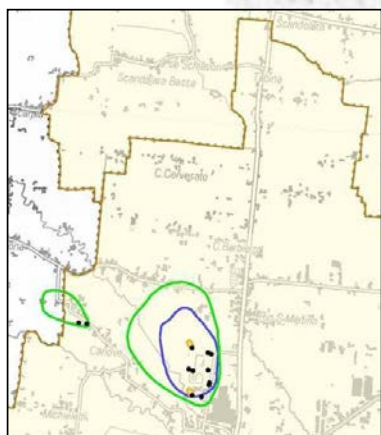




REGIONE DEL VENETO

**Piano di Tutela delle Acque
Art. 15 (Aree di Salvaguardia)**

*Direttive tecniche per la delimitazione delle aree di
salvaguardia in aree territoriali omogenee
(prelievi di acque sotterranee destinate al consumo
umano erogate mediante impianto di acquedotto)*



Regione del Veneto – Giunta Regionale

**Assessorato all’Ambiente e Protezione Civile
Area Tutela e Sviluppo del Territorio**

**Direzione Ambiente
U.O. Servizio Idrico Integrato e Tutela delle Acque**

Coordinamento:
Dott.ssa Geol. Marina Aurighi
P.O. Piani e Programmi per la Tutela delle Acque

Tavolo Tecnico:
Dott.ssa Magdalena Graba - Veneto Acque
Prof. Geol. Pietro Zangheri – Ordine dei Geologi Regione del Veneto
Prof. Paolo Fabbri – Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze
Dott. Geol. Enrico Conchetto - Consiglio di Bacino Laguna di Venezia

Si ringraziano:
Dott. Geol. Corrado Soccorso - Regione del Veneto, già Dirigente Settore Tutela delle Acque
Dott. Livio Baracco – Consulente Veneto Acque



SOMMARIO

PREMESSA ED OBIETTIVI.....	5
1 LE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO ..	7
1.1 INTRODUZIONE.....	7
1.2 CRITERI GENERALI DI INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA	8
1.2.1 IL CRITERIO GEOMETRICO.....	8
1.2.2 IL CRITERIO CRONOLOGICO.....	9
1.2.3 IL CRITERIO IDROGEOLOGICO.....	11
1.3 RIEPILOGO.....	12
2 VINCOLI ED ADEMPIMENTI	14
2.1 VINCOLI	14
2.2 ADEMPIMENTI	15
3 LA DELIMITAZIONE DI AREE TERRITORIALI OMOGENEE DI RIFERIMENTO (A.T.O.R.) PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA	16
3.1 AREE TERRITORIALI OMOGENEE DI RIFERIMENTO (A.T.O.R.)	16
3.2 A.T.O.R. DEL TERRITORIO REGIONALE.....	17
4 CRITERI E METODOLOGIE DI RIFERIMENTO PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA	18
4.1 A.T.O.R. E CRITERI (SCHEMI RIASSUNTIVI).....	18
4.2 AREE MONTANE.....	20
4.2.1 <i>Massicci carbonatici permeabili per carsismo (acquiferi carsici)</i>	22
4.2.2 <i>Massicci carbonatici permeabili per fessurazione (acquiferi fessurati)</i>	27
4.3 CRITERI PROPOSTI PER LE AREE MONTANE.....	28
4.3.1 <i>Acquiferi Carsici</i>	30
4.3.2 <i>Acquiferi Fessurati</i>	31
4.4 AREE DI PIANURA/ACQUIFERI DELLA PIANURA VENETA	34
4.5 CRITERI PROPOSTI PER LE AREE DI PIANURA.....	37
4.5.1 <i>Aree di alta pianura, permeabili per porosità (acquifero libero/freatico/indifferenziato)</i> .	39
4.5.2 <i>Aree di media pianura, aree di risorgiva, permeabili per porosità (acquifero libero/freatico/indifferenziato o semiconfinato)</i>	40
4.5.3 <i>Aree di bassa pianura, permeabili per porosità (acquifero multifalde/differenziato/confinato)</i>	42
4.6 AREE PARTICOLARI/CASI PARTICOLARI.....	44
4.6.1 <i>Aree di pianura (Falde di subalveo)/Acquiferi in materiale sciolto, permeabile per porosità</i>	44
4.6.2 <i>Piane di fondovalle</i>	45
4.6.3 <i>Aree di montagna/Serbatoi in rocce non carbonatiche fratturate</i>	45
5 CRITERI – MODALITÀ OPERATIVE.....	46
5.1 CRITERIO CRONOLOGICO (TEMPORALE) – DESCRIZIONE	46
5.2 CRITERIO IDROGEOLOGICO – DESCRIZIONE	49
5.3 RAPPORTI TRA VULNERABILITÀ E METODOLOGIE	51
5.4 ESEMPI APPLICATIVI.....	54
5.5 CRITERI E METODI PROPOSTI IN FUNZIONE DELLE AREE TERRITORIALI OMOGENEE DI RIFERIMENTO (ATOR), PER TIPOLOGIA DI CAPTAZIONE - SINTESI	59
6 LA PROTEZIONE DELLA RISORSA IDRICA ALL'INTERNO DELLE AREE DI SALVAGUARDIA (PROTEZIONE STATICA E DINAMICA)	62
6.1 PROTEZIONE STATICA (VINCOLISTICA)	62
6.2 VINCOLI – CHIARIMENTI E APPROFONDIMENTI	64
6.3 PROTEZIONE DINAMICA	66
7 PROCEDURE ISTRUTTORIE.....	67
8 DOCUMENTAZIONE TECNICA ED ELABORATI DA PRESENTARE	68



INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Rappresentazione grafica della definizione della zona di rispetto con diversi criteri.	9
Figura 2 Schema delle aree di salvaguardia definite in base al criterio cronologico.	9
Figura 3 Schema di delimitazione delle aree di salvaguardia con il criterio idrogeologico.	12
Figura 4 Un esempio di definizione della zona di rispetto ristretta (ZRR) e della zona di rispetto allargata (ZRA) per le captazioni, ove vengono applicati i vincoli dell'art. 16 del Piano di Tutela delle Acque e dell'art.94 del D.Lgs.152/2006.	14
Figura 5 Schemi di definizione delle A.T.O.R. ai fini di applicazione dei criteri più adeguati per l'individuazione delle aree di salvaguardia.	19
Figura 6 Schema teorico di reticolo carsico in un corso maturo (dreno dominante).	22
Figura 7 Schema teorico di reticolo carsico in un corso poco maturo (dreni interdipendenti).	23
Figura 8 Schema teorico di reticolo carsico in un corso iniziale (circolazione diffusa).	23
Figura 9 Principali aree con acquiferi carsici nel Veneto.	24
Figura 10 Aree a diversa permeabilità nelle rocce calcaree fratturate.	27
Figura 11 Schema riassuntivo delle famiglie di metodologie individuate nell'ambito del criterio idrogeologico, distinte in base al numero dei dati disponibili e dell'importanza della sorgente.	29
Figura 12 Metodiche proposte per la definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti che captano acquiferi carsici, divise in base al tipo di carsismo.	30
Figura 13 Metodiche proposte per la definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti che captano acquiferi carsici, divise in base alla portata delle sorgenti.	31
Figura 14 Criteri e metodologie proposte per le aree montane (sorgenti).	33
Figura 15 Regione Veneto con i limiti delle risorgive.	34
Figura 16 Schema dei sistemi deposizionali della pianura Veneto Friulana.	36
Figura 17 Modello idrogeologico della Pianura Veneta. La figura rappresenta una sezione-tipo della pianura con direzione N-S.	37
Figura 18 Schema delle A.T.O.R di pianura con la proposta di applicazione dei criteri per la definizione delle aree di salvaguardia dei pozzi ad uso idropotabile.	38
Figura 19 Esempio di delimitazione della zona di rispetto (criterio cronologico) per un campo pozzi.	40
Figura 20 Esempio di area delimitata dall'isocrona a 60 giorni che ricade in parte in area vulnerabile.	41
Figura 21 Schema delle A.T.O.R per aree particolari con proposta di applicazione dei criteri.	44
Figura 22 Esempi di cartografia tematica essenziale per l'utilizzo del criterio idrogeologico per l'individuazione e la delimitazione delle aree di salvaguardia dei punti di attingimento ad uso idropotabile.	50
Figura 23 Carta della vulnerabilità della Pianura Veneta.	53
Figura 24 Criterio cronologico -Schema con l'indicazione delle varie zone in cui vengono suddivise le Aree di Salvaguardia.	54
Figura 25 Esempio della perimetrazione della zona di tutela assoluta nel caso di pozzi limitrofi (campo pozzi).	54
Figura 26 Criterio cronologico - Esempio di delimitazione delle aree di salvaguardia nel caso di un campo pozzi, in questo caso si tratta della zona di rispetto ristretta (corrispondente all'isocrona a 60 gg).	55
Figura 27 Criterio idrogeologico - Schema di definizione dei limiti idrogeologici per poter definire l'area di alimentazione di un pozzo o di una sorgente.	55
Figura 28 Esempio di delimitazione delle aree di salvaguardia con il criterio idrogeologico. ZTA – zona di tutela assoluta, ZR – zona di rispetto.	56
Figura 29 Schema di delimitazione delle zone Zona di Contributo (ZOC) = zona di rispetto(ZR) per acquiferi carbonatici carsici.	57
Figura 30 Schema di delimitazione delle zone di contributo(ZOC) = zona di rispetto(ZR) per acquiferi carbonatici permeabili per fessurazione.	58
Figura 31 Schema di definizione delle zone di rispetto "aggiuntive".	58

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Sorgenti con Q> 100 l/s utilizzate a scopo acquedottistico.	26
Tabella 2 Schema di divisione della Pianura Veneta in aree territoriali di riferimento, differenti dal punto di vista idrogeologico.	35



Premessa ed obiettivi

Le acque superficiali e sotterranee costituiscono una risorsa naturale pubblica e quindi un patrimonio da custodire in un'ottica di tutela ambientale e da utilizzare secondo criteri di solidarietà.

Per consentire l'attuazione di questo principio è fondamentale che le autorità investite di tali competenze acquisiscano un'approfondita conoscenza dei sistemi idrici e degli acquiferi del proprio territorio. L'acquisizione di sempre maggiori elementi conoscitivi finalizzati alla previsione dell'evoluzione dell'andamento della disponibilità di risorse idriche di buona qualità deve portare alla predisposizione di adeguate misure di tutela e all'organizzazione di un corretto sistema di gestione delle risorse.

La gestione del patrimonio idrico deve considerare vari aspetti:

- la potenzialità delle riserve,
- l'utilizzo della risorsa, in funzione delle necessità dell'utenza,
- la compatibilità ambientale degli interventi di prelievo, uso e restituzione, nel contesto del ciclo dell'acqua e degli ecosistemi coinvolti.

La Regione del Veneto nel Piano di Tutela delle Acque (PTA) al CAPO V – MISURE DI TUTELA QUANTITATIVA delle Norme Tecniche di Attuazione in particolare nell'art. 40, indica le azioni per la tutela quantitativa delle acque sotterranee.

Sempre nel Piano di Tutela delle Acque all'art. 15 delle Norme Tecniche di Attuazione richiama l'importanza della salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano e segnala la necessità di emanare specifiche direttive tecniche per la delimitazione delle aree di tutela dei corpi idrici captati dagli acquedotti.

Il D. Lgs. 152/2006 (Norme in materia ambientale) all'art.94 demanda alle Regioni il compito di individuare le aree di salvaguardia. Il comma 1 dell'art. 94, infatti, recita “Su proposta dell'Autorità d'ambito le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zona di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione”.

Nel Veneto la quasi totalità del fabbisogno idrico è soddisfatto dal prelievo di acque sotterranee e solo in via residua da acque superficiali.

Il presente documento, incentrato sulla protezione dei prelievi da falda, è quindi volto alla stesura di linee guida che in una prima fase portano all'individuazione delle “aree territoriali omogenee di riferimento” per la protezione delle opere di presa degli acquedotti pubblici, in una seconda fase porta alla proposta, per ciascun ambito, del criterio più adeguato per determinare le aree di salvaguardia delle opere acquedottistiche ivi presenti.

Le linee guida sono state sviluppate con riferimento ai contenuti dell'Accordo della Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo stato, le Regioni e le Province Autonome del 12.12.2002: “Linee guida per la tutela delle acque destinate al consumo umano e



criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art.21 del D. Lgs. n. 152 del 11.05.1999" pubblicate nella GU serie generale n.2 del 3-1-2003 che saranno spesso richiamati nel testo. Visti i criteri dell'Accordo, in questo documento si è cercato di trasferire le indicazioni di carattere generale alla realtà territoriale specifica della Regione Veneto

Il presente elaborato è completato da due allegati tecnici.

Allegato I alle Direttive Tecniche - Inquadramento generale, che riporta una sintesi della normativa, delle conoscenze delle strutture idrogeologiche e dell'utilizzo delle acque potabili nel Veneto.

Allegato II alle Direttive Tecniche – Criterio idrogeologico: Metodi per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle sorgenti, dove vengono descritti alcuni metodi per la definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti, scelti tra quelli più adatti alle caratteristiche geologiche del territorio veneto.



1 Le aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano

1.1 Introduzione

Nel territorio veneto le opere acquedottistiche che attingono da falde sotterranee costituiscono la quasi totalità delle prese d'acqua idropotabile. In particolare, si tratta delle opere di captazione sorgentizie, distribuite nell'area montana e pedemontana, e di punti di attingimento da pozzo, ubicati soprattutto nell'alta e media pianura.

Il fabbisogno idropotabile nel Veneto è soddisfatto in massima parte con acque sotterranee, emunte da pozzi che si trovano in aree di pianura densamente antropizzate e, in minor misura, captate da sorgente (vedi *Allegato I* alle Direttive Tecniche).

In quest'ottica emerge la necessità di salvaguardare le **acque sotterranee che alimentano le opere di presa delle acque destinate al consumo umano** e in particolare **quelle che alimentano acquedotti che rivestono carattere di pubblico interesse**.

La prima normativa che impose l'obbligo di individuare le **aree di salvaguardia** delle acque destinate al consumo umano fu il D.P.R. n. 236 del 24 maggio 1988, *Attuazione della direttiva 80/778/CEE, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano*. Successivamente il tema venne ripreso nel D. Lgs. n. 152/1999, in seguito abrogato e sostituito dal D. Lgs. n. 152/2006 che ripropose il medesimo obbligo. Ai sensi dell'art. 94 del decreto in vigore, le *aree di salvaguardia* vengono suddivise in: **zona di tutela assoluta, zona di rispetto (ristretta e allargata) e zona di protezione**. Viene inoltre definita una estensione standard minima della zona di tutela assoluta e una estensione standard transitoria della zona di rispetto.

Tali aree sono quelle porzioni di territorio che è necessario sottoporre a **vincoli**, allo scopo di tutelare le risorse idriche destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto pubblico.

L'individuazione delle aree di salvaguardia viene successivamente riproposta nella normativa regionale ed in particolare nel Piano di Tutela delle Acque (di seguito PTA) – Norme Tecniche di Attuazione, artt. 15 e 16 (PCR n. 107 del 5/11/2009) che è stato approvato ai sensi dell'art. 121 del D. Lgs. 152/2006.

Le presenti direttive tecniche riguardano unicamente **le acque sotterranee (captate da pozzi e/o sorgenti)**, in quanto nel Veneto la quasi totalità delle captazioni ad uso potabile utilizza fonti idriche sotterranee.

Campo di applicazione:

opere di presa delle acque destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse.



1.2 Criteri generali di individuazione delle aree di salvaguardia

Per la delimitazione delle aree di salvaguardia il riferimento tecnico è costituito dall'Accordo della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, del 12/12/2002: **“Linee guida per la tutela delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art.21 del D. Lgs. 11/05/1999, n.152”** (di seguito **“Accordo”**).

In particolare, tali linee guida nell'Allegato 2 individuano ed illustrano **tre criteri** per l'individuazione delle singole zone:

- a) **criterio geometrico**: di norma adottato per la delimitazione della zona di tutela assoluta e della zona di rispetto per le derivazioni da corpi idrici superficiali e, in via provvisoria, per la delimitazione delle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti;
- b) **criterio temporale**: basato sul tempo di sicurezza, così come definito alla lettera t) dell'allegato 1. Si applica, in prevalenza, per la delimitazione definitiva della zona di rispetto di pozzi ed eventualmente di sorgenti, laddove applicabile. Tale criterio deve tenere conto degli elementi tecnici riportati nel Titolo II del presente allegato;
- c) **criterio idrogeologico**: basato sugli elementi idrogeologici specifici dell'acquifero e dei suoi limiti, viene usualmente applicato alle zone di protezione alle captazioni da sorgenti ed alle zone di rispetto dei pozzi in condizioni idrogeologiche di particolari complessità che impediscono l'utilizzo del criterio temporale; fa parte del presente criterio anche il metodo basato sul tempo di dimezzamento della portata massima annuale delle sorgenti.

1.2.1 IL CRITERIO GEOMETRICO

Il criterio consiste nel prefissare le dimensioni delle aree di salvaguardia senza alcuna valutazione di carattere scientifico.

Come detto, di norma viene applicato per individuare la zona di tutela assoluta, che viene delimitata ad una distanza di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, così come stabilito anche nell'art. 94, comma 3 del D. Lgs. n. 152/2006.

Per la **zona di rispetto**, tale criterio viene di applicato solo **in via provvisoria**, finché tali zone non vengono individuate mediante uno degli altri criteri proposti nell'Accordo (criterio temporale o criterio idrogeologico), che sono basati su valutazioni di carattere scientifico e supportati da un adeguato numero di misurazioni e monitoraggi.

Infatti, la delimitazione provvisoria, che nel D. Lgs. 152/06 viene definita come un'area avente almeno 200 m di raggio attorno all'opera di captazione, ha un valore limitato e limitante, nel senso che va spesso inutilmente a vincolare porzioni di territorio laterali e a valle del pozzo, che probabilmente non hanno alcuna influenza sulla qualità dell'acqua prelevata e sull'opera di captazione. In talune circostanze, d'altro canto, una delimitazione di 200 m a monte del pozzo potrebbe non essere sufficientemente estesa per attuare una protezione sicura da potenziali contaminazioni, a causa della elevata velocità di flusso delle falde sotterranee (anche potenzialmente inquinate) (vedi Figura 1).



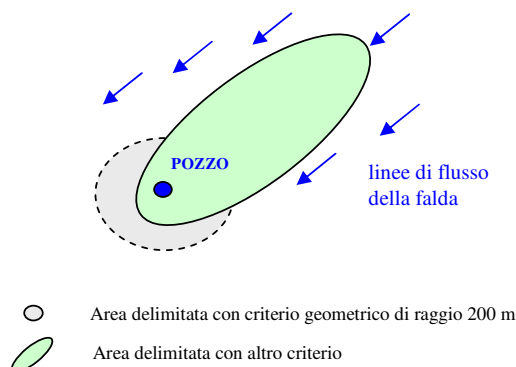


Figura 1 Rappresentazione grafica della definizione della zona di rispetto con diversi criteri.

1.2.2 IL CRITERIO CRONOLOGICO

Il criterio cronologico (temporale) è basato sul “tempo di sicurezza”, inteso come l’intervallo temporale necessario perché una particella d’acqua compia il suo percorso dal punto di infiltrazione al punto di captazione. Questo criterio si applica per la delimitazione definitiva della **zona di rispetto** dei pozzi di prelievo e, laddove applicabile, alle sorgenti.¹

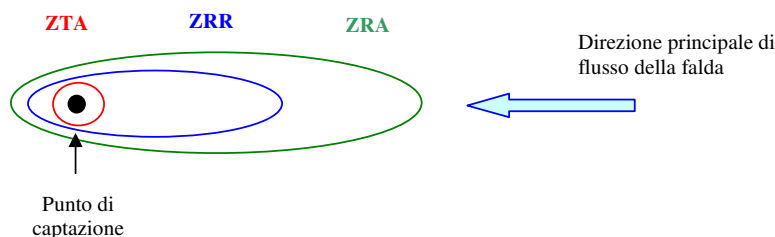


Figura 2 Schema delle aree di salvaguardia definite in base al criterio cronologico.

ZTA – zona di tutela assoluta ($r=10m$), ZRR – zona di rispetto ristretta (isocrona 60 gg) e ZRA – zona di rispetto allargata (isocrona 180 gg).

Tale criterio consiste quindi nel definire le dimensioni delle aree di salvaguardia in funzione di un tempo predefinito, inteso come l’intervallo temporale necessario perché una particella d’acqua durante il flusso idrico sotterraneo (naturale o indotto dal pompaggio) nel mezzo saturo, raggiunga il punto di captazione.

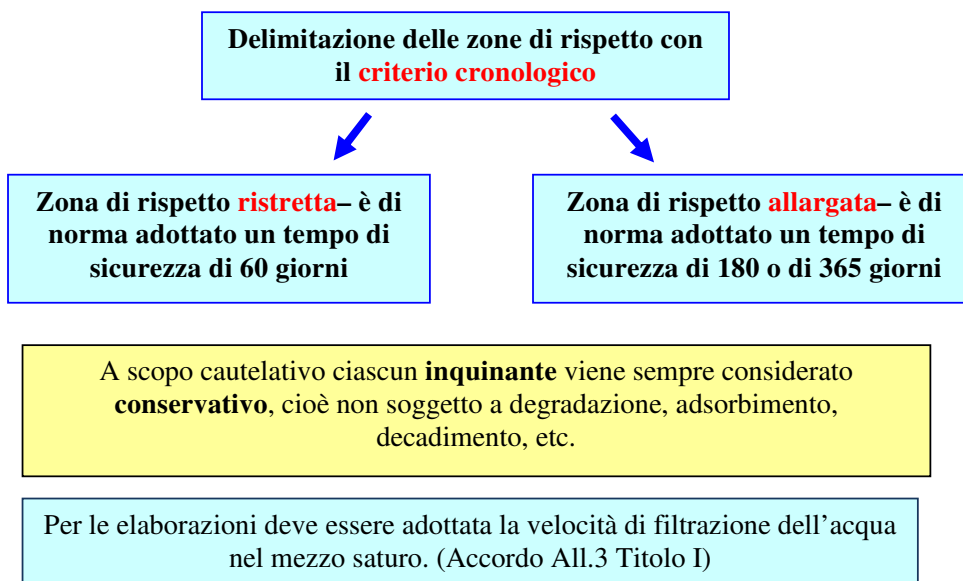
Sostanzialmente si deve tener conto quindi del tempo di trasferimento di un possibile inquinamento dalla sorgente della contaminazione al punto di captazione. Il valore numerico da attribuire a tale intervallo temporale (tempo di sicurezza) può quindi essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell’inquinante, ma deve essere definito tenendo conto dei tempi di reazione che il soggetto gestore della risorsa idrica captata può mettere in atto nel momento in cui si accerta la presenza dell’inquinante ovvero del tempo necessario per implementare sistemi d’approvvigionamento idrico alternativo e comunque misure di sicurezza. In linea teorica l’assegnazione della tempistica potrebbe essere ad esempio diversa nel caso di un inquinamento batteriologico, dove viene preso

¹ Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002, All.2, Titolo 1 art. 3 lettera b).



in considerazione il tempo di sopravvivenza di batteri e virus, rispetto ad un inquinamento da sostanze chimiche che subiscono una degradazione in genere molto lenta e anzi possono persistere anche per decine di anni.

A livello generale, per la delimitazione della zona di rispetto ristretta è consigliato di adottare un tempo di sicurezza di 60 giorni (All. 3 p. 2 dell'Accordo Stato Regioni, 2002), mentre per la zona di rispetto allargata è di norma adottato un tempo di sicurezza di 180 o di 365 giorni (All. 3 p. 3).



Per poter utilizzare tale criterio è necessario prima di tutto conoscere adeguatamente la struttura idrogeologica del sottosuolo, dopodiché si possono delimitare le **zone di rispetto**, così come specificato nell'Accordo Titolo II, con le seguenti modalità operative:

- a) ricostruzione della piezometria statica e valutazione delle distorsioni indotte in funzione delle portate (emunte) dei pozzi, applicando le classiche leggi dell'idrodinamica sotterranea adeguate al tipo di pozzo e di acquifero considerati;
- b) tracciamento delle linee di flusso e loro suddivisione in intervalli di uguale tempo di percorrenza;
- c) tracciamento delle linee isocrone.

Dopo tale ricostruzione, si scelgono linee isocrone idonee ad identificare il limite fra aree a diverso grado di tutela, corrispondenti ai diversi valori del tempo di sicurezza considerato.²

Nell'elaborazione dovranno quindi essere presi in attenta considerazione l'influenza della struttura idrogeologica sulla piezometria e sulla rete di flusso in condizioni dinamiche ed in particolare i limiti, le variazioni di conducibilità idraulica e trasmissività, i caratteri idraulici degli acquiferi ed eventualmente dei livelli semipermeabili.³

² Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002, All. 3, Titolo II, art.2.

³ Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002, All. 3, Titolo II, art.3.



Al fine di ottenere i parametri numerici da utilizzare è comunque sempre necessaria l'esecuzione, sui pozzi, di prove di tipo idrodinamico ed eventualmente idrochimico, che risultino idonee al caso esaminato. Le prove idrauliche, eseguite possibilmente mediante un pozzo di prova e più piezometri, devono essere effettuate sulla stessa falda captata, interpretando le curve sperimentali con correzioni opportune. Eventuali misure simultanee eseguite su falde diverse da quella oggetto della prova sono utilizzabili per lo studio di una eventuale interconnessione delle falde dal punto di vista idraulico. Le prove con traccianti dovranno essere effettuate con l'impiego di sostanze innocue sotto il profilo igienico, sanitario e ambientale.⁴

I risultati ottenuti mediante i calcoli, le stime e le valutazioni, devono essere ampiamente descritti e documentati.

1.2.3 IL CRITERIO IDROGEOLOGICO

Il **critero idrogeologico** viene utilizzato per definire i limiti delle aree di salvaguardia mediante considerazioni tecniche e scientifiche basate su una conoscenza approfondita dei caratteri idrogeologici locali degli acquiferi.

Viene usualmente applicato per delimitare le aree di salvaguardia delle captazioni da **sorgenti** e le **zone di rispetto dei pozzi in condizioni idrogeologiche di particolare complessità** che impediscono l'utilizzo del criterio temporale.

Non esistono linee guida specifiche per la delineazione delle aree di rispetto con questa metodologia. L'obiettivo è la caratterizzazione dell'acquifero captato, ottenuta in base alle conoscenze esistenti sull'idrodinamica sotterranea nonché sui caratteri stratigrafico-strutturali dell'acquifero, informazioni non solo desunte dalla bibliografia, ma ottenute anche da prove in situ.

In altre parole, attraverso lo studio geologico approfondito dell'area d'interesse, si giunge ad una precisa ricostruzione dell'assetto del sottosuolo con particolare attenzione alle caratteristiche dell'acquifero in esame. In particolare, vanno delineati la geometria del corpo idrico captato e va ricostruita la variabilità spazio-temporale delle forzanti idrogeologiche, al fine di ricostruire nel dettaglio le aree di alimentazione degli acquiferi captati, di calcolare la velocità di deflusso e di definire il sistema di ricarica della risorsa.

Questo criterio viene utilizzato soprattutto per la definizione delle aree di salvaguardia delle aree montane (captazioni da sorgenti).

Poiché il dimensionamento delle aree da tutelare (che si basa sulla velocità di deflusso della falda che alimenta la sorgente) è funzione della struttura dell'area di alimentazione, molti metodi riconducibili a questo criterio prevedono la definizione, in primo luogo, della vulnerabilità intrinseca⁵ dell'acquifero che si deve proteggere. In base al diverso

⁴ Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002, All. 3, Titolo II, art.5.

⁵ La vulnerabilità è la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).



grado di vulnerabilità e quindi in relazione al tempo necessario perché un inquinante raggiunga il corpo idrico, verranno definite le dimensioni delle aree di salvaguardia; quando il grado di vulnerabilità è molto elevato, in via cautelare è opportuno comprendere nella zona l'intera area di alimentazione.

Un esempio di designazione delle aree di salvaguardia con il criterio idrogeologico viene presentato in Figura 3.

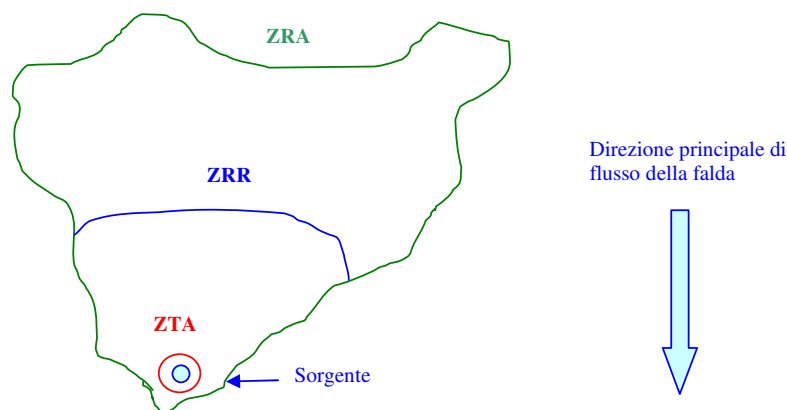


Figura 3 Schema di delimitazione delle aree di salvaguardia con il criterio idrogeologico.
ZTA – zona di tutela assoluta, ZRR – zona di rispetto ristretta, ZRA - zona di rispetto allargata.
La ZRA spesso coincide con lo spartiacque, soprattutto in caso di vulnerabilità elevata.

1.3 Riepilogo

Le linee guida (Accordo Stato-Regioni del 2002, allo scopo di definire le aree di salvaguardia (zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione), prevedono l'utilizzo di tre criteri, stabiliti in funzione:

- delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrologiche e idrochimiche delle aree ove sono ubicati i punti di captazione;
- del tipo di attingimento;
- della quantità di dati a disposizione.

L'individuazione e delimitazione della **zona di tutela assoluta** per tutto il territorio del Veneto viene in genere effettuata utilizzando **il criterio geometrico**, che è di semplice, immediata e univoca applicazione.

Per quanto riguarda l'individuazione e la delimitazione della **zona di rispetto (ristretta o allargata)** la casistica viene diversificata, in relazione al differente assetto idrogeologico del territorio regionale su cui insiste la captazione.

Il criterio geometrico non è in genere riconosciuto come valido strumento di protezione, in quanto può condurre a vincolare ampie parti del territorio inutilmente, ad esempio le aree a valle delle opere di presa, oppure può non comportare una reale protezione poiché vengono vincolate aree troppo limitate a monte dei punti di captazione, esponendo il punto di prelievo a potenziale inquinamento.



Per le sorgenti ed i pozzi la delimitazione delle aree di salvaguardia è basata in particolare sui seguenti elementi, così come indicato nell'art. 6 del Titolo II (Elementi Tecnici) dell'Accordo:

- a. la struttura geologica e idrogeologica dell'acquifero e la sua estensione;
- b. l'ubicazione delle aree di alimentazione;
- c. le interazioni dei corpi idrici superficiali con le falde e degli acquiferi superficiali con quelli più profondi;
- d. la circolazione delle acque nel sottosuolo, da definirsi mediante misure sperimentali;
- e. le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee e delle eventuali acque superficiali in rapporto di comunicazione, quali elementi di valutazione delle condizioni di circolazione idrica nel sottosuolo, anche con l'evidenziazione di eventuali arricchimenti naturali connessi con la presenza di rocce e giacimenti minerali e lo sviluppo di processi idrotermali o di circolazione di fluidi di origine profonda;
- f. gli effetti indotti sulle acque sotterranee e sui naturali equilibri idrogeologici dalle captazioni;
- g. la compatibilità delle portate estratte con la disponibilità e la qualità delle risorse idriche in accordo con i criteri di cui all'allegato 1, punto 4, del decreto legislativo n. 152/99⁶;
- h. l'ubicazione dei potenziali centri di pericolo così come definiti all'allegato 1, lettera e del presente regolamento, ovvero quelli di cui all'articolo 21, commi 5 e 6, del decreto legislativo n. 152/99⁷;
- i. gli aspetti pedo-agronomici con particolare riferimento alla capacità protettiva del suolo, finalizzata alla valutazione della vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari.

I dati utilizzati ai fini dell'individuazione delle aree di salvaguardia devono essere **ricavati per via sperimentale** per ogni caso di studio.

⁶ Si veda la parte B dell'allegato 1 alla parte III, sezione II del D.Lgs. 152/2006.

⁷ Si veda l'art. 94, commi 4 e 5, del D.Lgs. 152/2006.



2 Vincoli ed adempimenti

2.1 Vincoli

Zona di tutela assoluta

Si utilizza il **criterio geometrico**, si tratta di un'area circolare avente almeno 10 m di raggio dal punto di captazione.

La zona di tutela assoluta, dove possibile, deve essere recintata e protetta dalle esondazioni dei corpi idrici limitrofi e deve essere provvista di canalizzazioni per l'allontanamento delle acque meteoriche.

Zone di rispetto (ristretta ed allargata)

Di norma vengono delimitate mediante il **criterio cronologico o idrogeologico**, in relazione alle conoscenze ed alla complessità dell'assetto idrogeologico locale.

In tali aree valgono almeno i vincoli di cui all'art. 16 delle Norme Tecniche del PTA e riportati al capitolo 6 del presente documento.



Figura 4 Un esempio di definizione della zona di rispetto ristretta (ZRR) e della zona di rispetto allargata (ZRA) per le captazioni, ove vengono applicati i vincoli dell'art. 16 del Piano di Tutela delle Acque e dell'art.94 del D.Lgs.152/2006.



2.2 Adempimenti

Secondo quanto previsto dall'art. 94 del D. Lgs. 152/2006, ripreso dalle Norme Tecniche di Attuazione del PTA del Veneto (art. 15 c. 2), il compito di proporre alla Regione l'individuazione delle aree di salvaguardia è affidato ai **Consigli di Bacino**⁸, ovviamente ognuno per le zone di rispettiva competenza. Il Consiglio di Bacino trasmette la proposta di individuazione agli uffici regionali che provvedono all'istruttoria e approvazione da parte della Giunta Regionale; una volta approvata, la nuova delimitazione delle aree di salvaguardia è rinviata al Consiglio di Bacino che provvederà a trasmetterla all'ARPAV, alle Province ed ai Consorzi di Bonifica competenti, nonché ai Comuni interessati.

Questi ultimi, nell'ambito delle proprie competenze, provvedono a⁹:

- a) **ricepire nei propri strumenti urbanistici** i vincoli derivanti dalla delimitazione delle aree di salvaguardia;
- b) **emanare i provvedimenti** necessari per il rispetto dei vincoli nelle aree di salvaguardia;
- c) **notificare ai proprietari** dei terreni interessati i provvedimenti di delimitazione e i relativi vincoli;
- d) **vigilare** sul rispetto dei vincoli.

In assenza dell'individuazione delle zone di rispetto, resta comunque ferma l'estensione, stabilita ai sensi dell'art. 94, comma 6 del D. Lgs. n. 152/2006 e dell'art. 15, c. 4 del Piano di Tutela delle Acque, pari a 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

⁸ Nel Veneto i **Consigli di bacino** sono stati istituiti con Legge Regionale n. 17 del 27.04.2012 in ottemperanza alla Legge n. 42 del 26 marzo 2010 che dispone l'attribuzione a nuovi enti le funzioni delle superate Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale (AATO).

⁹ Secondo le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano di Tutela delle Acque (PTA) del Veneto (art. 15 c. 3).



3 La delimitazione di Aree territoriali omogenee di riferimento (A.T.O.R.) per l'individuazione delle Aree di salvaguardia

3.1 Aree territoriali omogenee di riferimento (A.T.O.R.)

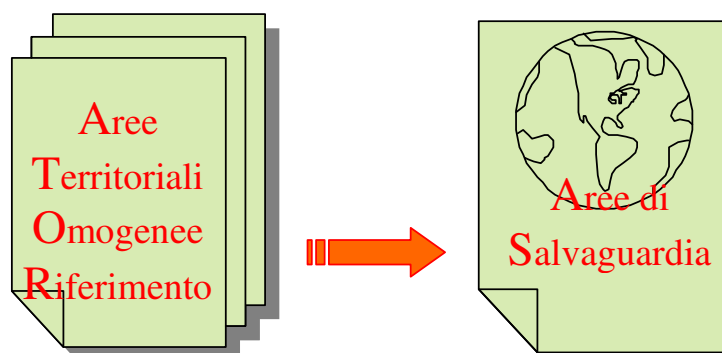
Sulla base delle peculiarità geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio veneto, dove è presente un numero elevato di opere di presa, per poter salvaguardare in modo adeguato ogni punto di captazione, è emersa la necessità di individuare **aree territoriali omogenee di riferimento (A.T.O.R.)**, all'interno delle quali le aree di salvaguardia, ed in particolare le zone di rispetto, vengono definite e delimitate con la medesima metodologia. Questo al fine di evitare l'applicazione, ad ogni singolo punto di captazione, di metodologie discrezionali, favorendo invece un approccio più generale di tipo territoriale.

Tali aree omogenee, in ognuna delle quali è ubicato un numero rilevante di pozzi e/o sorgenti, devono quindi possedere caratteristiche simili dal punto di vista idrogeologico ed essere rappresentative di una tipologia di assetto del territorio; in ognuna di queste dovrà essere utilizzato lo stesso metodo per definire le aree di salvaguardia ed in particolare le zone di rispetto.

In relazione quindi al tipo di acquifero e di conseguenza al tipo di opera di captazione realizzata vengono individuate **aree territoriali omogenee di riferimento** all'interno delle quali le aree di salvaguardia vanno delimitate in base alla stessa metodologia.

La zonazione del territorio veneto in aree territoriali omogenee di riferimento (A.T.O.R.) ha quindi diversi obiettivi, tra i quali:

- definire le aree in cui applicare i diversi criteri;
- fornire uno strumento ai Consigli di Bacino per l'individuazione dei criteri e dei metodi più idonei da usare in ciascuna area omogenea;
- supportare i geologi incaricati nell'applicazione delle varie metodologie proposte;
- facilitare il compito degli uffici istruttori nell'esame delle aree di salvaguardia proposte.



3.2 A.T.O.R. del territorio regionale

Dal punto di vista dell'assetto idrogeologico nel Veneto possiamo innanzitutto distinguere due settori:

- aree di montagna dei massicci carbonatici, con acquiferi prevalentemente in roccia dove i punti di captazione d'acqua ad uso acquedottistico sono costituiti perlopiù da sorgenti,
- aree di pianura con acquiferi alloggiati nei materiali sciolti dove i punti di captazione sono rappresentati da pozzi.

Ulteriori suddivisioni possono essere proposte in base a vari fattori/parametri, sempre comunque tra loro collegati, in quanto il tipo di assetto idro-geologico determina ovviamente il tipo di acquifero/serbatoio e quindi il tipo di captazione.

Per gli scopi di questo documento vengono quindi individuate Aree Territoriali Omogenee (A.T.O.R.) dal punto di vista dell'assetto idrogeologico (aree di montagna - dei massicci carbonatici, aree di pianura - dei materiali incoerenti e aree particolari dove sono presenti materiali di diversa natura).

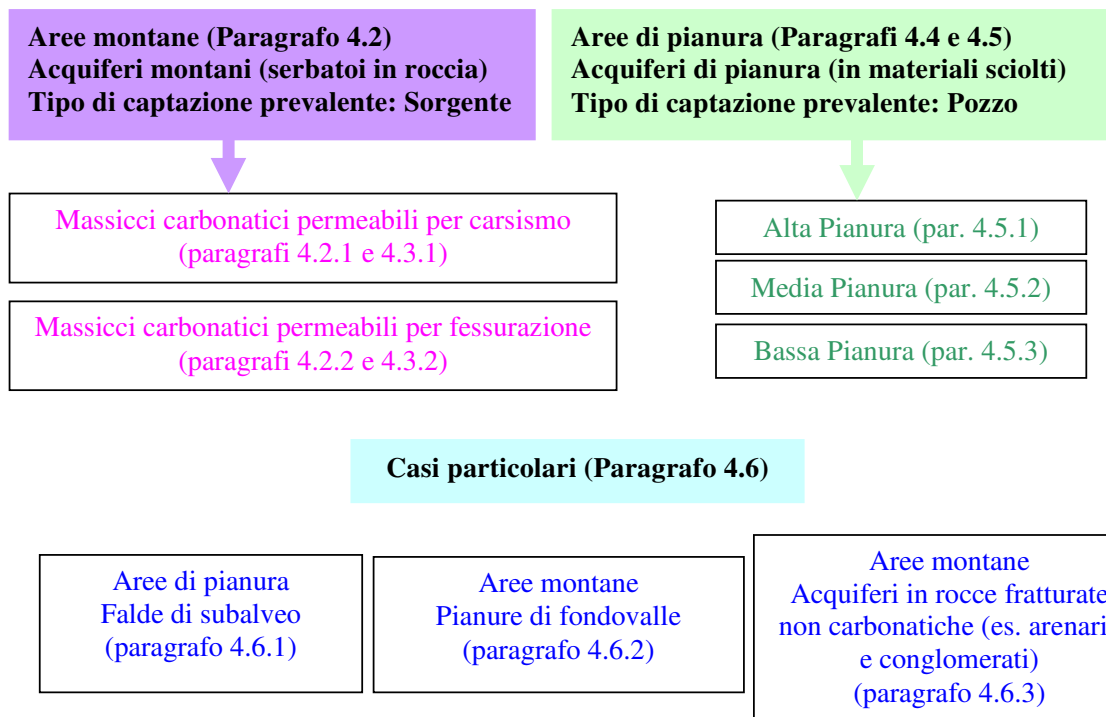
Inoltre, ai fini di applicazione dei criteri individuati per il Veneto, vengono proposti ulteriori frazionamenti, prendendo in considerazione altri/diversi aspetti. Ad esempio, nelle aree dei massicci carbonatici, viene fatta la distinzione per le diverse condizioni di permeabilità: rocce permeabili per carsismo (acquiferi carsici) e rocce permeabili per fessurazione (acquiferi fessurati). Per quanto riguarda, invece, le aree costituite da materiali incoerenti, si considera la suddivisione in termini idrogeologici in alta, media e bassa pianura. All'interno delle aree particolari sono stati inclusi i territori o le condizioni geologiche, non facenti parte delle prime due.



4 Criteri e metodologie di riferimento per l'individuazione delle aree di salvaguardia

4.1 A.T.O.R. e criteri (Schemi riassuntivi)

AREE TERRITORIALI OMOGENEE DI RIFERIMENTO (A.T.O.R.)



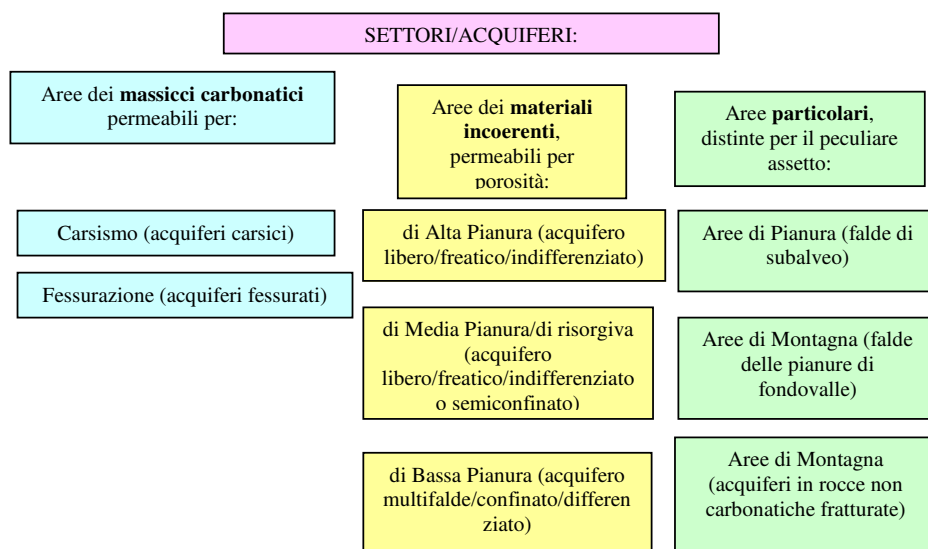
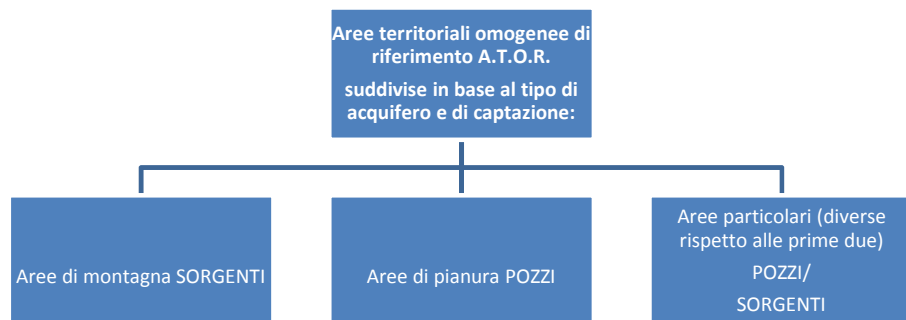


Figura 5 Schemi di definizione delle A.T.O.R. ai fini di applicazione dei criteri più adeguati per l'individuazione delle aree di salvaguardia.

I CRITERI ed i METODI proposti per le diverse aree territoriali omogenee di riferimento (A.T.O.R.) sono di carattere generale ed indicativo e non devono essere interpretati come obbligatorie; possono pertanto essere sostituiti con altri di eguale (o maggiore) precisione e affidabilità.

Qualora un Consiglio di Bacino riscontrasse delle situazioni particolari e diverse da quelle descritte e disponesse di tutti i dati ritenuti necessari e/o volesse condurre uno studio più approfondito, è autorizzato a proporre il metodo di delimitazione delle aree ritenuto più appropriato affinché venga garantita la salvaguardia ottimale della risorsa idrica, **previa** tuttavia una **verifica preliminare da parte degli enti competenti**.



4.2 Aree Montane

Riguardo alle aree montane, sono stati distinti acquiferi:

- carsici,
- fratturati in rocce carbonatiche,
- fratturati in rocce non carbonatiche.

In ogni caso il sistema di captazione considerato per questi acquiferi è la sorgente. Di seguito vengono presentati **criteri e metodologie** di riferimento per l'individuazione delle **aree di salvaguardia** (con particolare riferimento alle zone di rispetto) **delle sorgenti**, sia per gli acquiferi carsici che per quelli fessurati, in base alle aree territoriali omogenee.

Si sottolinea che per l'individuazione delle zone di rispetto delle sorgenti viene raccomandato l'uso del **criterio idrogeologico**.

Come già evidenziato nei capitoli precedenti l'obiettivo dello studio idrogeologico è la caratterizzazione dell'acquifero, ottenuta in base alle conoscenze esistenti sull'idrodinamica sotterranea nonché sui caratteri stratigrafico-strutturali.

Si possono distinguere due tipi di metodiche, la cui applicazione viene proposta anche in funzione della portata della sorgente:

- metodi speditivi, che si basano sulle conoscenze già acquisite della struttura idrogeologica e della copertura territoriale e che non richiedono specifici monitoraggi sulla sorgente e l'acquifero;
- metodi sperimentali, che necessitano di analisi e misure, più o meno dettagliate, a livello della captazione o della falda.

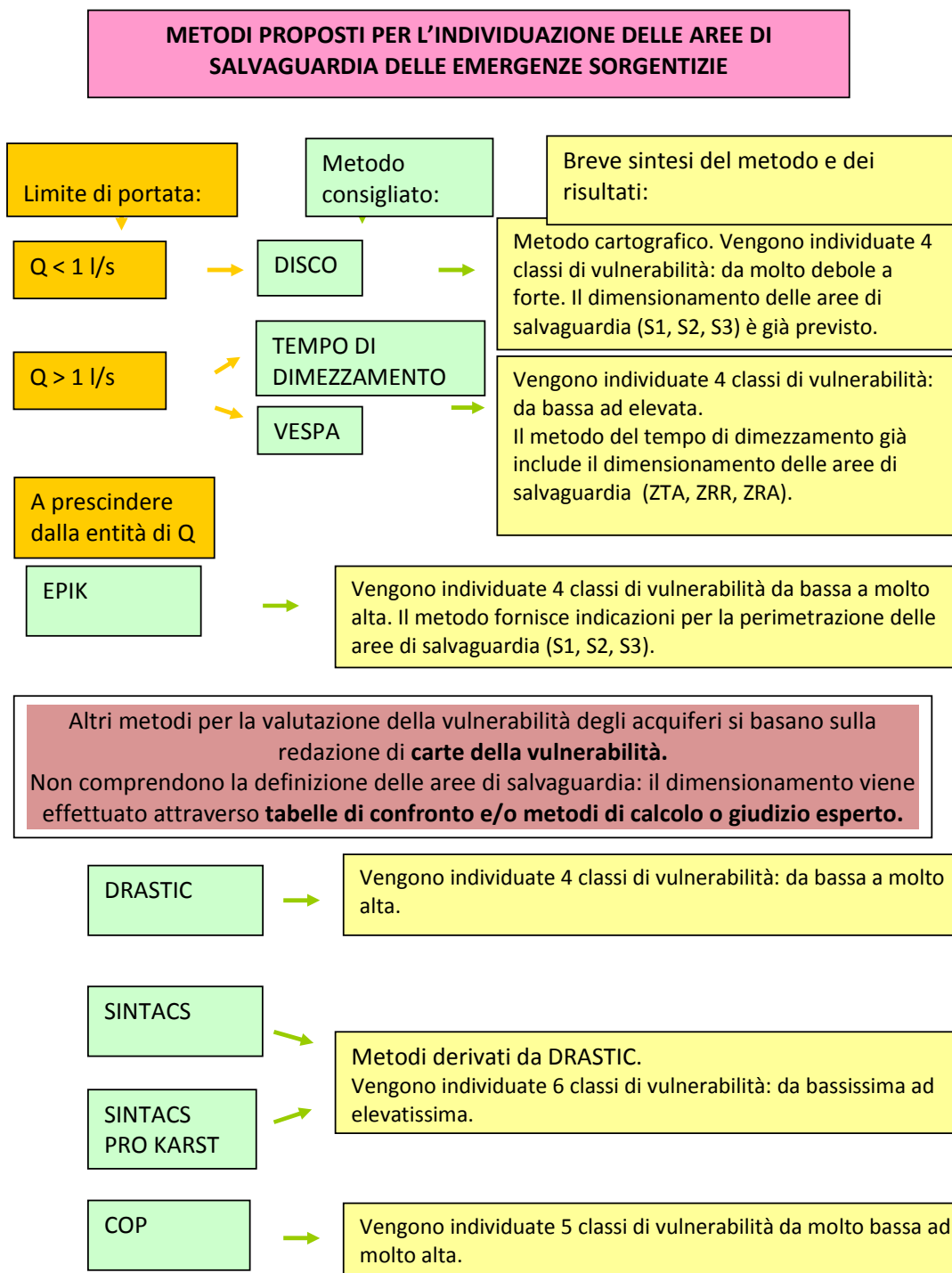
Inoltre, si possono distinguere metodi che elaborano in modo integrato i risultati delle analisi territoriali con strumenti GIS e metodi che utilizzano esclusivamente modelli matematici di calcolo.

Per le sorgenti con portate d'acqua poco significative ($Q < 1$ l/s) o discontinue, per le quali l'acquisizione dei dati risulta problematica ed eccessivamente onerosa in termini di rapporto costi-benefici, è consigliabile l'utilizzo dei metodi speditivi. Un esempio di questo tipo di metodologia può essere il metodo **DISCO**, proposto in una forma **semplificata** (la descrizione dettagliata viene sviluppata nell'*allegato II*).

Il secondo gruppo è riferito a metodi più complessi, per i quali il dimensionamento delle aree da tutelare viene basato sulla valutazione della **vulnerabilità intrinseca** dell'area di alimentazione della sorgente. Una volta determinate le classi di vulnerabilità si passa al dimensionamento delle aree di salvaguardia. Si propone di applicare questo secondo gruppo di metodologie alle sorgenti con portate di una certa rilevanza ($Q > 1$ l/s), dove sono disponibili dati derivanti dal monitoraggio delle portate. In questo caso è necessario disporre del monitoraggio delle sorgenti per una durata minima di almeno un anno idrologico.



Come esempio di questo gruppo di metodologie viene citato il metodo **VESPA**. In alternativa si può usare il metodo **SINTACS PRO KARST integrato** (la descrizione dettagliata viene sviluppata nell'*allegato II*).



4.2.1 MASSICCI CARBONATICI PERMEABILI PER CARSISMO (ACQUIFERI CARSICI)

La carsificazione è il risultato di un insieme di processi che, pur sviluppandosi piuttosto lentamente, generano in superficie e nel sottosuolo forme particolari che conferiscono peculiari caratteristiche di permeabilità all'ammasso roccioso.

In tutte le aree carsificate, in superficie e nel sottosuolo, si creano complesse disomogeneità che danno agli acquiferi un'elevata anisotropia ed una notevole eterogeneità.

Ai fini delle presenti linee guida si richiama la seguente suddivisione: si distinguono 3 tipi di carsismo in funzione del tempo di esposizione agli agenti atmosferici (Civita, 1975), descritti di seguito¹⁰ e schematizzati nelle figure sotto riportate:

- *carso maturo o holokarst* (Figura 6)
- *carso avanzato* (Figura 7)
- *carsismo giovane* (Figura 8)

Carso maturo – è caratterizzato da carsismo molto evoluto, con doline di dissoluzione ampie e profonde, presenza di doline di crollo, campi solcati frequenti e diffusi. Sono presenti tutte le forme di dissoluzione superficiale, nel sottosuolo invece sono frequenti i pozzi di percolazione e le cavità orizzontali evolute. Caratteristica è la scarsa copertura terrosa – detritica che rende l'acquifero altamente vulnerabile. La parte più superficiale dell'idrostruttura (epikarst) è molto evoluta e potente.

L'**apparato sorgentifero** è perenne e unico oppure consiste in un areale sorgentifero importante. La rete ipogea è formata da uno o pochi dreni dominanti alimentati da un reticolo a dreni principali molto evoluti, che a loro volta si alimentano da dreni diffusi e minuti.

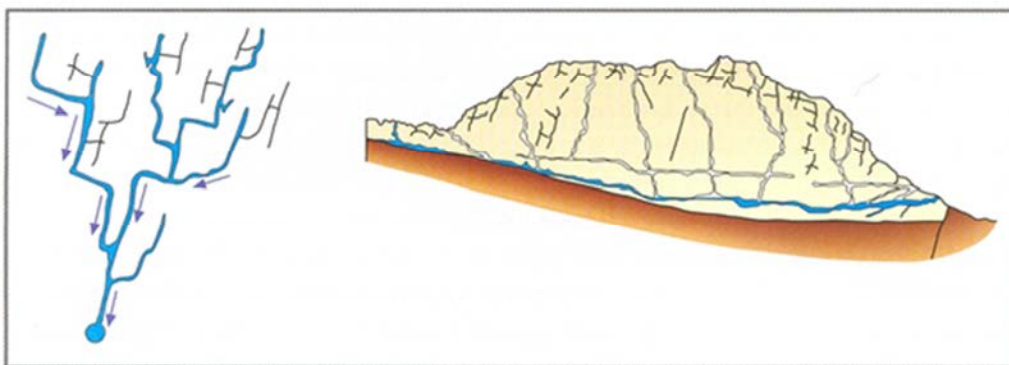


Figura 6 Schema teorico di reticolo carsico in un carso maturo (dreno dominante).

Carso avanzato – carsismo superficiale evoluto, con doline di dissoluzione anche ampie e profonde, campi solcati e/o altre forme di carsismo superficiale. L'epikarst è ben sviluppato ed evoluto.

Le **sorgenti** sono poche e a regime perenne. Le cavità invece, sono prevalentemente a galleria, mentre il reticolo ipogeo è a dreni principali evoluti e interdipendenti.

¹⁰ Regione del Veneto, Aurighi et alii "Carte di vulnerabilità delle acque sotterranee dell'Altopiano dei Sette Comuni", 2006.



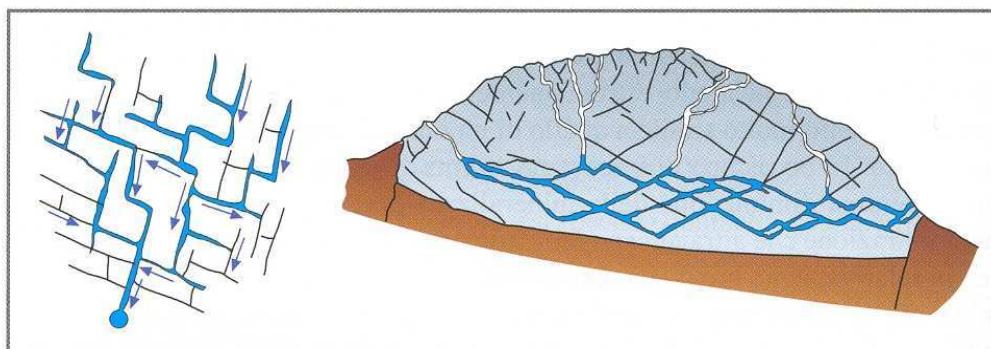


Figura 7 Schema teorico di reticolo carsico in un carso poco maturo (dreni interdipendenti).

Carso giovane – si distingue per il carsismo incipiente diffuso con doline di dissoluzione poco profonde, poche cavità degne di nota. Le emergenze idriche sono prevalentemente di scarsa portata e/o diffuse. E' caratterizzato dalla mancanza di dreni ipogei organizzati. L'acquifero è paragonabile a quelli permeabili per fessurazione o porosità. L'epikarst non è molto sviluppato né evoluto.

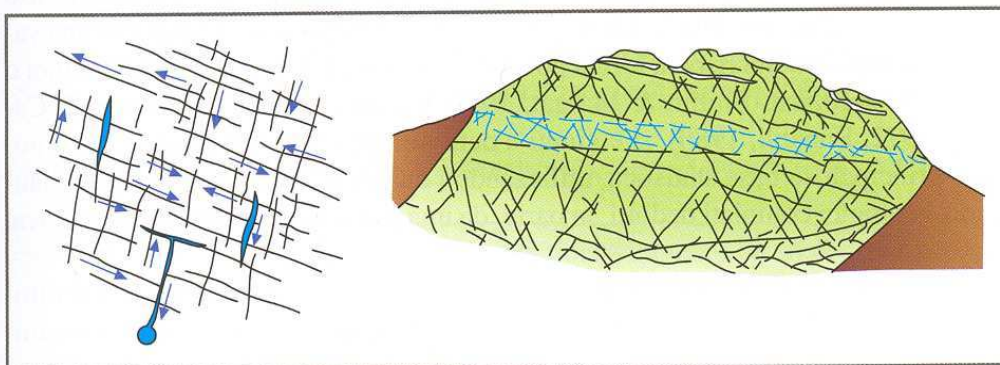


Figura 8 Schema teorico di reticolo carsico in un carso iniziale (circolazione diffusa).



Le aree carsiche nel Veneto¹¹¹²¹³¹⁴ - *sintesi*

Nel Veneto i fenomeni carsici hanno interessato rocce sedimentarie (calcari, calcari marnosi, dolomie) di età diversa generando una grande varietà di forme e paesaggi, sviluppati in ambienti molto differenti tra loro: l'alta montagna dolomitica, gli altopiani prealpini, i rilievi collinari.

Alcune di tali zone (le più importanti) vengono evidenziate in Figura 9.

I principali acquiferi carsici nel Veneto sono presenti nella fascia prealpina nelle seguenti aree:

- Monti Lessini,
- Altopiano dei Sette Comuni,
- Massiccio del Monte Grappa,
- Altopiano del Cansiglio.

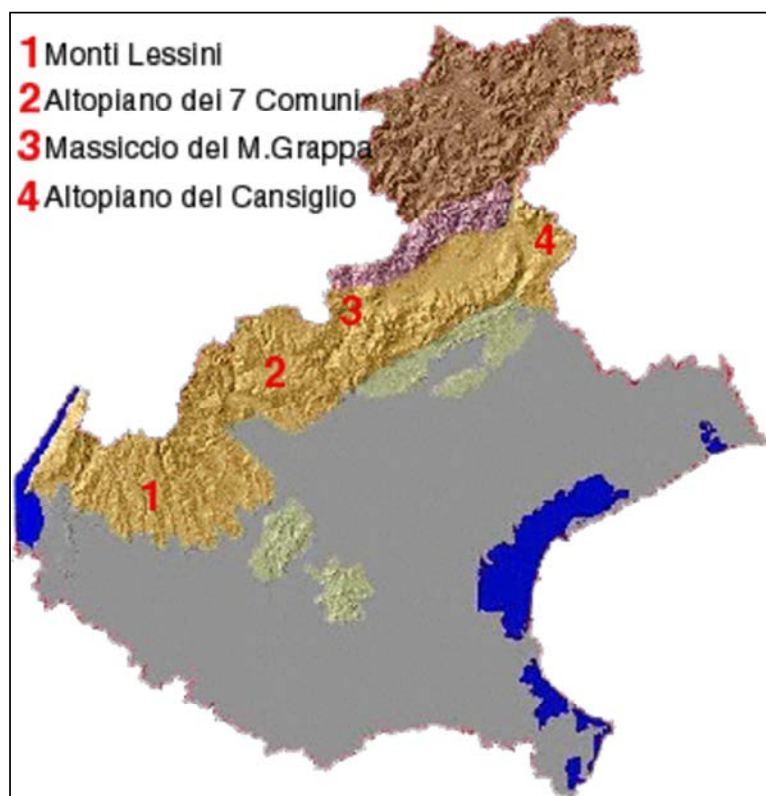


Figura 9 Principali aree con acquiferi carsici nel Veneto.

¹¹ Regione del Veneto, Aurighi et alii "Grotte del Veneto – Il Catasto regionale".

¹² Regione del Veneto, Aurighi et alii "Carta di vulnerabilità delle acque sotterranee dell'Altopiano dei Sette Comuni", ottobre 2006.

¹³ Regione del Veneto, Astori et alii "Carta litologica e carta idrogeologica dei Monti Grappa e Cesen", ottobre 2006.

¹⁴ Regione del Veneto - Mietto e Sauro, "Grotte del Veneto", 2000.



Nelle Prealpi Venete, in particolare, il carsismo è molto ben sviluppato, soprattutto quello ipogeo, caratteristica del carso maturo ed avanzato. Lo prova il grandissimo numero di grotte censite (più di 7000 in tutto il territorio veneto), molte delle quali ospitano una tavola d'acqua.

La maggior parte delle cavità si trova nel Veneto centro-occidentale: Monti Lessini, Monti Berici e Altopiani vicentini, con un massimo nell'Altopiano dei Sette Comuni, in maggior misura nella sua parte settentrionale; altre zone ad elevata densità risultano essere i Colli Berici, le Vette Feltrine e la zona del Monte Grappa. La bassa densità risultante nell'area dei Lessini, nonostante siano il secondo massiccio carsico del Veneto per numero di grotte, è dovuta alla notevole superficie che ricoprono rispetto agli altri massicci carsici.

Il fenomeno carsico in particolare è ben sviluppato e da tempo ben conosciuto in tali aree grazie ad una lunga storia esplorativa. Le due aree (Monti Lessini ed Altopiano dei Sette Comuni) complessivamente hanno più di 3000 cavità, con uno sviluppo totale di circa 85.000 metri. Il 60% delle cavità ha una lunghezza compresa tra 10 e 50 metri, si tratta in genere piccole cavità formate da un unico pozzo o da una serie di salti successivi; nei Monti Lessini solo il 10% delle cavità supera i 100 metri di sviluppo, la percentuale si abbassa ulteriormente nell'Altopiano dei Sette Comuni (6%). Entrambe le aree presentano un grado di carsismo avanzato o maturo.

Va tuttavia tenuto presente che, come detto, il processo di carsificazione è molto lento, per cui man mano che il fenomeno progredisce, si crea una specie di gerarchizzazione dei reticoli. In particolare va ricordato che, quando ci si trova in presenza di un carso maturo, l'idrostruttura ha contemporaneamente volumi a carsismo maturo, volumi a carsismo avanzato e volumi a carsismo giovane. L'idrostruttura carsica è quindi da ritenere decisamente non omogenea e non isotropa dal punto di vista della permeabilità.

Considerata l'estensione dei massicci calcarei del territorio prealpino e alpino, gli acquiferi carsici rappresentano importantissime riserve idropotabili, seppur ancora scarsamente sfruttate. In un prossimo futuro, se adeguatamente tutelate, in vista del crescente fabbisogno idrico, potrebbe essere previsto un loro sfruttamento più intensivo. Le sorgenti nel carso veneto spesso sono collocate in corrispondenza del livello di base o di un limite di permeabilità, frequentemente con portate anche elevate ma molto variabili in base agli andamenti pluviometrici.

Per quanto riguarda l'**Altopiano dei Sette Comuni**, il complesso sorgentizio certamente più importante è quello di Oliero con il Cogol dei Siori ed il Cogol dei Veci, due sorgenti vicine situate ad un'altitudine di circa 150m s.l.m. Complessivamente, in corrispondenza della traversa sul Torrente Oliero ubicata subito a valle della confluenza delle sorgenti transitano, secondo Dal Prà & Stevan (1969), in media quasi 11 m³/s. Però rapidissime variazioni di portata rendono tali sorgenti oggetto di particolare attenzione sotto il profilo della valutazione della vulnerabilità. Nell'Altopiano si trovano sorgenti in quota di modesta portata che vengono in parte sfruttate a scopo idropotabile (Piana di Marcesina, Val Renzola).

Nei **Monti Lessini** sono state censite alcune centinaia di sorgenti di modesta portata in quota, che comunque non riescono a soddisfare il fabbisogno idrico locale. Alla base dei Lessini (60 m s.l.m.) si trovano le sorgenti di origine carsica di Montorio Veronese che hanno una portata complessiva media di circa 5.000 litri al secondo.



All'interno del **Massiccio del Monte Grappa e del Monte Cesen** le sorgenti sono distribuite lungo le principali incisioni tra 173 e 1089 m di quota, con una frequenza maggiore tra i 200 e 500 m s.l.m. Quelle a quote più elevate sono del tutto trascurabili come portata, ad eccezione di quella del Bus di Refòss (temporanea), presso Paderno del Grappa. A quote inferiori emergono sorgenti a regime perenne; tra le più importanti si citano i Fontanazzi di Cismon e i Fontanazzi di San Nazario di Solagna ad Ovest, le sorgenti Bislonga e Tegorzo ad Est. Nella zona del Monte Cesen, oltre alla sorgente Fium, esistono solo poche emergenze di bassa portata, pari a circa 3 l/s. Quasi tutte sono captate da acquedotti pubblici.

Anche l'**Altopiano del Cansiglio** si contraddistingue per la scarsità di sorgenti in quota. Le principali sorgenti, dalle quali trae origine il fiume Livenza, si trovano a quote comprese tra 30 e 50 m s.l.m., la portata media è di circa 11.000 litri al secondo; le due più importanti sono la Santissima del Livenza e il Gorgazzo, in territorio friulano.

Nella Tabella 1 sono riportate le **portate medie indicative** per le principali sorgenti carsiche del Veneto sfruttate da parte degli acquedotti.

N°	CONSIGLIO DI BACINO	COMUNE	DENOMINAZIONE PRESA	PORTATA l/s
1	Veneto Orientale	Vas	Fium	1716
2	Dolomiti Bellunesi	Longarone	Sorgenti Desedan	1460
3	Dolomiti Bellunesi	La Valle Agordina	Val Clusa	475
4	Brenta	Cismon del Grappa	Sorgente Fontanazzi	306*
5	Veneto Orientale	Alano di Piave	Salet	285
6	Veneto Orientale	Quero	Tegorzo	250*
7	Dolomiti Bellunesi	Auronzo di Cadore	Meduce	250
8	Dolomiti Bellunesi	Cortina d'Ampezzo	Forame	200
9	Dolomiti Bellunesi	Zoldo Alto	Sorgente del Maè Alta	200
10	Veneto Orientale	Vittorio Veneto	Sorgente Negrisiola (Galleria Filtrante)	185*
11	Veneto Orientale	Vittorio Veneto	Belvedere	138*
12	Dolomiti Bellunesi	Forno di Zoldo	Malisia	119
13	Dolomiti Bellunesi	Sedico	SX Val Vescovà	102

Tabella 1 Sorgenti con Q > 100 l/s utilizzate a scopo acquedottistico.¹⁵

* portate fornite dai relativi Gestori.

¹⁵ Regione Veneto, ARPAV, "Atlante delle sorgenti del Veneto", 2007. Si tratta di sorgenti aventi altro indice di variabilità, altri valori possono essere ricavati da: ARPAV – Monitoraggio Acque sotterranee, Sorgenti, anno 2011.



4.2.2 MASSICCI CARBONATICI PERMEABILI PER FESSURAZIONE (ACQUIFERI FESSURATI)

Qui il sistema idrogeologico è costituito in prevalenza da rocce permeabili per fessurazione, non carsificate o con carsismo sviluppato solo in superficie, in assenza, quindi, di condotti e pozzi collegati direttamente ad un sistema di cavità evoluto. Le acque sotterranee circolano prevalentemente in fratture e discontinuità, sia di origine meccanica, sia prodotte processi da dissoluzione chimica, i serbatoi rocciosi sono piuttosto compatti, la permeabilità è piuttosto limitata e le emergenze sorgentizie sono caratterizzate da scarse portate.

Una rappresentazione schematica del sistema di permeabilità per fessurazione viene rappresentata nella seguente Figura 10.

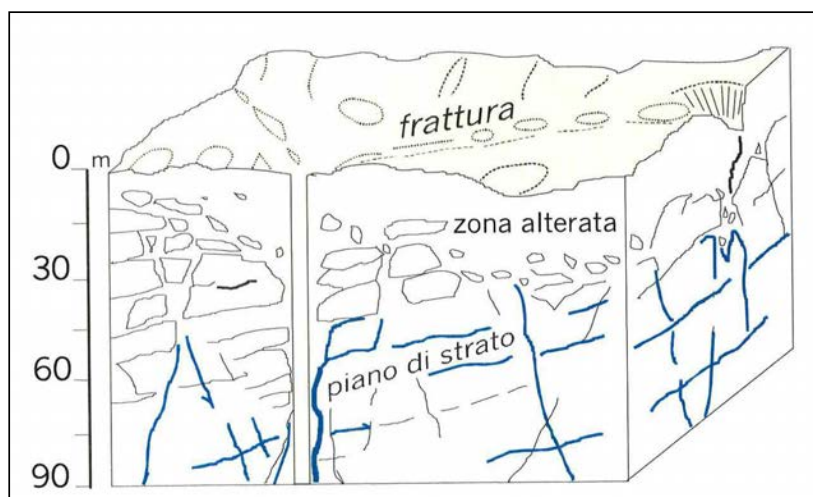


Figura 10 Aree a diversa permeabilità nelle rocce calcaree fratturate.¹⁶

Si tratta dei massicci carbonatici dell'area dolomitica delle Alpi Venete: soprattutto rocce del mesozoico ed in particolare rocce sedimentarie carbonatiche, con vaste aree di affioramento nella catena alpina.

Sono largamente diffuse nella parte centrale e settentrionale del Veneto. In particolare esse affiorano in tutto il loro sviluppo nel settore dolomitico (Ampezzano, Cadore, Agordino, Zoldano) e nell'area di Recoaro – Schio – Posina.

¹⁶ A. Fileccia, Corso di Idrogeologia applicata all'Università di Trieste – Acquiferi rocciosi fratturati ed acquiferi carsici.



4.3 Criteri proposti per le Aree Montane

Di seguito vengono presentati **criteri e metodologie** di riferimento per l'individuazione delle **aree di salvaguardia** (con particolare riferimento alle zone di rispetto) **delle sorgenti**, sia per gli acquiferi carsici che per quelli fessurati, in base alle aree territoriali omogenee.

Per l'individuazione delle zone di rispetto delle sorgenti viene raccomandato l'uso del **criterio idrogeologico**.

Come già evidenziato nei capitoli precedenti l'obiettivo dello studio idrogeologico è la caratterizzazione dell'acquifero, ottenuta in base alle conoscenze esistenti sull'idrodinamica sotterranea nonché sui caratteri stratigrafico-strutturali dell'acquifero.

Vengono proposte alcune metodologie per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle sorgenti, sempre riferite al criterio idrogeologico. In particolare, vengono individuati due gruppi di metodiche, applicabili alle sorgenti e riferite sia agli acquiferi carsici sia a quelli fessurati (vedi fig.11).

Il primo gruppo comprende metodologie più speditive e viene applicato alle sorgenti per le quali l'acquisizione dei dati risulta problematica ed onerosa. Ci si riferisce qui soprattutto alle sorgenti con portate poco significative ($Q < 1$ l/s). Un esempio di questo tipo di metodologia può essere il metodo **DISCO**, proposto in una forma **semplificata** (la descrizione dettagliata viene sviluppata nell'*allegato II*).

Il secondo gruppo è riferito a metodi più complessi, per i quali il dimensionamento delle aree da tutelare viene basato sulla valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'area di alimentazione della sorgente. Una volta determinate le classi di vulnerabilità si passa al dimensionamento delle aree di salvaguardia.

Si propone di applicare questo secondo gruppo di metodologie alle sorgenti con portate di una certa rilevanza ($Q > 1$ l/s), dove sono disponibili dati derivanti dal monitoraggio delle portate. In questo caso è necessario disporre del monitoraggio delle sorgenti per una durata minima di almeno un anno idrologico. Come esempio di questo gruppo di metodologie viene citato il metodo **VESPA**. In alternativa si può usare il metodo **SINTACS PRO KARST integrato** (la descrizione dettagliata viene sviluppata nell'*allegato II*).



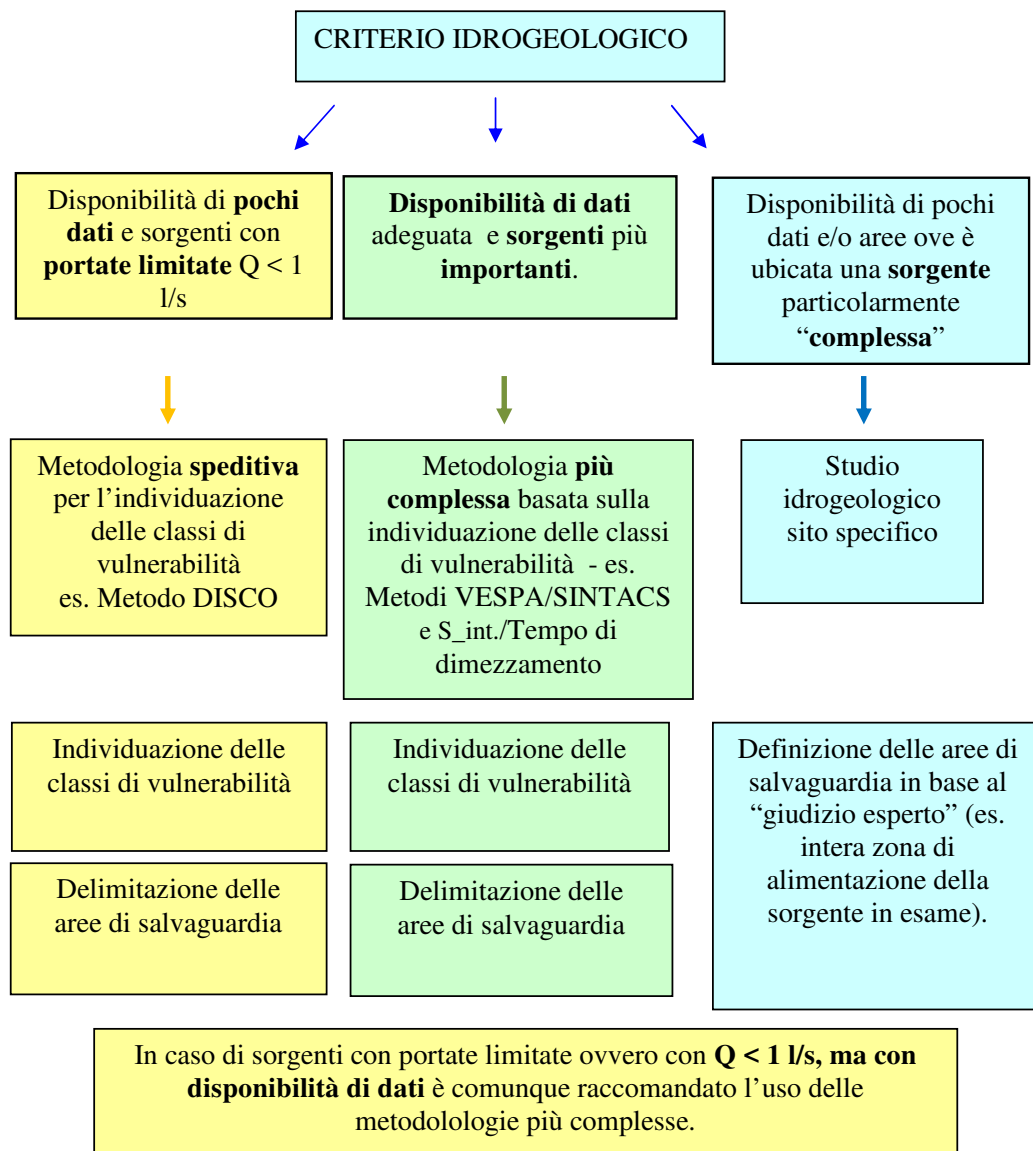


Figura 11 Schema riassuntivo delle famiglie di metodologie individuate nell'ambito del criterio idrogeologico, distinte in base al numero dei dati disponibili e dell'importanza della sorgente.



4.3.1 ACQUIFERI CARSICI

Per questa tipologia di acquifero si propone di utilizzare varie metodologie, comunque sempre riferite al ⇒ Criterio Idrogeologico

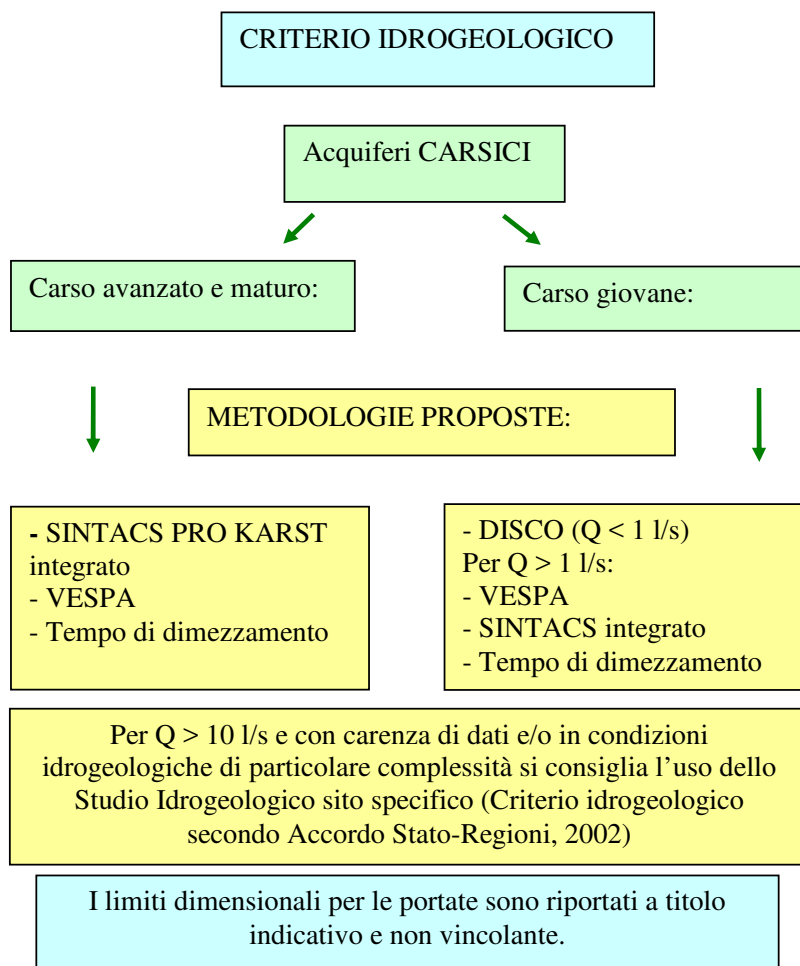


Figura 12 Metodiche proposte per la definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti che captano acquiferi carsici, divise in base al tipo di carsismo.

Carso avanzato e carso maturo

Metodologie: SINTACS PRO KARST integrato/ VESPA / Tempo di dimezzamento

Per sorgenti localizzate in massicci ove il carsismo si presenta ad uno stadio avanzato e maturo si propone l'utilizzo del CRITERIO IDROGEOLOGICO, basato sulla valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero. All'interno di tale criterio vengono proposte alcune metodologie che agevolano la definizione delle aree di salvaguardia.

In particolare, si tratta del metodo SINTACS PRO KARST (Cucchi et al., 2004), che introduce modifiche al SINTACS tradizionale tenendo conto della complessità del



fenomeno carsico. Tale metodo viene successivamente **integrato** assegnando alle varie classi di vulnerabilità una proposta di delimitazione per le aree di salvaguardia. Vengono inoltre, raccomandati altri metodi quali: VESPA (Vulnerability Estimation for Springs Protection Areas) o il metodo del Tempo di dimezzamento (Civita,1988) nei quali è stata già prevista la delimitazione delle aree di salvaguardia in base alle classi di vulnerabilità.

Per la descrizione dettagliata delle metodologie proposte si rimanda *all'allegato II*.

Carso giovane

Metodologie: DISCO/ VESPA/ SINTACS integrato / Tempo di dimezzamento

L'acquifero è paragonabile a quelli permeabili per fessurazione. Di conseguenza l'identificazione delle aree di salvaguardia viene effettuata secondo i criteri descritti nel paragrafo successivo, riguardante gli acquiferi fessurati.

In alternativa, si propone di usare il metodo SINTACS per la valutazione della vulnerabilità seguito da assegnazioni della perimetrazione delle aree di salvaguardia così come proposto in *allegato II*.

4.3.2 ACQUIFERI FESSURATI

Anche per questa tipologia di acquifero si propone di utilizzare varie metodologie, comunque sempre riferite al ⇒ Criterio Idrogeologico.

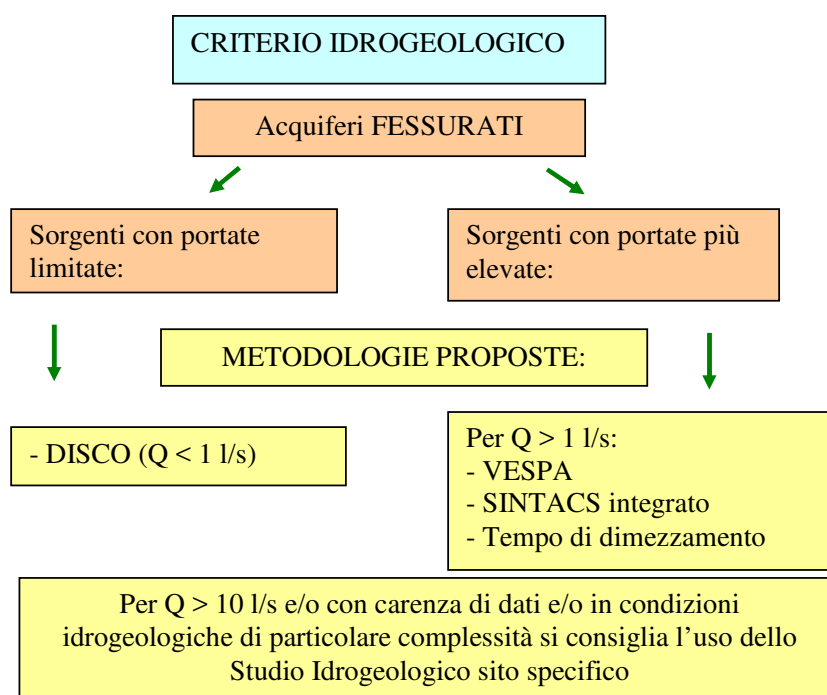


Figura 13 Metodiche proposte per la definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti che captano acquiferi carsici, divise in base alla portata delle sorgenti.



Sorgenti con Portate Limitate

Metodologia: DISCO¹⁷

Il metodo proposto è indicato per l'identificazione delle zone di rispetto degli attingimenti da sorgenti in aree ove vi è scarsa disponibilità di dati e per sorgenti con portate basse ($Q < 1$ l/s). Tra i vari metodi analizzati è quello che sembra rispondere maggiormente ad esigenze temporali e di economicità.

Questo metodo considera i fattori geologici e idrogeologici determinano l'andamento dell'acqua nell'acquifero fessurato. La valutazione di due o tre parametri (**DIS**continuità, **CO**pertura di protezione, e se del caso, ruscellamento) permette di caratterizzare il trasporto di un agente inquinante da un punto qualsiasi del bacino d'alimentazione fino all'arrivo alla captazione. L'analisi di questi parametri permettono di determinare un fattore di protezione naturale F per ogni punto del bacino d'alimentazione della captazione. Le zone S sono in seguito definite tramite una relazione d'equivalenza tra il fattore di protezione F e le zone $S1$, $S2$ e $S3$.

- $S1$: zone con un fattore di protezione naturale o molto debole (vulnerabilità particolarmente elevata),
- $S2$: zone con un fattore di protezione naturale debole (vulnerabilità elevata),
- $S3$: zone con un fattore di protezione naturale medio (vulnerabilità media).

DOVE la zona $S1$ viene nel nostro caso assimilata alla zona di tutela assoluta, mentre le zone $S2$ e $S3$ sono le zone di rispetto (ristretta ed allargata).

Per una descrizione di dettaglio vedi *allegato II*.

Sorgenti con Portate Medie ed Elevate

Metodologie: VESPA/ TEMPO DI DIMEZZAMENTO / SINTACS PRO KARST integrato o analisi sito specifica

Per punti d'acqua (sorgenti) aventi portate più elevate, si propone di applicare metodi basati sull'analisi della vulnerabilità intrinseca più completi (ad esempio con il metodo VESPA, oppure il metodo SINTACS PRO KARST, o Tempo di dimezzamento ecc.) e successiva delimitazione delle aree di salvaguardia attraverso tabelle di confronto e/o metodi calcolo o giudizio esperto (vedi *allegato II*).

STUDIO IDROGEOLOGICO sito specifico:

Nel caso di sorgenti con **portate uguali o maggiori a 10 l/s**, con carenza di dati e/o in condizioni di particolare complessità geologica, vista la rilevanza della sorgente, si suggerisce di eseguire uno studio idrogeologico sito specifico (così come suggerito dall'Accordo Stato-Regioni, 2002) ricavando i dati sperimentalmente.

¹⁷ GUIDE PRATIQUE, Délimitation des zones de protection des eaux souterraines en milieu fissuré
Publié par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP et par l'Office fédéral des eaux et de la géologie OFEG Berne, 2003.



In sintesi

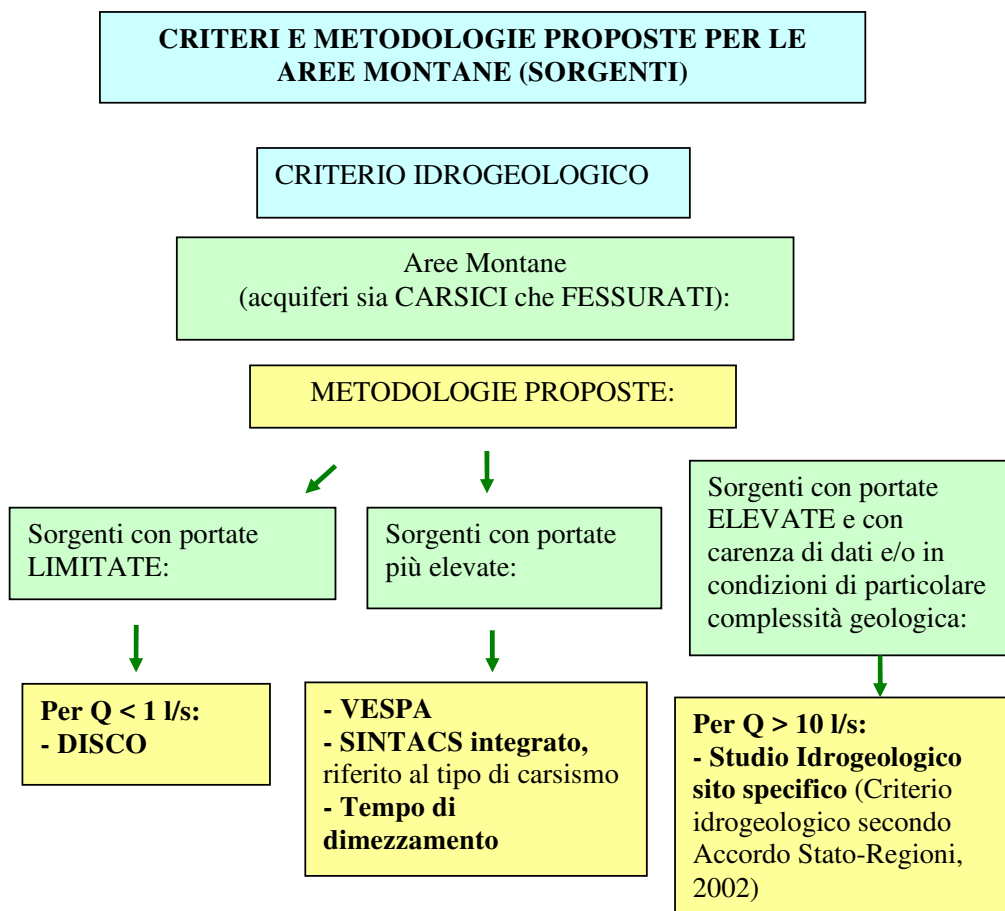


Figura 14 Criteri e metodologie proposte per le aree montane (sorgenti).



4.4 Aree di Pianura/Acquiferi della Pianura Veneta

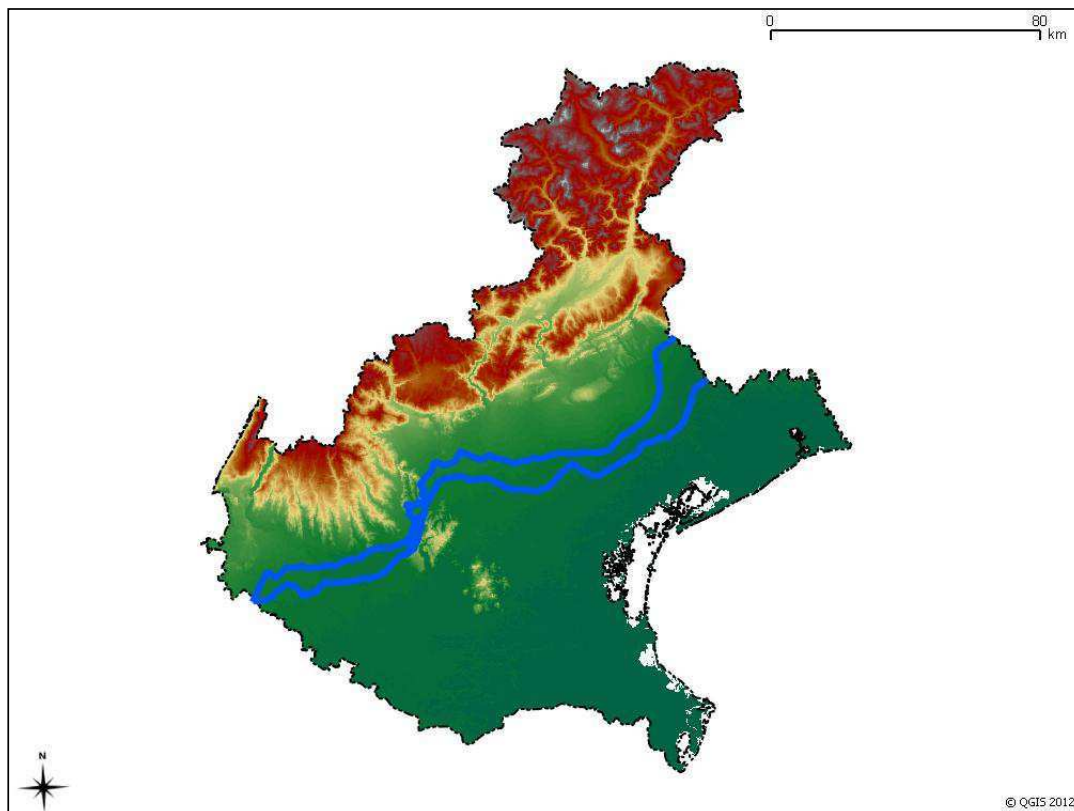


Figura 15 Regione Veneto con i limiti delle risorgive.

Per una descrizione più completa si rimanda *all'allegato I*

I territori che si trovano al di sopra del limite superiore della linea azzurra (delle risorgive o fontanili) di Figura 15 fanno parte della cosiddetta alta pianura veneta, sede dell'acquifero non confinato, quelli all'interno della fascia delle risorgive sono individuati come zone di media pianura. L'area a sud della fascia delle risorgive è la bassa pianura veneta, il cui sottosuolo ospita il complesso sistema acquifero differenziato multifalde.

Questa suddivisione a macroscale, basata sulle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, è utile per l'individuazione, nelle zone di pianura, delle aree territoriali omogenee di riferimento (A.T.O.R.), ove applicare i diversi criteri per l'individuazione delle aree di salvaguardia.

Di seguito viene delineato un semplice schema.




	Fasce geografiche (Suddivisione idrogeologica)	Aree territoriali omogenee di riferimento (A.T.O.R.):		
Falda/acquifero libero/non confinato/freatico dello spessore di decine e anche di centinaia di metri.	Alta Pianura (zona di ricarica)		Veneto Occidentale	Veneto Orientale
	1a Alta pianura occidentale costituita dal sistema del megafan dell'Adige	1b Alta pianura orientale costituita dai sistemi di megafan di Brenta, Piave e Tagliamento pp.	1 di Alta pianura	
Fascia delle risorgive in cui le acque sotterranee di alta pianura in parte vengono a giorno e danno origine ai corsi d'acqua di risorgiva , in parte alimentano un sistema di falde profonde confinate.	Media Pianura (zone delle risorgive)		2 di Media Pianura	
Sistema multifalde , con più acquiferi sovrapposti, confinati, spesso in pressione, a potenzialità variabile, protetti verso l'alto e separati tra loro da livelli argillosi o argilloso limosi, praticamente impermeabili.	Bassa Pianura		3 di Bassa Pianura	

Tabella 2 Schema di divisione della Pianura Veneta in aree territoriali di riferimento, differenti dal punto di vista idrogeologico.

La situazione più delicata si presenta nell'area dell'Alta Pianura, dove vi è la presenza del numero più elevato di pozzi ad uso acquedotti stico ed inoltre il contesto idrogeologico è più fragile dal punto di vista della vulnerabilità. Proprio in quest'area, che si estende dal fiume Tagliamento ad est fino all'area del Garda-Mincio ad ovest, il sottosuolo è prevalentemente ghiaioso, per spessori anche di qualche centinaio di metri e deriva dalla sovrapposizione diretta delle grandi conoidi alluvionali depositate dai fiumi Adige, Leogra, Astico, Brenta e Piave (nella parte Veneta) e prosegue in Friuli Venezia Giulia, come si vede nello schema rappresentato nella Figura 16.



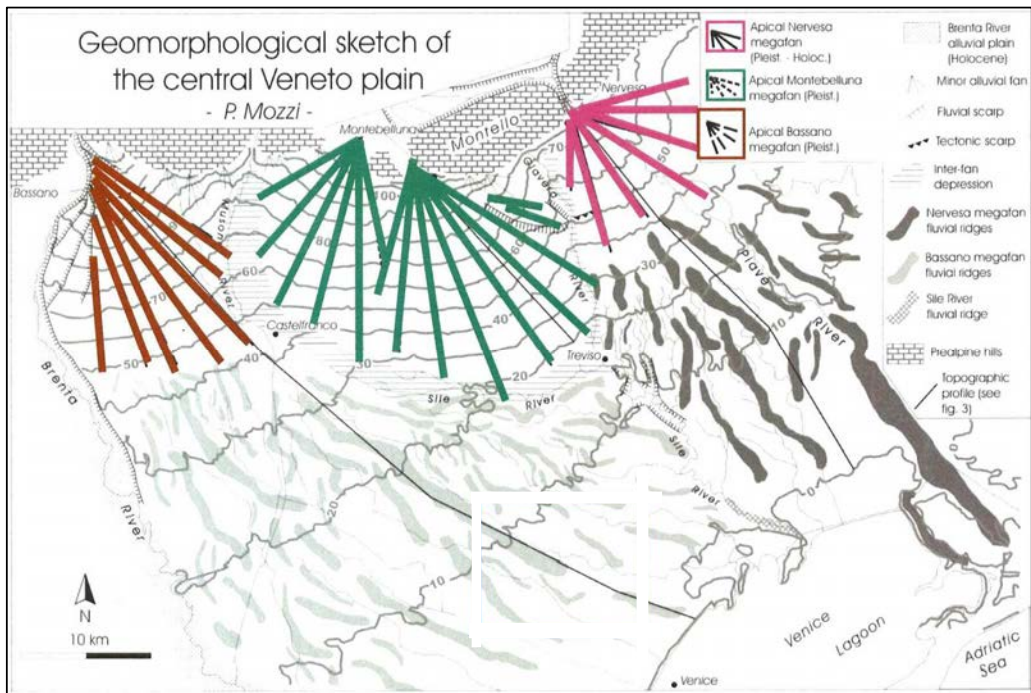


Figura 16 Schema dei sistemi deposizionali della pianura Veneto Friulana.¹⁸

¹⁸ P. Mozzi, Università degli Studi di Padova, Presentazione: Inquadramento geologico e geomorfologico della zona di ricarica degli acquiferi della pianura veneto-friulana, 2005.



4.5 Criteri proposti per le Aree di Pianura

Il fabbisogno idrico nella Pianura Veneta è prevalentemente soddisfatto dai prelievi di acque sotterranee tramite pozzi. Sono molto limitati i prelievi provenienti da fonti superficiali (attingimenti da fiumi, laghi, canali etc.) e pertanto non vengono trattati. Per l'individuazione e la delimitazione delle aree di salvaguardia, sono di fondamentale importanza le considerazioni sull'assetto idrogeologico della pianura, descritto nella parte I (Figura 17), nel contesto del quale vengono applicati i criteri proposti nell'Accordo della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome, 12 dicembre 2002.

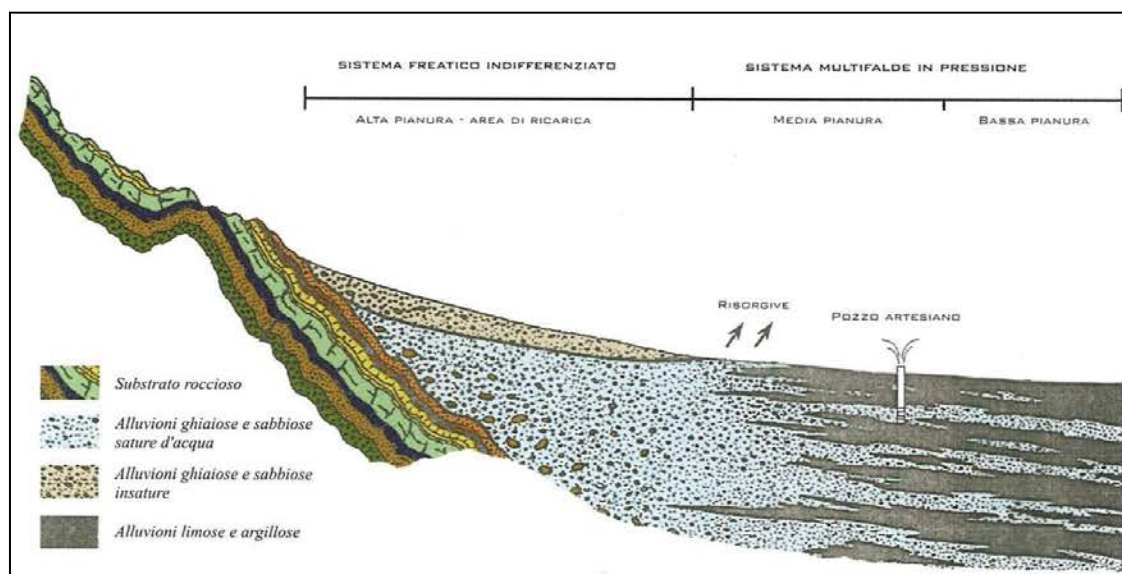


Figura 17 Modello idrogeologico della Pianura Veneta. La figura rappresenta una sezione-tipo della pianura con direzione N-S.

In particolare, viene qui indicato l'uso del criterio cronologico e del criterio geometrico che viene proposto come opzione primaria da applicare per gli acquiferi protetti. Il criterio idrogeologico viene indicato nei casi più complessi, e/o ove la struttura idrogeologica non è ben nota. In Figura 18 viene indicativamente presentato uno schema delle A.T.O.R di pianura con la proposta di applicazione dei criteri per la definizione delle aree di salvaguardia dei pozzi ad uso idropotabile.



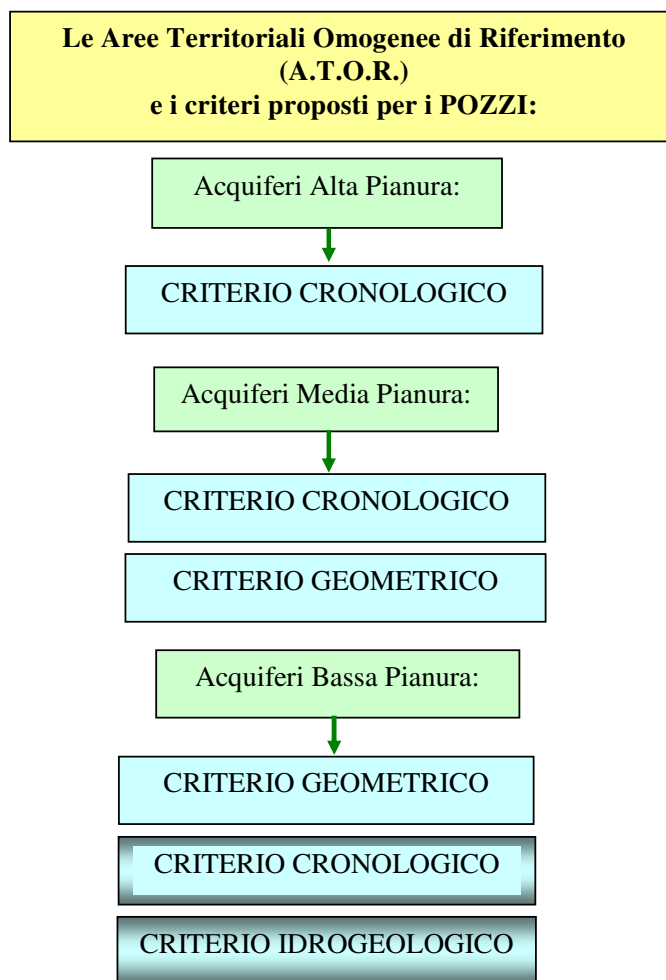


Figura 18 Schema delle A.T.O.R di pianura con la proposta di applicazione dei criteri per la definizione delle aree di salvaguardia dei pozzi ad uso idropotabile.



4.5.1 AREE DI ALTA PIANURA, PERMEABILI PER POROSITÀ (ACQUIFERO LIBERO/FREATICO/INDIFFERENZIATO)

Alta pianura ⇒ Criterio Cronologico

Il particolare assetto stratigrafico dell'alta pianura, con depositi ghiaiosi prevalenti e con un'unica falda libera/non confinata, rende quest'ultima molto vulnerabile all'inquinamento, anche di aree vaste, in ragione delle alte velocità di falda che questo assetto determina.

Inoltre, l'alimentazione dell'acquifero indifferenziato, assicurata soprattutto dalle attività irrigue e dal processo di dispersione in alveo dei fiumi veneti, la espone ulteriormente ai rischi di contaminazione. Per questo motivo l'identificazione e la delimitazione delle aree di salvaguardia ed in particolare delle zone di rispetto in queste aree è di particolare importanza e devono essere predisposte con la massima cura per poter garantire la tutela della risorsa captata.

Pertanto per le zone di alta pianura si raccomanda l'utilizzo del CRITERIO CRONOLOGICO (TEMPORALE) adottando un tempo di sicurezza di almeno 60 giorni per la zona di rispetto ristretta verificando la possibilità di ampliamento a 180/365 giorni, in base al pericolo di contaminazione ed al grado di protezione della risorsa.

Va precisato che la sicurezza dei pozzi/sorgenti/campi pozzi non può essere solamente legata alla politica dei vincoli, ma deve privilegiare lo strumento del monitoraggio e della gestione (**protezione dinamica**).

Raccomandazioni specifiche:

➤ **Protezione dinamica.**

Va generalmente prevista anche una rete di monitoraggio per l'area individuata dall'isocrona a 60 giorni.

Per attingimenti compresi tra 10 e 50 l/s ($10 \text{ l/s} < Q < 50 \text{ l/s}$), nelle zone di rispetto (ristretta e allargata) è **consigliabile** un sistema di protezione dinamica (una rete di monitoraggio) opportunamente dimensionato sia in termini di punti di controllo sia in termini di tempi di sicurezza.

Per attingimenti portata $Q > 50 \text{ l/s}$ è **necessario** predisporre un sistema di protezione dinamica.



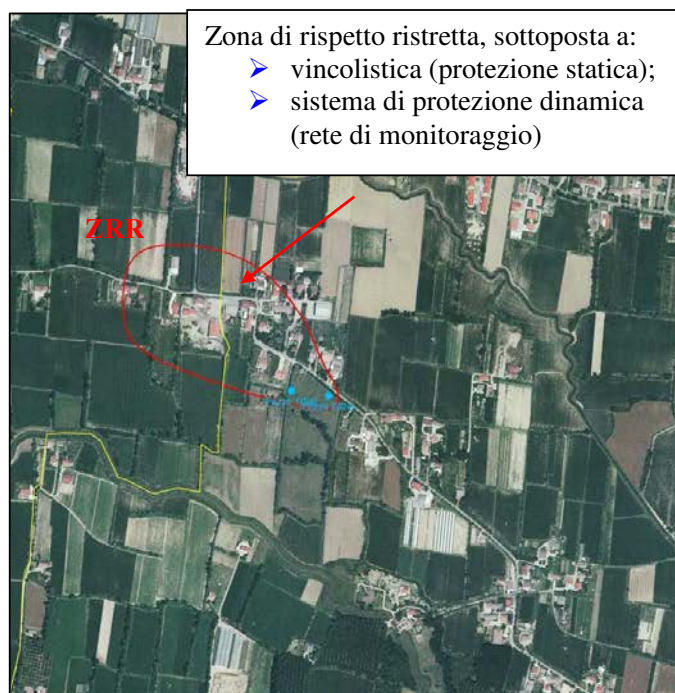


Figura 19 Esempio di delimitazione della zona di rispetto (criterio cronologico) per un campo pozzi.

4.5.2 AREE DI MEDIA PIANURA, AREE DI RISORGIVA, PERMEABILI PER POROSITÀ (ACQUIFERO LIBERO/FREATICO/INDIFFERENZIATO O SEMICONFINATO)

Media pianura ⇒ Criterio Cronologico/Criterio Geometrico

Nella cosiddetta media pianura, il sistema acquifero si differenzia in una falda freatica superficiale e, in profondità, in un sistema multifalदे ad acquiferi sovrapposti, il più superficiale libero ed i sottostanti generalmente in pressione. Il sistema è alimentato soprattutto dal flusso sotterraneo proveniente dall'alta pianura, quindi i livelli impermeabili presenti sulla verticale della falda captata non sempre garantiscono la completa tutela della risorsa potabile, in quanto i flussi di contaminanti potrebbero provenire da monte.

Per i pozzi che si trovano nell'area di media pianura occorre innanzitutto ricostruire il modello geologico ed individuare l'acquifero interessato. Successivamente, in base alle informazioni riguardanti la protezione naturale dell'acquifero stesso (protetto o vulnerabile) possono essere distinti 3 casi, dove anche il criterio da utilizzare varierà di conseguenza:

- 1) Se l'acquifero è **vulnerabile** (non protetto)– si tratta il caso come se fosse ubicato in alta pianura e quindi va applicato **il criterio cronologico**;
- 2) Se è **protetto** – viene considerato come se fosse ubicato in bassa pianura e quindi si può far coincidere la zona di rispetto con quella di tutela assoluta, individuata in base al **criterio geometrico** – area con raggio di 10 m;



3) Nel caso in cui l'acquifero sia **protetto solo localmente**, cioè sia vulnerabile nell'area di alimentazione si applica il **criterio cronologico**.

Per quanto riguarda l'applicazione della **protezione statica** (della quale viene fatta una descrizione più dettagliata nel successivo paragrafo 6.1), si distinguono due situazioni:

- A. Nel caso in cui l'isocrona che definisce le zone di rispetto, rientri interamente nell'area protetta sulla verticale dai livelli impermeabili, può non essere definita alcuna vincolistica (protezione statica).
- B. Nel caso in cui il territorio delimitato dall'isocrona ricada almeno in parte nell'area di alta pianura, cioè l'area di alimentazione sia localmente vulnerabile, si prevede che quest'area sia assoggettata a tutti vincoli territoriali previsti dalla legge (protezione statica); nell'area protetta sulla verticale e in diretta connessione con l'acquifero non confinato a monte, viene definita l'applicazione della protezione statica selettiva a seconda della situazione da proteggere riscontrata. Vengono eventualmente proposti i divieti soltanto per le attività che possono realmente e direttamente interferire con l'acquifero captato. Inoltre, per prelievi con $Q > 50$ l/s, è necessaria la predisposizione di una rete di monitoraggio (protezione dinamica). Per $10 < Q < 50$ l/s è comunque consigliata.

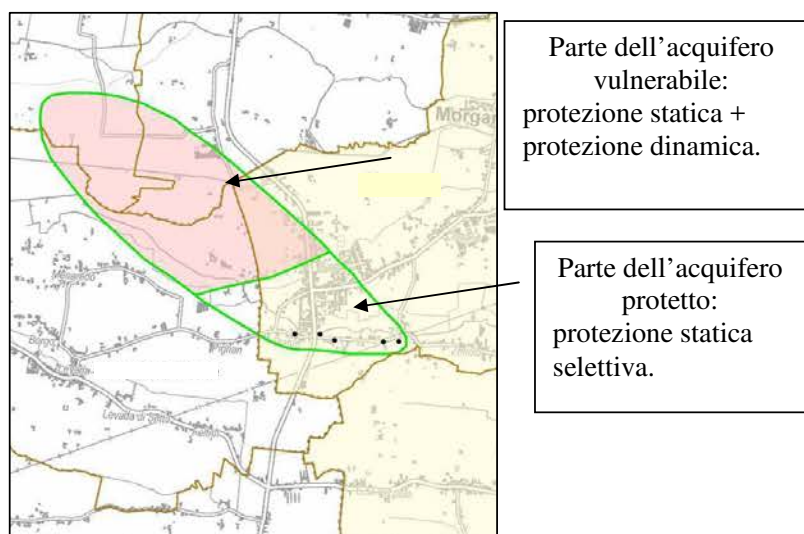


Figura 20 Esempio di area delimitata dall'isocrona a 60 giorni che ricade in parte in area vulnerabile.



4.5.3 AREE DI BASSA PIANURA, PERMEABILI PER POROSITÀ (ACQUIFERO MULTIFALDE/DIFFERENZIATO/CONFINATO)

Bassa pianura ⇒ Criterio Geometrico/(Criterio Cronologico/Criterio Idrogeologico)

Nel caso della bassa pianura, dove il sottosuolo è caratterizzato da più falde sovrapposte, spesso in pressione, separate dalla superficie del suolo e tra di loro da livelli argillosi o argilloso limosi, a bassissima permeabilità, si può utilizzare il CRITERIO GEOMETRICO, assumendo che le zone di rispetto ristretta e allargata coincidano con la zona di tutela assoluta così come indicato nelle Linee guida (Accordo Stato Regioni del 2002), indicazione poi ripresa nel Piano di Tutela delle Acque (art. 15 delle Norme Tecniche di Attuazione del PTA): *“In relazione all'assetto stratigrafico del sottosuolo, la zona di rispetto ristretta e allargata, può coincidere con la zona di tutela assoluta qualora l'acquifero interessato dall'opera di presa abbia almeno le seguenti caratteristiche: acquifero confinato al tetto da strati geologici costituiti da argille, argille limose e comunque sedimenti dei quali siano riconosciute le proprietà di bassa conducibilità idraulica, con continuità areale che deve essere accertata per una congrua estensione tenuto conto dell'assetto idrogeologico locale.”*

Di conseguenza, nel caso in cui vengano confermate le condizioni idrogeologiche così come specificato sopra, è accettabile l'applicazione del CRITERIO GEOMETRICO nell'individuare le zone di rispetto dei pozzi e la sovrapposizione/coincidenza delle varie tipologie di aree di salvaguardia (zona di tutela assoluta, zona di rispetto ristretta, zona di rispetto allargata).

In caso contrario o qualora le informazioni geologiche siano ritenute insufficienti, si applica il CRITERIO CRONOLOGICO o IDROGEOLOGICO.

Raccomandazioni specifiche:

- Nel caso di acquifero protetto deve essere garantito il grado di protezione naturale, vietando, nelle relative zone di rispetto, le attività che possono compromettere l'originale condizione di protezione¹⁹.
- In relazione alla struttura geologica locale va valutata l'utilità di una eventuale rete di monitoraggio.

Raccomandazioni specifiche per tutte le ATOR di Pianura:

- Per una corretta definizione delle linee isocrone, dovranno essere effettuate anche prove sperimentali in situ (Accordo Stato – Regioni, 2002) soprattutto in presenza di opere di presa importanti. I parametri idrogeologici devono essere ricavati dalle prove effettuate su un sistema pozzo-piezometro con una durata minima di 24 ore. Il gradiente idraulico andrà definito da carte ad isopotenziali sperimentalmente costruite in scala di dettaglio.

¹⁹ Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002, All.3, Titolo 1, B 5.



- Per campi pozzi è ammissibile l'utilizzo dei parametri idrogeologici ottenuti da prove effettuate su un singolo pozzo (non è necessario rilevare i dati per ogni singolo pozzo), naturalmente in relazione alla geometria e alla localizzazione del campo pozzi stesso.
- Per pozzi (oppure campi pozzi) con portata uguale o superiore a 50 l/s è consigliabile eseguire prove di velocità di flusso con traccianti.



4.6 Aree particolari/Casi particolari

Le aree particolari corrispondono a casi non compresi nei gruppi descritti in precedenza. Vengono qui individuate/descritte, a titolo esemplificativo, tre situazioni particolari (vedi Figura 21) ma non si esclude che possano essere riconosciuti altri casi con caratteristiche peculiari per i quali dovrà essere valutata la possibilità di applicazione dei criteri e delle metodologie appropriate, in funzione di quanto fin qui esposto.

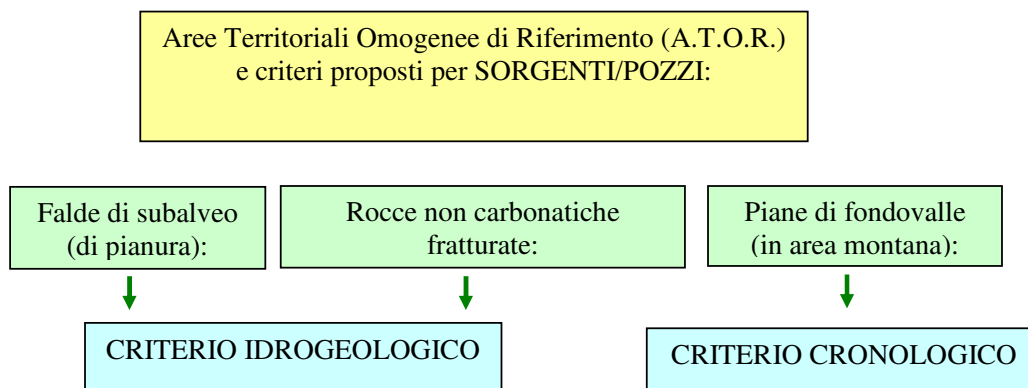


Figura 21 Schema delle A.T.O.R. per aree particolari con proposta di applicazione dei criteri.

4.6.1 AREE DI PIANURA (FALDE DI SUBALVEO)/ACQUIFERI IN MATERIALE SCIOLTO, PERMEABILE PER POROSITÀ

Falde di subalveo ⇒ Criterio Idrogeologico

Sono costituite da sedimenti alluvionali permeabili e contenenti una falda, cosiddetta di subalveo, generalmente in collegamento diretto con il corso d'acqua che ne garantisce la ricarica. Le falde di subalveo sono interessanti dal punto di vista dell'approvvigionamento idrico se i depositi alluvionali coinvolgono lunghi tratti fluviali con spessori rilevanti, in modo da mettere a disposizione volumi d'acqua di grandi dimensioni.

La produttività ha in genere un andamento stagionale e risulta più scarsa nei periodi di magra del fiume, ovvero nei mesi estivi quando la ricarica è inferiore e la domanda è solitamente superiore. Non sono rari i casi in cui, avvicinandosi alla costa, l'acqua estratta da pozzi superficiali, prossimi a corsi d'acqua, aumenta in conducibilità per via della salinità.²⁰

Queste aree di potenziale attingimento sono tuttavia condizionate dall'estrema vulnerabilità a fronte di fenomeni d'inquinamento fluviale.

Un esempio può essere rappresentato dai pozzi posizionati in golenia dei fiumi Brenta e Adige.

In relazione a tale assetto, per le captazioni di falda in subalveo si consiglia l'impiego del CRITERIO IDROGEOLOGICO.

²⁰ M. Chierigato –Seminario: La progettazione dei pozzi per acqua, 15 Febbraio 2007.



4.6.2 PIANE DI FONDOVALLE

Piane di fondovalle ⇒ Criterio Cronologico

Le piane di fondovalle sono costituite dai materiali alluvionali misti, di solito derivati dai principali litotipi affioranti nei bacini idrografici di competenza. Si intendono qui le valli delle aree alpine e prealpine (es. vallone bellunese), dove viene emunta una falda che risiede nei materiali sciolti (depositi alluvionali). Dal punto di vista della risorsa idrica utilizzata a scopo idropotabile, tali zone rivestono un'importante fonte di prelievo. Come esempio, oltre al vallone bellunese, si possono citare la valle del Soligo e la Val Lapisina (Valle di Fadalto).

Per le zone alluvionali di fondovalle, che dal punto di vista della permeabilità sono analoghe all'alta pianura veneta, si consiglia di utilizzare il CRITERIO CRONOLOGICO (TEMPORALE) adottando un tempo di sicurezza di 60 giorni per la zona di rispetto ristretta e 180/365 giorni per la zona di rispetto allargata.

4.6.3 AREE DI MONTAGNA/SERBATOI IN ROCCE NON CARBONATICHE FRATTURATE

Serbatoi acquiferi in rocce non carbonatiche fratturate ⇒ Criterio Idrogeologico

Si tratta di acquiferi presenti in litologie diverse da quelle carbonatiche, spesso a limitata permeabilità, che affiorano solo in alcune porzioni del territorio regionale, ad es. il basamento metamorfico Paleozoico, porfidi e scisti, serie terrigene triassiche, serie vulcaniche e vulcano clastiche medio triassiche e terziarie, ecc. In questi casi in genere possono essere i contatti litologici ad alto contrasto di permeabilità, ma soprattutto il reticolo di fratture, a fungere da vie di drenaggio.

Per questi e tanti altri esempi di rocce fratturate non carbonatiche esistenti nei territori montani della regione, si propongono i seguenti criteri e/o metodi per una adeguata individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili.

POZZI

Per le captazioni idropotabili da pozzo posti in rocce fratturate non calcaree si raccomanda l'uso del CRITERIO IDROGEOLOGICO.

SORGENTI

Per le sorgenti, di solito con portata limitata, si consiglia ugualmente il CRITERIO IDROGEOLOGICO, raccomandando di utilizzare una delle varie metodologie proposte in precedenza per le sorgenti ed in particolare il METODO DISCO, per portate < 1 l/s.



5 Criteri – modalità operative

5.1 Criterio cronologico (temporale) – descrizione

La metodologia prevista nell'Accordo per l'applicazione del criterio temporale è la seguente:

- ricostruzione delle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo;
- ricostruzione della morfologia della superficie piezometrica in condizioni statiche;
- ricostruzione della morfologia della superficie piezometrica in condizioni dinamiche (quindi simulando il pozzo in emungimento con la portata concessa);
- ricostruzione delle principali direttrici di flusso idrico sotterraneo;
- ricostruzione delle linee isocrone, tenendo conto di un inquinante idrotrasportato, contempo di ritardo pari ad 1;
- scelta delle aree delimitate dalle linee isocrone corrispondenti ai tempi di sicurezza predefiniti, rispettivamente, per la Zona di Rispetto Ristretta e per quella Allargata.

In generale l'individuazione e delimitazione delle zone di rispetto utilizzando il criterio cronologico implica innanzitutto l'esecuzione di una adeguata ricostruzione geologica ed idrogeologica del sottosuolo e degli acquiferi in esso contenuti.

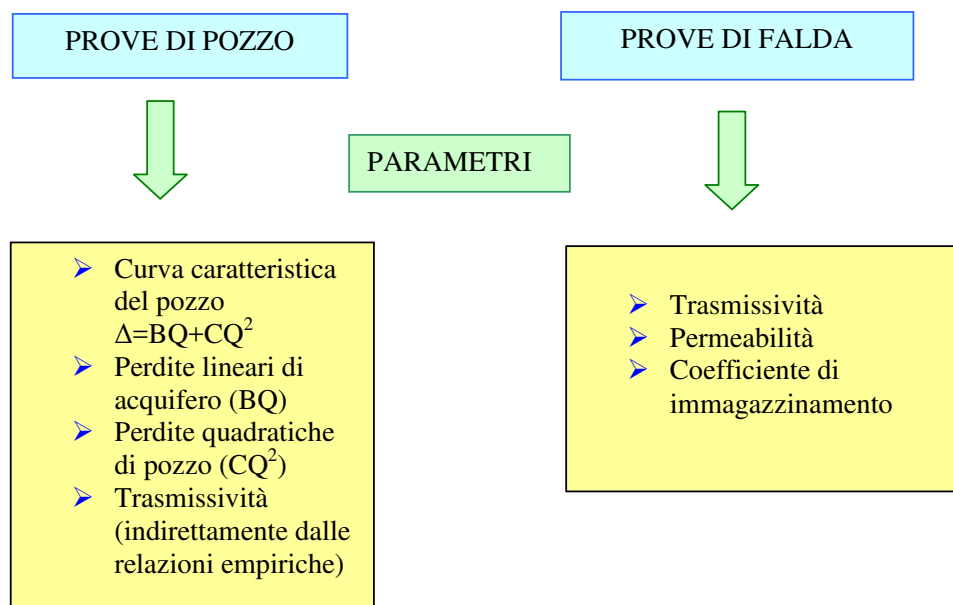
Sinteticamente il percorso di studio può basarsi sulle seguenti azioni:

1. individuazione dell'assetto stratigrafico;
2. ubicazione dei pozzi e/o dei campi pozzi;
3. identificazione e suddivisione dei vari livelli acquiferi presenti (liberi o confinati) con particolare attenzione alla profondità del tetto e del letto;
4. definizione dei parametri idrogeologici di ogni acquifero (trasmissività, permeabilità, coefficiente d'immagazzinamento) – in base alle prove in situ;
5. ricostruzione di carte isopotenziometriche relative ai vari acquiferi individuati;
6. valutazione delle distorsioni indotte dagli emungimenti dei pozzi acquedottistici;
7. tracciamento delle linee di flusso delle acque sotterranee e calcolo del gradiente idraulico;
8. tracciamento delle linee isocrone;
9. identificazione delle aree interne all'isocrona a 60 giorni (zona di rispetto ristretta) o 180/365 giorni (zona di rispetto allargata).

I parametri idrogeologici devono essere ricavati da studi idrogeologici dell'area in esame ossia da prove in situ. Tali indagini vengono effettuate in situ soprattutto attraverso **prove di pozzo** (su pozzo singolo) e **prove di falda** (sistema pozzo – piezometro).

Le prove di pozzo a gradini di portata sono in genere utilizzate per un'analisi delle caratteristiche del pozzo e per valutare la sua efficienza e la sua produttività. Inoltre è possibile ricavare un valore approssimativo di trasmissività dell'acquifero, utilizzando relazioni empiriche; tale metodo viene usato nel momento in cui non è possibile effettuare le prove di falda in situ e quindi non si ha il valore di trasmissività. Eseguendo le prove di falda è invece possibile descrivere in maniera corretta l'acquifero, ricavando i parametri elencati di seguito.





Occorre inoltre essere in possesso delle informazioni relative a:

- la portata di prelievo;
- la quota del tetto dell'acquifero;
- la direzione di deflusso;
- il gradiente idraulico;
- la conducibilità idraulica;
- la porosità efficace.

Una volta definiti i parametri idrogeologici si passa alla **ricostruzione delle carte isopotenzimetriche**. Tali carte vengono eseguite in base ai livelli di falda o ai dati di pressione misurati nei pozzi.

La ricostruzione di tali carte è di fondamentale importanza, in quanto servono ad individuare il campo di moto delle acque sotterranee con le direzioni di flusso principali e la identificazione del gradiente idraulico.

L'identificazione della isocrona (a 60 o 180/365 giorni) viene eseguita tramite il tracciamento della linea che congiunge i punti d'uguale tempo d'arrivo delle particelle d'acqua all'opera di captazione.

I tempi d'arrivo delle acque sotterranee (che si possono calcolare direttamente in situ utilizzando traccianti non pericolosi per l'ambiente, come indicato nell'Accordo Stato – Regioni, 2002) possono essere ricavati indirettamente dalla velocità reale di deflusso:

$$v_{\text{reale}} = Ki/n \text{ [m/g]}$$

Essa dipende dal gradiente idraulico (i), dal coefficiente di permeabilità dell'acquifero (K) ricavate dalle prove in situ e dalla porosità efficace (n) (qualora non si possano effettuare dalle misure in campo potranno essere utilizzati dati bibliografici).



ISOCRONA a 60 gg = $v_{\text{reale}} * 60 \text{ gg}$ [m]

Dalla velocità reale si ricaverà la distanza dell'isocrona a 60 gg, delimitando l'area da sottoporre a vincoli.

Tale isocrona tiene in considerazione il **gradiente idraulico naturale** medio ricavato dalle carte ad isopotenziali, senza considerare l'influenza delle portate emunte dai grossi centri di estrazione, che modificano in modo significativo il gradiente idraulico e di conseguenza la velocità reale di deflusso.

Nella pianura veneta, ove da anni le falde acquifere sono sottoposte a pompaggi diffusi, il gradiente idraulico, che deve essere sperimentalmente misurato, corrisponde a quello indotto.

Per il calcolo delle isocrone è perciò previsto l'utilizzo del **gradiente idraulico indotto** come specificato nell'Accordo Stato – Regioni del 2002, Titolo II del all. 3, art. 1. Quindi secondo la legge di Darcy:

$$Q = T i L \text{ [m}^3/\text{s]}$$

Dove:

Q – portata [m³/s]

T – trasmissività [m²/s]

i – gradiente idraulico

L – larghezza della sezione di flusso [m]

Pertanto l'utilizzo del gradiente idraulico indotto $i = Q/TL$ viene considerato come il metodo più adeguato nei calcoli della velocità di transito, in quanto tiene conto anche dell'aumento di gradiente provocato dagli emungimenti.

Così calcolata l'isocrona a 60 giorni viene designata come limite della zona di rispetto ristretta.

Per situazioni idrogeologiche complesse è consigliabile integrare lo studio con modellistica idrogeologica, finalizzata anche alla verifica della coerenza dei dati raccolti.



5.2 Criterio idrogeologico – descrizione

Il criterio viene di norma utilizzato in condizioni idrogeologiche di particolare complessità che impediscono l'applicazione del criterio cronologico (temporale) precedentemente descritto.

Si basa sugli elementi idrogeologici specifici dell'acquifero e sull'individuazione dei suoi limiti, nello specifico dello spartiacque idrogeologico. Il criterio prevede quindi la ricostruzione geologica di dettaglio del sottosuolo e la caratterizzazione idrogeologica dell'acquifero ove è ubicato l'emungimento, sulla base del maggior numero di dati disponibili in bibliografia e soprattutto raccolti mediante rilievi in situ.

In altre parole il criterio idrogeologico viene applicato tramite il giudizio esperto del geologo sulla scorta delle conoscenze acquisite. Il contesto idrogeologico deve essere ricostruito, analizzato e valutato caso per caso, in modo tale che la delimitazione delle zone di tutela ristretta e allargata siano riferite alla situazione idrogeologica sito specifica, della risorsa idropotabile da salvaguardare.

L'applicazione di tale criterio può arrivare a prevedere la protezione dell'intero bacino di alimentazione dell'opera di captazione e che quindi consente la migliore tutela delle acque sotterranee, ma è anche di difficile attuazione perché il bacino idrogeologico non sempre è individuabile con precisione. Inoltre spesso comprende necessariamente aree antropizzate molto ampie, compresi molti centri di pericolo.

Per una corretta applicazione del criterio, vanno considerati almeno i seguenti elementi:

- a) Caratterizzazione geologica:
 - litologia e assetto stratigrafico,
 - topografia,
 - geomorfologia con l'indicazione degli eventuali limiti geomorfologici,
 - pedologia,
 - assetto tettonico;
- b) Caratterizzazione idrogeologica:
 - struttura idrogeologica e geometria degli acquiferi captati e attraversati,
 - permeabilità del suolo,
 - permeabilità del non saturo,
 - aree di infiltrazione preferenziale (condotti carsici, aree ad intensa fatturazione),
 - ricostruzione del livello potenziometrico, statico e dinamico,
 - definizione della soggiacenza della falda da captare,
 - modalità di alimentazione degli acquiferi e modello concettuale di circolazione idrica sotterranea,
 - risultati delle prove di emungimento effettuate,
 - verifica delle eventuali interazioni fra corpi idrici superficiali e sotterranei nonché fra acquiferi superficiali e profondi,
 - vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento;
- c) Altri parametri:
 - serie precipitazioni e temperature per la caratterizzazione idrologica,
 - infiltrazione/ricarica,



- descrizione degli usi prevalenti del suolo e la tipologia delle aree urbanizzate
- caratteristiche dell'opera di captazione,
- conducibilità elettrica e temperatura dell'acqua.

Soprattutto la valutazione deve tenere conto dell'area d'infiltrazione e del tempo di sicurezza ritenuto necessario per garantire la tutela dell'approvvigionamento idrico.

Nel caso di prove eseguite con immissione di traccianti vanno inoltre descritte tutte le informazioni relative alle caratteristiche del tracciante stesso, al suo utilizzo, alla misurazione delle concentrazioni e all'interpretazione dei risultati di misura.

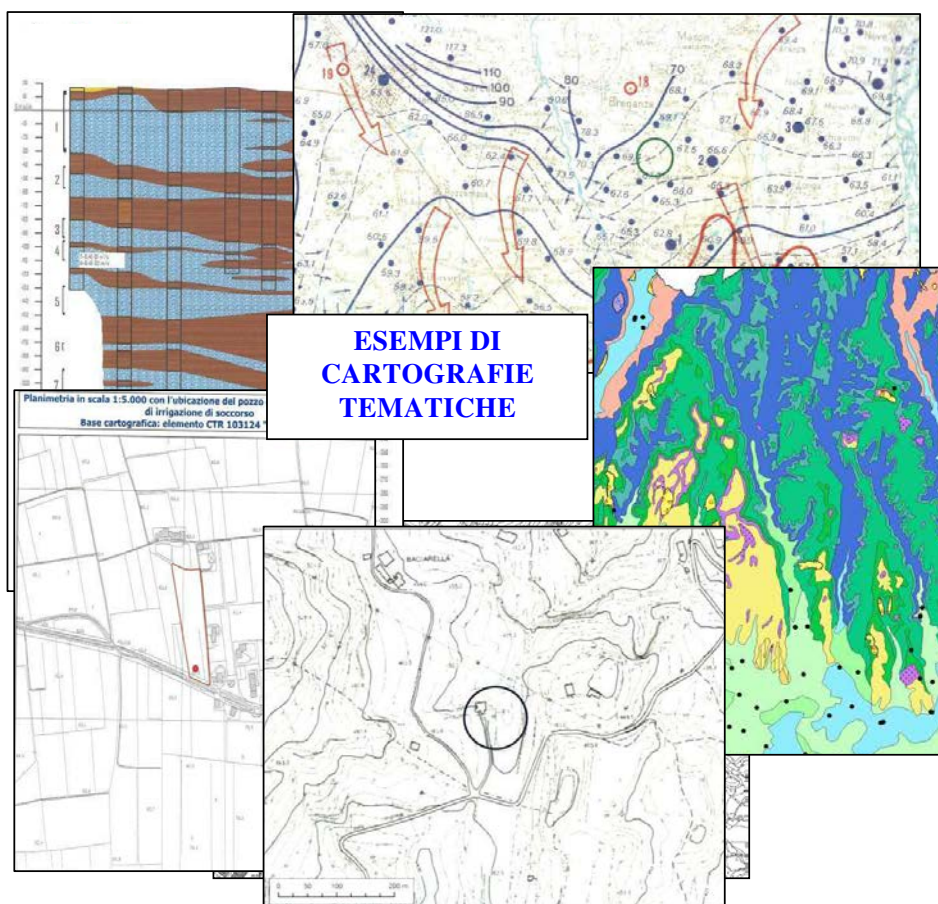


Figura 22 Esempi di cartografia tematica essenziale per l'utilizzo del criterio idrogeologico per l'individuazione e la delimitazione delle aree di salvaguardia dei punti di attingimento ad uso idropotabile.



5.3 Rapporti tra vulnerabilità e metodologie

Per poter sviluppare il tema della vulnerabilità degli acquiferi nel territorio Veneto è importante chiarire bene il significato di questa proprietà dell'acquifero. In letteratura troviamo numerose definizioni ma per gli scopi qui perseguiti è opportuno attenersi alla definizione riportata nell'Accordo della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 12 dicembre 2002.

Vulnerabilità dell'acquifero – suscettività di un acquifero ad ingerire e permettere la migrazione di una o più sostanze inquinanti che producono un impatto sulle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, limitandone in tal modo anche la disponibilità quantitativa. Tale vulnerabilità viene definita anche **vulnerabilità intrinseca**.
La **vulnerabilità specifica** dell'acquifero è invece valutata relativamente a determinati contaminanti, come ad esempio nel caso di nitrati di origine agricola e prodotti fitosanitari previsti dagli articoli 19 e 20 del decreto legislativo n. 152/06.

La determinazione della vulnerabilità di un acquifero quindi è di fondamentale rilevanza per la tutela delle falde. In particolare permette di identificare le caratteristiche qualitative delle acque immagazzinate nel sottosuolo, sulla base delle quali vanno pianificati adeguati interventi di protezione, anche e soprattutto attraverso l'identificazione e la delimitazione delle aree di salvaguardia delle opere di presa acquedottistica.

In particolare, per quanto riguarda la Regione del Veneto, occorre evidenziare la vulnerabilità della falda ospitata nelle ghiaie di alta pianura, in quanto non isolata dalla superficie.

Nel corso degli anni sono stati individuati e studiati numerosi episodi inquinanti di tipo puntuale, dovuti a sversamenti accidentali (solventi clorurati, metalli pesanti...) e di tipo diffuso (atrazina, nitrati...). I primi danno luogo a pennacchi lunghi e stretti di acque contaminate che si muovono verso valle lungo le direzioni di deflusso sotterraneo, sono piuttosto persistenti nel tempo e possono quindi provocare danni gravi lungo il loro percorso, che però è di estensione limitata ed in qualche modo prevedibile.

Qualche preoccupazione destano invece gli inquinamenti di tipo diffuso, dovuti soprattutto ai nitrati per il progressivo aumento dell'uso di fertilizzanti azotati in agricoltura registrato a partire dagli anni ottanta. In passato è stato rilevato un forte aumento nel tenore di nitrati nella falda freatica dell'alta pianura che ha comportato un deciso aumento dei nitrati anche nei fontanili che alimentano i fiumi di risorgiva. Questi a loro volta, con l'apporto di nutrienti, contribuiscono all'eutrofizzazione del sistema lagunare e dell'alto Adriatico.

Il fenomeno negli ultimi anni è in regressione grazie all'attività di pianificazione da parte della Regione che, con l'adozione di interventi settoriali volti alla protezione ed al risanamento (Piano Regionale di Risanamento delle Acque, Piano per il disinquinamento della laguna di Venezia, Piano di Tutela delle Acque, Piano di Sviluppo Rurale...), ha portato alla diminuzione delle problematiche connesse all'inquinamento di tipo sia diffuso che urbano.



Altre definizioni:

Vulnerabilità - intrinseca o naturale degli acquiferi viene definita come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

Vulnerabilità – la facilità o meno con cui le sostanze contaminanti si possono introdurre, propagare e persistere in un determinato acquifero (Celico, 1988).

Vulnerabilità – una proprietà intrinseca di un sistema di acque sotterranee che dipende dalla sensibilità di quel sistema agli impatti umani e/o naturali (Vrba & Zaporozec, 1994).

Per individuare e delimitare le **aree di salvaguardia**, soprattutto delle **sorgenti** e dei **pozzi** ubicati in aree nelle quali gli assetti idrogeologici sono particolarmente complessi, vengono proposte alcune metodologie legate al grado di vulnerabilità degli acquiferi. Tali metodi, che rispondono ai criteri previsti dall'Accordo Stato-Regioni, 2002, in particolare al criterio idrogeologico, dovrebbero agevolare gli Enti preposti per l'individuazione e delimitazione delle aree di salvaguardia e semplificare le procedure.

Le metodologie descritte **nell'allegato II**, comportano la valutazione e l'analisi della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero. Alcuni metodi sono più ricercati (almeno dal punto di vista dei dati utilizzati) come il Metodo **VESPA** (Vulnerability Estimation for Spring Protection Area) oppure il Metodo del **tempo di dimezzamento** (Civita, 1988), altri sono più speditivi, come ad esempio il Metodo **DISCO** (**DIS**continuità, **CO**pertura). In tutti i casi il metodo consiste nella definizione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero, nella attribuzione dei diversi gradi di vulnerabilità, in base ai quali vengono poi dimensionate le zone di salvaguardia.

Si precisa che i metodi proposti sono indicativi e possono essere sostituiti con altri di eguale o maggior precisione e attendibilità.

Si ricorda che la Regione del Veneto ha realizzato una carta della vulnerabilità intrinseca della falda freatica dell'intera Pianura Veneta.

Inoltre, nell'ambito dei già citati progetti "Kater" e "Kater II" sono state elaborate altre carte di vulnerabilità relative alle zone carsiche del Veneto, tra cui la Carta di vulnerabilità delle acque sotterranee dell'Altopiano dei Sette Comuni e la Carta di vulnerabilità dei Monti Lessini.

In questi casi, la valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi è stata eseguita adottando il metodo **SINTACS** – un sistema parametrico a punteggi e pesi, la cui descrizione dettagliata è riportata nell'**allegato II**.

Tali metodologie, ben conosciute attraverso numerose pubblicazioni nazionali e internazionali, vengono qui proposte a titolo d'esempio, per favorire l'individuazione delle aree di salvaguardia. Inoltre, si sottolinea il fatto che nonostante il differente grado di precisione dei vari metodi, tutte si basano sulla individuazione della vulnerabilità



intrinseca – una caratteristica che riveste una fondamentale rilevanza per programmare la tutela delle falde.

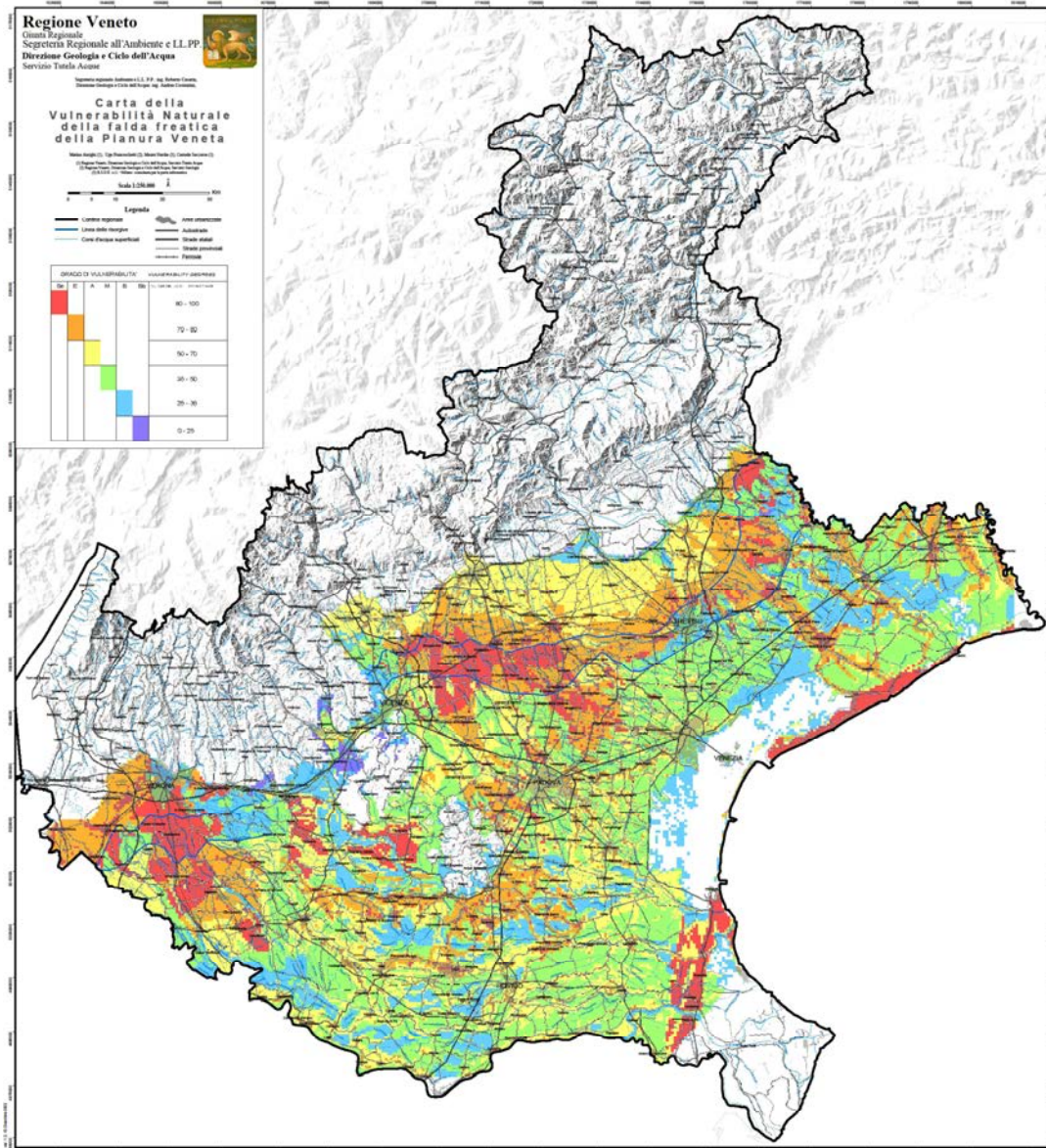


Figura 23 Carta della vulnerabilità della Pianura Veneta.²¹

²¹ Regione del Veneto, Direzione Geologia e Ciclo dell'Acqua, Servizio Tutela Acque, Marina Aurighi, Ugo Franceschetti, Mauro Nordio, Corrado Soccorso.



5.4 Esempi applicativi

Di seguito, vengono presentati alcuni schemi esemplificativi di applicazione dei vari criteri e della definizione delle aree di salvaguardia (zona di tutela assoluta e zone di tutela ristretta e allargata).

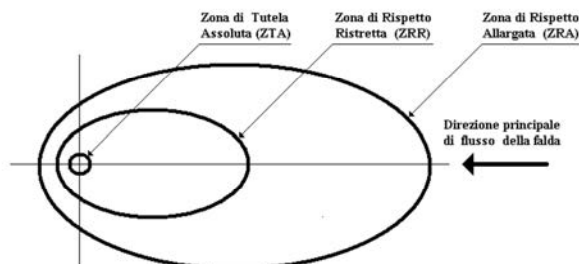


Figura 24 Criterio cronologico -Schema con l'indicazione delle varie zone in cui vengono suddivise le Aree di Salvaguardia.

Nelle Figura 24 vengono schematicamente rappresentate le aree in cui vengono suddivise le aree di salvaguardia. In particolare, nell'applicare il criterio cronologico è evidente che non si hanno più dei cerchi di un certo raggio, equidistante dal punto idrico, ma le rispettive zone vengono delimitate diversamente a monte e a valle del punto di attingimento, rispetto alla direzione della falda.

La figura 25 mostra come le zone di tutela assoluta di pozzi limitrofi, in un contesto limitato, possono essere raggruppate, ed in tal caso può essere definita un'unica area da tutelare. In altre parole, si conferma che nel caso dei campi pozzi può essere prevista la designazione delle aree di salvaguardia comune per tutti pozzi appartenenti allo stesso campo pozzi (nell'esempio viene definita la ZTA); ciò vale purché i pozzi siano ubicati entro un'area limitata.

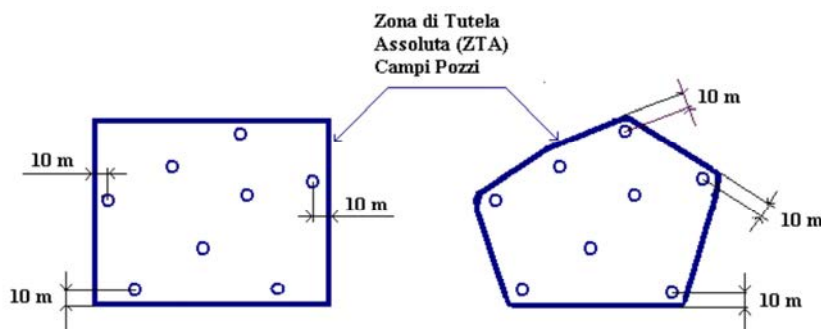


Figura 25 Esempio della perimetrazione della zona di tutela assoluta nel caso di pozzi limitrofi (campo pozzi).²²

²² Regione Piemonte, Regolamento regionale 11 Dicembre 2006 n. 15/R recante: Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29 DICEMBRE 2000, N. 61).





Figura 26 Criterio cronologico - Esempio di delimitazione delle aree di salvaguardia nel caso di un campo pozzi, in questo caso si tratta della zona di rispetto ristretta (corrispondente all'isocrona a 60 gg).²³

Soprattutto per l'applicazione del criterio idrogeologico è di fondamentale importanza l'individuazione dei limiti del flusso idrico sotterraneo. Come si evince dalla figura 27 il limite idrogeologico può essere rappresentato da un fiume, da limiti di permeabilità, da un spartiacque superficiale o sotterraneo.

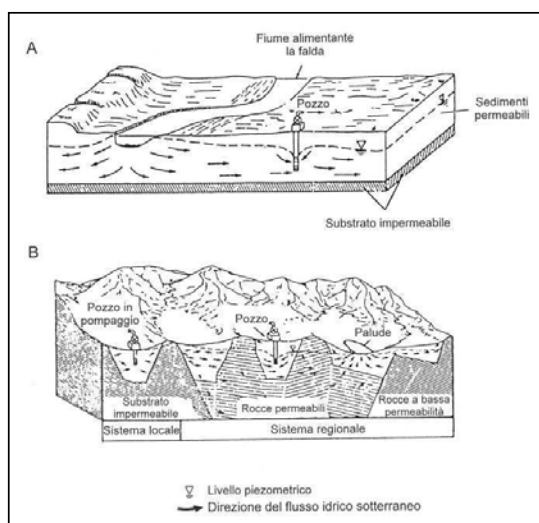


Figura 27 Criterio idrogeologico - Schema di definizione dei limiti idrogeologici per poter definire l'area di alimentazione di un pozzo o di una sorgente.²⁴

²³ E. Conchetto et al. "Risorse idriche e bilancio idrogeologico nell'ambito territoriale ottimale Laguna di Venezia", Venezia, 2010.

²⁴ Presentazione di G.P. Beretta, Università di Milano – Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio".



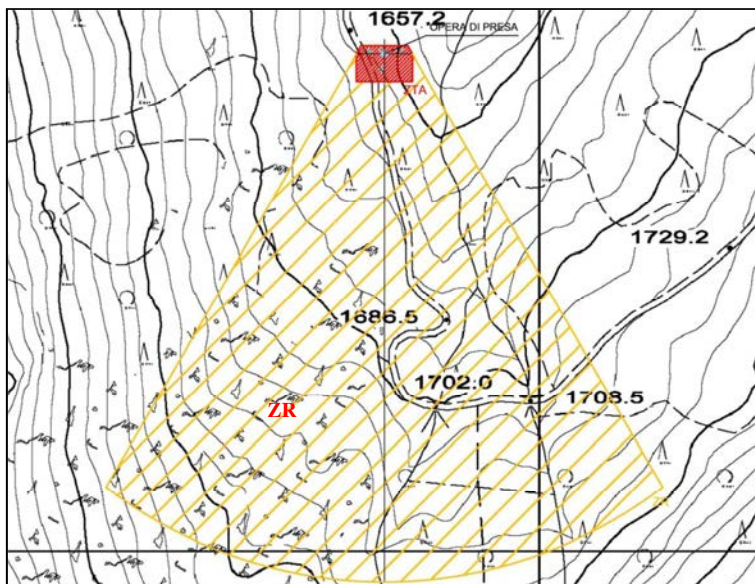


Figura 28 Esempio di delimitazione delle aree di salvaguardia con il criterio idrogeologico. ZTA – zona di tutela assoluta, ZR – zona di rispetto.

Nella Figura 28 viene presentato un esempio di applicazione del criterio idrogeologico per la delimitazione della zona di tutela assoluta (ZTA), che risulta di circa 368 m² e della zona di rispetto (ZR).

In questo caso ovviamente la ZTA non viene definita come un'area di 10 m di raggio intorno alla sorgente, ma, con l'ausilio di metodologie legate al criterio idrogeologico, come il metodo del tempo di dimezzamento o il metodo V.E.S.P.A., viene definita un'area con diversa geometria, più ampia a monte della sorgente stessa e più limitata a valle. Il dimensionamento della ZTA e soprattutto della ZR può e deve essere adeguatamente modificato in funzione della vulnerabilità del sito, e quindi del rischio di inquinamento a cui è soggetta la risorsa e della rilevanza della captazione.

Per le **aree carsiche** si raccomanda di prendere in considerazione i seguenti schemi che evidenziano problematiche particolari che spesso vengono trascurate nelle indagini effettuate per l'individuazione delle aree di salvaguardia.



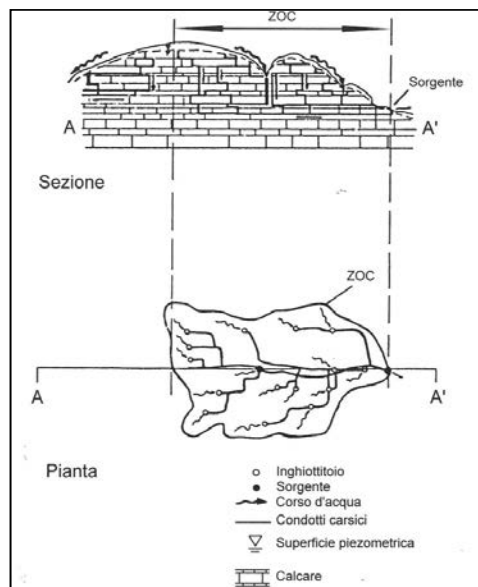


Figura 29 Schema di delimitazione delle zone Zona di Contributo (ZOC) = zona di rispetto (ZR) per acquiferi carbonatici carsici.²⁵

In casi particolarmente complessi si può introdurre il concetto di **zona di contributo**. Come si desume dallo schema in Figura 29 la delimitazione della zona di rispetto in caso di acquiferi carbonatici carsici non è banale. In queste circostanze bisogna tenere conto delle peculiarità della tipologia di carsismo presente nell'area di studio e quindi il sistema deve essere analizzato molto a fondo (es. con l'uso di traccianti ecc.). In questo caso infatti viene delimitata la ZOC che è la zona di contributo della sorgente ed è molto più estesa dell'area di alimentazione (zona di rispetto) apparente.

Anche nel caso di **massicci carbonatici permeabili per fessurazione** l'analisi dell'area e il metodo selezionato per delimitare la zona di contributo (=ZR) devono essere scelti con molta attenzione in funzione dell'assetto del sottosuolo.

²⁵ Presentazione di G.P. Beretta, Università di Milano – Dipartimento di Scienze della Terra “Ardito Desio”, Treviso 10.10.2007.



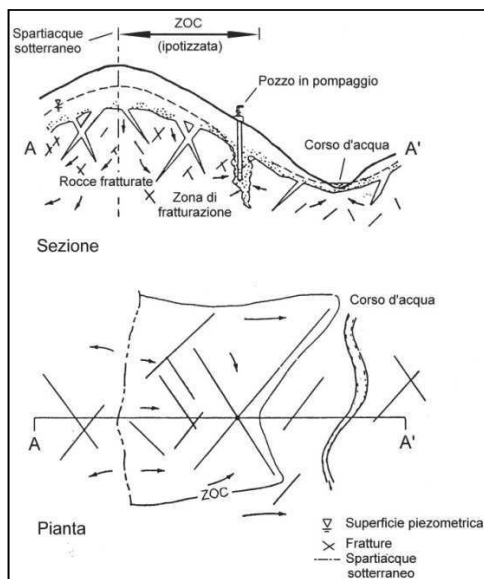


Figura 30 Schema di delimitazione delle zone di contributo(ZOC) = zona di rispetto(ZR) per acquiferi carbonatici permeabili per fessurazione.²⁶

Dagli schemi sopra riportati si deduce come possano essere diverse le zone di rispetto per acquiferi apparentemente simili. In effetti la situazione deve essere determinata dopo un'approfondita analisi del sottosuolo, dove, in presenza di carsismo maturo (mezzo non omogeneo e non isotropo dal punto di vista della permeabilità), si ha un comportamento del flusso idrico molto differente da quello che si avrebbe in presenza di rocce permeabili per fessurazione.

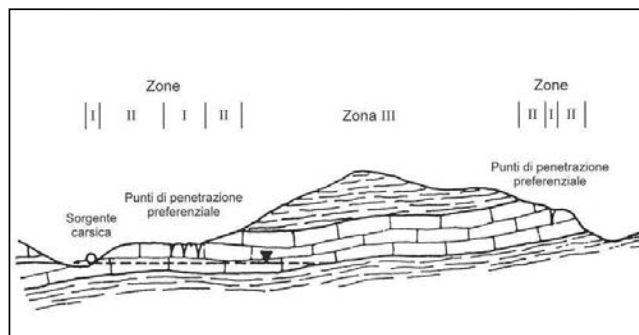


Figura 31 Schema di definizione delle zone di rispetto "aggiuntive".²⁷

E' importante inoltre ricordare che in sistemi carsificati o fessurati possono essere individuate anche una o più zone di rispetto non direttamente collegate all'opera di captazione (zone di rispetto "aggiuntive", pozzo o sorgente)²⁸.

²⁶ Presentazione di G.P. Beretta, Università di Milano – Dipartimento di Scienze della Terra “Ardito Desio”, Treviso 10.10.2007.

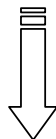
²⁷ Presentazione di G.P. Beretta, Università di Milano – Dipartimento di Scienze della Terra “Ardito Desio”, Treviso 10.10.2007.

²⁸ Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002, All. 3, Titolo I, lett. B, comma 6.



5.5 Criteri e metodi proposti in funzione delle aree territoriali omogenee di riferimento (ATOR), per tipologia di captazione - SINTESI

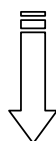
SORGENTI:



Si raccomanda sempre l'uso del CRITERIO IDROGEOLOGICO, e, più nel dettaglio:

- ⇒ Per portate limitate ($Q < 1$ l/s), in aree a difficile accessibilità e/o in caso di sorgenti per le quali vi sia scarsa disponibilità di dati, si accetta l'uso di una metodologia speditiva (es. metodo **DISCO** (DIScontinuità, COpertura).
- ⇒ Per portate più elevate ($Q > 1$ l/s) si utilizza un metodo basato sull'analisi di vulnerabilità dell'acquifero e successiva delimitazione delle aree (applicando per esempio il metodo VESPA, oppure il metodo del Tempo di dimezzamento - più complesso perché necessitano dati più difficili da reperire o anche il Metodo SINTACS PRO KARST integrato.
- ⇒ Per sorgenti con portate uguali o maggiori a 10 l/s o in contesti idrogeologici di particolare complessità e/o con carenza di dati, va eseguito uno studio idrogeologico sito specifico e le aree di salvaguardia vanno definite in base ad un giudizio esperto.

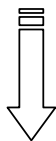
POZZI IN ALTA PIANURA:



Si propone l'uso del CRITERIO CRONOLOGICO - isocrona a 60 giorni per l'individuazione e delimitazione della zona di rispetto ristretta, isocrona a 180giorni (o a 365 per casi particolari) per la zona di rispetto allargata.

Per $Q > 50$ l/s va prevista anche una rete di monitoraggio (protezione dinamica) per l'area individuata dall'isocrona a 60 giorni ed è consigliata anche per 10 l/s < $Q < 50$ l/s.

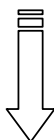


POZZI IN MEDIA PIANURA:

Come per l'alta pianura si prevede in genere l'uso del CRITERIO CRONOLOGICO (TEMPORALE).

Per quanto riguarda l'applicazione della **protezione statica e dinamica** (delle quali viene fatta una descrizione più dettagliata nei paragrafi successivi), si distinguono due situazioni:

- Nel caso in cui l'isocrona che definisce le zone di rispetto, rientri interamente nell'area protetta sulla verticale dai livelli impermeabili, non viene definita alcuna vincolistica (protezione statica), come nel caso di un acquifero di bassa pianura (vedi paragrafo seguente).
- Nel caso in cui il territorio delimitato dall'isocrona ricada almeno in parte nell'area di alta pianura, cioè l'area di alimentazione sia localmente vulnerabile, si prevede che quest'area sia assoggettata a tutti vincoli territoriali previsti dalla legge (protezione statica); nell'area protetta sulla verticale e in diretta connessione con l'acquifero non confinato a monte viene definita l'applicazione della protezione statica selettiva a seconda della situazione da proteggere riscontrata. Vengono eventualmente proposti i divieti soltanto per le attività che possono realmente e direttamente interferire con l'acquifero captato. Inoltre, per prelievi con $Q > 50$ l/s, è necessaria la predisposizione di una rete di monitoraggio (protezione dinamica). Per $10 < Q < 50$ l/s è comunque consigliata.

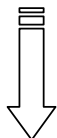
POZZI IN BASSA PIANURA:

Nel caso in cui siano confermate le condizioni geologiche, così come specificato nell'Accordo di Programma Stato-Regioni, nonché nell'articolo 15, comma 5 del PTA (Norme Tecniche di Attuazione)²⁹, è possibile l'applicazione del CRITERIO GEOMETRICO nell'individuare le aree di salvaguardia dei pozzi.

Nei casi dubbi, in relazione alla struttura geologica locale, viene suggerito l'uso del CRITERIO CRONOLOGICO o IDROGEOLOGICO.

²⁹ "In relazione all'assetto stratigrafico del sottosuolo, la zona di rispetto ristretta e allargata, può coincidere con la zona di tutela assoluta qualora l'acquifero interessato dall'opera di presa abbia almeno le seguenti caratteristiche: acquifero confinato al tetto da strati geologici costituiti da argille, argille limose e comunque sedimenti dei quali siano riconosciute le proprietà di bassa conducibilità idraulica, con continuità areale che deve essere accertata per una congrua estensione tenuto conto dell'assetto idrogeologico locale."



CASI PARTICOLARI:

Come casi particolari si intendono le situazioni di presenza di **pozzi** o **sorgenti** in condizioni idrogeologiche diverse da quelle già descritte.

Di seguito, a titolo d'esempio, vengono definiti tre casi:

- 1) Per i **pozzi** che captano **falde di subalveo** in aree di pianura è opportuno applicare il CRITERIO IDROGEOLOGICO.
- 2) I **pozzi** ubicati nelle **pianure di fondovalle**, in genere in area montana, possono essere assimilati, dal punto di vista dell'assetto idrogeologico, ai pozzi di alta pianura e quindi è consigliabile l'uso del CRITERIO CRONOLOGICO.
- 3) **Pozzi** o **sorgenti** ubicati in **roccia non carbonatica permeabile per fratturazione**: per la delimitazione delle zone di rispetto si consiglia il CRITERIO IDROGEOLOGICO.

Si precisa che i CRITERI ed i METODI proposti per le diverse aree territoriali omogenee di riferimento sono di carattere generale ed indicativo e non devono essere interpretati come assolutamente obbligatorie; possono pertanto essere sostituiti con altri di eguale (o maggiore) precisione e affidabilità.

Qualora un Consiglio di Bacino riscontrasse delle situazioni particolari e diverse da quelle descritte e disponesse di tutti i dati ritenuti necessari e/o volesse condurre uno studio più approfondito, è autorizzato a proporre il metodo di delimitazione delle aree ritenuto più appropriato, affinché venga garantita la salvaguardia ottimale della risorsa idrica, previa tuttavia una verifica preliminare da parte degli enti competenti.



6 La protezione della risorsa idrica all'interno delle aree di salvaguardia (protezione statica e dinamica)

Le “linee guida” (Accordo Stato-Regioni, 2002) introducono due importanti concetti:

- la **protezione statica** intesa come insieme dei divieti, vincoli e regolamentazioni che si applicano alle aree di salvaguardia, finalizzati alla prevenzione del degrado quali-quantitativo delle acque in afflusso alle captazioni;
- la **protezione dinamica** costituita dall'attivazione e gestione di un preordinato sistema di monitoraggio delle acque in afflusso alle captazioni, in grado di verificarne periodicamente i fondamentali parametri qualitativi e quantitativi e di consentire con un sufficiente tempo di sicurezza la segnalazione di loro eventuali variazioni significative.

6.1 Protezione statica (vincolistica)

E' costituita dai divieti, vincoli e regolamentazioni che si applicano alle zone di tutela assoluta, di rispetto (e di protezione) finalizzati alla prevenzione del degrado quali - quantitativo delle acque in afflusso alle captazioni. A tal scopo possono essere realizzate opportune opere, anche ad integrazione di quelle di captazione, in grado di minimizzare o eliminare i problemi di incompatibilità tra uso del territorio e qualità delle risorse idriche captate.

Tale protezione tende a prevenire ed eliminare gli elementi di pericolo derivanti da:

- a) utilizzazioni specifiche, insediamenti ed attività in atto o previste;
- b) interventi e loro effetti collaterali, indipendentemente dalle finalità specifiche;
- c) infrastrutture, canalizzazioni, opere di urbanizzazione, opere idrauliche, opere d'uso e trasformazione del suolo e del sottosuolo;
- d) destinazioni d'uso del sottosuolo.³⁰

Un esempio di protezione statica per la **zona di tutela assoluta** è la sua recinzione e la sua protezione dalle esondazioni dei corpi idrici limitrofi e la dotazione di canalizzazioni per il deflusso delle acque meteoriche, così come specificato nel comma A 2, all.3 dell'Accordo Stato – Regioni del 2002.

Per quanto riguarda la **zona di rispetto** viene indicato un elenco di attività che sono **vietate** all'interno di essa. In particolare, secondo quanto stabilito nel D. Lgs n. 152/06, art. 94 c.4, ripreso e ampliato dall'art. 16 del Piano di Tutela delle Acque (PTA), Norme

³⁰ Titolo II dell'all. 2 dell'Accordo della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome, 12 dicembre 2002



Tecniche di Attuazione, nella zona di rispetto è vietato l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurate;
 - b) stoccaggio di concimi chimici, fertilizzanti e prodotti fitosanitari;
 - c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e prodotti fitosanitari, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto delle colture, delle tecniche agronomiche e della vulnerabilità delle risorse idriche;
 - d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
 - e) aree cimiteriali;
 - f) apertura di nuove cave e/o ampliamento di cave esistenti che possono essere in contatto diretto con la falda alimentatrice del pozzo ad uso acquedottistico; la zona di rispetto, in tale ipotesi, è aumentata a 500 metri di raggio dal punto di captazione di acque sotterranee;
 - g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli destinati al monitoraggio e/o alla protezione delle caratteristiche quali quantitative della risorsa idrica;
 - h) impianti di smaltimento, recupero e più in generale di gestione di rifiuti;
 - i) stoccaggio di prodotti e di sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
 - j) centri di raccolta di veicoli fuori uso;
 - k) pozzi perdenti;
 - l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.
- E' comunque **vietata** la stabulazione di bestiame **nella zona di rispetto ristretta**.

Tutti gli insediamenti e le attività preesistenti, ove possibile, devono essere allontanati (ad eccezione delle aree cimiteriali) o in ogni caso deve essere **garantita la loro messa in sicurezza**.

Inoltre, all'art.94 c.5 del D. Lgs n. 152/06, è previsto che **le Regioni**, all'interno delle zone di rispetto, emanino delle norme che disciplinano le seguenti attività:

- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione relativi allo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi.

Nelle zone di rispetto è vietato quindi l'insediamento dei centri di pericolo e lo svolgimento delle attività sopra elencate (di cui al comma 4 dell'art. 94 del D. Lgs. n. 152/2006 e ripreso nell'art. 16 c. 1 del PTA), mentre altre strutture ed attività quali le fognature, l'edilizia residenziale e le relative opere di urbanizzazione, le opere viarie, ferroviaria e in genere le infrastrutture di servizio nonché le pratiche agronomiche, lo spandimento di concimi, fertilizzanti e pesticidi devono essere disciplinate dalla Regione (art. 94 c. 5 del D. Lgs. n. 152/2006 ed art. 16 c.2 delle Norme Tecniche del PTA).



6.2 Vincoli – chiarimenti e approfondimenti³¹³²

Dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche

Relativamente alle attività consentite o meno nelle aree di salvaguardia, si richiama l'attenzione in particolare sul fatto che l'art. 16 delle Norme Tecniche del PTA, al comma 1 lettera **d**) vieta la **dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche** (e acque di lavaggio) provenienti da piazzali e strade all'interno delle zone di rispetto per la salvaguardia delle acque destinate al consumo umano. Non è quindi possibile, all'interno della zona di rispetto, la realizzazione ad esempio di un parcheggio, di un piazzale o di una strada con dispersione e infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo. In alternativa, è possibile realizzare il parcheggio, il piazzale o la strada, ma lo smaltimento delle acque meteoriche deve avvenire al di fuori della zona di rispetto.

Occorre inoltre evitare infiltrazioni di acque contaminate da zone esterne e ruscellamenti superficiali verso la zona di rispetto, sempre ai sensi dell'art. 16 c.1 lett. d). E' possibile invece lo smaltimento sul suolo delle acque provenienti da tetti e coperture, purché le acque non siano suscettibili di contaminazioni.

Apertura/ampliamento di attività di cava

Si fa presente che riguardo alla lettera **f**) del comma 1 dell'art. 16, rimane comunque valido anche quanto stabilito dall'art. 94, comma 4, lettera f) del D. Lgs. 152/2006, ossia è attività vietata nelle zone di rispetto anche l'**apertura di cave** che possono essere in connessione con la falda e non solo di quelle per le quali si determina un contatto "diretto" con la falda come testualmente riportato nel PTA.

In altri termini l'articolo 94 del D. Lgs. 152/2006 stabilisce che il divieto vige anche nel caso in cui vi sia un "potenziale" contatto, non ancora effettivo, tra cava e falda. Nel PTA, quindi, per la necessaria coerenza con il D. Lgs. 152/2006, il concetto di "contatto diretto" deve essere interpretato, oltre che come contatto diretto effettivo, anche come "contatto diretto potenziale", dizione quest'ultima che corrisponde alla presenza di una condizione che determina la concreta possibilità di comunicazione tra il fondo dello scavo e la superficie della falda.

Sempre alla lettera f), tenuto conto dell'obiettivo di tutela di tutte le acque (sotterranee e superficiali), **il termine "pozzo"** deve evidentemente essere inteso in senso lato, ricomprendendo anche altre tipologie di opere di presa o captazione, ad uso acquedottistico, comprese quindi quelle da sorgente e da acque superficiali, che, come i pozzi, necessitano di tutela al fine di prevenire fenomeni di inquinamento.

³¹ Art. 16 del PTA– Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano – Vincoli.

³² DGR n. 80 del 27 gennaio 2011 "Linee Guida per l'applicazione di alcune norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque", ALLEGATO A.



Come si è detto sopra all'interno delle zone di rispetto, la Giunta regionale, ai sensi dell'art. 94 c. 5 del D. Lgs. n. 152/06 e dell'art. 16 c. 2 del PTA, **disciplina**:

- a) le modalità di realizzazione o adeguamento delle fognature;
- b) gli interventi connessi con l'edilizia residenziale e le relative opere di urbanizzazione che possono avere effetti negativi sulle acque destinate al consumo umano;
- c) gli interventi connessi con le opere viarie, ferroviarie e in genere le infrastrutture di servizio, che possono avere effetti negativi sulle acque destinate al consumo umano;
- d) le pratiche agronomiche.

Il comma 3 dell'art. 16 del PTA inoltre prevede che **nelle more** dell'adozione del provvedimento della Giunta regionale di cui al c. 2, le prime misure da adottare all'interno delle zone di rispetto sono così individuate:

- è vietato il riutilizzo delle **acque reflue** per scopi irrigui;
- per le **condotte fognarie** all'interno delle zone di rispetto è richiesta un'alta affidabilità relativamente alla tenuta, che deve essere garantita per tutta la durata dell'esercizio e periodicamente controllata. La verifica sull'affidabilità delle condotte e degli altri eventuali impianti (pozzetti d'ispezione etc..), dal punto di vista progettuale e della loro realizzazione, è compito specifico dell'Autorità che approva il progetto e del collaudatore delle opere o del direttore dei lavori;
- in relazione al differente grado di vulnerabilità del territorio sul quale è ubicata l'opera di presa delle acque sotterranee destinate al consumo umano, **l'attività agricola** deve essere condotta nel rispetto del Codice di Buona Pratica Agricola, approvato con D.M. 19 aprile 1999, nonché nel rispetto:
 - 1) nelle zone vulnerabili ai sensi dell'articolo 13, dei programmi d'azione regionali obbligatori per la tutela e il risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola, di recepimento del D.M. 7 aprile 2006, relativamente ai quantitativi, alle modalità e ai periodi di distribuzione dei reflui di allevamento, nonché al calcolo del limite massimo di peso vivo ammissibile al pascolamento degli animali nelle aree considerate;
 - 2) negli altri casi, della normativa regionale di recepimento del D.M. 7 aprile 2006, relativamente ai quantitativi dei reflui di allevamento, che non eccedano i 170 kg diazoto/ha anno, alle modalità e ai periodi di distribuzione, nonché al calcolo del limite massimo di peso vivo ammissibile al pascolamento degli animali nelle aree considerate.

Pratiche agronomiche

L'art. 16 c. 2 del PTA stabilisce inoltre che relativamente alla lettera **d**), in relazione al differente grado di vulnerabilità del territorio sul quale è ubicata l'opera di presa, il provvedimento della Giunta regionale di cui sopra dovrà comprendere un **piano di utilizzazione**, che regola l'impiego dei fertilizzanti o di altri materiali o prodotti con funzione fertilizzante, ammendante o correttiva, e dei prodotti fitosanitari. Con il piano di utilizzazione sono stabilite le modalità, le dosi e i periodi di impiego dei fertilizzanti e dei concimi chimici, il cui utilizzo deve essere effettuato in rapporto alle caratteristiche del suolo e delle colture praticate, al fine di bilanciare gli apporti alle effettive esigenze nutrizionali di queste. Nel piano di utilizzazione sono previste le modalità di gestione delle pratiche agronomiche e dell'utilizzo dei prodotti fitosanitari, nei confronti dei quali possono essere disposti vincoli d'impiego nelle quantità e nelle categorie.



6.3 Protezione dinamica

Per una tutela più efficace delle opere di captazione, la protezione statica viene integrata dalla protezione dinamica.

In linea generale per le captazioni di modesta entità si applica di norma la sola protezione statica, mentre per le captazioni di rilevante entità o interesse, la protezione statica è associata alla protezione dinamica.

Le captazioni di rilevante entità o interesse vengono identificate in base alla portata media del pozzo o campo pozzi o sorgente oppure in base a caratteristiche peculiari dell'acquifero intercettato.

In genere si raccomanda che nel caso di captazione da pozzo in media e alta pianura (vulnerabilità elevata e velocità di flusso da media a elevata) per $Q_m > 10$ l/s venga applicata, oltre alla protezione statica, anche la protezione dinamica, all'interno dell'area di rispetto ristretta; si stabilisce inoltre che per $Q > 50$ l/s la protezione dinamica sia necessaria.

La **protezione dinamica** consiste nell'attivazione e gestione di un preordinato sistema di monitoraggio delle acque in afflusso alle captazioni, in grado di verificarne periodicamente i fondamentali parametri quantitativi e qualitativi e di consentire con un tempo di sicurezza sufficiente la segnalazione di loro eventuali variazioni significative.³³

La protezione dinamica prevede inoltre tutta una serie di altre azioni, quali ad esempio:

- l'adozione delle migliori tecnologie disponibili per il conseguimento dei più elevati livelli di sicurezza e per ridurre quanto più possibile i rischi di contaminazione;
- la predisposizione di piani di emergenza per gli approvvigionamenti alternativi, in base ai vari scenari che si possono prevedere;
- l'informazione ai diversi enti coinvolti ed ai cittadini.

Le misure da adottare possono essere³⁴:

- a) l'intensificazione del monitoraggio quali-quantitativo;
- b) l'interconnessione, ove possibile, della rete di distribuzione con altre fonti o reti di approvvigionamento;
- c) la definizione di un piano di intervento in caso di emergenza;
- d) la ristrutturazione delle opere di captazione.

Quindi la protezione dinamica va attuata attraverso:

- il censimento degli eventuali centri di pericolo all'interno delle aree di salvaguardia;
- il monitoraggio delle sostanze potenzialmente inquinanti e delle fonti potenziali di inquinamento;
- la predisposizione di sistemi d'allarme, che segnalino variazioni significative delle caratteristiche fisico chimiche delle acque affluenti alle opere di presa;
- la realizzazione di un piano di approvvigionamento idrico alternativo;
- l'indicazione delle misure da adottarsi in caso di emergenza idrica.

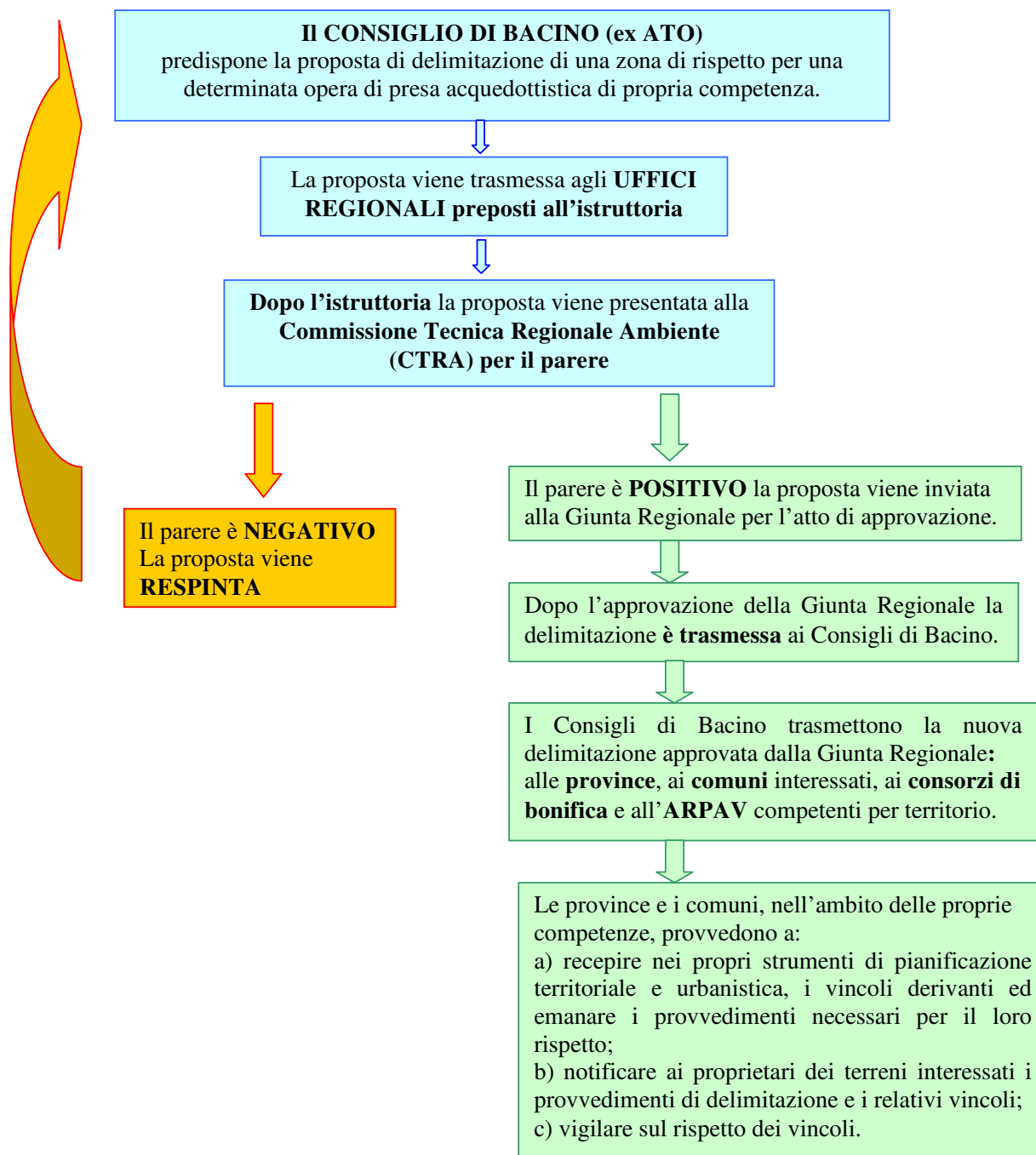
³³ Definizione dell'Accordo della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome, 12 dicembre 2002

³⁴ Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002, All. 1, Titolo I, art. 8.



7 Procedure istruttorie

La procedura schematizzata qui sotto viene ripresa dall'art. 15 del PTA (NTA) e ampliata.



8 Documentazione tecnica ed elaborati da presentare

Elenco dei documenti ed elaborati che devono essere allegati alla proposta dei Consigli di Bacino di delimitazione delle aree di salvaguardia delle opere di presa (pozzi e sorgenti) di acque destinate al consumo umano utilizzate da acquedotti pubblici:

N° 2 copie **cartacee**, accompagnate da una copia su **supporto digitale**.

Dettaglio dei contenuti tecnici della documentazione:

1) *Relazione geologica e idrogeologica*

Lo studio geologico e idrogeologico di dettaglio deve fornire il quadro delle conoscenze attuali sull'area indagata, specificando le indagini effettuate e le eventuali fonti bibliografiche utilizzate.

Deve contenere:

- il modello geologico e idrogeologico, con sezioni e cartografie (in scala almeno 1:10.000);
- i dati utilizzati per la ricostruzione del modello;
- la descrizione ed i risultati delle prove effettuate per la determinazione sperimentale dei parametri idrogeologici degli acquiferi;
- la ricostruzione del campo di moto degli acquiferi interessati (definizione degli acquiferi captati, modalità di alimentazione, piezometria, soggiacenza ecc.);
- i vincoli territoriali preesistenti.

2) *Descrizione e schema tecnico delle opere di captazione, posizionamento su cartografia in scala 1:5.000/10.000 e 1:2.000.*

Deve contenere almeno:

- ubicazione su cartografia;
- quote e coordinate;
- stratigrafia del pozzo o carta geologica dell'intorno della sorgente;
- schema tecnico del pozzo (profondità del pozzo, metodo di perforazione, tipologia e posizione del dreno, cementazione, i filtri e loro posizione) o dell'opera di presa (sorgente);
- portate di emungimento del pozzo (media e massima) o regime e portata naturale e captata della sorgente;
- documentazione fotografica.

3) *Proposta di delimitazione delle aree di salvaguardia con descrizione del metodo utilizzato (cartografia e relazione descrittiva).*

La proposta di delimitazione delle aree di salvaguardia dovrà essere illustrata da una cartografia di dettaglio ed una relazione descrittiva.



La relazione dovrà contenere la descrizione della scelta del criterio e della metodologia applicata, la descrizione dettagliata dei parametri idrogeologici utilizzati sulla base delle prove eseguite.

Nei casi previsti va accuratamente delineata la metodologia che ha portato all'individuazione della vulnerabilità dell'acquifero.

I passaggi metodologici che hanno portato alla delimitazione delle varie zone devono essere descritti e motivati evidenziando eventuali criticità.

Dovranno inoltre essere forniti gli accorgimenti adottati per la salvaguardia delle suddette zone (recinzione, canalizzazioni, opere di servizio ecc...).

Infine, per ciascuna area di rispetto dovrà essere formulata una proposta per l'applicazione della protezione dinamica se prevista.

La delimitazione va eseguita su cartografia a base almeno 1:10.000 e **deve essere fornito lo shapefile della proposta di perimetrazione.**

Inoltre, si raccomanda che:

- la relazione geologica e idrogeologica sia redatta da un geologo, regolarmente iscritto all'Albo Professionale;
- le indagini dirette ed indirette eseguite (geognostiche, geofisiche, ...) siano chiaramente e univocamente ubicate sulla cartografia riportando le coordinate geografiche espresse in Gauss Boaga fuso Ovest;
- per quanto riguarda le indagini sia indicata la data di esecuzione, la località, gli esecutori ecc.

