

---

# INDICE

<b>A</b>	<b>– METODOLOGIA PER L’IDENTIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI .....</b>	<b>1</b>
A.1	INDIVIDUAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI .....	1
A.1.1	<i>Individuazione e definizione dei corpi idrici – fiumi .....</i>	<i>5</i>
A.1.2	<i>Individuazione e definizione dei corpi idrici – laghi .....</i>	<i>28</i>
A.1.3	<i>Individuazione e definizione dei corpi idrici – acque di transizione.....</i>	<i>39</i>
A.1.4	<i>Individuazione e definizione dei corpi idrici – acque costiere .....</i>	<i>52</i>
A.2	INDIVIDUAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI .....	61



---

# A – Metodologia per l'identificazione dei corpi idrici

## A.1 Individuazione e classificazione dei corpi idrici superficiali

La Direttiva 2000/60/CE (Water Framework Directive), recepita nell'ordinamento nazionale tramite il D.Lgs. 152/2006, definisce il quadro per la protezione e il miglioramento delle acque superficiali e sotterranee da utilizzare per il raggiungimento, entro il 2015, di uno stato "buono" dei corpi idrici. Fanno eccezione i corpi idrici identificati come artificiali (AWB) e quelli naturali designati come fortemente modificati (HWMB) ai quali sono assegnati obiettivi di qualità inferiori espressi dal potenziale ecologico.

Per definire le condizioni di riferimento dello stato ecologico la Direttiva richiede agli Stati Membri di effettuare una classificazione in "tipi" secondo una metodologia comune, fornendo una prima indicazione tecnico-operativa (allegato II) e proponendo due metodi di classificazione (sistema A e sistema B).

Al fine di verificare sul territorio italiano l'applicabilità e l'idoneità dei due sistemi alternativi proposti dalla Direttiva e sviluppare una tipologia fluviale per l'Italia è stato costituito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare un Gruppo di lavoro formato da esperti di Istituti scientifici (tra cui il CNR-IRSA), da rappresentanti del Ministero, dalle Regioni e dalle Province Autonome. Nell'ambito delle attività il Sistema A è stato giudicato non soddisfacente per descrivere la varietà di situazioni presenti in Italia e quindi non idoneo alla classificazione tipologica dei fiumi italiani e l'attenzione è stata perciò rivolta allo sviluppo di una nuova tipologia in accordo con i parametri indicati dal sistema B, con l'attenzione però anche ad una prima fase di regionalizzazione, anche in considerazione delle attività già svolte dalle Regioni e dalle Autorità di Bacino e delle decisioni prese nell'ambito del tavolo tecnico nazionale.

L'attività svolta dal Gruppo di lavoro ed i risultati ottenuti dalla fase sperimentale sono stati alla base dell'elaborazione del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 16 giugno 2008, n. 131 (Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia

ambientale”, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 4, dello stesso decreto), secondo il quale le Regioni, sentite le Autorità di Bacino, devono:

- identificare, definendone i tipi, le acque superficiali appartenenti alle diverse categorie di fiumi, laghi, acque marino-costiere e acque di transizione, sulla base dei criteri di cui all’allegato 1, sezione A;
- effettuare l’analisi delle pressioni e degli impatti secondo la metodologia di cui all’allegato 1, sezione C;
- individuare i corpi idrici per ogni classe di tipo, sulla base dei criteri riportati nell’allegato 1, sezione B.

La Direttiva 2000/60/CE (WFD) prevede l’identificazione, a livello di ecoregioni e sulla base di pochi e semplici descrittori facilmente raffrontabili su grande scala, dei tipi di corpi idrici e per ognuno di essi la successiva definizione delle “condizioni tipo-specifiche”.

La ricerca delle condizioni di riferimento viene effettuata dapprima sul territorio mentre laddove non sia possibile individuare naturalmente i corpi idrici di riferimento è necessario definirli in via teorica sulla base di un modello o di serie storiche basate su informazioni pregresse. Tali condizioni di riferimento rappresentano le caratteristiche biologiche, idromorfologiche, e fisico-chimiche tipiche di un corpo idrico relativamente immune da impatti antropici e sono necessarie per definire lo stato di qualità ambientale «elevato»: un ecotipo, cioè, caratterizzato da condizioni e comunità specifiche le cui componenti chimico-fisiche ed ecologiche non risultino influenzate da pressione antropica significativa.

Una volta definiti i tipi e le relative condizioni di riferimento si passa all’analisi delle pressioni e degli impatti dovuti alle attività antropiche ed alla individuazione dei corpi idrici.

L’ultimo passo consiste nella classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici così individuati, effettuato mediante un confronto con le condizioni di riferimento previste per ogni tratto.

Una volta definite le tipologie all’interno di una categoria di acque superficiali (fiumi, laghi/invasi, acque di transizione e acque costiere) e valutati gli impatti che insistono sulle medesime categorie di acque il passo successivo consiste nell’identificazione dei corpi idrici. Il D.Lgs. 152/06 all’art. 74 comma 2 lettera h definisce il corpo idrico superficiale come *“un elemento distinto e significativo di acque superficiali, quale un lago, un bacino artificiale, un torrente, fiume o canale, acque di transizione o un tratto di acque costiere”*.

I “corpi idrici”, nell’intendimento della direttiva europea, rappresentano le unità a cui fare riferimento per riportare e accertare la conformità con gli obiettivi ambientali.

---

Un “corpo idrico superficiale” deve essere nelle condizioni tali da poter essere assegnato a una singola classe di stato ecologico delle acque con sufficiente attendibilità e precisione sulla base dei programmi di monitoraggio effettuati.

I criteri e i metodi per l'individuazione dei corpi idrici superficiali sono descritti alla sezione B del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 16 giugno 2008, n. 131 (*Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni)*). In sintesi i passaggi previsti dal decreto ministeriale per arrivare alla definizione dei corpi idrici superficiali sono, nell'ordine:

- 1) valutazione delle caratteristiche fisiche;
- 2) valutazione degli impatti delle pressioni quantitative, qualitative e idromorfologiche che comportano una variazione dello stato ecologico;
- 3) suddivisione delle acque superficiali in relazione alle aree protette per le quali sono stabiliti obiettivi specifici tali per cui i corpi idrici che vi ricadono sono assoggettati a loro volta ad obiettivi aggiuntivi.

L'individuazione dei corpi idrici deve essere finalizzata ad una razionale gestione delle acque superficiali e pertanto, ferma restando la necessità di suddividere il corpo idrico laddove vi siano dei cambiamenti nel suo stato ecologico, si è operato cercando di evitare un'eccessiva frammentazione.

Il D.Lgs. 152/06 all'art. 74 comma 2 lettera g definisce inoltre i corpi idrici fortemente modificati: questi rappresentano un sottoinsieme contenente quei corpi idrici superficiali la cui natura, a seguito di alterazioni fisiche dovute a un'attività umana, è sostanzialmente modificata. All'art. 77 comma 5 del D.Lgs. 152/06 vengono riportati gli usi specifici che provocano quelle trasformazioni che consentono di poter designare un corpo idrico come fortemente modificato:

- la navigazione, incluse le infrastrutture portuali, o le attività ricreative;
- le attività per le quali è previsto l'immagazzinamento di acqua, quali l'approvvigionamento per uso potabile, la produzione di energia idroelettrica, l'irrigazione;
- regimazione delle acque, protezione dalle inondazioni, drenaggio del terreno;
- altre attività antropiche ritenute significative.

Una volta che un corpo idrico è stato individuato come fortemente modificato, esso non dovrà più raggiungere il buono stato ecologico bensì dovrà raggiungere il buon potenziale ecologico. Il potenziale ecologico è determinato secondo una scala di classificazione che tiene conto degli

effetti delle alterazioni antropiche sulla componente ecologica e perciò rappresenta uno standard ecologico più realistico anche se non necessariamente meno restrittivo. Il concetto di corpo idrico fortemente modificato è stato introdotto, chiaramente, per consentire di non rinunciare a quegli usi specifici che garantiscono funzioni sociali ed economiche, attuando, nel contempo, le misure di mitigazione dell'impatto finalizzate al miglioramento della qualità dei corpi idrici.

Attraverso l'attività conoscitiva sin qui effettuata, è possibile fare una prima valutazione della vulnerabilità dello stato dei corpi idrici individuati nei paragrafi precedenti finalizzata a prevedere l'effettiva possibilità che questi hanno di raggiungere o meno, nei tempi previsti dalla direttiva, gli obiettivi di qualità di cui all'art. 76 del D.Lgs. 152/06 e gli obiettivi specifici previsti dalle leggi istitutive delle aree protette di cui all'allegato 9 del medesimo decreto legislativo. In questa fase i corpi idrici vengono classificati come "*a rischio*", "*non a rischio*" e "*probabilmente a rischio*" di raggiungere gli obiettivi previsti.

Il decreto 131/08 riporta nella sezione C i metodi da adottarsi per svolgere una prima classificazione di rischio nell'attesa dell'attuazione definitiva di tutte le fasi che concorrono alla classificazione dei corpi idrici; di seguito se ne riporta una sintesi.

Devono essere considerati "*a rischio*":

- le acque a specifica destinazione funzionale (acque destinate alla produzione di acqua potabile, acque di balneazione, acque dolci idonee alla vita dei pesci, acque destinate alla vita dei molluschi) non conformi agli specifici obiettivi di qualità;
- aree sensibili ai sensi dell'art. 91 del D.Lgs. 152/08;
- corpi idrici ubicati in zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari ai sensi degli art. 92 e 93 del D.Lgs. 152/08 qualora, anche a seguito dell'attuazione dei programmi di controllo e d'azione predisposti, si ritenga improbabile il raggiungimento dell'obiettivo ambientale entro il 2015;
- corpi idrici ubicati in aree contaminate, identificate come siti di bonifica, ai sensi della parte quarta titolo V del D.Lgs. 152/08;
- corpi idrici che, sulla base delle caratteristiche di qualità emerse da monitoraggi progressivi, presentano gli indici di qualità e i parametri correlati all'attività antropica che incide sul corpo idrico, non conformi con l'obiettivo di qualità da raggiungere entro il 2015 e per i quali, in relazione allo sviluppo atteso delle pressioni antropiche e alla peculiarità e fragilità degli stessi corpi idrici e dei relativi ecosistemi acquatici, risulta improbabile il raggiungimento degli stessi obiettivi entro il 2015.

---

Viceversa devono essere classificati come “*non a rischio*” quei corpi idrici sui quali non esistono attività antropiche o per i quali è provato, da specifico controllo dei parametri di qualità correlati alle attività antropiche presenti, che queste non incidono sullo stato di qualità del corpo idrico.

Infine sono valutati come “*probabilmente a rischio*” quei corpi idrici per i quali non esistono dati sufficienti sulle attività antropiche e sulle pressioni o, qualora sia nota l’attività antropica, non sia possibile una valutazione dell’impatto provocato dall’attività stessa per mancanza di un monitoraggio pregresso sui parametri ad essa correlati.

### A.1.1 Individuazione e definizione dei corpi idrici – fiumi

La metodologia usata per la tipizzazione parte dal lavoro svolto dal CEMAGREF (*Centre National du Machinisme Agricole, du Genie Rural, des Eaux et des Forets*) per la Francia (Wasson *et al.*, 2006, 2007) che si basa su due livelli successivi di approfondimento:

1. la definizione di idro-ecoregioni (HER), cioè di aree che presentino al loro interno una limitata variabilità per le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche;
2. la definizione di tipi fluviali, da riconoscersi all’interno delle HER, sulla base di un ristretto numero di variabili non incluse nella definizione delle HER.

Il concetto di idro-ecoregione (HER), derivato dal concetto di ecoregione terrestre, pone al centro dell’attenzione gli ecosistemi acquatici e le loro peculiarità in relazione agli ecosistemi terrestri. È basato su un approccio dall’alto verso il basso dove i fattori di controllo globali determinano le condizioni locali osservate nei fiumi. La classificazione geografica o gli ecosistemi terrestri sono stati adattati agli ecosistemi acquatici da Omernick (1987) (in Wasson *et al.*, 2002). La diversità naturale dei fiumi è considerata il risultato della sovrapposizione di due fattori: il gradiente monte-valle e l’eterogeneità regionale i.e. differenze tra le HER (Wasson *et al.*, 2001).

Il concetto si basa sulle teorie del controllo gerarchico degli idrosistemi. I principali fattori che determinano le caratteristiche degli idrosistemi sono la geologia, l’orografia e il clima (Wasson *et al.*, 2002), che regolano la morfodinamica e i parametri idrochimici a scala di tratto fluviale e, di conseguenza, regolano l’ecosistema e le biocenosi presenti. Geologia, orografia e clima sono considerati i principali fattori che determinano le caratteristiche degli ecosistemi d’acqua corrente a scala di bacino.

Le ipotesi fondanti dell’approccio delle idro-ecoregioni sono:

- all'interno di ogni HER, gli ecosistemi di acqua corrente devono presentare una variabilità limitata per le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, oltre che un simile pattern di variazione longitudinale;
- gli ecosistemi di HER diverse devono differire per almeno uno dei principali parametri abiotici, e queste differenze si devono riflettere in modo consistente e significativo sulla struttura biologica.

Il peso di ciascun elemento deve dipendere sia dal contesto generale sia dai pesi relativi degli altri elementi. Per esempio, in aree a clima mediterraneo, la carenza d'acqua o lo stress idrico possono essere i principali fattori di controllo degli ecosistemi acquatici, mentre la geologia può risultare meno importante. In aree montane, l'altitudine e il clima sono strettamente correlati e gli aspetti di orografia e geologia rivestono un'importanza relativa maggiore.

In aree pianiziali e a clima umido, geologia e permeabilità sembrano essere tra i fattori principali nello strutturare le biocenosi fluviali.

Tali considerazioni, riportate all'interno della definizione delle HER, possono successivamente essere palesate mediante analisi agglomerative a posteriori; inoltre, la regionalizzazione deve tener conto sia di discontinuità sia di gradienti naturali. Si è perciò assunto che il gradiente longitudinale dei fiumi sia, nei suoi tratti principali, prevedibile sulla base di semplici descrittori e che sia possibile integrare tale informazione nella definizione tipologica finale.

Tale prevedibilità sarà maggiore in sistemi fluviali appartenenti ad una singola HER (endogeni) e comunque significativa per corsi d'acqua che attraversano più HER; la previsione delle caratteristiche di questi ultimi potrà essere effettuata considerando l'entità del contributo delle HER a monte (es. in termini di portata).

Alcuni vantaggi della definizione e dell'utilizzo di una regionalizzazione (livello intermedio verso la tipizzazione) sono:

- grande semplificazione nell'attribuzione di ogni tratto fluviale a un determinato tipo;
- possibilità di attribuzione automatica a tipi per tutto il territorio nazionale;
- spiccata coincidenza tra idro-ecoregioni/tipologia e unità territoriali di gestione;
- buon compromesso tra ponderazione delle caratteristiche ecosistemiche e necessità gestionali;
- integrazione di alcuni dei descrittori obbligatori del sistema B della WFD in regioni definite con conseguente semplificazione interpretativa pur in piena attinenza normativa;
- le HER sono un'ottima base per la definizione di condizioni di riferimento tipo-specifiche.

Alla luce di tali elementi, l'approccio sviluppato dal CNR-IRSA (Buffagni *et al.*, 2006) ed in fase di approvazione dal MATTM, prevede le seguenti fasi:

**Livello 1 – Regionalizzazione e definizione delle idro-ecoregioni (HER):** si è ritenuto preferibile utilizzare direttamente le HER definite da CEMAGREF per l'Italia e di procedere ad una loro verifica su scala locale/regionale ad opera di Autorità di Bacino, Regioni, ARPA, ecc. Questo ha consentito di procedere più speditamente alle fasi 2 e 3 pur mantenendo una buona base scientifica per la tipologia;

**Livello 2 – Definizione delle tipologie di massima:** le tipologie vengono definite sulla base di pochi elementi descrittivi, tra quelli del Sistema B, di facile applicabilità a scala nazionale e la cui rilevanza sia ampiamente condivisa. Inoltre, le tipologie di massima individuate devono integrarsi al meglio con la regionalizzazione di Livello 1, anche alla luce delle esperienze effettuate in Francia. Questo livello è da considerarsi ufficiale ai fini delle attività di reporting per la WFD a livello europeo e necessario per tutti i fiumi italiani;

**Livello 3 - Definizione delle tipologie di dettaglio:** questo livello consente l'affinamento della tipizzazione di Livello 2 sulla base delle specificità territoriali, dei dati disponibili, di particolari necessità gestionali, ecc. Si può basare, nelle diverse aree italiane, su descrittori differenti, la cui utilità e appropriatezza devono essere dimostrate su scala locale/regionale. Offre la possibilità di compensare eventuali incongruenze che derivino dalla definizione delle tipologie di Livello 2. I risultati di Livello 3 dovrebbero consentire una ridefinizione più accurata dei criteri/limiti utilizzati nei due livelli precedenti.

La Tabella 1 mostra i fattori considerati nei tre livelli proposti per la realizzazione della tipologia per i fiumi italiani.

Livello	Fattori obbligatori	Fattori opzionali	Altri fattori
1. REGIONALIZZAZIONE	Altitudine, composizione geologica (litologia), latitudine, longitudine	Pendenza media del corpo idrico, precipitazioni, temperatura dell'aria	
2. DEFINIZIONE DI UNA TIPOLOGIA DI MASSIMA	Distanza dalla sorgente (per la dimensione)	Forma e configurazione dell'alveo principale	Origine, influenza del bacino a monte, perennità e persistenza
3. DEFINIZIONE DI UNA TIPOLOGIA DI DETTAGLIO		Composizione media del substrato	Temperatura, portata/regime/curve di durata, interazioni con la falda, carattere lenticolare, altro

Tabella 1 - Lista dei fattori considerati nei tre livelli proposti per la realizzazione della tipologia per i fiumi italiani.

Livello 1: idro-ecoregioni (HER)

Il CEMAGREF, basandosi sulle differenze geografiche/geologiche/topologiche di massima, ha individuato a livello europeo numerose idro-ecoregioni di cui 21 interessano l'Italia come rappresentato in Figura 1. Il territorio occupato dai bacini idrografici delle Alpi orientali è interessato da 4 idro-ecoregioni: Alpi Centro-Orientali (INNER ALPS – E), Prealpi e Dolomiti (CALCAREOUS SOUTHERN ALPS AND DOLOMITES), Pianura Padana (PO PLAIN), Carso (YUGOSLAVIAN KARST).

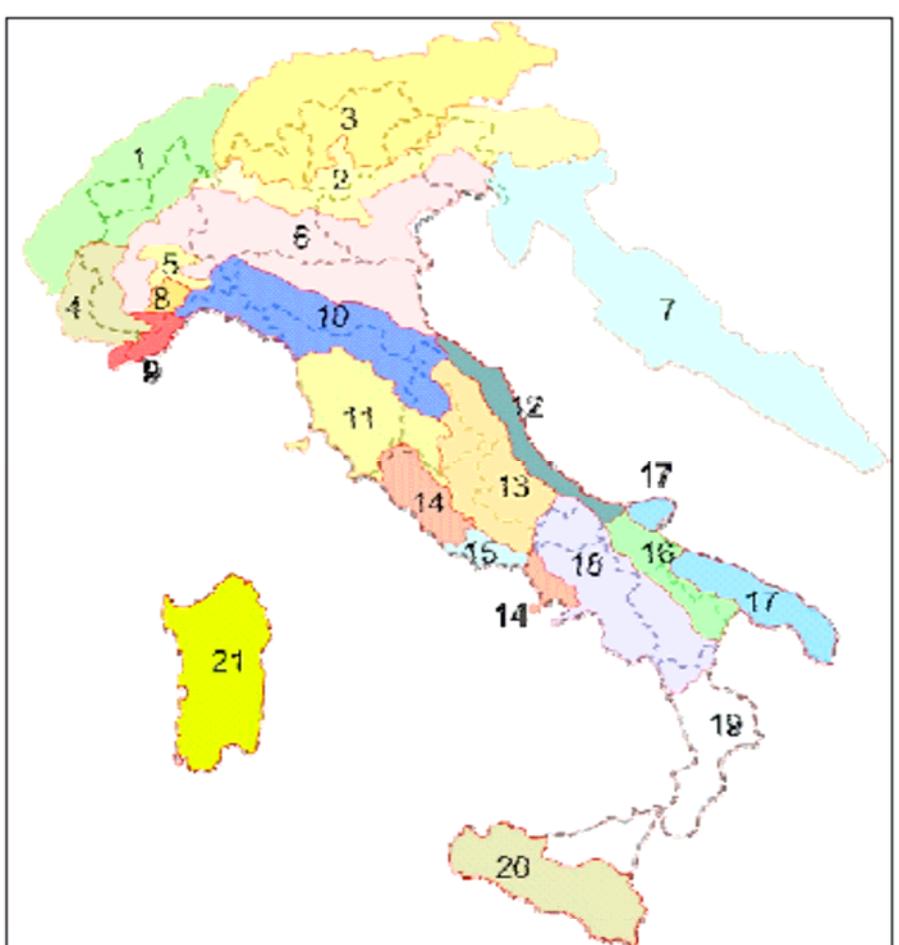


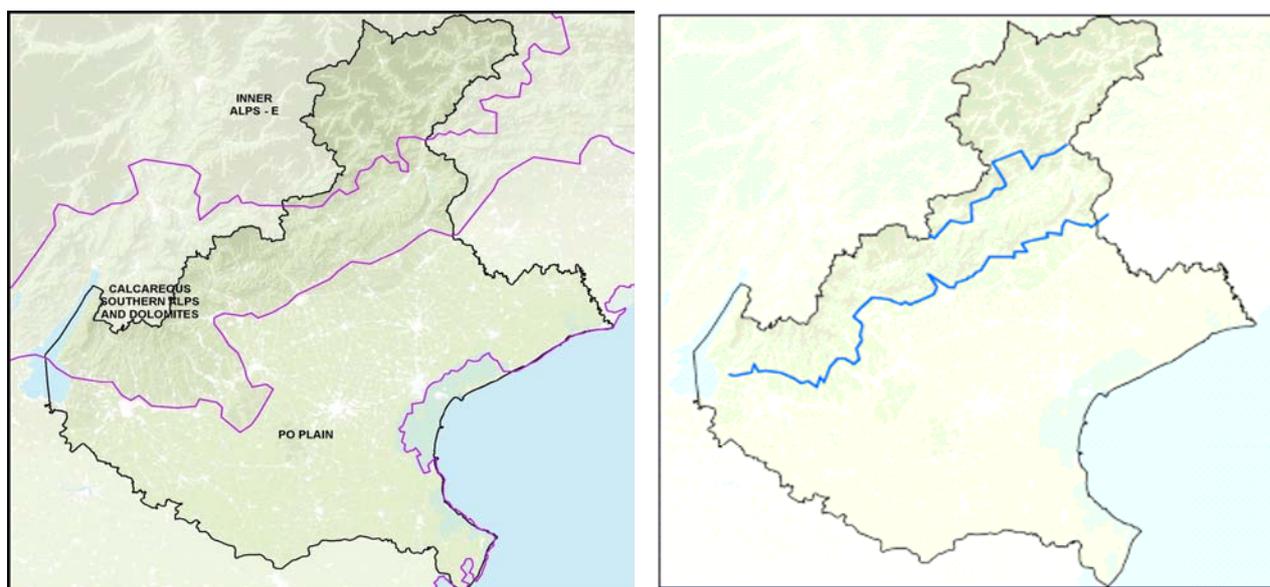
Figura 1: Idro-ecoregioni individuate dal CEMAGREF che interessano l'Italia.

Nell'individuazione delle idro-ecoregioni la prima distinzione è stata fatta tra Alpi e Pianura Padana. Le Alpi sono state a loro volta suddivise secondo lo schema della geologia classica nei tre gruppi geografici: Meridionali, Centrali e Orientali. La terza HER del Veneto è l'area delle Dolomiti, che si differenzia litologicamente dalle Alpi Orientali per la prevalenza delle rocce carbonatiche di calcio e magnesio (dolomie).

Le idro-ecoregioni individuate dal CEMAGREF sono state verificate e modificate su scala regionale. Il primo approccio per tracciare le idro-ecoregioni del Veneto si è basato sul criterio oggettivo della quota. A partire da un modello digitale del terreno (DTM) sono state delineate le isolinee di quota pari a 200 e 800 metri, che rappresentano le linee di separazione rispettivamente tra le idro-ecoregioni di Pianura Padana e Prealpi e tra Prealpi e Alpi centro – orientali.

Il metodo porta alla generazione di zone lunghe e strette che si incuneano nella idro-ecoregione a monte, corrispondenti alle valli dei principali fiumi (es. fiume Piave, torrente Cordevole), che si è ritenuto opportuno “smussare”.

I confini finali delle idro-ecoregioni sono rappresentate in Figura 2 (destra), dove le due linee sono state ottenute unendo i diversi punti di cambio di idro-ecoregione delle aste naturali oggetto della Direttiva 2000/60/CE.



*Figura 2: A sinistra le idro-ecoregioni individuate dal CEMAGREF che interessano il Veneto; a destra i confini finali delle idro-ecoregioni dopo le modifiche apportate dalla Regione del Veneto.*

Nel caso della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia è stato necessario ritoccare alcuni confini per meglio adattarli alla scala di dettaglio utilizzata per le operazioni di tipizzazione (1 : 5000). In particolare:

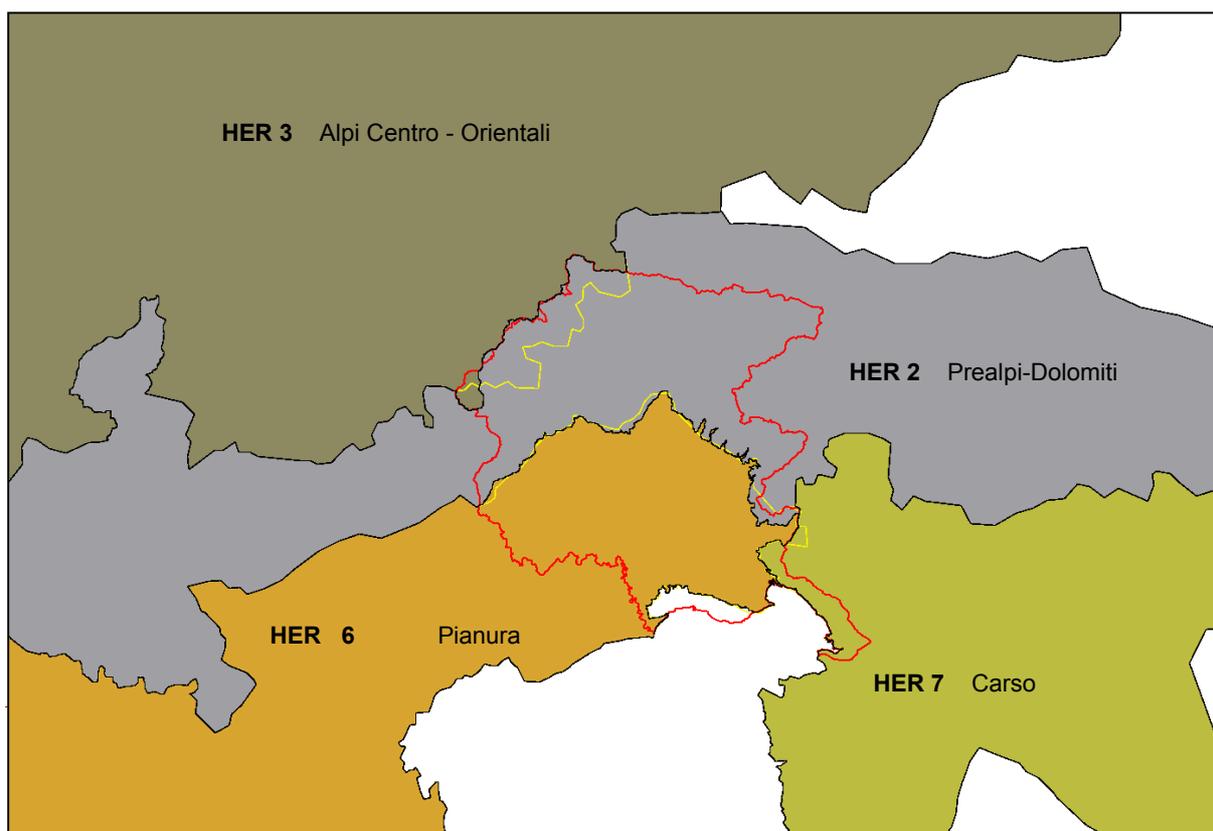
- si è aumentato il dettaglio per la delimitazione tra le Idro-Ecoregioni “Prealpi Dolomiti” e “Pianura Padana”. In questo caso è stata utilizzata la carta delle pendenze (DEM a 20 m ottenuta a partire dalla CTRN 1:5000) e la linea risulta ora molto più articolata per la

presenza delle “rientranze” in corrispondenza delle valli dei corsi d’acqua che si immettono in pianura;

- si è deciso di far coincidere la linea di separazione tra le Idro-Ecoregioni “Alpi Centro-Orientali” e “Prealpi Dolomiti” con lo spartiacque tra Tagliamento e Piave. Nella proposta originale del Cemagref, infatti, il bacino dell’Alto Tagliamento risultava diviso trasversalmente pur senza un effettivo riscontro di discontinuità delle condizioni geografiche, climatiche ed ecologiche;
- per quanto riguarda la limitata porzione del bacino del Piave ricadente nel territorio regionale è stato concordato con la Regione Veneto di farla ricadere interamente nella Idro-Ecoregione “Alpi Centro-Orientali”, coerentemente con il resto del bacino;
- qualche modifica è stata apportata anche nella zona del Collio goriziano come conseguenza all’adattamento tra le IdroEcoregioni “Prealpi Dolomiti” e “Pianura Padana” e tenendo conto delle caratteristiche ambientali.

È importante che ad una prima definizione teorica di HER segua una validazione “ecologica” basata sui diversi elementi biologici (invertebrati, pesci, ecc...) in modo da verificare se i limiti delle classi fissati sulla base di cambiamenti dell’ambiente fisico corrispondano a cambiamenti delle comunità biologiche. A questo scopo una prima serie di campionamenti sul territorio iniziata nell’aprile 2008 ha permesso di verificare e confermare la distinzione tra le IdroEcoregioni “Prealpi Dolomiti” e “Pianura Padana”.

In Figura 3 sono rappresentate le HER modificate rispetto alla precedente delimitazione (in colore giallo).



---

*Figura 3: Modifiche apportate alla prima delimitazione delle HER su grande scala e adattamento al territorio della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.*

### Livello 2: Definizione di una tipologia di massima

Il secondo passaggio consiste nell'individuazione, all'interno delle HER precedentemente stabilite, di tipologie identificabili mediante una lista di parametri abiotici che descrivano il corso d'acqua nelle sue condizioni di naturalità e siano dunque indipendenti dalla presenza di alterazioni di origine antropica.

Vanno censiti in quanto significativi tutti i corsi d'acqua naturali aventi un bacino idrografico superiore a 10 km<sup>2</sup>; a questi si aggiungono tutti quei corpi idrici che, per valori naturalistici e/o paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale. Sono considerati, altresì, significativi tutti i canali artificiali che restituiscano, almeno in parte, le proprie acque in corpi idrici naturali superficiali e aventi portata di esercizio di almeno 3 m<sup>3</sup>/s.

In base alla loro semplice applicabilità sono stati scelti dal CNR – IRSA i seguenti criteri:

- perennità e persistenza;
- origine del corso d'acqua;
- distanza dall'origine (intesa come indicatore della taglia del corso d'acqua);
- morfologia dell'alveo (per i fiumi temporanei);
- influenza del bacino a monte.

Dato che una parte dei corsi d'acqua friulani ricade in territorio sloveno (i fiumi Isonzo, Vipacco, Rosandra, Ospio per un tratto soltanto o quasi completamente come i torrenti Recca, Verpogliano e Grisa), per completezza la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha deciso di rappresentarli ugualmente attribuendo loro un codice "SL" (identificativo di "Slovenia"). Inoltre una parte di corsi d'acqua non è stata tipizzata in quanto appartenente alla categoria di acque di transizione. Anche in questo caso si è deciso, per completezza, di rappresentare ugualmente i corsi d'acqua fino allo sbocco a mare attribuendo ai tratti un codice "CS" (identificativo di "cuneo salino"). Per quanto riguarda i corsi d'acqua con superficie minore di 10 km<sup>2</sup> la normativa impone di applicare la tipizzazione nel caso di ambienti di particolare rilevanza paesaggistico-naturalistico, di ambiente individuati come siti di riferimento nonché per i corsi d'acqua che hanno un carico inquinante tale da modificare significativamente il corpo idrico recettore. Sotto quest'ottica si è scelto di procedere alla tipizzazione dei più importanti corsi d'acqua di risorgiva, per i quali, oltretutto, risulta riduttivo e poco applicabile il limite del bacino

idrografico. Inoltre sono stati tipizzati altri corpi idrici di natura carsica e sede di importanti approvvigionamenti idrici.

### **Perennità e persistenza**

Il parametro “perennità e persistenza” ha lo scopo di riconoscere e caratterizzare i fiumi di carattere temporaneo in area mediterranea.

Si intende perenne un fiume che abbia acqua in alveo 365 giorni l’anno tutti gli anni; di contro, temporaneo è un fiume soggetto a periodi di asciutta totale durante l’anno o almeno 2 anni su 5.

I temporanei a loro volta sono distinti in:

- intermittente: presenta acqua in alveo per più di 8 mesi all’anno; possono presentare asciutte solamente in parti del loro corso e/o più volte durante l’anno;
- effimero: presenta acqua in alveo per meno di 8 mesi all’anno, ma stabilmente;
- episodico: presenta acqua in alveo solo in seguito a precipitazioni particolarmente intense, anche meno di una volta ogni 5 anni.

La definizione del regime dei corsi d’acqua, come prevede l’individuazione delle tipologie, è stata ricavata al netto delle eventuali pressioni antropiche (derivazioni, sbarramenti, ecc.).

Non sempre è facile estrapolare il regime di un corso d’acqua in condizioni di naturalità e spesso manca un monitoraggio di dettaglio della perennità/temporaneità, soprattutto per quanto riguarda i corsi d’acqua minori; I fiumi, o tratti di essi, sono stati, perciò, classificati, semplificando, così, anche il numero finale di tipologie, in perenni o temporanei.

### **Origine del corso d’acqua (nel caso dei fiumi perenni)**

Il fiume viene discriminato in base alla sua origine permettendo così di evidenziare ecosistemi di particolare interesse o a carattere peculiare.

Le tipologie riconosciute sono 5:

- da scorrimento superficiale di acque di precipitazione o da scioglimento di nevai;
- da grandi laghi;
- da ghiacciai;
- da sorgenti;
- da acque sotterranee (risorgive e fontanili).

Si intende che tale caratterizzazione abbia maggior valore in prossimità del punto di origine perdendo le sue peculiarità con l’aumento della distanza percorsa dal fiume verso valle, dove il

corso d'acqua assumerà presumibilmente caratteristiche confrontabili con quelle di un corso d'acqua originatosi da acque di pioggia.

### **Distanza dalla sorgente (nel caso dei fiumi perenni)**

La distanza dalla sorgente è strettamente correlata con la dimensione del bacino essendone un descrittore indiretto e fornendo indicazioni sulla taglia del corso d'acqua, come dimostrato da dati sperimentali.

Sono state calcolate 5 classi di taglia per corso d'acqua come indicato nella Tabella 2.

<b>Taglia corso d'acqua</b>	<b>Distanza dalla sorgente</b>	<b>Superficie del bacino sotteso</b>	<b>Codice</b>
Corso d'acqua molto piccolo	< 5 Km	< 25 Km <sup>2</sup>	1
Corso d'acqua piccolo	5 – 25 Km	25 – 150 Km <sup>2</sup>	2
Corso d'acqua medio	25 – 75 Km	150 – 750 Km <sup>2</sup>	3
Corso d'acqua grande	75 -150 Km	750 -2500 Km <sup>2</sup>	4
Corso d'acqua molto grande	> 150 Km	> 2500 Km <sup>2</sup>	5
*	< 10 Km		6*

\* Per i corsi d'acqua con origine da sorgenti o da acque sotterranee aventi una distanza dalla sorgente inferiore a 10 km non si applica il codice 1 ma è previsto un codice a parte (6).

*Tabella 2: Corrispondenza tra la taglia di un corso d'acqua e la distanza dall'origine.*

Nella Regione Autonoma Friuli Venia Giulia si è deciso in linea generale di prendere in considerazione l'estensione del bacino a monte. Nel caso particolare dei corsi d'acqua di risorgiva si è invece reputato più significativo tener conto della distanza dalla sorgente.

Tale criterio non deve comunque essere applicato a priori con puro calcolo numerico, ma adeguato a discontinuità realmente esistenti, come la confluenza di un altro corso d'acqua di ordine superiore, pari o inferiore di un'unità, o casi specifici che determinino una qualche importante disomogeneità ecologica.

### **Morfologia dell'alveo (nel caso dei fiumi temporanei)**

La morfologia dell'alveo fluviale è il criterio scelto per la tipizzazione dei fiumi temporanei in alternativa alla distanza dalla sorgente utilizzato per i perenni. Si è ritenuto, infatti, che il carattere di temporaneità rendesse debole la correlazione della portata con la dimensione del bacino e di conseguenza la correlazione tra quest'ultima e le biocenosi fluviali che d'altra parte sono fortemente influenzate dalle caratteristiche morfologiche periodicamente rimodellate a seguito degli eventi di piena.

I corsi d'acqua per i quali la morfologia dell'alveo risulta particolarmente importate per caratterizzare la struttura e il funzionamento dell'Ecosistema sono quelli di pianura, collina e quelli di fondovalle montani. I due raggruppamenti possibili sono:

- Meandriforme, sinuoso o confinato
- Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati o fortemente anastomizzato.

#### **Influenza del bacino a monte (IBM)**

L'IBM è un parametro direttamente correlato al concetto di idro-ecoregione. Definendo, infatti, le macroaree delle idro-ecoregioni, si presume che al loro interno persistano condizioni altamente comparabili tra gli ecosistemi acquatici, condizioni che d'altro canto dovrebbero essere significativamente differenti tra HER distinte. Ne consegue che un fiume che attraversi idro-ecoregioni diverse risenta di quella a monte del tratto considerato.

Tale influenza viene calcolata con un semplice rapporto matematico:

$IBM = \text{Estensione totale del fiume} / \text{Estensione del fiume nella HER di appartenenza}$

Anche in questo caso In regione Friuli si è deciso di ragionare in termini di bacino sotteso per i corsi d'acqua montani e in termini di lunghezza o distanza dalla sorgente per i corsi d'acqua di risorgiva.

L' estensione totale del fiume e quella nella HER di appartenenza sono da intendersi entrambe calcolate a partire dal sito in esame verso monte secondo lo schema riportato in Tabella 3.

	<b>IBM</b>	<b>Influenza bacino di monte</b>
HER 2, 6, 7	$IBM \leq 1.25$	TRASCURABILE O NULLA (T)
	$1.25 \leq IBM \leq 2$	DEBOLE(D)
	$IBM \geq 2$	FORTE (F)

HER 3	NON APPLICABILE (N) (per i soli corsi endogeni)
-------	--

*Tabella 3: Classificazione dell'influenza del bacino di monte in base all'indice IBM.*

*Livello 3: Definizione di una tipologia di dettaglio*

Il terzo livello della tipizzazione è opzionale anche se auspicabile poiché permette di scendere ad una scala di maggior dettaglio al fine di valorizzare le informazioni approfondite, già disponibili localmente e ritenute di particolare rilevanza per la caratterizzazione dei corsi d'acqua, in quanto strettamente correlate con gli ecosistemi acquatici. Gli indicatori da utilizzare possono essere parametri morfologici (caratteristiche dell'alveo), chimici, fisici, descrittori specifici (granulometria del substrato, carattere lenticò - lotico, variazioni di interazione con la falda, ecc).

Il terzo livello dovrebbe, inoltre, affiancare l'individuazione dei corpi idrici ai sensi della WFD e consentire la definizione di eventuali sottotipi.

Per la regione Veneto si è scelto di caratterizzare i grandi fiumi (Adige, Brenta, Piave, Astico, Leogra - Timonchio), come rappresentato in Figura 4, con due parametri idromorfologici:

- alveo a canali intrecciati (braided).
- alveo disperdente.

Si vuole evidenziare la particolarità della zona posta a monte della fascia delle risorgive dove la presenza di uno spesso materasso alluvionale permeabile fa sì che i fiumi dell'alta pianura disperdano in subalveo una buona percentuale della loro portata andando ad alimentare le falde e di conseguenza le risorgive stesse. Dai tratti disperdenti dei grandi fiumi dipendono infatti i corsi d'acqua di bassa pianura che originano da acque sotterranee.

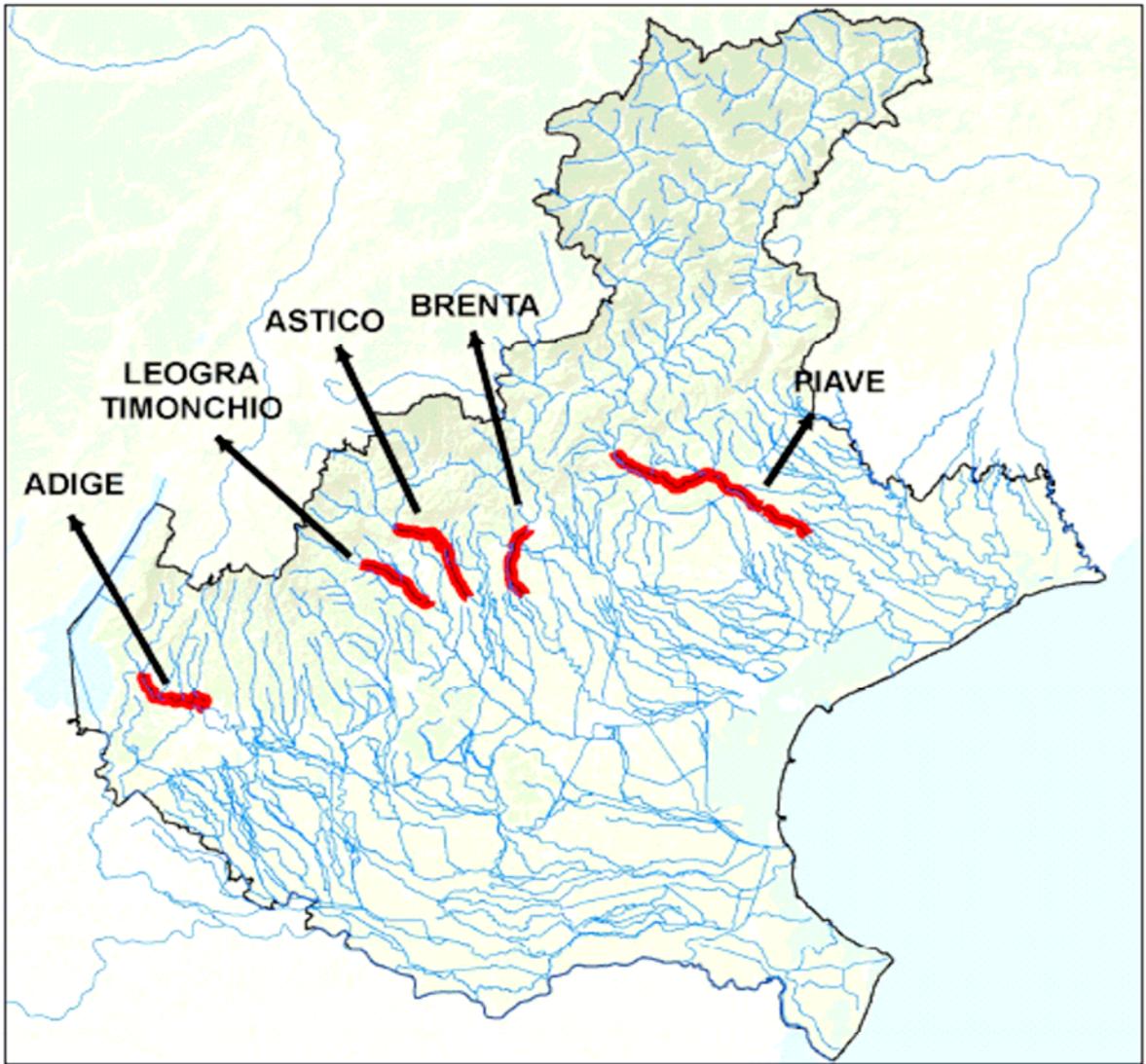


Figura 4: Corsi d'acqua del Veneto per i quali è stato affrontato il terzo livello della tipizzazione.

Codifica delle tipologie

Tutti i dati elaborati seguono la codifica contenuta in appendice al Decreto sulla “modalità di trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque” in corso di approvazione, come indicato in Tabella 4.

Idro-ecoregioni	Perenni	Origine		Distanza sorgente		Influenza Bacino Monte	
		01 ÷ 21 (Numerazione delle 21 HER nelle quali è	SS	Scorrimento Superficiale	1	<5 km	T

stato suddiviso il territorio italiano)		GL	Grandi Laghi	2	5-25 km	D	Debole
		SR	Sorgenti	3	25-75 km	F	Forte
		AS	Acque Sotterranee	4	75-150 km	N	Non applicabile
		GH	Ghiacciai	5	>150 km		
				6	<10 km		
	Temporanei	<b>Persistenza</b>		<b>Morfologia alveo</b>			
		IN	Intermittenti	7	Meandriforme, sinuoso o confinato		
		EF	Effimeri	8	Semiconfinato, transizionale, canali intrecciati fortemente anastomizzato		
		EP	Episodici				

Tabella 4: Metodologia per la codifica dei tipi fluviali.

Per le idro-ecoregioni del territorio dei bacini idrografici delle alpi orientali i codici sono indicati in Tabella 5.

Cod_Italia	Nome italiano	Nome originale
02	PREALPI_DOLOMITI	SOUTHERN PREALPS AND DOLOMITES
03	ALPI CENTRO-ORIENTALI	INNER ALPS - EAST
06	PIANURA PADANA	PO PLAIN
07	CARSO	YUGOSLAVIAN KARST

Tabella 5: Codici numerici e denominazione delle idro-ecoregioni italiane. Per consentire un più agevole confronto con altri documenti si riporta anche la denominazione in uso in Europa secondo il Cemagref (aprile 2007).

Per le tipologie fluviali e i corpi idrici viene utilizzato un codice alfanumerico:

HER	Orig/Pers	Dist/ Morf	IBM

I passaggi operativi sono i seguenti e per ognuno di questi corrisponde un identificativo come indicato nella tabella 1.

- a) attribuzione della Idro-Ecoregione di appartenenza (**HER**)
- b) distinzione tra tratti fluviali perenni o temporanei (**P o T**)
- c) indicazione dell'origine del corso d'acqua ( **SS, GL, SR, AS, GH**)
- d) indicazione della taglia del tratto sulla base della sua distanza dalla sorgente (**01, 02, 03, 04, 05, 06**)
- e) indicazione della persistenza dei corsi d'acqua temporanei (**IN, EF, EP**)
- f) definizione delle caratteristiche morfologiche (**07, 08**)
- g) quantificazione della possibile influenza del bacino di monte sul tratto fluviale in esame (**T, D, F, N**).

#### Identificazione, cartografia e perimetro dei corpi idrici del Veneto

I corpi idrici rappresentano le unità elementari dei corsi d'acqua attraverso cui ne viene effettivamente stimato lo stato di qualità ecologica ed esercitate le misure di controllo, salvaguardia e risanamento; ne consegue che la loro identificazione debba essere accurata nonché finalizzata alla corretta attuazione della Direttiva nei suoi obiettivi ambientali.

La definizione che ne dà l'articolo 2.10 della Direttiva è la seguente: “*Un corpo idrico è un elemento distinto e significativo di acque superficiali, quale un lago, un bacino artificiale, un torrente, fiume o canale, parte di un torrente, fiume o canale, acque di transizione o un tratto di acque costiere.*”

L'identificazione dei corpi idrici ha previsto la suddivisione dei corsi d'acqua, anche artificiali, sulla base di parametri fisici-geomorfologici e sulla base delle pressioni antropiche.

Le caratteristiche fisiche-geomorfologiche naturali significative considerate sono:

- confluenze;
- variazioni di pendenza;

- variazioni di morfologia in alveo;
- variazione della forma della valle;
- differenze idrologiche;
- apporti sorgivi rilevanti;
- variazioni dell'interazione con la falda;
- discontinuità importanti nella struttura della fascia riparia.

Sono state prese in considerazione, poi, valutando specificatamente il loro potenziale o reale impatto sul corso d'acqua dando priorità a quelle ritenute maggiormente impattanti a lungo termine, le seguenti pressioni antropiche:

- dighe: senza esclusioni, dal momento che spezzano fisicamente la continuità del fiume da monte a valle generando invasi artificiali e quindi corpi idrici distinti per definizione;
- sbarramenti: generalmente associati a grosse derivazioni, spezzano fisicamente la continuità del fiume da monte a valle;
- briglie: ostacoli spesso insormontabili per la fauna ittica, sono state usate come causale di corpo idrico quando presenti in veri e propri sistemi (numero elevato e di grandi dimensioni) facilmente individuabili da foto aerea;
- mulini: anch'essi ostacoli per i pesci, data la loro frequenza in molti fiumi di pianura e non conoscendone nella maggior parte dei casi lo stato di attività, si è scelto di dargli un peso relativo, inferiore rispetto ad altri tipi di sbarramenti ed eventualmente di prendere in considerazione il primo a monte e l'ultimo a valle di un fiume;
- conche di navigazione;
- grandi derivazioni e restituzioni: a scopo irriguo o idroelettrico, le si è valutate in rapporto alla portata dei fiumi relativi quando non affiancate dagli sbarramenti (derivazioni) e in rapporto ai dati di qualità delle acque (restituzioni);
- alterazioni dirette dell'alveo quali arginature, rettificazioni e tombature;
- centri urbani significativi;
- scarichi industriali e dei depuratori: gli scarichi sono stati visionati su scala di bacino idrografico, tenendo conto non solo di quelli diretti sul fiume analizzato, ma anche di quelli presenti sugli affluenti.

Hanno costituito motivo di suddivisione le industrie IPPC, a meno di pochissime eccezioni rappresentate dal caso in cui la portata dei loro scarichi potesse essere considerata poco influente a fronte di quella del corpo recettore o dal caso in cui il fiume risultasse già fortemente compromesso dall'inquinamento.

Per tutte le altre industrie, escludendone alcune categorie giudicate irrilevanti quali gli autolavaggi, distributori e simili, si è posto il limite indicativo di portata dello scarico  $\geq 10\%$  della portata del corpo recettore. Le analisi puntuali degli scarichi e i dati di qualità delle acque hanno, inoltre, fornito le informazioni necessarie per valutarne l'impatto e le criticità, quali fenomeni correlati di inquinamento organico o di metalli pesanti. Laddove ci fosse la presenza di più scarichi critici distanziati entro pochi chilometri, è stato preso il primo come limite superiore di un corpo idrico caratterizzato da pressioni analoghe reiterate.

Per quanto riguarda i depuratori, ne è stata valutata la dimensione espressa in abitanti equivalenti, la presenza di una componente industriale e le analisi degli scarichi, analogamente alle industrie. Si è scelto di considerare come soglia critica per i grandi fiumi il numero di 50.000 abitanti equivalenti, modulando tale valore agli altri fiumi in modo proporzionale.

Quando presenti più fattori di pressione di natura diversa, quali ad esempio: uno sbarramento con derivazione e a seguire uno o più scarichi oppure l'inizio di una significativa area urbanizzata e a seguire degli scarichi, si è deciso di volta in volta quale indicatore scegliere come causale primaria della suddivisione rendendo gli altri subordinati in una sintesi complessiva.

Occorre fare notare che l'analisi della vegetazione riparia è stata poco utilizzata nel processo di delimitazione dei corpi idrici, non perché di scarsa importanza, ma in quanto le macroscopiche discontinuità della fascia riparia sono generalmente associate ad altri fattori quali l'urbanizzazione e le arginature. Ne consegue che tale criterio venga in un certo senso assoggettato ad altri che lo esprimono implicitamente. Ne è esempio la definizione di limite su "apertura della valle": l'ingresso del fiume in una piana è sistematicamente relazionato con la trasformazione del territorio in terreni agricoli e/o urbanizzati a discapito delle fasce riparie.

Nel processo di individuazione dei corpi idrici sono, inoltre, stati considerati i confini delle aree protette, per le quali sono stabiliti obiettivi specifici tali per cui i corpi idrici che vi ricadono sono assoggettati a loro volta ad obiettivi aggiuntivi.

Per evitare un'eccessiva frammentazione dei corsi d'acqua in innumerevoli corpi idrici, sono stati applicati dei compromessi tra l'individuazione dei tipi e quella dei corpi idrici ed è stato fissato un limite indicativo della lunghezza minima del corpo idrico pari al 10% della lunghezza totale del corso d'acqua.

---

Corpi idrici superficiali fortemente modificati del Veneto

Un corpo idrico viene definito fortemente modificato, così come si evince dalle linee guida “Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies” (Guidance document n. 4), quando le modifiche fisiche dovute alle attività antropiche ne abbiano così alterato il carattere che non è conseguibile l’obiettivo previsto dalla Direttiva 2000/60/CE per i corsi d’acqua naturali del “buono stato ecologico”. La guida sopra citata riporta alcuni esempi di attività antropiche che comportano alterazioni fisiche che devono essere considerate per l’identificazione dei corpi idrici fortemente modificati.

Ai fini del presente Piano e conseguentemente all’analisi e all’individuazione dei corpi idrici del Veneto, un tratto di corso d’acqua è classificato come “fortemente modificato”, quando la lunghezza delle alterazioni interessa almeno il 50% della sua lunghezza.

Di seguito vengono riportati i criteri seguiti per l’identificazione dei corpi idrici fortemente modificati suddividendo i casi tra i corsi d’acqua in territorio montano e in pianura.

**Corsi d’acqua in territorio montano**

In linea generale le pressioni idromorfologiche più significative che interessano i corsi d’acqua in territorio montano, molto numerosi nel bacino del Piave, sono costituite da briglie, generalmente realizzate con finalità di difesa del suolo, per contenere il trasporto di materiale solido da parte di un corso d’acqua, traverse e/o dighe utilizzate per derivazioni, ad esempio per usi idroelettrici o, nel caso soprattutto di tratti in fascia pedemontana, per uso irriguo. Le briglie, anche se molto numerose in territorio montano, non sono considerate ai fini dell’individuazione dei corpi idrici fortemente modificati. Di seguito, in sintesi, vengono riportati i diversi casi riscontrabili.

**Caso A**

Se la pressione è rappresentata da una traversa, la cui alterazione principale è la limitazione della portata a valle del manufatto e se l’impatto può essere attenuato attraverso il rilascio di un maggior volume di acqua (deflusso minimo vitale), il corpo idrico non viene identificato come fortemente modificato.

**Caso B**

Se la pressione è rappresentata da una diga (ad esempio a scopo derivazione per uso idroelettrico) con formazione di un invaso a monte, il corpo o i corpi idrici a valle della stessa, caratterizzati, oltre che da una limitazione della portata d’acqua, da modificazioni significative dell’alveo conseguenti per esempio alla diminuzione di portata solida, vengono identificati come

fortemente modificati fino al punto in cui il corso d'acqua, ad esempio per apporto da affluenti, non recupera una portata liquida capace di restituire lo stato di "naturalità".

#### *Caso C*

Se la pressione è rappresentata da una pesante artificializzazione della morfologia dell'alveo (rettificazioni, canalizzazioni) e da una considerevole alterazione degli apporti di portata sulla base di regolazioni idrauliche a monte, il corpo idrico viene identificato come fortemente modificato.

#### *Caso D*

Se la pressione è rappresentata da una o più restituzioni idroelettriche che determinano importanti variazioni di portata tali da alterare significativamente le comunità biologiche, il corpo idrico viene identificato come fortemente modificato, solo nel caso in cui tali pressioni non possono essere ridotte attraverso una gestione adeguata della restituzione stessa. Nel caso del Piave le restituzioni, pur presenti, non determinano "forti modifiche" ai corpi idrici, poiché l'impatto della restituzione può essere mitigato adottando opportune misure caso per caso.

#### *Caso E*

Se la pressione è rappresentata da un numero significativo di briglie e difese longitudinali ai fini della protezione di versanti, strade o abitati il corpo idrico viene identificato come fortemente modificato.

### **Corsi d'acqua in pianura**

In linea generale le pressioni idromorfologiche più significative che interessano i corsi d'acqua in pianura sono costituite da manufatti idraulici come, traverse, sostegni, paratoie utilizzate per la regolazione dei flussi, per usi irrigui, vivificazione, difesa dalle piene, oppure da modificazioni dell'alveo come rettificazioni, diversioni dell'alveo stesso, arginature, difese spondali. Di seguito vengono riportati i diversi casi riscontrabili.

#### *Caso F*

Se la pressione è rappresentata da uno o più manufatti idraulici come sostegni, paratoie, traverse, derivazioni la cui alterazione principale è la limitazione della portata a valle del manufatto e se l'impatto può essere attenuato attraverso il rilascio di un maggior volume di acqua (deflusso minimo vitale), si è ritenuto di non identificare il corpo idrico come fortemente modificato.

#### *Caso G*

---

Se il corso d'acqua è navigabile, quindi caratterizzato dalla presenza di conche di navigazione, dragaggi periodici dell'alveo, controllo dei livelli, il corpo idrico viene identificato come fortemente modificato.

#### *Caso H*

Se la pressione è caratterizzata da significative artificializzazioni dell'alveo come rettificazioni, diversioni, cementificazioni, irrigidimenti, il corpo idrico viene identificato come fortemente modificato. In tutti questi casi il corso d'acqua perde le proprie caratteristiche di naturalità, presentando caratteristiche prossime a quelle di un canale artificiale

#### *Caso I*

Se la pressione è rappresentata da lunghi tratti di irrigidimento dell'alveo attraverso l'uso di difese spondali in cemento, muratura ecc. e/o cementificazione dell'alveo, il corpo idrico viene identificato come fortemente modificato. In generale tale caso si verifica per i corsi d'acqua che attraversano estesi territori urbani.

#### *Definizione dei corpi idrici della regione Friuli Venezia Giulia*

Il processo di individuazione dei corpi idrici è stato realizzato in ambiente GIS a partire dai seguenti strati informativi:

- reticolo idrografico tipizzato;
- carta della morfologia dei corsi d'acqua;
- limiti delle aree protette;
- pressioni e impatti quantitativi: in particolare si è tenuto conto della tipologia dell'opera di presa e del tratto sotteso dalla derivazione;
- pressioni e impatti morfologici: a tal proposito si è fatto riferimento alla carta degli impatti morfologici;
- pressioni e impatti qualitativi: in particolare sono state considerate le sole pressioni puntuali in quanto le diffuse impattano in maniera omogenea il corso d'acqua e quindi non determinano, generalmente, un cambio di stato ecologico. In mancanza di una valutazione sistematica dell'impatto degli scarichi sono state considerate attualmente le situazioni note di scarichi critici;

Inoltre per individuare i corpi idrici fortemente modificati si è tenuto conto di:

- **dighe superiori a 10 m:** in generale uno sbarramento, sia esso una diga, una traversa, o una briglia, provoca su di un corso d'acqua un'alterazione della continuità fluviale che si ripercuote in particolare sulla fauna ittica, causa la modifica del trasporto solido di valle e, qualora sia dotato di opera di presa, con l'eccezione degli impianti gestiti ad acqua fluente, determina anche una diminuzione della portata del corso d'acqua e una modificazione del regime idrologico. Si è valutato che nel caso di dighe superiori a 10 m (Tabella 6) l'impatto sul corpo idrico a valle non sia ripristinabile attraverso misure di tutela e pertanto tali tratti sono stati individuati come fortemente modificati. Come limite inferiore del corpo idrico fortemente modificato si è considerata la confluenza con un corso d'acqua che per caratteristiche e dimensione del bacino sotteso possa contribuire al recupero della naturalità, oppure si è assunto come limite inferiore il cambio di tipologia da perenne a temporaneo, in quanto gli impatti generati da una diga su di un tratto che naturalmente ha portata solo durante le piene non sono significativi ai fini del raggiungimento del buono stato ecologico (Figura 5). Ad eccezione della regola del limite dei 10 m sono stati inseriti come fortemente modificati anche i tratti a valle degli sbarramenti di Caprizi e Ospedaletto sul fiume Tagliamento, Zompitta sul torrente Torre e Ponte Maraldi sul torrente Meduna. La scelta è giustificata dal fatto che in tutti questi casi l'opera di presa che insiste sullo sbarramento fa parte di un sistema derivatorio complesso e il deflusso minimo vitale che dovrebbe essere rilasciato per ripristinare le condizioni di naturalità sarebbe tale da avere significativi effetti negativi sull'uso specifico per il quale l'acqua viene derivata. Infatti in tutti questi casi lo sbarramento è stato realizzato a monte di un tratto caratterizzato da uno spesso strato alluvionale con elevato *downwelling* e pertanto la portata di minimo deflusso vitale da rilasciarsi a valle per poter garantire la confrontabilità dei parametri biologici monitorati con la tipologia di riferimento di questi tratti non sarebbe sostenibile per gli usi specifici. A tal proposito si cita il caso dello sbarramento di Caprizi dove da giugno 2007 sono in corso i rilasci sperimentali finalizzati alla determinazione del minimo deflusso vitale ai sensi della L.R. 28/01: i risultati raggiunti con questa sperimentazione sono incoraggianti in quanto si è assistito al recupero di un habitat fluviale continuo fino a quasi la confluenza del torrente Lumiei. Nel caso specifico, il rilascio ha sostenuto e dato continuità alle risorgenze spontanee che ci sono a valle dello sbarramento stesso: tuttavia le caratteristiche biologiche delle acque di questo tratto, proprio perché costituite in buona parte da acque di risorgiva, non possono essere confrontate con i valori che ci si aspetterebbe di trovare in un corso d'acqua di media taglia (tipologia = 02SS3T), bensì sono più simili a quelle di un corso d'acqua di alta montagna.

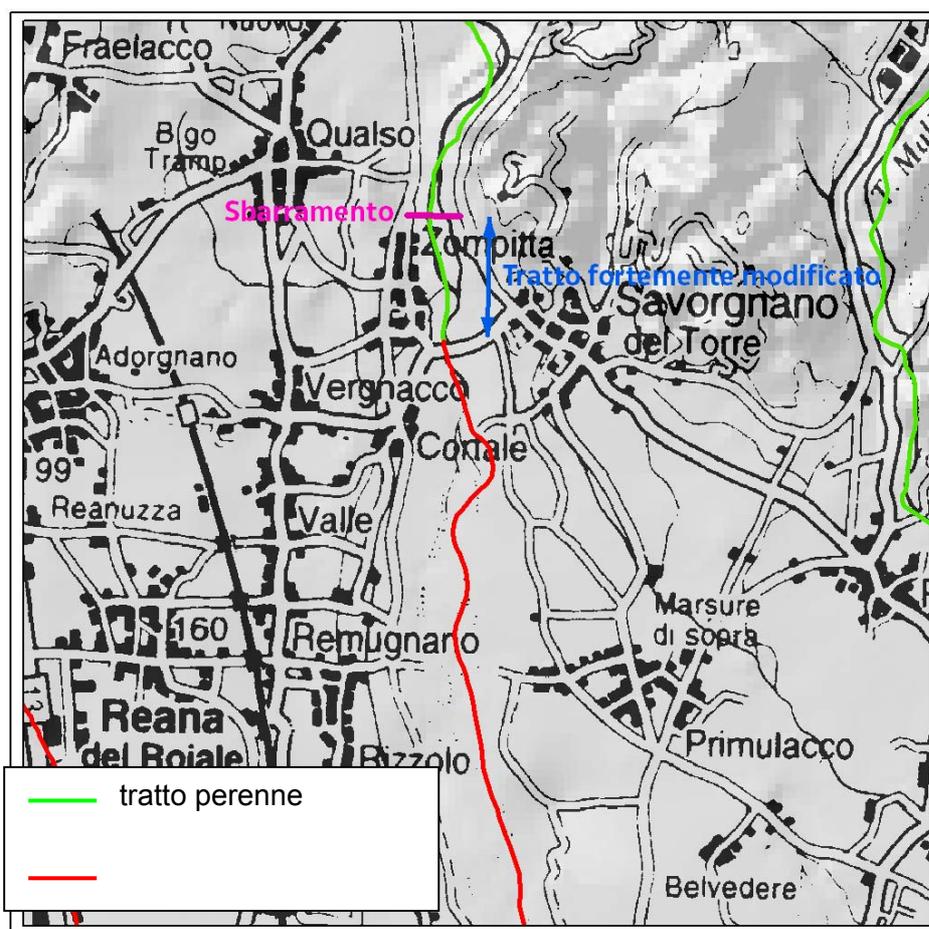


Figura 5: Individuazione del limite inferiore di un tratto fortemente modificato nel caso del cambio di tipologia da perenne a temporaneo

DENOMINAZIONE	USO	CORSO D'ACQUA
diga del Lumiei (La Maina - Sauris)	idroelettrico	Torrente Lumiei
diga di Crosis	idroelettrico	Torrente Torre
diga di Alba	idroelettrico	Rio Alba
diga di Ca' Zul	idroelettrico	torrente Meduna
diga di Ca' Selva	idroelettrico	torrente Silisia
diga di Ponte Racli	idroelettrico/irriguo/laminazione piene	torrente Meduna
diga di Barcis	idroelettrico/irriguo	Torrente Cellina

diga di Ravedis	irriguo/idroelettrico/laminazione piene	torrente Cellina
diga di Ambiesta	idroelettrico	Torrente Ambiesta
diga del Tul	idroelettrico	torrente Cosa
diga di Novarza	idroelettrico	torrente Novarza
diga del Vajont	non utilizzato	torrente Vajont
sbarramento di Ponte Maraldi	irriguo/idroelettrico	torrente Meduna
sbarramento di Caprizi	idroelettrico	Fiume Tagliamento
traversa di Ospedaletto	irriguo/idroelettrico	Fiume Tagliamento
sbarramento di Zompitta	irriguo	Torrente Torre
diga di Salcano (Slovenia)	idroelettrico	fiume Isonzo

Tabella 6: Sbarramenti considerati per l'individuazione dei corpi idrici fortemente modificati.

- **tratti fortemente antropizzati:** si è deciso di considerare come fortemente modificati i tratti che a seguito di interventi di sistemazione idraulica sono stati tombinati, canalizzati o che comunque presentano un'elevata densità di briglie e difese longitudinali tale da provocare un cambiamento di carattere dell'asta la quale, tra un manufatto e il successivo, avrà una diminuita pendenza residua e quindi sarà possibile osservare velocità della corrente molto ridotte con la possibile formazione di ristagni tra un'opera e l'altra. All'interno di questa categoria rientrano anche quelle porzioni di corso d'acqua che sono state create durante le opere di bonifica delle zone paludose in bassa pianura e nell'area delle colline moreniche e che di fatto all'oggi sono un tutt'uno con il corso d'acqua principale. È il caso questo del torrente Urana – Soima che nel tratto che attraversa la zona tra Bueriis, Collalto e Zegliacco è in realtà un canale di bonifica senza il quale l'intera area, naturalmente a scolo difficoltoso, si ridurrebbe ad una vasta palude, come di fatto era in passato, prima dei lavori di bonifica.

#### Individuazione dei corpi idrici artificiali in Friuli Venezia Giulia

L'art. 74 comma 2 lettera f del D.Lgs. 152/06 definisce il corpo idrico artificiale come: "un corpo idrico superficiale creato da un'attività umana". In altre parole il corpo idrico artificiale si differenzia dal corpo idrico fortemente modificato in quanto è un "nuovo" corpo idrico creato

---

dall'uomo laddove non esisteva alcun corpo idrico naturale e non per evoluzione fisica, spostamento o riallineamento di un preesistente corpo idrico naturale.

Il reticolo idrografico artificiale della regione Friuli Venezia Giulia è molto complesso e sviluppato in particolare in bassa pianura in sinistra Tagliamento e nell'Alta Pianura Friulana.

In bassa pianura la complessa rete di canali nasce a scopo di bonifica per risanare i territori, perlopiù in passato caratterizzati da paludi, posti a sud della linea delle risorgive. In alta pianura viceversa, il reticolo artificiale nasce con lo scopo di portare l'acqua a fini irrigui in aree che, per le loro caratteristiche geo-litologiche sono prive di un reticolo idrografico naturale.

Il DM 131/2008 non indica un criterio in base al quale selezionare i corpi idrici artificiali che dovranno essere oggetto di caratterizzazione e pertanto si è deciso di proseguire utilizzando i seguenti criteri:

- a. sono stati presi in considerazione tutti i canali con portata superiore a 3 m<sup>3</sup>/s e lunghezza superiore a 3 km;
- b. sono state inoltre inserite alcune rogge che, pur avendo portate inferiori a quelle previste al punto a), presentano una rilevante importanza storico – paesaggistica come la roggia di Palma e la roggia di Udine;
- c. infine sono stati presi in considerazione i diversivi, quei canali cioè che derivano permanentemente l'acqua da un fiume e la convogliano direttamente o al mare o ad un altro fiume con lo scopo di prevenzione di fenomeni esondativi.

#### Classi di rischio dei corsi d'acqua del Friuli Venezia Giulia

Per la classificazione di rischio si è tenuto conto di:

- **zone vulnerabili ai nitrati:** sono stati considerati a rischio, tenendo conto dei criteri con i quali tali aree sono state individuate e delle considerazioni effettuate nell'ambito della perimetrazione dei corpi idrici sotterranei, i corpi idrici superficiali appartenenti alla categoria dei corsi d'acqua originati dalle acque di risorgiva provenienti dalla falda freatica interessata da zone vulnerabili ai nitrati;
- **aree sensibili:** la norma considera come a rischio in quanto aree sensibili i corpi idrici afferenti i laghi posti a quota inferiore ai 1000 m e con superficie superiore a 0.3 km<sup>2</sup>: In regione gli unici specchi d'acqua che soddisfano questi limiti sono Doberdò che essendo uno sfioratore carsico non ha immissari e il lago di Cave del Predil il cui immissario, il rio del Lago, attraversa un territorio assolutamente privo di pressioni antropiche. Pertanto nessun corpo idrico è stato considerato a rischio in quanto area sensibile;

- **acque a specifica destinazione:** per quanto riguarda le acque destinate al consumo umano sono state indicate tutte come probabilmente a rischio in quanto, data la natura dell'uso dell'acqua, l'analisi degli impatti non è stata sviluppata in maniera adeguata. Invece per quanto riguarda le acque di balneazione sono state classificate come a rischio quelle classificate non idonee alla balneazione per il 2009.
- **corpi idrici ubicati in aree contaminate:** in particolare si è tenuto conto del Sito Inquinato di Interesse Nazionale di Trieste e di quello della Laguna;
- **analisi degli impatti quali – quantitativi e monitoraggi progressi:** sono state utilizzate le elaborazioni già utilizzate per l'individuazione dei corpi idrici: sono stati considerati a rischio tutti quei corpi idrici caratterizzati da uno o più impatti significativi qualitativi o quantitativi. Nel caso dei corpi idrici fortemente modificati non si è tenuto conto di quegli impatti quantitativi causa della modificazione. Inoltre, si è tenuto conto delle classificazioni dello stato di qualità adottate con DGR n. 2667 del 21/10/2005.

#### A.1.2 Individuazione e definizione dei corpi idrici – laghi

Ai fini della tipizzazione dei corpi idrici lacustri prevista dalla Direttiva 2000/60/CE, in Italia si è scelto di utilizzare il sistema B. La proposta metodologica è stata sviluppata dall'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (CNR-ISE) di Pallanza e dall'Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR-IRSA) di Roma e Brugherio, che hanno effettuato uno studio preliminare per la caratterizzazione dei corpi idrici lacustri italiani basato sulle informazioni raccolte nell'ambito di un progetto denominato LIMNO (Tartari *et al.*, 2004).

La tipizzazione ha riguardato unicamente i laghi che rientrano nella seguente definizione: “*corpo idrico lentico superficiale interno fermo di acqua dolce naturale, naturale-ampliato o artificiale dotato di significativo bacino scolante*”.

Non sono stati considerati ambienti lacustri tutti gli specchi d'acqua derivanti da attività estrattive, gli ambienti di transizione, quali sbarramenti fluviali o tratti di fiume in cui la corrente rallenta fino ad un tempo di ricambio inferiore ad una settimana e gli ambienti che mostrano processi di interrimento avanzati che si possono definire come zone umide.

La metodologia di tipizzazione utilizza una procedura dicotomica basata su punti nodali che si sviluppano a cascata. Il primo nodo si basa sulla distinzione tra laghi salini e laghi d'acqua dolce, seguito dalla localizzazione geografica, dalla caratterizzazione morfometrica (quota, profondità, etc.) e da quella geologica prevalente.

---

La metodologia è stata sviluppata a due livelli di complessità:

1) una tipizzazione teorica a 32 tipi applicabile a tutti i laghi italiani con una superficie  $\geq 0,01$  km<sup>2</sup>;

2) una tipizzazione operativa a 18 tipi, ottenuta dalla razionalizzazione della griglia teorica a 32 tipi,

applicabile a tutti i laghi italiani con superficie  $\geq 0,2$  km<sup>2</sup>.

Le variabili utilizzate per la tipizzazione sono elencate di seguito, specificando se si tratta di fattori obbligatori o di fattori opzionali in base alla tabella relativa al sistema B dell'allegato II, punto 1.2.2. della Direttiva 2000/60/CE.

- **Conducibilità ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  a  $20^\circ\text{C}$ ):** fattore opzionale utilizzato per suddividere i laghi d'acqua dolce da quelli ad elevato contenuto salino. Viene ottenuta come valore medio sulla colonna nello strato di massimo rimescolamento invernale.

- **Latitudine:** fattore obbligatorio utilizzato per distinguere le regioni settentrionali (appartenenti alla Regione Alpina e Sudalpina) da quelle centro-meridionali e insulari (appartenenti alla Regione Mediterranea).

- **Quota del lago (m s.l.m.):** fattore obbligatorio. Per i laghi naturali si considera la quota media, ossia l'altitudine media sul livello del mare della superficie dello specchio d'acqua, mentre per gli invasi (laghi naturali-ampliati o artificiali) si considera la quota a massima regolazione, che rappresenta la quota massima riferita al volume totale d'invaso, definita dal DM 24/3/82, n. 44.

- **Profondità massima (m) e superficie del lago (km<sup>2</sup>):** fattori obbligatori utilizzati solo all'interno del gruppo dei laghi dell'Italia Settentrionale, al fine di identificare in modo univoco i grandi laghi sudalpini tra quelli posti ad una quota inferiore a 800 m s.l.m.. Per i laghi naturali, la profondità massima rappresenta la distanza tra la quota del punto più depresso della conca lacustre e la quota media della superficie dello specchio d'acqua; per gli invasi si considera la distanza tra la quota del punto più depresso della conca lacustre e la quota della superficie dello specchio d'acqua alla massima regolazione. La superficie rappresenta, per i laghi naturali, l'area dello specchio liquido alla quota media del lago, mentre per gli invasi è riferita alla quota di massima regolazione.

- **Profondità media (m):** fattore opzionale ottenuto dividendo il volume del lago per la superficie dello specchio liquido.

- **Composizione geologica prevalente del substrato:** fattore obbligatorio. Per ogni gruppo di laghi, eccetto quelli di origine vulcanica e pseudovulcanica, è stata distinta la tipologia calcarea

dalla tipologia silicea, a seconda della composizione geologica del substrato. Per la determinazione della categoria geologica è possibile utilizzare il valore di alcalinità totale (TAlk) medio sulla colonna nello strato di massimo rimescolamento invernale, confrontandolo con la soglia di 0,8 meq/l (TAlk < 0,8 meq/l per la tipologia silicea; TAlk ≥ 0,8 meq/l per la tipologia calcarea). In assenza del valore di alcalinità può essere utilizzato il valore di conducibilità, calcolato allo stesso modo, confrontandolo con la soglia di 250 µS/cm a 20°C (Cond < 250 µS/cm per la tipologia silicea; Cond ≥ 250 µS/cm per la tipologia calcarea). L'attribuzione, soprattutto nei casi dubbi, va comunque supportata dall'analisi di carte geologiche.

- **Stratificazione termica:** fattore opzionale. I laghi polimittici (laghi che non presentano una stratificazione termica evidente e stabile e che possono andare incontro a diverse fasi di mescolamento nel corso del loro ciclo annuale) sono stati distinti dai laghi a stabile stratificazione, in base ai seguenti valori di profondità media:

- < 3 m per i laghi a quota inferiore a 2000 m s.l.m.
- < 5 m per i laghi a quota superiore a 2000 m s.l.m.

- **Origine del lago:** fattore opzionale introdotto per gli ambienti di origine vulcanica e pseudovulcanica localizzati nell'Italia Centro-Meridionale ed Insulare.

Per ciascuna delle variabili sopra riportate sono definite apposite soglie che consentono di discriminare i differenti tipi in base a condizioni ambientali caratteristiche del territorio nazionale (Tabella 7).

DESCRITTORE		INTERVALLO DEI VALORI
LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	Ecoregione Alpina	Lat. ≥ 44°00' N
	Ecoregione Mediterranea	Lat. < 44°00' N
DESCRITTORI MORFOMETRICI	Quota (m s.l.m.)	< 800
		≥ 800
		≥ 2000
	Profondità media/massima (m)	< 15
		≥ 15 / ≥ 120
Superficie (km <sup>2</sup> )	≥ 100	

DESCRITTORI GEOLOGICI	Composizione prevalente substrato geologico.	Substrato dominante calcareo TAlk $\geq 0,8$ meq/l
		Substrato dominante siliceo  TAlk < 0,8 meq/l
	Origine vulcanica	SI
		NO
DESCRITTORI CHIMICO-FISICI	Conducibilità ( $\mu\text{S}/\text{cm } 20^\circ \text{ C}$ )	< 2500
		$\geq 2500$
	Stratificazione termica	laghi polimittici
		laghi stratificati

Tabella 7: Descrittori utilizzati per l'identificazione dei tipi dei laghi.

La tipizzazione di un corpo lacustre per i primi due livelli prevede:

- la valutazione del contenuto ionico complessivo della matrice acquosa utilizzando il criterio della soglia di 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20° C;
- la distinzione dei laghi in base alla regioni di appartenenza (Regione Alpina e Sudalpina o Regione Mediterranea) attraverso la posizione latitudinale superiore o inferiore al 44° parallelo Nord.

Da questo punto la tipizzazione prosegue in parallelo per le due diverse regioni. Per la Regione Alpina e Sudalpina la griglia prevede tre livelli discriminanti in base alla quota ed alla morfometria lacustre e due ulteriori livelli basati sulla stabilità termica e sulla composizione geologica prevalente del bacino (calcareo o siliceo).

Lo schema operativo proposto nel DM 16 giugno 2008 è quello riportato in Figura 6:

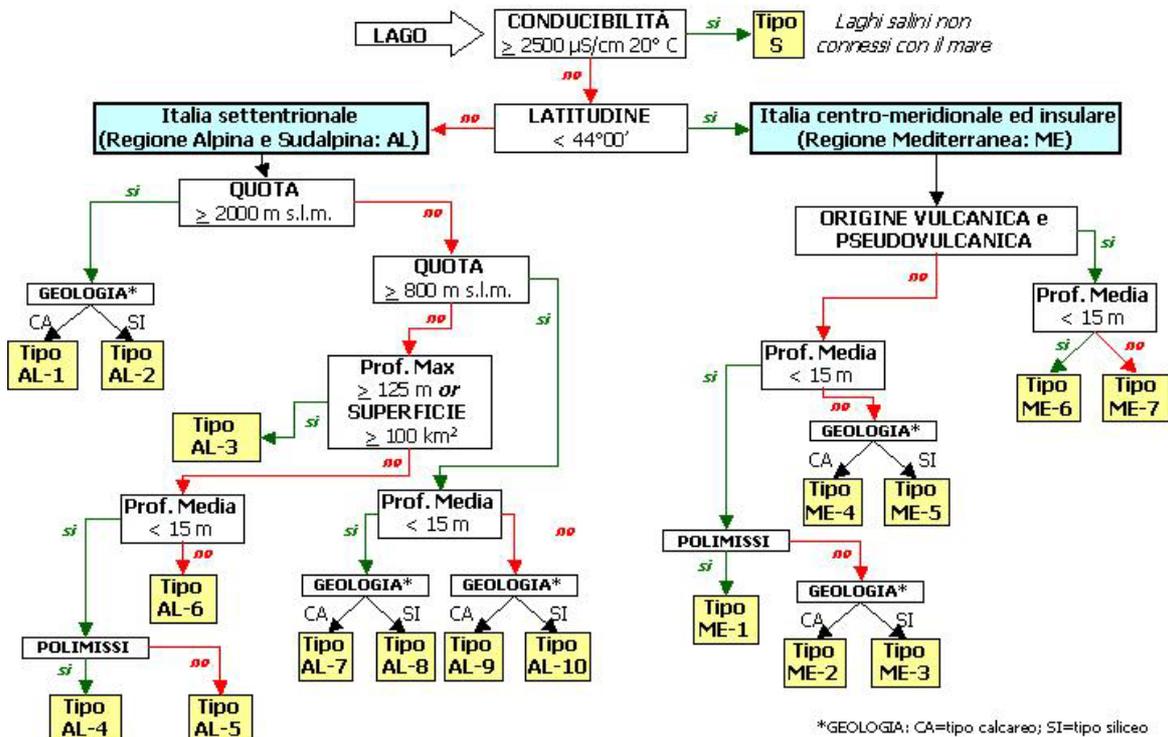


Figura 6: Schema operativo di tipizzazione dei laghi italiani con superficie  $\geq 0,2 \text{ km}^2$ .

Complessivamente con la griglia operativa di tipizzazione dei laghi italiani si ottengono 18 tipi, di cui 1 corrisponde al tipo dei laghi ad elevato contenuto salino (**Tipo S**), 10 appartengono alla Regione Alpina e Sudalpina (**Tipo AL-1 ... AL-10**) ed i restanti 7 alla Regione Mediterranea (**Tipo ME-1 ... ME-7**).

#### Tipizzazione dei laghi del Veneto

La procedura di tipizzazione sviluppata a livello nazionale, precedentemente descritta, è stata applicata ai laghi del Veneto con superficie maggiore o uguale a  $0,2 \text{ km}^2$ . Sebbene il lago di Misurina abbia una superficie inferiore, si è ritenuto di includerlo nella tipizzazione poiché di rilevante interesse ambientale.

I laghi veneti a cui è stata applicata la metodologia operativa di tipizzazione sono complessivamente 16, di cui 8 laghi naturali, 7 artificiali ed 1 naturale-ampliato.

L'applicazione del metodo richiede, come descritto precedentemente, una serie di dati sia chimico-fisici che morfometrici. Si è quindi proceduto all'elaborazione dei dati chimico-fisici disponibili ed all'acquisizione dei dati mancanti, come di seguito riportato.

#### **Dati chimico-fisici**

I dati chimico-fisici considerati sono la conducibilità ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  a  $20^\circ\text{C}$ ), utilizzata per distinguere i laghi d'acqua dolce da quelli ad elevato contenuto salino, e l'alcalinità totale ( $\text{meq}/\text{l}$ ), per la determinazione della categoria geologica (calcarea o silicea). In assenza del valore di alcalinità può essere utilizzato il valore di conducibilità. Per entrambi i parametri, il valore da considerare deve essere calcolato come media sulla colonna nello strato di massimo rimescolamento invernale.

Per i 10 laghi appartenenti alla rete regionale di monitoraggio si è proceduto con l'elaborazione dei dati disponibili, facendo riferimento al quinquennio 2003-2007. I valori ottenuti sono stati quindi confrontati con quelli disponibili nella banca dati LIMNO. Da tale confronto non sono emerse discordanze rispetto alle soglie da considerare per ciascun parametro ( $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$  per la conducibilità a  $20^\circ\text{C}$  e  $0,8 \text{ meq}/\text{l}$  per l'alcalinità).

Per i rimanenti laghi, per i quali non sono disponibili i dati del monitoraggio regionale, sono stati considerati i dati raccolti nell'ambito del Progetto LIMNO (Tartari *et al.*, 2004), consultabili al seguente link: <http://www.ise.cnr.it/limno/limno.htm>.

Per alcuni corpi lacustri non è stato possibile reperire i dati necessari. Tali bacini sono stati considerati d'acqua dolce, per analogia con i laghi limitrofi di cui è noto il valore di conducibilità; inoltre, seguendo lo schema dicotomico (Figura 6), non viene interessato il livello discriminante basato sulla composizione geologica prevalente del substrato. Anche a questi laghi è stato quindi possibile attribuire il tipo.

In Tabella 8 sono riportati per ciascun lago i dati di conducibilità ed alcalinità considerati ai fini della tipizzazione.

Nome del lago	Tipologia	Prov.	Conducibilità a 20°C (µS/cm)	Alcalinità totale (meq/l)	Fonte
ALLEGHE	NATURALE	BL	246,9	2,23	Monitoraggio regionale 2003-2007
CENTRO CADORE	INVASO	BL	395,1	2,56	Monitoraggio regionale 2003-2007
CORLO	INVASO	BL	217,9	1,89	Monitoraggio regionale 2003-2007
FIMON	NATURALE	VI	350	4	Banca Dati LIMNO
FRASSINO	NATURALE	VR	562	n.d.	Banca Dati LIMNO
GARDA	NATURALE	VR	222,7	2,16	Monitoraggio regionale 2003-2007
LAGO	NATURALE	TV	256,9	2,74	Monitoraggio regionale 2003-2007
MIS	INVASO	BL	348,3	2,51	Monitoraggio regionale 2003-2007
MISURINA	NATURALE	BL	225,5	2,5	Monitoraggio regionale 2003-2007
MORTO	NATURALE	TV	363	3,1	Banca Dati LIMNO
SANTA CATERINA	INVASO	BL	316,4	2,59	Monitoraggio regionale 2003-2007
SANTA CROCE	NATURALE AMPLIATO	BL	402,2	2,81	Monitoraggio regionale 2003-2007
SANTA MARIA	NATURALE	TV	257,2	2,7	Monitoraggio regionale 2003-2007
SENAIGA	INVASO	BL	n.d.	n.d.	
VAL GALLINA	INVASO	BL	n.d.	n.d.	
VALLE DI CADORE	INVASO	BL	n.d.	n.d.	

Tabella 8: Dati chimico-fisici considerati per la tipizzazione.

### Dati morfometrici

Ai fini dell'acquisizione dei dati morfometrici necessari all'applicazione della procedura (superficie, volume, quota, profondità media e massima), è stata condotta una ricerca bibliografica prendendo in considerazione, tra le diverse fonti, anche pubblicazioni dell'ENEL, che gestisce tutti i bacini utilizzati a scopo idroelettrico da sottoporre a tipizzazione. Dal confronto dei dati raccolti per uno stesso parametro, sono emerse però discordanze significative, tali che, in alcuni casi, l'applicazione dei diversi dati comporta una variazione nel tipo attribuito. Poiché le discordanze rilevate riguardano soprattutto i bacini ad uso idroelettrico, attualmente si sta procedendo all'acquisizione dei dati aggiornati direttamente dall'ENEL al fine di chiarire i casi dubbi.

In attesa di poter disporre di tali dati, la metodologia per la tipizzazione dei corpi idrici lacustri del Veneto è stata applicata utilizzando provvisoriamente i dati contenuti nel database sviluppato nell'ambito del Progetto LIMNO.

In Tabella 9 sono riportati i dati morfometrici utilizzati per la tipizzazione.

Nome del lago	Tipologia	Prov.	Superficie (km <sup>2</sup> )	Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Profondità media* (m)	Profondità max (m)	Quota (m slm)
ALLEGHE	NATURALE	BL	0,52	5,4	10,38	18	966
CENTRO CADORE	INVASO	BL	2,39	67,5	28,24	108,3	683,5
CORLO	INVASO	BL	2,45	48,8	19,92	68	268
FIMON	NATURALE	VI	0,51	0,98	1,92	4	23
FRASSINO	NATURALE	VR	0,303	2,4225	8,00	15,2	74
GARDA	NATURALE	VR	370	49031	132,52	346	65
LAGO	NATURALE	TV	0,46	3,6	7,83	12,2	226
MIS	INVASO	BL	1,29	36,68	28,43	88	426,99
MISURINA	NATURALE	BL	0,14	0,26	1,86	3,6	1745
MORTO	NATURALE	TV	0,76	23,69	31,17	55,95	276
SANTA CATERINA	INVASO	BL	0,49	6,25	12,76	49,1	826,21
SANTA CROCE	NATURALE AMPLIATO	BL	7,4	40	5,41	40	386
SANTA MARIA	NATURALE	TV	0,35	1,7	4,86	9	226
SENAIGA	INVASO	BL	0,3	6,95	23,17	61	402
VAL GALLINA	INVASO	BL	0,21	5,43	25,86	86,62	677
VALLE DI CADORE	INVASO	BL	0,26	4,92	18,92	57	706

Tabella 9: Dati morfometrici utilizzati per la tipizzazione (Banca Dati LIMNO).

Nota: (\*) Profondità media ottenuta dividendo il volume del lago per la superficie dello specchio liquido.

#### Procedura per la tipizzazione dei laghi nella Regione Friuli Venezia Giulia

Le prime informazioni sulla localizzazione geografica e i descrittori morfometrici sono state ricavate in ambiente GIS dal database “laghi” contenuto nel Sistema Informativo Territoriale Idraulica. Per i dati di tipo chimico-fisici si è fatto riferimento alle informazioni raccolte nell’ambito del progetto nazionale LIMNO e disponibili sul sito <http://www.ise.cnr.it/limno/friuli.htm>.

Secondo le indicazioni normative la tipizzazione si applica obbligatoriamente a tutti i laghi con superficie  $\geq 0,2 \text{ km}^2$  e agli invasi  $\geq 0,5 \text{ km}^2$ , sebbene la successiva fase di monitoraggio e di classificazione venga poi effettuata solo per laghi e invasi con superficie superiore a  $0,5 \text{ km}^2$ . La tipizzazione deve comunque essere applicata anche ai laghi con superficie minore di  $0,2 \text{ km}^2$  nel caso di ambienti di particolare rilevanza paesaggistico-naturalistica, di ambienti individuati come siti di riferimento, nonché di corpi idrici lacustri che, per il carico inquinante, possono avere un’influenza negativa rilevante per gli obiettivi stabiliti per altri corpi idrici ad essi connessi.

#### **Distinzione tra “laghi” e “invasi”**

Il primo passo è la distinzione tra laghi e invasi, sulla base della definizione riportata nel DM 131/2008: per *lago* si intende un corpo idrico naturale lentico, superficiale, interno, fermo, di

acqua dolce, dotato di significativo bacino scolante; per *invaso* si intende un corpo idrico fortemente modificato, un corpo lacustre naturale-ampliato o artificiale.

La distinzione tra laghi e invasi si rivela importante ai fini dei descrittori morfometrici. Le differenze strutturali e gestionali impongono infatti di considerare i parametri caratteristici, quali profondità, quota e superficie nelle condizioni di massima regolazione per gli invasi e come livello medio naturale per i laghi.

Sulla base di questa definizione e dell'estensione della superficie lacustre i laghi e gli invasi da tipizzare sono risultati i seguenti:

<b>NOME</b>	<b>TIPOLOGIA</b>	<b>NATURA</b>	<b>SUPERFICIE (km<sup>2</sup>)</b>	<b>QUOTA MAX (m s.m.m.)</b>
Lago di Redona (Tramonti, Ponte Racli)	invaso	artificiale	1,44	313
Lago di Sauris (Lumiei, La Maina)	invaso	artificiale	1,43	980
Lago di Cavazzo (dei Tre Comuni)	invaso	naturale/regolato	1,18	195
Lago di Ca' Selva	invaso	artificiale	1,16	495
Lago di Barcis (Aprilis, Ponte Antoi)	invaso	artificiale	0,90	402
Lago di Ravedis	invaso	artificiale	0,90	341
Lago del Predil (Raibl)	lago	lago glaciale	0,61	965
Lago di Doberdò	lago	lago carsico	0,35	5
Lago di Ragogna (San Daniele)	lago	lago di morena	0,20	185

Tenendo conto del particolare valore paesaggistico-ambientale si è ritenuto importante considerare anche i due laghi di Fusine, nonostante l'estensione inferiore a 0,2 km<sup>2</sup> :

<b>NOME</b>	<b>TIPOLOGIA</b>	<b>NATURA</b>	<b>SUPERFICIE (km<sup>2</sup>)</b>	<b>QUOTA MAX (m s.m.m.)</b>
Lago Superiore di Fusine	lago	lago glaciale	0,13	930
Lago Inferiore di Fusine	lago	lago glaciale	0,11	924

## Conducibilità

La conducibilità elettrica è ottenuta come valore medio sulla colonna d'acqua nello strato di massimo rimescolamento invernale. Questa variabile serve a distinguere i laghi d'acqua dolce dai laghi ad alto contenuto salino in base alla soglia di 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20° C, limite tra ecosistemi che presentano cambiamenti significativi delle comunità biologiche.

Tutti i laghi e gli invasi considerati sono di acqua dolce e presentano valori di conducibilità elettrica ben inferiore alla soglia di 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20° C.

## Localizzazione geografica

Il territorio italiano è suddiviso in due grandi Regioni separate dal 44° parallelo, caratterizzate da regimi climatici differenti, che vanno ad incidere sulla temperatura delle acque e sul loro regime di mescolamento. Tutti i laghi e gli invasi presenti nel territorio del Friuli Venezia Giulia sono ricompresi nella Regione settentrionale denominata "Alpina e Sudalpina", contraddistinta con il codice AL.

## Quota

Il primo descrittore morfometrico è la quota. Si tratta della quota media s.l.m. per i laghi mentre per gli invasi si considera la quota a massima regolazione.

Sulla base di questo parametro vengono distinte tre classi: i laghi con quota sopra i 2000 m s.m.m., quelli con quota compresa tra 800 m s.m.m. e 2000 m s.m.m. e quelli con quota inferiore a 800 m s.m.m.

Tra i laghi considerati quattro si trovano oltre gli 800 m di quota (Sauris, Predil e i due laghi di Fusine) mentre tutti gli altri si trovano a quote inferiori.

## Profondità

A questo punto entrano in gioco la profondità massima e la profondità media. Nel caso dei laghi la profondità massima è quella calcolata nel punto più depresso a partire dal livello medio dello specchio d'acqua. Per gli invasi è quella calcolata nel punto più depresso a partire dal livello di massimo invaso.

La profondità media è ottenuta come volume del lago/invaso diviso per la superficie.

LAGO	TIPOLOGIA	SUP. (km <sup>2</sup> )	QUOTA MEDIA (m s.m.m.)	QUOTA A MAX REGOLAZIONE (m)	PROFONDITÀ MASSIMA (m)	PROFONDITÀ MEDIA (m)

				s.m.m.)		
Tramonti	invaso	1,44	-	313	70,25	15,63
Sauris	invaso	1,43	-	<b>980</b>	131,85	50,06
Cavazzo	invaso	1,18	-	195	39,70	12,16
Ca' Selva	invaso	1,16	-	495	< 125 m	> 15 m
Barcis	invaso	0,90	-	402	45,00	13,87
Ravedis*	invaso	0,90	-	338,5	< 125 m	> 15 m
Predil	naturale	0,61	<b>965</b>	-	27,00	< 15 m
Doberdò	naturale	0,35	5,5	-	9,50	5,00
Ragogna	naturale	0,20	188	-	9,30	3,20
Fusine	naturale	0,13	<b>929</b>	-	6,00	< 15 m
Fusine	naturale	0,11	<b>924</b>	-	23,00	< 15 m

\*invaso in fase di collaudo

I dati morfometrici riportati nella tabella precedente derivano in parte dal database GIS, in parte dai dati forniti direttamente dai gestori degli invasi e in parte da dati disponibili in bibliografia. In alcuni casi non disponendo del dato preciso si è inserito il valore rispetto alla soglia.

Per i laghi/invasi a quota inferiore agli 800 m s.m.m. viene valutata la profondità massima rispetto al valore soglia di 125 m. Poiché nessun lago supera tale valore si procede a valutare la profondità media rispetto al valore di 15 m.

### Descrittori geologici

L'individuazione della classe geologica è effettuata per i soli laghi a quota superiore a 800 m. La geologia viene classificata in base alla tipologia di substrato dominante del bacino idrografico, quindi può essere silicea o calcarea.

Il parametro utilizzato per distinguere la geologia è l'alcalinità totale o, in assenza, può essere utilizzata la conducibilità.

I quattro laghi sono tutti riconducibili alla classe calcarea.

### Stratificazione termica

Per i laghi a quota inferiore a 800 m viene valutata la stratificazione termica. I laghi che non mostrano una stratificazione termica evidente e stabile sono detti polimittici, ciò significa che durante il ciclo annuale si possono verificare più fasi di rimescolamento. Per distinguere i laghi polimittici da quelli a stabile stratificazione vengono identificati i seguenti valori di profondità media:

- < 3 m per i laghi al di sotto di 2000 m s.l.m.;

---

- < 5 m per i laghi al di sopra di 2000 m s.l.m.

Secondo questa distinzione e sulla base di dati di campo risulta stratificato solamente il lago di Ragogna.

#### Definizione dei corpi idrici in Friuli Venezia Giulia

Il DM 131/2008 prevede che l'identificazione dei corpi idrici sia effettuata per tutti i laghi/invasi aventi superficie superiore a 0.5 km<sup>2</sup>. Ricadono entro questo limite solo 7 laghi/invasi sugli 11 tipizzati; tuttavia, ai sensi del paragrafo B.3.5.1, si è scelto di procedere con l'individuazione dei corpi idrici per tutti i laghi/invasi tipizzati in quanto ricadenti in aree SIC o ZPS o riserve regionali. Il processo di identificazione è stato realizzato in ambiente GIS a partire dai seguenti strati informativi:

- tipizzazione dei laghi;
- limiti delle aree protette;
- pressioni e impatti quantitativi;
- pressioni e impatti morfologici;
- pressioni e impatti qualitativi.

#### **A.1.3 Individuazione e definizione dei corpi idrici – acque di transizione**

Il processo da attuare per la tipizzazione delle acque di transizione è costituito dall'applicazione di descrittori prioritari e relative soglie di riferimento definite a livello nazionale.

Gli ecosistemi acquatici di transizione a causa della loro peculiare collocazione, tra terra emersa e terre completamente sommerse, presentano caratteristiche ecologiche peculiari e una intrinseca eterogeneità, rappresentata da un'ampia variabilità degli habitat e dei parametri chimico-fisici (e.g. salinità, nutrienti, idrodinamismo e geomorfologia) Ai sensi dell'art. 54 del D.Lgs. n. 152/06 le "acque di transizione" vengono definite: *"i corpi idrici superficiali in prossimità della foce di un fiume, che sono parzialmente di natura salina a causa della loro vicinanza alle acque costiere, ma sostanzialmente influenzati dai flussi di acqua dolce"*.

Per una più precisa ed univoca individuazione dei corpi idrici appartenenti alla categoria delle acque di transizione si rende necessario introdurre una definizione delle medesime, che è stata qualificata nel titolo del presente paragrafo come "operazionale", dato che tale definizione è di tipo convenzionale ed ha un taglio prevalentemente applicativo.

All'interno del territorio nazionale sono attribuiti alla categoria "Acque di transizione" i corpi idrici di superficie  $> 0,5 \text{ km}^2$  conformi all'art. 2 della Direttiva, delimitati verso monte (fiume) dalla zona ove arriva il cuneo salino (definito come la sezione dell'asta fluviale nella quale tutti i punti monitorati sulla colonna d'acqua hanno il valore di salinità superiore a 0,5 psu) in bassa marea e condizioni di magra idrologica e verso valle (mare) da elementi fisici quali scanni, cordoni litoranei e/o barriere artificiali, o più in generale dalla linea di costa.

Sono attribuiti alla categoria "acque di transizione" anche gli stagni costieri che, a causa di intensa e prevalente evaporazione, assumono valori di salinità superiori a quelli del mare antistante.

Oltre alle foci fluviali direttamente sversanti in mare, saranno classificati come "acque di transizione", ma tipologicamente distinti dalle lagune in quanto foci fluviali, quei tratti di corsi d'acqua che, pur sfociando in una laguna, presentano dimensioni non inferiori a  $0,5 \text{ km}^2$ .

Gli ecosistemi di transizione individuati mediante la definizione di cui sopra, con superficie inferiore a  $0,5 \text{ km}^2$ , non sono obbligatoriamente soggetti a tipizzazione ed al successivo monitoraggio e classificazione ai sensi della Direttiva.

Possono essere considerati corpi idrici di transizione anche corpi idrici di dimensioni inferiori a  $0,5 \text{ km}^2$ , qualora sussistano motivazioni rilevanti ai fini della conservazione di habitat prioritari, eventualmente già tradotte in idonei strumenti di tutela, in applicazione di direttive Europee o disposizioni nazionali o regionali, o qualora sussistano altri motivi rilevanti che giustifichino questa scelta. Fra essi possono essere citati:

- l'appartenenza totale o parziale ad aree protette;
- la specifica valenza ecologica;
- la presenza di aree considerabili come siti di riferimento;
- la rilevanza socio-economica;
- l'esistenza di elementi di pressione specifici e distinti;
- l'elevata influenza sui corpi idrici circostanti.

La caratterizzazione delle acque di transizione deve essere effettuata sulla base dei descrittori di cui alla Tabella 10.

DESCRITTORE	
LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	Ecoregione Mediterranea
GEOMORFOLOGIA	Lagune costiere o foci fluviali

ESCURSIONE DI MAREA	> 50 cm < 50 cm
SUPERFICIE (S)	> 2,5 km <sup>2</sup> 0,5 <S < 2,5 km <sup>2</sup>
SALINITÀ	Oligoaline <5 psu Mesoaline 5-20 psu Polialine 20-30 psu Eurialine 30-40 psu Iperaline > 40 psu

*Tabella 10: Descrittori utilizzati per l'identificazione dei tipi delle acque di transizione.*

1. La prima distinzione delle acque di transizione viene effettuata tenendo in considerazione le caratteristiche geomorfologiche delle acque di transizione, che corrispondono alle lagune costiere ed alle foci fluviali.

2. Le lagune costiere sono successivamente distinte in base all'escursione di marea in:

a) micro tidali (escursione di marea > 50 cm)

b) non tidali (escursione di marea < 50 cm) (\*)

*(\*) rientrano in questa categoria i laghi costieri salmastri*

3. L'ulteriore distinzione tipologica deve essere effettuata sulla base di due parametri prioritari da tenere in considerazione per una definizione più accurata dei tipi delle acque di transizione: superficie e salinità.

Dall'applicazione dei descrittori vengono individuate complessivamente 21 tipi di acque di transizione (Figura 7).

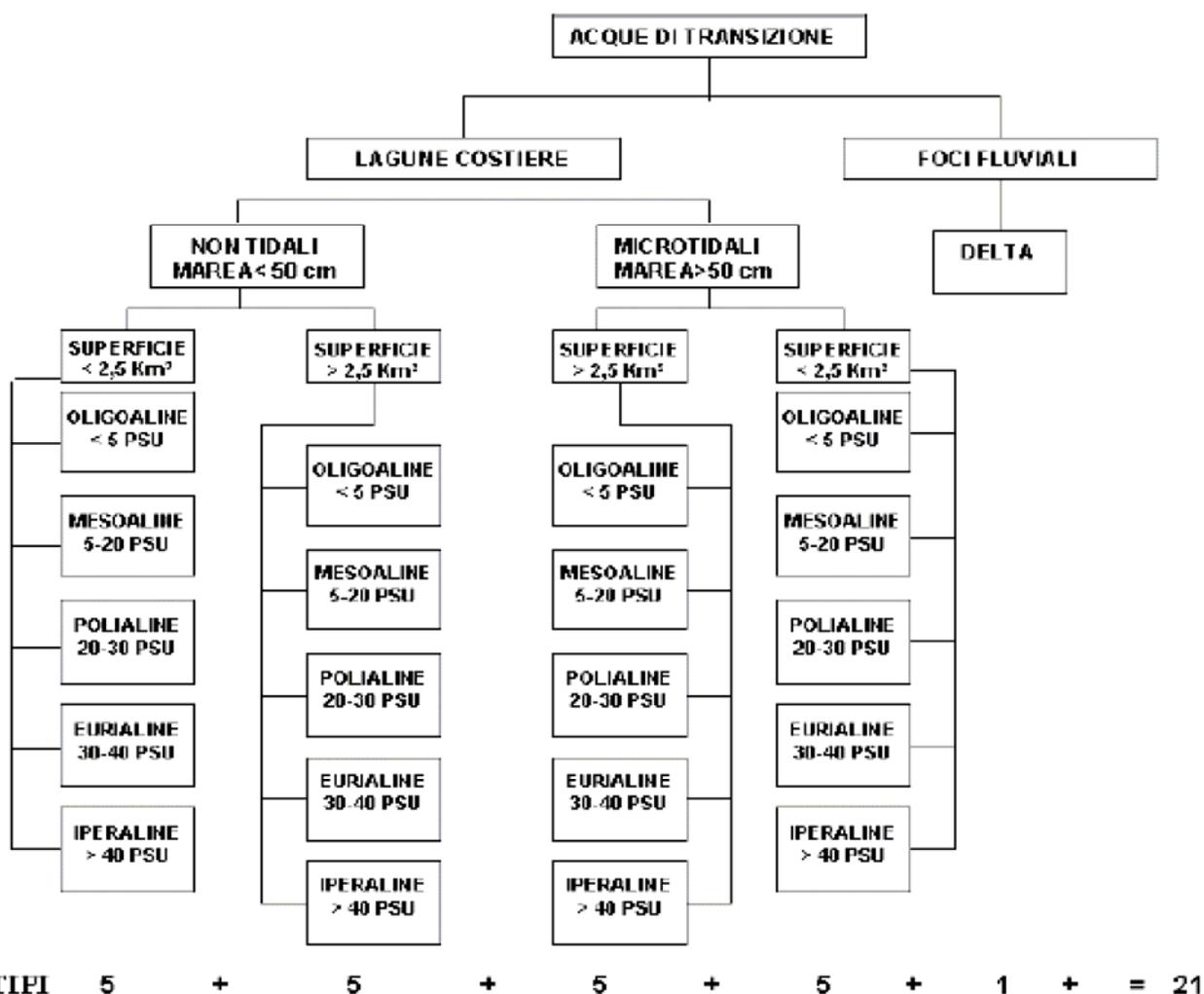


Figura 7: Diagramma di tipizzazione per le acque di transizione.

Per raggiungere un adeguato livello di tipizzazione i descrittori utilizzati a livello nazionale possono non essere sufficienti. Per questo motivo il sistema nazionale di tipizzazione prevede che le acque di transizione che presentano una significativa eterogeneità ambientale interna, evidenziabile essenzialmente su base geomorfologica ed idrodinamica, possano essere ulteriormente “sub-tipizzate” a livello regionale, mediante l’applicazione dei descrittori geomorfologici, idrologici e sedimentologici, riportati in Tabella 11, la cui idoneità ed appropriatezza dovrà essere opportunamente dimostrata. Tale ulteriore divisione potrà rendersi necessaria in particolare per gli ambienti lentici, specie se di grandi dimensioni.

Per le foci fluviali, invece, potrebbe verificarsi la necessità di introdurre quale criterio di subtipizzazione la salinità, già presente nello schema di tipizzazione per gli ambienti lentic.

I risultati di livello 3 devono essere utilizzati per una ridefinizione più accurata dei criteri/limiti utilizzati nei due livelli precedenti.

Fattori opzionali	Profondità
	Velocità della corrente
	Esposizione alle onde
	Tempo di residenza
	Temperatura media dell'acqua
	Caratteristiche di mescolamento
	Torbidità
	Composizione media del substrato
	Configurazione (forma)
	Intervallo delle temperature dell'acqua

*Tabella 11: Fattori opzionali del Sistema di classificazione B (Allegato II della Direttiva 2000/60/CE).*

La eventuale sub-tipizzazione regionale deve essere gerarchicamente successiva alla tipizzazione nazionale, in modo tale che sia possibile riportarsi ad un livello di classificazione comune.

La sub-tipizzazione dovrebbe affiancare l'individuazione dei corpi idrici ai sensi all'art. 74, comma 2, lettera h), del decreto legislativo n.152/06 e all'allegato 1, parte B, del presente decreto e consentire la definizione di eventuali sottotipi, che dovranno essere posti in relazione a diverse condizioni di riferimento.

L'applicazione del criterio di tipizzazione sopra descritto a ciascuna area con acque di transizione, sia essa rappresentata da una foce fluviale o da un ambiente lentico, richiede di considerare attentamente le scale spaziali e le scale temporali, in considerazione delle caratteristiche specifiche dell'area da tipizzare e dei passaggi successivi previsti dalla Direttiva per i corpi idrici, fino al piano di gestione per il raggiungimento o il mantenimento del buono stato chimico ed ecologico.

Le condizioni di riferimento, in base alle quali si determinano gli RQE e quindi la qualità dei corpi idrici, sono tipo-specifiche. Questo deve rappresentare un concetto guida per tutto il processo di tipizzazione dei corpi idrici superficiali, in fase di determinazione della scala spaziale e del grado di specificità da raggiungere nella suddivisione delle acque superficiali.

Sulla base dei criteri descritti in precedenza, per le acque di transizione sono state definite a livello nazionale 21 tipi. E' importante sottolineare che un ambiente di transizione può essere suddiviso in più tipi. La suddivisione in tipi deve infatti rispondere alla necessità di considerare la variabilità intrinseca degli ambienti acquatici di transizione, ognuno dei quali deve essere rappresentato da specifiche condizioni di riferimento.

Un tipo, o sottotipo, deve corrispondere alla scala spaziale minima in cui si riconoscano le condizioni di riferimento e alla quale, nel momento in cui un'area tipizzata viene attribuita ad uno o più corpi idrici, va applicato il monitoraggio.

Il tema della scala temporale si ricollega al tema della definizione delle condizioni di riferimento, alla misura degli indicatori di stato più idonei e conseguentemente alla classificazione del corpo idrico. Considerato ciò, è opportuno ottimizzare la definizione di tipi e sottotipi tenendo conto dello sforzo di campionamento richiesto per il controllo dello stato ecologico in un numero elevato di tipi (o sottotipi). L'eccessiva parcellizzazione di un'area in più tipi, e conseguentemente in più corpi idrici, animata dall'intenzione di considerare interamente la variabilità biologica e di habitat presenti, può portare ad un appesantimento eccessivo ed ingiustificato degli oneri di monitoraggio e di gestione.

La scala temporale è legata a due componenti:

- la stagionalità ed il regime tidale;
- le variazioni della geomorfologia (es. crescita o arretramento delle frecce litorali, approfondimento o interrimento di un bassofondo o di un canale).

Quest'ultima può avere particolare rilievo ai fini della tipizzazione, mentre ai fini del monitoraggio può assumere maggiore importanza la stagionalità ed il regime tidale.

Con riferimento specifico al parametro "salinità", in conformità a quanto riportato nell'allegato II della direttiva 2000/60/CE, deve intendersi "*salinità media annuale*".

#### Tipizzazione delle acque di transizione nel Veneto

In base al D.Lgs. n. 152/06 sono significative le acque delle zone di delta ed estuario, delle lagune, dei laghi salmastri e degli stagni costieri.

In Veneto gli *ambienti ad acque di transizione significativi* (cfr Allegato 1 alla Deliberazione della Giunta Regionale 24 luglio 2007 – Piano di Tutela delle Acque: sintesi degli aspetti conoscitivi) sono (da nord a sud) i seguenti:

Provincia di Venezia

- Vallesina e Valgrande di Bibione;

- Laguna di Caorle;

- Laguna di Venezia;

Provincia di Rovigo

- Laguna di Caleri;

- Laguna Vallona;

- Laguna di Barbamarco;

- Laguna di Canarin;

- Sacca Scardovari.

Di seguito si riportano le lagune costiere assoggettate a monitoraggi nel periodo 2004-2008 da parte di Arpav (per la laguna di Venezia anche da altri Enti):

Provincia di Venezia

- Laguna di Caorle (21.9 Km<sup>2</sup>);

- Laguna di Venezia (550.0 Km<sup>2</sup>);

Provincia di Rovigo

- Laguna di Caleri (10.5 Km<sup>2</sup>);

- Laguna di Caleri-Marinetta (2.5 Km<sup>2</sup>);

- Laguna Vallona (9.1 Km<sup>2</sup>);

- Laguna di Barbamarco (7.3 Km<sup>2</sup>);

- Sacca di Canarin (9.1 Km<sup>2</sup>);

- Sacca Scardovari (28.0 Km<sup>2</sup>).

Tutte le suddette lagune presentano una superficie ben superiore a 0,5 Km<sup>2</sup> (limite minimo previsto dalla legge per la tipizzazione, salvo possibilità di considerare anche quelle di dimensioni minori qualora sussistano motivazioni rilevanti) ed una escursione di marea superiore a 50 cm (escludendo le valli da pesca), che in base al DM n. 131/08 le classificano come microtidali.

Nell'intento di definire i limiti degli ambienti ad acque di transizione del Veneto, con riferimento in particolare alle foci fluviali ed estuario, è stata svolta da Arpav nel 2005 un'indagine conoscitiva (progetto Pro.M.At) che ha permesso di individuare i punti di risalita del cuneo

salino su alcuni rami del fiume Po e dei principali corsi d'acqua che sfociano nella laguna di Venezia.

Attualmente sono in corso ulteriori studi sulla risalita del cuneo salino sui rami del fiume Po, in collaborazione con Arpa Emilia Romagna e Autorità di bacino del fiume Po, mentre altri studi dovranno essere svolti sulle restanti foci fluviali presenti in Veneto. Le attività di monitoraggio sulle acque di transizione sono state svolte da parte di Arpav a partire dal 2003, ai fini della verifica della conformità delle acque destinate alla vita dei molluschi, e dal 2008, anche ai fini della classificazione dello stato ecologico e chimico delle acque lagunari, ai sensi del D.Lgs. n. 152/06, su tutte le succitate lagune significative (ad eccezione della Vallesina e Valgrande di Bibione).

Nelle figure che seguono si riportano le mappe di tutte le stazioni monitorate (manualmente e/o in automatico) da Arpav, dal 2004 al 2008 (luglio), nelle lagune costiere di Caorle (Figura 8).

Da ultimo, si evidenzia che dalla tipizzazione sono state escluse le valli da pesca, che si ritiene possano essere considerate nella successiva fase di individuazione dei corpi idrici prevista dal DM n. 131/08, come corpi idrici fortemente modificati.

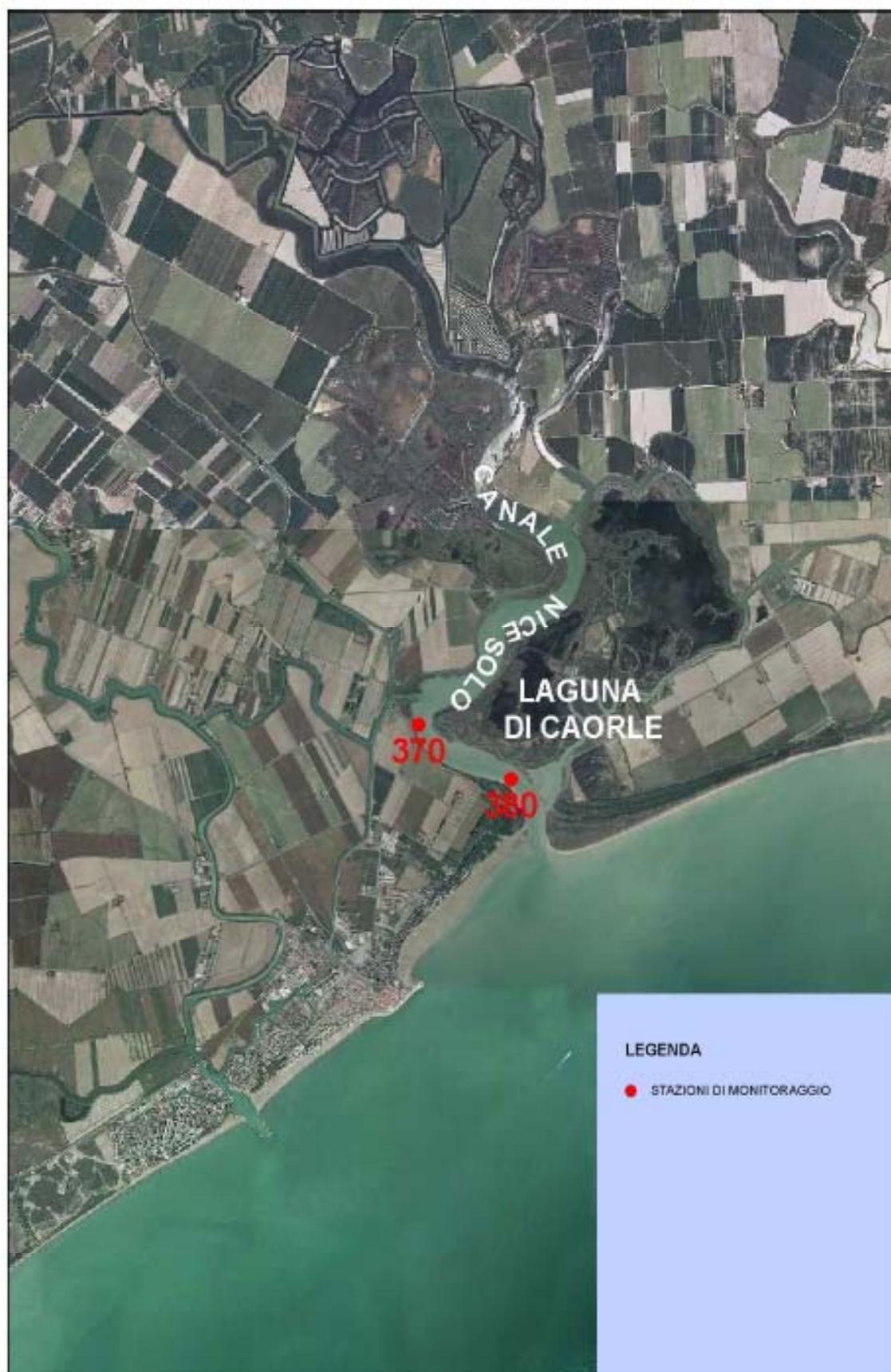


Figura 8: Mappa delle stazioni monitorate da Arpav nella laguna di Caorle (anni 2004-2008).

In laguna di Venezia, numerosi studi e programmi di monitoraggio sono stati effettuati negli ultimi decenni da vari Enti e da Istituti scientifici che hanno portato ad una considerevole mole di dati e di bibliografia al riguardo. In particolare si ricordano gli studi condotti dal Consorzio Venezia, per conto del Magistrato alle Acque (progetti MELa).

Per la tipizzazione delle acque delle lagune costiere del Veneto sono stati pertanto elaborati i dati di salinità rilevati nell'ambito dei programmi di monitoraggio attuati in questi ultimi anni dalla Regione Veneto tramite l'Arpav, per quanto concerne le acque delle lagune costiere di Caorle e del Delta del Po, e dal MAV-CVN, per quanto attiene la laguna di Venezia. Per quest'ultima si è tenuto conto delle elaborazioni effettuate da ICRAM.

In Tabella 12 sono riportati i risultati delle elaborazioni effettuate da Arpav sui dati di salinità rilevati sulle lagune costiere di Caorle e del Delta Po negli anni dal 2004 al 2008 (luglio).

<i>LAGUNE COSTIERE</i>	N° STAZ.	N° DATI (ANNI)	MEDIA SALINITA' (MONITORAGGIO MANUALE)	N° STAZ.	N° DATI (ANNI)	MEDIA SALINITA' (MONITORAGGIO AUTOMATICO-)	MEDIA SALINITA' UTILIZZATA PER LA TIPIZZAZIONE
CAORLE	2	28 (2004-2008)	13.80 MESOALINA				13.80 MESOALINA
CALERI	3	38 (2004-2008)	18.96 MESOALINA				18.96 MESOALINA
CALERI (MARINETTA)	2	20 (2004-2008)	20.47 POLIALINA	1	327 (2006)	31.57 EURIALINA	31.57 EURIALINA
VALLONA	2	36 (2004-2008)	19.06 MESOALINA	1	1795 (2006-2007)	24.16 POLIALINA	24.16 POLIALINA
BARBAMARCO	3	38 (2004-2008)	23.42 POLIALINA				23.42 POLIALINA
CANARIN	6	70 (2004-2008)	20.89 POLIALINA	1	3088 (2006-2007)	25.69 POLIALINA	25.69 POLIALINA
SCARDOVARI (INTERNO)	6	86 (2004-2008)	24.83 POLIALINA	1	3627 (2005-2007)	29.27 POLIALINA	29.27 POLIALINA
SCARDOVARI (ESTERNO)				1	4166 (2005-2007)	28.96 POLIALINA	28.96 POLIALINA

---

*Tabella 12: Valori medi di salinità nelle lagune di Caorle e del Delta del Po (anni 2004-2008).*

Per le lagune del Delta del Po con stazioni manuali e in automatico (Caleri-Marinetta, Vallona, Canarin e Scardovari), stante la più elevata numerosità di dati rilevati dalle boe rispetto al monitoraggio di legge, si è ritenuto di considerare come più significativo il valore medio di salinità calcolato sui dati rilevati in continuo.

Non si è fatto riferimento alla salinità media annuale, come previsto dalla legge, in considerazione dell'esiguo numero di dati del monitoraggio di legge e la non omogeneità temporale dei dati del monitoraggio in continuo. Su tutte le boe e per tutti gli anni del periodo considerato (2005-2007) si è registrata infatti la rilevazione dei dati di salinità solo per alcuni mesi dell'anno, da qui l'impossibilità di ottenere dati significativi di medie annuali di salinità.

#### Procedura per la tipizzazione delle acque di transizione nella Regione Friuli Venezia Giulia

Il processo di tipizzazione per le acque di transizione nel Friuli Venezia Giulia è stato effettuato dall'Osservatorio Alto Adriatico dell'ARPA, sulla base dei dati raccolti ad oggi.

#### **Descrittori geomorfologici**

Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche le acque di transizione nella Regione Friuli Venezia Giulia si distinguono in:

A) Lagune costiere: Lagune di Marano e Grado

B) Foci fluviali:

Corsi d'acqua che sfociano nelle Lagune di Marano e Grado: Stella \*, Cormor \*, Corno, Aussa, Natissa \*;

Corsi d'acqua che sfociano direttamente in mare: Tagliamento, Isonzo, Timavo \*, Rosandra \*, Rio Ospio\*;

(\* ) corpo idrico di transizione con superficie inferiore a 0,5 km<sup>2</sup>

#### **A) Tipizzazione delle Lagune di Marano e Grado**

L'area lagunare di Marano e Grado rappresenta, per estensione, la seconda laguna del territorio nazionale, si sviluppa su una superficie di circa 160 km<sup>2</sup>, con una lunghezza di circa 32 km ed una larghezza media di 5 km.

Il primo passaggio per la tipizzazione di queste aree è quello di individuare i confini della categoria a cui appartengono: per le acque di transizione tali confini sono rappresentati a monte dalla categoria fiumi e a valle dalla categoria acque costiere. Pertanto per le lagune di Marano e

Grado i confini sono delineati, a monte, dal bordo lagunare permanentemente emerso e, a valle, dai cordoni litoranei e dalle sei bocche di porto (Lignano, S. Andrea, Porto Buso, Morgo, Grado, Primero) che collegano le lagune al mare (Figura 9).

Prima di definire i tipi per le acque di transizione sono stati individuati, in via provvisoria, i corpi idrici fortemente modificati, che rappresentano una categoria a parte. I corpi idrici fortemente modificati vengono definiti dall' art. 74, comma 2 del D.Lgs. 152/06, come corpi idrici superficiali la cui natura, a seguito di alterazioni fisiche dovute ad attività umana, è sostanzialmente modificata. Nelle lagune di Marano e Grado si può considerare quale corpo idrico fortemente modificato l'area lagunare, delimitata dal ponte di Belvedere che collega la cittadina di Grado ad Aquileia e che può aver subito una consistente modificazione del regime idrologico. Inoltre vanno inserite in questa categoria le valli da pesca ad allevamento estensivo e quelle non più utilizzate.

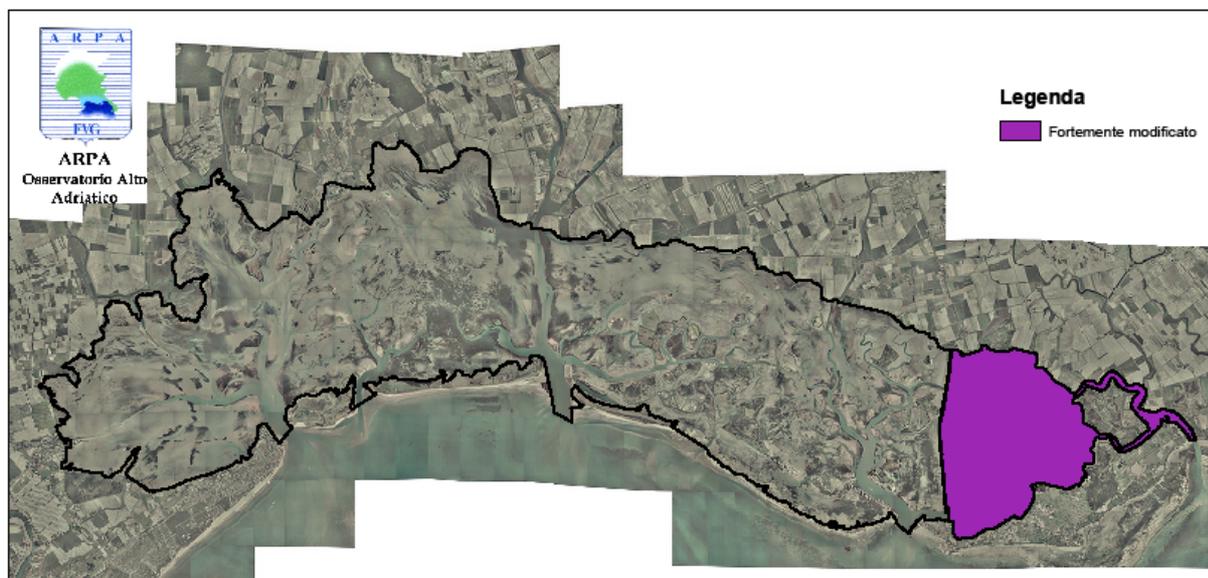


Figura 9: Confini delle acque di transizione lagunari e corpo idrico fortemente modificato.

In base ai descrittori per la tipizzazione delle acque di transizione del decreto 131/2008, le lagune di Marano e Grado sono lagune costiere microtidali di grandi dimensioni, l'escursione di marea è, infatti, superiore ai 50 cm e la superficie è di circa 160 km<sup>2</sup>.

Un'ulteriore distinzione tipologica viene effettuata prendendo in esame il parametro salinità. Per analizzare la distribuzione della salinità superficiale sono stati elaborati i dati raccolti da ARPA FVG nel corso delle attività di monitoraggio mensile in 26 stazioni, per il periodo 2000-2007.

In base ai valori medi di salinità sono state distinte tre diverse tipologie:

laguna mesoalina (5-20 psu): comprende la zona più prossima all'entroterra della laguna di Marano, dove l'apporto fluviale è più consistente, raggiunge infatti un valore medio di circa 80 m<sup>3</sup>/s (Marocco,1995);

- a) laguna polialina (20-30 psu): corrisponde ad una fascia intermedia tra l'entroterra ed il mare, che si sviluppa su entrambe le lagune, ma è più estesa nella laguna di Marano rispetto a quella di Grado;
- b) laguna eurialina (30-40 psu): include la zona più prossima al mare, ed è particolarmente estesa nella laguna di Grado, area in cui la salinità è mediamente sempre più elevata, a causa della scarsa influenza degli apporti fluviali, corrispondenti a circa 20 m<sup>3</sup>/s (Marocco,1995).

## B) Foci fluviali

Per delineare i limiti delle acque di transizione delle foci fluviali, ARPA FVG ha svolto, a febbraio 2009, una prima indagine conoscitiva allo scopo di individuare i punti di risalita del cuneo salino sui corsi d'acqua che sfociano nelle lagune di Marano e Grado (Stella, Cormor, Corno, Aussa, Natissa) e sui fiumi Tagliamento ed Isonzo, che sfociano direttamente in mare. Dall'analisi dei dati raccolti è stato possibile, in via preliminare, delimitare le acque di transizione fino alla sezione dell'asta fluviale nella quale tutti i punti monitorati sulla colonna d'acqua avevano un valore di salinità superiore a 0,5 psu, in bassa marea.

Per i fiumi Stella e Cormor, applicando la definizione "operativa" del Decreto 131/08, i limiti sono stati individuati a livello della foce e quindi non possono essere definiti i limiti delle acque di transizione.

Il Natissa risulta per il descrittore "superficie", di dimensioni inferiori a 0,5 km<sup>2</sup>, nonostante ciò è ugualmente preso in considerazione in quanto costituisce un elemento di pressione, che può influenzare le acque ed i sedimenti lagunari.

Attualmente non essendo disponibili o essendo insufficienti i dati relativi alla salinità delle foci fluviali non è stato ancora possibile effettuare una prima tipizzazione.

Di seguito vengono elencate le coordinate indicanti il limite delle acque di transizione verso monte, per ciascun fiume e la distanza dalla foce:

Fiume	Long	Lat	Distanza dalla foce (km)
Stella	13° 5 ' 59.10"	45° 43' 56.16"	0
Cormor	13° 8' 26.82"	45° 45' 1.38"	0
Corno	13° 13' 17.64"	45° 48' 54.78"	7,5

Aussa	13° 18' 15.06"	45° 48' 19.38"	8,7
Natissa	13° 21' 54.78"	45° 45' 58.02"	4
Tagliamento	13° 2' 27.54"	45° 42' 20.82"	11,8
Isonzo	13° 27' 14.28"	45°46' 24.90"	9,7

Definizione dei corpi idrici in Friuli Venezia Giulia

Il processo di individuazione dei corpi idrici è stato realizzato in ambiente GIS a partire dai seguenti strati informativi:

- tipizzazione delle acque di transizione;
- monitoraggi pregressi;
- presenza di sorgenti di acqua dolce;
- discontinuità importanti nella struttura della fascia litoranea (ad esempio foci fluviali);
- presenza di strutture morfologiche che determinano un diverso grado di confinamento;
- limiti delle aree protette (in particolare le aree marine protette e le acque destinate alla vita dei molluschi );
- pressioni e impatti.

Inoltre per individuare i corpi idrici fortemente modificati si è tenuto conto di quelle aree che hanno subito una consistente modificazione del regime idrologico e di quelle interessate da valli da pesca ad allevamento estensivo anche se non più utilizzate (Paludo della Carogna, Barbana, Isole della Gran Chiusa – Banco d'Orio).

#### A.1.4 Individuazione e definizione dei corpi idrici – acque costiere

La procedura con i passaggi che portano alla definizione dei tipi delle acque marino-costiere è descritta nel già citato Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 16 giugno 2008, allegato 1 sezione A.3.

La definizione dei tipi costieri si ottiene a partire dall'analisi delle caratteristiche naturali geomorfologiche e quelle idrodinamiche come riportato in Tabella 13.

DESCRITTORE
-------------

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	Ecoregione Mediterranea
DESCRITTORI GEOMORFOLOGICI	morfologia dell'area costiera sommersa (compresa l'area di terraferma adiacente ) (1)
	natura del substrato
DESCRITTORI IDROLOGICI	stabilità verticale della colonna d'acqua (2)

Tabella 13: Definizione dei corpi idrici – acque costiere.

(1) Nel caso in cui siano presenti substrati differenti, viene indicato il substrato dominante.

(2) Per la profondità la distinzione è basata su una profondità di circa 30 m, alla distanza di un miglio dalla linea di costa.

### Descrittori Geomorfolologici

La costa italiana, sulla base dei descrittori geomorfologici, è suddivisa in sei tipologie principali denominate:

- rilievi montuosi (A),
- terrazzi (B),
- pianura litoranea (C),
- pianura di fiumara (D),
- pianura alluvionale (E)
- pianura di dune (F).

### Descrittori idrologici

Per la tipizzazione devono essere presi in considerazione anche descrittori idrologici, quali le condizioni prevalenti di *stabilità verticale della colonna d'acqua*. Tale descrittore è derivato dai parametri di temperatura e salinità in conformità con le disposizioni della Direttiva relativamente ai parametri da considerare per la tipizzazione. La stabilità della colonna d'acqua è un fattore che ben rappresenta gli effetti delle immissioni di acqua dolce di provenienza continentale, correlabili ai numerosi descrittori di pressione antropica che insistono sulla fascia costiera (nutrienti, sostanze contaminati ecc..). La stabilità deve essere misurata ad una profondità di circa 30 m, alla distanza di *1 miglio* dalla linea di costa.

---

*Procedura per il calcolo della stabilità verticale della colonna d'acqua.*

Nel caso delle acque marino-costiere, il parametro “stabilità della colonna d’acqua” risulta un ottimo indicatore degli effetti dei contributi di acqua dolce di provenienza continentale, correlabili ai numerosi descrittori di pressione antropica che insistono sulla fascia costiera (nutrienti, sostanze contaminanti quali organo-clorurati, metalli pesanti, ecc.).

In conformità con quanto richiesto dalla Direttiva 2000/60/CE, relativamente alle procedure di caratterizzazione dei tipi costieri, la stabilità della colonna d’acqua è un fattore derivato dai parametri di temperatura e salinità.

Il quadrato della stabilità deve essere definito nel modo seguente:

$$N^2 = -\frac{g}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{dz}$$

dove:  $g$  è l’accelerazione di gravità espressa in  $m/sec^2$ ,  $\rho$  la densità espressa in  $kg/m^3$ ,  $dp/dz$  rappresenta il gradiente verticale di densità, con  $z$  profondità espressa in metri.

Per calcolare, con l’approssimazione richiesta, il gradiente verticale di densità e quindi il coefficiente di stabilità statica  $N$  si segue la procedura sotto indicata:

1. per ogni profilo verticale di densità (solitamente espressa come anomalia di densità:  $\sigma_t$ ) (1) e relativo ad una data stazione di misura, si calcola la profondità del picnoclinio;(2)

2. il profilo di densità viene quindi suddiviso in due strati: il primo dalla superficie alla profondità del picnoclinio (box 1), il secondo dal picnoclinio al fondo (box 2);

(1) Il parametro di densità più usato in oceanografia è la cosiddetta “sigma-t”, cioè la densità sigma ridotta alla pressione atmosferica:  $\sigma_t = (\rho(p=1, T, S) - 1) \cdot 10^3$

(2) Il picnoclinio indica la profondità  $z$  a cui corrisponde la massima variazione di densità.

3. si procede poi al calcolo della differenza fra la densità media nel box 2 e quella nel box 1 e si ottiene  $dp$ ;

4. analogamente si calcola la differenza fra la profondità media del box 2 e quella del box 1 ottenendo  $dz$ ;

5. si divide infine  $dp$  per  $dz$  (si calcola cioè il gradiente di densità verticale  $dp/dz$ ). Tale gradiente, moltiplicato per  $g$  ( $9.81 m/sec^2$ ) e diviso per la densità media su tutto il profilo  $\rho$ , fornisce il valore di  $N^2$  ( $sec^{-2}$ ).

La quantità  $N = \sqrt{N^2}$ , già definita come coefficiente di stabilità statica, dimensionalmente è una frequenza, meglio nota con il nome di Frequenza di Brunt-Väisälä.

La Figura 10, relativa ad un profilo verticale-tipo di densità, consente di valutare un valore di  $N$  pari a  $0,15 \text{ sec}^{-1}$ , che deriva dalle seguenti misure:

$$-g = -9,81 \text{ m/sec}^2,$$

$$\rho(\text{come } \sigma\text{-t}) = 25,72 \text{ Kg/m}^3,$$

$$d\rho = 0,38 \text{ Kg/m}^3,$$

$$dz = -6.62 \text{ m}.$$

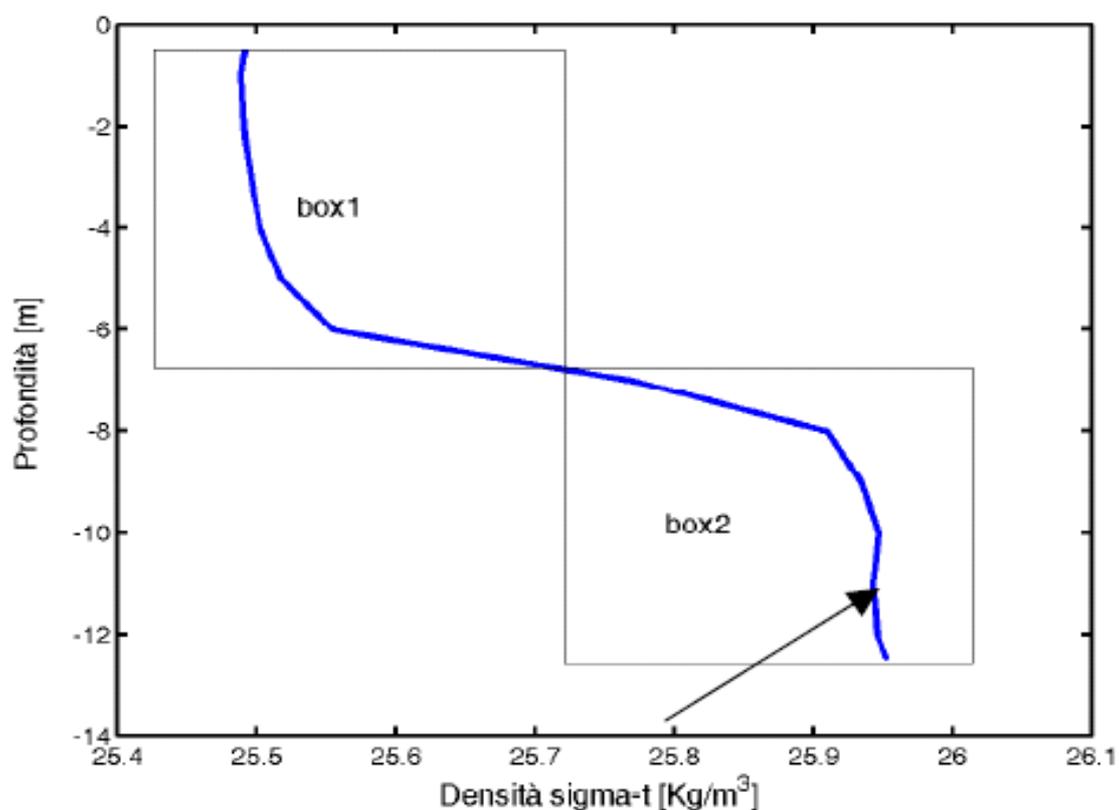


Figura 10: Relazione tra profondità e densità.

Sulla base della elaborazione dei risultati di cui al programma nazionale di monitoraggio della qualità degli ambienti marini costieri italiani del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, si possono caratterizzare tutte le acque costiere italiane con i relativi valori medi annuali di stabilità verticale, secondo le tre tipologie:

- alta stabilità:  $N \geq 0,3$
- media stabilità:  $0,15 < N < 0,3$
- bassa stabilità:  $N \leq 0,15$

L'ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare - fornisce supporto tecnico alle regioni in relazione ai dati di stabilità, ai fini dell'omogeneità di applicazione sul territorio nazionale.

### Definizione dei tipi costieri

Integrando le classi di tipologia costiera basate sui descrittori geomorfologici di cui al paragrafo precedente con le tre classi di stabilità della colonna d'acqua, vengono identificate i tipi della fascia costiera italiana secondo lo schema riportato in Tabella 14.

Criteri geomorfologici	Criteri idrologici		
	Stabilità		
	(1) alta	(2) media	(3) bassa
(A) Rilievi montuosi	A1	A2	A3
(B) Terrazzi	B1	B2	B3
(C) Pianura litoranea	C1	C2	C3
(D) Pianura di fiumara	D1	D2	D3
(E) Pianura alluvionale	E1	E2	E3
(F) Pianura di dune	F1	F2	F3

Tabella 14: Tipi costieri italiani secondo i criteri geomorfologici e idrologici.

### Prima tipizzazione delle acque marino-costiere del Veneto

In base al D.Lgs. n. 152/06 sono significative le acque costiere comprese entro la distanza dei 3000 m dalla linea di costa e, comunque, entro la batimetria dei 50 m.

La costa veneta adriatica, che si estende in lunghezza per circa 150 km, è compresa tra la foce del fiume Tagliamento (confini con Regione Friuli Venezia Giulia), a nord, e la foce del fiume Po di Goro (confini con Regione Emilia Romagna), a sud.

Le attività di monitoraggio sulle acque marino costiere del Veneto sono state svolte da Arpav in questi ultimi anni nell'ambito di diversi programmi operativi tra cui si segnala il programma nazionale di controllo dell'ambiente marino costiero, promosso e finanziato dal Ministero dell'Ambiente (convenzione Ministero-Regione-Arpa).

Per il Veneto, il suddetto programma prevedeva il monitoraggio di 5 transetti opportunamente distribuiti lungo la costa (dal litorale di Brussa in comune di Caorle al litorale di isola di Albarella in comune di Rosolina) per un totale di 15 stazioni (3 stazioni per transetto: a 500 m, a 926 m e a 3704 m).

Va comunque segnalato che dal 2004 sono stati monitorati da Arpav, oltre ai transetti di cui sopra, ulteriori 3 transetti (l'ultimo dei quali è stato posto di fronte alla foce del Po di Pila) per

una più completa applicazione del D.Lgs. n. 152/99 e s.m.i., dapprima, e del D.Lgs. n. 152/06, successivamente.

Nella Figura 11 si riporta la mappa delle stazioni monitorate nell'ambito della convenzione Ministero Ambiente-Regione Veneto-Arpav.

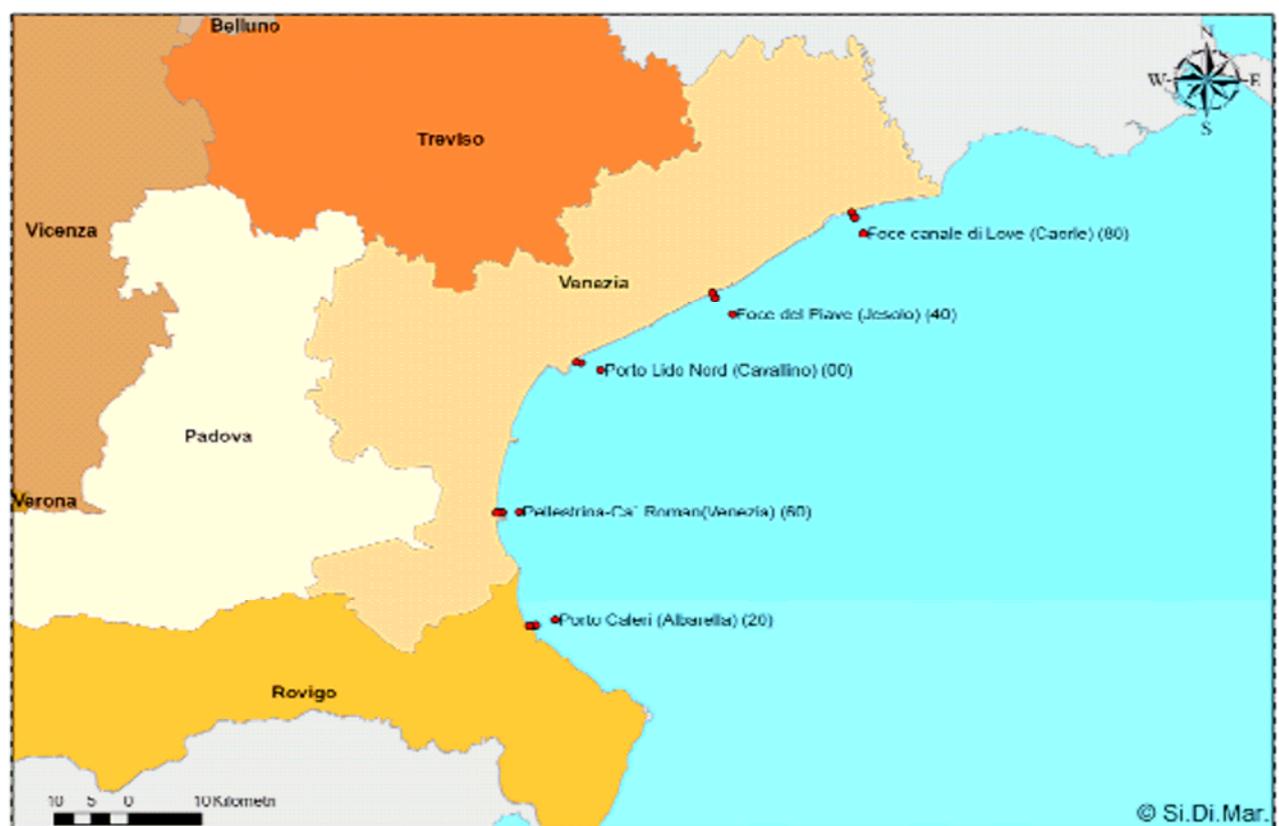


Figura 11: Mappa delle stazioni monitorate in mare Adriatico (convenzione Ministero Ambiente-Regione Veneto-Arpav).

I dati rilevati con cadenza quindicinale e riferiti agli ultimi 4-5 anni sono stati inviati da Arpav all'ICRAM per l'elaborazione degli stessi ai fini del calcolo della stabilità della colonna d'acqua.

Il risultati dell'elaborazione sono riportati nella Tabella 15 (che riporta la localizzazione delle stazioni, la distanza dalla costa e profondità, nonché il coefficiente di stabilità e la corrispondente deviazione standard) relativamente ai dati di 4 anni rilevati alle stazioni intermedie dei transetti (926 m).

In tutte queste stazioni i valori del coefficiente di stabilità sono risultati superiori a 0,3, corrispondenti a condizioni di alta stabilità, con l'eccezione della stazione 2560 (Venezia-Pellestrina) in cui il valore corrisponde al limite stesso. I valori maggiori si riscontrano alle stazioni 2240 (Jesolo) e 2720 (Rosolina), con la differenza che in quest'ultima la variabilità è molto maggiore (come testimonia il valore più alto di deviazione standard).

Denominazione transetto	Stazione	Distanza dalla costa	Profondità	Coefficiente di Stabilità <N>	Deviazione Standard <N>
Foce canale dei Lovi (Caorle)	1080	500	2,0	0,6	0,07
	2080	926	4,5		
	3080	3704	13,0		
Foce del Piave (Jesolo)	1240	500	2,5	0,7	0,03
	2240	926	6,5		
	3240	3704	15,0		
Porto Lido Nord (Cavallino Treporti)	1400	500	3,0	0,52	0,02
	2400	926	6,5		
	3400	3704	13,0		
Pellestrina-Ca' Roman (Venezia)	1560	500	2,5	0,3	0,04
	2560	926	5,0		
	3560	3704	16,0		
Porto Caleri (Rosolina)	1720	500	2,0	0,7	0,15
	2720	926	3,5		
	3720	3704	13,5		

Tabella 15: Valori del coefficiente di stabilità calcolati alle stazioni a 926 m.

Altre elaborazioni effettuate, sempre da ICRAM, sui dati delle stazioni più al largo (3704 m dalla linea di costa) hanno confermato, in linea generale, una situazione analoga a quella rilevata nelle stazioni sottocosta.

Si sottolinea che tutte le elaborazioni effettuate da ICRAM per il calcolo del coefficiente di stabilità delle acque marino costiere del Veneto sono state condotte utilizzando solamente i dati rilevati nei 5 transetti del programma nazionale di monitoraggio (e non su tutti i dati rilevati negli 8 transetti del programma regionale di monitoraggio).

Si sottolinea altresì che, per il calcolo del coefficiente di stabilità, non è stato possibile utilizzare, come previsto dal DM n. 131/08, dati da stazioni ubicate a 1 miglio (1852 m) dalla costa, essendo disponibili unicamente dati del programma nazionale di monitoraggio dell'ambiente

---

costiero (Convenzione Ministero Ambiente-Regione Veneto-Arpav), che non prevede rilevamenti a quella distanza.

### Procedura per la tipizzazione delle acque marino-costiere nella Regione Friuli Venezia Giulia

Il processo di tipizzazione per le acque marino-costiere nel Friuli Venezia Giulia è stato effettuato dall'Osservatorio Alto Adriatico dell'ARPA, sulla base dei dati raccolti ad oggi.

#### **Descrittori geomorfologici**

In base alle caratteristiche geomorfologiche l'area costiera regionale è suddivisa in due tipologie principali: rilievi montuosi (A), per il tratto compreso tra P.ta Sottile e Duino e pianura alluvionale (E), per la zona costiera da Duino a P.ta Tagliamento.

#### **Descrittori idrologici**

Prendendo in considerazione le caratteristiche idrologiche, quali temperatura e salinità, è stata calcolata la stabilità verticale della colonna d'acqua, fattore che rappresenta gli effetti delle immissioni di acqua dolce di provenienza continentale, correlabili ai descrittori di pressione antropica che insistono sulla fascia costiera. La stabilità verticale può essere, quindi, un buon indicatore di tali pressioni.

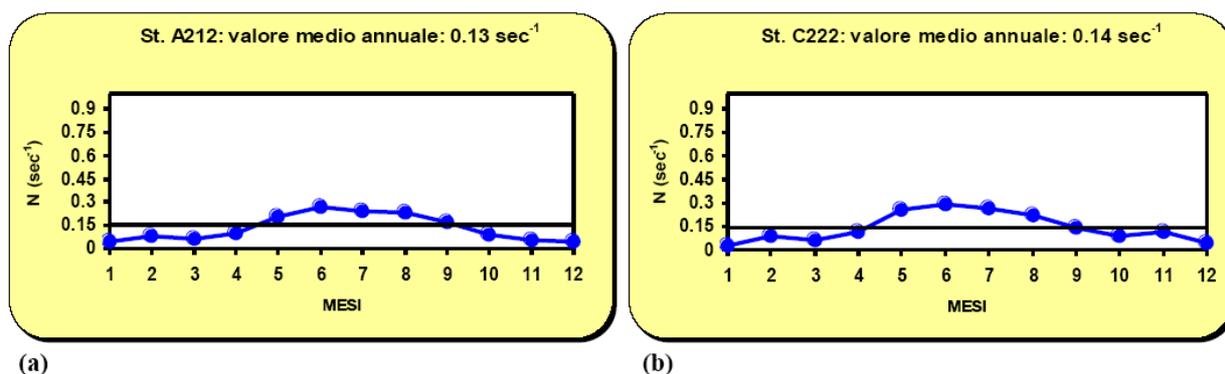
Per il calcolo del valore di stabilità, secondo la formula riportata nel DM 131 del 16/06/2008, sono stati analizzati i valori, rilevati nelle stazioni di campionamento previste dal programma di monitoraggio marino-costiero del Ministero dell'Ambiente. Il periodo considerato, compreso tra il 1997 e il 2006, permette di indagare una serie storica continua di dati, acquisiti in acque marino-costiere ad elevata variabilità termo-alina. In particolare, si sono scelte 4 stazioni, ognuna posta su uno dei 4 transetti storici, P.ta Sottile (transetto A), Miramare (transetto C), Baia di Panzano (transetto D), Porto Buso (transetto G). Le stazioni A212 e C222, sono situate rispettivamente sui transetti A e C a un miglio nautico dalla linea di costa su una batimetria di circa 20 m; le stazioni E333 e G343, site sui transetti D e G, si trovano ad una distanza da riva maggiore di 1 miglio, e presentano rispettivamente una batimetria di 11 e 7 m. Queste stazioni sono state scelte poiché sono rappresentative delle possibili pressioni provenienti dalle immissioni di acqua dolce e rispondono alle indicazioni di calcolo della stabilità verticale previste nel DM 131 del 16/06/2008.

Sulla base dei risultati dei valori medi annuali di stabilità verticale ottenuti, le acque costiere regionali si suddividono in due tipologie:

- bassa stabilità (3) (stazioni A212 e C222) con  $N \leq 0.15 \text{ sec}^{-1}$ ;

- alta stabilità (1) (stazioni E333 e G343) con  $N \geq 0.3 \text{ sec}^{-1}$ .

I valori di stabilità media annuale per le stazioni A212 e C222 sono inferiori a 0.15 e corrispondono a condizioni di bassa stabilità. Considerando la distribuzione mensile della stabilità calcolata sulla serie storica, nella stazione A212 (Figura 12a), si nota un aumento dei valori di N nel periodo primaverile tardo estivo, associati principalmente all'incremento del gradiente termico tra lo strato superficiale e quello di fondo; nella stazione C222 (Figura 12b) si evidenzia sia l'effetto del gradiente termico, sia quello associato agli apporti isontini, osservabili occasionalmente in tale area del bacino, nei periodi aprile-giugno ed ottobre-novembre.



Per le stazioni E333 e G343 i valori di stabilità media annuale sono maggiori di 0.3 e corrispondono a condizioni di alta stabilità. L'alta stabilità è dovuta, per la stazione E333 (Figura 12c), al gradiente di salinità che interessa soprattutto i primi 2-3 m della colonna d'acqua, associato agli apporti di acque dolci dei fiumi Isonzo e Timavo e, per la stazione G343 (Figura 12d), all'effetto dei flussi d'acqua a basso tenore salino, provenienti dalla retrostante bocca lagunare di Porto Buso.

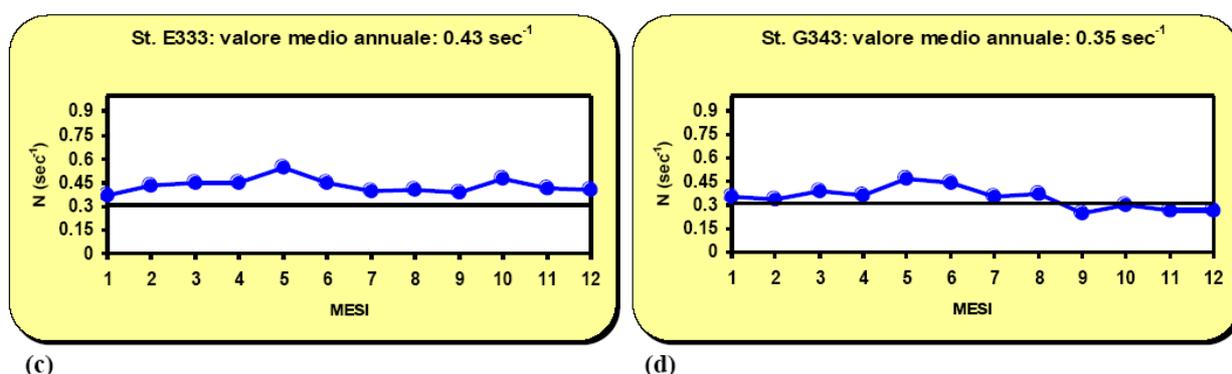


Figura 12: Distribuzione dei valori medi mensili della stabilità e valore medio annuale per le stazioni A212, C222, E333, G343.

Definizione dei corpi idrici in Friuli Venezia Giulia

---

Il processo di individuazione dei corpi idrici è stato realizzato in ambiente GIS a partire dai seguenti strati informativi:

- tipizzazione delle acque di transizione;
- monitoraggi pregressi;
- presenza di sorgenti di acqua dolce;
- discontinuità importanti nella struttura della fascia litoranea (ad esempio foci fluviali);
- limiti delle aree protette (in particolare le aree marine protette e le acque destinate alla vita dei molluschi);
- pressioni e impatti.

## **A.2 Individuazione e classificazione dei corpi idrici sotterranei**

### **Individuazione dei corpi idrici sotterranei della regione Friuli Venezia Giulia**

#### *Corpi idrici sotterranei della pianura regionale*

Sulla base delle conoscenze inerenti il territorio regionale, in principal modo dalla suddivisione della pianura friulana in diverse province idrogeologiche, riconoscibili sia dalle caratteristiche idrogeologiche che da quelle geochimiche, nonché dalla presenza di zone interessate da inquinamenti di nitrati, erbicidi, solventi organici clorurati e cromo, si individuano una serie di corpi idrici sotterranei in alta e bassa pianura (si rimanda a quanto descritto nel Capitolo 2, nel paragrafo inerente le caratteristiche idrogeologiche del territorio regionale).

#### **Campo di Osoppo Gemona: falda freatica (P01)**

Come identificato dalle province idrogeologiche nel capitolo 2, nell'area denominata campo di Osoppo Gemona si sviluppa una importante acquifero freatico sfruttato con le opere di presa di Molin del Bosso dal CAFC per scopi principalmente idropotabili.

L'acquifero freatico è piuttosto potente, con apporti sia dai massicci circostanti sia dalle perdite subalveo del Tagliamento, ma poco difeso da potenziali fenomeni di inquinamento provenienti dalla superficie, stante l'elevata permeabilità del materasso alluvionale in tutto il suo spessore, per la presenza di sedimenti ghiaiosi e sabbiosi, solo talora intervallati da livelli più fini nella zona più meridionale.

### **Anfiteatro morenico: falda freatica con artesianesimo locale (P02)**

Nell'anfiteatro morenico si assiste alla contemporanea presenza di un acquifero freatico, che talora si ritrova a creare locali fenomeni di basso artesianesimo. Le acque nel sottosuolo hanno uno scarso ricambio, con una circolazione molto limitata e direzioni di deflusso molto variabili in funzione della morfologia dei sedimenti morenici. Strati permeabili sono intervallati da lenti impermeabili, costringendo spesso le acque contenutevi a stagnazione locale.

### Corpi idrici d'alta pianura a sud dell'anfiteatro morenico

Nell'alta pianura friulana sono stati individuati sette corpi idrici, di cui tre con presenza particolarmente importante di fertilizzanti ed erbicidi. Tutta l'alta pianura friulana è sede di una importante falda freatica, alimentata sia dalle perdite subalveo dei corsi d'acqua superficiali, sia dall'infiltrazione delle acque meteoriche.

E' importante considerare come la falda freatica sia intensamente sfruttata in tutta l'alta pianura, sia a scopo idropotabile che irriguo e che negli ultimi trent'anni abbia fatto registrare un notevole abbassamento del suo livello (dai 10-15 m nella parte più settentrionale, ai 2-3 m nella zona delle risorgive), imputabile ad un periodo di diminuita piovosità, combinato con gli effetti dello sfruttamento antropico.

### **Alta pianura pordenonese occidentale: falda freatica con valori importanti di inquinamento da nitrati ed erbicidi (P03A)**

Il corpo idrico individuato all'estremità occidentale della regione risulta facente parte della provincia idrogeologica dell'alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna, ma la presenza di elevati livelli di fertilizzanti ed erbicidi lo caratterizza come particolarmente suscettibile all'inquinamento.

### **Alta pianura pordenonese occidentale: falda freatica con valori importanti di inquinamento da nitrati, erbicidi e solventi organici clorurati (P03B)**

Il corpo idrico individuato ricade all'interno del corpo idrico precedente ma si distingue per la presenza di un inquinamento da solventi clorurati (*tetracloroetilene*) con un *plume* che da Aviano si sviluppa sino alla zona di Porcia; contemporaneamente proprio in quest'area della

---

pianura pordenonese si localizza un inquinamento da bromacile, sostanza attiva ad azione erbicida.

#### **Alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna: falda freatica (P04)**

Gli ampi ventagli dei conoidi alluvionali del Cellina e del Meduna, formano un'area ad elevata permeabilità, ove l'acquifero freatico che si sviluppa risente principalmente degli apporti di subalveo dei due corsi d'acqua e dall'infiltrazione efficace degli eventi meteorici. L'area dei magredi pertanto risulta piuttosto arida superficialmente ma ricca d'acqua in profondità, infatti la falda freatica si ritrova a profondità notevoli nell'area settentrionale, via via risalente verso il piano campagna spostandosi verso la fascia delle risorgive.

La presenza di sedimenti a granulometria prettamente grossolana è elemento di rischio per l'eventuale infiltrazione di inquinamenti dalla superficie verso il livello freatico.

#### **Alta pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falda freatica (P05)**

L'ampia conoide alluvionale del Tagliamento, sviluppata nell'alta pianura friulana, ed in special modo l'area centro occidentale, dove le perdite subalveo tilaventine sono il principale apporto alla falda freatica, identifica questo corpo idrico (come descritto nel capitolo 6). I tenori di inquinanti nell'area sono piuttosto bassi, con valori ben al di sotto dei limiti di legge.

#### **Alta pianura friulana centrale: falda freatica con valori importanti di inquinamento da nitrati ed erbicidi (P06)**

Il corpo idrico che si può riconoscere nell'area centrale dell'alta pianura friulana si sviluppa nella zona in parte ancora influenzata dalle perdite del ventaglio alluvionale del Tagliamento, ma soprattutto risente degli apporti di percolazione meteorica dell'ampia zona delimitata approssimativamente ad ovest dal corso del torrente Corno, recettore di parte delle acque presenti nell'anfiteatro morenico.

La presenza di un materasso alluvionale con sedimenti a granulometria grossolana identificano un corpo notevolmente soggetto alla presa in carico di inquinanti di origine agricola quali fertilizzanti e erbicidi, che si attestano su valori prossimi e/o superiori ai limiti di legge.

#### **Alta pianura friulana centrale: falda freatica con valori importanti di inquinamento da nitrati, erbicidi, cromo esavalente e tetracloroetilene (P07)**

Il corpo idrico si sviluppa nella zona delimitata ad ovest dal torrente Cormor ed ad est dal torrente Torre. Tale area è notevolmente soggetta alla presa in carico di inquinanti di origine agricola quali fertilizzanti ed erbicidi, essendo perlopiù formata da sedimenti alluvionali grossolani. Inoltre nell'area sono da anni costantemente monitorate le situazioni di

contaminazione dovute a presenza di cromo esavalente e di solventi organici clorurati (essenzialmente tetracloroetilene, tricloroetilene) riscontrati nelle analisi chimiche, con valori anche molto superiori ai limiti di legge.

**Alta pianura friulana orientale: falda freatica (P08)**

Immediatamente ad oriente del precedente corpo idrico si sviluppa un'area ove la falda freatica risente dell'apporto del torrente Torre (principale corso d'acqua che si origina dai monti Musi) e delle acque della zona del cividalese settentrionale, nonché naturalmente dell'apporto d'infiltrazione meteorica. I valori dei principali inquinanti sono piuttosto bassi, pur essendo presenti sedimenti piuttosto grossolani.

**Alta pianura friulana cividalese: falda freatica con valori importanti di inquinamento da nitrati ed erbicidi (P09)**

La falda freatica, alimentata delle acque del fiume Natisone e da parte delle acque provenienti dai rilievi del cividalese e del Collio, nonché da quelle d'infiltrazione meteorica, risente della presenza di valori elevati di nitrati e terbutilazina, indice di una concentrazione e di un utilizzo intenso da parte del sistema agricolo.

**Alta pianura isontina: falda freatica (P10)**

Il corpo idrico identificato si sviluppa nella piana del fiume Isonzo, con apporti principali dovuti alle perdite subalveo isontina e dei corsi d'acqua minori (Versa, Vipacco). La qualità delle acque freatiche è generalmente buona, con bassi valori di inquinanti. Comunque, come tutta l'alta pianura, la granulometria grossolana dei sedimenti non offre una difesa particolare da un potenziale inquinamento proveniente dalla superficie.

*Corpi idrici della bassa pianura*

La presenza della zona delle risorgive segna, nella pianura regionale, il passaggio da un acquifero prettamente freatico presente nella parte settentrionale, ad un sistema multifalda. Gli acquiferi della bassa pianura, devono la loro presenza ad un'alternanza di livelli permeabili ed impermeabili, ove vengono riconosciuti otto livelli relativamente superficiali, oltre ad altri di circolazione più profonda.

Naturalmente gli acquiferi artesiani traggono la propria alimentazione dalle acque freatiche dell'alta pianura, pertanto risentono delle variazioni di caratteristiche chimico-fisiche strettamente dipendenti da quelle che li alimentano.

---

Va inoltre considerato come gli acquiferi artesiani, a seconda della loro profondità, presentino diverse velocità della falda, ovvero spostandosi via via in profondità il rallentamento porta alla presenza di acque che possono arrivare ad età maggiori di cent'anni.

Altro elemento da considerare è il diverso sfruttamento a cui gli acquiferi sono sottoposti, i due più superficiali (A e B) infatti sono i più sfruttati dal punto di vista dell'emungimento, ma sono anche quelli che presentano i valori maggiori di inquinamento, sia perché la falda freatica che li alimenta presenta i maggiori valori d'inquinamento nei suoi strati più superficiali, sia perché la velocità di avanzamento delle loro acque è più elevata di quelli sottostanti.

L'acquifero sottostante (C) si trova invece in situazioni spesso migliori dal punto di vista della presenza di elementi inquinanti; inoltre mentre gli acquiferi A e B si trovano spesso indistinti, per la presenza di livelli impermeabili relativamente esigui, questo acquifero ha al tetto un livello impermeabile piuttosto potente (fino a 20 m).

E' comunque intensamente sfruttato, ma la sua qualità è sicuramente migliore di quello sovrastante.

Gli acquiferi, a partire da quello denominato D e scendendo in profondità fino a quelli più profondi, sono via via meno sfruttati e presentano una generale elevata qualità delle proprie acque, sia per l'origine sia per la minor velocità di avanzamento delle acque che ne caratterizza anche una maggiore capacità depurativa.

Sulla base di tali considerazioni e dei dati chimico-fisici rilevati negli anni, sono pertanto stati individuati nella bassa pianura 12 corpi idrici sviluppati seguendo le quattro province idrogeologiche già identificate, ulteriormente suddivise secondo tre diversi raggruppamenti di acquiferi, come nell'elenco seguente:

**Bassa pianura pordenonese – falde artesiane superficiali (falda A+B – fino a ~ -100m) (P11)**

**Bassa pianura pordenonese – falda artesiane intermedia (falda C – fino a ~ -140m) (P12)**

**Bassa pianura pordenonese – falde artesiane profonde (falda D+E + profonde – da ~ -160m) (P13)**

**Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento – falde artesiane superficiali (falda A + B – fino a ~ -100m) (P14)**

**Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento – falda artesiane intermedia (falda C – fino a ~ -140m) (P15)**

**Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento – falde artesiane profonde (falda D+E + profonde – da ~ -160m) (P16)**

**Bassa pianura friulana orientale – falde artesiane superficiali (falda A + B – fino a ~ -100m) (P17)**

**Bassa pianura friulana orientale – falda artesiane intermedia (falda C – fino a ~ -140m) (P18)**

**Bassa pianura friulana orientale – falde artesiane profonde (falda D+E + profonde – da ~ -160m) (P19)**

**Bassa pianura dell'Isonzo – falde artesiane superficiali (falda A + B – fino a ~ -100m) (P20)**

**Bassa pianura dell'Isonzo – falda artesiane intermedia (falda C – fino a ~ -140m) (P21)**

**Bassa pianura dell'Isonzo – falde artesiane profonde (falda D+E + profonde – da ~ -160m) (P22)**

Inoltre sono stati distinti i seguenti cinque corpi idrici:

**Bassa pianura pordenonese – falde artesiane superficiali (falda A+B – fino a ~ -100m) con valori importanti di inquinamento da clorurati (P11A)**

Il corpo idrico individuato all'estremità occidentale della regione risulta facente parte della provincia idrogeologica dell'alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna, ma la presenza di elevati livelli di fertilizzanti ed erbicidi lo caratterizza come particolarmente suscettibile all'inquinamento. Peraltro in tale area si riscontra la presenza di un inquinamento da clorurati dovuti al "plume" contaminante che da Aviano si sviluppa sino alla zona di Porcia.

**Bassa pianura con falda freatica locale: è presente in areali limitati e discontinui una falda freatica sospesa che molto spesso viene utilizzata da pozzi privati (P23)**

In tutta la bassa pianura è presente, in maniera locale e limitata, una falda freatica locale, nei primi metri di terreno, spesso sfruttata da pozzi privati, la cui scarsa qualità però è strettamente dipendente dalla sola percolazione meteorica degli strati superficiali del terreno (da alcuni dm a pochi metri).

**Ambienti salmastri: aree lagunari bonificate caratterizzate dalla presenza di un ampio cuneo salino che si configura come fondo naturale (P24)**

Nell'area perilagunare, delimitata dalle aree di bonifica sottoposte a scolo meccanico, la falda freatica locale presenta valori di salinità elevati, riconducibili alla presenza di un ampio cuneo salino configurabile con fondo naturale.

**Zone alluvionali triestine e terreni di riporto antropico, bonifica idraulica ed imbonimento: caratterizzate dalla presenza di un cuneo salino che si configura come fondo naturale (P25)**

Come avviene nell'area perilagunare, anche la zona alluvionale triestina, in particolare lungo i corsi del rio Ospio e del torrente Rosandra, è caratterizzata dalla presenza di falda freatica locale con valori di salinità elevati, riconducibili alla presenza di un ampio cuneo salino configurabile con fondo naturale.

**Fascia delle risorgive: falda freatica con valori di nitrati e/o erbicidi che possono influire sui corsi d'acqua di risorgiva (limite 10 mg/l NO<sub>3</sub>) (P26)**

Considerando la massima estensione di due chilometri a monte della linea delle risorgive è stato identificato tale corpo idrico quale zona di freatismo con valore di nitrati spesso superiore ai 10 mg/l. Infatti tali acque freatiche possono essere sicuramente considerate come bacino di approvvigionamento dei corsi d'acqua di risorgiva, per i quali è prevista una concentrazione limite dei nitrati pari ai 10 mg/l.

Corpi idrici sotterranei in area montana

Sulla base della carta geologica del Friuli Venezia Giulia alla scala 1:150.000 (Carulli G.B., 2007), elaborata secondo quanto previsto nello "Studio sulle risorse in acque sotterranee dell'Italia" (Fried J.J. Mouton J., Mangano F., 1982), secondo le direttive del D.Lgs. 16-3-2009, n°30, sono stati riconosciuti i complessi idrogeologici secondo la seguente tabella di conversione.

Layer	Litologie	Complesso idrogeologico
R_1 (Metamorfiti)	Metareniti e metapeliti grigio verdastre con intercalazioni di metaruditi, metacalcari massicci e metacalcari dolomitici listati, rossi, giallastri, bruni o verdastri, marmi massicci bianchi o grigiastri, metacalcari nodulari chiari	CA
R_1AVa (Buchenstein)	Calcari rossi ad Ammoniti calcari marnosi, argilliti e tuffiti calcari nodulari selciferi, arenarie e siltiti tufacee depositi terrigeno-tuffitici e piroclastici	CA

	calcareniti e calciruditi grigie alternate a peliti marnose bruno nerastre	
R_1AVb (Vulcaniti Trias)	Vulcaniti basiche nerastre e grigio-verdastre	VU
R_11 (Val Degano)	Calcari scuri ben stratificati alternati a marne in strati sottili con rare areniti tuftiche verdi, alla base sporadiche lenti di carbone	CA
R_12a (Durrenstein)	Arenarie violette e argille siltose varicolori; dolomie e calcari dolomitici ben stratificati	LOC
R_12b (evaporitico_Carnico)	Dolomie marnose grigie, dolomie chiare vacuolari e livelli marnosi, brecce dolomitiche, gessi saccaroidi bianchi, grigi e rosati, ricchi di impurità argillose spesso in lamine mm-ritmiche	CA
R_12c (Raibl)	Dolomie e calcari scuri ricchi di fossili, calcari e marne, calcari dolomitici, dolomie grigie	CA
R_13a (Monticello)	Dolomie grigie con intercalazioni marnose	CA
R_13b (Forni)	Dolomie grigio scure fittamente stratificate, selcifere alla base, con livelli pelitici bituminosi; localmente brecce non classate, in sequenze torbiditiche di scarpata	CA
R_13c (a) (Resartico)	Intercalazioni di dolomie laminate scure, ricche in sostanza organica	CA
R_13c (DP)	Dolomie chiare cristalline, e dolomie stromatolitiche organizzate in cicli peritidali, localmente, al tetto, brecce dolomitiche	CA
R_14 (Dachstein)	Calcari micritici grigio chiari fossiliferi alternati a calcari stromatolitici, organizzati in cicli peritidali	CA
R_15a (Calcari Grigi)	Calcari micritici grigi alternati a calcari stromatolitici spesso dolomitizzati, calcari oolitici biancastri e calcari a oncoidi	CA
R_15b (a) (Chiampomano)	Calcari micritici nerastri con rari livelli marnosi, frequenti, slump	CA
R_15b (Soverzene)	Calcari grigi selciferi con livelli marnosi; calcari e dolomie grigio scuri, con selce e livelli marnosi; calcari micritici e marnosi varicolori, nodulari, con selce scura ed interstrati pelitici bruno-verdastri	CA
R_15c (Vajont)	Calcari oolitico-bioclastici alternati a calcari micritici pelagici con rari noduli di selce alla base	CA
R_16a (Soccher)	Calcari micritici e calcareniti con selce policroma, calcari nodulari grigio-verde e rossi, con selce rossa e ammoniti, calcari micritici nocciola e grigi con selce grigia o biancastra, calciruditi, calcareniti, calcari micritici grigi con selce scura	CA
R_16b (Ellipsact)	Calcari massicci di scogliera ricchi di faune. Talora, alla sommità, tasche bauxitiche	CA
R_16c (Cellina)	Calcari stratificati, biancastri, grigi e nocciola, porcellanacei, con strutture di emersione, talora con brecce, argille residuali e stromatoliti, depositi di piattaforma relativamente protetta, di ambiente lagunare e di piana di marea	CA
R_17a (Scagliarossa)	Marne e calcari marnosi rossastri a frattura scagliosa, debolmente nodulari, alla base livelli di calcari marnosi grigi locali olistoliti carbonatici, brecce calcaree in bancate massicce con clasti da cm a m	LOC

	di calcari con frammenti di rudiste	
R_17b (Monrupino)	Brecce a clasti dolomitici, grigie e farinose, dolomie chiare cristalline, scure polverulente, compatte con lamine nere, dolomie nere saccaroidi, dolomie con lenti di brecce e calcari rosso mattone-giallastro, calcari grigi a rudiste	CA
R_17c (Monte Cavallo)	Calcari bioclastici biancastri, massicci con abbondanti rudiste, talora con intercalazioni di calcari micritici, brecce calcaree massicce	CA
R_18 (piattaforma Paleocenica)	Calcari grigi, nocciola e brunastri a stratificazione metrica o indistinta molto fossiliferi, brecciole carbonatiche e marne debolmente arenacee con nummuliti	CA
R_19a (Flysch Ucea)	Calcsiltiti grigie con banchi di breccia ed areniti nella parte sup., calcareniti con brecce e calcilutiti, alternanze arenaceo-pelitiche, con orizzonti di breccia, peliti rossastre e arenarie grigie intercalate, arenarie con orizzonti calciclastici	LOC
R_19b (a)	Alternanze pelitico-arenacee e areniti	LOC
R_19b (b)	Alternanze pelitico-arenacee e areniti	LOC
R_19b (Flysch Cormons)	Alternanze pelitico-arenacee con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici, alternanze di areniti e/o siltiti con marne calcareo-silicee con clasti di quarzo e selce, e livelli carbonatici di modesto spessore	LOC
R_2AVa_Molassa_inf	Brecce calcaree e conglomerati massicci, calcareniti grossolane, siltiti e arenarie grigie con resti fossili; localmente livelli conglomeratici a ciottoli carbonatici, selciferi e metamorfici	LOC
R_2AVb (Montello)	Marne siltose grigie a bivalvi, alternanze di areniti e siltiti grigie a gasteropodi, conglomerati poligenici ed eterometrici prevalenti, siltiti ed arenarie	STE
R_21_CONGLTAGL	Conglomerati alluvionali poligenici ed eterometrici ad abbondante matrice e cemento carbonatico	AV
R_22_Breccia_versante	Detriti di falda antichi	CA
R_23_Pleist.sup.morenico	Depositi morenici del settore montano	AV
R_25_Pleist-OI	Sedimenti alluvionali del settore montano	AV
R_26_Olocene	Sedimenti alluvionali del settore montano	AV
R_28_Detrito_di_falda	Detriti di falda recenti ed attuali	AV
R_2a (Uqua)	Siltiti ed arenarie quarzose grigio-verdastre, con intercalazioni di conglomerati e calcareniti e limitati spessori di calcari micritici nodulari con rilegature argillitiche ocracee e calcareniti molto fossilifere	LOC
R_2b (Siluriano)	Argilliti a graptoliti e rare radiolariti da grigio scure a nere, marne calcaree, calcari micritici nodulari e ferruginosi rossastri ad Orthoceratidi alternati a rare biospatiti	STE
R_3AV_Bonifica_e_riporti	Aree di bonifica e di riporto artificiale	DQ

R_3a (Coglians)	Calcarei massicci grigio chiari, calcari algali caratterizzati dalla presenza di crinoidi, stromatopori, tetracoralli e tabulati	CA
R_3b (Goniatiti)	Calcsiltiti, calcareniti e micriti da grigio scure a nere, biomicriti nodulari in strati sottili con interstrati marnosi rosso cupo, gialli e grigi, calcareniti e calcsiltiti grigie e giallastre, calcari micritici grigi, rosa e nocciola	CA
R_4a (Hochwipfel)	Areniti quarzose e peliti grigio scure torbiditiche localmente in facies anchimetamorfica e, specie alla base, brecce e conglomerati a clasti radiolaritici o calcarei, con inglobati livelli di keratofiri e rari grossi olistoliti carbonatici	LOC
R_4b (Dimon)	Areniti feldspatiche alternate a peliti grigie e verdi, argilliti rosse e verdi anchimetamorfiche inglobanti le vulcaniti 4c	LOC
R_4c (Vulc_Dimon)	taloclastiti, diabasi e lave basaltiche, talora a pillow lava, tufiti	VU
R_5a (Pramollo)	Conglomerati alternati ad areniti e peliti grigie e giallastre, areniti quarzoso-micacee e peliti grigio scure alternate a biocalcareni ad alghe e fusuline e a conglomerati quarzosi in banchi	LOC
R_5b (Troglkofel)	Biocalcareni e biomicriti algali alternate a peliti marnose, peliti grigie e rosse alternate ad areniti quarzoso-micacee, calcari e calcari dolomitici grigio chiari e rosati massicci	CA
R_6a (Valgardena)	Ruditi rossastre con clasti carbonatici, ruditi rossastre con clasti quarzoso-litici, areniti fini alternate a peliti rosse con caliche	LOC
R_6b (evap_Bellerophon)	Gessi saccaroidi biancastri e laminati, alternati a dolomie nere spesso brecciate	CA
R_6c (calc_Bellerophon)	Calcarei scuri con frequenti bioclasti dati da foraminiferi, gasteropodi, lamellibranchi e alghe talora intercalati a sottili livelli marnosi	CA
R_7 (Werfen)	Calcarei oolitici, calcari marnosi grigi e marne, dolomie e calcari dolomitici giallo-ocraei, micriti grigie e nocciola, laminate, calcari micritici e peliti marnose varicolori, areniti fini e peliti rosse, calcari micritici ,ooliti e peliti varicolori	CA
R_8a (Serla-Lusnizza)	Dolomie e calcari dolomitici biancastri, compatti, dolomie e calcari dolomitici nettamente stratificati, pelmicriti, calcari dolomitici e dolomicriti laminate, spesso vacuolari	CA
R_8b (Terrigeno_anisico)	Ruditi terrigene, calcari scuri nodulari, alternati a marne, biomicriti, marne, siltiti e brecce carbonatiche, calcari marnosi nodulari e siltiti rossastre, calcari micritici con intercalazioni tuffitiche, calcari arenacei, peliti, ed areniti	LOC
R_9 (Sciliar et al)	Dolomie e calcari dolomitici grigio-chiari sia ben stratificati sia a stratificazione indistinta	CA
R_accumulo_frana	Accumulo di frana	DF
R_accumulo_paleofrana	Accumulo di paleofrana	DF

Dove, secondo quanto sviluppato dallo Studio sulle risorse in acque sotterranee dell'Italia:

- DQ - Alluvioni delle depressioni quaternarie

- AV – Alluvioni vallive
- CA – Calcari
- VU – Vulcaniti
- DET – Formazioni detritiche degli altipiani plio-quadernarie
- LOC – Acquiferi locali
- STE – Formazioni sterili
- DF – Depositi di frana significativi (aggiunto in fase di elaborazione e non presenti nel suddetto Studio)

A tale mappatura sono poi state sovrapposte le aree carsiche secondo il loro grado di carsificazione, nonché le sorgenti montane, mettendo in particolare evidenza quelle a portata maggiore di 10 m<sup>3</sup> al giorno.

Sulla base dell'andamento orografico, strutturale e della stratificazione sono stati quindi riconosciuti i seguenti corpi idrici:

- Cansiglio-Cavallo (M01)
- Prealpi carniche occidentali (M02)
- Dolomiti friulane (M03)
- Ragogna (M04)
- Prealpi carniche sudorientali (M05)
- Prealpi carniche orientali (M06)
- San Simeone (M07)
- Prealpi giulie settentrionali (M08)
- Cividalese (M09)
- Flysch goriziano (M10)
- Bivera-Tinisa (M11)
- Col Gentile-Pieltnis (M12)
- Arvenis-Zoncolan (M13)
- Tersadia (M14)

- Sernio-Grauzaria-Amariana (M15)
- Zuc dal Bor (M16)
- Resia (M17)
- Canin (M18)
- Montasio (M19)
- Dogna-Miezegnot (M20)
- Predil-Mangart (M21)
- Fleons-Cimon (M22)
- Catena paleocarnica occidentale (M23)
- Massicci carbonatici della catena paleocarnica 1 (M24A)
- Massicci carbonatici della catena paleocarnica 2 (M24B)
- Massicci carbonatici della catena paleocarnica 3 (M24C)
- Catena paleocarnica centrale (M25)
- Catena paleocarnica orientale - Val Canale (M26)
- Gail (M27)
- Carso classico (isontino e triestino) (M28)
- Flysch triestino (M29)

Un approfondimento particolare va fatto per il Carso classico isontino e triestino (M28). Il corpo idrico identificato nell'ambito del Carso classico è sviluppato sulla base del tipico sistema di circolazione per condotte e fessure, con acque di infiltrazione meteorica che non trovano particolari ostacoli durante la loro percolazione verso il livello di base. Ben sviluppato nel sistema carsico è il corso del fiume Timavo, che dopo uno sviluppo di vari chilometri in superficie in territorio sloveno a partire dalle sorgenti site alle pendici del monte Nevoso, si inabissa nella zona di San Canziano, ove nelle grotte omonime prende inizio il suo corso sotterraneo, che verrà ritrovato solo in due grotte del carso triestino (Abisso di Trebiciano e Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko) e che lo porterà a sfociare nella zona di San Giovanni di Duino.

Il fatto che il suo sviluppo sia sotterraneo non lo pone al riparo da potenziali fenomeni d'inquinamento, sia nella parte superficiale slovena che in tutto il tratto sotterraneo, stante la bassissima capacità di autodepurazione del sistema carsico.

---

Vanno segnalati due casi di presenza di elementi inquinanti nei corpi idrici montani. In particolare si segnala l'elevata presenza di arsenico, come valore di fondo naturale, rinvenuta presso una sorgente sita in comune di Prato Carnico in località Pesariis.

Nell'area di Cave del Predil si segnala invece la presenza nelle acque di piombo, derivante probabilmente dall'attività di estrazione del minerale dalla miniera di Galena (le cui origini risalgono al 1320).

*Classi di rischio relativamente ai corpi idrici sotterranei della regione Friuli Venezia Giulia*

In base al D.Lgs. 16 marzo 2009, n°30, si identificano come corpi idrici sotterranei a rischio:

- a) corpi idrici sotterranei destinati alla produzione di acqua potabile le cui caratteristiche non sono conformi alle disposizioni di cui al decreto n. 31 del 2001 limitatamente alle sostanze chimiche;
- b) corpi idrici sotterranei correlati a zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari di cui agli articoli 92 e 93 del D.Lgs. n. 152 del 2006;
- c) corpi idrici sotterranei interessati da aree contaminate, identificate come siti di bonifica, ai sensi della Parte quarta, Titolo V, del D.Lgs. n. 152 del 2006;
- d) corpi idrici che, sulla base delle caratteristiche di qualità emerse da monitoraggi pregressi, presentano gli indici di qualità e i parametri correlati all'attività antropica che incide sul corpo idrico non conformi con l'obiettivo di qualità da raggiungere entro il 2015 e per i quali, in relazione allo sviluppo atteso delle pressioni antropiche e alle peculiarità e fragilità degli stessi corpi idrici e degli eventuali ecosistemi acquatici connessi, risulta improbabile il raggiungimento degli stessi obiettivi entro il 2015.

Possono essere identificati altresì come a rischio i corpi idrici sotterranei connessi a corpi idrici superficiali dichiarati come aree sensibili ai sensi dell'articolo 91 del D.Lgs. n. 152 del 2006.

Le regioni, inoltre, valutano l'opportunità di considerare a rischio anche i corpi idrici per i quali la particolarità ed intensità delle pressioni antropiche in essi incidenti, le peculiarità e fragilità degli stessi corpi idrici e degli eventuali ecosistemi acquatici connessi possono comportare un rischio per il mantenimento del buono stato di qualità.

In base a tali disposizioni sono identificati come "a rischio" tutti i corpi idrici sotterranei di pianura che presentano valori di inquinanti (nitrati, diserbanti, clorurati, cromo, ecc.), in particolare: P03A, P03B, P06, P07, P09, P11, P11A, P14, P17, P20, P23, P26.

Vi sono inoltre corpi idrici sotterranei correlati a zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari che non presentano valori particolarmente elevati di tali sostanze, ma che ricadono in tali zone, ovvero P04, P05, P08, P10.

## Individuazione dei corpi idrici sotterranei della regione del Veneto

### Identificazione dei bacini idrogeologici della pianura veneta

Come previsto nell'allegato 3 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06, sulla base delle informazioni raccolte, delle conoscenze a scala generale e degli studi precedenti, è stata ricavata la geometria dei principali corpi acquiferi presenti nella pianura veneta. La ricostruzione idrogeologica preliminare ha quindi permesso la formulazione di un primo modello concettuale

La scelta delle condizioni al contorno, cioè dei limiti del modello, costituisce il primo passo nella sua costruzione, in quanto si identificano nell'area in esame i limiti fisico-territoriali che abbiano un determinato significato idrogeologico.

La pianura veneta può essere delimitata a N-W dai rilievi prealpini, a S-E dal Mare Adriatico, a N-E dal Fiume Tagliamento, a Sud dal Fiume Po, e suddivisa nelle tre fasce, con andamento SW – NE, circa parallele tra loro che delimitano *alta, media e bassa pianura*, utilizzando il limite superiore delle risorgive come delimitazione tra alta e media pianura, ed il limite tra acquiferi a componente prevalentemente ghiaiosa ed acquiferi a componente prevalentemente sabbiosa, come passaggio tra la media e la bassa pianura.

Il limite settentrionale della fascia dei fontanili e il limite di separazione tra acquiferi a componente prevalentemente ghiaiosa ed acquiferi a componente prevalentemente sabbiosa sono stati ricavati dalla carta geologica del Veneto alla scala 1:250.000, mentre il limite dei rilievi prealpini è stato tracciato utilizzando la base DEM del Veneto.

Per quanto riguarda la porzione dell'**alta pianura**, che rappresenta la porzione di territorio più importante dal punto di vista idrogeologico, in quanto sede dell'area di ricarica di tutti gli acquiferi alluvionali della pianura veneta, la suddivisione in *bacini idrogeologici* è stata ottenuta adottando un criterio basato sulle caratteristiche idrogeologiche delle porzioni di acquifero indifferenziato presente nella fascia delle ghiaie, situata a partire dai rilievi montuosi a Nord fino al limite superiore delle risorgive, a Sud. Sono state elaborate le numerosissime informazioni esistenti relativamente alle caratteristiche idrogeologiche dell'alta pianura veneta, ed è stato possibile individuare una serie di assi di drenaggio (diretrici sotterranee determinate da paleoalvei o da forme sepolte, e tratti d'alveo drenanti la falda), ad andamento prevalentemente N-S, tali da isolare porzioni di acquifero indifferenziato il più possibile omogeneo, contenente una falda freatica libera di scorrere verso i limiti scelti. Tale impostazione permette di ottenere come elementi di ricarica le acque provenienti dalle aree montuose, dalle valli montane e

---

soprattutto dalle dispersioni dei corsi d'acqua nel tratto di alta pianura (oltre ovviamente agli afflussi provenienti dalle precipitazioni e dalle pratiche irrigue). Le uscite dal bacino invece, sono rappresentate dalle risorgive (e da fiumi che da queste prendono origine) e dall'infiltrazione profonda nel complesso sistema di acquiferi multifalda. Questo sistema di input-output, è delimitato lateralmente da assi di drenaggio che "catturano" l'acqua presente nel bacino, tramite direttrici sotterranee obbligate. Il modello concettuale impostato per l'alta pianura, prevede quindi la suddivisione dei vari bacini idrogeologici mediante *limiti a carico dipendente dal flusso* per la porzione settentrionale e meridionale, e *limiti a flusso imposto* per quanto concerne i confini laterali tra bacini contigui.

Per quanto riguarda invece la **media pianura** è stato utilizzato il limite superiore delle risorgive come delimitazione con l'alta pianura, ed il limite tra acquiferi a componente prevalentemente ghiaiosa ed acquiferi a componente prevalentemente sabbiosa, come passaggio con la bassa pianura. I limiti laterali tra bacini di media pianura confinanti sono stati scelti coincidenti ai tratti drenanti dei corsi d'acqua, trattandosi di limiti a flusso imposto, analogamente al criterio scelto per l'alta pianura, utilizzando però limiti idrografici e non idrogeologici ed idrodinamici. L'unica eccezione riguarda il bacino idrogeologico denominato "Media Pianura Veronese", il cui limite occidentale è obbligatoriamente il confine regionale con la Lombardia, mentre il limite orientale è stato individuato nel Torrente Tramigna, il quale costituisce un asse di drenaggio idrico sotterraneo, che separa l'area Veronese dal sistema acquifero delle Valli dell'Alpone, del Chiampo e dell'Agno-Guà.

Nella **bassa pianura** non sono ancora stati individuati dei limiti al contorno, in quanto l'idrogeologia di questa porzione di pianura non permette di tracciare limiti idrogeologici ben definiti. La suddivisione in bacini sarà impostata prendendo in considerazione la geomorfologia e le caratteristiche delle alluvioni. La grande mole di dati stratigrafici a disposizione ha però permesso di descrivere con dettaglio il sottosuolo della bassa pianura, caratterizzato, anche a modeste profondità, da un sistema di acquiferi confinati sovrapposti, alla cui sommità esiste localmente un acquifero libero. Gli acquiferi e gli acquicludi/acquitardi, presentano spessori rilevanti; dell'ordine di 1500 metri nel bacino orientale, mentre nel settore occidentale, soprattutto in direzione SE verso il mantovano, gli spessori superano i 2500 metri. Infine nella zona del delta del Po le alternanze di acquiferi ed acquicludi/acquitardi raggiungono spessori di oltre 3000 metri.

Con l'aumento della profondità compaiono entro la copertura acque salmastre e salate; nella parte più orientale della pianura veneta l'interfaccia acqua dolce-acqua salata è posta a circa 900-1000 metri, spostandosi verso NO, entro l'area trevigiana, l'interfaccia si approfondisce fino ad oltre 1000 metri. Verso sud, in direzione delle province di Venezia e Padova, l'interfaccia

risale fino a 450-500 metri, ancora più a sud in provincia di Rovigo il contatto acqua dolce–acqua salata risale ulteriormente fino a raggiungere i 100 – 200 metri dal piano di campagna, infine nella zona della pianura alluvionale occidentale l'interfaccia si posiziona attorno ai 400 metri.

La porzione di sottosuolo di bassa pianura che riveste maggior importanza dal punto di vista idrogeologico ed idropotabile, è quella presente nei primi 400 metri di profondità, in cui è possibile individuare sinteticamente un complesso acquifero a falde confinate sovrapposte composto in prima approssimazione da 7 orizzonti acquiferi.

La profondità, indicativa, di questi orizzonti dal piano di campagna è riportata nella seguente tabella:

<u><b>I</b></u> <u><b>Acquifero</b></u>	<u><b>II</b></u> <u><b>Acquifero</b></u>	<u><b>III</b></u> <u><b>Acquifero</b></u>	<u><b>IV</b></u> <u><b>Acquifero</b></u>	<u><b>V</b></u> <u><b>Acquifero</b></u>	<u><b>VI</b></u> <u><b>Acquifero</b></u>	<u><b>VII</b></u> <u><b>Acquifero</b></u>
<u>10-70</u>	<u>100-140</u>	<u>160-200</u>	<u>220-250</u>	<u>260-280</u>	<u>300-330</u>	<u>360-400</u>

Tramite l'impostazione precedentemente introdotta, sono stati individuati 19 Bacini Idrogeologici di Pianura, 10 nell'alta, 8 nella media ed 1 nella bassa (figura 13).

La tabella 1 riassume i bacini idrogeologici, identificati da un codice regionale preliminare; nella tabella è inoltre riportata la provincia interessata, la posizione del bacino idrogeologico in riferimento al limite superiore delle risorgive, ed infine è specificato se la conformazione litostratigrafica ha consentito lo sviluppo di un *acquifero indifferenziato*, in cui ha sede un'unica falda freatica, oppure di un *acquifero differenziato*, in cui alloggia una falda freatica superficiale, e numerose falde in pressione (sistema multifalde).

<b>Denominazione del bacino idrogeologico</b>	<b>Codice regionale</b>	<b>Posizione relativa al limite superiore delle risorgive</b>	<b>Tipologia acquifero</b>	<b>Province interessate</b>
Alta Pianura Veronese	VRA	Nord	<b>indifferenziato</b>	Verona
Alpone-Chiampo-Agno	ACA	Nord	<b>indifferenziato</b>	Verona, Vicenza

<b>Denominazione del bacino idrogeologico</b>	<b>Codice regionale</b>	<b>Posizione relativa al limite superiore delle risorgive</b>	<b>Tipologia acquifero</b>	<b>Province interessate</b>
Alta Pianura Vicentina Ovest	APVO	Nord	<b>indifferenziato</b>	Vicenza
Alta Pianura Vicentina Est	APVE	Nord	<b>indifferenziato</b>	Vicenza
Alta Pianura del Brenta	APB	Nord	<b>indifferenziato</b>	Vicenza, Padova
Alta Pianura Trevigiana	TVA	Nord	<b>indifferenziato</b>	Vicenza, Treviso, (Padova)
Piave Sud Montello	PsM	Nord	<b>indifferenziato</b>	Treviso, (Belluno)
Quartiere del Piave	QdP	Nord	<b>indifferenziato</b>	Treviso
Alta Pianura del Piave	APP	Nord	<b>indifferenziato</b>	Treviso
Piave orientale e Monticano	PoM	Nord	<b>indifferenziato</b>	Treviso
Media Pianura Veronese	MPVR	Sud	<b>differenziato</b>	Verona, (Vicenza)
Media Pianura tra Retrone e Tesina	MPRT	Sud	<b>differenziato</b>	Vicenza
Media Pianura tra Tesina e Brenta	MPTB	Sud	<b>differenziato</b>	Vicenza, Padova
Media Pianura tra Brenta e Muson dei Sassi	MPBM	Sud	<b>differenziato</b>	Padova, (Treviso)
Media Pianura tra Muson dei Sassi e	MPMS	Sud	<b>differenziato</b>	Treviso, Padova,

Denominazione del bacino idrogeologico	Codice regionale	Posizione relativa al limite superiore delle risorgive	Tipologia acquifero	Province interessate
Sile				(Venezia)
Media Pianura tra Sile e Piave	MPSP	Sud	<b>differenziato</b>	Treviso
Media Pianura tra Piave e Monticano	MPPM	Sud	<b>differenziato</b>	Treviso, (Venezia)
Media Pianura tra Monticano e Livenza	MPML	Sud	<b>differenziato</b>	Treviso
Bassa Pianura Veneta	BPV	Sud	<b>differenziato</b>	Verona, Rovigo, Padova, Vicenza, Treviso, Venezia

**Tabella 16:** Bacini idrogeologici della Pianura Veneta.

Identificazione dei bacini idrogeologici della montagna veneta

Posto a sud del dominio Alpino, il territorio in indagine è geologicamente inserito nel settore Sudalpino orientale, rappresentato da una fascia montana ed una collinare. Questa regione geologica è suddivisibile in due parti, una settentrionale, prettamente montana e caratterizzata principalmente da sovrascorrimenti e pieghe sudvergenti, ed una meridionale di avanfossa, caratterizzata da strutture simili alle precedenti ma sepolte sotto una spessa coltre di sedimenti depositatesi contemporaneamente o successivamente all'orogenesi.

Utilizzando una schematizzazione molto spinta, basata sull'associazione litologica, si possono individuare 5 tipologie di unità:

- unità calcarea dolomitiche a porosità primaria e permeabilità elevata accentuate da fratturazione e carsismo;
- unità calcarea marnose fittamente stratificate con porosità e permeabilità primaria scarsa, accentuata per fratturazione;

- 
- unita' terrigena, ignee e metamorfiche a porosità e permeabilità minima o nulla con incremento, fino a media, per fratturazione;
  - depositi sciolti anche ad alta porosità ma la cui volumetria generalmente influenza la qualità dell'acquifero in essi contenuti.

Dal punto di vista puramente idrogeologico si possono individuare le seguenti tipologie di acquiferi montani: superficiali in materiale detritico, carsici, fratturati

- o **superficiali in materiale detritico**

- **sospesi sul livello di base.** I corpi detritici sia di falda che morenici o di alterazione svolgono la funzione di acquifero, mentre il contatto con la roccia in posto rappresenta la superficie impermeabile. La loro estensione è generalmente limitata e risultano come temporanei serbatoi di acqua sia piovana che nivale con possibile deflusso verso il drenaggio superficiale o verso altri acquiferi. Anche se le volumetrie risultano limitate, l'elevata conducibilità idraulica li rende talora di notevole importanza
- **adiacenti al livello di base.** Questi acquiferi sono simili ai precedenti, con la differenza che il livello di base può fungere da elemento alimentatore o di regolazione della quota piezometrica. Inoltre questi corpi detritici addossati alla base di versanti rocciosi, possono venir alimentati da falde profonde entro il massiccio montuoso retrostante e di conseguenza le sorgenti emergenti risultano di tipo "geologico".

- o **carsici:** Molti gruppi montani del Veneto sono caratterizzati da una composizione calcarea o dolomitica che permette l'instaurarsi di fenomeni carsici. Le differenze composizionali, calcare o dolomia, influenzano parzialmente lo sviluppo del reticolo carsico, ma è principalmente la struttura geologica a determinare l'idrologia ipogea. Il reticolo carsico può essere più o meno sviluppato e quindi originare zone ad elevata permeabilità adiacenti ad altre a bassa permeabilità. Nell'ambito dei massicci carsici in base alla topografia si possono individuare i seguenti tipi di acquifero.

- **profondi in massicci carbonatici sospesi sopra il livello di base.** Si riferiscono a corpi calcarei o dolomitici isolati, giacenti su rocce impermeabili. I migliori esempi sono le piattaforme carbonatiche caratteristiche dell'area dolomitica, che si presentano come monoliti a struttura interna anisotropa.
- **profondi in massicci carbonatici adiacenti al livello di base.** Questi hanno la radice carbonatica e la base impermeabile a livelli più profondi del sistema

intervallivo di base. Il livello di base delle aste torrentizie può sia influenzare la circolazione entro il massiccio carsico che esserne completamente estraneo.

- **fratturati** La fratturazione è la caratteristica preponderante nel determinare la permeabilità, sia per interrompere l'intrinseca impermeabilità delle litologie, che per mettere a contatto unità idrogeologiche separate. Questa è la caratteristica di formazioni prettamente impermeabili o di fitte alternanze di litologie ad alta e bassa permeabilità. Anche qui si possono individuare due sottoclassi.
  - **fratturati con carsismo.** Sono ammassi rocciosi a prevalente componente calcarea o marnosa in cui la stratificazione sottile e la componente argillosa favoriscono un reticolo di drenaggio molto disperso. La ritenzione idrica è consistente e le fratturazioni fungono, assieme alle superfici di strato, da vie di drenaggio preferenziale. La dissoluzione carsica, localmente anche intensa, amplia questi dreni dando una gerarchizzazione incompleta.
  - **fratturati.** Rappresentano tutti gli altri acquiferi contenuti in litologie impermeabili o scarsamente permeabili (basamento metamorfico Paleozoico, serie terrigene bacinali triassiche, serie vulcaniche e vulcanoclastiche medio triassiche e terziarie, serie terrigene terziarie).

Le suddivisioni sopra esposte permettono di suddividere il territorio Veneto in 7 “provincie idrogeologiche”, a sua volta differenziate in gruppi montuosi omogenei (figura 14). La suddivisione di seguito riportata è stata realizzata utilizzando la Carta Litostratigrafica del Veneto, versione digitale ed aggiornata di quella cartacea del 1990 alla scala 1:250.000.

### **Provincia di Basamento**

Copre un territorio disgiunto in tre aree principali: Comelico, basso Agordino, Scledense e Recoaro. Dal punto di vista litologico si tratta di filladi e scisti con intercalato un livello di porfiroidi (Porfiroidi del Comelico).

### **Provincia Dolomitica**

E' la parte più settentrionale del territorio regionale e comprende l'Agordino, l'Ampezzano e la quasi totalità di Cadore e Comelico. Di esso vi fanno parte i maggiori gruppi montuosi dolomitici separati tra loro da profonde valli.

### **Provincia Prealpina**

E' la più estesa area montana del Veneto comprendente parte delle provincie di Vicenza, Treviso e Belluno. Essenzialmente è caratterizzata dagli affioramenti di rocce dal Triassico superiore al Cretaceo superiore.

### **Provincia Pedemontana**

E' la zona collinare di transizione tra la pianura e l'area pedemontana. E' principalmente costituita da crinali collinari allungati NE-SO. In linea di massima si tratta di affioramenti di formazioni terziarie appartenenti alle molasse (siltiti, arenarie, marne, conglomerati).

### **Baldo-Lessinia**

Questa è la provincia idrogeologica più occidentale della montagna veneta. Comprende la zona del Monte Baldo e la parte occidentale e centrale dei monti Lessini. Molto simile alla provincia Pedemontana per le formazioni geologiche presenti si diversifica da questa per l'assetto strutturale che è a monoclinale e parte della serie stratigrafica.

### **Lessineo-Berico-Euganea**

Si tratta di una struttura molto mista, monoclinale come la Lessinia, ma con presenza di colate basaltiche che fanno da aquicludi a formazioni di piattaforma calcarea terziaria con sviluppato carsismo.

### **Valliva**

Sono comprese la Valle del Piave tra Ponte nelle Alpi e Feltre, l'asse della Sinclinale di Belluno caratterizzato da forti spessori di materiale morenico ed alluvionale appoggiato su formazioni terziarie tipo molasse e l'Anfiteatro morenico del Garda.

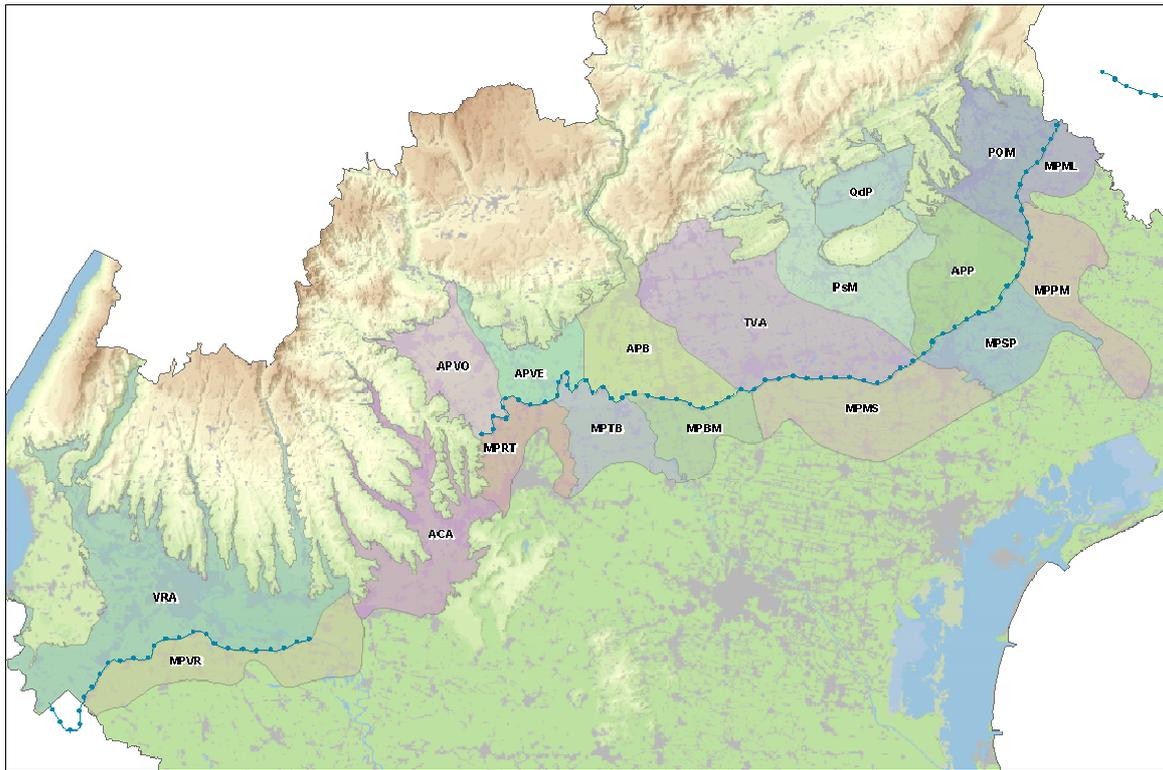


Figura 13. Bacini Idrogeologici della Pianura Veneta.

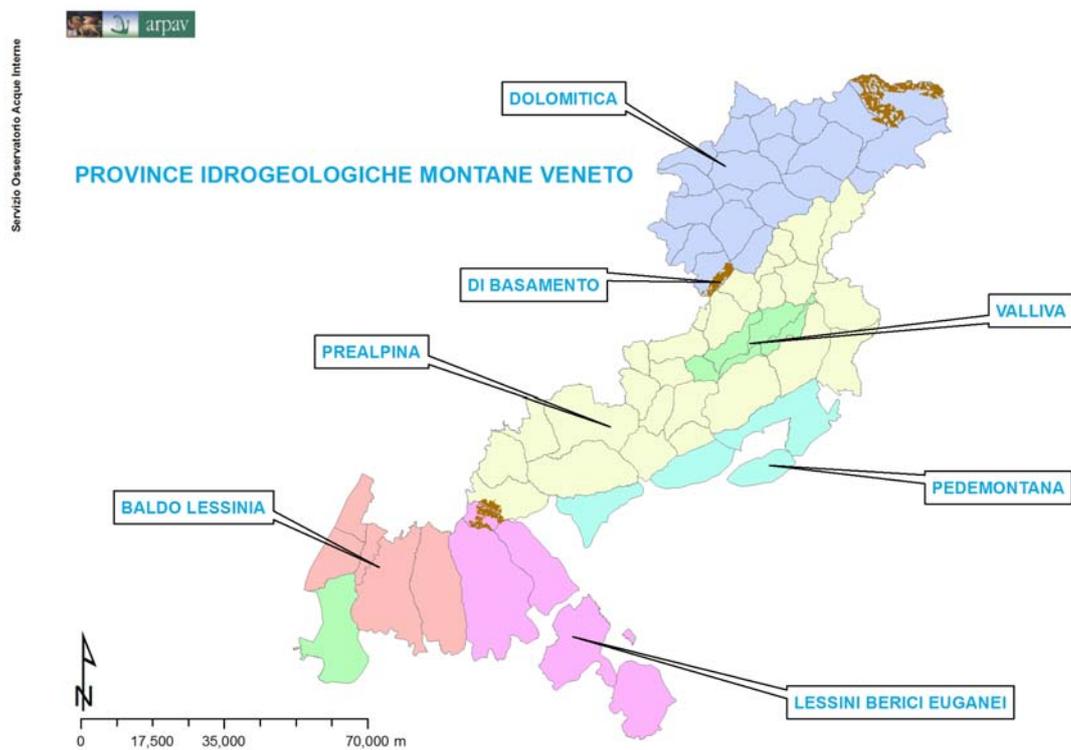


Figura 14. Province idrogeologiche della zona montana Veneta.

## Individuazione dei corpi idrici sotterranei della provincia di Bolzano

### Approccio metodologico

Per quanto riguarda le acque sotterranee, nel PGUAP della Provincia di Bolzano, il territorio della provincia è stato suddiviso in 29 bacini idrogeologici. Tale suddivisione è stata effettuata tenendo conto della geologia e della morfologia del territorio. Gli ambiti relativi ai fondovalle di maggiore ampiezza sono stati considerati come unità separate rispetto a quelle dei rilievi montuosi. I singoli bacini idrogeologici sono contrassegnati con la lettera U, seguita da un numero.

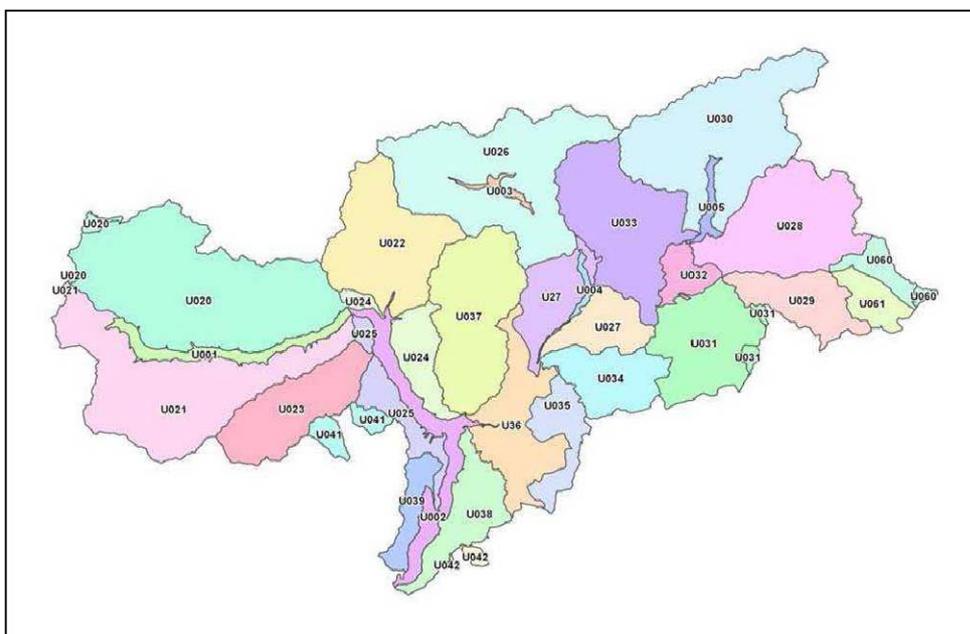


Figura 15: La suddivisione in bacini idrogeologici delle acque sotterranee dell'Alto Adige

### Ambito geologico

Si distinguono al riguardo le formazioni di rocce calcaree da quelle composte da rocce di natura silicea. Queste ultime sono le formazioni geologiche prevalenti in provincia di Bolzano. Le acque dei corpi idrici sotterranei in zone silicee si differenziano da quelle in zone calcaree per il loro chimismo. Mentre nelle zone silicee la conducibilità elettrica delle acque è generalmente ridotta (tra 30 e 300

S/cm), nelle zone calcaree della provincia si rileva una conducibilità elevata (tra 200 fino in genere a 800 S/cm con massime di oltre 2000 S/cm in zone con presenza di solfati). Il pH nelle zone silicee presenta valori compresi tra 5,5 e 7, mentre nelle zone calcaree esso va da 7 fino a

8 e oltre. A queste caratteristiche corrisponde il chimismo generale delle acque. In zone silicee si trovano acque con minore presenza di calcio, magnesio e HCO<sub>3</sub>, elementi che prevalgono invece nelle acque delle zone calcaree. La durezza dell'acqua in zone calcaree è elevata, mentre nelle zone silicee, per l'assenza di calcio e magnesio nelle rocce, essa è molto bassa, fatto che può comportare una certa aggressività dell'acqua, possibile causa di corrosione di tubi e serbatoi. In alcuni ambiti dove sono presenti rocce magmatiche, è possibile rilevare la presenza di Radon nel terreno e nell'acqua. Nelle formazioni rocciose con mineralizzazioni specifiche può essere presente arsenico nell'acqua, che può talvolta superare il contenuto massimo ammissibile per l'acqua potabile. Nelle acque di zone calcaree non vi è presenza significativa di arsenico.

#### Orografia del terreno

In base alla posizione orografico - geomorfologica, si distinguono i corpi idrici dei principali fondovalle da quelli dei pendii.

La composizione sotterranea del fondovalle è generalmente caratterizzata, nella sua parte superiore, da sedimenti sciolti di tipo alluvionale che possono alternarsi, soprattutto in profondità, con sedimenti glaciali e interglaciali. La profondità massima dei sedimenti di fondovalle raggiunge i 500 metri nella conca di Bolzano e i 670 metri nella conca di Merano. I corpi idrici sotterranei di fondovalle sono situati in un acquifero di porosità, sviluppandosi generalmente in forma omogenea con possibilità di flusso in gran parte lento, regolare e di ridotta pendenza, ma di estensioni elevate che possono comprendere intere vallate. La struttura geologica del sottosuolo può anche essere tale da sviluppare più piani di falda, in corrispondenza a strati permeabili divisi tra di loro da strati impermeabili e con possibile presenza di acquiferi confinati. Generalmente aumenta il contenuto di elementi nell'acqua con la durata della permanenza nel terreno e con la profondità dell'acquifero. L'acqua dei corpi idrici sotterranei di fondovalle viene prevalentemente utilizzata tramite l'emungimento da pozzi; solo in situazioni geologiche particolari si hanno affioramenti naturali dell'acqua (sorgenti, risorgive).

I corpi idrici di pendio possono essere sviluppati in acquiferi sia di porosità che di fessura. La loro estensione è generalmente attribuibile a quella del bacino imbrifero del pendio a monte. L'acqua affiora naturalmente tramite sorgenti, che vengono captate per diversi utilizzi. Si possono distinguere acquiferi superficiali e profondi. Gli acquiferi superficiali hanno una pendenza simile a quella del pendio e un'estensione limitata alla superficie del pendio a monte della sorgente. Gli acquiferi profondi si sviluppano secondo le strutture geologicotettoniche presenti nel bacino imbrifero, che possono essere anche di tipo sinclinale. Le acque circolano lungo vie preferenziali presenti nelle rocce e il bacino imbrifero può essere anche di estensione maggiore del pendio superficiale a monte della sorgente. Generalmente aumenta il contenuto di

elementi nell'acqua con la durata della sua permanenza nel terreno e con la profondità dell'acquifero.

Il modello idrogeologico della provincia di Trento è piuttosto complesso a causa delle specifiche caratteristiche geologico strutturali e morfologiche del territorio. La presenza di rilievi montuosi a composizione petrografica e mineralogica sensibilmente diverse, e di profonde incisioni di origine fluvioglaciale, fa da presupposto all'esistenza di molteplici acquiferi sotterranei. Molte riserve idriche sono ospitate in serbatoi che richiedono per il loro completo rinnovamento un tempo (turn over time) molto lungo. Queste risorse con un tempo di residenza sotterraneo superiore al millennio costituiscono pertanto le riserve definite strategiche.

Nel PGUAP della Provincia di Trento sono state individuate le principali unità idrogeologiche inglobanti litotipi di età diversa, ma con caratteristiche idrodinamiche simili, ed aventi sempre a letto un acquiclude la cui importanza può essere puntuale o areale. Sono state individuate nel complesso nove unità idrogeologiche riportate nella tabella seguente.

Unità idrogeologiche	Cronologia	Caratteristiche idrogeologiche	Litologia
I	QUATERNARIO	conducibilità idraulica per porosità con K fra 10 <sup>-1</sup> e 10 <sup>-5</sup> cm/s	alluvioni, detrito di falda, depositi morenici
II	MIOCENE-OLIGOCENE	conducibilità idraulica per fratturazione e localmente per porosità	conglomerati carbonatici, calcareniti con intercalazioni marnose
	EOCENE SUPERIORE	acquiclude (serie lombarda)	marne
III	EOCENE MEDIO	conducibilità idraulica per fratturazione e localmente per porosità	calcari
	EOCENE INFERIORE	acquiclude (serie lombarda e serie dolomitica)	vulcaniti, marne
IV	CRETACEO SUPERIORE	conducibilità idraulica per fessurazione e carsismo	calcari, calcari dolomitici e marnosi
	CRETACEO MEDIO ED INFERIORE	acquiclude (serie lombarda e serie dolomitica)	argilliti e tufiti, scisti bituminosi, marne calcaree
V	GIURESE SUPERIORE	conducibilità idraulica per fessurazione e carsismo	calcari
	GIURESE MEDIO	acquiclude (serie lombarda)	calcari marnosi, marne
VI	RETICO	conducibilità idraulica per fessurazione e carsismo	calcari, dolomie
	RETICO	acquiclude (serie lombarda e serie dolomitica)	scisti bituminosi
VII	NORICO	conducibilità idraulica per fessurazione e carsismo	calcari, dolomie
	WERFENIANO	acquiclude regionale	siltiti, argilliti, arenarie, marne
VIII	PERMIANO	impermeabile, locale permeabilità secondaria corticale	arenarie, marne, conglomerati, argilloscisti
IX	VULCANITI PERMIANE, MASSICCI INTRUSIVI, COMPLESSI METAMORFICI	impermeabili, conducibilità idraulica ridotta nelle falde di limitata estensione nella copertura eluviale	vulcaniti, magmatiti, metamorfiti

**Tabella 18: Unità idrogeologiche individuate dal PGUAP della Provincia di Trento**

Relativamente alla Regione del Veneto nel PTA, come previsto nell'allegato 3 al D.Lgs. 152/99, sulla base delle informazioni raccolte, delle conoscenze a scala generale e degli studi precedenti, è stata costruita la geometria dei principali corpi acquiferi presenti nella pianura veneta. La ricostruzione idrogeologica preliminare ha quindi permesso la formulazione di un primo modello concettuale, intendendo con questo termine una schematizzazione idrogeologica semplificata del sottosuolo e una prima parametrizzazione degli acquiferi. La scelta delle condizioni al contorno, cioè dei limiti del modello, costituisce il primo passo nella sua costruzione, in quanto significa identificare nell'area in esame dei limiti fisico-territoriali che abbiano un determinato significato idrogeologico. La pianura veneta, è costituita da un sistema di alluvioni che hanno riempito una depressione tettonica. Le alluvioni, nella parte più prossima ai rilievi prealpini sono costituite da materiali a granulometria prevalentemente grossolana e sono la sede di un acquifero freatico indifferenziato; nella parte più distante dai rilievi, le alluvioni ghiaiose sono intercalate da sedimenti impermeabili che separano acquiferi confinati differenziati. All'alta pianura corrispondono alluvioni grossolane e un unico acquifero freatico indifferenziato, la media pianura inizia quando le intercalazioni argillose separano con una certa continuità degli acquiferi confinati in ghiaia e finisce quando gli acquiferi confinati passano da ghiaiosi a sabbiosi, procedendo verso SE. La bassa pianura corrisponde ad acquiferi confinati sabbiosi. La fascia delle risorgive è compresa nella zona della media pianura.

#### Individuazione e definizione delle tipologie

I corpi idrici sotterranei dell'Alto Adige sono stati raggruppati nel PGUAP nei seguenti 3 tipi gestionali. Ciascuno di essi presenta caratteristiche diverse, che ne differenziano le implicazioni gestionali.

TIPO DI CORPO IDRICO SOTTERRANEO	CARATTERISTICHE
Di fondovalle	acque con contenuto di minerali dipendenti dalla permanenza dell'acqua nel terreno e dalla profondità dell'acquifero interessate da prelievo tramite pozzi a scopo soprattutto irriguo, antibrina e potabile
In pendio in zona silicea	acque di bassa durezza e generalmente di basso contenuto di minerali utilizzate tramite captazione di sorgente per diversi scopi: potabile, irriguo, minerale ...
In pendio in zona calcarea	acque di elevata durezza e con contenuto di minerali soprattutto calcarei e talvolta sulfurei utilizzate tramite captazione di sorgente per diversi scopi: potabile, irriguo, minerale ...

Tabella 17: Principali caratteristiche dei tipi gestionali di corpi idrici sotterranei della Provincia Autonoma di Bolzano

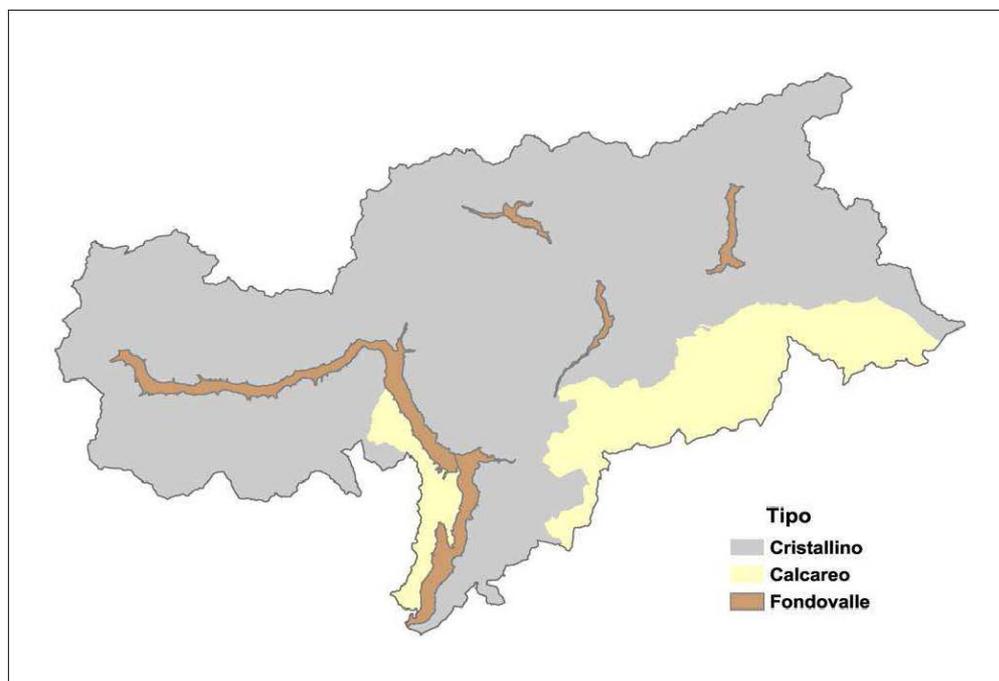


Figura 15: Suddivisione del territorio provinciale per ambiti corrispondenti ai diversi tipi di corpo idrico sotterraneo

Per quanto riguarda la provincia di Trento alle unità idrogeologiche descritte precedentemente, competono tipi diversi di strutture acquifere, in funzione del tipo e grado di conducibilità idraulica, dei caratteri deposizionali e delle deformazioni subite, che condizionano il loro assetto attuale. I numerosi tipi di idrostrutture sono stati raggruppati nei seguenti tre grandi gruppi:

1. strutture delle valli sovralluvionate alpine
2. strutture carbonatiche
3. strutture delle coltri eluviali e dei depositi quaternari sciolti di pendio nei massicci cristallini e metamorfici.

1. *Strutture delle valli sovralluvionate alpine a permeabilità primaria*

Queste strutture rappresentano una delle maggiori fonti di approvvigionamento idrico specialmente per gli usi agricoli ed industriali.

Il materasso di terreni sciolti quaternari, che costituisce il riempimento delle valli sovralluvionate alpine, è ben lungi dal possedere caratteri uniformi di composizione e di permeabilità, derivando sia da depositi fluviali molto grossolani e quindi, molto conducibili, sia da depositi di tipo lacustre a conducibilità ridotta o addirittura impermeabili, sia da morene di fondo generalmente con conducibilità ridotta o assente. Ne deriva una circolazione idrica complessa secondo la potenza della coltre quaternaria e della storia geologica locale. A piccola scala l'acquifero può essere considerato unico; esso può al contrario essere, localmente, compartimentato, dando origine ad un sistema multifalda, che si può evidenziare talvolta con un diverso grado di risalienza.

Nelle valli principali il materasso quaternario raggiunge potenze considerevoli (a Trento, ad esempio, supera i 600 metri), mentre nelle valli minori la potenza è nettamente inferiore.

2. *Strutture carbonatiche a conducibilità per fessurazione e carsismo*

Fra le strutture carbonatiche sono incluse sia le strutture tettoniche, sia quelle stratigrafiche nelle quali la soglia idraulica è rappresentata da variazioni laterali o verticali di facies. Fra le prime sono da annoverare la fascia montuosa che va dall'altopiano della Paganella verso sud lungo tutta la catena del monte Bondone, monte Cornetto, monte Stivo, monte Baldo, la parte meridionale del gruppo di Brenta. Fra le seconde possono essere considerate nuovamente ampie zone del gruppo di Brenta, della val di Non, della val Lagarina, della val di Fassa.

Con esclusione di alcune formazioni oligoceniche o mioceniche (II unità idrogeologica), questi massicci sono dotati di permeabilità secondaria per fessurazione e spesso anche per carsismo,

---

dando origine a grosse sorgenti che si evidenziano lungo orizzonti o allineamenti ben definiti. Talvolta, le strutture carbonatiche costituiscono un sistema multiacquifero per l'esistenza di livelli impermeabili intercalati fra quelli permeabili (es. la VII Unità idrogeologica), anche se, in molti casi, è difficile una netta distinzione fra di essi.

I massicci cartonatici, nonostante la locale frammentarietà delle strutture, costituiscono uno dei più importanti serbatoi idrici della Provincia di cui fino ad ora si sfruttano solo le emergenze spontanee. Buona parte delle risorse idriche confinate in queste strutture devono essere considerate riserve strategiche, come testimonia il lungo periodo di soggiorno sotterraneo delle stesse.

### 3. Strutture delle coltri eluviali e dei depositi quaternari sciolti di pendio nei massicci cristallini e metamorfici

Il terzo gruppo, che interessa soprattutto le aree di affioramento del substrato cristallino e delle vulcaniti e, subordinatamente, i depositi quaternari discontinui di pendio e delle alte quote, include strutture di limitata estensione, dotate in genere di modeste riserve idriche. Ove affiorano rocce cristalline, ad esempio nel massiccio dell'Adamello, di Cima d'Asta, nella Piattaforma porfirica atesina, nelle metamorfici della val di Sole (VIII e IX unità idrogeologica), gli unici livelli acquiferi sono rappresentati dagli strati superficiali di alterazione o dai depositi quaternari presenti.

La pianura veneta può essere delimitata a N-W dai rilievi prealpini, a S-E dal Mare Adriatico, a N-E dal Fiume Tagliamento, a S dal Fiume Po, e suddivisa nelle tre fasce, con andamento SW – NE, circa parallele tra loro che delimitano *alta, media e bassa pianura*, utilizzando il limite superiore delle risorgive come delimitazione tra alta e media pianura, ed il limite tra acquiferi a componente prevalentemente ghiaiosa ed acquiferi a componente prevalentemente sabbiosa, come passaggio tra la media e la bassa pianura.

Il limite settentrionale della fascia dei fontanili e il limite di separazione tra acquiferi a componente prevalentemente ghiaiosa ed acquiferi a componente prevalentemente sabbiosa sono stati ricavati dalla carta geologica del Veneto alla scala 1:250.000, mentre il limite dei rilievi prealpini è stato tracciato utilizzando la base DEM del Veneto. Per quanto riguarda la porzione dell'alta pianura, che rappresenta la porzione di territorio più importante dal punto di vista idrogeologico, in quanto sede dell'area di ricarica di tutti gli acquiferi alluvionali della pianura veneta, la suddivisione in *bacini idrogeologici* è avvenuta adottando un criterio basato sulle caratteristiche idrogeologiche delle porzioni di acquifero indifferenziato presente nella fascia delle ghiaie, situata a partire dai rilievi montuosi a nord fino al limite superiore delle

risorgive, a sud. Sono state elaborate le numerosissime informazioni esistenti relativamente alle caratteristiche idrogeologiche dell'alta pianura veneta, ed è stato possibile individuare una serie di assi di drenaggio (direttrici sotterranee determinate da paleolvaei o da forme sepolte, e tratti d'alveo drenanti la falda), ad andamento prevalentemente N-S, tali da isolare porzioni di acquifero indifferenziato il più possibile omogeneo, contenente una falda freatica libera di scorrere verso i limiti scelti. Tale impostazione permette di ottenere come elementi di ricarica le acque provenienti dalle aree montuose, dalle valli montane e dalle dispersioni dei corsi d'acqua nel tratto di alta pianura (oltre ovviamente agli afflussi provenienti dalle precipitazioni e dalle pratiche irrigue). Le uscite dal bacino invece, sono rappresentate dalle risorgive (e dai conseguenti fiumi) e dall'infiltrazione profonda nel complesso sistema di acquiferi multifalda. Questo sistema di input-output, è delimitato lateralmente da assi di drenaggio che "catturano" l'acqua presente nel bacino, tramite direttrici sotterranee obbligate. Il modello concettuale impostato per l'alta pianura, prevede quindi la suddivisione dei vari bacini idrogeologici mediante *limiti a carico dipendente dal flusso* per la porzione settentrionale e meridionale, e *limiti a flusso imposto* per quanto concerne i confini laterali tra bacini contigui. Per quanto riguarda invece la media e bassa pianura non sono ancora stati individuati dei limiti al contorno, in quanto l'idrogeologia di questa porzione di pianura non permette di tracciare limiti idrogeologici ben definiti, e la suddivisione in bacini sarà impostata prendendo in considerazione la geomorfologia e le caratteristiche delle alluvioni; utili a tal proposito saranno i risultati dello "Studio particolareggiato sullo stato e la dinamica degli acquiferi regionali", ai sensi dell'art. 21 della LR 30/01/2004 n.1, in corso di realizzazione.

### Identificazione e rappresentazione dei corpi idrici sotterranei

L'attività di monitoraggio svolta negli ultimi anni in provincia di Bolzano dalla Pubblica Amministrazione sullo stato di qualità delle acque sotterranee ha riguardato, in modo particolare, gli acquiferi che garantiscono l'approvvigionamento idropotabile a più di **5000** abitanti e quelli delle piane di fondovalle, oggetto del maggiore utilizzo e soggetti a rilevante impatto antropico. Tale attività ha avuto anche come scopo la delimitazione di eventuali zone a tutela dell'approvvigionamento idropotabile. In applicazione del D.Lgs. 152/99, la Provincia autonoma di Bolzano ha provveduto a individuare, con la L.P. 8/2002 i "*corpi idrici sotterranei significativi*", che dovranno essere oggetto di regolare monitoraggio, al fine di rilevarne le caratteristiche qualitative e quantitative e le loro eventuali variazioni nel corso del tempo.

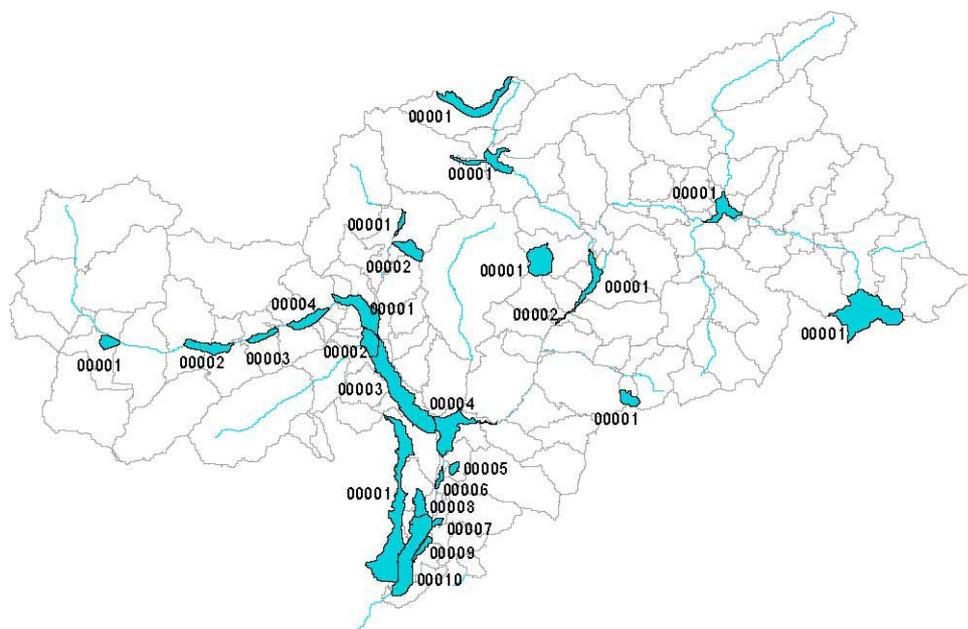


Figura 16: Corpi idrici sotterranei significativi individuati in Alto Adige

## Individuazione dei corpi idrici sotterranei della provincia di Trento

Per quanto riguarda la provincia di Trento il PGUAP ha così descritto l'estensione delle strutture precedentemente descritte:

### **Principali strutture quaternarie:**

**Valle dell'Adige:** costituisce un sistema multifalde solo parzialmente conosciuto grazie ad alcune recenti perforazioni profonde. L'alveo roccioso sepolto, entro i confini della Provincia, ha profondità variabili dai 200 ai 600 metri. Il riempimento quaternario ha composizione variabile da zona a zona con prevalenza di materiali fini cui si aggiungono i depositi laterali (coni di deiezione, falde di detrito, frane postglaciali ed attuali) o le aree di conoide coincidenti con i maggiori affluenti laterali dell'Adige (il Torrente Noce a Mezzolombardo, il torrente Avisio a Lavis, il Torrente Fersina a Trento, il torrente Leno a Rovereto). Tali apporti laterali si insinuano a varie quote nelle alluvioni di fondovalle, costituendo, a seconda della loro origine, vie subordinate di alimentazione per le falde del materasso alluvionale o locali strutture per trappola stratigrafica. Ne risulta una circolazione complessa, localmente multifalda, ma con interscambio fra i diversi acquiferi a causa delle irregolari variazioni del substrato roccioso (soglie secondarie) che governano la continua omogeneizzazione delle acque sotterranee.

Occorre, inoltre, tener presente che, per la maggior parte del suo sviluppo, la valle dell'Adige è impostata in massicci carbonatici, i quali costituiscono un notevole bacino di alimentazione laterale per le falde di fondovalle e, soprattutto, il "manometro" che controlla la pressione idrostatica di tutto l'insieme poroso-fratturato.

In sintesi quindi, nell'idrostruttura quaternaria della valle dell'Adige, si evidenzia un acquifero freatico esteso a tutta la valle, di spessore limitato (massimo 50 - 60 metri), ad eccezione di alcune aree di conoide come visto in precedenza, prevalentemente ghiaioso sabbioso, con valori di conducibilità idraulica compresi fra  $10^{-3}$  e  $10^{-5}$   $\text{ms}^{-1}$ . La falda in esso veicolata è separata dalle altre falde più profonde da depositi fini, meno permeabili, la cui potenza è talora considerevole. In profondità sono stati recentemente riconosciuti acquiferi significativi dotati, in genere, di buona potenzialità e le cui acque risalgono naturalmente fino in prossimità del piano campagna come ad esempio in alcune zone dei conoidi laterali di Mezzolombardo-Mezzocorona, Zambana Vecchia, Lavis, Mattarello, Rovereto.

Le implicazioni pratiche di questo schema di circolazione idrica si evidenziano sia in una valutazione molto complessa delle risorse disponibili, sia soprattutto nella problematica relativa alla difesa dagli inquinamenti ed alla gestione delle risorse stesse. Infatti, oltre all'intenso sfruttamento della porzione più superficiale dell'acquifero che, in alcune aree, ha manifestato

---

situazioni di crisi in relazione alla limitata capacità di ricarica dello stesso, esiste il rischio che, in coincidenza delle soglie e, soprattutto, in caso di imperfetto grado di confinamento fra le diverse falde, si possa evidenziare una rilevante vulnerabilità dell'insieme delle idrostrutture. La debolezza e la fragilità delle idrostrutture trova spiegazione sia nei richiami di acque superficiali (vulnerabilità per inquinamento), sia nella depressurizzazione indotta negli acquiferi profondi (vulnerabilità da stress). Sotto questo aspetto bisogna, inoltre, rilevare che anche l'eventuale alimentazione delle falde da parte dei massicci carbonatici può essere una via preferenziale d'inquinamento; ne consegue che le stesse norme a tutela delle risorse di fondovalle dovrebbero essere estese anche a tutta la zona di alimentazione delle strutture carbonatiche connesse con la valle dell'Adige.

**Valle del Fersina:** la parte medio alta della valle, nella zona compresa fra Pergine Valsugana e Civezzano, è parzialmente riempita da depositi fluvioglaciali, generalmente grossolani, con potenza superiore a cento metri che contengono un sistema multifalda con acquiferi anche in pressione. Essi sono attualmente sfruttati per alimentare gli acquedotti di Pergine e Civezzano; lateralmente sono presenti delle conoidi come quelle di Susà e del torrente Silla che contribuiscono in maniera significativa all'alimentazione della falda principale di fondovalle. Nella parte inferiore della valle, subito a monte dell'abitato di Trento, in località Cantanghel, il torrente Fersina scorre entro una stretta forra, parzialmente riempita da sedimenti che contengono un importante acquifero di subalveo captato per l'acquedotto di Trento. La portata emunta si aggira mediamente attorno ai 100 ls<sup>-1</sup>; tuttavia la potenzialità del sistema risulta sicuramente maggiore e potrebbe costituire una importante riserva idrica per la città.

**Valle dell'Avisio:** la valle è caratterizzata dall'esistenza di un riempimento quaternario potente originariamente circa 300 metri che, a causa del succedersi di numerose riprese dell'erosione fluviale, risulta oggi profondamente inciso specialmente nella parte inferiore della valle e, conseguentemente, drenato dal corso d'acqua. Esistono, quindi, più falde articolate in microstrutture ed ospitate nei diversi livelli permeabili della serie idrogeologica locale; l'alimentazione deriva dai massicci circostanti, in particolare attraverso le maggiori conoidi presenti allo sbocco delle valli laterali. Nel fondovalle è alloggiata una falda libera la cui superficie piezometrica è in stretta connessione con la circolazione di subalveo del fiume Avisio e si trova a pochi metri dal piano campagna attuale.

**Valle del Noce:** le valli percorse dal torrente Noce e dai suoi affluenti laterali presentano riempimenti detritico alluvionali di spessore più limitato rispetto alle altre incisioni trentine. In particolare le maggiori potenze si trovano nella media e bassa val di Sole. I materiali sono generalmente grossolani e formano acquiferi per lo più liberi collegati alla circolazione di subalveo del torrente Noce. Essi sono alimentati sia dal corso d'acqua sia dai massicci

circostanti specialmente in destra idrografica caratterizzata, fra Dimaro ed il lago di S. Giustina, da litotipi carbonatici.

### **Principali idrostrutture carbonatiche**

Ciascuna delle strutture carbonatiche, per quanto costituisca una unità geografica definita, è a sua volta articolata in una serie di strutture minori, con caratteri idrogeologici propri, la cui definizione geometrica non è nota nei particolari. In generale queste unità contengono alcuni fra i principali sistemi acquiferi trentini. Possono essere così schematizzati:

**Complesso Garda - Gruppo di Brenta - Paganella - Roen:** in questi massicci calcareo dolomitici sono rappresentate tutte le unità idrogeologiche in cui tuttavia i livelli impermeabili hanno sovente una estensione limitata. Inoltre la distinzione fra facies lombarda e facies dolomitica porta ad una imperfetta separazione fra le diverse unità e di conseguenza localmente più unità possono costituire un unico acquifero potenziale. L'idrostruttura risulta poi articolata in strutture minori da tutta una serie di pieghe, faglie e sovrascorrimenti che, pur non interrompendo completamente la continuità del complesso calcareo, isolano le unità idrogeologiche superiori. Determinante è pure il fenomeno del carsismo, particolarmente sviluppato nei depositi carbonatici locali, che governa le maggiori emergenze del massiccio del Brenta (come ad esempio le sorgenti del Rio Bianco a Stenico, dell'Acquasanta a Sporminore, dei Busoni a Campodenno, di Centonia a Dimaro, di Vallesinella a Campiglio) ed anche della Paganella (come la Trementina a Zambana); esse costituiscono la maggiore riserva idrica del Trentino sfruttata per l'alimentazione di molti acquedotti ed in parte ancora sconosciuta con portata media complessiva di oltre  $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . La parte ancora sconosciuta di questo complesso coincide con la zona satura dei sistemi carbonatici secondo quanto affermano i più recenti studi sull'idrologia carsica. In questo caso il tempo medio di residenza sotterranea delle acque sale a qualche millennio facendo questo complesso sede di una importante risorsa strategica.

Quando esistono invece più unità separate da livelli impermeabili ben definiti, si potranno avere anche falde idriche confinate, nelle quali le direttrici di deflusso sono condizionate unicamente dai caratteri strutturali.

In altre parole ogni singola microstruttura presenta una circolazione idrica a più piani, sempre drenata od alimentata dai corsi d'acqua delle valli trasversali.

**Complesso Pasubio - Altopiano dei Sette Comuni:** questo massiccio calcareo dolomitico costituisce un grande serbatoio idrico, dotato di una complessa circolazione idrica. Anche questa struttura è articolata in numerose microstrutture in relazione alla presenza di un insieme di pieghe e faglie, le quali generano una serie di spartiacque e di assi di drenaggio variamente orientati che convogliano il deflusso idrico in varie direzioni. Questo massiccio sembra

---

interessato da un sistema carsico a più piani, identificati da fasce di sorgenti, ciascuna allineata entro un determinato intervallo di quote. A ciascuna fascia di sorgenti dovrebbero corrispondere falde idriche distinte. Esse, pur essendo in comunicazione attraverso gli elementi carsici verticali maggiori, le grandi linee strutturali ed i livelli a permeabilità secondaria minore interposti, mantengono tuttavia una identità definita.

I sistemi più alti, collegati ad un carsismo poco evoluto il cui sviluppo verticale è subordinato mentre quello orizzontale risulta prevalente testimoniano una circolazione essenzialmente controllata dai giunti di stratificazione. Le sorgenti restituiscono rapidamente buona parte dell'infiltrazione efficace al deflusso superficiale. Il tempo medio di transito delle acque è a scala stagionale, mentre quello di residenza è dell'ordine di qualche decina di anni.

I sistemi più profondi, connessi con le unità inferiori possono invece essere alimentati o drenati dai corsi d'acqua principali ed in particolare dal Brenta, dall'Adige e dal Leno di Vallarsa. Parte del deflusso si sviluppa poi verso la Val d'Astico ed il Veneto in genere.

**Gruppo della Marmolada:** questo complesso può essere definito come una struttura geografica perché è suddiviso in tutta una serie di microstrutture nettamente separate da solchi vallivi che raggiungono i livelli impermeabili di base. La presenza di bacini a quote elevate, di nevai e ghiacciai contribuisce ad alimentare importanti acquiferi entro i massicci carbonatici che a loro volta danno origine a tutta una serie di sorgenti con discrete portate, alcune delle quali raggiungono anche i 20 - 30  $l s^{-1}$ . Sono da ricordare le emergenze della valle del Soial ai piedi delle Torri del Vaolet, della val Duron, delle valli a monte di Canazei, della val Contrin, della val San Pellegrino.

#### **Le principali strutture delle coltri eluviali e dei depositi quaternari sciolti di pendio nei massicci cristallini e metamorfici**

Come già evidenziato queste strutture, pur rappresentando arealmente una parte preponderante del territorio provinciale non contengono acquiferi di significativa importanza in funzione della ridotta permeabilità primaria e secondaria. Solo localmente nelle coltri eluviali e nei depositi quaternari di pendio possono essere contenute delle falde sfruttabili. Circolazioni idriche possono instaurarsi anche nelle zone più fratturate superficiali o lungo le principali linee di discontinuità.

Le principali sono:

**Massicci dell'Adamello e di Cima d'Asta:** sono costituiti da rocce vulcaniche intrusive cristalline e localizzati ad ovest il primo e ad est il secondo; possiedono solo localmente una permeabilità secondaria per fratturazione che favorisce una circolazione idrica piuttosto

superficiale che alimenta sorgenti con portata alquanto ridotta per lo più in concomitanza con la presenza di depositi sciolti eluviali o detritico morenici.

***Piattaforma porfirica Atesina***: rappresenta una vasta parte del territorio trentino dalla valle dell'Adige fino al confine con il Veneto nell'alta val di Fiemme con rocce vulcaniche effusive dotate di scarsa o nulla permeabilità secondaria. Anche in questo caso le circolazioni idriche e di conseguenza gli acquiferi sfruttabili sono limitati alle principali linee di discontinuità ed ai depositi sciolti superficiali; in generale comunque la disponibilità idrica in questi massicci è sicuramente inferiore e limitata a zone particolari.

***Complessi metamorfici dell'alta val di Sole***: sono costituiti da rocce metamorfiche di vario genere e come i precedenti massicci cristallini possiedono una limitata permeabilità secondaria per fratturazione nelle porzioni più superficiali o lungo le linee di discontinuità. Arealmente rappresentano un territorio alquanto vasto e anche grazie alla presenza di ghiacciai e nevai in quota evidenziano numerose circolazioni idriche che alimentano numerose sorgenti pur sempre con portate non rilevanti.