione.

Infine la salvaguardia delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali si prefigge l'obiettivo di mantenere le comunità caratteristiche dell'area interessata considerando i diversi stadi vitali di ciascuna specie. (Saccardo, 1996).

Con il DMV ci si prefigge di garantire l'integrità ecologica del corso d'acqua con particolare riferimento alla tutela della vita acquatica e permettere la salvaguardia della struttura naturale; assicurare un equilibrato utilizzo salvaguardando le esigenze di soddisfacimento dei diversi fabbisogni sotto il profilo qualitativo e quantitativo, tutelare l'equilibrio del bilancio idrico e idrogeologico.

L'attenzione posta al deflusso minimo vitale ha avuto rilevanza notevole perché con questo si cerca di mantenere le condizioni iniziali createsi naturalmente lungo un fiume. Altresì ci si è resi conto che il rilascio di acqua sarebbe opportuno fosse il più naturale possibile, cioè che il rilascio di acqua rispettasse quello che era il regime del bacino prima che venisse posta una derivazione sull'alveo. La sua definizione e attuazione sono fondamentali sotto molti aspetti non solo da un punto di vista acquatico e diventa di un'importanza vitale per tutto ciò che circonda l'alveo del fiume. Il rilascio di un quantitativo minimo di acqua rende possibile il mantenersi di svariate condizioni. La presenza dell'acqua determina il protrarsi delle condizioni necessarie per la vita, ad esempio dei pesci, per la loro riproduzione e per il protrarsi della specie in quelle condizioni.

Bisogna anche considerare che il corso d'acqua non è un'entità ferma ed immutabile ma è oggetto di continui mutamenti. Quindi il DMV deve essere calcolato riconoscendo la dinamicità fluviale. Questo comporta un'attenta analisi del corso d'acqua ricordando che è un soggetto fortemente legato all'ambito stagionale e strutturale. La stagionalità dei corsi d'acqua è evidente, soprattutto su corsi di dimensioni limitate, a seconda del periodo possiamo avere periodi di magra o di presenza costante di acqua. In ambito strutturale varia a causa dell'intervento antropico, a seconda delle esigenze umane il fiume è stato sottoposto a interventi più o meno invasivi che possono averne modificato in modo sostanziale le caratteristiche preesistenti.

## **1.2 Importanza del DMV per le varie funzionalità del corso d'acqua.**

Il corso d'acqua è un'entità in continuo cambiamento con un susseguirsi di stati di equilibrio diversi e temporanei in continua evoluzione. La degradazione fluviale che possiamo riscontrare è legata soprattutto a interventi di edificazione all'interno delle aree di espansione dei corsi d'acqua, alla riduzione progressiva della vegetazione ripariale per convertire i terreni ad agricoltura intensiva, all'estrazione di inerti dall'alveo (ghiaia e sabbia), a derivazioni di quantitativi significativi di acqua.

L'immediato riscontro di questi interventi è la mutazione paesaggistica del territorio e dei luoghi circostanti l'alveo.

Le mutazioni più pericolose della situazione si sono riscontrate sulla qualità dell'acqua e sul mantenimento di equilibrati flussi di nutrienti e di sedimenti. Il tutto si ripercuote sulla popolazione vegetale e animale che vive nel fiume e attorno ad esso o in funzione di esso. Se il corso d'acqua si trova in condizioni buone ospiterà una ricca varietà di organismi vegetali e animali in grado di utilizzare le risorse a disposizione in un assetto di equilibrio.

All'interno dei corsi d'acqua possiamo individuare dei cambiamenti di tipo strutturale e di tipo stagionale. Le modifiche strutturali sono legate a processi di inquinamento e di trasformazione del territorio; le modifiche stagionali sono legate a fattori climatici ricorrenti.

La vegetazione ripariale costituisce un importante elemento dei corsi d'acqua: ha un grande valore naturalistico e condiziona i corsi d'acqua regolandone nutrienti e la struttura dei sistemi acquatici. Sono formazioni azonali, cioè vegetazione di habitat particolari dove i fattori abiotici prevalgono sugli elementi climatici zonal. Rivestono molta importanza perché la loro presenza può incidere notevolmente sulla dinamica fluviale. Durante periodi di magra prolungati possono espandersi sul letto del fiume e andare così ad occupare la zona principale dell'alveo ostruendo e complicando il deflusso del fiume. Inoltre l'accumulo di radici, rami e tronchi condizionano fortemente il deflusso dell'acqua causando seri problemi nel momento della piena.

Importanti variazioni introdotte artificialmente in un corso d'acqua possono determinare dei rilevanti cambiamenti nella dinamica fluviale, nell'assetto biologico, nella qualità chimico-fisica dell'acqua e nella fruibilità paesaggistica e turistico - ricreativa del corso d'acqua. Dal punto di vista biologico una perturbazione del sistema fluviale comporta una riduzione o la scomparsa delle specie maggiormente sensibili ai cambiamenti e alla dominanza di quelle specie più resistenti agli inquinanti e alle modifiche strutturali. Ne consegue una diminuzione di complessità dell'ecosistema, cioè perdita della biodiversità.



Di fronte al sistema fiume ci si trova ad affrontare un campo di notevole complessità e risulta non immediato capire a fondo le sue dinamiche e intervenire nel modo più appropriato. L'esigenza primaria è quella di garantire la sicurezza idraulica che si riflette nel lasciare al fiume un'adeguata area di espansione. Nella pianificazione territoriale la presenza del fiume complica leggermente le cose, bisogna intervenire subito per garantire la necessaria sicurezza della popolazione.

1) Dove possibile è fondamentale individuare la fascia di pertinenza fluviale, cioè quell'area che va lasciata libera, dove si possono svolgere tre funzioni essenziali. La prima riguarda l'espansione idrologica che possa contenere efficacemente e stoccare la piena; la divagazione geomorfologica; processi di autodepurazione.

2) Garantire il minimo deflusso vitale.

3) Rinaturalizzare e riqualificare le sponde e gli alvei.

4) Assicurare la qualità delle acque.

Gli interventi di sistemazione idraulica sono necessari in certe zone dove la pressione antropica è notevole, si cerca di renderli paesaggisticamente invisibili fermo restando che la loro efficacia permanga.

Nel 1976 viene introdotta in Italia una legge, nota come legge Merli, contro l'inquinamento che però introduce dei parametri di misurazione per una sola componente ambientale, l'acqua. Ci si è resi conto successivamente che questa norma era incompleta in quanto bisognava tutelare il sistema nel suo complesso non solo nel suo elemento principale.

In particolare, l'accresciuto livello socio-culturale e la diffusa consapevolezza dell'importanza della tutela dell'ambiente in relazione alla qualità della vita, avevano evidenziato le molteplici implicazioni che avevano le acque interne considerate non come elemento a se stante, ma facenti parte integrante dell'ambiente circostante e degli svariati usi che se ne potevano fare.

Uso dell'acqua:

-classico: civile, irrigazione, industria, energia.

-ambientale e ricreativo: soggiorno turistico, pesca, canoa...

Ciò comporta una nuova visione dell'insieme del sistema fluviale. Necessita di un'adozione di iniziative per il mantenimento della qualità delle acque, per la salvaguardia e la valorizzazione del paesaggio, la conservazione degli ecosistemi e della biodiversità.

Quindi il DMV va ad assumere vari importanti ruoli all'interno del mondo acquatico correlato al corso di un fiume che è opportuno analizzare singolarmente.

### 1.2.1 Stato ecologico di un corpo d'acqua.

Dal punto di vista ecologico il mantenimento di un deflusso minimo vitale diventa di importanza notevole per quanto riguarda la salvaguardia delle condizioni che si ritrovano lungo il corso d'acqua. Più importante ancora è che questo deflusso venga rilasciato in modo adeguato compatibilmente con quelle che erano le piene naturali del corso d'acqua per far sì che si mantengano inalterati gli ecosistemi che si sono sviluppati lungo lo stesso.

Gli ecosistemi sono unità distinte nello spazio in cui si realizzano flussi di energia e di materia che determinano la sopravvivenza e la naturale evoluzione degli organismi, organizzati in comunità più o meno diversificate, formate da più popolazioni di individui della stessa specie, la cui distribuzione dipende dall'equilibrio dinamico che si viene a creare tra componenti abiotiche (habitat) e biotiche (comunità animali, vegetali e microbiche).

Per Stato Ecologico di un corpo idrico naturale s'intende l'espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali, distinte dalla Direttiva Quadro 2000/60/CE in 4 categorie: fiumi, laghi,

acque di transizione, acque costiere. Per i corsi d'acqua naturali prevede una classificazione ecologica attraverso il confronto del sistema fluviale con una situazione di riferimento inalterata ed ideale andando a rilevare quelli che sono gli scostamenti da questa condizione ideale. Lo stato ecologico viene valutato attraverso delle metodologie che cercano di essere le più oggettive possibile: ci sono metodologie analitiche (fisico-chimiche e microbiologiche) alle quali sono state affiancate degli strumenti conoscitivi per poter giudicare la qualità ambientale dei corsi d'acqua in questione (Di Fidio, Bischetti, 2008). Con la direttiva 2000/60/CE si impone agli stati membri una nuova programmazione di gestione dei bacini. Prevede che si valutino le caratteristiche qualitative e quantitative dei corsi d'acqua e che si fissino degli obiettivi temporali di riqualificazione di quelle aree riconosciute come degradate. Da qui la necessità di avere dei criteri oggettivi per misurare la qualità dei corsi d'acqua. Il significato di "corso d'acqua" ha subito un'evoluzione dal punto di vista della tutela e della normativa. Infatti, se inizialmente era considerato solo la risorsa acqua, con il passare degli anni si è giunti a considerare il bene nel suo complesso con tutto ciò che lo circonda. Da qui l'importanza del corso d'acqua e di tutto l'ambiente circostante, della vita che si è sviluppata nel fiume e nei pressi dello stesso. Per il mantenimento delle specie che si sono sviluppate in date condizioni il DMV assume importanza perché il suo rilascio permette il mantenimento di una popolazione vegetale o animale che ha trovato in quella zona il posto ideale dove vivere. Per non parlare delle popolazioni ittiche e acquatiche che necessitano della presenza di acqua per la loro sopravvivenza.

### 1.2.2 Indicatori fisico-chimici e microbiologici.

La sensibilità verso il mondo naturale e la comprensione dell'importanza del bene natura ha portato, a partire dal secolo scorso, ad una successione di leggi per la tutela del bene. Per quanto riguarda la protezione dell'acqua, inizialmente ci si è concentrati esclusivamente sulla sua tutela. Quindi i primi studi e interventi eseguiti hanno analizzato il problema fisico, chimico e microbiologico. Ci si concentrò sulla torbidità,

la temperatura, i nutrienti, i metalli pesanti presenti, e dal 1976, con la legge Merli, si avviò un programma di risanamento dei corsi inquinati. (Di Fidio, Bischetti, 2008).

Queste metodologie non rappresentano a pieno lo stato di salute dell'acqua perché il risultato che si ottiene con il campionamento indica solo un dato momentaneo, un rilievo istantaneo influenzato dalle condizioni del corso d'acqua in quel momento (piena o magra) che non può certo ricostruire le condizioni dello stesso negli anni passati. Sono sicuramente rilievi importanti ma devono essere considerati e valutati nel complessivo coadiuvandosi con altre metodologie che hanno lo scopo di approfondire e mettere in evidenza quegli aspetti che il metodo fisico-chimico e microbiologico non riescono a rilevare.

### 1.2.3 Indici biologici.

Si è aperta una discussione, seguente alla legge del 1976, sulla necessità di non tutelare solo l'acqua ma di proteggere anche l'intero sistema fluviale. Per fare ciò si è ricorso a strumenti di misurazione della qualità delle acque attraverso metodi chimici e batteriologici e successivamente affiancando metodi di rilievo della presenza di organismi vegetali o animali, ossia l'individuazione di indicatori biologici o bioindicatori.

Iserentant e De Sloover (1976) definiscono come bioindicatore “un qualsiasi organismo o sistema biologico usato per valutare una modificazione della qualità dell'ambiente, qualunque sia il suo livello di organizzazione e l'uso che se ne fa. Secondo i casi il bioindicatore sarà una comunità, un gruppo di specie con comportamento analogo, una specie particolarmente sensibile (specie indicatrice), oppure una porzione d'organismo (organi, tessuti, cellule) o anche una soluzione d'estratti enzimatici.” (Sartori, 1998).

I bioindicatori vengono usati per identificare il livello qualitativo dell'intero corpo idrico. Infatti, se i metodi chimici e batteriologici permettono di rilevare dei mutamenti di tipo chimico della qualità dell'acqua, i metodi legati all'analisi degli indicatori

biologici permettono di conoscere le popolazioni di macroinvertebrati presenti nel fiume e se queste hanno subito delle modifiche negli anni precedenti. L'ambiente acquatico è la sede di popolazioni di macroinvertebrati, molluschi, crostacei, insetti (larve in particolare), di dimensioni ridotte, dai 0,5 mm a qualche cm di lunghezza. Questi formano le popolazioni bentoniche, ossia quelle popolazioni che vivono sul fondo del corso d'acqua, ancorate ai sassi o sotto la sabbia o su parti vegetali. Le popolazioni di macroinvertebrati sono facilmente campionabili e classificabili, ma soprattutto, sono sensibili in maniera differente alle alterazioni che si possono verificare in un corso d'acqua. Hanno una caratteristica fondamentale, quella di avere un ciclo vitale sufficientemente lungo da poter analizzare le eventuali alterazioni che si sono verificate durante gli anni precedenti. La combinazione di queste caratteristiche consente di studiare le popolazioni e tramite queste rilevare le alterazioni che si sono verificate nel fiume. Infatti ogni singola specie reagisce in modo differente all'alterazione, ci sarà una specie più sensibile e una che resiste meglio. Quindi dall'analisi delle specie presenti si può determinare se il corso d'acqua sta evolvendo verso una situazione di semplificazione dell'ecosistema con conseguente perdita della biodiversità o se invece le condizioni stazionali sono tali da poter mantenere inalterato l'ecosistema.

Sono stati proposti vari tipi di indici che permettono di analizzare gli indicatori biologici e le variazioni del corso del fiume.

Tra questi i più importanti sono IBE e IFF. I metodi chimici e microbiologici limitano il campo di indagine all'acqua fluente, gli indici biotici (IBE) analizzano l'alveo bagnato e l'IFF analizza l'intero sistema fluviale.

**IBE:** Indice Biologico Esteso. È un metodo che permette di esprimere un giudizio sulla qualità delle condizioni ambientali di un corso d'acqua conoscendo le popolazioni presenti nello stesso. Infatti un corso d'acqua non inquinato è caratterizzato dalla presenza di specie sensibili all'inquinamento, in quello inquinato invece ci sarà la presenza delle specie più resistenti. Di conseguenza la biodiversità

delle popolazioni bentoniche dipende direttamente dalla qualità dell'acqua e dalla diversità e qualità del substrato. (Di Fidio, Bischetti, 2008). Una variazione della qualità, che può essere inteso in negativo o in positivo; si ripercuote rapidamente sulla biodiversità delle popolazioni presenti. Questo permette di ottenere l'Indice Biotico Esteso, modificato da Ghetti nel 1997, che, attraverso cinque classi espresse in numeri romani, indica la qualità del fiume. L'IBE classifica la qualità di un fiume attraverso una scala che va da 1, che corrisponde al massimo degrado, a 12-13 (tab.1.2.1), che rappresenta invece il livello ottimale. Per calcolare l'indice si usa una tabella a doppia entrata, in cui nella prima entrata orizzontale sono riportate le Unità Sistematiche che, da sinistra a destra, indicano una minore sensibilità all'inquinamento. Nella seconda entrata sono riportate le Unità Sistematiche che sono state rilevate nella zona sottoposta ad analisi. L'incrocio tra l'entrata orizzontale e quella verticale porta ad individuare un numero che rappresenta la risposta della comunità di organismi alla qualità del corso d'acqua.

È un metodo importante perché, affiancato alle metodologie chimiche e fisiche permette di avere un quadro complessivo della situazione fluviale. I metodi chimici forniscono un'indicazione puntuale, quindi non sono in grado di rilevare un'eventuale alterazione saltuaria, mentre le popolazioni macrobentoniche hanno una memoria storica e il ciclo vitale sufficientemente lungo permette di rilevare lo scarico saltuario. (Patrìti, Sartoretto,2006).

CLASSI DI QUALITÀ	VALORI IBE	GIUDIZIO DI QUALITÀ	COLORE
CLASSE I	10 - 11 - 12	Ambiente non alterato in modo sensibile	Blu
CLASSE II	8 - 9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	Verde
CLASSE III	6 - 7	Ambiente alterato	Giallo
CLASSE IV	4 - 5	Ambiente molto alterato	Arancione
CLASSE V	0 - 1 - 2 - 3	Ambiente fortemente degradato	Rosso

Tab. 1.2.1 Classi di qualità secondo il metodo IBE, basato sullo studio delle comunità bentoniche (Patrìti, Sartoretto,2006).

**IFF:** Indice della Funzionalità Fluviale. Fornisce indicazioni precise per orientare nel modo migliore gli interventi di riqualificazione e stimarne preventivamente l'efficacia. È un buon metodo usato sia come indice di stato dell'ambiente, sia come strumento di cambiamento. Fornisce valutazioni sintetiche sulla funzionalità fluviale, informazioni sulle cause del deterioramento e indicazioni su come orientare gli interventi di riqualificazione e stimarne l'efficacia. Obiettivo principale per cui si applica questo indice è quello di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la sua funzionalità. Deve però essere preceduto da uno studio preventivo dettagliato della zona dove si interviene: bisogna considerare la cartografia del tratto, la carta della vegetazione, le foto aeree, la morfologia del bacino, il regime idrico, la presenza e tipologia di derivazioni e di scarichi, se disponibili dati recenti sui monitoraggi IBE, faunistici o floristici relativi alle comunità acquatiche, se disponibili dati riguardanti eventuali rilievi precedenti. Con il metodo IFF si prendono in esame tratti omogenei dei corsi d'acqua e si analizzano vari aspetti seguendo la scheda con le relative domande. Si procede quindi con la compilazione in campo della scheda percorrendo le rive del tratto scelto da valle verso monte e cambiando scheda quando varia una delle caratteristiche osservate. Le caratteristiche da rilevare riguardano le fasce di vegetazione ripariale che si trovano sulle rive (tipologia, ampiezza, continuità), la conformazione delle rive e dell'alveo, strutture di ritenzione dell'alveo, erosione, macrofite presenti nell'alveo, detrito (stato di degradazione della sostanza organica), comunità macrobentonica. Ad ogni domanda della scheda si risponde con una delle quattro risposte predefinite. A queste sono poi assegnati dei pesi numerici raggruppati in 4 classi (massimo 30, minimo 1), che esprimono le differenze funzionali delle singole risposte. Gli aspetti sono sottoposti ad una approfondita valutazione che porta alla formazione di un indice che va da un minimo di 14 ad un massimo di 300. I dati elaborati sul campo sono raggruppati in 5 livelli di funzionalità (tab. 1.2.2). Nel metodo sono previsti anche dei livelli intermedi per rendere più graduato il passaggio tra un livello e quello seguente. Ai livelli vengono poi assegnati dei colori che vengono riportati su carte con il fine di realizzare una mappa della funzionalità fluviale utile e di facile comprensione. ("Sellustra life", 2003)

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITA	GIUDIZIO DI FUNZIONALITA'	COLORE	
261 – 300	I	elevato	Blu	
251 – 260	I - II	elevato - buono	Blu	Verde
201 – 250	II	buono	Verde	
181 – 200	II - III	buono - mediocre	Verde	Giallo
121 – 180	III	mediocre	Giallo	
101 – 120	III - IV	mediocre - scadente	Giallo	Arancione
61 – 100	IV	scadente	Arancione	
51 – 60	IV - V	scadente - pessimo	Arancione	Rosso
14 - 5°	V	pessimo	Rosso	

Tab. 1.2.2 valori e livelli dell'Indice di Funzionalità Fluviale con i relativi colori e gradi di funzionalità. ("Sellustra life", 2003)

**BMWP<sub>s</sub>**. Biological Monitoring Working Party-score. È un metodo che è stato sviluppato in Gran Bretagna per valutare la qualità biologica delle acque. Il punteggio viene calcolato sommando i punti attribuiti alle famiglie di organismi ritrovati durante il rilievo. Ai corsi d'acqua studiati saranno assegnati dei punteggi di tolleranza che andranno a identificare il livello di pulizia dei fiumi. Su una scala da 1 a 10 agli organismi più sensibili alle variazioni verranno assegnati punteggi più elevati, mentre quelli più tolleranti agli inquinanti verrà assegnato un punteggio basso. Quando il totale delle somme sarà superiore a 100 vorrà significare che la qualità del corso d'acqua è buona.

Dato che la tipologia fluviale influenza il risultato, i punteggi di riferimento dei *taxa* sono stati ridefiniti. Infatti, dividendo il risultato del BMWP<sub>s</sub> per il numero totale dei *taxa* individuati si otterrà un'indicazione della sensibilità media degli organismi presenti in un campione. Questo viene indicato con *Average Score Per Taxon*.

Il monitoraggio biologico di lavoro è un metodo utilizzato per la misurazione della qualità delle acque servendosi della presenza o meno di specie di macroinvertebrati. Come gli altri metodi, anche questo si basa sul principio che i macroinvertebrati



presenti naturalmente in un corso d'acqua sono sensibili in modo differente agli inquinanti. Il punteggio più basso sarà 1 su una scala da 1 a 10 e sarà assegnato a quei corsi d'acqua dove si ha il più basso numero di macroinvertebrati.

**RBP<sub>s</sub>**: Rapid Bioassessment Protocols. Il protocollo d'indagine rapida è un metodo che si basa sull'idea che la struttura fisica dell'habitat, la qualità chimica delle acque ed elementi biologici siano in relazioni tra loro. Questo metodo prevede di seguire una procedura per valutare l'habitat fisico e del biota, sia in termini di macroinvertebrati bentonici che perifiton e pesci. Quindi, definite le condizioni di riferimento di un corso d'acqua, si valuta la qualità delle acque dei tratti oggetto di studio come lo scarto tra le condizioni reali del tratto e quelle inalterate prese a riferimento. (Di Fidio, Bischetti, 2008).

**RHS**: River Habitat Survey. Anche questo metodo si è sviluppato in Gran Bretagna. Lo scopo era quello di fornire delle basi oggettive per la caratterizzazione fisica degli ambienti fluviali. Questo metodo è stato poi standardizzato per permetterne l'uso in campo. È presente una banca dati computerizzati in linea a cui si può accedere liberamente per apprendere dei dati. Questo metodo prevede di eseguire dei rilievi che riguardano, tra tutti, la forma della valle, il substrato dell'alveo, la struttura e il profilo delle rive, tipo di flusso. Il punto di forza di questo metodo è la possibilità di accedere facilmente ai dati grazie al sistema informativo centralizzato e costantemente aggiornato. (Di Fidio M. e Bischetti G.B., 2008).

**WSI** Wild State Index. È un importante indicatore biologico che è seguito alla definizione di alcuni concetti chiave quali il "River continuum", "River mosaic", "Spirale di nutrienti" L'ideazione di questo indice nasce dalle considerazioni che i cambiamenti che avvengono su un territorio cambiano direttamente o indirettamente le risorse biologiche in modo permanente o parte del ciclo e che gli habitat fluviali sono suscettibili ai cambiamenti dell'uso del territorio. Questo indice permette di valutare la naturalità delle rive e la loro capacità nel filtrare e tamponare i nutrienti e le sostanze inquinanti. È un indice molto importante perché è comunque di rapida applicazione ed esecuzione e permette di fornire informazioni basilari a riguardo della biodiversità. Per

l'applicazione dell'indice ci si basa su un gruppo di esperti che, dopo aver individuato l'area da rilevare, assegnano ad ognuna delle variabili presenti un dato punteggio . Alle singole variabili vengono poi assegnati dei sub-indici (“Sellustra life”, 2003).

SUB INDICI	Valori di qualità delle classi dei Sub indici				
	CLASSE V	CLASSE IV	CLASSE III	CLASSE II	CLASSE I
A	-2	-1	0	+1	+2
B	--	-1	0	+1	+2
C	--	-1	0	+1	+2
D	--	-1	0	+1	--
E	--	-1	0	+1	+2
F	-2	-1	0	--	--
G	-2	-1	0	--	--
H	-2	-1	0	+1	--

Tab. 1.2.3: La sommatoria dei valori relativi ai 6 sub indici determina lo Score Tampone e la relativa Classe di Qualità. (“Sellustra life”, 2003)

Classi di qualità	Score Naturalistico	Giudizio	Colore
I	$W.S.I. \geq 5$	Ottimo	Azzurro
II	$2 \leq W.S.I. < 5$	Buono	Verde
III	$-2 \leq W.S.I. < 2$	Mediocre	Giallo
IV	$-6 \leq W.S.I. < -2$	Scadente	Arancione
V	$W.S.I. < -6$	pessimo	Rosso

Tab. 1.2.4: rappresentazione della scheda di qualità dell'indice W.S.I.

**BSI Buffer Strip Index.** Quest'indice fornisce una misura indiretta della capacità di filtraggio di una zona ripariale, la sua capacità di metabolizzare ed accumulare i nutrienti presenti ma anche degli inquinanti presenti nel coso d'acqua e di quelli trasportati verso il corpo d'acqua dai fenomeni di ruscellamento e dilavamento.

È un indice che ha per oggetto di studio il corpo idrico e l'ambiente circostante. È un indice che viene calcolato attraverso dei rilievi eseguiti in campo andando a compilare la scheda di rilevamento delle rive. Questa scheda prevede la verifica di 31 punti in totale, ognuno dei quali deve essere analizzato sotto diversi aspetti. I dati raccolti vengono poi inseriti nella scheda, vengono analizzati da un software particolare che calcola il valore di 6 sub-indici (Tab. 1.2.5). Ogni sub-indice è diviso a sua volta in più classi (da 3 a 5) che sono definite da un intervallo numerico. Il punteggio che viene calcolato dal software andrà collocato in uno di questi intervalli definendo così la classe del sub-indice. Ad ogni classe dei sub-indici è attribuito un Valore di Qualità (Tab. 1.2.6).

SUB INDICI	Valori di qualità delle classi dei Sub indici				
	CLASSE V	CLASSE IV	CLASSE III	CLASSE II	CLASSE I
A	-2	-1	0	+1	+2
B	--	-1	0	+1	+2
C	--	-1	0	+1	+2
D	--	-1	0	+1	--
E	--	-1	0	+1	+2
F	-2	-1	0	--	--

Tab. 1.2.5 La sommatoria dei valori relativi ai 6 sub indici determina lo Score Tampone e la relativa Classe di Qualità. (“Sellustra life”, 2003).

Classi di qualità	Score Tampone	Giudizio	Colore
I	$B.S.I \geq 5$	Ottimo	Blu
II	$2 \leq B.S.I < 5$	Buono	Verde
III	$-1 \leq B.S.I < 2$	Mediocre	Giallo
IV	$-4 \leq B.S.I < -1$	Scadente	Arancione
V	$B.S.I < -4$	Pessimo	Rosso

Tab. 1.2.6: rappresentazione della scheda di qualità dell'indice BSI.

**LIM** Livello di Inquinamento da Macrodescrittori. Per macrodescrittori si intende quell'insieme di caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche che determinano le principali caratteristiche di un corpo idrico. I principali macrodescrittori di un corso d'acqua sono il pH, la temperatura, la durezza, la conducibilità, il contenuto di ammoniaca, di nitrati, di fosfati, di azoto totale, di fosforo totale, di solfati, la concentrazione di Escherichia coli, il BOD5, che indica il contenuto di sostanza organica biodegradabile nel campione d'acqua, il COD, che indica la quantità di sostanze organiche e inorganiche presenti nel campione, e il 100 OD. (Di Fidio, Bischetti, 2008).

Questo metodo fornisce in modo diretto il livello di inquinamento di un corpo idrico. È un indice che permette di analizzare l'inquinamento di origine chimica, chimico-fisica e microbiologica dell'acqua. Il metodo prevede una periodica esecuzione delle analisi della zona studiata, quindi il valore dell'indice si calcola a partire dai dati rilevati durante i rilievi effettuati periodicamente. Anche in questo caso si ricorre ad una tabella (Tab. 1.2.5) dove sono riportate le somme dei punteggi che determinano lo Score al quale è collegata una "Classe di Qualità". ("Sellustra life", 2003).

CLASSI DI QUALITA'	SCORE	GIUDIZIO	COLORE
I	480-560	Ottimo	Blu
II	240-475	Buono	Verde
III	120-235	Mediocre	Giallo
IV	60-115	Scadente	Arancione
V	<60	Pessimo	Rosso

Tab. 1.2.7: rappresentazione della scheda di qualità dell'indice LIM ("Sellustra life", 2003).

#### 1.2.4 Indici paesaggistici

In base al corretto rilascio di un DMV sarà possibile mantenere inalterate le condizioni paesaggistiche e storico-culturali della zona circostante il fiume. È così che per poter valutare la naturalità, la funzione ricreativa, la testimonianza storica di un corso d'acqua sono stati ideati degli indici paesaggistici che permettessero di valutare l'ambiente fluviale dal punto di vista estetico, ricreativo, culturale.

**ELI** Environment Landscape Index. Messo a punto da Brionie et al. (1994) è un indice che valuta il paesaggio fluviale osservando l'aspetto paesaggistico.

È un indice che permette di valutare la sensibilità di un ambiente ad una trasformazione in funzione della naturalità, della presenza compatibile dell'uomo, della funzione sociale e della valorizzazione storica del luogo preso in considerazione. I diversi elementi che costituiscono il paesaggio fluviale vengono presi e studiati singolarmente: si divide l'alveo in zone omogenee aventi determinate caratteristiche geomorfologiche. A questo punto si compila la "scheda di rilevamento delle caratteristiche del paesaggio fluviale" per ogni tratto in cui l'alveo è stato suddiviso.

La scheda prevede l'analisi di sei gruppi di elementi omogenei:

- emergenze architettoniche;
- viabilità ed infrastrutture;
- elementi vegetazionali;
- elementi d'acqua;
- altri elementi;
- scena visiva.

Per i primi cinque gruppi ci si affida ad una tripla lettura degli elementi. Nella prima colonna si inseriscono gli elementi riportati nell'A.D.R. (Area Di Rilievo); nella seconda colonna si registrano gli elementi interni all' A.D.R. e nella terza gli elementi appartenenti alle aree limitrofe all' A.D.R. percepibili solo dai percorsi principali. Il sesto elemento, la scena visiva, viene classificato in base alla visibilità e al paesaggio della zona circostante. Si osserva la zona a 360° prendendo come punto di osservazione una stazione all'interno del percorso principale dell' A.D.R.. Compilata la scheda si individuano i punteggi di ogni singolo gruppo. I punteggi sono poi resi omogenei utilizzando una scala di misurazione e poi vengono ponderati. Si ottiene così una "Classificazione di Qualità" riassunta nella tabella sottostante. (Tab. 1.2.6)

CLASSE	GIUDIZIO
A	Buono
B	Quasi buono
C	Accettabile
D	Povero
E	Assai povero

Tab. 1.2.8: rappresentazione della scheda di qualità dell'indice ELI

**IFAP** Indice di Funzionalità Ambientale – Paesaggistica. Sviluppato con lo scopo di creare uno strumento che valutasse la qualità paesaggistica ed ambientale della zona di canali nella zona del Sesia, è un indice che deriva dalla modifica dell'Indice di Funzionalità Fluviale e che ha lo scopo di valutare correttamente il carattere antropico della rete di canali di bonifica e di irrigazione.

L'evoluzione storica del pensiero sul sistema fiume, e cioè da tutela della sola risorsa acqua, alla comprensione dell'importanza dell'intera zona circostante, ha portato ad analizzare attentamente tutte le componenti del fiume.

Dallo studio del solo l'alveo, infatti, si è giunti a considerare con maggiore attenzione la zona circostante lo stesso e che più o meno intensamente viene coinvolta nelle dinamiche fluviali. In base a questo, cioè alla frequenza con cui una zona viene coinvolta dai fenomeni di piena, si possono identificare tre fasce:

- la prima fascia è la zona del deflusso di piena; è la sede del deflusso corrente e quando il fiume è in piena occupa questa zona. In questa fascia si trova l'alveo inciso e le zone inondabili.
- la seconda fascia, zona di esondazione, è esterna alla fascia precedente. Contribuisce molto poco al deflusso della portata ordinaria. Diventa molto importante con funzione di invaso temporaneo di volumi di piena svolgendo azione di laminazione. Obiettivo accessorio che persegue è quello di conservare e migliorare le caratteristiche naturali e ambientali. Tempo di ritorno calcolato sui 200 anni.
- la terza fascia viene interessata da eventi di piena gravosi per i quali è stimato un tempo di ritorno di 500 anni. Viene individuata anche con lo scopo di prevenire danni alla popolazione e stabilire i piani di emergenza.

L'individuazione di diverse fasce circostanti al fiume evidenzia quelle che sono le dinamiche fluviali, fungono da mappa, evidenziano le zone a rischio in modo che gli interventi da fare nella zona siano eseguiti nel rispetto del fiume.(Di Fidio, Bischetti, 2008).





## Capitolo II

### 2 Normativa dei paesi alpini sul DMV

#### **2.1. Europa.**

Dagli anni '90 in Europa è iniziata una discussione che ha portato all'integrazione della protezione della natura e del paesaggio nella pianificazione territoriale e urbanistica, determinando così un importante passo avanti nella tutela di natura e paesaggio.

Il primo novembre 1991 è stata approvata dai paesi dell'arco alpino la Convenzione per la Protezione delle Alpi. Con questa ci si proponeva di curare e ripristinare la natura e il paesaggio e prevedeva che gli stati contraenti si impegnassero nell'integrare la protezione della natura e del paesaggio nella pianificazione territoriale e urbanistica; che stabilissero dei modelli o piani o programmi descrittivi delle condizioni attuali e una valutazione della natura e del paesaggio e che individuassero le misure da prendere. Prevedeva inoltre la valutazione degli effetti indiretti e diretti che può avere la realizzazione di un'opera privata o pubblica sul territorio, sull'equilibrio naturale dello stesso e il quadro paesistico.

Di notevole importanza è la direttiva 91/271/CEE del 21 maggio 1991, concernente il trattamento delle acque reflue urbane. In questa direttiva si affronta il delicato tema degli scarichi delle acque reflue urbane e del loro trattamento. La maggiore sensibilità verso la problematica dell'inquinamento delle acque ha portato ad un'interessante riflessione sul danno causato dagli scarichi. Questa direttiva considera che per evitare ripercussioni negative sull'ambiente bisogna intervenire regolamentando gli scarichi. Prevede l'individuazione di zone più sensibili dove il trattamento primario di queste acque reflue non è più sufficiente ma è necessario intervenire con più trattamenti di depurazione.

Individua anche la necessità di controllare periodicamente gli scarichi delle industrie e di poter riciclare i fanghi provenienti dal trattamento delle acque reflue e che lo smaltimento dei fanghi nelle acque dovrebbe gradualmente cessare. Così, per poter rendere operativo questo progetto, la Commissione prevede che in ogni stato membro

sia istituito un organo competente che individui le zone sensibili e le comunichi alla stessa. Le autorità competenti devono inoltre individuare un programma e ogni due anni dovranno stilare un rapporto dove aggiorneranno la Commissione di tutte le informazioni necessarie.

La direttiva 91/676/CEE del 12 dicembre 1991, si occupa della protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Questa direttiva si attua in seguito al D. L. vo. del 21 aprile 1999 sulle disposizioni di tutela delle acque dall'inquinamento; ci si era resi conto che l'alterazione delle falde acquifere ad opera dei nitrati provenienti dall'agricoltura era un fenomeno sempre più diffuso e per questo preoccupante. Con questa direttiva ci si proponeva di intervenire sul problema senza danneggiare il settore agricolo agendo sulla quantità di fertilizzanti e di deiezioni animali usati per aumentare la produttività.

Così l'art. 1 prevede la riduzione dell'inquinamento delle acque la cui causa diretta o indiretta sono i nitrati di origine agricola e cercare di prevenire un qualsiasi ulteriore inquinamento delle acque.

La direttiva rende noto che agli Stati membri è affidato il compito di individuare le zone inquinate e quelle vulnerabili, che dovranno essere comunicate alla Commissione. Prevede anche che gli stati membri si impegnino ad informare e formare gli agricoltori sull'uso dei nitrati e le conseguenze di un eccessivo uso degli stessi. Lo stato membro deve inoltre fissare dei programmi di azione, uguali per tutte le zone o dedicati per ogni zona o parti di zone, che verranno verificati ogni quattro anni. Eventuali interventi che modificano il progetto di base verranno segnalati alla Commissione europea.

A queste si aggiungono direttive comunitarie non meno importanti. Prima fra tutte la Direttiva Habitat 92/43/CEE del 25 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali. Con questa direttiva si incoraggiano le politiche di riassetto del territorio e di sviluppo per la fauna e la flora e prevede l'impegno da parte degli "stati membri nel migliorare la coerenza della rete ecologica europea (Natura 2000) grazie al mantenimento degli elementi del paesaggio che rivestono primaria importanza per la flora e la fauna selvatiche (art.3), tra cui quelli con struttura lineare e

continua, come i corsi d'acqua e le relative sponde (art.10)". Questa direttiva porta una definizione dettagliata delle reti ecologiche da difendere, gestire e sviluppare prevedendo per queste delle forme di pianificazione collegate alla pianificazione territoriale ed urbanistica e concentrandosi su due campi d'intervento prioritari costituiti dai corpi idrici e dalle aree agricole.

La Direttiva quadro 2000/60/CE individua nell'acqua una risorsa indispensabile, un patrimonio da tutelare e da trasmettere alle generazioni future nelle migliori condizioni qualitative e quantitative possibili e con attributi chimico-fisici e idromorfologici almeno non peggiori di quelli attuali, applicando in tal modo il principio della sostenibilità.

Obiettivi principali della direttiva:

- Impedire un ulteriore deterioramento delle risorse proteggendo e migliorando lo stato attuale di tutti i corpi idrici superficiali e sotterranei, perché conservino le loro capacità d'autodepurazione e di sostegno a comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.
- Garantire l'uso sostenibile delle risorse, per gli obiettivi del consumo umano e delle attività produttive, fondato sulla protezione a lungo termine.
- Sviluppare la protezione delle risorse attraverso specifiche misure che integrino le limitazioni agli scarichi, emissioni e rilasci, in particolare delle sostanze pericolose prioritarie, con altre misure per la protezione dei corpi idrici recettori, in particolare per le acque sotterranee.
- Contribuire a mitigare gli effetti delle inondazioni e delle siccità
- Dare incentivi agli enti per aumentare le politiche di risparmio e di riuso delle risorse idriche e contribuire alla realizzazione degli obiettivi ambientali.
- Adeguare il recupero dei costi dei servizi idrici a carico dei vari settori di impiego dell'acqua.

Questa nuova direttiva valorizza le molteplici funzioni del bene acqua e riconosce la necessità di conciliare diverse esigenze:

- protezione delle persone e dei beni a rischio idraulico;
- uso efficiente della risorsa acqua;
- conservazione delle risorse stesse e il mantenimento delle loro funzioni ecologiche.

La Direttiva individua cinque livelli di qualità e prefigge il raggiungimento di uno Stato Ecologico Buono da raggiungere entro il 2015. Questo Stato Ecologico Buono riflette condizioni buone di biodiversità e naturalità, stato chimico-fisico e quantitativo (Regione Lombardia).

La direttiva europea prevede l'identificazione di un Distretto, comprendente uno o più bacini idrografici vicini, acque sotterranee e costiere. Allo Stato va l'onere di individuare un'Autorità competente all'interno del distretto con il compito di applicare la nuova direttiva comunitaria.

La Direttiva del 27 giugno 2001 n. 2001/42/CE riguarda la VAS, cioè la Valutazione Ambientale Strategica. Consiste nella valutazione di effetti causati da dei piani e programmi sull'ambiente ed estende i suoi principi alla VIA, Valutazione Incidenza Ambientale. Gli obiettivi e la struttura della VAS permettono "un collegamento con la nuova pianificazione orizzontale per la protezione della natura e del paesaggio, in grado di fornire a tutti i membri istituzionali coinvolti le informazioni di base sullo stato ed i problemi delle risorse naturali e sugli obiettivi coordinati di conservazione, gestione e sviluppo".

## **2.2 Italia.**

La mancanza di una legislazione organica per la protezione integrata della natura e del paesaggio, sull'intero territorio nazionale, rende più complessa la ricostruzione dei riferimenti normativi.

Nel 1939 con la legge 1497 inizia ad esserci in Italia una certa attenzione al paesaggio. Più precisamente con questa legge si tutelano le bellezze naturali con due strumenti, il *vincolo* e il *piano*. La caratteristica di questa legge è quella di cogliere solo l'aspetto

estetico del paesaggio e per questo si pone come oggetto da tutelare la “bellezza naturale”.

Nel 1985 con la legge n. 431 conosciuta anche come legge Galasso, cambia il modo del legislatore di vedere la tutela della natura. Da una visione puramente estetica della legge del '39 si arriva ad una maggiore sensibilizzazione del legislatore verso l'ambiente e la sua protezione. Si sente “la necessità di salvaguardare le risorse non facilmente riproducibili presenti sul territorio e di coniugare la protezione del relativo valore ambientale con la possibilità di una loro utilizzazione economica secondo il principio dello sviluppo sostenibile”(Ferrucci, 2006). L'oggetto da porre a tutela non è più la bellezza naturale ma viene invece specificato dal legislatore che si preoccupa di inserire nel testo di legge una serie di categorie di aree di grande interesse ambientale da sottoporre a vincolo paesaggistico.

All'art. 1, 1° comma lett. *b*) e *c*), si interviene nello specifico nella tutela paesistica dei corpi idrici estendendo la protezione ai territori vicini ai laghi e ai fiumi. Più precisamente prevede che per i laghi sono da considerare sotto tutela i 300 m di profondità dalla battigia e per i fiumi i 150 m da ciascuna sponda nonché l'intero corso d'acqua considerando sia il letto che le sponde.

Legge 18 maggio 1989 n°138. Per prima introduce il concetto di “deflusso minimo costante vitale”. Il riferimento specifico viene fatto nell'articolo 3 dove si cita “Le attività di programmazione, di pianificazione e di attuazione degli interventi destinati a realizzare le finalità indicate all'articolo 1 curano in particolare: ... 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. La legge non dà una definizione chiara del concetto di DMV ma, da come è impostata, sembra prevalere l'idea che vada interpretata come rivolta alla tutela dell'ecosistema fluviale nel suo complesso, in modo tale da tutelare anche gli altri interessi che dipendono dal corso d'acqua.

5 gennaio 1994 n ° 36 la legge Galli. Prevede che l'acqua debba essere usata garantendo criteri di solidarietà senza pregiudicare gli equilibri ecologici e

salvaguardando le aspettative delle generazioni future e permettere loro di fruire di un patrimonio ambientale integro.

Il 11 maggio 1999 si arriva alla legge n° 152, legge guida dove vengono segnati in Italia i termini per la definizione e determinazione del DMV.

È questa la legge certamente più importante per il DMV in Italia perché è proprio con questa legge che si vanno a definire le basi per una corretta gestione della risorsa idrica del fiume.

Infatti all'art.52 punto 1 viene data la definizione del DMV: è la portata istantanea che in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua garantisce la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, delle caratteristiche chimico – fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali.

Mentre all'art.52 punto 2 si stabilisce che, in caso di captazioni, deve essere rilasciato comunque il DMV necessario e stabilito da far defluire a valle al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati.

Legge 28 luglio 2004. Per determinare il DMV non è più necessario considerare solo la componente acqua ma vanno considerati gli aspetti ambientali e gli elementi connessi all'impatto dell'azione antropica.

È così che per determinare il DMV bisogna prendere in considerazione i parametri di seguito elencati:

- variabilità stagionale dei deflussi;
- estensione del bacino idrografico;
- qualità dell'acqua;
- struttura morfologica dell'alveo;
- permeabilità dei substrati dell'alveo;
- precipitazioni medie annue nel bacino imbrifero;
- quota.

L'attuale normativa in vigore in Italia, data 14/04/2006 ha come riferimento principale il D. Lgs. 11/05/1999 n. 152 ora abrogato. Questa normativa, oltre a rifarsi principalmente alla legge n. 152 prende in considerazione anche le due direttive europee emanate negli anni precedenti. Più precisamente la direttiva 91/271/CEE e 91/676/CEE, rispettivamente trattanti il problema del trattamento delle acque reflue urbane e della protezione delle acque da inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Nel decreto 152/1999 i parametri e i criteri per la definizione dello stato ecologico erano espressi chiaramente, nel decreto 152/2006, invece, vengono elencati “gli elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico” per le varie tipologie di acque superficiali. La classificazione dello stato ecologico avviene poi tramite l'assegnazione ad ogni elemento di qualità di un'indicazione: elevato, buono, sufficiente. Il carattere generico di questa classificazione è legato all'impronta base data dalla direttiva 2000/60/CE dove non sono definiti i caratteri oggettivi della classificazione e non sono definite in modo chiaro le procedure da applicare.

Di conseguenza il decreto 152/2006 rimanda al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di “stimare i valori” degli elementi di qualità biologica per ciascuna categoria di acque superficiali. Rispetto al decreto 152/1999, il decreto 152/2006, considera importanti per il monitoraggio alcuni bioindicatori che nel decreto precedente non erano stati considerati, quali ad esempio fitoplancton, macrofite, fitobenthos e fauna ittica.

### **2.3 Austria.**

Non ci sono formule generali per il calcolo del DMV, come nei casi di Francia e Svizzera, ma vengono favorite valutazioni puntuali realizzate da esperti del settore. Una prima approssimazione viene fatta su parametri idrologici oscillanti tra la portata media minima e la portata minima. (Crovato, 2006)

## 2.4 Svizzera.

La legge federale n. 814.20 del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPaC) definisce il deflusso minimo vitale in funzione della portata di magra  $Q_{347}$ .

La  $Q_{347}$  rappresenta la portata che viene mediamente superata per 347 giorni all'anno.

In relazione al quantitativo di acqua durante la portata di magra vengono individuati i quantitativi di acqua da rilasciare per mantenere adeguato il deflusso minimo vitale.

La normativa Svizzera prevede inoltre che se la portata di magra aumenta, ci sarà da aumentare anche il rispettivo quantitativo di acqua da rilasciare come evidenziato nella tabella 2.4.1.

Portata $Q_{347}$	DMV (l/s)
fino a 60 l/s per ogni 10 l/s in più di portata	50 + 8
fino a 160 l/s per ogni 10 l/s in più di portata	130 + 4,4
fino a 500 l/s per ogni 100 l/s in più di portata	280 + 31
fino a 2.500 l/s per ogni 100 l/s in più di portata	900 + 21,3
fino a 10.000 l/s per ogni 1.000 l/s in più di portata	2.500 + 150
pari o superiore a 60.000 l/s	10.000

Tab. 2.4.1 litri da rilasciare per il DMV.



Tutti i cantoni federali sono tenuti a rispettare questi valori che potranno solo essere aumentati ma non diminuiti. Infatti la legislazione svizzera prevede che vi possono essere deflussi maggiori in casi di determinate problematiche ambientali o dopo una valutazione dei benefici espressi da interessi favorevoli al prelievo (es. energia idroelettrica) o da interessi contrari (es. protezione dell'acqua come componente del paesaggio).

Vengono così tutelati i piccoli corsi d'acqua in quanto più piccola è la portata del fiume più grande risulterà il valore del DMV (fino a 60 l/s deve essere rilasciato l'83% di deflusso residuale, fino a 160 l/s l'81%, fino a 500 l/s il 56%, fino a 2500 l/s il 36%, fino a 10000 l/s il 25%, oltre i 60000 l/s solo il 17%). Se non possono essere presi altri provvedimenti questi deflussi residuali devono essere tali da garantire le seguenti esigenze:

1. la qualità delle acque superficiali deve essere mantenuta nonostante i prelievi d'acqua e le immissioni di acque di scarico;
2. l'alimentazione delle falde freatiche deve essere assicurata in modo da garantire i prelievi d'acqua potabile e da non pregiudicare il bilancio idrico dei suoli agricoli;
3. i biotopi e le biocenosi rari devono essere conservati;
4. la profondità d'acqua necessaria alla libera migrazione dei pesci deve essere assicurata;
5. per i corsi con portata  $Q_{347}$  pari o inferiore a 40 l/s, che servono come luogo di frega o come regione d'allevamento di pesci, deve essere salvaguardata tale funzione. (Crovatto, 2006).

## **2.5 Francia.**

La legge n. 92-3 del 3 gennaio 1992 sull'acqua (1) NOR: ENVX9100061L individua nell'acqua un patrimonio comune della nazione la cui tutela, valorizzazione e sviluppo delle risorse con l'equilibrio della natura sono di interesse generale. Inoltre l'art. 1 afferma che, essendo l'acqua un bene appartenente a tutti, l'uso della stessa sarà regolamentato da leggi uguali per tutti, con determinati diritti e regolamenti stabiliti in precedenza.

La legge n. 2006-1772 del 30 dicembre 2006 su l'acqua e gli ambienti acquatici, all'Art. L.214-18 afferma che la portata minima da rilasciare non deve essere inferiore ad un decimo della portata media del corso d'acqua nel caso in cui questa sia inferiore ad  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ , dovrà essere invece pari ad un ventesimo se la portata media sarà superiore ad  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## Capitolo III

### 3 Algoritmi per il calcolo del DMV.

#### **3.1 Metodi dei paesi alpini europei: Francia, Svizzera, Austria**

Il torrente Cordevole, è il corso d'acqua che è stato preso in esame con lo scopo di applicare sullo stesso alcuni degli algoritmi indicati dalle normative regionali e da alcune Autorità di Bacino per calcolare il deflusso minimo vitale necessario al bacino per mantenere inalterate le condizioni che troviamo lungo il suo corso.

#### **3.2 Algoritmi usati in Italia.**

Per quanto riguarda l'Italia, c'è da fare un discorso più ampio, in quanto il calcolo del deflusso minimo vitale viene rimandato dalla normativa nazionale a quella regionale. Di conseguenza ogni regione, con le proprie Autorità di Bacino ed esperti del settore, si è adoperata per individuare il metodo ritenuto più adatto per il calcolo del DMV.

Vista la notevole quantità di regioni italiane si è deciso di soffermarsi solo su quelle regioni che hanno attinenza con la regione alpina studiata.

##### 3.2.1 Valle d'Aosta.

In Valle d'Aosta la normativa prevede tre diversi metodi per il calcolo del DMV, legato a tre differenti situazioni ambientali.

Il primo metodo viene applicato per il recupero delle zone compromesse in linea con gli obiettivi di qualità stabiliti dal Piano di Tutela delle Acque.

Nel dettaglio segue la formula prevista per questa particolare situazione.

$$\text{DMV} = k \cdot q_{\text{media}} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T \text{ (in l/s)}$$

dove:

- **k**: parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche;
- **S**: superficie del bacino sottesa dalla sezione del corpo idrico in  $\text{km}^2$ ;
- **q<sub>media</sub>**: portata specifica media annua per unità di superficie del bacino (in  $\text{l s}^{-1} \text{km}^{-2}$ ), valutata sulla base della regionalizzazione delle portate misurate nelle stazioni dei corsi d'acqua superficiali regionali.

Il valore della portata media può essere determinato con i dati di portata riferiti alla sezione di derivazione o al corso d'acqua oggetto della derivazione stessa, idrologicamente sufficienti a rappresentare le condizioni di deflusso (minimo 5 anni di rilevazioni) e adeguatamente validati o validabili, messi a disposizione dal soggetto richiedente la concessione di derivazione. È auspicabile che le richieste di derivazione siano accompagnate da un monitoraggio delle condizioni di deflusso puntuali per un tempo adeguato (minimo 2 anni) a confronto con i dati derivanti dalle curve di regionalizzazione e a garanzia della corretta individuazione dei quantitativi derivabili.

- **M**: parametro morfologico. Individuato in funzione dell'indice geomorfologico. I valori di M sono assunti come valori base rappresentativi dell'intero bacino idrografico, e ritenuti per tutti i corsi d'acqua del bacino.
- **Z**: parametro Z che raggruppa tre parametri N, F e Q e introduce l'elemento della valutazione della qualità ambientale complessiva del tratto di corso d'acqua considerato e sotteso dalla derivazione.
- **A**: parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee. Per il momento è posto pari a 1 per tutti i corpi idrici superficiali.
- **T**: parametro relativo alla modulazione nel tempo del parametro DMV. Il fattore di modulazione delle portate va riferito all'andamento naturale delle portate nel corso d'acqua in esame. In prima approssimazione  $T = 1,00$  nei mesi

di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre;  $T = 1,05$  nei mesi di aprile, maggio, settembre;  $T = 1,15$  nei mesi di giugno, luglio e agosto.

Il secondo metodo proposto dalla regione viene utilizzato con il fine di garantire la compatibilità del prelievo con le condizioni ambientali del corso d'acqua, sia per quanto riguarda lo stato attuale che come obiettivo definito dal Piano di Tutela delle Acque. Caratteristica di questo metodo è che il DMV varia per ogni mese.

$$DMV = q_{\text{media mensile}} * S * Z_{\text{decimale}} \text{ (in l/s)}$$

Il terzo metodo si prefigge l'obiettivo di garantire la compatibilità del prelievo con le condizioni ambientali del corso d'acqua, sia lo stato attuale che l'obiettivo finale previsto dal Piano di Tutela delle Acque, attraverso la valutazione puntuale delle realtà del sito o del corso d'acqua nel quale è in atto o è prevista la derivazione.

In questo caso vengono distinte due diverse situazioni:

1. Nuova derivazione con la superficie dei bacini  $> 10 \text{ km}^2$ :

$$DMV = k * (q_{\text{media mensile}} * S) * (\text{fattori correttivi}) \text{ (in l/s)}$$

2. Derivazioni esistenti. È da valutare lo stato ambientale del tratto sotteso attraverso l'IFF e le criticità ambientali locali attraverso un'analisi dei comparti delle qualità dell'acqua, delle biocenosi acquatiche e dello stato naturalistico del sistema fluviale.

### 3.2.2 Piemonte.

Anche in questo caso ci troviamo di fronte all'uso di due formule, la prima si riferisce al calcolo idrologico del DMV, la seconda invece è quella determinata dall'Autorità di Bacino del fiume Po che calcola il DMV di una sezione.

1.  $DMV = k \cdot q_{media} \cdot S$  dove  $q_{media} = 0,086 \cdot H + 0,03416 \cdot A - 24,5694$

2.  $Q_{DMV} (l/s) = k \cdot q_{media} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$

### 3.2.3 Lombardia.

Il DMV viene definito nell'art. 31 delle Norme Tecniche di attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque. Anche in questo caso la formula utilizzata è quella prevista dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

$$Q_{DMV} (l/s) = k \cdot q_{media} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

Nel caso della regione Lombardia, alla formula qui sopra riportata, vengono applicati talvolta dei fattori correttivi. Fattori correttivi che troviamo anche in Valle d'Aosta e la cui spiegazione seguirà alla fine dell'elenco delle regioni.

### 3.2.4 Veneto.

L'allegato A della D.G.R. n. 2267 del 24/07/2007 nell'art. 42 dice che in presenza di utilizzi di acqua da corpi idrici superficiali, la gestione delle derivazioni deve garantire un valore minimo di portata in alveo, immediatamente a valle delle derivazioni stesse, non inferiore al valore di minimo deflusso vitale. Qualora la portata naturale in arrivo sia inferiore al deflusso minimo vitale, e non si tratti di acque accumulate in un invaso, dovrà essere garantita una portata in alveo a valle della derivazione, uguale a quella in arrivo; nel caso di derivazione con accumulo delle acque in un invaso, qualora la portata naturale in arrivo sia inferiore al deflusso minimo vitale, la portata da garantire in alveo a valle dello sbarramento dovrà essere pari a quella in arrivo aumentata del 50% della differenza tra il valore del deflusso minimo vitale e la portata in arrivo. Per quanto riguarda le determinazioni in merito al deflusso minimo vitale, si fa riferimento a quelle già assunte dall'Autorità di Bacino del Po per il bacino del Po e dell'Autorità

di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta – Bacchiglione per i bacini di Piave e Tagliamento. (Marobin, 2009).

Per i corsi d'acqua per i quali il DMV non risulti essere ancora determinato, dovrà essere garantita a valle della captazione una portata di deflusso in relazione al bacino sotteso, applicando un contributo unitario pari a:

- $4 \text{ l s}^{-1}\text{km}^{-2}$  per bacini di superficie sottesa inferiore o uguale a  $100 \text{ km}^{-2}$ ;
- $3 \text{ l s}^{-1}\text{km}^{-2}$  per bacini di superficie superiore o uguale a  $1000 \text{ km}^{-2}$ ;
- Il valore interpolato linearmente tra i precedenti per estensioni intermedie dei bacini sottesi.

In caso di particolari situazioni locali (come ad esempio il pregio ambientale del corpo idrico, la presenza di un regime idrico artificiale causato dalla presenza di derivazioni a monte) la quantità di deflusso minimo vitale può essere aumentata. Il DMV verrà applicato immediatamente alle nuove domande di derivazione e per i rinnovi di concessioni in scadenza. (Marobin A. 2008-2009).

### 3.2.5 Trentino Alto Adige.

In questa regione bisogna anzitutto fare una distinzione tra le due province autonome che la costituiscono.

#### 3.2.5.1 Provincia Autonoma di Bolzano.

Nella provincia autonoma di Bolzano il Piano Generale di Utilizzazione delle Acque ha approvato una legge ancora vigente nel 1986 che prevede che la quantità minima di acqua residua deve essere di  $2 \text{ l s}^{-1}\text{km}^{-2}$  di bacino imbrifero interessato alla derivazione.

Per derivazioni più recenti la determinazione di acqua da rilasciare viene calcolata affidandosi a studi limnologici che considerano la morfologia del tratto derivato, lo stato di qualità delle acque e le biocenosi presenti.

Nel caso di nuove derivazioni, fermo restando la quantità minima di  $2 \text{ l s}^{-1}\text{km}^{-2}$ , si valuta la sostenibilità ambientale (Direttiva 1985/337/CE) analizzando gli effetti diretti e indiretti dell'intervento, e si eseguono studi limnologici elaborati per il tratto specifico interessato dalla derivazione.

### 3.2.5.2 Provincia Autonoma di Trento.

La provincia di Trento ha elaborato il Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche (PGUAP) e il Piano di Tutela della qualità delle Acque (PTA) con lo scopo di una gestione delle acque mirata ad integrare gli aspetti qualitativi, quantitativi e la protezione del territorio.

Il PTA serve per approfondire gli aspetti qualitativi della risorsa idrica, con l'obiettivo di conciliare la qualità con le utilizzazioni e contribuire alla definizione di linee sostenibili per lo sviluppo. Per ogni ambito di indagine il PTA organizza dati e informazioni raccolte mediante il rilevamento ed il monitoraggio delle caratteristiche dei bacini idrografici principali e dell'impatto antropico causato su di essi, consentirne la classificazione e mettere in atto le basi necessarie al raggiungimento degli obiettivi di qualità.

Il PGUAP, elaborato da un Comitato paritetico composto da tre rappresentanti dello Stato e tre rappresentanti della Provincia, equivale al Piano di Bacino di rilievo nazionale. Deve programmare l'utilizzazione delle acque per i diversi usi e contenere le linee fondamentali per una sistematica regolazione dei corsi d'acqua, ponendo attenzione alla difesa del suolo, nel reciproco rispetto delle norme dello Stato e della Provincia interessata. (Marobin, 2009)

Al fine di una efficace e applicabile regolamentazione delle derivazioni idriche e degli obblighi di rilascio di rispetto ambientale, il quadro dei valori di DMV, pur mantenendo la diversificazione necessaria a descrivere la varietà idrologica del



reticolo idrografico provinciale, è stato semplificato il più possibile, accorpando situazioni simili, anche al fine di ottenere una semplice rappresentazione cartografica di immediata leggibilità. In generale, si è optato per una espressione del DMV in termini di apporto unitario, ovvero di contributo di portata per unità di superficie del bacino imbrifero afferente alla sezione idraulica d'interesse. In questo modo, il valore effettivo del rilascio, in corrispondenza dell'opera di presa in questione, si ottiene semplicemente moltiplicando il valore unitario in l/s/km<sup>2</sup> (o i valori unitari in caso di modulazione stagionale) per la superficie complessiva del bacino afferente. La soluzione individuata costituisce, evidentemente, un'approssimazione, perché è evidente che anche all'interno dei sottobacini di secondo livello non c'è necessariamente una omogeneità idrologica totale. Tale approssimazione, tuttavia, sembra sufficiente per garantire, da un lato, l'applicabilità semplice e immediata delle misure di tutela imposte dal D.Legisl. 463/99, dall'altro il minimale rispetto della diversità idrologica del reticolo idrografico provinciale. Per questo stesso motivo i valori di DMV sono stati ricondotti a valori approssimati alla mezza unità. I valori individuati sono riportati in Tabella 3.2.5.1.2. (PGUAP, 2006).

Corsi d'acqua di fondovalle con ampio bacino imbrifero, morfologia d'alveo stretta e profonda, altitudine media relativamente bassa e piovosità media del bacino bassa	1,5 l/s/km <sup>2</sup>
Esigenze di DMV Unitario CRESCENTI	2,0 l/s/km <sup>2</sup>
	2,5 l/s/km <sup>2</sup>
	3,0 l/s/km <sup>2</sup>
	3,5 l/s/km <sup>2</sup>
	4,0 l/s/km <sup>2</sup>
	4,5 l/s/km <sup>2</sup>
	5,0 l/s/km <sup>2</sup>
Corsi d'acqua montani, con bacino imbrifero molto piccolo e alimentazione glaciale, oppure corsi d'acqua di fondovalle con bacino imbrifero medio -piccolo e alveo ampio ad alta permeabilità	5,5 l/s/km <sup>2</sup>

Tabella 3.2.5.2.1: Valori del DMV unitario di base (invernale).

Oltre ai valori unitari di base del DMV sono stati introdotti dei fattori di modulazione, riportati in tabella 3.2.5.2.2 che permettono di variare il deflusso minimo vitale in funzione della stagionalità e del tipo di alimentazione idrica prevalente nel bacino imbrifero afferente.

Regime Glaciale	novembre - aprile		maggio - ottobre	
	1		1,5	
Regime nivale - pluviale	dic. - marzo	aprile - luglio	agosto - sett.	ottobre - nov
	1	1,4	1,2	1,4

Tab. 3.2.5.2.2: Fattori moltiplicativi stagionali rispetto al DMV unitario di base (PGUAP, 2006).

La determinazione dei valori di DMV in corrispondenza di una determinata sezione fluviale si può dunque ottenere agevolmente moltiplicando la superficie del bacino ad essa sotteso per i valori di DMV unitario stagionali che il sistema informativo geografico riporta per quel punto (pixel).

DEFLUSSI MINIMI VITALI UNITARI ( $l\ s^{-1}km^{-2}$ )					
GLACIALE		NIVALE – PLUVIALE			
nov - apr	mag - ott	dic - marzo	aprile - luglio	agosto - sett	ottobre - nov
1,5	2,3	1,5	2,1	1,8	2,1
2,0	3,0	2,0	2,8	2,4	2,8
2,5	3,8	2,5	3,5	3,0	3,5
3,0	4,5	3,0	4,2	3,6	4,2
3,5	5,3	3,5	4,9	4,2	4,9
4,0	6,0	4,0	5,6	4,8	5,6
4,5	6,8	4,5	6,3	5,4	6,3
5,0	7,5	5,0	7,0	6,0	7,0
5,5	8,3	5,5	7,7	6,6	7,7

Tab. 3.2.5.3: Valori tendenziali di DMV. (PGUAP, 2006)

### 3.2.6 Friuli Venezia Giulia.

La legge del Friuli Venezia Giulia n.28/2001 (art.3) definisce in via transitoria il DMV in misura pari a 4 l/s per km<sup>2</sup> di bacino sotteso. Rimane però una lacuna legislativa per il calcolo del deflusso minimo vitale nei corsi di risorgiva, per le sorgenti e per i laghi. Infatti la stessa legge regionale sopra riportata prevede che si calcoli il DMV di quei fiumi il cui bacino imbrifero sia individuabile.

La modalità di determinazione del deflusso minimo vitale per i bacini idrografici collinari e montuosi prevede l'applicazione della formula seguente:

$$Q_{DMV} = (\text{metodo svizzero}) * C_L$$

Per il metodo svizzero si fa riferimento a quanto riportato nei paragrafi precedenti e alla tabella 2.4.1.

Per quanto riguarda il coefficiente  $C_L$  è dato dalla seguente formula:

$$C_L = 1 + (D * 0,075)$$

dove:

D = distanza tra opera di presa ed il punto di restituzione delle acque.

### **3.3 Algoritmi da applicare al torrente Cordevole.**

Gli algoritmi individuati da applicare al torrente Cordevole sono la formula applicata dall'Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico, il metodo usato in Francia e quello della Svizzera.

#### 3.3.1 Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico.

$$Q_{MDR} = (K_{biol} + K_{nat}) * 117 * S^{0,85} * q_{media} * 10^{-6}$$

dove:

- $Q_{MDR}$  = portata di minimo deflusso di rispetto, espressa in metri cubi al secondo;
- $K_{biol}$  = indice di criticità biologica;
- $K_{nat}$  = indice di criticità naturalistica;
- $S$  = superficie del bacino idrografico sottesa alla sezione fluviale ove si vuole determinare la portata di minimo deflusso di rispetto ed è espressa in chilometri quadrati;
- $q_{media}$  = è la portata media specifica, in l/s per chilometro quadrato.

### 3.3.2 Francia.

La portata minima da rilasciare non deve essere inferiore ad un decimo della portata media del corso d'acqua nel caso in cui questa sia inferiore ad  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ , dovrà essere invece pari ad un ventesimo se la portata media sarà superiore ad  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3.3.3 Svizzera.

Si fa riferimento a quanto riportato al paragrafo 2.4 e alla tabella 2.4.1.

## Capitolo IV

Una volta analizzate le diverse normative dei paesi alpini e aver individuato quali algoritmi usare, ci si propone di applicarli ad un caso reale: il torrente Cordevole.

### 4.1 Il bacino del torrente Cordevole.

Il torrente Cordevole prende origine da alcune sorgenti nella zona del Passo Pordoi e prima della sezione di chiusura posta a Vizza (stazione di misura in continuo) riceve le acque del Rio Vauz, affluente di sinistra che scaturisce dalle pendici del Piz Boè. (Zasso, 2003)

Il Cordevole è un bacino con grande variabilità altimetrica, di pendenza ed esposizione dei versanti che, a causa di questo, danno al torrente stesso e ai suoi affluenti una morfologia tormentata tipica dei bacini alpini.



Foto 4.1.1: Stazione di misura in continuo a Vizza.

Sebbene l'area del bacino abbia una variazione altimetrica piuttosto ampia che va da 1800 m ad oltre 3000 m essa è ascrivibile globalmente al distretto climatico endalpico caratterizzato da un regime di precipitazioni di tipo continentale (media annua 1120 mm) e da temperature che scendono in modo significativo (media annua 1.5°C) (Del Favero e Lasen,1993).

Area del bacino	7.08 (km <sup>2</sup> )
Altitudine massima	3152 (m s.l.m.)
Quota sezione di chiusura	1820 (m s.l.m.)
Altitudine media	2274 (m s.l.m.)
Pendenza media del bacino	55,7%

Tab. 4.1.1.: principali caratteristiche del torrente Cordevole chiuso a Vizza (D'Agostino e Vianello, 2005)

Il regime idrico del torrente Cordevole ha caratteristiche nivo - pluviali. Le portate medie mensili elevate dei mesi di maggio e giugno si contrappongono a portate di magra nei mesi di gennaio e febbraio. Infatti in questi due mesi le precipitazioni sono a carattere nevoso e la temperatura dell'aria scende notevolmente bloccando gli apporti sorgentizi e dei piccoli corsi d'acqua a causa della formazione di ghiaccio. Solitamente maggiori sono le precipitazioni nel periodo autunnale con conseguenti eventi di piena.

Parte del territorio del bacino ricade all'interno del parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi e sono presenti zone naturalistiche e paesaggistiche di interesse regionale.

La popolazione residente all'interno del bacino ammonta a 35.000 persone circa, ma esiste una forte pressione antropica sul territorio legata al grande afflusso di turisti sul territorio sia nei mesi invernali (piste da sci) che in quelli estivi.

In tutta la vallata vi è un'elevata attività di pesca a scopo ludico-sportivo effettuate dai residenti ma anche dai turisti.

Oltre agli usi igienico-sanitari, turistico - ricreativi e ambientali della risorsa idrica, si aggiunge al torrente Cordevole un intenso uso della risorsa acqua per scopi idroelettrici che comporta un'importante modifica al reticolo naturale del torrente stesso. I disciplinari di concessione risalgono agli anni 50-60 e non prevedono alcun obbligo riguardo rilasci di deflussi minimi, per cui in situazioni di magra la portata a valle degli sbarramenti e delle opere di presa risulta nulla o quasi nulla. (Piano di bacino del fiume Piave - Piano Stralcio per la gestione delle risorse idriche, 2007).



Foto 4.1.2: torrente Cordevole

## 4.2. Svolgimento del lavoro.

Il lavoro proposto prevedeva di applicare gli algoritmi a degli anni e vedere quali considerazioni si possono ricavare dal confronto tra questi.

Inizialmente si è provveduto a reperire i dati, che sono stato gentilmente resi disponibili dall'ARPAV di Belluno Ufficio Idrologia; i dati forniti riguardano i rilievi effettuati sul bacino del torrente Cordevole all'altezza di Vizza (stazione di misura in continuo). Rappresentano le misure della quantità media di acqua al secondo che passa per la sezione espresse in  $m^3/s$ , e presentano una frequenza di 15 minuti.

La scelta degli anni da prendere in considerazione si è basata sulla considerazione che il 2003 è stato un anno davvero siccitoso e particolare, così a questa particolare situazione si è deciso di affiancarne una di condizioni medie e una di condizioni di maggiore disponibilità idrica. Per fare ciò si è dapprima provveduto al calcolo del volume totale per anno, quindi facendo la media del volume totale diviso per gli anni presi in considerazione ( 2001 - 2008 ) si è trovato che l'anno che si avvicina di più alle condizioni medie è stato il 2005. Il 2002 è risultato essere un anno in cui le portate sono state abbondanti.

Il lavoro è stato realizzato su ogni singolo anno preso a campione.

Lo studio è stato eseguito sui dati relativi alla portata media calcolata ogni 15 minuti nel corso delle 24 ore, pertanto per ogni giorno sono a disposizione 96 rilievi.

Per tutti e tre gli anni è stata usata la stessa procedura.

Ci si è serviti di un foglio elettronico Excel dove sono stati inseriti tutti i dati relativi agli anni presi in esame.

Per calcolare la portata media  $Q_{media}$  giornaliera e mensile è stato inizialmente necessario calcolare il volume totale giornaliero e mensile rilevato alla stazione di Vizza.



Il dato in possesso, essendo riferito ad un valore puntuale, è stato moltiplicato per 60 (secondi) e per 15 (minuti) in modo tale da ottenere il volume totale di acqua per ogni 15 minuti.

$$\Delta V_{15} = n \cdot 60 \cdot 15$$

dove  $n$  rappresenta il valore dei  $m^3/s$

$$V_{\text{tot}} = \Sigma \Delta V_{15}$$

Successivamente si è proceduto a ricavare la portata media giornaliera e mensile e a riportarne il risultato su grafico.

$$Q_{\text{media}} = \Sigma \Delta V_{15} / t$$

dove  $t$  rappresenta i secondi presenti nell'arco di tempo considerato.

Nelle figure 4.2.1 e 4.2.2 si riportano i risultati ottenuti dalle elaborazioni eseguite.

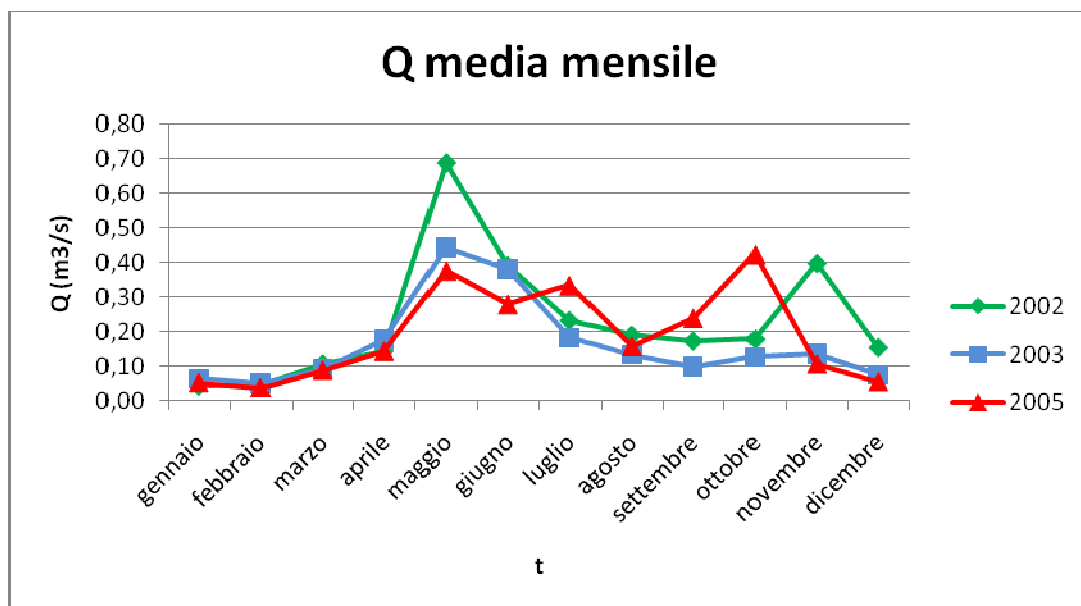


Figura 4.2.1.: idrogramma delle portate medie mensili degli anni studiati.

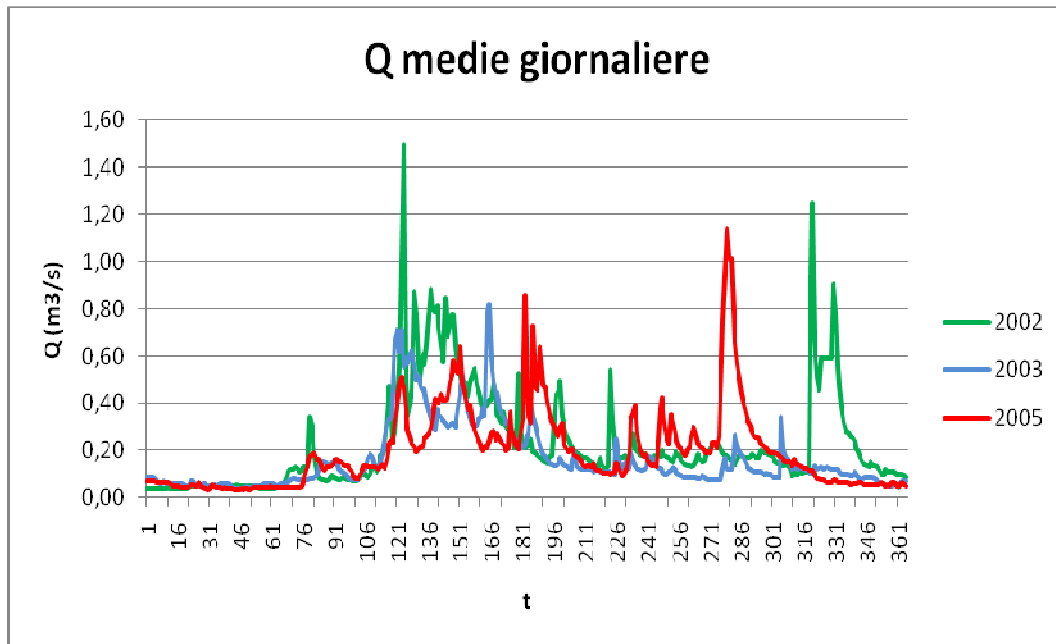


Figura 4.2.2.: idrogramma delle portate medie giornaliere degli anni studiati.

È stata poi rappresentata la curva di durata per ogni anno studiato (figura 4.2.3), è stato realizzato un grafico per ogni anno rappresentante l'andamento della curva di durata e un grafico che raggruppa i tre anni.

Si ricorda che per durata di una portata si intende il tempo complessivo in cui si sono verificate le condizioni:

$$Q > Q_i.$$

La curva di durata indica il numero di giorni dell'anno in cui la portata  $Q$  in ordinata è stata uguale o superata. Si ottiene riportando in un grafico i valori decrescenti delle portate  $Q$ .

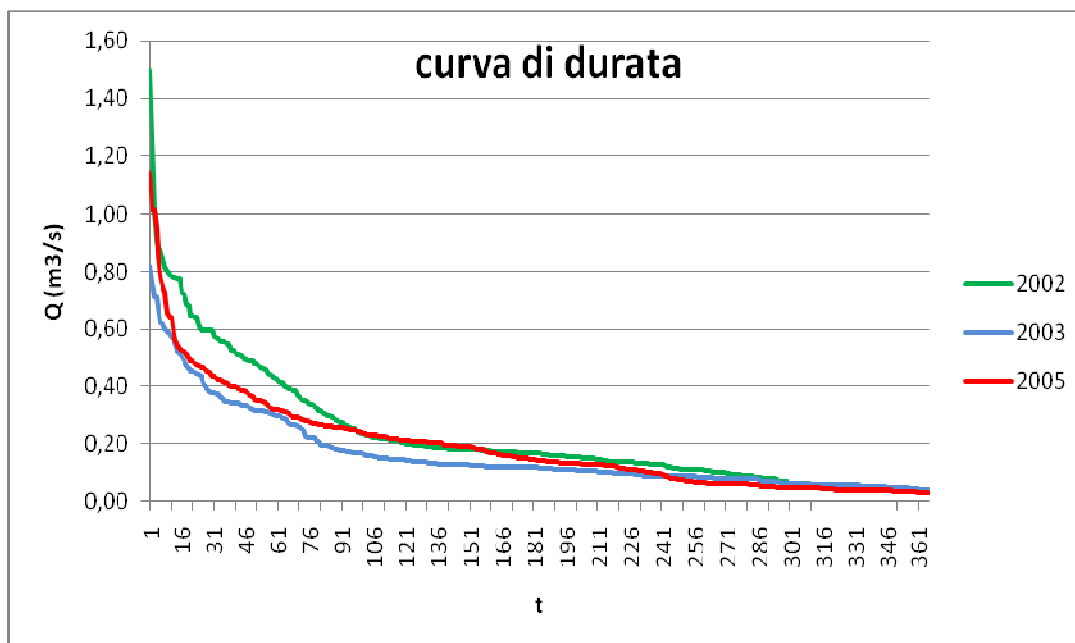


Figura 4.2.3.: curva di durata dei deflussi per gli anni studiati.

### 4.3. Applicazione degli algoritmi.

#### 4.3.1. Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico.

Per poter eseguire un lavoro dettagliato, prima di analizzare i dati degli anni selezionati, è importante, ai fini del lavoro, individuare la portata media proposta dall'Autorità di Bacino e il rispettivo calcolo del deflusso minimo vitale.

Negli allegati presenti nel Piano di Bacino del Fiume Piave (Piano stralcio per la gestione delle risorse idriche Art. 5, 11 e 12 delle norme di attuazione: applicazione dei criteri di calcolo per l'individuazione della portata di rispetto), la portata media indicata per il tratto di bacino interessato è pari a 31 l/s per km<sup>2</sup>.

È negli stessi allegati che si trovano poi i valori di  $K_{biol}$  e  $K_{nat}$ . Il Piano di Bacino del Fiume Piave riporta degli allegati con indicazioni precise riguardanti le varie tratte dei torrenti. Nel dettaglio, per il torrente Cordevole, dalle origini fino alla confluenza del Rio Boè inclusa, risultano essere pari rispettivamente a 1,4 e 0,0. Però il Piano di Bacino prevede anche che il valore della somma del  $K_{biol}$  e  $K_{nat}$  debba essere pari a 1 in determinati periodi dell'anno, seguendo così una certa stagionalità del fiume.

Infatti nel periodo compreso tra 1° giugno - 31 agosto e 1° dicembre – 28/29 febbraio la somma dei due indici di criticità  $K_{\text{biol}} + K_{\text{nat}} = 1$ . Mentre per gli altri periodi dell'anno verrà utilizzato il valore espresso dalla tabella riportata nel Piano di Bacino. È dunque possibile applicare l'algoritmo usato dall'Autorità di Bacino del Fiume Piave, infatti oltre al valore dei due indici di criticità  $K_{\text{biol}}$  e  $K_{\text{nat}}$  si conoscono le dimensioni del bacino studiato (Tab. 4.1.1).

$$Q_{\text{MDR}} = (K_{\text{biol}} + K_{\text{nat}}) * 117 * S^{0,85} * q_{\text{media}} * 10^{-6}$$

dove:

$$- q_{\text{media}} = 31 \text{ l/s per km}^2$$

$$- K_{\text{biol}} = 1,4$$

$$- K_{\text{nat}} = 0,0$$

$$- S = 7,08 \text{ km}^2$$

Si provvede a calcolare la  $Q_{\text{MDR}}$  divisa in base ai vari periodi dell'anno.

- dal 1 giugno al 31 agosto e dal 1 dicembre al 28-29 febbraio:

$$Q_{\text{MDR}} = (1) * 117 * S^{0,85} * 31 * 10^{-6}$$

$$Q_{\text{MDR}} = 0,019146 \text{ m}^3/\text{s}$$

- dal 1 settembre al 30 novembre e dal 1 marzo al 31 maggio:

$$Q_{\text{MDR}} = (1,4 + 0,0) * 117 * S^{0,85} * 31 * 10^{-6}$$

$$Q_{\text{MDR}} = 0,026804 \text{ m}^3/\text{s}$$

I valori che si ottengono per la portata di rispetto calcolata dall'Autorità di Bacino sono pari a  $Q_{\text{MDR}} = 0,019$  e  $Q_{\text{MDR}} = 0,027 \text{ m}^3/\text{s}$

Volendo paragonare i risultati degli anni analizzati con i dati forniti dall'AdB è necessario individuare la portata media  $Q_{\text{media}}$  per i tre anni studiati e calcolare la  $q_{\text{media}}$  specifica, in modo tale da poter inserire i valori nell'algoritmo.

È così che si ottengono i valori riportati nella tabella 4.3.1.

Anno	$Q_{\text{media}} \text{ m}^3/\text{s}$	$q_{\text{media}} \text{ l/s per km}^2$
2002	0,020	32,49
2003	0,014	22,60
2005	0,017	26,84

Tab. 4.3.1: Portate medie degli anni studiati espresse in  $\text{m}^3/\text{s}$  e  $\text{l/s per km}^2$ .

Individuati i valori espressi in  $\text{l/s}$  delle  $q_{\text{media}}$  specifica è possibile inserire gli stessi all'interno dell'algoritmo e calcolare la  $Q_{\text{MDR}}$ .

$$\text{ANNO 2002: } Q_{\text{MDR}} = (1,4 + 0,0) * 117 * 7,08^{0,85} * 32,49 * 10^{-6}$$

$$Q_{\text{MDR}} = 0,0281 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$2002: Q_{\text{MDR}} = (1) * 117 * 7,08^{0,85} * 32,49 * 10^{-6}$$

$$Q_{\text{MDR}^*} = 0,0201 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{ANNO 2003: } Q_{\text{MDR}} = (1,4 + 0,0) * 117 * 7,08^{0,85} * 22,60 * 10^{-6}$$

$$Q_{\text{MDR}} = 0,0195 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$2003: Q_{\text{MDR}} = (1) * 117 * 7,08^{0,85} * 22,60 * 10^{-6}$$

$$Q_{\text{MDR}^*} = 0,014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{ANNO 2005: } Q_{\text{MDR}} = (1,4 + 0,0) * 117 * 7,08^{0,85} * 26,84 * 10^{-6}$$

$$Q_{\text{MDR}} = 0,0232 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$2005: Q_{\text{MDR}} = (1) * 117 * 7,08^{0,85} * 26,84 * 10^{-6}$$

$$Q_{\text{MDR}^*} = 0,0166 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si riassumono i risultati in tabella 4.3.2.

Anno	$Q_{\text{MDR}} \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{\text{MDR}} \text{ m}^3/\text{s}$
2002	0,028	0,020
2003	0,019	0,014
2005	0,023	0,017

Tab. 4.3.2:  $Q_{\text{MDR}}$  in relazione all'anno e al valore proposto dall'Autorità di Bacino del fiume Piave individuato per i periodi 1°: dal 1 giugno al 31 agosto e dal 1 dicembre al 28-29 febbraio (seconda colonna) e 2°: dal 1 settembre al 30 novembre e dal 1 marzo al 31 maggio (terza colonna).

#### 4.3.2 Francia.

La normativa francese prevede che il DMV venga calcolato a partire dalla  $Q_{\text{MEDIA ANNUALE}}$ .

La portata minima da rilasciare non deve essere inferiore ad un decimo della portata media del corso d'acqua nel caso in cui questa sia inferiore ad  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ , dovrà essere invece pari ad un ventesimo se la portata media sarà superiore ad  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Anno	$q_{media} \text{ m}^3/\text{s}$
Normativa AdB	0,22*
2002	0,23
2003	0,16
2005	0,19

Tab. 4.3.3:  $q_{media}$  per ogni anno studiato e per l'AdB.

\*valore corrispondente alla  $q_{media} = 31 \text{ l/s/km}^2$  tabellato da AdB.

Dato che in questo caso ci troviamo di fronte ad una portata  $q_{media}$  che non supera gli  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ , in tutti e quattro i casi la portata da rilasciare in caso di captazione non potrà essere inferiore ad un decimo della portata media del corso d'acqua. Quindi i valori che troviamo, riportati qui sotto nella tabella 4.3.3, rappresentano la quantità di acqua da rilasciare come  $Q_{DMV}$ .

Anno	$Q_{DMV} \text{ m}^3/\text{s}$
Normativa AdB	0,022
2002	0,023
2003	0,016
2005	0,019

Tab. 4.3.4:  $Q_{DMV}$  calcolata con il metodo applicato dalla normativa francese.

#### 4.3.3 Svizzera.

Come già segnalato nel paragrafo 2.4, la Svizzera calcola il DMV ricorrendo alla  $Q_{347}$ , ossia quella portata che per 347 giorni all'anno viene superata. Per poter determinare la quantità di acqua pari alla  $Q_{347}$  è necessario costruire delle curve di durata (vedi figura 4.2.3) e individuare la portata per ogni anno corrispondente al 347° giorno.

Individuata questa portata, il DMV viene calcolato facendo ricorso alla tabella 2.4.1 dove, per ogni  $Q_{347}$  sono indicate le portate da rilasciare.

Come già calcolato da Zasso (2003) la  $Q_{347}$  per il bacino del torrente Cordevole chiuso a Vizza è di  $0,0413 \text{ m}^3/\text{s}$ , che, riportato in  $\text{l/s per km}^2$  è pari a 58,33.

Mentre per gli anni presi in esame in questo lavoro la  $Q_{347}$  risulta essere pari a:

Anno	$Q_{347} \text{ m}^3/\text{s}$	$q_{347} \text{ l/s km}^2$
2002	0,04	56,50
2003	0,05	70,62
2005	0,04	56,60

Tab.4.3.5: valori della  $Q_{347}$  per ogni anno studiato.

Confrontando i valori ottenuti con la tabella 2.4.1 si può notare che tre dei quattro valori, cioè quelli degli anni 2002 e 2003 e il valore segnalato dall'AdB del fiume Piave sono inferiori ai 60  $\text{l/s}$  segnalati nella tabella. Quindi per questi tre casi dovrò rilasciare una  $Q_{DMV}$  pari a 50  $\text{l/s}$ .



Nel terzo caso, cioè quello relativo all'anno 2005, il valore individuato è pari a 70,62 l/s: come previsto dalla legge svizzera in questo caso dovrò rilasciare 8 l/s in più per ogni aumento di 10 l/s della  $Q_{347}$ . Quindi si dovrà rilasciare una  $Q_{DMV}$  pari a 58 l/s.

Si riportano nella tabella 4.3.5 sottostante i valori ottenuti applicando la normativa dei tre diversi paesi per rendere immediato un possibile confronto.

	Italia		Francia	Svizzera
	m <sup>3</sup> /s: 1°	m <sup>3</sup> /s: 2°	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
N. AdB	0,0201	0,0268	0,022	0,035
2002	0,0140	0,0281	0,023	0,035
2003	0,0166	0,0195	0,016	0,041
2005	0,0201	0,0232	0,019	0,035

Tab. 4.3.6: portate medie e portate specifiche da rilasciare in caso di captazione espresse sia in m<sup>3</sup>/s.

#### 4.4 Considerazioni e conclusioni.

Il lavoro svolto si prefiggeva di ricercare i metodi usati dai paesi alpini per il calcolo del deflusso minimo vitale per poterli poi applicare all'esempio del torrente Cordevole.

La tabella 4.3.5 sopra riportata permette di individuare subito le differenze tra i tre paesi alpini presi in considerazione.

In caso di derivazione la Svizzera applica un rilascio di portata maggiore rispetto agli altri due paesi alpini.

Mentre la Francia, calcolando la portata di deflusso minimo vitale a partire dalla portata media, è qual paese che risulta rilasciare una portata inferiore.

Per l'Italia invece, almeno per quanto riguarda l'Autorità di Bacino del fiume Piave, la scelta su quanto rilasciare è stata una scelta cautelativa: infatti osservando i risultati ottenuti, ci si accorge che per due anni, sui tre studiati, la portata prevista dall'AdB risulta essere maggiore.

Questo indica che l'AdB impone per legge un quantitativo maggiore rispetto a quello calcolato per il singolo anno, in modo tale che per quegli anni in cui le condizioni sono critiche ma anche medie, è assicurata la quantità minima di acqua per mantenere le condizioni a valle inalterate.

Per la Francia il metodo usato è certamente rapido e immediato. Il fatto che si calcoli la portata di rispetto a partire da un decimo o da un ventesimo della portata media rende veloce la determinazione.

Sicuramente la facilità di determinazione deve essere compensata da una maggiore precisione nel rilievo delle portate: il rilievo dovrà essere eseguito con intervalli regolari e per periodi lunghi in modo tale da rendere minimi i possibili errori.

Però se da un lato è molto facile determinare la portata da rilasciare, dall'altro è da considerare che il metodo utilizzato non tiene conto della stagionalità e di altri parametri come viene fatto invece dall'Autorità di Bacino del fiume Piave che prende in considerazione delle variabili biologiche e naturali.

Lo stesso dicasi per la Svizzera. Sebbene le portate da loro rilasciate sono maggiori, sono sempre determinate a partire da una portata, in questo caso della  $Q_{347}$ , e questo può rivelarsi inadeguato negli anni più siccitosi.

In entrambe le normative d'oltralpe non si tiene conto della stagionalità del corso d'acqua.

È certamente importante trovare degli algoritmi che definiscono in modo esaustivo il calcolo del deflusso minimo vitale anche se sarebbe opportuno includere la stagionalità del fiume.

Non è neanche sbagliata l'idea dell'Austria che determina il DMV per ogni singolo corso d'acqua. Lo svantaggio di questo metodo è che bisogna eseguire un intervento particolare e uno studio dettagliato per ogni singolo corso d'acqua.

Alla luce di quanto sopra riportato ritengo che il metodo usato dall'AdB del fiume Piave sia il più completo in quanto tiene conto di più parametri e quindi permette una gestione dell'acqua più appropriata anche se la determinazione non è così immediata.



## BIBLIOGRAFIA

Chiaradia E. 2008. *La riqualificazione dei canali agricoli per la Lombardia*. Regione Lombardia - Università degli studi di Milano – Consorzio bonifica Muzza Bassa Lodigiana. Quaderni della ricerca.

Crovatto K. 2006. *Ricerca metodologica ed esperienze operative*. Rapporti tecnici, Linea operativa: Deflusso Minimo Vitale dei corsi d'acqua, Segreteria tecnico operativa Regione Friuli Venezia Giulia.

D'Agostino V. 2005. *Velocità media della corrente in torrenti fortemente scabri*. Atti del Convegno AIIA2005, L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea, Catania, Vol.1, pp.281-293.

D'Agostino V., Vianello A. 2005. *Recenti acquisizioni nel settore delle sistemazioni idraulico-forestali. Identificazione del reticolo idrografico: integrazione fra rilievi di campo e tecniche GIS*. ed. Bios.

Di Fidio M., Bischetti G.B. 2008. *Riqualificazione ambientale delle reti idrografiche minori*. ed. Hoepli, 43-118.

Ferrucci N. 2006. *Lezioni di diritto forestale e ambientale*. PD. Cleup.

Marobin A. 2009. *La regolamentazione italiana del deflusso minimo vitale: stato attuale e prospettive future*. Relatore D'Agostino V. Dipartimento territorio e sistemi agro – forestali. Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, Legnaro.

Paiero G., Paiero P. 1996. *Controllo e tutela dei sistemi fluviali*. Atti del XXXIII corso Università degli Studi di Padova, Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali. ENEL/DSR/CRIS.

Saccardo I. 1996. *Controllo e tutela dei sistemi fluviali*. Atti del XXXIII corso. Pubblicazioni del Corso di Cultura in Ecologia. La “dimensione” del minimo vitale criteri di stima idrologici e idraulici. ENEL/DSR/CRIS.

Zasso M. 2003. *Analisi della variazione dei deflussi alla testata di un bacino dolomitico: il caso del torrente Cordevole (BL)*. Relatore D'Agostino V. Dipartimento

territorio e sistemi agro – forestali. Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, Legnaro.

Siti web consultati.

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0676:IT:HTML)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0676:IT:HTML](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0676:IT:HTML)

[http://ita.arpalombardia.it/ita/console/files/download/25/2\\_INDICE\\_FUNZ\\_%20FLU.pdf](http://ita.arpalombardia.it/ita/console/files/download/25/2_INDICE_FUNZ_%20FLU.pdf)

<http://leonardodavinci.csa.fi.it/osservatorio/infea/html/metodi/ibe.htm>

<http://pguap.provincia.tn.it/pdf/Piano/3parte.pdf>

[http://pianidibacino.provincia.imperia.it/Portals/\\_pianidibacino/Documents/ff97379f-a263-4d57-b88d-a05d9c995acf.pdf](http://pianidibacino.provincia.imperia.it/Portals/_pianidibacino/Documents/ff97379f-a263-4d57-b88d-a05d9c995acf.pdf)

<http://water.europa.eu/it/about>

<http://www.abr.fvg.it/studi-e-ricerche/ecologia-acque/deflusso-minimo-vitale-dei-corsi-dacqua/deflusso-minimo-vitale.pdf>

<http://www.abr.fvg.it/studi-e-ricerche/ecologia-acque/deflusso-minimo-vitale-dei-corsi-dacqua/deflusso-minimo-vitale.pdf>

[http://www.adbve.it/Documenti/DELIBERE\\_CI/DEL04/del03\\_04all.pdf](http://www.adbve.it/Documenti/DELIBERE_CI/DEL04/del03_04all.pdf)

[http://www.adbve.it/Documenti/piani/Piave/dpcm\\_21\\_9\\_07/Norme%20attuazione.pdf](http://www.adbve.it/Documenti/piani/Piave/dpcm_21_9_07/Norme%20attuazione.pdf)

<http://www.admin.ch/ch/i/as/index.html>

[http://www.admin.ch/ch/i/rs/814\\_20/index.html](http://www.admin.ch/ch/i/rs/814_20/index.html)

<http://www.admin.ch/index.html?lang=it>

<http://www.aiig.it/Rivista/Numeri/2005/N02/Contributi/28-30.pdf>

[http://www.arpa.umbria.it/resources/docs/micron%205/micron\\_5\\_32.pd](http://www.arpa.umbria.it/resources/docs/micron%205/micron_5_32.pd)

[http://www.arpa.umbria.it/resources/docs/micron%205/micron\\_5\\_32.pdf](http://www.arpa.umbria.it/resources/docs/micron%205/micron_5_32.pdf)

[http://www.arpa.vda.it/allegati/IFFcap02\\_2635.pdf](http://www.arpa.vda.it/allegati/IFFcap02_2635.pdf)

<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01284/01286/01289/02431/index.html?lang=it>

<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01284/01286/01289/index.html?lang=it>

<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/index.html?lang=it>

<http://www.bafu.admin.ch/wasser/01444/index.html?lang=it>

<http://www.comune.dozza.bo.it/sellustra/mioweb2/Glossario.htm>

<http://www.comune.dozza.bo.it/sellustra/mioweb2/images/Newsletter%20n%C2%B02.pdf>

<http://www.dicea.unifi.it/massimo.rinaldi/RiqFluv%20IAT/3.3%20Classificazioni.pdf>

[http://www.ecologie.gouv.fr/rubrique.php3?id\\_rubrique=1072](http://www.ecologie.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=1072)

[http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/wp61pdf/ch\\_01.pdf](http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/wp61pdf/ch_01.pdf)

[http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/wp61pdf/ch\\_02.pdf](http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/wp61pdf/ch_02.pdf)

<http://www.geolab-onlus.org/html/pdf/Metodiche02.pdf>

<http://www.gesteau.eaufrance.fr/documentation/index.html>

<http://www.gesteau.eaufrance.fr/evenements.html>

[http://www.indicefunzionalitafluviale.it/Manuale%20Indice\\_IFF%202007.pdf](http://www.indicefunzionalitafluviale.it/Manuale%20Indice_IFF%202007.pdf)

[http://www.ineris.fr/aida/?q=consult\\_doc/consultation/2.250.190.28.8.147](http://www.ineris.fr/aida/?q=consult_doc/consultation/2.250.190.28.8.147)

[http://www.krisweb.com/biblio/gen\\_usepa\\_barbouretal\\_1999\\_rba.pdf](http://www.krisweb.com/biblio/gen_usepa_barbouretal_1999_rba.pdf)

<http://www.legifrance.gouv.fr>

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171&dateTexte=>

<http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/01094/index.html?lang=it>

Normative.

-Direttiva quadro 2000/60/CE, direttiva quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Pubblicata nella G.U. n. L 327 del 22/12/2000.

-Direttiva 91/271/CE del Consiglio, del 21 maggio 1991. Il trattamento delle acque reflue urbane.

-Direttiva 91/676/CE del 12 dicembre 1991. Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

-Direttiva Habitat 92/43/CE del 25 maggio 1992. relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. G.U. L 206 del 22/07/1992.

- D. Lgs n. 152 del 11 maggio 1999. Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CE concernente il trattato delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonte agricole. Suppl. ord. G.U. n. 124 del 29/05/1999.

-D. Lgs n. 152 del 3 aprile 2006. Norme in materia ambientale. Suppl. ord. N. 96 G.U. n. 88 del 14/04/2006.

-Loi n. 2006\_1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques. Paru au Journal Officiel le 31/12/2006.

-Legge federale n. 814.20 del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPAC).