



REGIONE ABRUZZO

DIREZIONE LAVORI PUBBLICI - GESTIONE INTEGRATA DEI BACINI IDROGRAFICI.

DIFESA DEL SUOLO E DELLA COSTA

Servizio Acque e Demanio Idrico DC10

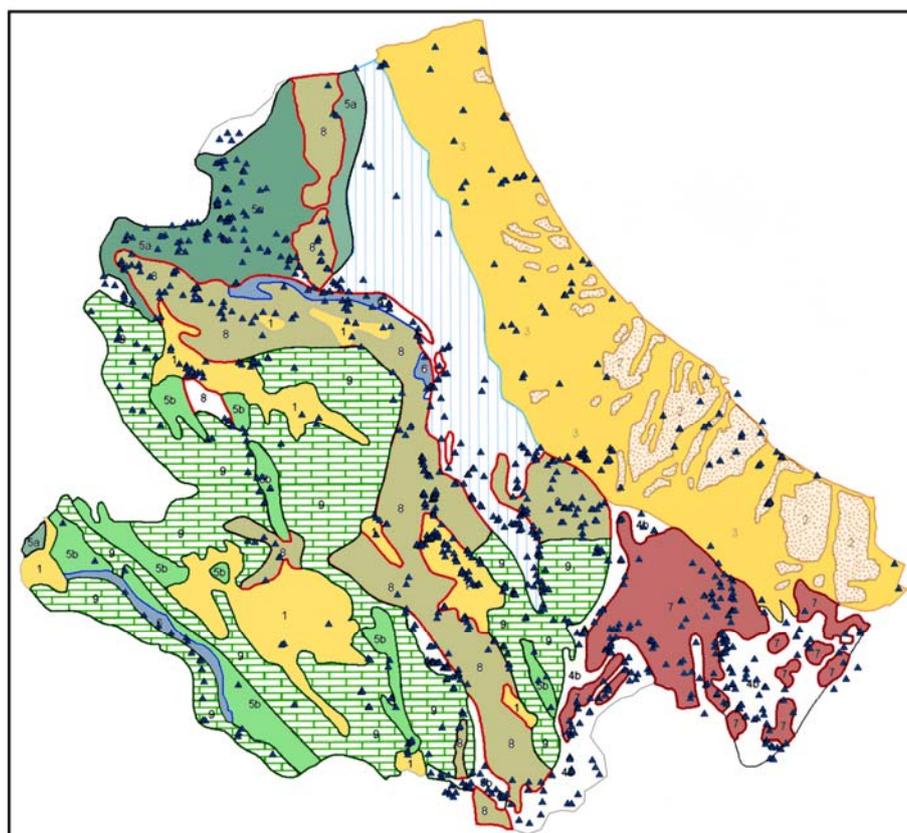


UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno

Tecniche operative per la perimetrazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano



R1.4 Agg.01

Per l'Università degli Studi

Prof. Ing. Maurizio LEOPARDI
Responsabile scientifico

Prof. Dott. Marco TALLINI
Dott.ssa Anna Maria MARRA
Dott.ssa Stefania MARSILI
COLLABORA ENGINEERING
Gruppo di Lavoro

Per la Regione Abruzzo

Dr. Ing. Pierluigi CAPUTI
Direttore Regionale

Dr. Ing. Bruno FABIOCCHI
Dirigente del Servizio

Febbraio 2010

REGIONE ABRUZZO

Direzione Regionale Gestione Integrata dei Bacini Idrografici

Servizio Acque e Demanio Idrico DC10

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno

*Tecniche operative per la perimetrazione
delle aree di salvaguardia
delle acque superficiali e sotterranee
destinate al consumo umano*

1. Esame della bibliografia esistente e della situazione regionale in merito all'utilizzazione per il consumo umano delle acque superficiali e sotterranee

1.1 La normativa nazionale sulle aree di salvaguardia destinate al consumo umano e sua applicazione (D. Lgs. 152/2006; Accordo Stato – Regioni 12 dicembre 2002)

L'utilizzo delle risorse idriche e dei relativi acquiferi necessita di una attenta attività di prevenzione dall'inquinamento e di una corretta utilizzazione del territorio, attraverso l'individuazione di aree di interesse.

La normativa nazionale, come quella regionale, si muovono pertanto nella direzione della tutela dello stato delle risorse idriche in generale, e del mantenimento e miglioramento delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate mediante impianto di acquedotto di pubblico interesse, attraverso l'individuazione delle Aree di Salvaguardia.

Il Decreto Legislativo 152/ 2006 all'art. 94, disciplina l'individuazione e la definizione di *Aree di Salvaguardia* delle risorse idriche, delegando le Regioni alla definizione delle direttive e delle linee guida per la perimetrazione delle stesse.

Le "Linee guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art.

21 D. Lgs. 152/99" **dell'Accordo Stato-Regioni-Province autonome del 12/12/2002** ribadiscono e sanciscono il concetto che *"la delimitazione delle aree di salvaguardia rappresenta una delle misure che consente la tutela dei corpi idrici "* attraverso la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento ed il perseguimento degli usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, prima di tutto di quelle destinate al consumo umano, erogate mediante acquedotto di pubblico interesse.

Lo stesso Accordo fornisce quindi criteri e modalità di riferimento a supporto dell'attività necessaria alla delimitazione delle aree di salvaguardia.

Il D. Lgs. 152/06 ed il precedente Accordo del 12 dicembre 2002 distinguono le Aree di salvaguardia in **zone di tutela assoluta**, **zone di rispetto** (ristrette e/o allargate) e **zone di protezione**.

La **zona di tutela assoluta** è l'area di salvaguardia adibita esclusivamente alle opere di captazione ed alle infrastrutture di servizio; deve avere una estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione. Per quanto possibile, quest'area deve essere recintata, protetta da eventuali esondazioni di corpi idrici limitrofi e provvista di canalizzazioni per il deflusso delle acque meteoriche.

La **zona di rispetto** è costituita dall'area di salvaguardia immediatamente a ridosso della zona di tutela assoluta o ad essa collegata da percorsi preferenziali utilizzati da acque a deflusso veloce, pur essendo poste a distanza dalle opere di captazione o di derivazione, area a cui vengono imposti vincoli molto restrittivi e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata.

La zona di rispetto può essere suddivisa in **zona di rispetto ristretta** e **zona di rispetto allargata** "in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa". In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento di centri di pericolo e lo svolgimento di attività così come definito dal comma 4 art. 94 del D.Lgs. 152/06 l'estensione delle due zone, *ristretta e allargata*, come già previsto nell'Accordo 12 dicembre 2002 (Allegato 3 Titolo I, punto B comma 5) può anche coincidere nel caso di acquifero protetto, del quale deve essere garantito il grado di protezione vietando le attività che possano comprometterlo.

L'Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002 prevede anche la possibilità di individuare **zone di rispetto aggiuntive** in sistemi fessurati o carsificati, non direttamente collegate all'opera di captazione, in corrispondenza delle quali siano stati verificati fenomeni di infiltrazione con collegamenti rapidi alle risorse idriche captate nel punto d'acqua (pozzo o sorgente). (Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 2003).

Le Zone di Rispetto si dicono in toto o in parte **ad efficacia immediata** quando possono trovare subito applicazione i vincoli territoriali necessari per la prevenzione dei fenomeni di inquinamento; e ciò perché interessano territori a bassa o nulla antropizzazione.

Le Zone di Rispetto si dicono in toto o in parte **ad efficacia progressiva** quando i vincoli territoriali necessari per prevenire i fenomeni di inquinamento trovano immediata applicazione per le

nuove attività, mentre vengono resi gradualmente operativi per quelle già esistenti; e ciò perché interessano territori già antropizzati, all'interno dei quali bisogna incidere sulle attività antropiche in atto, avendo cura di mantenere un giusto equilibrio tra necessità socio-economiche dei luoghi ed esigenze di tutela delle risorse idriche sotterranee.

Per **zona di protezione** si intende l'Area di Salvaguardia, immediatamente circostante alle Zone di Rispetto, i cui limiti esterni coincidono preferibilmente con quelli dell'intero bacino di alimentazione della falda ed a cui possono essere imposti i vincoli territoriali relativamente meno restrittivi di quelli delle Zone di Rispetto. Il bacino corrisponde, ovviamente, all'area nella quale avviene l'infiltrazione diretta delle acque meteoriche, alle eventuali aree di alimentazione indiretta ed a quelle di contatto con i corpi idrici superficiali dai quali le acque sotterranee traggono eventualmente alimentazione (Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 2003; modificata).

La Zona di Protezione può essere anch'essa, in toto o in parte, ad efficacia immediata o ad efficacia progressiva. Le regioni, al fine della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- ⊕ Area di ricarica della falda
- ⊕ Emergenze naturali ed artificiali della falda
- ⊕ Zone di riserva (comma 8, art. 94, D. Lgs. 152/06)

Per **zona di riserva** si intende il territorio che, interessato da risorse idriche pregiate, può essere delimitato e gestito per preservarne nel tempo la quantità e la qualità, anche ai fini di un loro possibile utilizzo, con particolare riferimento a quelle dotate di caratteristiche di potabilità (Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 2003; modificata).

Criteri di delimitazione delle aree di salvaguardia

Così come previsto dall'Accordo del 12 dicembre 2002, le aree di salvaguardia sono individuate secondo i seguenti criteri generali:

- 1) Le aree di salvaguardia di sorgenti, pozzi e punti di presa delle acque superficiali sono suddivise in zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione.
- 2) I criteri per la delimitazione delle aree di salvaguardia e l'estensione delle diverse zone sono stabiliti in funzione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrologiche e idrochimiche delle sorgenti, dei pozzi e dei punti di presa da acque superficiali.

Le singole zone sono delimitate secondo i seguenti criteri:

a) criterio geometrico: consiste nel prefissare le dimensioni delle aree di salvaguardia, a prescindere da eventuali considerazioni di carattere tecnico.

Di norma è adottato per la delimitazione della zona di tutela assoluta (“*almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione*”, comma 3 art. 94 D. Lgs. 152/06) e della zona di rispetto per le derivazioni da corpi idrici superficiali (“*200 metri di raggio, rispetto al punto di captazione o di derivazione*”, comma 6 art. 94 D. Lgs. 152/06), e, in via provvisoria, in attesa che la Regione la delimiti o con il criterio temporale o con quello idrogeologico, per la delimitazione delle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti;

b) criterio temporale: consiste nel definire le dimensioni delle aree di salvaguardia in funzione del tempo di sicurezza, inteso come un intervallo temporale prefissato che consente di eliminare o mitigare gli effetti di un eventuale inquinante idrotrasportato nell'acquifero saturo (in condizioni di deflusso, sia naturali sia indotti da pompaggio) intervenendo a distanza di sicurezza dal punto di captazione, mediante l'attivazione di sistemi di disinquinamento delle acque sotterranee, ovvero mediante misure di approvvigionamento idrico alternativo

Si applica, in prevalenza, per la delimitazione definitiva della zona di rispetto di pozzi ed eventualmente di sorgenti, laddove applicabile, quindi in scenari idrogeologici generalmente poco complessi, ben conosciuti e ben documentati.

La metodologia riportata nell'“Accordo 12 dicembre 2002” 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, con tempo 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.

c) criterio idrogeologico: consiste nel definire i limiti delle aree di salvaguardia mediante considerazioni tecnico-scientifiche basate su tutte le conoscenze esistenti sull'idrodinamica sotterranea e sulle caratteristiche stratigrafico - strutturali dell'acquifero.

Esso è di norma adottato:

- ⊕ per la delimitazione della Zona di Tutela Assoluta, quando viene ritenuto insufficiente il diametro minimo di 10 metri previsto al comma 3 dell'art. 94 del Decreto Legislativo n. 152/06;
- ⊕ per il posizionamento della recinzione all'interno della Zona di Tutela Assoluta, quando non è possibile recingere l'intera area di diametro pari a 10 metri;
- ⊕ per la delimitazione delle Zone di Rispetto, in presenza di scenari idrogeologici complessi (Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 2003);
- ⊕ per la delimitazione della Zona di Protezione (Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 2003).
- ⊕ per la delimitazione delle Zone di Riserva.
- ⊕ per la delimitazione della Zona di Sicurezza.

Per l'applicazione di tale criterio, bisogna basarsi su studi geologici, idrogeologici, idrologici, idrochimici e microbiologici ed è necessario acquisire dati storici delle caratteristiche qualitative e quantitative della risorsa interessata, allo scopo di identificare e definire i limiti delle aree interessate dalla captazione.

E' evidente che, essendo necessario affidarsi a ragionamenti logici basati su tutti i dati idrogeologici disponibili, non è da escludere che si possa sconfinare in un criterio misto basato, cioè, sull'applicazione e del criterio temporale e di quello idrogeologico.

Il criterio misto consiste, quindi, nell'applicazione parziale ma simultanea di almeno due degli altri criteri (in " Linee Guida al Piano di Tutela delle Acque – Regione Abruzzo" – cap. 2)

1.2 La situazione italiana: i piani di tutela delle acque, norme di attuazione e regolamenti per la delimitazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano delle altre regioni italiane. Gli esempi di Liguria, Piemonte, Lombardia, Lazio.

Per consentire la tutela delle acque dall'inquinamento, la legge 152/2006, al titolo IV "Strumenti di tutela" indica gli strumenti che le Autorità competenti hanno a disposizione per raggiungere l'obiettivo tutela, attuando prima di tutto un'attività di rilevamento quali - quantitativo delle caratteristiche di ciascun bacino idrografico e un'analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica sul bacino stesso: tali strumenti sono i Piani di Gestione e i Piani di tutela delle acque.

In particolare, all'art. 121 il legislatore prevede la stesura del **Piano di tutela delle acque** come specifico piano di settore, che deve contenere "oltre agli interventi volti a garantire il raggiungi-

mento o il mantenimento degli obiettivi previsti dal decreto stesso, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.”

Il Piano di tutela deve contenere in particolare:

- 1) i risultati dell'attività conoscitiva;
- 2) l'individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione;
- 3) l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- 4) le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;
- 5) l'indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità;
- 6) il programma di verifica dell'efficacia degli interventi previsti;
- 7) gli interventi di bonifica dei corpi idrici;
- 8) l'analisi economica di cui all'Allegato 10 alla parte terza del Decreto e le misure previste al fine di dare attuazione alle disposizioni di cui all'art. 119 concernenti il recupero dei costi dei servizi idrici;
- 9) le risorse finanziarie previste a legislazione vigente.

I termini temporali previsti dalla legislazione per l'applicazione della norma sono il 31 dicembre 2006 per la definizione, da parte delle autorità di bacino, degli obiettivi su scala di distretto, cui devono attenersi i piani di tutela delle acque, nonché le priorità degli interventi; il 31 dicembre 2007 per l'adozione da parte delle regioni del piano di tutela delle acque e per la trasmissione al Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio nonché alle competenti autorità di bacino. L'esame della situazione nazionale rispetto all'applicazione della suddetta normativa evidenzia che molte regioni si trovano nella fase di attuazione del Piano di tutela, nel più frequente dei casi, o in una fase avanzata di stesura dello stesso o delle norme attuative, secondo i termini già previsti dell'art. 44 del D. Lgs. 152/99, poi abrogato dal D. Lgs. 152/06.

In particolare sono state prese in esame alcune Regioni che hanno approvato il Piano di Tutela delle acque e che hanno già in attuazione le Direttive per l'individuazione delle Aree di salvaguardia e le Linee guida per la loro delimitazione, come la Regione Liguria, la Regione Piemonte, la Regione Lombardia e la Regione Lazio.

REGIONE LIGURIA

La Regione Liguria ha adottato il Piano di Tutela delle acque con la deliberazione della Giunta Regionale n.1119 dell'8 ottobre 2004.

Nell'**Allegato VII** del citato PTA sono riportate le Linee guida per la delimitazione della Aree di Salvaguardia, distinte secondo quanto disciplinato dal DPR 236/88, dal D. Lgs. 152/99 e dalle "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. 152/99" dell'Accordo Stato – Regioni - Province autonome del 12/12/2002.

I criteri per la delimitazione delle aree di salvaguardia e l'estensione delle diverse zone sono stabiliti in funzione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrologiche e idrochimiche delle sorgenti, dei pozzi e dei punti di presa da acque superficiali.

Al breve excursus sulla normativa vigente circa l'individuazione e la delimitazione delle aree di salvaguardia, segue l'esposizione della metodologia applicativa della normativa stessa sul territorio regionale, rispetto al quale la predisposizione delle aree ha trovato difficoltà di perimetrazione in seguito a diversi fattori, quali:

- ⊕ conoscenza limitata sulle diverse modalità di circolazione idrica sotterranee;
- ⊕ mancanza di serie storiche di dati relativi ai principali parametri chimico-fisici delle acque sotterranee ed ai livelli di falda misurati;
- ⊕ presenza pressoché ubiquitaria di insediamenti e attività su tutte le pianure alluvionali;
- ⊕ esistenza di diversi criteri di delimitazione;
- ⊕ vincoli normativi statali e regionali;
- ⊕ competenze di diversi Enti nelle fasi procedurali;
- ⊕ esigenza di un monitoraggio sulle acque e di un controllo sugli insediamenti;
- ⊕ costi per la delimitazione e la gestione;
- ⊕ eventuali sovvenzioni per l'adeguamento e/o la messa in sicurezza (ai sensi del D. Lgs. 152/99) delle infrastrutture già presenti.

A queste difficoltà, si deve aggiungere il fatto che negli ultimi anni ci sono stati considerevoli mutamenti di competenze all'interno di Enti pubblici, di controllo e degli stessi Servizi pubblici.

I soggetti coinvolti nel processo decisionale per la costituzione e la gestione delle aree di salvaguardia sono:

- ⊕ Gli Enti pubblici: Comuni, Comunità Montane, Province, ATO, Regione, Enti Parco
- ⊕ Gli Enti di controllo: ARPAL e ASL o USL
- ⊕ I Servizi pubblici: Gestori acquedotto, Consorzi di depurazione acque, Vigili del Fuoco, Servizio Geologico, etc.
- ⊕ Le Organizzazioni a tutela di interessi privati: agricoltori, industriali, commercianti, etc.

Determinante il ruolo della Regione Liguria che deve rispondere agli obblighi normativi per "l'individuazione delle aree di salvaguardia" Art. 21 comma 1 D. Lgs. 152/99 (già abrogato dal D. Lgs. 152/06).

Una volta delimitate tali aree, in seguito a studi e indagini di vario tipo, seguirà una loro acquisizione all'interno degli strumenti di pianificazione locale (Piano Regolatore Generale, Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) ed una conseguente definizione dei vincoli e delle norme d'uso del suolo.

La Regione Liguria fornisce quindi indicazioni circa le linee guida tecnico-scientifiche da utilizzare per la perimetrazione delle aree di salvaguardia, in base ai diversi criteri di studio proposti dall'Accordo tra Stato, Regioni e Province autonome del 12/12/2002.

La particolare complessità della situazione idrogeologica ligure, porta ad assumere come fondamentali, per la delimitazione delle aree di salvaguardia di pozzi e sorgenti, il criterio temporale ed il criterio idrogeologico, a seconda della situazione riscontrata sul territorio.

Viene sconsigliato l'uso del criterio geometrico, limitandolo a situazioni specifiche, in particolare per le derivazioni idriche già in essere.

Per la delimitazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque superficiali, salvo casi particolari, il criterio adottabile risulta senz'altro essere quello geometrico.

Per quanto riguarda le sorgenti, generalmente localizzate in aree montane, nella delimitazione delle aree di salvaguardia non si può che applicare il criterio idrogeologico, utilizzato anche per la definizione dell'area di tutela assoluta e di rispetto, considerata la realtà geografica – geologica - strutturale della Liguria.

Per la creazione di un modello concettuale che contenga le peculiarità locali del territorio, gli studi devono essere di carattere:

- ⊕ Geologico strutturale: giacitura degli strati e delle fratture, scistosità, lineamenti tettonici a macroscale, grado, caratteristiche e densità di fratturazione della roccia;
- ⊕ Idrogeologico: trasmissività, coefficiente di permeabilità, coefficiente di immagazzinamento, gradiente idraulico;
- ⊕ Idrologico: piovosità media, misura stagionale delle portate della sorgente, coefficiente di ruscellamento del bacino di appartenenza, coefficiente di infiltrazione efficace;
- ⊕ Geomorfologico: acclività dei versanti, franosità versanti, utilizzo del suolo, terrazzamenti, depositi pluvio-colluviali, stato della coltre superficiale comprese potenza e caratteristiche della coltre stessa, grado di erosione, tipo di ruscellamento superficiale;
- ⊕ Idrogeochimico: classificazione geochimica delle acque, geochimica isotopica per quote di infiltrazione acqua (deuterio 180);
- ⊕ Microbiologico

I dati derivanti da questi studi approfonditi vengono fatti convergere in un'unica soluzione che sia in grado di rispondere in maniera esauriente alla necessità di una delimitazione sensata ed efficace delle aree di salvaguardia per la tutela della risorsa idrica.

Si rimanda all'**Allegato A** al presente lavoro ("Allegato VII del Piano di Tutela della Regione Liguria") per la lettura analitica dei metodi di perimetrazione della **Zona di Tutela Assoluta**, della **Zona di Rispetto**, della **Zona di Protezione**, per la delimitazione delle aree di salvaguardia dei **pozzi** adibiti all'emungimento di acqua a scopo idropotabile, per la delimitazione delle aree di salvaguardia dei **pozzi terebrati** in un substrato roccioso o comunque attingenti da una falda caratterizzata da una circolazione in roccia.

REGIONE PIEMONTE

La Regione Piemonte, in data 13 marzo 2007, ha approvato il Piano di tutela delle acque (PTA), che definisce l'insieme degli interventi per mezzo dei quali conseguire gli obiettivi generali del D.Lgs. 152/06:

- ⊕ prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- ⊕ migliorare lo stato delle acque ed individuare adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- ⊕ perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche;
- ⊕ mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Oltre ad attenersi alle prescrizioni del D.Lgs 152/06, il PTA si ispira alle Linee Guida messe a punto dai gruppi di esperti della Commissione europea per la costruzione di una comune strategia per la tutela delle acque da parte dei Paesi membri, in applicazione della Direttiva Quadro in materia di acque 2000/60/CE.

La Regione Piemonte, già con il Regolamento Regionale 11 dicembre 2006 n. 15/r disciplina, in attuazione della legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61 (*Disposizioni per la prima attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque*), le aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianti di acquedotto che rivestono carattere di pubblico interesse ed il relativo procedimento di definizione (**Allegato B** al presente lavoro "Regolamento Regionale 11 dicembre 2006 n.15/r").

Nell'Allegato A al Regolamento Regionale 11/12/2006 n.15/r, sono riportati i contenuti degli studi per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.

Premesso che il procedimento di definizione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, è finalizzato alla protezione della risorsa idrica captata e che la perimetrazione delle aree è effettuata sulla base di criteri scientifici, che tengono in debito conto la situazione idrogeologica, idrologica, idrochimica, morfologica nonché, soprattutto, le condizioni di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero captato, si passa all'esposizione delle linee guida adottate per la definizione delle Aree di salvaguardia.

Per la definizione delle aree di salvaguardia dei pozzi esistenti sono applicati il criterio geometrico ed il criterio cronologico.

Per i pozzi di nuova realizzazione deve essere applicato il criterio cronologico.

La proposta di definizione dovrà essere corredata da :

- ⊕ Studio idrogeologico contenente:
 - Lineamenti geologici e geomorfologici
 - Caratterizzazione idrogeologica
 - Carte piezometriche e di soggiacenza
 - Caratteristiche dell'opera di captazione
 - Valutazione delle vulnerabilità intrinseca
 - Caratterizzazione idrogeologica e idrodinamica
 - Indagine sui centri di pericolo

Per la definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti sono applicati il criterio geometrico, il criterio cronologico ed il criterio idrogeologico. Per le sorgenti di nuova captazione deve essere applicato il criterio idrogeologico o quello cronologico qualora le caratteristiche della captazione siano assimilabili a quelle di un pozzo.

In ogni caso comunque la proposta di delimitazione delle aree di salvaguardia dovrà essere corredata da uno *studio idrogeologico* che descriva l'assetto idrogeologico e fornisca indicazioni sugli aspetti geologici e geomorfologici del territorio nel quale è ubicata la captazione e quindi contenente le caratteristiche dell'opera di captazione, la caratterizzazione idrodinamica, l'indagine sui centri di pericolo, la valutazione della vulnerabilità intrinseca (**Allegato B** al presente lavoro).

Per la definizione delle aree di salvaguardia delle captazioni da corpi idrici superficiali sono applicati il criterio geometrico e il criterio infrastrutturale. Per le captazioni da corpi idrici superficiali di nuova realizzazione deve essere applicato il criterio infrastrutturale. (**Allegato B** al presente lavoro).

REGIONE LOMBARDIA

La Regione Lombardia ha definitivamente approvato il Programma di Tutela e Uso delle Acque con Delibera di Giunta n. 2244 del 29 marzo 2006.

Già con Deliberazione della Giunta Regionale del 27 giugno 1996 n. 6/15137, sono state stabilite le direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (**Allegato C** al presente lavoro).

Alla delimitazione delle zone di rispetto dei pozzi con criterio temporale o idrogeologico si provvede sulla base di uno studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale, esteso ad un'area di dimensioni congrue in relazione alle indagini da svolgere.

Lo studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale per i pozzi dovrà contenere i seguenti aspetti ed elementi informativi:

- ⊕ Aspetti idrogeologici in una relazione illustrativa delle caratteristiche geomorfologiche, geologiche, litologiche ed idrogeologiche della zona di interesse ;
- ⊕ Aspetti idrochimici e ambientali in una relazione descrittiva che evidenzia :
 - *le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee degli acquiferi più significativi, ricostruite sulla base dei dati esistenti; in particolare, dovranno essere messi in luce gli eventuali inquinamenti in atto, indicandone le eventuali fonti di provenienza;*
 - *usi del suolo;*
 - *presenza dei centri di pericolo nell'area indagata e loro caratterizzazione;*
 - *presenza di cave, con valutazione dello stato attuale e, ove noto, dello stato pregresso;*
 - *adeguate cartografie su base CTR 1:10.000*

Sulla base degli elementi dello studio sopra illustrato, si procederà alla valutazione della situazione locale di vulnerabilità dell'acquifero da captare e di rischio della risorsa, funzionale al criterio di delimitazione della zona di rispetto da adottare.

Lo studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale per le sorgenti, il cui livello di dettaglio e di approfondimento sarà commisurato alla rilevanza di captazione, dovrà contenere i seguenti aspetti ed elementi informativi:

- ⊕ Aspetti idrogeologici, in una relazione illustrativa contenente:
 - *caratteristiche geomorfologiche, geologiche, litologiche ed idrogeologiche del bacino di alimentazione della sorgente;*
 - *sezioni idrogeologiche, illustranti la struttura della zona esaminata, da produrre nel caso di captazioni di rilevante entità;*
 - *cartografie su base CTR 1:10.000 indicanti: unità geologiche e loro permeabilità, sorgenti, elementi idrografici essenziali e opere idrauliche connesse, aree sottoposte ad inondazioni, a fenomeni franosi e di erosione.*
- ⊕ Aspetti idrochimici e ambientali in una relazione descrittiva che evidenzia:
 - *caratteristiche qualitative delle acque sorgentizie, ricostruite sulla base dei dati esistenti e, ove necessario, di specifici campionamenti, quando occorrono situazioni stagionali significativi;*

- *usi del suolo;*
- *presenza dei centri di pericolo nell'area indagata e loro caratterizzazione;*
- *presenza di cave, con valutazione dello stato attuale e, ove noto, dello stato pregresso;*
- *adeguate cartografie su base CTR 1:10.000 riportante gli elementi di cui sopra.*

REGIONE LAZIO

La Regione Lazio, in data 29 settembre 2007, ha approvato il Piano di tutela delle acque della Regione Lazio (PTAR), che rappresenta il principale strumento di pianificazione regionale in materia di acque superficiali, sotterranee e marine di tutto il Lazio.

Con *Delibera della Giunta Regionale del 14/12/1999 n. 5817, in ottemperanza del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236, articolo 9 e del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 articolo 21*, la Regione Lazio ha emanato le Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano, al fine di esercitare una incisiva ed organica tutela dell'ambiente nei suoi vari aspetti (**Allegato D** al presente lavoro).

Nella Parte II del documento, relativa alle Norme tecniche, si forniscono indicazioni circa le caratteristiche generali della documentazione e si stabilisce che la delimitazione delle zone di rispetto delle singole captazioni sarà realizzata sulla base di uno studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, idrochimico ed ambientale esteso ad un'area di dimensioni congrue, sia in relazione alle indagini da svolgere che all'importanza della captazione, e avente indicativamente un raggio non inferiore a 2 km.

Ogni istanza per l'estrazione e l'utilizzazione delle acque per il consumo umano deve contenere:

- ⊕ Relazione geologica che deve contenere gli argomenti di seguito elencati:
 - *Inquadramento geologico e idrogeologico regionale*
 - *Geologia di dettaglio dell'area*
 - *Sezioni geologiche*
 - *Geomorfologia*
 - *Indagini di dettaglio*
 - *Vincoli Territoriali*
- ⊕ Relazione idrogeologica che deve contenere gli argomenti di seguito elencati:
 - *Idrogeologia*
 - *Sezioni idrogeologiche*
 - *Idrochimica e aspetti ambientali*
 - *Analisi di Vulnerabilità*

Partendo dall'assetto geologico e idrogeologico e dall'analisi della vulnerabilità, si potranno delimitare le aree di salvaguardia; la scelta del metodo da applicare sarà funzione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area.

Le linee guida da seguire nel caso di scelta del metodo temporale e/o idrogeologico sono :

- ⊕ per la Zona di tutela assoluta quanto previsto dall'art.21 del D. L.vo n°152/99;

⊕ per la Zona di rispetto l'applicazione del *criterio temporale*, con l'utilizzazione dei seguenti elementi:

- *definizione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento;*
- *ricostruzione della struttura idrogeologica;*
- *ricostruzione della piezometrica statica e dinamica;*
- *gradiente idraulico della falda utilizzata;*
- *porosità efficace;*
- *spessore dell'acquifero completo di tutti i livelli captati;*
- *permeabilità;*
- *velocità del flusso idrico sotterraneo;*

e l'applicazione del *criterio idrogeologico*, utilizzando i seguenti elementi:

- *assetto tettonico stratigrafico;*
- *permeabilità superficiale;*
- *coperture impermeabili e loro potenza;*
- *aree di infiltrazione preferenziale (condotti carsici, aree ad intensa fratturazione..);*
- *geomorfologia;*
- *definizione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento;*
- *ricostruzione della struttura idrogeologica;*
- *ricostruzione della piezometrica statica e dinamica.*

Il dimensionamento della zona di protezione è possibile solo in base allo studio idrogeologico della struttura acquifera alimentatrice; in via cautelare appare opportuno comprendere nella zona di protezione l'intera area di alimentazione.

Le captazioni ubicate in "Acquifero urbano" e quelle dove le aree di salvaguardia comprendano centri di pericolo non rilocabili e per i quali non è possibile attuare una messa in sicurezza, devono essere abbandonate.

Nel caso di conservazione delle captazioni suddette è sempre necessario delimitare le aree di salvaguardia. In questo caso l'area di rispetto è dichiarata ad "efficacia limitata" e dovranno essere attuate le disposizioni seguenti:

- ⊕ controlli analitici con frequenza ravvicinata;
- ⊕ adozione di un piano di intervento in caso di inquinamento;
- ⊕ interconnessione, ove possibile, della rete di distribuzione con altre fonti di approvvigionamento.

1.3 La Regione Abruzzo: la situazione regionale in merito all'utilizzazione per il consumo umano delle acque superficiali e sotterranee

1.3.1. Il territorio e le caratteristiche idrogeologiche

Il territorio nel quale ricadono i bacini idrografici dei corsi d'acqua con foce in Adriatico nel tratto di costa tra S. Benedetto del Tronto e Vasto si estende dal mare fino all'interno della catena appenninica, comprendendo, oltre a tutta la fascia collinare pedemontana, anche i rilievi montuosi che formano l'arco del Gran Sasso, parte del gruppo Velino-Sirente, la Maiella e l'area del Parco Nazionale. La costituzione litologica delle formazioni geologiche affioranti varia sensibilmente da un settore all'altro del territorio (Figura 1); la distribuzione areale delle varie associazioni litologiche ripete, nelle grandi linee, quella dei principali caratteri orografici.

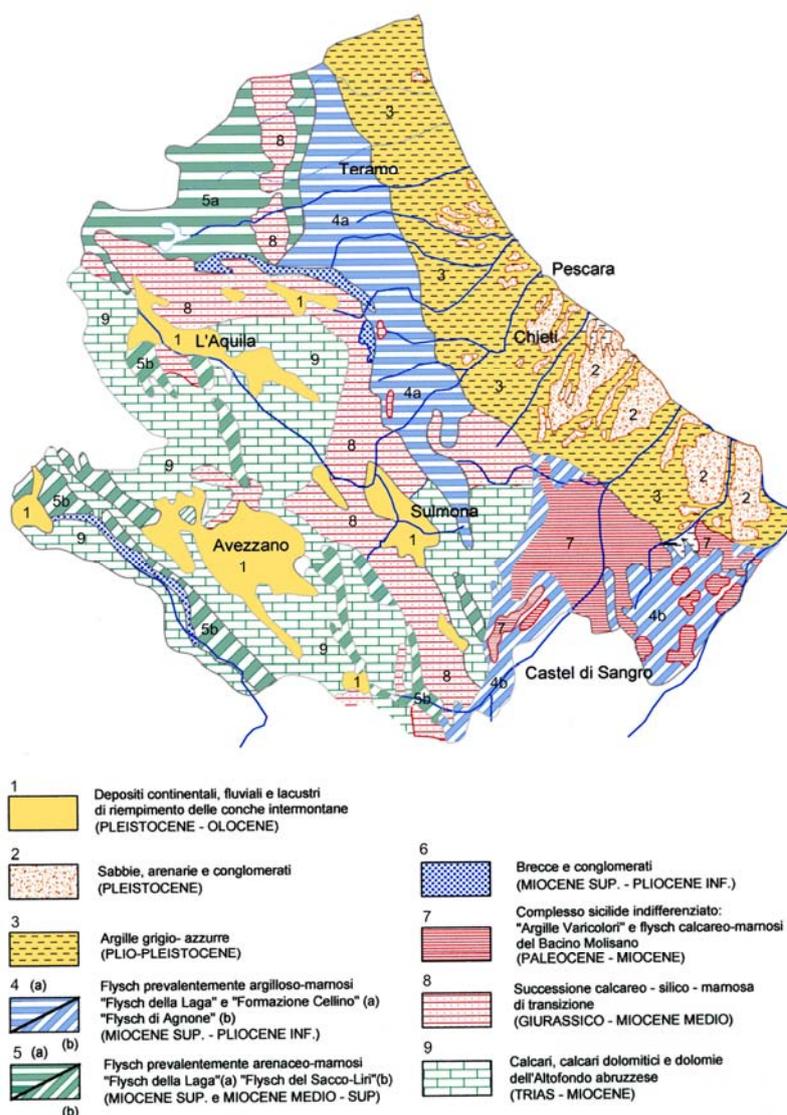


Figura 1. Schema Geologico

Il settore più interno è caratterizzato da un succedersi di dorsali montuose, con cime alte oltre i 2000 m, allungate prevalentemente in direzione NO-SE, costituite da rocce calcaree e dolomitiche stratificate o massicce, di ambiente marino di età meso-cenozoica.

Le profonde valli che separano le dorsali montuose (valle dell'Aterno, valle del Gizio-Sagittario, alta valle del Sangro ed altre valli minori) sono incise per tratti più o meno lunghi o nelle stesse rocce carbonatiche o in formazioni arenaceo-argillose, anch'esse di ambiente marino ma di età miocenica. Lungo le valli principali si aprono alcune ampie depressioni morfologiche pianeggianti (conche dell'Aquila, di Sulmona e Subequana), colmate nel corso del Quaternario da sedimenti di ambiente lacustre e fluviale. Il settore collinare pedemontano, a N-E del fronte dei massicci del Gran Sasso e della Maiella, è costituito in massima parte da formazioni geologiche di ambiente marino e di età compresa tra il Miocene superiore ed il Pliocene, litologicamente caratterizzate in larga prevalenza da terreni argilloso-marnosi, con più o meno frequenti intercalazioni arenacee. I litotipi arenacei sono invece predominanti in alcune zone a ridosso delle montagne, soprattutto nell'alta valle del Vomano e sui Monti della Laga. Solo nella media valle del Sangro e nella valle dell'Aventino affiorano terreni più antichi, anch'essi a prevalente costituzione argillosa ("Argille varicolori"), variamente associati a formazioni calcareo-marnose e marnoso-argillose di età miocenica. Nel settore di media e bassa collina, quello più prossimo al mare, affiorano formazioni argilloso-marnose di età pliopleistocenica coperte, su aree più o meno estese, da un corpo tabulare sabbioso-conglomeratico del Calabriano, dello spessore di alcune decine di metri e disposto con lieve immersione verso la costa adriatica. Le ampie aree di fondovalle dei principali corsi d'acqua sono occupate da depositi alluvionali recenti ed attuali; sui versanti delle valli, soprattutto in sinistra idraulica, sono infine presenti estese superfici pianeggianti poste a varie quote rispetto alla zona d'alveo e corrispondenti ad antichi terrazzi fluviali.

I caratteri del reticolo idrografico variano da settore a settore in relazione alla configurazione morfologica e alla permeabilità dei terreni affioranti. Nel settore montuoso, la costituzione calcareo-dolomitica, le acque di scorrimento superficiale sono convogliate in pochi ma importanti corsi d'acqua (Aterno, Gizio, Sagittario, Sangro); gli affluenti sono relativamente poco numerosi e, in genere, di breve percorso. Per l'elevata permeabilità delle rocce affioranti, lo scorrimento delle acque in superficie è relativamente modesto e il reticolo idrografico è prevalentemente di tipo a traliccio. Nel settore Aventino-media valle del Sangro, formato dalle "Argille varicolori" praticamente impermeabili, il deflusso superficiale è notevole ed è incanalato in numerose incisioni torrentizie di varia importanza, in genere con pendenze longitudinali piuttosto elevate. Il reticolo idrografico è di tipo dendritico e la densità di drenaggio piuttosto elevata. Nel settore collinare più prossimo ai rilievi montuosi, costituito dalle formazioni argilloso-marnoso-arenacee mioplioceniche impermeabili, il reticolo idrografico è caratterizzato da alcuni corsi d'acqua prin-

cipali (Tordino, Vomano, Piomba, Fino, Pescara, Foro, Sangro) che ricevono le acque incanalate in una fitta rete di corsi d'acqua minori. Forme vistose di fenomeni calanchivi, estesi su lunghi tratti delle sponde di alcuni fossi e torrenti, caratterizzano il paesaggio. Nei settore di media e bassa collina più prossimo alla linea di costa il reticolo idrografico conserva grosso modo gli stessi caratteri della parte di territorio retrostante .

1.3.2. Quantificazione delle risorse idriche disponibili ad uso idropotabile .

Da un'analisi della vasta letteratura in argomento si farà di seguito espresso riferimento ai contenuti ed ai dati di cui all' **Aggiornamento ed Adeguamento del Piano Regolatore Generale degli acquedotti nella Regione Abruzzo . ECO Suolo C.D.P. s.rl.** ed alla **Redazione del Piano di Tutela delle Acque . A.T.I. Proger – Enel.Hydro – D'Appollonia .**

Definizioni:

Unità idrogeologiche : *Nel caso di acquiferi alluvionali, per Unità idrogeologica si intende un dominio di termini litologici complessivamente omogenei nel tipo e nel grado di permeabilità, che si comportano in maniera più o meno uniforme nei riguardi dell'infiltrazione, dell'immagazzinamento e del movimento delle acque sotterranee, ai cui limiti esistono condizioni che annullano travasi d'acqua sotterranea e la cui area di alimentazione coincide in generale con quella del bacino idrografico sotteso o dai limiti idrogeologici di strutture acquifere che determinano apporti laterali.*

*L'Appennino carbonatico abruzzese risulta suddiviso in grandi **unità idrogeologiche** idraulicamente indipendenti, o perché appartenenti a distinte unità paleogeografiche o perché parti di una stessa unità variamente dislocate o sovra scorse su sedimenti poco o per nulla permeabili. All'interno di dette **unità idrogeologiche** si individuano delle **sub-unità** e delle sub-strutture; le prime idraulicamente isolate o con ipotetici interscambi solo nelle zone di coincidenza; le seconde nel complesso indipendenti ma con quasi sicuri scambi con quelle confinanti. Risultano inoltre delimitabili, all'interno delle unità, sub-unità e sub-strutture, le **aree di alimentazione** delle diverse sorgenti, o di gruppi di sorgenti, caratterizzate da più o meno ben definite direzioni del flusso idrico sotterraneo..*

Corpo idrico sotterraneo : *massa d'acqua sotterranea che, indipendentemente dalla sua entità presenti proprie caratteristiche idrologiche, idrogeologiche, chimico-fisiche e microbiologiche, sia delimitata da elementi geometrici ben definiti e cartografabili e sia o possa essere suscettibile di uno o più impieghi.*

Corpi idrici sotterranei significativi : *accumuli d'acqua (falde idriche o acque intrappolate da litotipi impermeabili) non trascurabili ai fini del suo utilizzo, contenuti nelle rocce permeabili della zona di saturazione del sottosuolo (con esclusione, quindi, dei corpi idrici discontinui e/o di mo-*

desta estensione e/o contenuti In rocce poco permeabili e/o di scarsa importanza idrogeologica e/o di irrilevante significato ecologico).

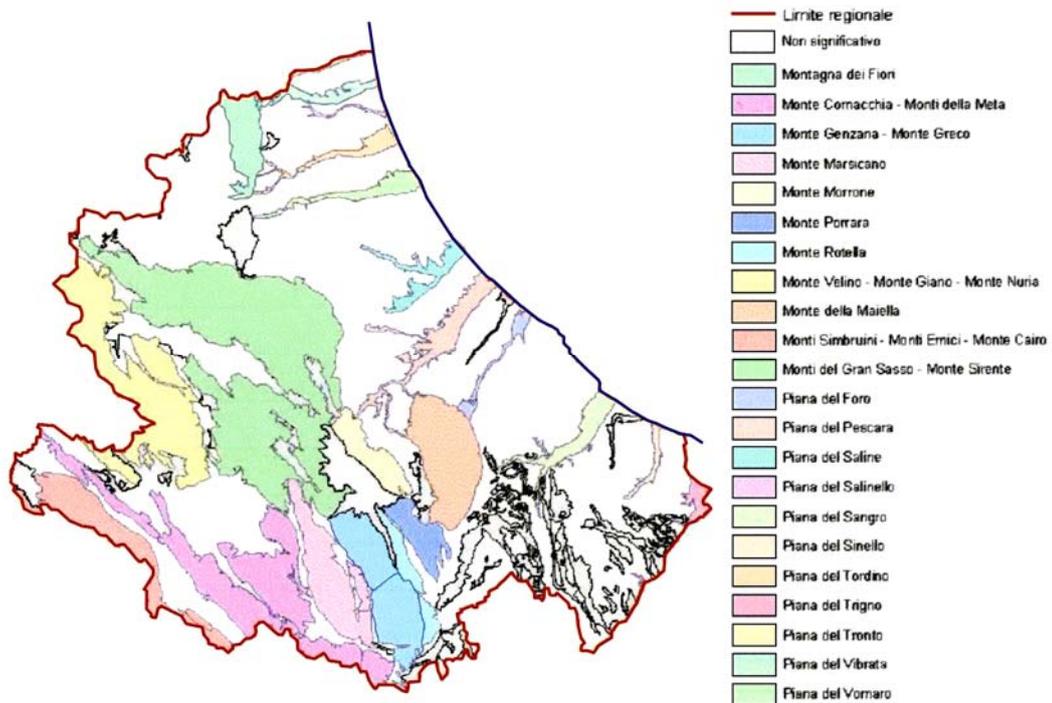


Figura 1 . Corpi Idrici sotterranei significativi
(da: Redazione del Piano di Tutela delle Acque)



Figura 2 . Corpi Idrici superficiali
(da: Redazione del Piano di Tutela delle Acque)

Bilancio idrogeologico sui Corpi Idrici sotterranei significativi “ riguarda la valutazione dell'entità dei volumi di acque sotterranee e della loro circolazione ed emergenza sotto forma di sorgenti lineari o puntuali. “

Bilancio idrologico delle acque superficiali¹ “ è ottenuto sommando i volumi di ruscellamento a quelli emergenti dai corpi idrici sotterranei in ciascun sottobacino superficiale, tracciato con l'ausilio del modello digitale del terreno. Il valori del deflusso superficiale derivano pertanto direttamente dalle analisi precedentemente svolte nel bilancio idrogeologico in quanto vi è una componente dovuta al ruscellamento che è la differenza fra le precipitazioni efficaci e l'infiltrazione e una componente di base che sono i volumi infiltrati emergenti nei punti e con l'andamento derivante dallo studio delle acque sotterranee”

Collegamento tra bilancio Idrologico e Bilancio Idrogeologico: Le risorse idriche regionali che durante il ciclo annuo transitano nei massicci carbonatici costituiscono una quota quantitativamente rilevante delle risorse totali rispetto alle quote di ruscellamento superficiale ed a quelle degli acquiferi delle pianure costiere: i corpi idrici significativi sotterranei sono infatti localizzati essenzialmente nei massicci carbonatici. Queste risorse, inoltre, per via sotterranea profonda operano dei travasi non trascurabili tra bacini imbriferi contigui: per tale motivo è importante che il modello risorse superficiali sia integrato con quello delle risorse sotterranee.

Nelle seguenti **Tabelle I e II** sono riassunti sia i volumi e sia le portate stimate a seguito di **Bilancio idrogeologico sui Corpi Idrici sotterranei e Bilancio idrologico delle acque superficiali** (Piano di Tutela delle Acque - Elaborati: A1.2 Relazione Idrogeologica ; A1.2 – App.01 Appendice 1 ; A1.3 Allegato Bilancio Idrologico e Idrologico). I suddetti valori sono riferiti a due distinte condizioni: *anno medio* ed *anno scarso*. Ovviamente questo consente di avere indicazioni sulla riduzione delle risorse in concomitanza di periodi particolarmente siccitosi.

Tabella I - Risorse idriche disponibili da Corpi Idrici Sotterranei

Corpi Idrici Sotterranei	Volumi sorgenti		Portate medie	
	Anno medio	Anno scarso	Anno medio	Anno scarso
	Milioni di m ³		l/s	
Monte Cornacchia - Monti delle Meta	198,09	138,66	6.281	4.397
Monte dell Maiella	327,04	228,93	10.370	7.259
Monte Genzana - Monte Greco	119,06	83,34	3.775	2.643
Montagna dei Fiori	0,00	0,00	0	0
Monte Marsicano	190,46	133,32	6.039	4.228
Monte Morrone	88,22	61,75	2.797	1.958
Monte Porrara	46,05	32,23	1.460	1.022
Monte Rotella	25,30	17,71	802	562
Monte Velino - Monte Giano - Monte Nuria	3,15	1,50	100	48
Monti del Gran Sasso - Monte Sirente	947,72	663,40	30.052	21.036
Monti Simbruini - Monti Ernici - Monte Cairo	94,00	65,80	2.981	2.087
Totali	2.039,09	1.426,64	64.659	45.238

¹ Il Bilancio idrologico per le acque superficiali è stato elaborato suddividendo il territorio regionale in 25 Corpi Idrici superficiali di interesse (Figura 2).

Tabella II - Risorse idriche disponibili acque superficiali

Corpi idrici superficiali		Anno medio				Anno scarso			
Nome	Area	Ruscell.	Sorgenti	Acquiferi	Deflusso	Ruscell.	Sorgenti	Acquiferi	Deflusso
	km ²								
Alento	119,48	19,82	0,00	14,35	34,17	0,68	0,00	4,31	4,98
Arielli	41,14	2,66	0,00	6,99	9,65	0,02	0,00	2,10	2,12
Aterno	1939,14	247,32	492,73	128,10	868,16	45,82	344,91	38,43	429,16
Cerrano	15,33	1,93	0,00	1,39	3,32	0,09	0,00	0,42	0,51
Feltrino	50,69	3,75	0,00	7,20	10,95	0,00	0,00	2,16	2,16
Foro	234,23	35,46	32,44	34,06	101,96	0,54	22,71	10,22	33,47
Fucino	863,26	130,29	159,65	102,17	392,11	21,33	111,76	30,65	163,73
Imele	413,24	41,69	20,91	37,72	100,33	5,82	14,64	11,32	31,77
Lebba	21,74	0,55	0,00	2,45	3,00	0,00	0,00	0,73	0,73
Liri	1173,66	188,32	248,07	132,16	568,56	24,92	173,65	39,65	238,21
Moro	72,61	9,68	0,00	8,45	18,13	0,09	0,00	2,54	2,62
Oseento	124,97	16,64	0,00	9,43	26,07	0,05	0,00	2,83	2,88
Pescara	3154,49	472,80	1.284,94	244,71	2.002,45	76,17	899,46	73,41	1.049,04
Piomba	105,71	18,46	0,00	9,05	27,50	0,91	0,00	2,71	3,63
Riccio	22,12	0,79	0,00	2,67	3,46	0,00	0,00	0,80	0,80
Saline	619,04	125,53	19,24	47,40	192,17	11,35	13,47	14,22	39,04
Salinello	178,28	39,32	0,00	20,94	60,26	2,03	0,00	6,28	8,31
Sangro	1628,79	401,84	321,67	196,00	919,50	54,07	225,17	58,80	338,03
Sinello	315,07	53,27	0,00	30,25	83,52	1,74	0,00	9,08	10,82
Tordino	448,99	108,30	0,00	54,41	162,71	7,78	0,00	16,32	24,10
Trigno	401,76	83,79	0,00	46,85	130,64	4,93	0,00	14,05	18,98
Tronto	193,98	46,26	0,00	25,76	72,02	6,50	0,00	7,73	14,23
Turano	216,38	37,71	18,47	20,10	76,28	2,36	12,93	6,03	21,32
Vibrata	116,02	10,77	0,00	11,62	22,39	0,47	0,00	3,49	3,95
Vomano	791,05	281,48	85,09	116,92	483,48	43,00	59,56	35,07	137,64
		Totale	2.683,21			Totale	1.878,26		

1.3.3. Riepilogo delle principali risorse

La Figura 3 restituisce, sulla cartografia regionale georeferenziata in coordinate Gauss Boaga, l'ubicazione delle sorgenti censite sul territorio regionale per l' *Aggiornamento ed Adeguamento del Piano Regolatore Generale degli acquedotti nella Regione Abruzzo* .

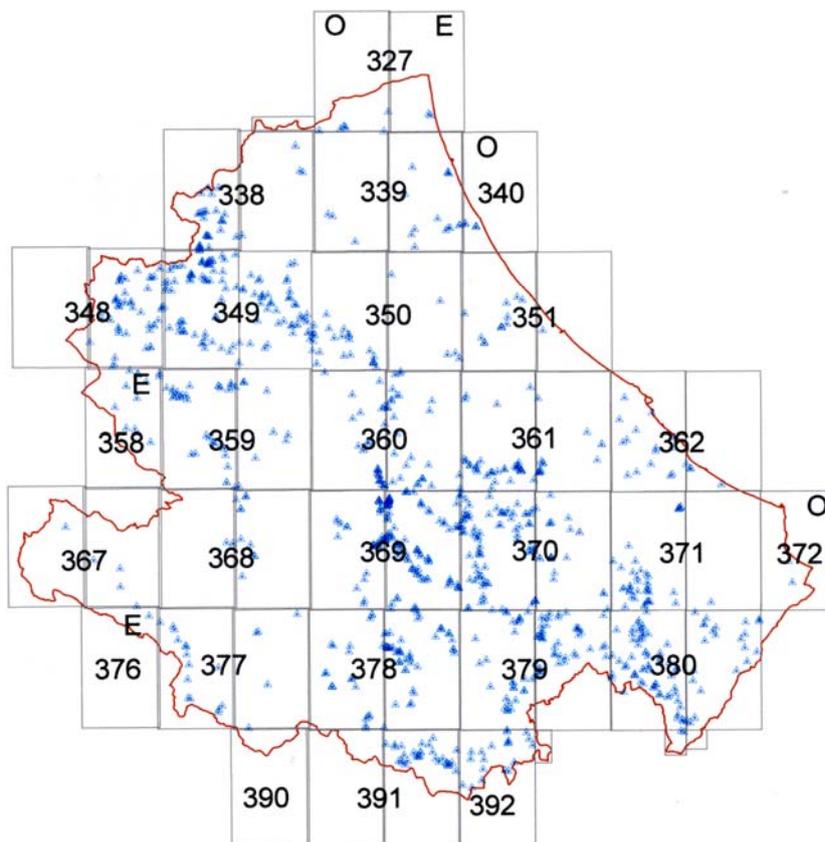


Figura 3. Ubicazione delle sorgenti sulla cartografia Regionale
Scala 1:25.000 - coordinate Gauss Boaga

L'entità delle risorse idriche sono, invece, riassunte nella seguente **Tabella III**. E' da notare come i volumi medi annui stimati nel 1984 sono ricompresi nei valori delle precedenti Tabelle I e II.

Tabella III
Distribuzione delle sorgenti rispetto alla quota

quota m s.m.	n°	portata l/s	Volumi annui Milioni di m ³
< 100	738	391	12
100-300	1.805	16.814	530
300-600	1.902	16.905	533
600-1000	2.532	18.659	588
1000-1500	1.900	4.293	135
>1500	385	858	27
	9.262	57.919	1.827

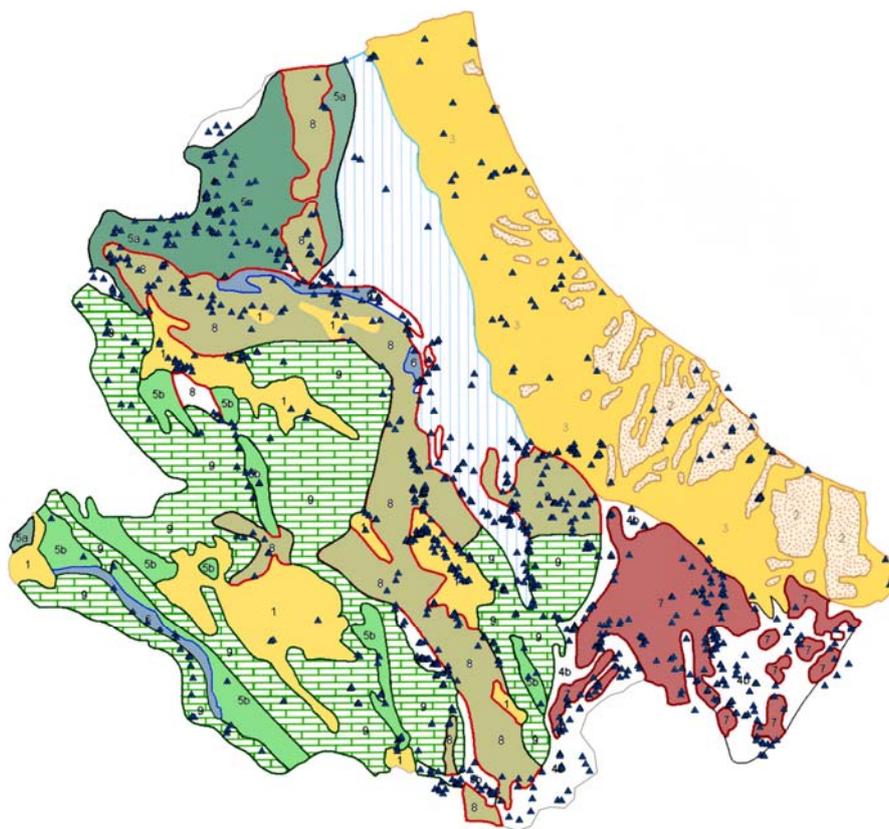


Figura 4. Ubicazione delle sorgenti sullo schema geologico

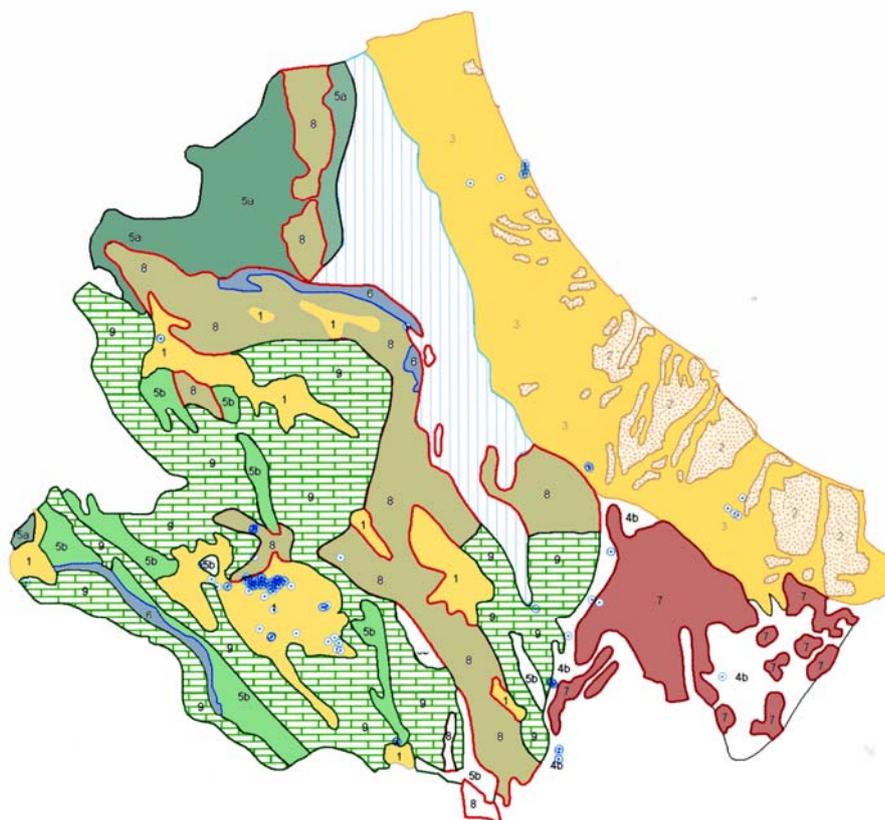


Figura 5. Ubicazione dei campi pozzi sullo schema geologico

La Figura 4 evidenzia il gran numero di sorgenti presenti nella *fascia pedemontana* che si estende tra la *fascia montuosa* e la *fascia costiera*. Nella Figura 5 sono, invece, ubicati i campi pozzi utilizzati per uso idropotabile; infine la **Tabella IV** e la correlata Figura 6 evidenziano un'ulteriore suddivisione delle risorse idriche rispetto ai bacini idrografici.

Tabella IV

Distribuzione delle sorgenti con $Q_m > 1$ l/sec per bacino idrografico

Bacini Idrografici	n°	Bacini Idrografici	n°
F. Tronto	12	F. Foro	23
F. Vibrata	10	F. Moro	19
F. Salinello	0	F. Sangro	228
F. Tordino	23	F. Osento	6
F. Vomano	123	F. Sinello	26
F. Piomba	2	F. Minori	1
F. Salinello	37	F. Trigno	47
F. Pescara	458	F. Alto Liri	39
F. Alento	11	F. Tevere	4

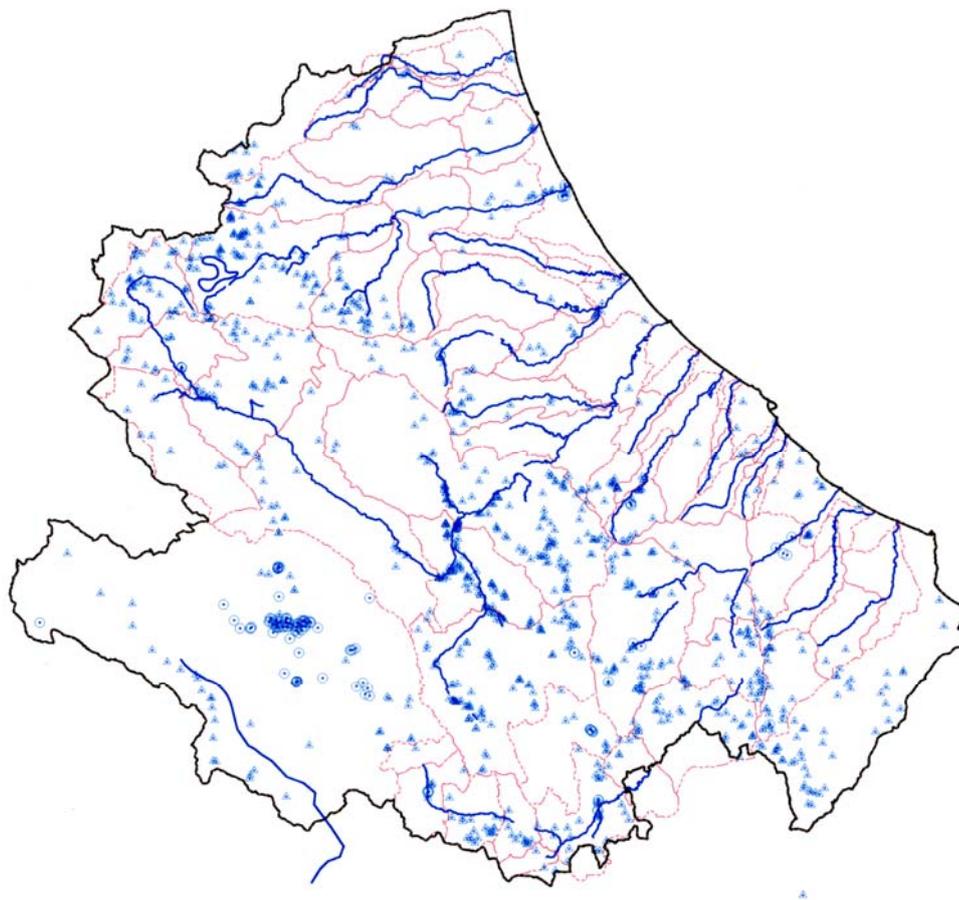


Figura 6. Distribuzione delle sorgenti per bacino idrografico

Raggruppando le sorgenti in vari range di portate potenziali, calcolati i volumi annui correlati si ha un'indicazione sulla consistenza delle risorse idriche disponibili (**Tabella V**) che, anche nell'ipotesi di considerare solo le sorgenti con portata superiore a 20 l/s (**Tabella VI**), lascerebbe disponibile un volume totale annuo più che sufficiente per escludere problemi di approvvigionamento idropotabile

Tabella V**Distribuzione delle sorgenti rispetto ai valori della portata media**

sorgenti	Q_m	Q_{m, tot}	Volumi annui
n°	l/s	l/s	Milioni di m ³
8.229	<1	2.743	87
485	1 - 3	921	29
161	3 - 5	612	19
144	5-10	983	31
66	10 - 20	926	29
64	20 - 50	2.039	64
26	50 - 100	1.794	57
60	100 - 500	12.757	402
14	500 - 1000	8.870	280
13	> 1000	26.275	829
9.262		57.919	1.827

Tabella VI

sorgenti	Q_m	Q_{m, tot}	Volumi annui
n°	l/s	l/s	Milioni di m ³
64	20 - 50	2.039	64
26	50 - 100	1.794	57
60	100 - 500	12.757	402
14	500 - 1000	8.870	280
13	> 1000	26.275	829
177		51.735	1.632

1.3.4. Fabbisogni per usi industriali ed irrigui

Prima di analizzare in dettaglio il sistema idropotabile è opportuno dare un breve cenno sul fabbisogno idrico per l'industria e l'agricoltura. Del primo per avere un valore abbastanza attendibile bisogna fare riferimento ad uno studio dell'Agenzia per la Promozione e lo Sviluppo del Mezzogiorno. Da un censimento delle attività industriali esercitate sia all'interno che all'esterno dei Nuclei o di Agglomerati Industriali risultò una stima del volume annuo complessivo di circa 160 milioni di m³.

Fu anche azzardata una previsione al 2016, proiettando i dati acquisiti sui livelli occupazionali e

nell'ipotesi di saturazione delle aree disponibili presso i vari nuclei e prevedendo un incremento del 10% delle industrie collocate al di fuori di questi. Il risultato ottenuto è sintetizzato nella seguente **Tabella VII**.

Tabella VII
Consumi per uso industriale ($m^3/anno \times 1000$)

Bacino idrografico	Consumi rilevati		Totale	Previsione al 2016		Totale
	nei nuclei	fuori nuclei		nei nuclei	fuori nuclei	
Vomano	549	3.958	4.507	3.654	4.354	8.008
Aterno-Pescara	27.304	68.967	96.271	52.060	75.864	127.924
Sangro	2.700	234	2.934	26.188	257	26.445
Zona 1	2.362	4.864	7.226	9.764	5.350	15.114
Zona 2	2.010	2.064	4.074	2.211	4.275	6.486
Zona 3	6.718	9.530	16.248	10.465	10.483	20.948
Zona 4	11.500	816	12.316	22.669	898	23.567
Zona 5	11.672	2.947	14.619	8.615	3.242	11.857
Totali	64.815	93.380	158.195	135.626	104.723	240.349

Per quanto attiene il fabbisogno irriguo l'INEA – Istituto Nazionale di Economia Agraria – ha condotto un'accurata indagine sullo stato dell'irrigazione delle regioni ricadenti nell'ambito della misura III del Quadro Comunitario di Sostegno 1994-1999. Furono censite, nei cinque consorzi di bonifica² in cui è suddiviso il territorio agrario della Regione Abruzzo, anche reti gestite da privati. L'INEA ha anche ipotizzato un incremento dovuto all'estendimento delle reti di irrigazione su aree di possibile e probabile riconversione colturale. Poiché sono state evidenziate solo per tre consorzi (Nord, Centro e Sud) aree da acquisire all'irrigazione la previsione sui consumi medi annui è riportata nella seguente **Tabella VIII**.

Tabella VIII
Consumi per uso agricolo ($m^3/anno \times 1000$)

Consorzi di Bonifica	Consumi rilevati	Disponibilità	%	Consumi previsti	%
Nord	62.920	93.000	32	123.050	-32
Ovest	21.790	21.790	0	21.790	0
Interno	17.710	72.600	76	17.710	76
Centro	38.390	97.800	61	68.450	30
Sud	16.220	49.100	67	23.170	53
Totali	157.030	334.290	53	254.170	24

² I consorzi, che provvedono anche alla realizzazione e gestione delle opere di irrigazione, sono: Nord (Vomano-Tordino) Ovest (Piani Palentini – Fucino) Interno (L'Aquila – Capistrano – Pratola Peligna) Centro (Pescara – Alento – Val di Foro – Valle Arielli – Vestina) Sud (Vastese – Frentana).

1.3.5. Fabbisogni per uso idropotabile

Se dal totale riportato nella Tabella VI vengono detratti sia i consumi stimati per l'industria e sia quelli stimati per l'agricoltura resta una disponibilità di circa 1.137.000.000 di m³ che, per una popolazione residente della Regione Abruzzo di circa 1.310.000 abitanti, è estremamente rassicurante dal punto di vista della quantità. Altrettanto non si può dire per l'utilizzo delle risorse causa la localizzazione delle sorgenti in rapporto ai centri da servire. Poiché queste risultano, come detto, concentrate nella fascia pedemontana, come risulta evidente dalla Figura 7, molti Comuni, soprattutto della costa, subiscono una dipendenza dell'approvvigionamento idrico. Per questo motivo, all'inizio degli anni 50, la Cassa per il Mezzogiorno avviò il "**Piano di normalizzazione idrica**". In Abruzzo si distribuivano mediamente circa 800 l/s soprattutto con numerosi e piccoli acquedotti comunali.

Determinato il fabbisogno pro-capite all'anno 2000, con dotazioni comprese tra gli 80 ÷ 250 l/ab*giorno, la portata da erogare salì a circa 3.200 l/s; la differenza era da reperire con nuove captazioni e distribuire con nuovi acquedotti.

Nel 1963 il Ministero dei LL.PP, ha redatto il **PRGA63 - Piano Regolatore Generale degli Acquedotti** per la previsione e programmazione organica di nuovi interventi acquedottistici con riferimento temporale al 2015 e basato su criteri tecnico – economici.

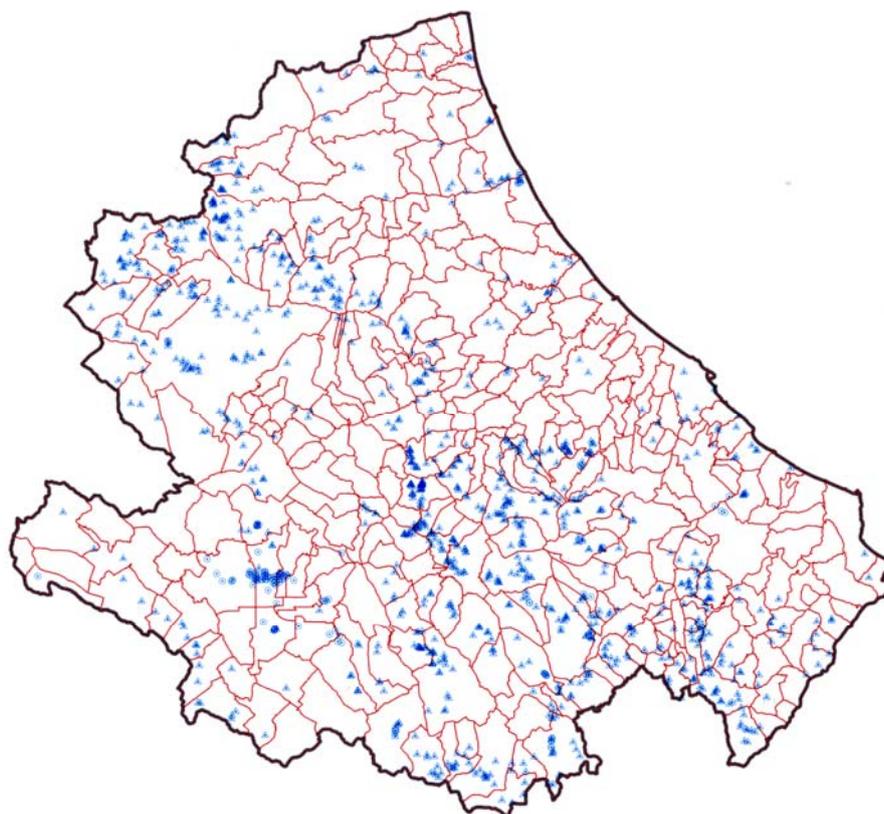


Figura 7. Suddivisione delle sorgenti e dei pozzi per Territori Comuni

In generale :

- *l'approvvigionamento idrico deve soddisfare tutte le esigenze della moderna vita civile per una popolazione prevedibile in un cinquantennio;*
- *realizzazione di acquedotti a servizio di un vasto territorio con criteri tecnico-economici senza alcuna preclusione riguardante limiti di territorialità tra Regioni, Province e Comuni;*
- *nasce il concetto di :*

Popolazione residente e popolazione fluttuante giornaliera e stagionale

Dotazione di orientamento pro-capite (Tabella IX) quale misura ritenuta sufficiente per le normali necessità dell'uso civile sobriamente soddisfatto, senza porre limiti assoluti all'uso dell'acqua, che nell'aspetto economico del bene di consumo tende di per sé a dilatarsi nel tempo, soprattutto dove il predetto elemento sia disponibile a basso costo.

Tabella IX

Popolazione e centri da servire	Dotazioni [l/ab*giorno]
(classe 7) case sparse	80
(classe 6) popolazione inferiore a 5000 abitanti	120
(classe 5) popolazione da 5000 a 10000 abitanti	150
(classe 4) popolazione da 10000 a 50000 abitanti	200
(classe 3) popolazione da 50000 a 100000 abitanti	250
(classe 2) popolazione maggiore di 100000 abitanti	300
(classe 1) grandi città	500 ÷ 700
popolazione fluttuante stagionale	200
popolazione fluttuante giornaliera	100

La previsione del PRGA63 al 2015 di una portata di 4.841 l/s risultò ben presto superata dall'evolversi delle situazioni locali derivanti da l'incremento di presenze turistiche, da maggiori consumi unitari e da dinamiche sociali associate all'evoluzione demografica.

Nel 1975 la Cassa per il Mezzogiorno modificò le modalità di intervento con l'istituzione dei *Progetti Speciali*. Per l'Abruzzo il **PS29 "Sistemi idrici dell'Appennino centro meridionale"** prevedeva l'adeguamento delle strutture acquedottistiche presenti a fronte delle nuove situazioni emergenti con adeguamento delle presenze stagionali e l'aumento delle dotazioni idriche l/ab*giorno. Con tali impostazioni il fabbisogno idropotabile della Regione fu stimato al 2016 in 9.572 l/s. Praticamente il doppio di quanto previsto dal PRGA63.

Poiché, come risulta evidente, tutte le previsioni sui fabbisogni idropotabili si sono rivelate insufficienti perché superate dagli eventi, nel 1993 con il **PRGA93** fu attuata un'ulteriore correzione del fabbisogno idrico nel giorno dei massimi consumi con una portata di 13.726 l/s e ed un'ulteriore integrazione di 2.392 l/s per il turismo costiero ed attività industriali idroesigenti. Questi cospicui aumenti non derivano da una sensibile crescita demografica, peraltro trascurabile in quanto valutata a poco più dell' 0,24% annuo, ma da una inaspettata dinamica sociale e da una crescita dei consumi legati ad una migliore qualità di vita. Per tener conto di questo secondo aspetto furono proposti nuovi valori per le dotazioni idriche (**Tabella X**).

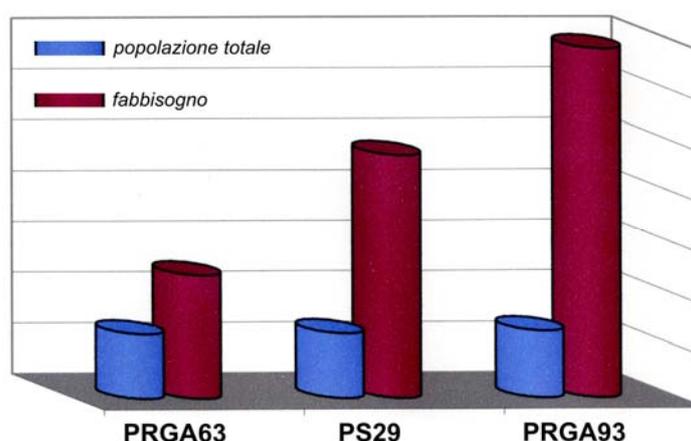
Tabella X

n.abitanti	Usi domestici	servizi		totale
< 5000	250	10%	25	275
5000 ÷ 10000	300	30%	90	390
10000 ÷ 50000	300	60%	180	480
> 50000	300	100%	300	600

Per i centri turistici la dotazione per i fluttuanti è pari a quella dei residenti con il 100% della dotazione per i servizi.

Per l'Abruzzo le previsioni del fabbisogno sono passate dagli 800 l/s (per gli anni <1950) ai 9572 l/s previsti dal PS29 (elaborato nel 1975 con previsione fino al 2016) a fronte dei 4841 l/s previsti PRGA63 (con previsione 2015) ed infine ai 13.726 del PRGA93 (con previsione 2030)

	previsione anno	fabbisogno l/s	Popolazione			dotazione l/ab die
			residente	turistica	totale	
PRGA63	2015	4.841	1.310.000	1.211.000	2.521.000	166
PS29	2016	9.572	1.309.000	1.219.500	2.528.500	327
PRGA93	2030	13.726	1.360.000	1.253.000	2.613.000	454



1.3.6. Organizzazione territoriale del servizio idrico

L'aggiornamento ed adeguamento del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti³ di cui alla Legge 4.02.1993, n.129 sulla base delle risorse idriche disponibili ed utilizzabili, sulla consistenza delle reti acquedottistiche esistenti e sulle ipotetiche richieste idriche relative al fabbisogno del "giorno dei massimi consumi" o, come in uso negli anni 60, la *portata media giornaliera del periodo estivo* ha condotto all'individuazione e definizione degli Schemi Idrici

"attraverso i quali determinare l'ottimizzazione della distribuzione delle risorse idropotabili attualmente in uso o da utilizzare tenuto conto delle interconnessioni già esistenti e tendendo all'allacciamento alla rete acquedottistica regionale, in tutte le situazioni tecnicamente ed economicamente possibili, di centri attualmente serviti da acquedotti locali".

Gli schemi proposti dalla ECO Suolo C.D.P., Società che elaborò la variante, sono riprodotti nella rielaborata Figura 8 con indicazione, per ogni area, dei fabbisogni rilevati al 1991 e stimati al 2030.

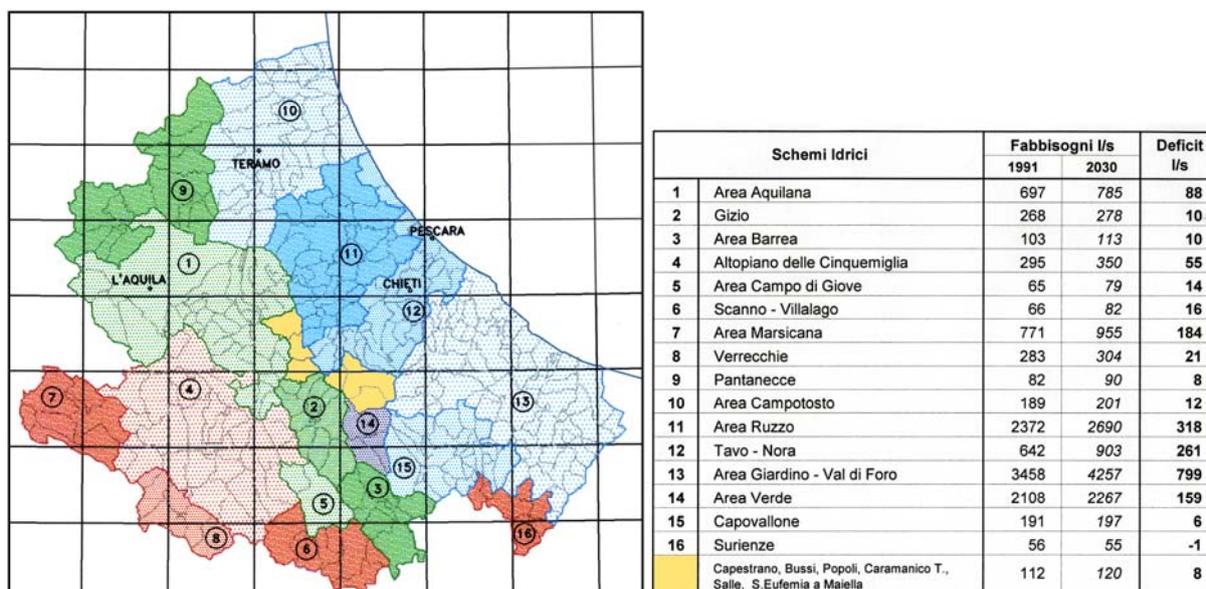


Figura 8 . Schemi acquedottistici di cui alla Variante al PRGA93

Nell'Allegato 3.5 della Parte II del Piano venivano tracciati nuovi acquedotti e proposte ulteriori fonti di alimentazione e possibili interconnessioni al fine di sopperire ai deficit stimati al 2030.

La legge del 5.01.1994 n° 36, "Disposizioni in materia di risorse idriche" rivoluziona l'organizzazione del servizio idrico in Italia. La legge introduce il concetto fondamentale di **risorsa limitata** e, pertanto, da salvaguardare e da utilizzare secondo criteri di solidarietà e da gestire con criteri di servizio **efficiente, efficace ed economico**.

Recepte le Direttive comunitarie in materia di acque, lo scopo principale della legge è stato di

³ elaborato nel 1963

promuovere processo di modernizzazione ed industrializzazione nel settore acque pubbliche decretando il superamento della titolarità dei Comuni in materia di gestione del servizio idrico prevedendo che questo venga organizzato a livello di Ambito Territoriale Ottimale, dimensionato in modo tale da rispondere ai sopraccennati criteri di servizio.

Il recepimento della legge n. 36/94 da parte della Regione Abruzzo è avvenuto attraverso la legge regionale n. 2 del 13/1/1997 **“Disposizioni in materia di risorse idriche di cui alla legge 36/94”**

“ Art. 2 Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali. La Regione Abruzzo, in attuazione dell'art. 8 della legge 36/94 riguardante l'organizzazione territoriale del servizio idrico integrato, nonché nell'ambito delle attività di programmazione e pianificazione previste dagli artt. 3 e 17 della legge 18.5.1989, n. 183 e successive modificazioni, al fine di garantire la gestione unitaria dei servizi idrici integrati, delimita i seguenti ambiti territoriali ottimali.....: Ambito territoriale Ottimale n. 1 Aquilano, Ambito territoriale Ottimale n. 2 Marsicano, Ambito territoriale Ottimale n. 3 Peligno Alto Sangro, Ambito territoriale Ottimale n. 4 Pescara, Ambito territoriale Ottimale n. 5 Teramano, Ambito territoriale Ottimale n. 6 Chietino “

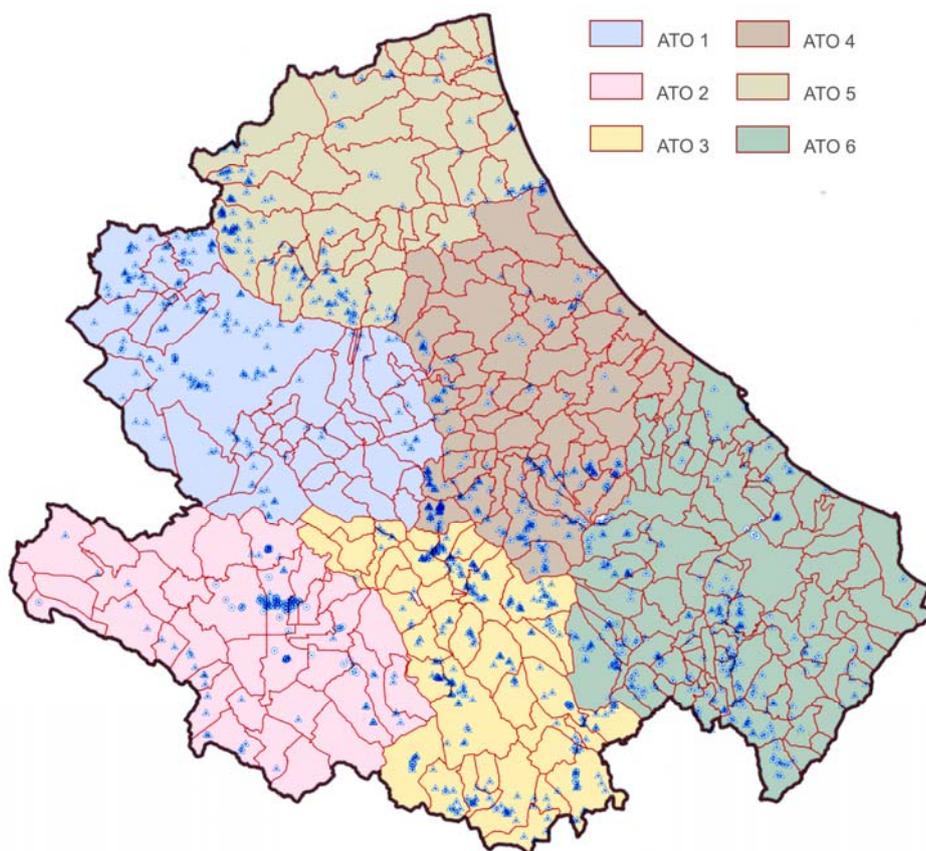


Figura 9. Ambiti Territoriali Ottimali di cui alla Legge Regionale n .2 del 13.1.1997

Successivamente con la Legge Regionale n.37 del 21 novembre 2007 “ **Riforma del Sistema Idrico Integrato nella Regione Abruzzo** “:

“..... ai sensi degli artt. 141 e 142 del D.lgs 152/2006, nel rispetto delle competenze e delle funzioni degli Enti locali.....al fine di garantire la gestione unitaria dei servizi idrici integrati, delimita i seguenti Ambiti Territoriali Ottimali:”

- ⊕ **Ambito Territoriale Ottimale n.1 Aquilano** per la provincia di L'Aquila (108 Comuni con una popolazione stimata al 2006 di 305.400 abitanti) ;
- ⊕ **Ambito territoriale Ottimale n. 2 Pescara** per la provincia di Pescara (54 comuni, di cui 8 ricadenti nella provincia di Teramo, con una popolazione stimata al 2006 di 360.669 abitanti) ;
- ⊕ **Ambito territoriale Ottimale n. 3 Teramano** per la provincia di Teramo (39 comuni con una popolazione stimata al 2006 di 252.415 abitanti) ;
- ⊕ **Ambito territoriale Ottimale n. 4 Chietino** per la provincia di Chieti (104 comuni con una popolazione stimata al 2006 di 391.313 abitanti).

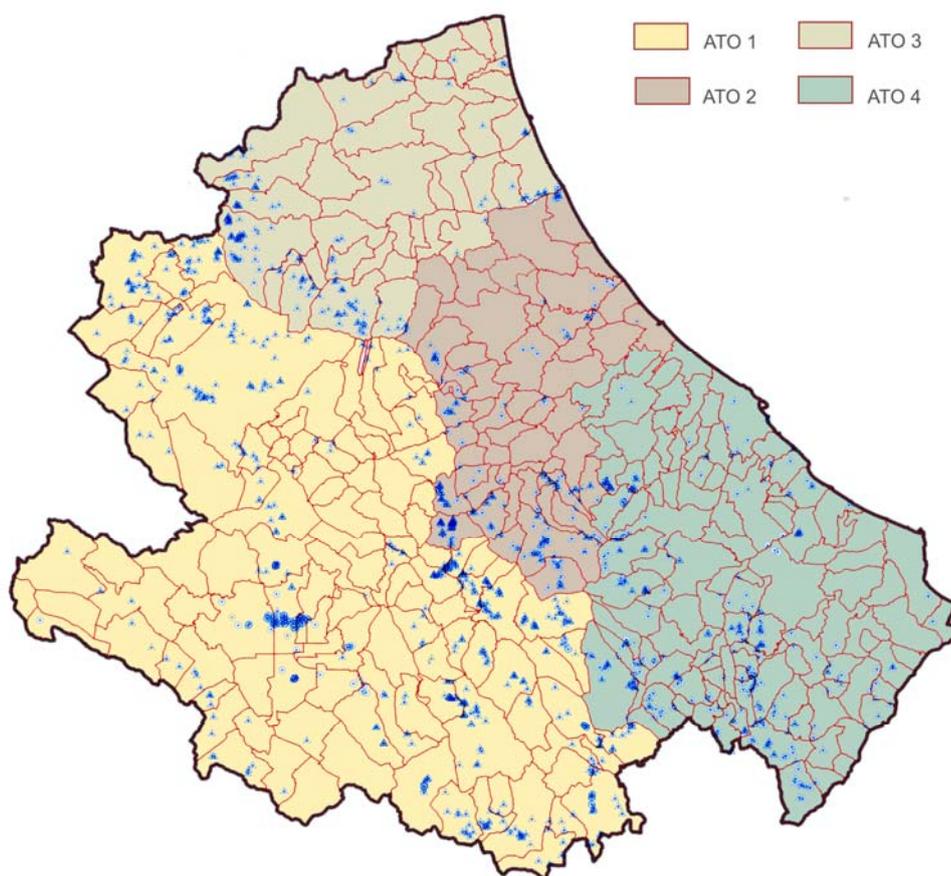


Figura 10. Ambiti Territoriali Ottimali di cui alla L. R. n.37 del 21. 11. 2007

Su questo nuovo assetto territoriale sono stati rielaborati i dati a suo tempo rilevati dalla Società di ingegneria incaricata di redigere la Variante al PRGA93 – **Tabella XI**

Tabella XI

Dati Ecosuolo 1993-95

Sorgenti censite			uso idropotabile		
	n.	l/s	n.	captate	prelevate
ATO 1	448	43.903,0	82	5.565,1	1.991,6
ATO 2	205	7.490,6	13	2.505,2	1.926,3
ATO 3	145	2.657,8	16	1.993,1	708,5
ATO 4	272	7.760,2	35	2.138,1	1.796,3
	1070	61.811,6	146	12.201,5	6.422,7

Pozzi censiti		uso idropotabile	
	n.	l/s	l/s
ATO 1	89	2.382,7	1.237,4
ATO 2	4	245,0	140,0
ATO 3	3	125,0	0,0
ATO 4	7	67,0	0,0
	103	2.819,7	1.377,4

L'entità delle risorse idriche così calcolate all'interno di ogni singolo territorio danno una più che sufficiente indicazione tra " il disponibile" e " l'utilizzato ". Operando in maniera analoga, utilizzando sia i dati forniti dai vari Gestori e sia da SOGESID s.p.a., sono stati desunti i valori delle portate prelevate sia da sorgenti che da campi pozzi - **Tabella XII**

Tabella XII

Dati SOGESID 2007

sorgenti captate ed opere di presa		Portate prelevate l/s anno		
		max	min	med
ATO 1	211	2.828,0	2.358,1	2.571,0
ATO 2	50	2.708,0	2.221,0	2.463,0
ATO 3	128	1.641,6	1.489,0	1.454,0
ATO 4	40	1.599,6	1.335,0	1.505,0

Prelievi da corsi d'acqua		Portate prelevate l/s anno		
		max	min	med
ATO 3		287,0	149,0	218,0
ATO 4		53,0	0,0	26,5

Campo pozzi		Portate prelevate l/s anno		
		max	min	med
ATO 1		1.310,0	794,0	823,0
ATO 2		562,1	530,0	535,0
ATO 3		0,0	0,0	0,0
ATO 4		47,0	21,0	32,0

Totale		Portate prelevate l/s anno		
		max	min	med
ATO 1		4.138,0	3.152,1	3.394,0
ATO 2		3.270,0	2.751,0	2.998,0
ATO 3		1.928,6	1.638,0	1.454,0
ATO 4		1.699,6	1.356,0	1.563,5

Infine nella Figura 11 sono evidenziati gli schemi acquedottistici, principali e secondari, e l'ubicazione dei serbatoi sul territorio dei singoli ambiti territoriali.

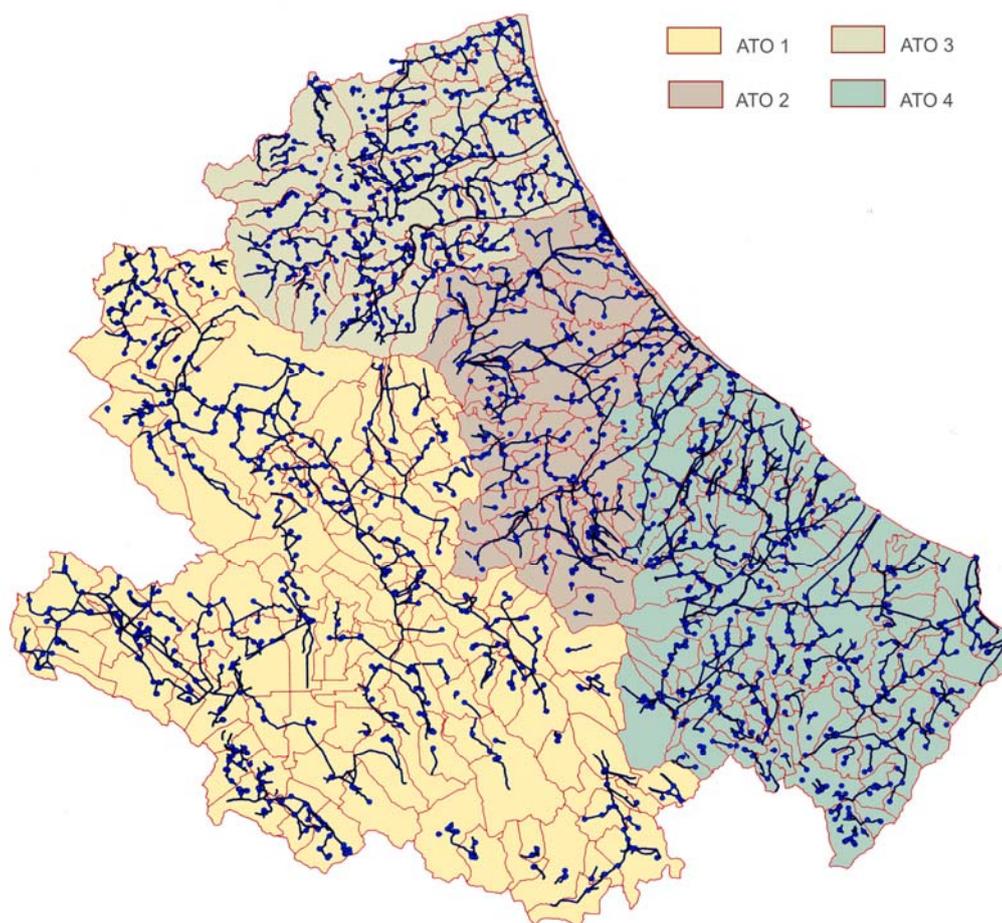


Figura 11 . Schemi dei principali acquedotti

Nelle seguenti **Tabelle XIII, XIV e XV** sono riportati, per i Comuni ricadenti nei singoli ATO, i dati della popolazione residente al 2006 e la popolazione prevista al 2017, secondo i dati forniti dal CRESA.

Correlando i dati delle portate prelevate (Tabella XII) con i dati della popolazione vengono desunte le dotazioni per ogni Ambito Territoriale Ottimale (Tabella XVI). E' evidente come la risorsa non sia equamente distribuita sul territorio . Questo comporterà inevitabilmente l'attuazione di un piano di interconnessione tra i vari sistemi acquedottistici incrementando gli esistenti scambi di risorse.

Un dato particolarmente importante riguarda la dispersione idrica che, nella Regione Abruzzo, raggiunge il valore medio di circa il 60% ⁴ (minimo 42% per l'ATO 3 Teramano, massimo 75% per l'area Peligna-Alto Sangro dell'ATO 1 Aquilano).

Una corretta valutazione delle perdite idriche è fondamentale per la scelta delle strategie da adottare per il recupero di questa risorsa che, se monetizzata, ammonta a diversi milioni di €.

⁴ Dati Sogesid – forniti da ATO e/o Gestori

Una prima indagine, condotta nel 1975 dall'ISTAT, stimò al 15% la perdita nelle reti idriche. Una revisione, condotta ancora dall'ISTAT nel 1987, valutò 5.8 miliardi di m³/anno i volumi realmente distribuiti alle utenze a fronte di 8 miliardi di m³/anno immessi in rete. L'ultimo dato disponibile, a livello nazionale, risale al 2005 e indica valori compresi tra il 20 ed il 40%, con una media di circa il 33%. La significativa progressione indica come il problema della ricerca delle perdite non sia stata messa sufficientemente in evidenza fino all'emanazione della Legge n. 36 del 1994 (Disposizioni in materia di risorse idriche) e il successivo Decreto Legislativo n. 99 del 1997.

Tabella XIII

ISTAT	Comune	2006	2017	
66001	Acciano	380	368	-12
66002	Aielli	1.460	1.468	8
66003	Alfedena	800	867	67
66004	Anversa degli Abruzzi	400	399	-1
66005	Ateleta	1.203	1.173	-30
66006	Avezzano	40.277	41.882	1.605
66007	Balsorano	3.695	3.686	-9
66008	Barete	662	679	17
66009	Barisciano	1.788	1.813	25
66010	Barrea	769	756	-13
66011	Bisegna	332	323	-9
66012	Bugnara	1.072	1.102	30
66013	Cagnano Amiterno	1.423	1.364	-59
66014	Calascio	165	161	-4
66015	Campo di Giove	896	906	10
66016	Campotosto	730	759	29
66017	Canistro	1.053	1.063	10
66018	Cansano	268	266	-2
66019	Capestrano	952	907	-45
66020	Capistrello	5.402	5.333	-69
66021	Capitignano	662	648	-14
66022	Caporciano	255	257	2
66023	Cappadocia	510	531	21
66024	Carapelle Calvisio	90	80	-10
66025	Carsoli	5.322	5.559	237
66026	Castel del Monte	480	439	-41
66027	Castel di Ieri	355	333	-22
66028	Castel di Sangro	5.819	6.082	263
66029	Castellafiume	1.105	1.167	62
66030	Castelvecchio Calvisio	187	179	-8
66031	Castelvecchio Subequo	1.141	1.059	-82
66032	Celano	11.050	11.095	45
66033	Cerchio	1.716	1.783	67
66034	Civita d'Antino	1.059	1.067	8
66035	Civitella Alfedena	316	332	16
66036	Civitella Roveto	3.378	3.439	61
66037	Cocullo	282	257	-25
66038	Collarmele	1.005	990	-15
66039	Collelongo	1.404	1.333	-71
66040	Collepetro	246	231	-15
66041	Corfinio	1.030	1.100	70
66042	Fagnano Alto	446	458	12
66043	Fontecchio	410	446	36
66044	Fossa	673	697	24
66045	Gagliano Aterno	316	316	0
66046	Gioia dei Marsi	2.274	2.260	-14
66047	Goriano Sicoli	616	595	-21
66048	Introdacqua	2.053	2.379	326
66049	L'Aquila	72.222	76.046	3.824
66050	Lecce nei Marsi	1.711	1.754	43
66051	Luco dei Marsi	5.841	6.049	208
66052	Lucoli	972	976	4
66053	Magliano de' Marsi	3.827	4.097	270
66054	Massa d'Albe	1.566	1.713	147
66055	Molina Aterno	429	399	-30
66056	Monteale	2.722	2.670	-52
66057	Morino	1.519	1.495	-24
66058	Navelli	614	590	-24
66059	Ocre	1.063	1.106	43
66060	Ofena	588	583	-5
66061	Opi	469	453	-16
66062	Oricola	1.057	1.133	76
66063	Ortona dei Marsi	722	659	-63
66064	Ortucchio	1.968	1.957	-11
66065	Ovindoli	1.263	1.323	60
66066	Pacentro	1.269	1.255	-14
66067	Pereto	738	777	39
66068	Pescasseroli	2.204	2.236	32
66069	Pescina	4.437	4.429	-8
66070	Pescocostanzo	1.196	1.155	-41
66071	Pettorano sul Gizio	1.320	1.390	70
66072	Pizzoli	3.402	3.651	249
66073	Poggio Picenze	1.038	1.081	43
66074	Prata d'Ansidonia	525	505	-20
66075	Pratola Peligna	7.879	7.967	88
66076	Prezza	1.060	1.037	-23
66077	Raiano	2.969	3.171	202
66078	Rivisondoli	717	711	-6
66079	Roccacasale	713	684	-29
66080	Rocca di Botte	746	904	158
66081	Rocca di Cambio	487	548	61
66082	Rocca di Mezzo	1.544	1.617	73
66083	Rocca Pia	183	175	-8
66084	Roccaraso	1.672	1.701	29
66085	San Benedetto dei Marsi	3.977	3.993	16
66086	San Benedetto in Perillis	132	137	5
66087	San Demetrio ne' Vestini	1.755	1.899	144
66088	San Pio delle Camere	586	629	43
66089	Sante Marie	1.291	1.251	-40
66090	Sant'Eusanio Forconese	406	380	-26
66091	Santo Stefano di Sessanio	120	114	-6
66092	San Vincenzo Valle Roveto	2.525	2.569	44
66093	Scanno	2.048	2.017	-31
66094	Scontrone	605	618	13
66095	Scoppito	2.927	3.167	240
66096	Scurcola Marsicana	2.684	2.891	207
66097	Secinaro	438	408	-30
66098	Sulmona	25.238	25.842	604
66099	Tagliacozzo	6.820	7.062	242
66100	Tione degli Abruzzi	343	311	-32
66101	Tornimparte	3.011	3.020	9
66102	Trasacco	6.130	6.236	106
66103	Villalago	619	614	-5
66104	Villa Santa Lucia degli Abruzzi	174	153	-21
66105	Villa Sant'Angelo	436	452	16
66106	Villavallelonga	949	904	-45
66107	Villetta Barrea	647	697	50
66108	Vittorito	960	927	-33
Totale ATO 1 - Aquilano		307.847	314.671	6.824

Tabella XIV

ISTAT	Comune	2006	2017	
67003	Arsita	921	908	-13
67004	Atri	11.201	11.201	0
67007	Bisenti	2.061	1.955	-106
67013	Castiglione Messer Raimondo	2.398	2.337	-61
67014	Castilenti	1.615	1.559	-56
67027	Montefino	1.159	1.106	-53
67035	Pineto	14.089	14.812	723
67040	Silvi	15.329	16.611	1.282
68001	Abbateggio	419	462	43
68002	Alanno	3.667	3.648	-19
68003	Bolognano	1.190	1.165	-25
68004	Brittoli	365	351	-14
68005	Bussi sul Tirino	2.853	2.713	-140
68006	Cappelle sul Tavo	3.834	3.999	165
68007	Caramanico Terme	2.089	2.056	-33
68008	Carpineto della Nora	710	715	5
68009	Castiglione a Casauria	887	899	12
68010	Catignano	1.468	1.424	-44
68011	Cepagatti	9.903	10.773	870
68012	Citta' Sant'Angelo	13.566	15.484	1.918
68013	Civitaquana	1.347	1.370	23
68014	Civitella Casanova	1.992	2.023	31
68015	Collecervino	5.631	5.946	315
68016	Corvara	294	283	-11
68017	Cugnoli	1.631	1.646	15
68018	Elice	1.748	1.783	35
68019	Farindola	1.694	1.571	-123
68020	Lettomanoppello	3.098	3.121	23
68021	Loreto Aprutino	7.675	7.768	93
68022	Manoppello	6.314	6.766	452
68023	Montebello di Bertona	1.067	1.035	-32
68024	Montesilvano	45.845	51.060	5.215
68025	Moscufo	3.229	3.373	144
68026	Nocciano	1.826	2.026	200
68027	Penne	12.545	12.637	92
68028	Pescara	122.402	125.557	3.155
68029	Pescosansonesco	549	558	9
68030	Pianella	7.939	8.262	323
68031	Picciano	1.348	1.352	4
68032	Pietranico	582	555	-27
68033	Popoli	5.557	5.573	16
68034	Roccamorice	1.012	1.042	30
68035	Rosciano	3.243	3.300	57
68036	Salle	304	277	-27
68037	Sant'Eufemia a Maiella	312	288	-24
68038	San Valentino in Abruz. Citeriore	1.916	1.944	28
68039	Scafa	3.969	3.989	20
68040	Serramonacesca	588	564	-24
68041	Spoltore	17.240	19.537	2.297
68042	Tocco da Casauria	2.814	2.836	22
68043	Torre de' Passeri	3.161	3.191	30
68044	Turrivalignani	845	854	9
68045	Vicoli	426	432	6
68046	Villa Celiera	802	761	-41
	Totale ATO 2 - Pescara	360.669	377.457	16.788

ISTAT	Comune	2006	2017	
67001	Alba Adriatica	11.549	12.951	1.402
67002	Ancarano	1.898	2.054	156
67005	Basciano	2.498	2.588	90
67006	Bellante	7.283	7.650	367
67008	Campoli	7.522	7.690	168
67009	Canzano	1.861	1.889	28
67010	Castel Castagna	540	547	7
67011	Castellalto	7.231	7.690	459
67012	Castelli	1.274	1.214	-60
67015	Cellino Attanasio	2.658	2.593	-65
67016	Cermignano	1.881	1.797	-84
67017	Civitella del Tronto	5.402	5.519	117
67018	Colledara	2.265	2.317	52
67019	Colonnella	3.495	3.713	218
67020	Controguerra	2.491	2.508	17
67021	Corropoli	4.195	4.577	382
67022	Cortino	774	711	-63
67023	Crognaleto	1.537	1.509	-28
67024	Fano Adriano	419	427	8
67025	Giulianova	22.383	23.186	803
67026	Isola del Gran Sasso d'Italia	4.961	5.036	75
67047	Martinsicuro	15.639	17.751	2.112
67028	Montorio al Vomano	8.061	8.113	52
67029	Morro d'Oro	3.468	3.611	143
67030	Mosciano Sant'Angelo	8.728	9.331	603
67031	Nereto	4.850	5.247	397
67032	Notaresco	6.873	7.046	173
67033	Penna Sant'Andrea	1.714	1.715	1
67034	Pietracameia	300	270	-30
67036	Rocca Santa Maria	632	599	-33
67037	Roseto degli Abruzzi	24.044	25.105	1.061
67038	Sant'Egidio alla Vibrata	9.415	10.081	666
67039	Sant'Omero	5.398	5.494	96
67041	Teramo	53.263	54.456	1.193
67042	Torano Nuovo	1.664	1.697	33
67043	Torricella Sicura	2.724	2.751	27
67044	Tortoreto	8.893	9.941	1.048
67045	Tossicia	1.474	1.543	69
67046	Valle Castellana	1.158	1.087	-71
	Totale ATO 3 - Teramo	252.415	264.001	11.586

Tabella XV

ISTAT	Comune	2006	2017	
69001	Altino	2.674	2.779	105
69002	Archi	2.301	2.292	-9
69003	Ari	1.265	1.253	-12
69004	Arielli	1.191	1.184	-7
69005	Atessa	10.502	10.687	185
69006	Bomba	930	889	-41
69007	Borrello	394	370	-24
69008	Bucchianico	4.984	5.144	160
69009	Montebello sul Sangro	115	110	-5
69010	Canosa Sannita	1.480	1.445	-35
69011	Carpineto Sinello	730	727	-3
69012	Carunchio	732	688	-44
69013	Casacanditella	1.421	1.459	38
69014	Casalanguida	1.079	1.057	-22
69015	Casalbordino	6.397	6.444	47
69016	Casalincontrada	3.053	3.208	155
69017	Casoli	5.883	5.881	-2
69018	Castel Frentano	4.001	4.060	59
69019	Castelguidone	458	445	-13
69020	Castiglione Messer Marino	2.045	1.900	-145
69021	Celenza sul Trigno	1.028	967	-61
69022	Chieti	55.260	57.408	2.148
69023	Civitaluparella	402	373	-29
69024	Civitella Messer Raimondo	937	908	-29
69025	Colledimacine	277	253	-24
69026	Colledimezzo	555	523	-32
69027	Crecchio	3.086	3.148	62
69028	Cupello	4.695	4.990	295
69029	Dogliola	411	403	-8
69104	Fallo	162	146	-16
69030	Fara Filiorum Petri	1.909	1.914	5
69031	Fara San Martino	1.581	1.553	-28
69032	Filetto	1.047	1.012	-35
69033	Fossacesia	5.898	6.515	617
69034	Fraine	434	407	-27
69035	Francoavilla al Mare	23.611	24.762	1.151
69036	Fresagrandinaria	1.090	1.061	-29
69037	Frisa	1.949	1.974	25
69038	Furci	1.174	1.105	-69
69039	Gamberale	365	329	-36
69040	Gessopalena	1.612	1.559	-53
69041	Gissi	3.017	3.036	19
69042	Giuliano Teatino	1.327	1.358	31
69043	Guardiagrele	9.598	9.749	151
69044	Guilmi	464	425	-39
69045	Lama dei Peligni	1.449	1.467	18
69046	Lanciano	36.335	37.298	963
69047	Lentella	735	727	-8
69048	Lettopalena	388	383	-5
69049	Liscia	785	753	-32
69050	Miglianico	4.599	4.635	36
69051	Montazzoli	1.033	939	-94
69052	Monteferrante	160	146	-14
69053	Montelapiano	89	82	-7
69054	Montenerodomo	836	763	-73
69055	Monteodorisio	2.527	2.611	84
69056	Mozzagrogn	2.184	2.358	174

ISTAT	Comune	2006	2017	
69057	Orsogna	4.092	4.162	70
69058	Ortona	23.689	24.715	1.026
69059	Paglieta	4.497	4.616	119
69060	Palena	1.463	1.450	-13
69061	Palmoli	1.064	1.013	-51
69062	Palombaro	1.131	1.115	-16
69063	Pennadomo	348	337	-11
69064	Pennapiedimonte	521	483	-38
69065	Perano	1.642	1.624	-18
69103	Pietraferrazzana	136	131	-5
69066	Pizzoferrato	1.148	1.096	-52
69067	Poggiofiorito	966	943	-23
69068	Pollutri	2.339	2.322	-17
69069	Pretoro	1.067	1.076	9
69070	Quadri	903	869	-34
69071	Rapino	1.457	1.458	1
69072	Ripa teatina	4.089	4.283	194
69073	Roccamontepiano	1.875	1.868	-7
69074	Rocca san giovanni	2.354	2.377	23
69075	Roccascalegna	1.384	1.401	17
69076	Roccapinalveti	1.546	1.459	-87
69077	Roio del Sangro	131	105	-26
69078	Rosello	311	294	-17
69079	San Buono	1.111	1.031	-80
69080	San Giovanni Lipioni	248	202	-46
69081	San Giovanni Teatino	11.094	11.900	806
69082	San Martino sulla Marrucina	1.007	1.115	108
69083	San Salvo	18.196	19.067	871
69084	Santa Maria Imbaro	1.796	1.909	113
69085	Sant'Eusanio del Sangro	2.435	2.450	15
69086	San Vito Chietino	5.077	5.282	205
69087	Scerni	3.599	3.552	-47
69088	Schiavi di Abruzzo	1.150	1.016	-134
69089	Taranta Peligna	475	451	-24
69090	Tollo	4.225	4.310	85
69091	Torino di Sangro	3.124	3.117	-7
69092	Tomareccio	1.937	1.901	-36
69093	Torrebruna	1.064	971	-93
69094	Torrevecchia Teatina	3.948	4.292	344
69095	Torricella Peligna	1.477	1.400	-77
69096	Treglio	1.471	1.662	191
69097	Tuffillo	508	472	-36
69098	Vacri	1.775	1.780	5
69099	Vasto	37.910	40.165	2.255
69100	Villalfonsina	1.015	983	-32
69101	Villamagna	2.439	2.505	66
69102	Villa Santa Maria	1.435	1.448	13
Totale ATO 4 - Chietino		391.313	402.238	10.925

Totale ATO 1 - Aquilano	307.847	314.671	6.824
Totale ATO 2 - Pescara	360.669	377.457	16.788
Totale ATO 3 - Teramo	252.415	264.001	11.586
Totale Regione Abruzzo	1.312.244	1.358.367	46.123

Tabella XVI

	ATO 1			ATO 2			ATO 3			ATO 4		
	portate prelevate	l/s*anno										
		max	min		max	min		max	min		max	min
	4.138	3.152		3.270	2.751		1.928	1.638		1.700	1.356	
abitanti	dotazione l/abitante *giorno		abitanti	dotazione l/abitante *giorno		abitanti	dotazione l/abitante *giorno		abitanti	dotazione l/abitante *giorno		
	max	min										
2006	307.847	1.161	885	360.669	783	659	252.415	660	561	391.313	375	299
2017	314.671	1.136	865	377.457	749	630	264.001	631	536	402.238	365	291

2. La descrizione e il confronto fra i metodi di perimetrazione utilizzabili, sia per le acque superficiali che per le sotterranee.
Analisi dei parametri necessari per l'applicazione di ciascun metodo.

I metodi di perimetrazione per la delimitazione delle Aree di salvaguardia, previsti dall'Accordo Stato Regioni 2002 sono:

Criterio Geometrico

Il **criterio geometrico** è di norma adottato per la delimitazione della zona di tutela assoluta e per la delimitazione provvisoria della zona di rispetto delle sorgenti e dei pozzi, nonché per le captazione da corpo idrico superficiale. Tale criterio consiste in una semplice perimetrazione senza l'ausilio di una conoscenza tecnica dettagliata del territorio in esame, nello specifico per la ZTA viene prescritta un'area di almeno 10 m di raggio a partire dal punto di captazione, mentre per la ZR tale area ha una raggio di almeno 200 m.

Criterio Temporale

Secondo tale criterio il limite fra l'opera di captazione ed il perimetro esterno di ogni singola area (zona di tutela assoluta, zona di rispetto ristretta e allargata), coincide con un definito tempo (tempo di sicurezza), che impiegherebbe un eventuale inquinante idroveicolato ad arrivare a detto punto di captazione. Tale metodo si applica, in prevalenza per la delimitazione definitiva della ZR dei pozzi.

Per l'applicazione del metodo è necessario conoscere la struttura idrogeologica del sottosuolo mediante:

- 1) ricostruzione della piezometria statica e valutazione delle distorsioni indotte in funzione delle portate massime concesse dei pozzi, applicando le consuete leggi dell'idrodinamica sotterranea (Legge di Darcy) appropriate al tipo di pozzo e di acquifero considerati;
- 2) tracciamento delle linee di flusso e loro suddivisione in intervalli di uguale tempo di percorrenza;
- 3) tracciamento delle linee isocrone.

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

I parametri necessari per la costruzione delle isocrone derivano da studi di caratterizzazione idrodinamica ed idrogeologica dell'area in esame e sono descritti dettagliatamente nella Tabella XVII.

Per una corretta valutazione dei parametri desunti dalle prove di emungimento una volta individuata la tipologia idraulica del sistema acquifero, si procede alla scelta di uno o più metodi ido-

nei per l'interpretazione della prova di emungimento, allo scopo di determinare il valore più probabile dei parametri idrodinamici, il cui numero dipende dal modello fisico adottato.

Tabella XVII

Parametri idrodinamici	Metodologie di Acquisizione del dato
Trammissività	<i>prove di emungimento di lunga durata</i>
Coefficiente di Permeabilità	<i>prove di emungimento di lunga durata o uso di traccianti</i>
Spessore dell'acquifero considerato	<i>prove di emungimento di lunga durata</i>
Coefficiente di immagazzinamento <i>si utilizza in caso di acquifero saturo (confinato) ed è definito come il volume di acqua che l'acquifero rilascia per unità d'area dell'acquifero per abbassamento unitario del livello piezometrico.</i>	<i>prove di emungimento di lunga durata</i>
Porosità efficace <i>è l'analogo del coefficiente di immagazzinamento per gli acquiferi non saturi (non confinato)</i>	<i>è misurata direttamente in pozzo per mezzo di sonde che registrano in continuo la variazione di specifiche proprietà fisiche della successione litologica.</i>
Fattore di fuga, <i>lunghezza caratteristica di un acquifero semi-confinato o disperdente (grande per piccole perdite e vice versa)</i>	<i>prove di emungimento di lunga durata</i>
Superficie piezometrica <i>sia in condizioni statiche che dinamiche riferendo queste ultime condizioni al valore di portata concessa</i>	<i>tramite censimento pozzi e freatimetri</i>

I metodi di interpretazione presenti in letteratura sono molteplici; di seguito, a titolo indicativo, si riportano, nella Tabella XVIII, alcuni dei metodi di interpretazione più frequentemente utilizzati, a seconda della tipologia di acquifero rilevata.

La seconda tipologia di parametri che devono essere ricavati per una corretta applicazione del criterio cronologico sono raggruppati nella seguente Tabella XIX.

A corredo dei suddetti parametri per un' ottimale valutazione del tempo di sicurezza e quindi della scelta dell'isocrona di riferimento, devono essere accuratamente censiti gli elementi di antropizzazione che dominano l'acquifero di interesse.

La cosiddetta indagine dei centri di pericolo dovrà interessare un'area avente il raggio di almeno un chilometro. In tale indagine deve essere compreso un censimento di tutte le attività, degli insediamenti e dei manufatti in grado di costituire in maniera diretta o indiretta fattore di degrado certo o potenziale della qualità delle acque.

Tabella XVIII

Tipologia di acquifero	Metodo	Procedimento	Parametri determinabili
Confinato	Theis [1935]	Curva tipo	trasmissività, coeff. immagazzinamento, conducibilità idraulica
	Jacob [1946]	Linearizzazione	trasmissività, coeff. immagazzinamento, conducibilità idraulica
Semiconfinato	Wolton [1962]	Curva tipo	trasmissività, coeff. immagazzinamento, conducibilità idraulica, fattore di fuga
	Hantush [1960]	Curva tipo	trasmissività, coeff. immagazzinamento, conducibilità idraulica, fattore di fuga
Libero	Neuman [1972]	Curva tipo	trasmissività, porosità efficace, conducibilità idrauliche
	Jacob [1946]	Linearizzazione	trasmissività, porosità efficace, conducibilità idrauliche

Tabella XIX

Parametri geologici - geomorfologici ed idrogeologici	Metodologie di Acquisizione del dato
<p><i>Caratterizzazione geologica:</i></p> <p>Litologia <i>con particolare riferimento alla granulometria alla struttura sedimentologica, alla fratturazione e carsismo.</i></p> <p>Topografia</p> <p>Uso del Suolo <i>eventuale presenza di dissesti idrogeologici, fenomeni di subsidenza</i></p>	<p><i>Litostratigrafie esistenti</i></p> <p><i>Cartografie tematiche esistenti (carte geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche, pedologiche, di uso del suolo)</i></p>
<p><i>Caratterizzazione dell'acquifero:</i></p> <p>Morfologia e struttura del substrato <i>La morfologia e struttura del tetto se l'acquifero è confinato</i></p> <p>Spessore e volume della roccia serbatoio</p> <p>Le caratteristiche strutturali: <i>faglie, pieghe, ecc.</i></p> <p>Modalità di alimentazione</p> <p>Interazioni <i>con corpi idrici superficiale e sotterranei</i></p>	<p><i>Litostratigrafie esistenti</i></p> <p><i>Sondaggi geognostici (censimento pozzi, log di pozzo, livelli piezometrici)</i></p> <p><i>Prospezioni geofisiche (indagini geoelettriche e sismiche in prima battuta, quindi gravimetriche e georadar)</i></p>

Criterio Idrogeologico

Il criterio idrogeologico è di norma adottato nelle aree di protezione delle sorgenti ed alla zona di rispetto dei pozzi in condizioni idrogeologiche di particolare complessità che impediscono l'applicazione del criterio temporale precedentemente descritto. Tale criterio non offre alcuna guida tecnica o metodologica per la delimitazione delle aree di rispetto. Esso, infatti, è finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero studiato attraverso il maggior numero di dati disponibili o reperibili con studi generali e prove in situ. Il criterio idrogeologico considera il rapporto esistente tra struttura idrogeologica e flusso delle acque sotterranee, basato su elementi idrogeologici, idrologici e idrochimici. I parametri necessari per la definizione di tale rapporto vengono descritti nel dettaglio nella Tabella XX.

Tabella XX

Parametri geologici-geomorfologici ed idrogeologici	Metodologie di Acquisizione del dato
<p><i>Caratterizzazione geologica:</i></p> <p>Classificazione idrogeologica della sorgente (limite di permeabilità, soglia di permeabilità)</p> <p>Tipologia della struttura acquifera</p> <p>Identificazione del bacino di alimentazione e modalità di circolazione (carsismo - fratturazione)</p> <p>Topografia dell'area</p> <p>Uso del suolo</p> <p>Eventuale presenza di dissesti idrogeologici, fenomeni di subsidenza</p>	<p><i>Litostratigrafie esistenti</i></p> <p><i>Carte tematiche (geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche, pedologiche, di uso del suolo)</i></p> <p><i>Indagini dirette ed indirette</i></p> <p><i>Dati di letteratura</i></p> <p><i>Uso di traccianti artificiali e naturali</i></p> <p><i>Fotointerpretazione</i></p> <p><i>Remote Sensing</i></p>
<p><i>Caratterizzazione idrologica:</i></p> <p>Serie Precipitazioni e temperatura</p> <p>Infiltrazione</p>	<p><i>Dati di letteratura di stazioni termopluviometriche</i></p> <p><i>Lisimetri</i></p>
<p><i>Caratterizzazione idrodinamica</i></p> <p>modello di circolazione sotterranea</p> <p>regime idrologico</p> <p>Conduttività elettrica</p> <p>Temperatura</p>	<p><i>Costruzione diagramma di efflusso, tramite misure di portate adeguate e distribuite in almeno un anno idrologico, per determinare il tempo di dimezzamento della portata massima annua</i></p> <p><i>Modellazione numerica (MODFLOW per mezzi porosi, FEFLOW per mezzi fessurati)</i></p> <p><i>Tramite rilevamento dati spot o in continuo in situ con sensori per parametri chimico-fisici delle acque</i></p>

Anche per il criterio idrogeologico, a corredo dei suddetti parametri devono essere accuratamente censiti gli elementi di antropizzazione che dominano l'acquifero di interesse. La cosiddetta indagine dei centri di pericolo dovrà interessare un' area avente il raggio di almeno un chilometro a monte dell'opera di captazione, comunque sempre tenendo in considerazione nella valutazione preliminare dell'estensione dell'area in esame la presenza di eventuali limiti idrogeologici. In tale indagine deve essere compreso un censimento di tutte le attività, degli insediamenti e dei manufatti in grado di costituire in maniera diretta o indiretta fattore di degrado certo o potenziale della qualità delle acque.

3. La proposta di una o più metodiche applicabili alla realtà regionale

Per poter indicare quali dei metodi esposti nel paragrafo precedente siano applicabili alla realtà regionale, sembra opportuno esporre quelle che sono le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche delle regione Abruzzo.

3.1 Inquadramento geologico dell'Abruzzo

La complessità dell'assetto geologico-strutturale, abbinata alla molteplicità delle associazioni litologiche affioranti e alle caratteristiche meteo-climatiche, hanno condizionato la formazione di differenti "paesaggi geomorfo-litologici" (Figura 10).

Le zone interne dell'Abruzzo, a sud e ad ovest della direttrice Gran Sasso – M. Morrone – Majella, ovvero buona parte della provincia dell'Aquila, esclusa la valle del Sangro e parte della provincia interna di Teramo e la Majella, presentano un paesaggio decisamente di alta e media montagna caratterizzato da rocce calcaree e arenacee inframmezzato da piane intramontane e strette valli fluviali orientate in senso appenninico. Le province di Pescara e parte di quelle di Teramo e Chieti sono caratterizzate, invece, con un stacco morfologico notevole rispetto al paesaggio precedente, da un paesaggio collinare modellatosi su rocce argillose-sabbiose in cui sono incise ampie valli fluviali ortogonali alla riva della costa adriatica.

Il paesaggio di alta e media montagna carbonatica

È costituito da dorsali orientate in senso NW-SE (catena del Gran Sasso, massicci del Velino-Sirente, M. Morrone, Marsica, Majella e Montagna dei Fiori), costituite da sequenze mesozoiche, calcareo-dolomitiche e silico-calcareo-marnose sedimentatesi le prime, in ambienti di piattaforma carbonatica neritica, le seconde negli ambienti di mare aperto-scarpata prospicienti quelli di piattaforma. Si tratta, per le sequenze di piattaforma, di alternanze di calcari a varia tessitura (calcari granulo-sostenuti, fango-sostenuti, calcari fossiliferi e calcareniti) ben stratificati in bancate o massivi e calcari dolomitici e dolomie, per quelle di mare aperto, affioranti soprattutto nel Gran Sasso, Majella nord e nella Montagna dei Fiori, di calcari fango-sostenuti con lenti e noduli di selce alternati a marne più o meno calcaree e argille a cui si intercalano livelli calcarenitici. La forte presenza di litologie calcaree contribuisce all'ampia distribuzione dei fenomeni carsici che si manifestano con forme superficiali assai sviluppate come doline, *polje* e piani carsici. Le zone oltre i 1.500 m, in passato modellate dall'azione glaciale e periglaciale, sono attualmente soggette a frane in roccia e a processi crionivali.

Il paesaggio di alta e media montagna arenacea

A nord e ad est della catena del Gran Sasso si estende una vasta area, talora con quote superiori ai mille metri, i cui aspetti morfologici sono condizionati soprattutto dalle litologie affioranti (Monti della Laga, Montagnone). Infatti, a parte la struttura del Montagnone caratterizzato da litologie calcarenitico-marnose, in questo settore sono preminenti le litologie arenaceo-pelitiche torbiditiche del Miocene superiore. A causa di un minor grado di permeabilità di queste litologie rispetto a quelle calcaree si nota un reticolo idrografico estremamente più sviluppato e articolato. Nell'alta valle del Vomano le rocce arenacee in spesse bancate determinano morfologie tabulari talora fortemente incise da fossi. In questo settore i dissesti più tipici sono talora rappresentati da fenomeni di crollo, ribaltamento e scivolamento lungo superfici di strato.

Paesaggio della media montagna della valle del Sangro

Il settore orientale della provincia di Chieti e la zona di Castel di Sangro sono caratterizzati da una morfologia collinare e di media montagna in cui affiorano formazioni mioceniche calcarenitiche e argilloso-marnose analoghe a quelle del Montagnone e litologie argillose cenozoiche ad assetto caotico riconducibili alle unità Liguridi esterne e ben note in letteratura con il termine di "Colata Aventino-Sangro". A causa dell'elevata frazione argillosa sono interessate da diffusi fenomeni franosi (colate di fango, frane roto-traslazionali e frane miste)

Paesaggio collinare della fascia adriatica

Nelle aree costiere abruzzesi affiorano i cicli trasgressivi quaternari a giacitura suborizzontale appoggiati in discordanza sulle unità mio-pleioceniche arenaceo-argillose. Sono costituiti alla base da spesse sequenze argillose che terminano al tetto da sabbie e conglomerati. Sono intensamente modellati da processi di versante con forme di erosione diffusa e incanalata (calanchi) oltre che ad essere caratterizzati da movimenti di massa, in genere colate di fango, frane roto-traslazionali e soliflussi.

Piane intramontane

All'interno delle dorsali montuose si distribuiscono una serie di piane intramontane (Fucino, Sulmona, piane della Valle del F. Aterno, conca subequana) la cui evoluzione è stata condizionata dalla tettonica distensiva quaternaria. In genere hanno forma allungata in senso appenninico, anche se non mancano forme più complesse ed articolate, e sono colmate da conglomerati, brecce calcaree, sabbie, limi e argille di ambiente lacustre e fluviale.

Piane alluvionali

Le alluvioni attuali di fondo valle e dei terrazzi fluviali più antichi sono costituiti da sedimenti eterometrici (argille, sabbie e ghiaie) che presentano notevoli variazioni granulometriche verticali

e orizzontali. A parte la media valle dell'Aterno e l'alta valle del F. Sangro, quelle più ampie sono situate nelle province di Pescara e Chieti lungo la fascia costiera adriatica.

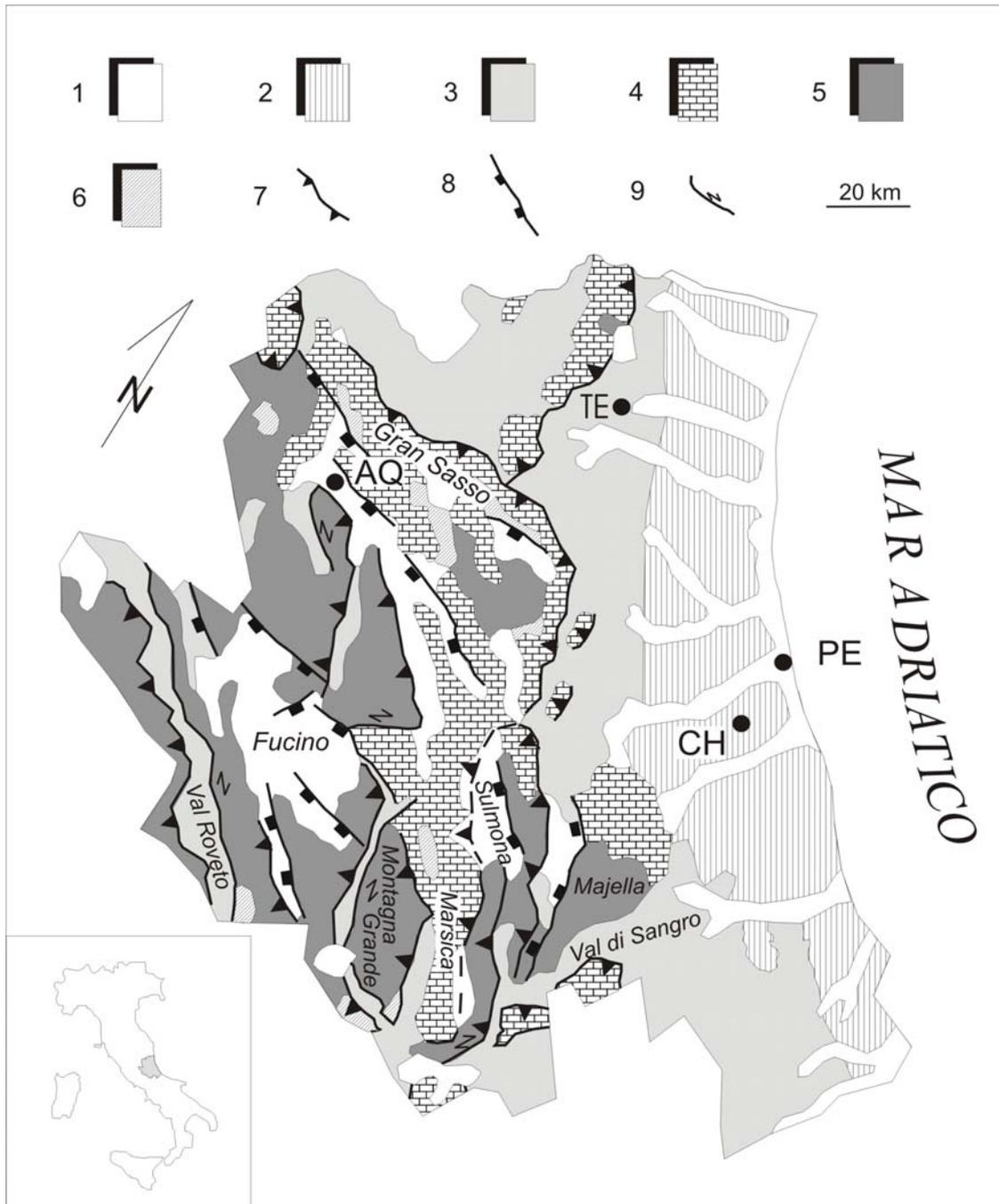


Figura 10 - Schema geologico semplificato dell'Abruzzo. 1- depositi detritici lacustri, alluvionali e di versante post-orogeni (alluvioni recenti e terrazze, corpi di frana, terre rosse, travertini; argille con lignite, sabbie, ghiaie, brecce) (Olocene - Pliocene); 2- argille, sabbie e al tetto conglomerati (ciclo sedimentario regressivo del settore periadriatico) (Quaternario); 3- depositi torbiditici di avanfossa: flysch argilloso-arenacei, arenacei e marnoso-arenacei, unità liguri esterne: argille varicolori della Val di Sangro (Pliocene - Paleogene); 4- depositi silico-calcareo-marnosi di ambiente pelagico o scarpata (sequenze della catena del Gran Sasso, Montagna dei Fiori e parte nord della Maiella) (Miocene medio - Giurassico medio); 5- depositi di piattaforma carbonatica margine incluso (calcarei fango- e granulo-sostenuti, calcari dolomitici e dolomie) (Miocene medio - Giurassico); 6- Dolomie di Castelmannfrino (Infralias - Triassico superiore); 7- sovrascorrimenti principali, a tratteggio se sepolti; 8- faglie distensive; 9- faglie trascorrenti.

3.2 Idrogeologia dell'Abruzzo

I principali acquiferi abruzzesi sono costituiti, nella zona appenninica, dagli imponenti massicci carbonatici e dai depositi fluviolacustri e detritici continentali delle conche intramontane. Nella zona pedeappenninica, collinare e costiera, sono costituiti dai depositi terrazzati continentali delle piane alluvionali e, subordinatamente, dai depositi terrazzati di origine marina. Tali acquiferi, principalmente alimentati da acque di origine meteorica, appartengono ad estesi domini idrogeologici e mostrano facies tipicamente bicarbonato-calciche. Si sovrappone una modesta circolazione di acque mineralizzate di origine profonda, veicolate attraverso i principali lineamenti tettonici, in particolare antiappenninici, che interessano i depositi dell'avanfossa plio-pleistocenica e le successioni torbiditiche ed evaporitiche mioceniche. Le enormi risorse idriche sotterranee delle dorsali carbonatiche vengono ampiamente utilizzate a scopi potabili, irrigui ed idroelettrici. Le emergenze principali sgorgano ai bordi delle idrostrutture carbonatiche, al contatto con formazioni meno permeabili costituenti aquiclude (depositi terrigeni miocenici e plio-pleistocenici) e aqitardi (depositi continentali plio-pleistocenici), mentre le emergenze minori sgorgano in corrispondenza di coltri detritiche e al contatto con limiti litologici e tettonici impermeabili. Gli acquiferi alluvionali presentano una circolazione idrica fortemente influenzata dalla presenza di paleoalvei e dalla configurazione del substrato. Tali acquiferi, costituiti principalmente da depositi ghiaioso-sabbiosi, risultano freatici anche se localmente, in particolare nella zona costiera, diventano multistrato e semiconfinati. Gli interscambi con i sistemi idrici superficiali risultano di notevole importanza. Si rilevano limitati fenomeni di intrusione marina nelle zone costiere. Le acque mineralizzate, relative ai circuiti idrici sotterranei profondi dell'avanfossa plio-pleistocenica e dei depositi alloctoni ed evaporitici miocenici, di facies idrochimiche cloruro-sodiche, cloruro-solfato-sodiche, bicarbonato-sodiche, solfato-sodiche e senza ioni dominanti, oltre ad alimentare sorgenti e vulcanelli di fango, talora si miscelano con le acque di subalveo. La veicolazione delle acque salate avviene con il probabile contributo della fase gassosa mentre gli ambienti di origine delle acque mineralizzate profonde risultano differenti. Esse derivano sia da salamoie marine fossili che dalla lisciviazione dei depositi evaporitici e/o bituminosi. Le emergenze si localizzano in corrispondenza dei principali lineamenti tettonici appenninici ed antiappenninici e dei fronti di sovrascorrimento affioranti e sepolti.

Riepilogando, le dorsali carbonatiche rappresentano il principale serbatoio di acque sotterranee (acquifero), dove le precipitazioni alimentano soprattutto l'infiltrazione verso il sottosuolo, attraverso la rete di fratture e le forme carsiche superficiali e ipogee. I diversi acquiferi vengono drenati alla base, al contatto con formazioni meno permeabili, quali argille e sedimenti marnoso-argillosi (aquicludes).

Le principali sorgenti sono, quindi, concentrate alla periferia dei massicci carbonatici, hanno una portata molto elevata (da qualche centinaio fino a diverse migliaia di litri al secondo) e in genere stabile nel tempo, con scarse oscillazioni stagionali, che testimoniano l'ampiezza dell'area di alimentazione.

Di seguito vengono esposte quelle che sono le caratteristiche principali dei diversi acquiferi presenti nella regione.

Il **sistema idrogeologico del Gran Sasso** viene drenato da sorgenti basali poste soprattutto sul versante meridionale, nella zona aquilana (Vetio-Boschetto e Vera, arca $2 \text{ m}^3/\text{s}$) e nella valle del Tirino (Capodacqua, Presciano e Basso Tirino, per un totale di $12 \text{ m}^3/\text{s}$). Al margine meridionale della struttura, nei pressi di Popoli, sono da segnalare le sorgenti di S. Casto ($2 \text{ m}^3/\text{s}$) e un contributo alle importanti sorgenti di Capo Pescara. Sul versante settentrionale sono presenti diversi gruppi sorgivi, captati per uso idropotabile (Chiarino, Rio Arno, Ruzzo, Vitella d'Oro-Mortaio d'Angri, circa $1 \text{ m}^3/\text{s}$) cui va aggiunto il drenaggio operato direttamente in falda nel tunnel autostradale (circa $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$).

La **sorgente di Capo Pescara** a Popoli (oltre $7 \text{ m}^3/\text{s}$, maggiore sorgente abruzzese) è posta nel punto di incontro tra la dorsale del Gran Sasso e quella del Sirente, traendo alimentazione soprattutto da quest'ultimo sistema idrogeologico. Sempre dal Sirente vengono alimentate le sorgenti di Molina e il drenaggio nel medio Aterno (totale $1-1,5 \text{ m}^3/\text{s}$), la sorgente di Fontana Grande a Celano (circa $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$) e le sorgenti di Raiano ($2 \text{ m}^3/\text{s}$ complessivi alimentati dalla struttura del M.Prezza).

La **dorsale del Monte Velino** va ad alimentare sorgenti poste in territorio laziale relativamente al gruppo sorgivo di Peschiera-Valle del Velino (circa $30 \text{ m}^3/\text{s}$), parzialmente captato per l'approvvigionamento idropotabile della città di Roma. Un'aliquota minore di risorsa idrica sotterranea si dirige verso il bordo settentrionale del Fucino (circa $1 \text{ m}^3/\text{s}$).

I **monti della Marsica** vengono drenati principalmente dalle sorgenti di Posta Fibreno ($10 \text{ m}^3/\text{s}$), anch'esse in territorio laziale, ma parte della risorsa idrica sotterranea raggiunge il Fucino attraverso le sorgenti di Trasacco, Ortucchio e Venere ($4 \text{ m}^3/\text{s}$), la cui portata naturale è fortemente influenzata da numerosi campi-pozzi.

L'**idrostruttura dei monti Morrone e Roccatagliata** è drenata dalla sorgente Giardino (circa $1 \text{ m}^3/\text{s}$), captata a scopo idropotabile e dal F. Pescara nell'attraversamento delle gole di Popoli (circa $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ di cui parte modulata da emungimenti da pozzi ad uso idropotabile). La struttura

alimenta subordinatamente, attraverso le conoidi del versante occidentale, la piana alluvionale di Sulmona.

L'**idrostruttura della Maiella** viene drenata essenzialmente nei versanti orientale, in corrispondenza del contatto ora stratigrafico ora tettonico con i depositi pelitici pliocenici, e nord-orientale in corrispondenza di allineamenti tettonici. I principali recapiti da S a N sono le sorgenti S. Giustino ($0.6 \text{ m}^3/\text{s}$) che alimentano direttamente il F. Aventino, le sorgenti lineari delle Acquevive ($1 \text{ m}^3/\text{s}$) lungo il corso dell'Aventino, la sorgente del Verde che con i suoi $2.6 \text{ m}^3/\text{s}$ costituisce il maggior recapito della struttura nonché la principale risorsa idropotabile della provincia di Chieti, la sorgente del Foro ($0.6 \text{ m}^3/\text{s}$), interamente captata, e la sorgente del Lavino a Decontra ($1.8 \text{ m}^3/\text{s}$) arricchita in solfati per l'attraversamento di successioni evaporitiche durante la risalita attraverso un allineamento tettonico. Unico recapito della falda di base nel versante occidentale è il F. Orfento che tra le quote 480 e 405 subisce incrementi medi di circa $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'**idrostruttura della Montagna Grande** alimenta prevalentemente il bacino del Tasso—Sagittario con le sorgenti di Villalago ($2.4 \text{ m}^3/\text{s}$) e quelle del Cavuto (circa $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$). Altre sorgenti sono presenti lungo il corso del F. Sangro a Villetta Barrea, nel territorio del Parco Nazionale d'Abruzzo, con le sorgenti lineari di Villetta Barrea ($1.4 \text{ m}^3/\text{s}$) e nella valle del Giovenco ($0.6 \text{ m}^3/\text{s}$).

Nella Tabella XXI e Figura 11 sono riportati i principali acquiferi presenti nella regione .

La **dorsale carbonatica M. Genzana- M. Greco** viene drenata a N dalle sorgenti del Gizio ($2.2 \text{ m}^3/\text{s}$), poste al margine della conca di Sulmona, mentre nel settore meridionale contribuisce, con circa $3 \text{ m}^3/\text{s}$, a metà della copiosa portata delle sorgenti di Capo Voltumo esterne al territorio abruzzese.

L'idrostruttura Pizzalto-Porrara è separata tettonicamente dalla limitrofa idrostruttura del Rotella Arazzecca. La prima delle due alimenta con circa $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ la portata delle sorgenti di Capodifiume Aventino poste sul margine sud-orientale. La seconda contribuisce, invece, con circa $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$ alla alimentazione delle Sorgenti di Capo Voltorno insieme con la già citata unità Genzana-Greco.

Il gruppo dei **Monti della Meta - Mainarde** è caratterizzato da una circolazione idrica sotterranea condizionata dall'abbondante presenza di litotipi dolomitici, che facilita il drenaggio diretto nei corsi d'acqua (sorgenti lineari) e alimentazione di sorgenti localizzate in corrispondenza di elementi tettonici. Parte della struttura drena verso il Sangro a N, parte verso il F. Melfa nel Lazio e parte verso il bacino del Voltorno a SE.

Gli **acquiferi alluvionali** presenti nei fondovalle fluviali presentano caratteri idrogeologici simili che differiscono singolarmente in funzione della permeabilità dei sedimenti e dello spessore delle alluvioni. Di conseguenza, nelle valli montane la risorsa idrica sotterranea risulta limitata, mentre diviene rilevante nei tratti terminali dei corsi d'acqua. Nella parte alta delle pianure lo spessore alluvionale non supera i 20 m e predominano i corpi ghiaiosi. Le lenti di materiali fini, poco spesse e discontinue, non impediscono il contatto idraulico tra i vari corpi ghiaiosi e pertanto l'acquifero di subalveo assume caratteri di monostrato. Nella parte bassa delle pianure si hanno situazioni differenziate, con spessori massimi di 50 m (F. Pescara). Nelle pianure maggiori dei fiumi Vomano, Pescara, Sangro e Trigno la presenza di estesi e potenti corpi di depositi fini determina l'isolamento dei corpi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi conferendo agli acquiferi caratteristiche di multistrato. Nelle pianure minori del Vibrata, Salinello, Tordino, Saline, Foro, O-sento e Sinello, invece, sussistono condizioni di monostrato anche se lenti di materiali fini separano verticalmente i corpi ghiaiosi, individuando talora falde sospese. Tutti gli acquiferi sono in genere sostenuti da sedimenti impermeabili argillosi plio-pleistocenici e subordinatamente da depositi terrigeni del Miocene superiore.

Le **conche intramontane** presentano caratteri idrogeologici peculiari e sono in genere sede di risorse idriche sotterranee significative. Le maggiori strutture individuabili in Abruzzo sono la Piana di L'Aquila, quella del Fucino e quella di Sulmona, cui si affiancano molte altre depressioni minori. Questi bacini di sedimentazione sono in genere costituiti da sequenze fluvio-lacustri, con abbondanti apporti detritici lungo i margini. L'acquifero relativo presenta alternanze di sedimenti permeabili e poco permeabili, che è possibile schematizzare come acquifero multistrato. Le falde in essi contenute avrebbero potenzialità molto limitate se non fosse diffuso il fenomeno del travaso idrico sotterraneo dei potenti acquiferi montuosi carbonatici verso le falde delle conche intramontane, per il tramite dei corpi detritici a permeabilità medio-alta costituiti dai depositi di versante, interdigitati anche in profondità con i sedimenti alluvionali. Ne consegue che le principali sorgenti sono ubicate al margine delle piane, in prossimità del contatto con gli acquiferi carbonatici; sono frequenti comunque anche contributi diretti nei corsi d'acqua che solcano i depositi fluvio-lacustri (sorgenti lineari).

I **depositi terrigeni** essenzialmente miocenici che si ubicano al fronte dei rilievi carbonatici sono in genere considerati scarsamente permeabili, costituendone spesso acquiclude. All'interno delle diverse successioni, tuttavia, si riscontrano intervalli prevalentemente arenacei con subordinate peliti e intervalli calcarenitici con rare e sottili intercalazioni marnose. È il caso rispettivamente dei corpi arenacei della formazione della Laga nell'Abruzzo settentrionale e dei flysch di Tuffillo nella coltre molisana dell'Abruzzo Meridionale. Queste successioni sono caratterizzate

da permeabilità mista, con prevalenza di quella per fessurazione, che consente la circolazione di quantitativi di acque sotterranee nettamente inferiori, a quelli delle dorsali carbonatiche ma comunque degne di considerazione costituendo una delle maggiori risorse per l'approvvigionamento idropotabile di numerosi centri montani e collinari minori.

Tabella XXI

Principali Acquiferi della Regione Abruzzo

Complessi	Acquiferi principali
Carbonatici	<i>Montagna dei Fiori</i>
	<i>Gran Sasso - Sirente</i>
	<i>Velino-Giano - Nuria</i>
	<i>Morsicano - Godi</i>
	<i>Morrone - Genzana - Porrara - Rotella</i>
	<i>Maiella</i>
	<i>Simbruini - Ernici</i>
	<i>Colli Campanari</i>
Complessi terrigeni (Flysch s.l.)	<i>Flysch 1 - Monte Castel Fraiano</i>
	<i>Flysch 2 - Monte S. Onofrio</i>
	<i>Flysch 3 - Monte La Croce</i>
	<i>Flysch 4 - M. Secine</i>
Complessi delle piane alluvionali	<i>F. Sangro</i>
	<i>F. Vomano</i>
	<i>F. Foro</i>
	<i>F. Saline</i>
	<i>F. Pescara</i>
	<i>F. Sangro</i>
	<i>F. Sinello</i>
	<i>F. Trigno</i>
Complessi delle piane intramontane	<i>Piana del Fucino</i>
	<i>Piana di Sulmona</i>
	<i>Conca Subequana</i>
	<i>Piana dell'Aquila</i>
	<i>Piana di Navelli</i>
	<i>Piana di Barisciano - S. Demetrio né Vestini</i>

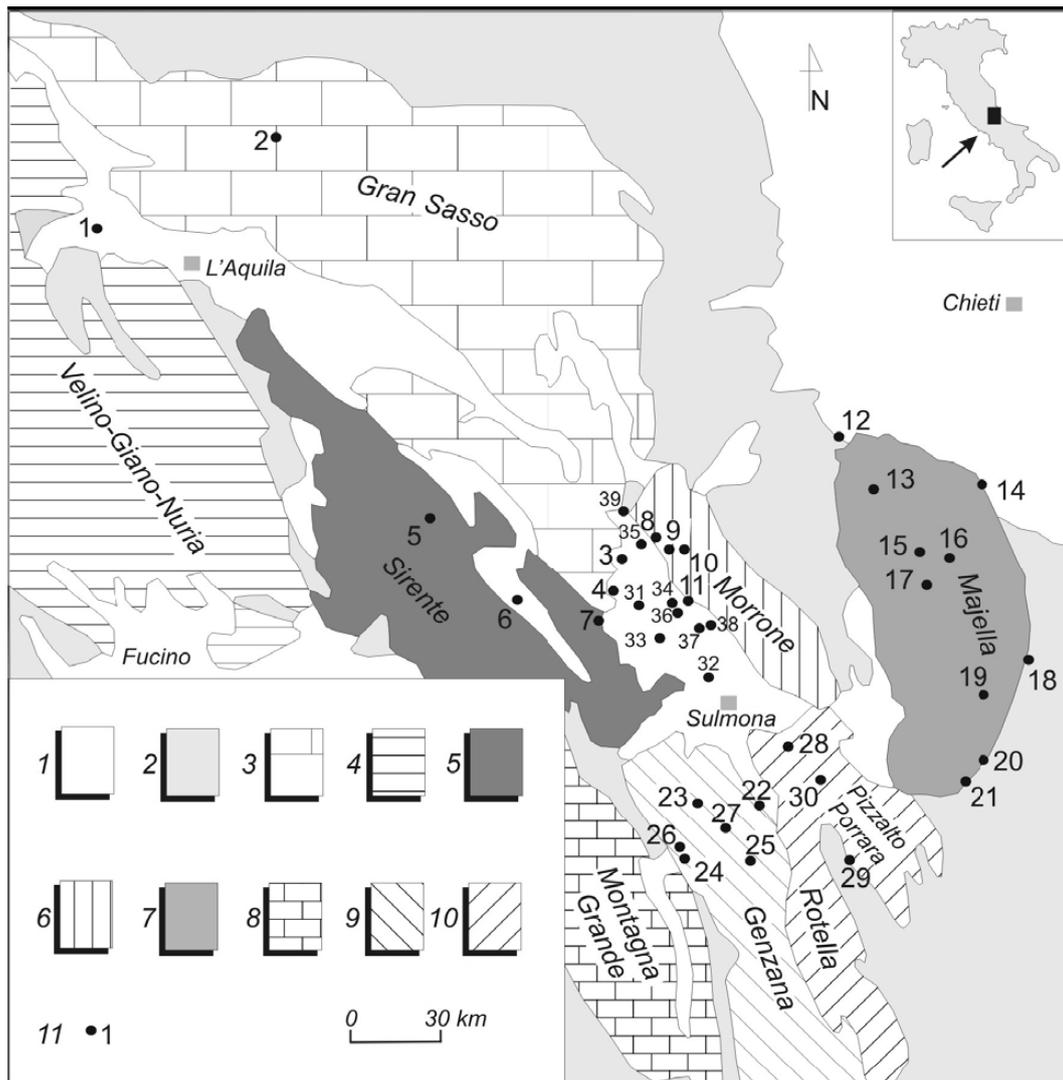


Figura 11 - Schema idrogeologico dell'Abruzzo (Barbieri et al., 2002, modificato). 1 - Depositi terrigeni quaternari (aquitardo); 2 - Depositi terrigeni terziari (aquiclude). 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 - Idrostrutture carbonatiche; La veicolazione delle acque salate avviene con il probabile contributo della fase gassosa (Etioppe et al., 2003) mentre gli ambienti di origine delle acque mineralizzate profonde risultano differenti. Esse derivano sia da salamoie marine fossili che dalla lisciviazione dei depositi evaporitici e/o bituminosi (Desiderio & Rusi 2004). Le emergenze si localizzano in corrispondenza dei principali lineamenti tettonici appenninici ed antiappenninici e dei fronti di sovrascorrimento affioranti e sepolti

3.3 Metodi per la delimitazione delle zone di salvaguardia

Per tutte le tipologie di acquifero dell'Abruzzo, nella scelta del metodo da applicare per la delimitazione delle zone di salvaguardia, con l'aumentare della disponibilità dei dati si passa da quello geometrico (applicato in caso di carenza di dati) a quello idrogeologico (applicato quando si dispone di una discreta distribuzione dei dati geologici e idrogeologici di superficie e del sottosuolo, inclusa la piezometria) ed infine a quello cronologico, a cui si può associare quello idrogeologico per un approccio integrato, se i dati geologici e idrogeologici sono ben dettagliati e se si hanno a disposizione prove di pompaggio eseguite in pozzi ubicati nelle vicinanze dell'opera di presa.

Zone di tutela assoluta

Per tutte le tipologie di acquifero si può utilizzare il metodo geometrico se sono carenti i dati in entrata, oppure quello cronologico, da auspicare per una base scientifico-tecnica proveniente da un'elaborazione di dati, se invece nell'interno dell'opera di captazione si hanno a disposizione dati del sottosuolo dettagliati e circostanziati e risultati di prove di pompaggio su pozzi ubicati nelle vicinanze dell'opera di presa.

Zona di rispetto (definita come l'area all'interno della circonferenza con raggio di 200 m dall'opera di captazione).

Si può utilizzare il metodo idrogeologico ad una scala dettagliata (per es. 1:5.000), se si hanno a disposizione dati del sottosuolo e la piezometria. Se in aggiunta abbiamo dati di prove di pompaggio su pozzi ubicati nelle vicinanze dell'opera di presa si può passare al metodo cronologico. Se i dati in entrata sono carenti si può utilizzare quello geometrico fermo restando la predisposizione di azioni e strumentazione atti al reperimento dei dati necessari per l'applicazione dei metodi cronologico o idrogeologico. Inoltre, il metodo geometrico risulta idoneo per la perimetrazione delle ZTA e trova ampia applicazione per le captazioni su corpo idrico superficiale.

Zona di protezione

Sostanzialmente definisce il bacino idrogeologico sotteso della sorgente captata o al cui interno sono ubicati i pozzi utilizzati per prelevare l'acqua. Data in genere la vasta estensione dell'area è da preferire ovviamente il metodo idrogeologico che produrrà cartografie idrogeologiche con sezione allegate ad una scala regionale di dettaglio (per es. da 1:25.000 a 1:50.000).

È chiaro che nelle zone pianeggianti (piane alluvionali, costiere e conche intramontane) si avrà maggiore difficoltà nell'individuare le zone di salvaguardia per la carenza di dati di sottosuolo e

la mancanza di affioramenti superficiali che impediscono una corretta caratterizzazione dell'assetto del sottosuolo, anche se vi sono delle eccezioni come nelle zone a forte impatto agricolo e industriale per la presenza di pozzi.

I complessi terrigeni hanno uno scarso interesse ai fini idrogeologici per la bassa permeabilità delle litologie e quindi per la saltuaria presenza di sorgenti che, quando presenti, sono legate a circuiti rapidi all'interno della coltre di alterazione dei depositi terrigeni, avendo di conseguenza valori di portata limitati con regime molto variabile e un'elevata vulnerabilità. Solo in alcuni casi per una distribuzione locale queste sorgenti sono captate.

Dall'esame dell'idrogeologia a livello regionale e dai dati relativi al numero delle sorgenti captate, risulta che i complessi carbonatici siano i maggiormente sfruttati ad uso idropotabile. Data la complessità di tali sistemi, considerati gli studi e le ricerche effettuate, **il metodo idrogeologico risulta essere quello da adottare per la delimitazione delle aree di protezione.**

Per gli acquiferi carbonatici il metodo idrogeologico a scala regionale è quasi sempre applicabile per la Regione Abruzzo, vista la disponibilità della cartografia geologica a scala 1:50.000 del progetto nazionale CARG.

È da sottolineare che il metodo cronologico, oltre ad essere molto oneroso per la mole di dati e di misure da effettuare necessarie alla sua applicazione, in situazioni di elevata complessità geologica può dare dei risultati che non rispecchiano la reale struttura dell'acquifero.

Per quanto attiene al metodo geometrico, esso risulta idoneo per la perimetrazione delle ZTA e trova ampia applicazione per le captazioni su corpo idrico superficiale.

4. Le metodologie di approccio in assenza di dati sperimentali

Tenuto conto di quanto esposto nel capitolo precedente, per quanto attiene alla metodologia da seguire nel caso di assenza di dati sperimentali, bisogna sottolineare che, in caso di applicazione del criterio idrogeologico, la regione Abruzzo vanta una notevole mole di dati; pertanto si può prescindere dall'uso di dati sperimentali, rimandando ad una fase successiva l'acquisizione di dati in situ che possono essere necessari come verifica della corretta delimitazione dell'area.

La stessa argomentazione invece non risulta valida nel caso del metodo cronologico che, come abbiamo visto, necessita di misurazioni dirette non deducibili dalla bibliografia esistente.

Dall'esame delle misure adottate dalle altre regioni, le uniche casistiche in cui è ammessa la mancanza di dati sperimentali sono:

- ⊕ mancanza della piezometria della falda profonda: in tal caso l'orientamento intrapreso è quello di riferire il gradiente idraulico e la direzione del flusso di falda a quello della falda libera sovrastante, applicando dei fattori moltiplicativi cautelativi sia sul gradiente idraulico (10^{-4}) sia sull'ampiezza dell'orientamento dell'area di salvaguardia (30°).
- ⊕ mancanza dei dati costruttivi dell'opera di captazione: in tal caso si devono effettuare delle indagini apposite (ad. es. indagini televisive) che permettano di conoscere la profondità del pozzo, i diametri, i materiali, le modalità costruttive, lo stato di conservazione, il tipo di filtri e la posizione dei drenaggi.

5. Il dettaglio della documentazione tecnica da presentare e dei contenuti tecnici di ciascun elaborato per la proposta di delimitazione effettuata ai sensi dell'Art. 94 del D. Lgs. 152/06.

5.1 Caratteristiche generali della documentazione

L'Accordo Stato – Regioni 12 dicembre 2002, mentre ribadisce che le aree di salvaguardia di sorgenti, pozzi e punti di presa delle acque superficiali sono suddivise, in zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione, stabilisce anche che i criteri per la loro delimitazione e l'estensione delle diverse zone siano stabiliti in funzione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrologiche e idrochimiche delle sorgenti, dei pozzi e dei punti di presa da acque superficiali.

Pertanto le singole zone sono individuate secondo i criteri geometrico, temporale e idrogeologico che devono basarsi su *“studi geologici, idrogeologici, idrologici, idrochimici e microbiologici, e sui dati storici delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa interessata; detti studi sono finalizzati ad identificare e definire i limiti delle aree interessate dalla captazione e devono essere redatti sulla base dei contenuti”* riportati negli allegati al regolamento.

Ai fini dell'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano, è necessario che i soggetti richiedenti producano e trasmettano, secondo le procedure indicate al successivo punto **6**, la documentazione di seguito descritta; la documentazione deve essere prodotta sia per le nuove captazioni che per quelle già esistenti.

⊕ Per le sorgenti ed i pozzi, la delimitazione delle aree di salvaguardia è basata in particolare sui seguenti elementi:

- 1) la struttura geologica e idrogeologica dell'acquifero e la sua estensione;
- 2) l'ubicazione delle aree di alimentazione;
- 3) le interazioni dei corpi idrici superficiali con le falde e degli acquiferi superficiali con quelli più profondi;
- 4) la circolazione delle acque nel sottosuolo, anche mediante prove sperimentali;
- 5) le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee e delle eventuali acque superficiali in rapporto di comunicazione, in particolare con l'esame di parametri chimico-fisici, chimici e microbiologici, non tanto in relazione all'utilizzo potabile delle acque, ma come elementi di valutazione delle condizioni di circolazione idrica nel sottosuolo, anche con evidenziazione di eventuali arricchimenti naturali connessi con la presenza di rocce e giacimenti minerali e lo svolgimento di processi idrotermali o di circolazione di fluidi di origine profonda;

- 6) gli effetti indotti sulle acque sotterranee e sui naturali equilibri idrogeologici dalle captazioni;
 - 7) la compatibilità delle portate estratte dal sottosuolo con la disponibilità e la qualità delle risorse idriche in accordo con i criteri di cui all'allegato 1, parte B della Parte Terza del decreto legislativo n. 152/06;
 - 8) l'ubicazione dei potenziali centri di pericolo ovvero quelli di cui all'articolo 94, commi 4 e 5, del decreto legislativo n. 152/06;
 - 9) 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.
- ⊕ Per le acque superficiali gli studi sono volti alla definizione, all'interno del bacino idrografico di pertinenza e con maggiore dettaglio nelle immediate vicinanze dell'opera di presa, dei seguenti elementi:
- 1) le caratteristiche geomorfologiche;
 - 2) la morfometria del corpo idrico e le portate alle sezioni significative;
 - 3) la struttura geologica ed idrogeologica;
 - 4) le caratteristiche pedo-agronomiche;
 - 5) la climatologia e l'idrologia;
 - 6) i processi geomorfici con particolare riguardo all'erosione ed al trasporto solido;
 - 7) le caratteristiche qualitative delle acque (parametri chimico-fisici, chimici e microbiologici e biologici, connessi a processi naturali o antropici);
 - 8) le derivazioni e gli apporti idrici;
 - 9) l'ubicazione dei potenziali centri di pericolo;
 - 10) i vincoli naturalistici e paesaggistici;
 - 11) le sistemazioni idraulico-forestali.

5.2 Modalità di compilazione della documentazione

La delimitazione delle **zone di rispetto** delle singole captazioni sarà realizzata sulla base di uno studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, idrochimico ed ambientale esteso ad un'area di dimensioni congrue sia in relazione alle indagini da svolgere che all'importanza della captazione, e avente indicativamente un raggio non inferiore a 2 km.

Ogni istanza deve contenere:

- ⊕ Relazione geologica;
- ⊕ Relazione idrogeologica.

La documentazione deve essere compilata secondo le modalità di seguito esposte:

- 1) la relazione geologica e idrogeologica deve essere redatta da un geologo, regolarmente iscritto all'Albo Professionale;
- 2) la cartografia deve essere costituita da tutti gli elaborati indicati in questo documento;
- 3) la cartografia geologica deve essere sempre a colori, compresa l'idrografia (evitare assolutamente aree in bianco e nero e campiture in bianco), utilizzando possibilmente la simbologia e le colorazioni adottate dal Servizio Geologico Nazionale; gli altri elaborati cartografici presentati devono essere redatti possibilmente a colori o con simbologie ben identificabili (nel caso di sovrapposizione);
- 4) i documenti cartografici devono riportare in legenda tutte le simbologie utilizzate, essere chiaramente leggibili e risultare interpretabili in maniera univoca; devono essere rappresentate le isoipse con le relative quote, l'indicazione del nord geografico e la scala;
- 5) le indagini dirette ed indirette eseguite (geognostiche, geofisiche, ...) devono essere chiaramente e univocamente ubicate sulla cartografia; nella relazione geologica, devono essere riportate le coordinate in proiezione Gauss-Boaga, datum Roma 40, fuso est; inoltre va indicata la data di esecuzione, la località, gli esecutori, la metodologia utilizzata, il committente, le finalità dell'indagine; i risultati delle indagini vanno interpretati e correlati con gli altri elementi geologici disponibili;
- 6) a completamento delle indagini possono essere utilizzati i dati contenuti in studi di carattere tecnico e/o scientifico, con le specifiche di cui ai punti 4 e 5, indicando la fonte di provenienza;
- 7) non possono essere presentati solamente lavori eseguiti per altri argomenti e/o finalità anche se nella medesima area o in aree limitrofe;
- 8) tutti gli elaborati cartografici (siano essi riportati come figure all'interno della relazione che come tavole fuori testo) e tutti i documenti che fanno riferimento ad indagini ed analisi (anche se facenti corpo unico con la relazione) devono essere timbrati e firmati dal professionista;
- 9) la documentazione deve rappresentare fedelmente lo stato dei luoghi al momento della presentazione della domanda;
- 10) tutti i documenti, nessuno escluso, devono contenere, oltre a quanto già indicato, il titolo dell'elaborato e il numero progressivo attribuito;

11) gli studi e le indagini dirette che saranno di seguito descritte dovranno essere adeguatamente approfondite in relazione all'entità e importanza della captazione.

5.3 Dettaglio dei contenuti tecnici della documentazione

Relazione geologica

La relazione geologica deve contenere:

1) *Inquadramento geologico e idrogeologico regionale*

Lo studio geologico e idrogeologico regionale deve fornire un quadro di sintesi delle conoscenze attuali sull'area indagata, specificando le fonti bibliografiche consultate; in esso devono essere riportate notizie riguardanti:

- la geologia stratigrafica, l'assetto tettonico e strutturale;
- l'idrogeologia.

La documentazione cartografica (geologica e idrogeologica) da allegare deve essere in scala da 1:100.000 a 1:25.000, con evidenziata l'ubicazione dell'area di captazione.

2) *Geologia di dettaglio dell'area*

Lo studio geologico di dettaglio, avvalendosi del rilevamento geologico su un'area sufficientemente grande all'intorno del sito di studio e di eventuali indagini geognostiche, dovrà determinare la sequenza stratigrafica e l'assetto tettonico-strutturale, con un dettaglio adeguato agli scopi prefissati.

La documentazione cartografica da allegare è la Carta Geologica, (in scala 1:5.000 su C.T.R. regionale), la carta geologica di dettaglio del punto di captazione (in scala tra 1:2000 e 1:5000) con indicati i seguenti elementi:

- ⊕ giacitura delle stratificazioni;
- ⊕ strutture e discontinuità tettoniche;
- ⊕ aree ad intensa fratturazione;
- ⊕ traccia delle sezioni.

In aree pianeggianti e in situazioni particolari, è necessario produrre apposita cartografia dove sia indicato l'andamento del tetto e del letto e lo spessore delle formazioni geologiche di potenziale interesse in relazione all'assetto idrogeologico.

3) *Sezioni geologiche*

Devono essere eseguite sezioni, alla stessa scala della Carta Geologica (oppure a scala di maggior dettaglio), in numero adeguato che attraversino l'area interessata dallo studio, lungo diverse direzioni e che mettano chiaramente in evidenza:

- ⊕ l'assetto geologico-stratigrafico-strutturale, con particolare riguardo ai rapporti stratigrafici, ai rapporti geometrici tra le formazioni e alla tettonica;
- ⊕ l'assetto geomorfologico;
- ⊕ piezometria;

ed inoltre contengano:

- ⊕ dati eventuali di indagini eseguite (sondaggi, geofisica, ecc.);
- ⊕ direzione della sezione e scala orizzontale e verticale.

Qualora i dati lo consentano, potrà essere realizzato lo schema strutturale tridimensionale.

4) *Geomorfologia*

Lo studio geomorfologico deve riportare la descrizione delle morfologie presenti nell'area, dedotte possibilmente anche da uno studio di fotointerpretazione.

La documentazione cartografica da allegare, alla stessa scala della Carta Geologica, è la carta geomorfologica con indicati:

- ⊕ il bacino/i idrografico/i e il reticolo idrografico;
- ⊕ il ruscellamento superficiale;
- ⊕ le zone alluvionabili e le aree di espansione;
- ⊕ le aree soggette a ristagno di acqua;
- ⊕ le frane, i dissesti attuali e antichi, i calanchi;
- ⊕ le aree con processi erosivi e di accumulo in atto;
- ⊕ le aree carsiche e le cavità note;
- ⊕ le aree di cava e/o miniera (attiva o abbandonata);
- ⊕ le aree di erosione costiera e le dune costiere;
- ⊕ le scarpate di origine tettonica;

5) *Indagini di dettaglio*

Se le condizioni geologiche lo rendono necessario devono essere eseguiti ulteriori approfondimenti di indagini al fine di migliorare le conoscenze sull'assetto dei luoghi. Gli interventi possono essere eseguiti con varie metodologie in funzione della problematica esistente.

La cartografia inerente alla metodologia utilizzata dovrà essere redatta alla stessa scala della Carta Geologica (oppure a scala di maggior dettaglio) e corredata dalle relative sezioni.

6) *Vincoli territoriali*

Devono essere considerati e cartografati i vincoli di tipo geologico ed ambientale esistenti nell'area di studio quali:

- ⊕ aree di salvaguardia delle risorse idriche, se già esistenti;
- ⊕ aree individuate dall'autorità di bacino competente (di esondazione, aree di frana, ecc.) ;

- ⊕ aree sottoposte ad attività estrattive (cave o miniere);
- ⊕ vincoli urbanistici legati a centri di pericolo (depuratori, cimiteri...);

Tali vincoli dovranno contribuire insieme agli altri aspetti geologici e ambientali, alla successiva analisi della vulnerabilità.

Relazione idrogeologica

La relazione idrogeologica deve contenere:

1) *Idrogeologia*

Deve essere redatta una relazione illustrativa delle caratteristiche idrogeologiche della zona di interesse in cui devono essere evidenziati:

- ⊕ la tipologia degli acquiferi, le modalità di alimentazione, le condizioni di flusso e di utilizzo delle falde e/o delle acque superficiali;
- ⊕ i rapporti delle falde con i corpi idrici superficiali;
- ⊕ le interconnessioni naturali e indotte tra gli acquiferi;
- ⊕ le caratteristiche idrogeologiche ed idrodinamiche dell'acquifero;
- ⊕ le caratteristiche litologiche e idrogeologiche della zona non satura.

Nel caso di captazioni da pozzi nella relazione dovranno essere riportati i seguenti elementi:

- ⊕ litostratigrafia di dettaglio dei terreni attraversati rilevata in fase di escavazione e caratterizzazione dei livelli acquiferi incontrati;
- ⊕ risultati di idonee prove di pompaggio, a gradini e a portata costante (fino al raggiungimento ove possibile del regime di equilibrio), finalizzate a determinare la portata specifica, la curva caratteristica e l'efficienza del pozzo, nonché le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero (trasmissività, coefficiente di immagazzinamento, ...);
- ⊕ risultanze degli accertamenti e delle valutazioni operate ai fini di verificare, ove occorra, la condizione di acquifero protetto.

La documentazione cartografica da allegare, deve essere presentata su base CTR in scala 1:5.000 e stralcio catastale in scala 1:2.000, riportante:

- ⊕ le unità idrogeologiche e loro permeabilità;
- ⊕ i pozzi e le sorgenti;
- ⊕ la piezometria;
- ⊕ le barriere idrogeologiche;
- ⊕ gli elementi idrografici essenziali e le opere idrauliche connesse;
- ⊕ i tratti nei quali i corsi d'acqua alimentano o drenano la falda;
- ⊕ le aree sottoposte a periodiche inondazioni e le aree di emergenza della falda;

2) Sezioni idrogeologiche

Le sezioni idrogeologiche devono essere realizzate in un numero adeguato, coincidenti con le sezioni geologiche e alla stessa scala, con vari orientamenti e devono evidenziare:

- ⊕ la forma, giacitura e spessore degli acquiferi;
- ⊕ la posizione dei filtri nei pozzi esistenti;
- ⊕ il profilo piezometrico;
- ⊕ le unità idrogeologiche interessate;
- ⊕ i rapporti delle falde con i corpi idrici superficiali e le interconnessioni tra gli acquiferi; in particolare, nel caso di acquifero protetto, dovrà essere documentata una adeguata continuità areale degli strati di protezione.

Qualora i dati lo consentano, potrà essere realizzato lo schema idrogeologico tridimensionale.

3) Idrochimica e aspetti ambientali

Deve essere realizzata una relazione descrittiva che evidenzi:

- ⊕ le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee degli acquiferi più significativi ricostruite sulla base dei dati esistenti. Si dovrà, in particolare mettere in luce, se presenti, gli inquinanti in atto, indicandone la loro probabile fonte di provenienza ed evidenziando, ove noti, gli eventi che in passato possano aver prodotto degrado ambientale e costituire tuttora pericolo per la qualità delle acque sotterranee o superficiali; qualora necessario si dovranno prelevare ed analizzare campioni d'acqua rappresentativi dei diversi acquiferi;
- ⊕ per le captazioni superficiali: il regime idrologico, con particolare riguardo alle magre; indicazioni sulla quantità e natura del trasporto solido in sospensione correlato al regime idrologico; le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque nei vari periodi;
- ⊕ l'uso del suolo;
- ⊕ le caratteristiche pedologiche del suolo (contenuto in sabbia, Ph, capacità di scambio cationico), finalizzate alla valutazione della capacità depurante dello stesso, specialmente nella zona di rispetto;
- ⊕ la presenza di centri di pericolo nell'area indagata e prossimi alla stessa e loro caratterizzazione;
- ⊕ a presenza di allevamenti zootecnici;
- ⊕ le aree soggette a spandimento agronomico di liquami zootecnici;
- ⊕ la presenza di impianti industriali con produzione, trasformazione ed utilizzazione di sostanze pericolose e ubicazione del relativo scarico;
- ⊕ la presenza di cave e miniere attive o inattive;
- ⊕ la presenza di centri di raccolta, demolizione e rottamazione;

Tutta la documentazione cartografica deve essere presentata su cartografie su base CTR 1:5.000 riportante gli elementi di cui sopra.

4) *Analisi di Vulnerabilità*

Sulla base degli studi eseguiti (indagine geologica, idrogeologica e idrochimica-ambientale), deve essere analizzata la vulnerabilità dell'acquifero da captare e la situazione di rischio della risorsa.

In particolare si dovranno analizzare e correlare i seguenti fattori:

- ⊕ caratteristiche geomorfologiche;
- ⊕ caratteristiche dell'acquifero da captare e andamento della relativa superficie piezometria (possibilmente in condizioni statiche e dinamiche);
- ⊕ modalità di alimentazione e condizioni di flusso;
- ⊕ caratteristiche litologiche e idrogeologiche della zona satura e non satura, dei diversi acquiferi attraversati dal pozzo e delle formazioni che le separano;
- ⊕ interconnessioni naturali e indotte (pozzi, cave, opere speciali di fondazione, ecc.) tra falde sovrapposte;
- ⊕ caratteristiche chimiche delle acque;
- ⊕ caratteristiche ambientali e antropiche dell'area;
- ⊕ caratteristiche dei suoli.

La documentazione cartografica da allegare è la carta della vulnerabilità su base CTR in scala 1:5.000.

5) *Caratteristiche tecniche dell'opera di captazione*

Nella documentazione relativa devono essere indicate la portata di emungimento e prevalenza monometrica; metodo di escavazione e modalità costruttive del pozzo; ubicazione degli scarichi; materiali usati per il prelievo.

6. Le procedure amministrative per la delimitazione delle aree di salvaguardia

6.1 Nuove utilizzazioni

Per la **delimitazione delle aree di salvaguardia**, l'iter procedurale è il seguente:

- ⊕ L'Autorità d'Ambito per l'individuazione del metodo da applicare per la delimitazione delle aree di salvaguardia deve seguire le indicazioni di cui al paragrafo 3.3 del presente elaborato.
- ⊕ La proposta di delimitazione deve essere inoltrata dall'ATO al Servizio competente della Regione Abruzzo corredata della documentazione di cui al capitolo 5.
- ⊕ I provvedimenti di classificazione e di delimitazione delle aree di salvaguardia sono prepedutici al rilascio della concessione a derivazione (art. 19 commi 6,7 *DECRETO REGIONALE N. 3/REG. "Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica, di riutilizzo delle acque reflue e di ricerche di acque sotterranee"*).
- ⊕ La Regione approva la delimitazione con apposito provvedimento tramite Delibera di Giunta Regionale.
- ⊕ Il provvedimento di definizione delle aree di salvaguardia è inviato, dopo l'approvazione, oltre che ai proponenti, all'autorità concedente per l'inserimento nel disciplinare di concessione delle prescrizioni poste a carico del concessionario per la tutela del punto di presa e, per conoscenza, alle strutture regionali competenti in materia di pianificazione e gestione urbanistica e di economia montana e foreste, nonché all'azienda sanitaria locale e al dipartimento dell'ARTA competenti per territorio.
- ⊕ Copia del provvedimento è altresì inviata alle Provincia e ai comuni nel cui territorio ricadono tali aree affinché gli stessi provvedano a:
 - a. recepire nello strumento urbanistico generale, nonché nei conseguenti piani particolareggiati attuativi, i vincoli derivanti dalla definizione delle aree di salvaguardia;
 - b. emanare i provvedimenti necessari per il rispetto dei vincoli connessi con la definizione delle aree di salvaguardia;
 - c. notificare ai proprietari o possessori dei terreni interessati dalle aree di salvaguardia i provvedimenti di definizione con i relativi vincoli;
 - d. vigilare sul rispetto dei vincoli
- ⊕ Ai sensi dell'art. 163 del D. Lgs. 152/06, recante norme sulla gestione delle aree di salvaguardia, per assicurare la tutela delle aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano, il gestore del servizio idrico integrato può stipulare convenzioni con lo Stato, le Regioni, gli Enti locali, le associazioni e le università agrarie titolari di demani collettivi, per la gestione diretta dei demani pubblici o collettivi ricadenti nel perimetro delle

predette aree, nel rispetto della protezione della natura e tenuto conto dei diritti di uso civico esercitati.

6.2 Utilizzazioni in atto

Per la delimitazione delle aree di salvaguardia attorno alle derivazioni idriche attualmente in uso, l'iter procedurale sarà il seguente:

- ⊕ L'ATO competente, ai sensi dell'art. 94 del D. Lgs. 152/06, secondo i criteri definiti dal presente elaborato, propone le aree di salvaguardia delineate al Servizio competente della Regione alla gestione del PTA.
- ⊕ In tempi ragionevoli, presumibilmente entro 2 anni, le aree dovranno essere ripериметrate, secondo il criterio temporale o idrogeologico per garantire un maggior grado di protezione della risorsa; si dovrà quindi procedere in tali termini secondo l'iter proposto in precedenza per le nuove derivazioni ad uso idropotabile, adottando le linee guida stabilite (v. cap. 2, 3 e 4 del presente elaborato), ribadendo che per la zona di rispetto, in comprovata assenza di dati, è possibile applicare il metodo geometrico fermo restando la predisposizione di azioni e strumentazione atte al reperimento dei dati necessari per l'applicazione dei metodi cronologico o idrogeologico.
- ⊕ La Regione approva la delimitazione con apposito provvedimento tramite Delibera di Giunta Regionale.
- ⊕ Il provvedimento di definizione delle aree di salvaguardia è inviato, dopo l'approvazione, oltre che ai proponenti, all'autorità concedente per l'inserimento nel disciplinare di concessione delle prescrizioni poste a carico del concessionario per la tutela del punto di presa e, per conoscenza, alle strutture regionali competenti in materia di pianificazione e gestione urbanistica e di economia montana e foreste, nonché all'azienda sanitaria locale e al dipartimento dell'ARTA competenti per territorio.
- ⊕ Copia del provvedimento è altresì inviata alle Province ed ai comuni nel cui territorio ricadono tali aree affinché gli stessi provvedano a:
 - e. recepire nello strumento urbanistico generale, nonché nei conseguenti piani particolareggiati attuativi, i vincoli derivanti dalla definizione delle aree di salvaguardia;
 - f. emanare i provvedimenti necessari per il rispetto dei vincoli connessi con la definizione delle aree di salvaguardia;
 - g. notificare ai proprietari o possessori dei terreni interessati dalle aree di salvaguardia i provvedimenti di definizione con i relativi vincoli;
 - h. vigilare sul rispetto dei vincoli.

- ⊕ Ai sensi dell'art. 163 del D. Lgs. 152/06, recante norme sulla gestione delle aree di salvaguardia, per assicurare la tutela delle aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano, il gestore del servizio idrico integrato può stipulare convenzioni con lo Stato, le Regioni, gli Enti locali, le associazioni e le università agrarie titolari di demani collettivi, per la gestione diretta dei demani pubblici o collettivi ricadenti nel perimetro delle predette aree, nel rispetto della protezione della natura e tenuto conto dei diritti di uso civico esercitati.

7. La definizione dei vincoli e delle prescrizioni nelle aree delimitate

La definizione della Aree di salvaguardia è il primo passo per l'attuazione della protezione della risorsa idrica, dal momento che all'interno delle aree delimitate vengono posti divieti, vincoli e prescrizioni finalizzati alla prevenzione del degrado quali-quantitativo delle acque.

A tale proposito il D. Lgs. 152/2006, come già prevedeva l'Accordo 12 dicembre 2002 della Conferenza Permanente per i Rapporti Stato-Regioni-Province Autonome, definiscono in maniera precisa divieti, vincoli e regolamentazioni.

Quindi secondo l'art. 94, comma 4, del D. Lgs. 152/2006 nella zona di tutela assoluta sono vietate tutte le attività antropiche, con esclusione di quelle connesse con la gestione dell'opera di captazione e delle acque; nella zona di rispetto sono vietati:

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo determinate eccezioni;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali ;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k) pozzi perdenti;
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto.

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

Nel comma 5 dello stesso articolo si prevede anche che regioni e province autonome disciplinino, all'interno delle stesse zone di rispetto, strutture o attività quali:

- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere varie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

Nella zona di protezione le opere e le attività da vietare, o da mettere in sicurezza, sono sostanzialmente quelle previste per le zone di rispetto, con la sola differenza che alcuni divieti non sono assoluti, ma vengono sostituiti da prescrizioni.

La protezione degli acquiferi dall'inquinamento può essere effettuata in vari modi, riconducibili ad interventi sul territorio e/o sulle opere di captazione e definiti, nell'Accordo 12 dicembre 2002, come interventi di *protezione statica* o di *protezione dinamica*.

Per *protezione statica* si intende la protezione della risorsa idrica mediante la definizione di Aree di Salvaguardia, all'interno delle quali vengono posti divieti, vincoli e regolamentazioni finalizzati alla prevenzione del degrado quali-quantitativo delle acque in afflusso alle opere di captazione, eventualmente con l'integrazione di opere strutturali in grado di minimizzare o eliminare i problemi di incompatibilità tra uso del territorio e qualità delle risorse idriche (Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 2003).

Le opere strutturali sono rappresentate da tutte quelle finalizzate alla salvaguardia della risorsa, ad esempio: canali di guardia, fognature possibilmente coassiali, rivestimenti di fossi che alimentano la falda.

Per *protezione dinamica* si intende la protezione della risorsa idrica mediante la gestione, in termini dinamici, di determinate opere di captazione e/o mediante la gestione di un sistema di monitoraggio delle acque in afflusso alle stesse opere, che sia in grado di verificarne periodicamente i principali parametri quantitativi e qualitativi consentendo, con un sufficiente tempo di sicurezza, la conoscenza di eventuali loro variazioni significative (Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 2003).

La sua utilizzazione, che è sempre in associazione a quella statica, è di norma riservata alle "captazioni di rilevante entità o interesse", per una loro "tutela più efficace (allegato 2, titolo II, punto 2 dell'accordo 12 dicembre 2002 della Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, 2003).

La protezione dinamica viene di norma effettuata mediante:

- ⊕ monitoraggio delle sostanze inquinanti;
- ⊕ opere di captazione dinamica;
- ⊕ opere di captazione integrate;
- ⊕ misure di emergenza idrica;
- ⊕ piani di approvvigionamento idrico alternativo.

I vincoli territoriali da imporre fanno riferimento ad alcuni principi fondamentali, assoluti ed inderogabili, nonché obbligatori nella gestione del territorio, quali la necessità di preservare la qualità delle acque, migliorando lo stato dell'antropizzazione del territorio; la necessità di preservare la potenzialità della risorsa idrica, utilizzando la stessa nei limiti del bilancio; preservare le proprietà terapeutiche delle acque riconosciute come minerali.

BIBLIOGRAFIA

Articoli Scientifici

A.Farroni, M.Leopardi: *Considerations about the historical evolution of the Adriatic coast-line between mouths of the river Tavo-Saline and of the river Pescara - Italy*
European Geophysical Society -XVI General Assembly - Wiesbaden - 1991

M.Leopardi, G.Remedia: *Riordino degli acquedotti del comprensorio Aquilano*
dagli Atti del Convegno "I grandi trasferimenti d'acqua" pp.323-334. Cortina d'Ampezzo -1991

M. Leopardi: *Recupero funzionale del sistema acquedottistico di adduzione e distribuzione del Comprensorio Aquilano*. Pubblicazione DISAT n.3 - 1993

M. Leopardi: *Analysis of historical long term hydrological series. Open Session on Hydrology & Posters*
European Geophysical Society -XVII General Assembly - Edimburgh - 1992

M.G. Alessandrini, M. Leopardi, G. Remedia : *Deflusso Minimo Vitale - Considerazioni idrologiche sulla portata residuale del Fiume Aterno* - Pubblicazione DISAT n.4 - 2001

M. Leopardi, G.Remedia : *Eventi estremi: le magre e le piene del fiume Aterno*
Seminario "Il Fiume Aterno" - Associazione Idrotecnica Italiana – Sezione Italia Centrale

M. Leopardi , D.Magaldi, G.Remedia : *Bilancio Idrologico della Piana di Oricola*.
Autorità di Bacino del Fiume Tevere - 2004

M Leopardi , P.Di Nardo:
Taratura di alcune procedure numeriche per la valutazione delle portate di piena su piccoli e medi bacini privi di dati idrometrici . Regione Abruzzo - Direzione Regionale Gestione Bacini Idrografici - 2004

M.Leopardi ed altri
The potential water resources of the Oricola plain
EWRA 2005- *European Water Resources Association* 6th International Conference Mentone - 2005

M. Scozzafava, M. Tallini: "Net infiltration in the Gran Sasso Massif of central Italy using the Thornthwaite water budget and curve-number method". *Hydrogeology Journal* (2001) 9: 461-475.

M. Petitta, M. Tallini: "Groundwater Resources and Human Impacts in a Quaternary Intramontane Basin (L'Aquila Plain, Central Italy)". *Water International* (March 2003) Vol. 28, No 1: 57-69.

M. Tallini, D. Ranalli, M. Petitta: "Temperature and conductivity mapping for detecting groundwater flow-paths in karst aquifers (Gran Sasso, Central Italy)". *New approaches characterizing groundwater flow*, Seiler & Wohnlich (2001): 1303-1307.

M. Tallini, D. Ranalli, S. Tersigni: "Karst characterization using physico-chemical spring data, Gran Sasso, Central Italy", *Groundwater: past achievements and future challenges*, Sililo et al (2000):629-634.

M. Petitta, M. Tallini: "Idrodinamica sotterranea del massiccio del Gran Sasso (Abruzzo): nuove indagini ideologiche, idrogeologiche e idrochimiche (194-2001)". *Boll. Soc. Geol. It.*, (2002) Vol.121: 343-363.

G. Di Giacomo, G. Mazziotti Di Celso, L. Pennacchia, M. Tallini: "Studio multitemporale dell'idrochimica delle acque sorgive del Gran Sasso finalizzato alla vulnerabilità degli acquiferi carsici".

M.C. De Angelis, G. Di Giacomo, G. Mazziotti Di Celso, M. Tallini: "Idrogeologia del Sistema carsico delle grotte di Stiffe (L'Aquila)".

V. Di Sabatino, M. Manetta, D. Sciannablo, M. Spizzico, M. Tallini: "Il Radon come tracciante delle acque sorgive finalizzato alla vulnerabilità degli acquiferi carbonatici complessi: l'esempio del gruppo sorgivo del Rio Arno (Gran Sasso, Italia Centrale). Il Congresso Nazionale AIGA- Bari 14-17 Febbraio 2006.

V. Di Sabatino, M. Manetta, D. Sciannablo, M. Spizzico, M. Tallini: "Caratterizzazione del circuito delle acque sotterranee degli acquiferi carsici tramite lo studio del contenuto in radon delle sorgenti del Gran Sasso (Italia Centrale)". Congresso AIGA - 16 Febbraio 2006.

V. Di Sabatino, M. Manetta, M. Tallini: "Valutazione dell'impatto del traforo del Gran Sasso sul sistema acquifero attraverso l'analisi del bilancio idrogeologico della sorgente del Rio Arno". Soc.Geol. It. 83^a Riunione Estiva, Chieti 12-16 settembre 2006.

V. Di Sabatino, M. Manetta, D. Sciannablo, M. Spizzico, M. Tallini: "Il Radon come tracciante delle acque sorgive finalizzato alla vulnerabilità degli acquiferi carbonatici complessi: l'esempio del gruppo sorgivo del Rio Arno (Gran Sasso, Italia Centrale). Giornale di Geol. Appl. 2 (2005): 413-419.

V. Di Sabatino, D. Sciannablo, M. Spizzico, M. Tallini: "Elementi minori e rapporti caratteristici delle acque sorgive del Gran Sasso (Italia Centrale) per caratterizzare il comportamento idrodinamico degli acquiferi carbonatici". 83^a Riunione Estiva, Chieti 12-16 settembre 2006.

M. Civita: "Idrogeologia Applicata". CEA 2005.

M. Tallini: "Inquadramento geologico dell'Abruzzo".

G. Mazziotti, Di Celso, M. Spizzico, M. Tallini: "Studio idrochimica delle acque sorgive dell'acquifero carsico del Gran Sasso (Italia Centrale) per un affinamento del modello idrochimica concettuale". Giornale di Geol. Appl. 2 (2005): 420-428.

M. Petitta, S. Rusi, R. Salvati: "Risorse Idriche".

S. Rusi: "Influenza chimico fisica dello scioglimento delle nevi sulle acque delle grandi sorgenti del massiccio della Majella (Italia Centrale) e suo contributo nella valutazione della vulnerabilità" Convegno AIAM 2005.

ATTI E NORME DI RIFERIMENTO

D.Lgs 152/06 Norme in materia Ambientale – Parte Terza : Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche

Accordo 12 dicembre 2002, Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato e le Regioni e le Province Autonome: Linee Guida per la tutela della qualità 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 maggio 1999, n. 152.

D.P.R. 236/88: Art. 5 Definizione delle aree di salvaguardia

Lazio

DELIBERA DELLA GIUNTA REGIONALE DEL 14/12/1999 n. 5817 :D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236, articolo 9, e D.to L.vo 11 maggio 1999, n. 152 articolo 21.

Approvazione ed emanazione delle direttive per l'attuazione delle competenze regionali. Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

Liguria

Piano Tutela delle Acque -Allegato VII: Linee Guida per la delimitazione della Aree di Salvaguardia - Riferimenti normativi con relative interpretazioni, criteri e priorità con cui delimitare le aree di salvaguardia attorno alle captazioni ad uso idropotabile

Lombardia

Direttiva per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano. (1996) – Deliberazione della Giunta Regionale 27 giugno 1996 n. 6/15137

Regolamento Regionale 24 marzo 2006: Disciplina d'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

Piemonte

Regolamento Regionale 11 dicembre 2006 n. 15/r recante: "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)

*Tecniche operative per la perimetrazione
delle aree di salvaguardia
delle acque superficiali e sotterranee
destinate al consumo umano*

*Esempi di delimitazione delle Zone di Rispetto
Campo Pozzi di Acqua Oria – L'Aquila
Sorgente di Pile – L'Aquila*

Esempio di delimitazione delle Zone di Rispetto con Criterio Temporale Campo Pozzi di Acqua Oria - L'Aquila

Il criterio temporale si applica in genere ad un pozzo che estrae acqua e riconduce alla determinazione di curve di ugual tempo di movimento dell'inquinante verso il pozzo (curve isocrone); le zone di rispetto ristretta e allargata corrispondono a quelle aree delimitate dalle curve isocrone, in genere a 60 e 360 giorni rispettivamente, ove quei giorni rappresentano i tempi di percorrenza massimi ammissibili dell'inquinante lungo le diverse linee di flusso. Queste ultime rappresentano i percorsi ideali che le particelle seguono nel flusso all'interno della falda acquifera (Figura 1) e sono, per definizione, perpendicolari alle linee a potenziale costante, o linee isopieze, che rappresentano la distribuzione del potenziale costante.

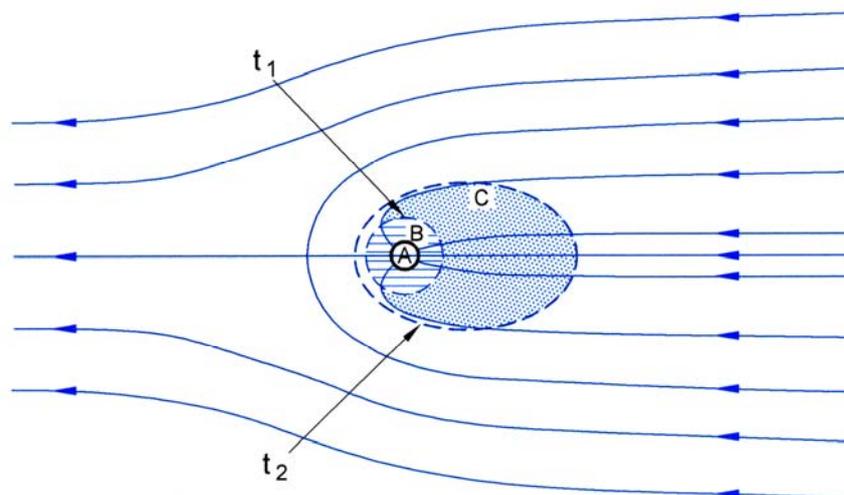


Figura 1: Linee di flusso e configurazione areale delle fasce di rispetto per un pozzo in falda inclinata

Nel caso più comune di un pozzo in falda inclinata, come è quello del campo pozzi di Acqua Oria, la falda è dotata di moto proprio, quindi la sovrapposizione di un flusso uniforme (quello della falda) ad uno radiale (rappresentato dal cono di emungimento del pozzo), provoca la deformazione del reticolo di flusso, che assume l'andamento indicato in Figura 2.

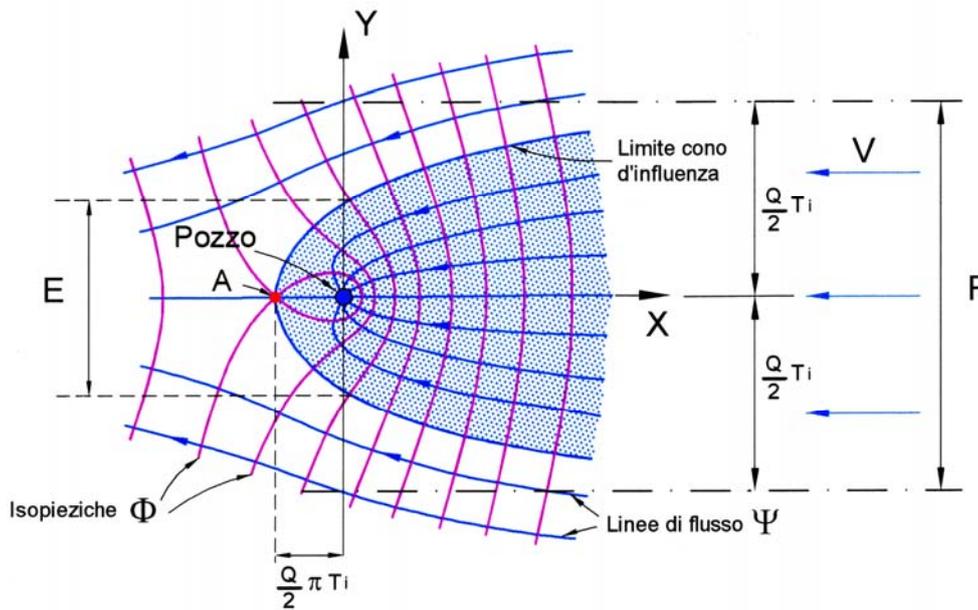


Figura 2: Rete di flusso per un pozzo in falda inclinata

L'influenza del pompaggio si trasmette a valle fino al punto di stagnazione **A** di coordinate $(x_s, 0)$, a monte coinvolge le linee di flusso comprese nella larghezza **F** del fronte di alimentazione; la relazione tra i due parametri è:

$$F = 2\pi \cdot x_s = \frac{Q}{T \cdot i}$$

Q e T rappresentano rispettivamente la portata di emungimento del pozzo e la trasmissività dell'acquifero, i è il gradiente idraulico.

In questi casi, orientando il sistema di riferimento con l'asse X lungo la linea di flusso passante per il pozzo, si può impiegare l'abaco di Bear (Figura 3) per identificare le ellissi con diversi tempi di transito.

In una falda dotata di moto proprio, come in questo caso, risulta indispensabile la conoscenza della velocità di flusso per poter calcolare il parametro τ necessario per l'utilizzo dell'abaco:

$$\tau = \left[\frac{2\pi \cdot H v^2}{nQ} \right] \cdot t$$

in cui:

- Q** è la portata di emungimento del pozzo
- H** è lo spessore dell'acquifero
- v** è la velocità di infiltrazione pari a $v = K \cdot i$
- K** è la conducibilità idraulica
- i** è il gradiente idraulico
- n** è la porosità efficace dell'acquifero

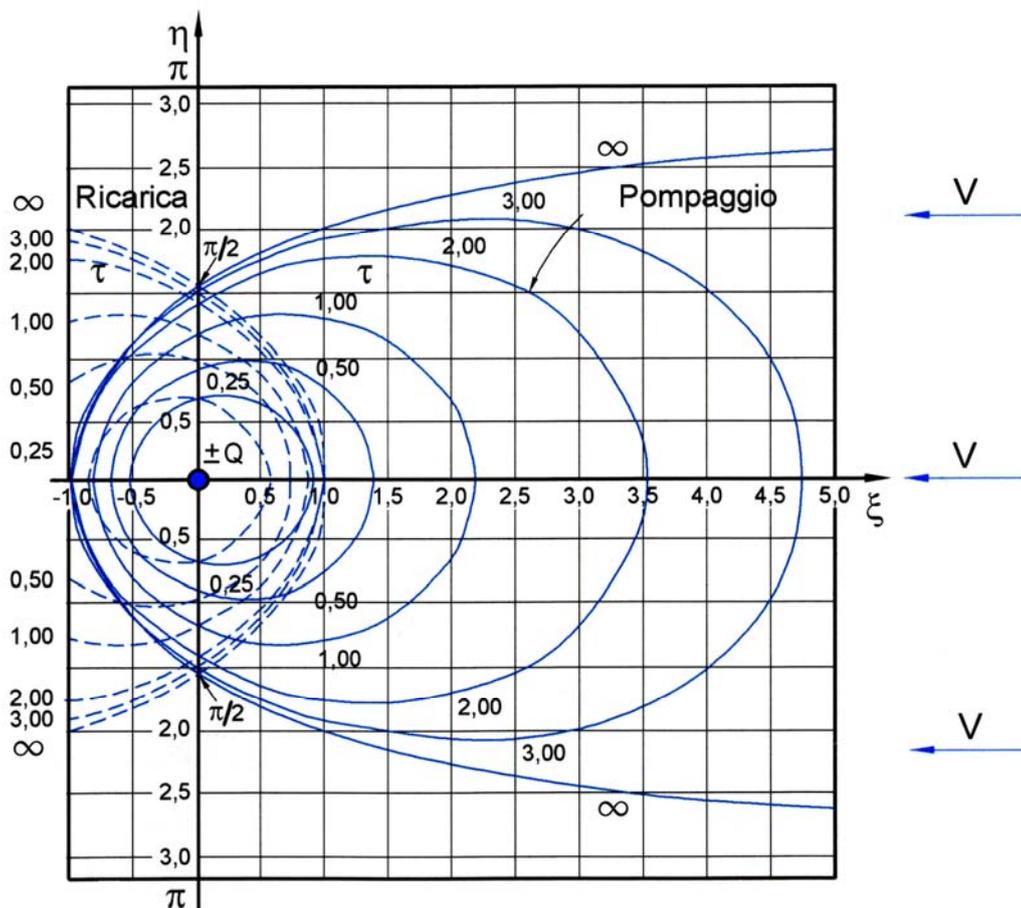


Figura 3: abaco di Bear per il calcolo delle zone di rispetto.

Fissato il tempo di percorrenza t , secondo "norme di buon senso" in 60 giorni per la zona di rispetto ristretta e 360 giorni per la zona di rispetto allargata, si calcola il parametro τ che permette di identificare sull'abaco di Bear il correlato ellisse; si ricavano i valori delle corrispondenti coordinate planari (X, Y) le quali, interpolate, permettono di ricostruire sulla cartografia la perimetrazione delle aree di rispetto, secondo le seguenti relazioni:

$$X(m) = \left(\frac{2\pi H v}{Q} \right)^{-1} \cdot \xi \quad ; \quad Y(m) = \left(\frac{2\pi H v}{Q} \right)^{-1} \cdot \eta$$

I dati utilizzati per il calcolo sono riassunti nella **Tabella I**. Inoltre viene allegata la Carta della Vulnerabilità Integrata dell'area in esame per una più corretta visione del contesto idrogeologico e dell'impatto antropico (Figura 6).

Tabella I*Parametri idrodinamici adottati per il campo pozzi di Acqua Oria.*

Sito	Portata di emungimento del pozzo	Spessore acquifero	Trammissività	Conducibilità idraulica	Porosità Efficace	Gradiente idraulico
Acqua Oria	Q [m ³ /s]	H [m]	T [m ² /s]	k [m/s]	n [%]	i
	0,150	700	$7,6 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-4}$	10	0.0024

$$\oplus F \text{ (fronte di alimentazione)} \quad F = \frac{Q}{T \cdot i} = \frac{0,15}{7,6 \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{1}{0,0024} \cong 822 \text{ m}$$

$$\oplus \text{ Velocità di infiltrazione: } v = K \cdot i = 1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0024 = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

$\oplus \tau$, necessario per scegliere sull'abaco di Bear l'ellisse corrispondente al valore di t [giorni]

$$\tau = \left[\frac{2\pi \cdot H v^2}{nQ} \right] \cdot t ; \text{ osservato che } H \cdot v = T \cdot i, \text{ ed operate le dovute sostituzioni si ha:}$$

$$\tau = \left[\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,6 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0024 \cdot 2,4 \cdot 10^{-7}}{10 \cdot 0,15} \right] \cdot t = 1,4 \cdot 10^{-7} \cdot t \text{ [in secondi]}$$

$$\tau = 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot t \text{ [in giorni]}$$

\oplus Posto t :

60 giorni per la zona di rispetto ristretta

360 giorni per la zona di rispetto allargata

vengono calcolate le coordinate metriche X_i e Y_i (**Tabella II** e **Tabella III**) da utilizzare per il tracciamento, sulla cartografia, dei perimetri delle suddette aree:

$$X_i = 1,3 \cdot 10^2 \xi$$

$$Y_i = 1,3 \cdot 10^2 \eta$$

ξ e η y si leggono sull'abaco di Bear per il dato valore di τ .

Tabella II

Coordinate reali (X_i e Y_i) per la curva isocrona a 60 giorni ottenute dall'abaco di Bear.

x a 60 giorni	y a 60 giorni	X_i [m]	Y_i [m]
-0,8	0,0	-104,0	0,0
-0,5	0,8	-65,0	97,5
-0,5	-0,8	-65,0	-97,5
0,0	1,2	0,0	156,0
0,0	-1,2	0,0	-156,0
0,5	1,3	65,0	162,5
0,5	-1,3	65,0	-162,5
1,0	1,1	130,0	143,0
1,0	-1,1	130,0	-143,0
1,5	0,7	195,0	91,0
1,5	-0,7	195,0	-91,0
1,6	0,0	208,0	0,0

Tabella III

Coordinate reali (X_i e Y_i) per la curva isocrona a 360 giorni ottenute dall'abaco di Bear.

x a 360 giorni	y a 360 giorni	X_i [m]	Y_i [m]
-1,0	0,0	-130	0
-0,5	1,2	-65	156
-0,5	-1,2	-65	-156
0,0	1,6	0	208
0,0	-1,6	0	-208
0,5	1,8	65	234
0,5	-1,8	65	-234
1,0	1,9	130	247
1,0	-1,9	130	-247
1,5	2,0	195	260
1,5	-2,0	195	-260
2,0	2,2	260	286
2,0	-2,2	260	-286
2,5	2,1	325	273
2,5	-2,1	325	-273
3,0	2,0	390	260
3,0	2,0	390	260
3,5	1,8	455	234
3,5	-1,8	455	-234
4,0	1,5	520	195
4,0	-1,5	520	-195
4,5	0,8	585	104
4,5	-0,8	585	-104
4,8	0,0	624	0

La risultante delle perimetrazioni, zona di rispetto ristretta **ZRR** ed allargata **ZRA** definite come detto è illustrata nelle seguenti figure, rispettivamente su ortofotocarta a scala 1:10000 (Figura 4) e su CTR a scala 1:5.000 (Figura 5).

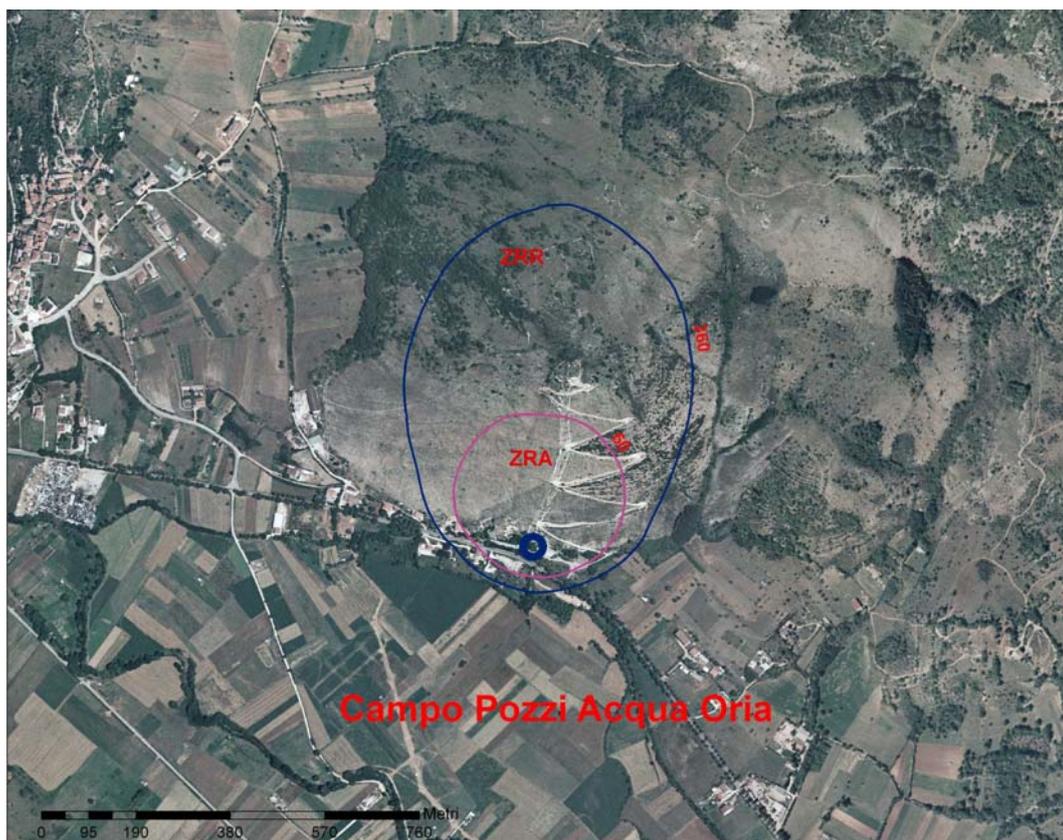


Figura 4 . Zona di rispetto ristretta ZRR ed allargata ZRA del Campo Pozzi di Acqua Oria su Ortofotocarta

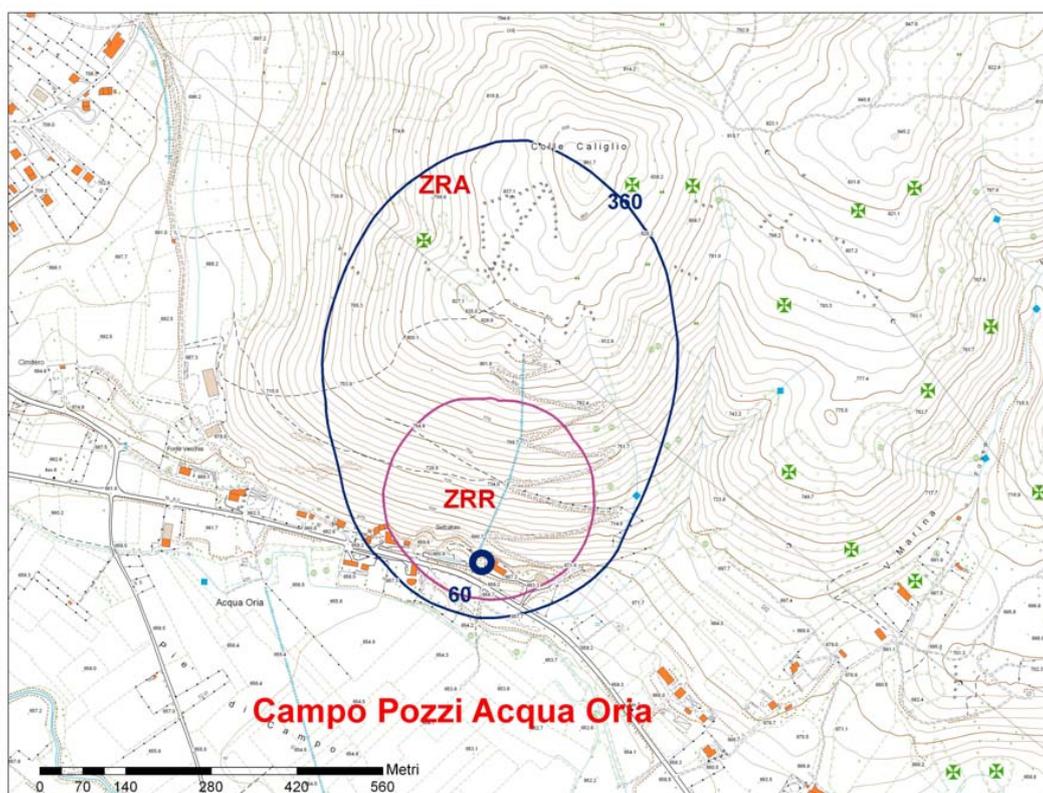
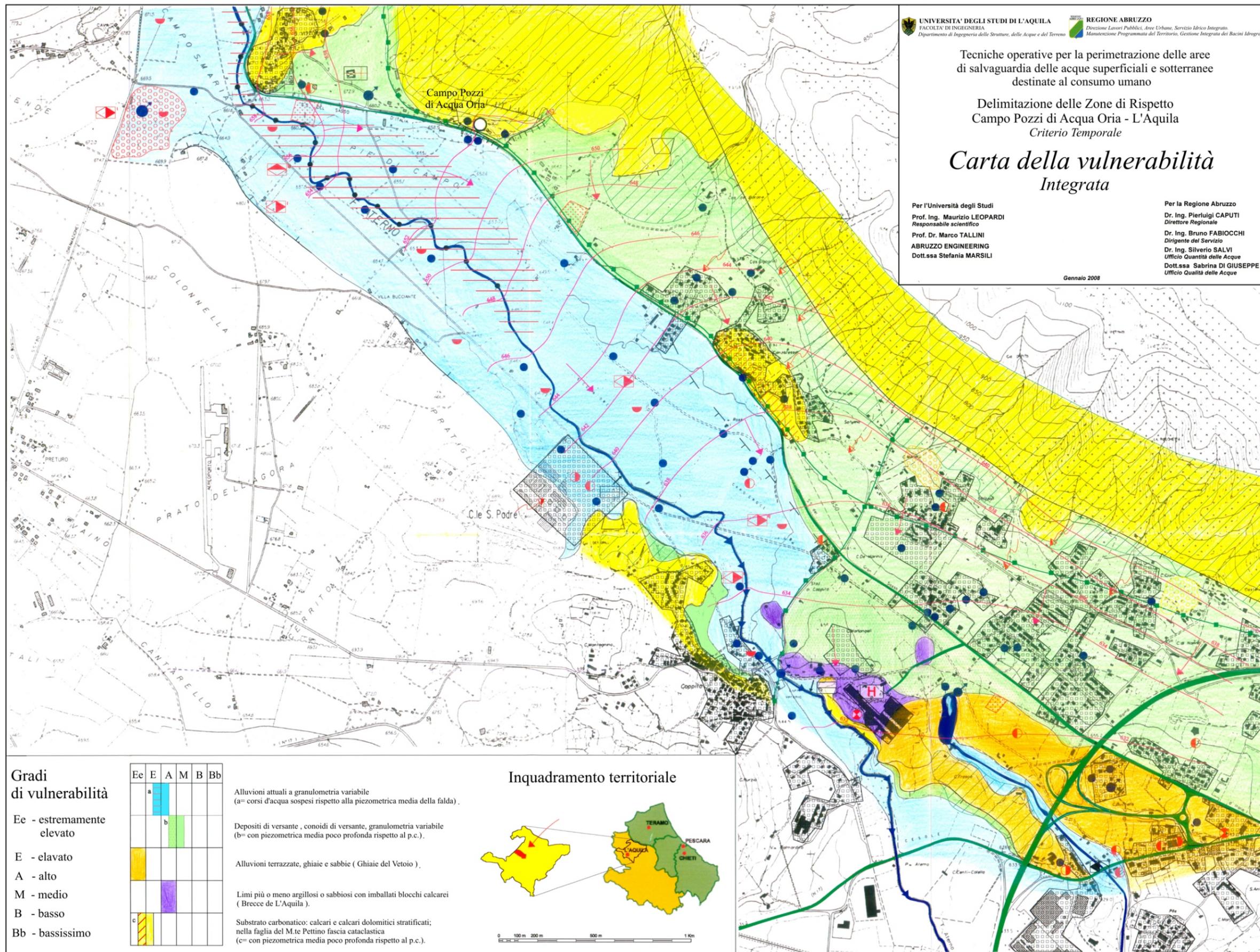


Figura 5. Zona di rispetto ristretta ZRR ed allargata ZRA del Campo Pozzi di Acqua Oria su CTR



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
 FACOLTA' DI INGEGNERIA
 Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno

REGIONE ABRUZZO
 Direzione Lavori Pubblici, Area Urbana, Servizio Idrico Integrato
 Manutenzione Programmata del Territorio, Gestione Integrata dei Bacini Idrografici

Tecniche operative per la perimetrazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano
 Delimitazione delle Zone di Rispetto
 Campo Pozzi di Acqua Oria - L'Aquila
 Criterio Temporale
Carta della vulnerabilità Integrata

Per l'Università degli Studi
 Prof. Ing. Maurizio LEOPARDI
 Responsabile scientifico
 Prof. Dr. Marco TALLINI
 ABRUZZO ENGINEERING
 Dott.ssa Stefania MARSILI

Per la Regione Abruzzo
 Dr. Ing. Pierluigi CAPUTI
 Direttore Regionale
 Dr. Ing. Bruno FABIOCCHI
 Dirigente del Servizio
 Dr. Ing. Silverio SALVI
 Ufficio Quantità delle Acque
 Dott.ssa Sabrina DI GIUSEPPE
 Ufficio Qualità delle Acque

Gennaio 2008

- ### Legenda
- IDRODINAMICA DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI**
- Direzione del flusso delle falde acquifere.
 - Curve isopieze e relative quote.
 - Alimentazione in alveo
 - Perdite diffuse in alveo
- PRODUTTORI REALI E POTENZIALI D'INQUINAMENTO**
- Depositi di petrolio, benzina, distributori di carburante.
 - Autoparco, officina meccanica.
 - Autodemolizioni, rottamazioni, discarica incontrollata.
 - Area urbana o assimilabile provvista di rete fognaria.
 - Ospedale, luogo di cura.
 - Cimitero.
 - Strada di grande traffico.
 - Autostrada.
 - Industria zootecnica con numeri romani, accanto al simbolo la classe di consistenza: I = meno di 50 capi, II = 50-200 capi. Allevamento: ovicapri ed equini.
 - Allevamento: struzzi.
 - Allevamento: piscicoltura
 - Area sterile, incolta o con colture spontanee o che non prevedono trattamenti chimici con fitofarmaci, concimi chimici, ecc..
 - Area con colture che prevedono limitati trattamenti con fitofarmaci, concimi chimici, ecc..
 - Area con colture che prevedono frequenti trattamenti con fitofarmaci, concimi chimici, ecc..
 - Area soggetta ad irrigazione per sommersione, scorrimento.
 - Deposito di prodotti chimici ed altri materiali ad uso agricolo.
 - Concimaia, stoccaggio di deiezioni animali.
 - Scarichi di acque bianche o reflue trattate.
- POTENZIALI INGESTORI E VIACOLI D'INQUINAMENTO**
- Cava in attività.
 - Cava abbandonata.
 - Punto di sparizione di un corso d'acqua superficiale temporaneamente attivo.
- PRODUTTORI E RIDUTTORI D'INQUINAMENTO**
- Impianto di depurazione di acque reflue urbane (solo primario).
- PRINCIPALI SOGGETTI AD INQUINAMENTO**
- Pozzo di captazione a scopo industriale o agricolo.
 - Pozzo utilizzato per la ricostruzione delle curve isopiezometriche.
 - Campo pozzi a scopo idropotabile.
 - Sorgente importante non captata.
 - Perimetro di recinzione-protezione delle opere di presa.
 - Acquedotto.

Gradi di vulnerabilità

Ee - estremamente elevato
 E - elevato
 A - alto
 M - medio
 B - basso
 Bb - bassissimo

	Ee	E	A	M	B	Bb
a						
b						
c						

Alluvioni attuali a granulometria variabile (a= corsi d'acqua sospesi rispetto alla piezometrica media della falda).

Depositi di versante, conoidi di versante, granulometria variabile (b= con piezometrica media poco profonda rispetto al p.c.).

Alluvioni terrazzate, ghiaie e sabbie (Ghiaie del Vetoio).

Limi più o meno argillosi o sabbiosi con imballati blocchi calcarei (Breccie de L'Aquila).

Substrato carbonatico: calcari e calcari dolomitici stratificati; nella faglia del M.te Pettino fascia cataclastica (c= con piezometrica media poco profonda rispetto al p.c.).



Figura 6. Carta della Vulnerabilità Integrata

Esempio di delimitazione delle Zone di Rispetto con Criterio Idrogeologico Sorgente di Pile - L'Aquila

Per quanto riguarda le sorgenti non sono state sviluppate, salvo alcune generiche indicazioni, metodologie precise e di facile operatività, dunque di largo impiego, relative al dimensionamento delle aree di salvaguardia delle opere di presa di sorgenti. Pertanto in questo esempio, seguendo quelle che sono le indicazioni relative ad acquiferi raggiungibili dalla superficie, si applica una metodologia basata anch'essa sul tempo di percorrenza. I parametri utilizzabili per le sorgenti per l'applicazione del metodo sono la permeabilità del serbatoio acquifero, la porosità efficace e la velocità di svuotamento, parametri identificabili dalla curva di efflusso sorgivo e in particolare, dalla curva di svuotamento che inizia nel momento in cui si verifica la portata massima annua. Effettuata la scomposizione della curva di svuotamento (Figura 7), si linearizza il tratto acclive iniziale che rappresenta il contributo dell'insaturo attraverso il quale si esplica il processo infiltrativo anche quando gli ultimi apporti sono cessati. La curva di esaurimento, invece, rappresenta il contributo della zona satura dell'acquifero che alimenta la sorgente.

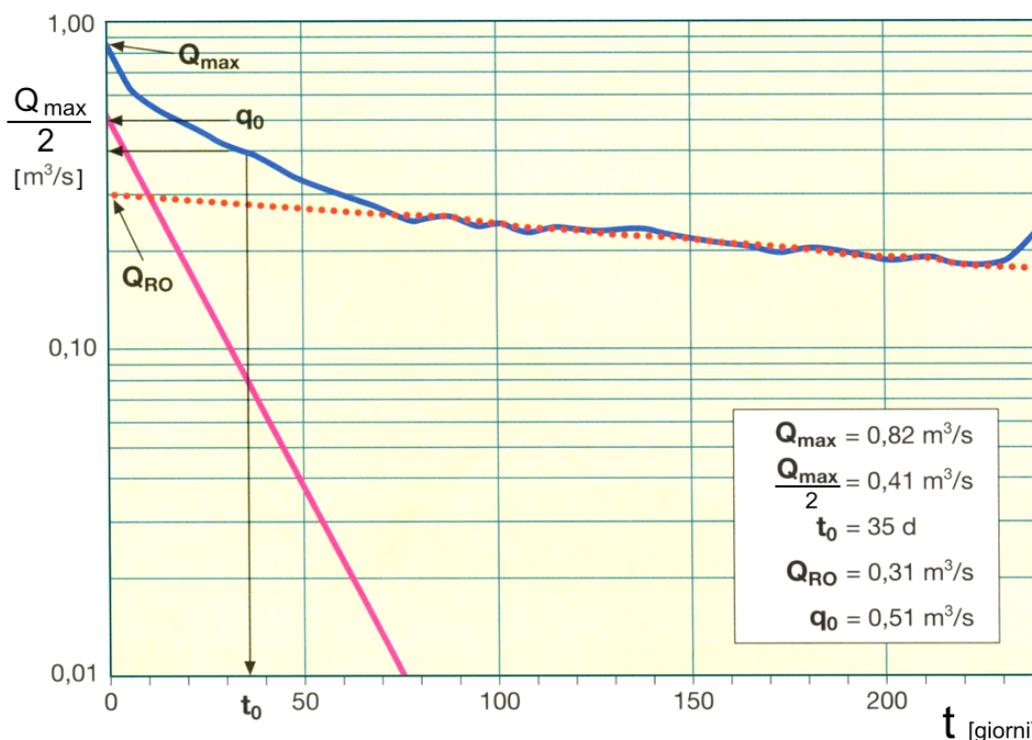


Figura 7. Esempio di curva di svuotamento, separazione e linearizzazione delle curve di decremento (in magenta) e di esaurimento (punteggiato rosso)
(Da Civita, 2005)

Partendo da queste considerazioni, si è cercato di individuare un parametro di facile rilevamento che, basandosi sulle notazioni precedenti, servisse a descrivere le diverse

situazioni sorgive identificando la velocità di spostamento massima di un inquinante nei relativi acquiferi anche non disponendo di dati specifici, che spesso non sono proponibili per scaturigini di importanza locale, come l'esempio proposto. Tale parametro è stato identificato con *il tempo di dimezzamento della portata massima annuale*, ossia il tempo, misurato in giorni, intercorso tra il verificarsi della portata massima ed il verificarsi di una portata pari alla metà di questa. Esso rappresenta in maniera soddisfacente il tempo di spostamento dell'acqua sotterranea attraverso l'insaturo (decremento) ed è correlabile direttamente con lo svuotamento dei meati più ampi dell'acquifero, ossia le vie preferenziali, attraverso le quali è più veloce la trasmissione di un inquinante idroportato, dalla superficie alla sorgente. La scelta del parametro ha evidenti ragioni di praticità e di semplicità: basterà, infatti, munire la sorgente da proteggere di un apparato di misura della portata in continuo per disporre del dato che potrà essere controllato di anno in anno, eventualmente rivedendo, periodicamente, il piano dell'area di salvaguardia.

Passando all'applicazione del metodo al caso in esame il primo passo da fare è quello di individuare la situazione di vulnerabilità della sorgente in funzione del tempo di dimezzamento

$\left[\frac{t_1}{2} \right]$ della portata massima annua (**Tabella IV**).

La sorgente di Pile ha una portata massima di circa 20 l/s: pertanto il tempo di dimezzamento è:

$$Q_{\max} = 20 \text{ l/s}$$

$$\frac{Q_{\max}}{2} = 10 \text{ l/s} \quad \frac{t_1}{2} \cong 15 \text{ giorni}$$

$$Q_{\min} = 0$$

Tabella IV

Situazioni di vulnerabilità in funzione del tempo di dimezzamento della portata massima annua
(da Civita, 2005)

Situazione	Tempo di dimezzamento $t_{1/2}$	Velocità di flusso (m/s)	Velocità di flusso (m/d)
A	$t_{1/2} < 5$	$> 10^{-2}$	> 1000
B	$5 \leq t_{1/2} \leq 20$	$10^{-2} \div 10^{-3}$	~ 100
C	$20 \leq t_{1/2} \leq 50$	$10^{-3} \div 10^{-4}$	~ 10
D	$t_{1/2} > 50$	$10^{-4} \div 10^{-5}$	~ 1

Si riscontra dalla **Tabella IV** che la sorgente di Pile rientra nella situazione **B**.

Per il dimensionamento della **ZTA**, *Zona di Tutela Assoluta*, e della **ZR**, *Zona di Rispetto*, schematizzate per le quattro situazioni di vulnerabilità nella Figura 8, vengono utilizzate rispettivamente la **Tabella V** e la **Tabella VI**.

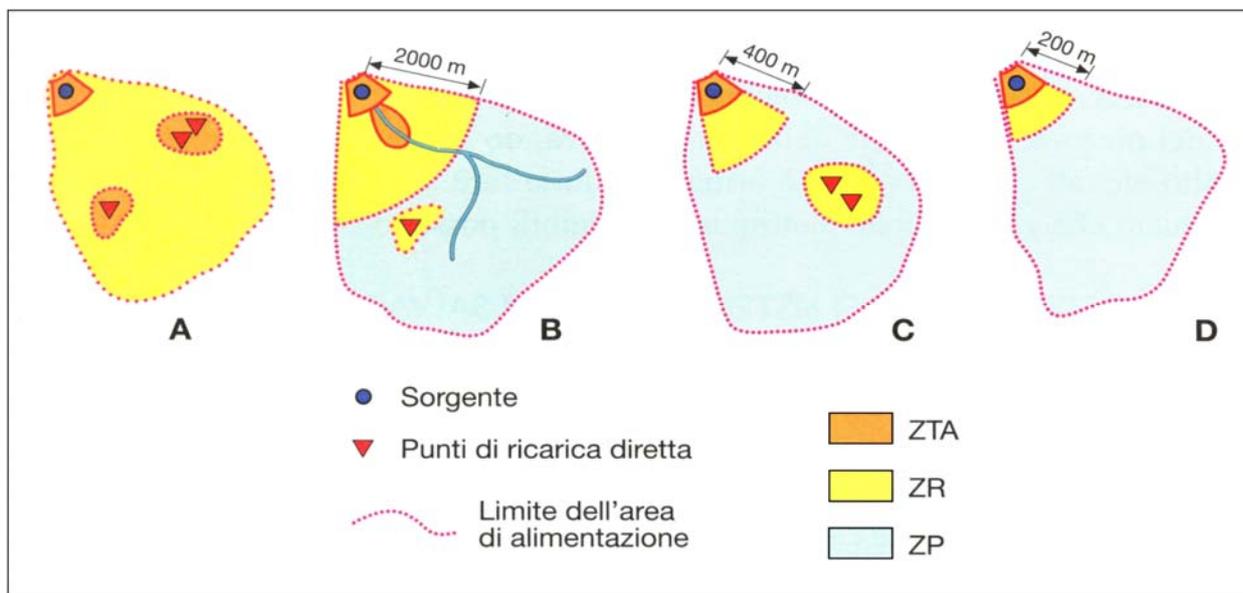


Figura 8. Situazioni di vulnerabilità di una sorgente e tracciamento delle correlate Zone di Rispetto.
(da Civita, 2005)

Tabella V

Valori indicativi di *D* e *d* per il dimensionamento della ZTA di una sorgente

(da Civita, 2005)

Tipo di opera	Situazione	Soggiacenza	D (m)	D (m)
Alla sorgente	A	nulla	40	10
	B	nulla	30	5
	C	nulla	20	5
	D	nulla	10	2
In acquifero	A	>20	30	5
	B	>20	20	4
	C	>20	15	3
	D	>20	10	2

Tabella VI

Dimensionamento della ZR nelle diverse situazioni di vulnerabilità identificate
(da Civita, 2005)

Situazione	Estensione a monte	Note
A	Tutta l'area di alimentazione	<i>Efficacia Limitata</i>
B	Tutta l'area di alimentazione	<i>Riducibile a 2000 m in caso di acquifero protetto in superficie</i>
C	L=400m	
D	L=200m	

Riepilogando le dimensioni della **ZTA** sono:

$$D = 30 \text{ m}$$

$$d = 5 \text{ m}$$

Mentre per quanto riguarda il dimensionamento della ZR, una volta stabilita la sua coincidenza con l'area di alimentazione, si calcola la sua dimensione, tramite la relazione,

$$A = \frac{Q \cdot \Delta t}{P} \quad [\text{m}^2]$$

utilizzando i valori di portata Q_{\max} della sorgente, il valore medio della precipitazione P della Stazione di L'Aquila per un tempo t di 360 giorni (pari a $31,5 \cdot 10^6$ secondi in un anno).

$$Q_{\max} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$P = 720 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 31,5 \cdot 10^6 \text{ s}$$

$$\text{si definisce un'area } A = \frac{Q \cdot \Delta t}{P} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 31,5 \cdot 10^6}{720} \cong 876 \text{ m}^2$$

Tracciate sulla cartografia di base le isopieze è possibile individuare l'area A , come evidenziato nelle seguenti Figure 9 e 10, rispettivamente su ortofotocarta a scala 1:10000 e su CTR a scala 1:5.000.

Anche per questo caso viene allegata la Carta della Vulnerabilità Intrinseca dell'area in esame per una più corretta visione del contesto idrogeologico e dell'impatto antropico (Figura 11).

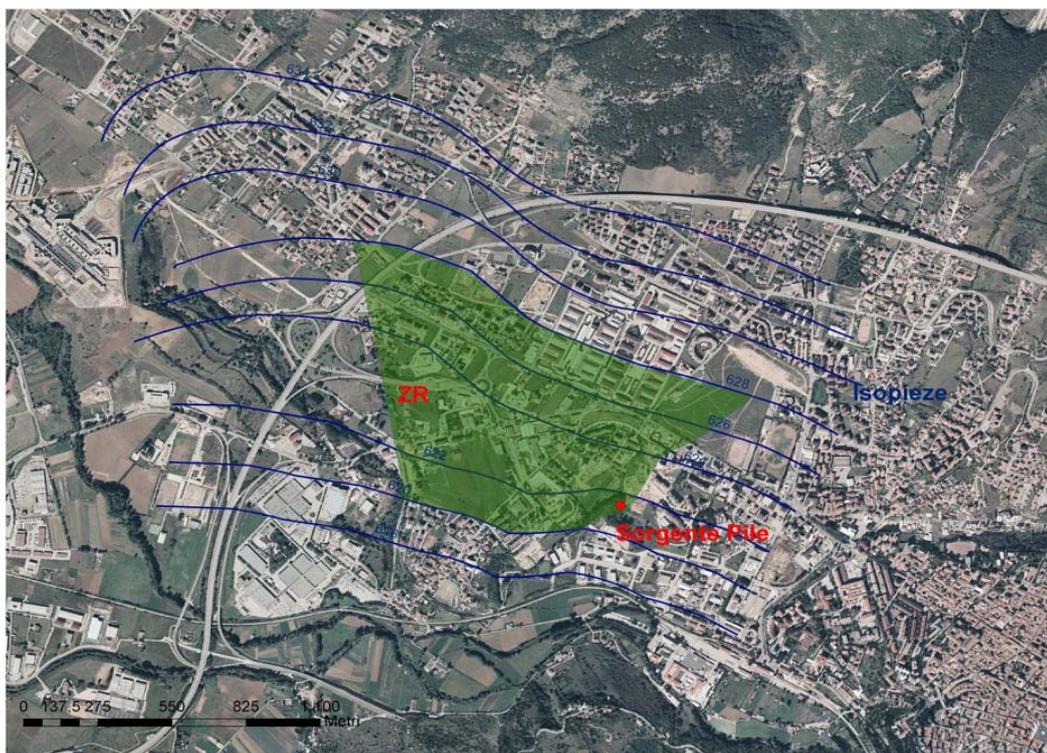


Figura 9. Zona di rispetto ZR della Sorgente di Pile su Ortofotocarta

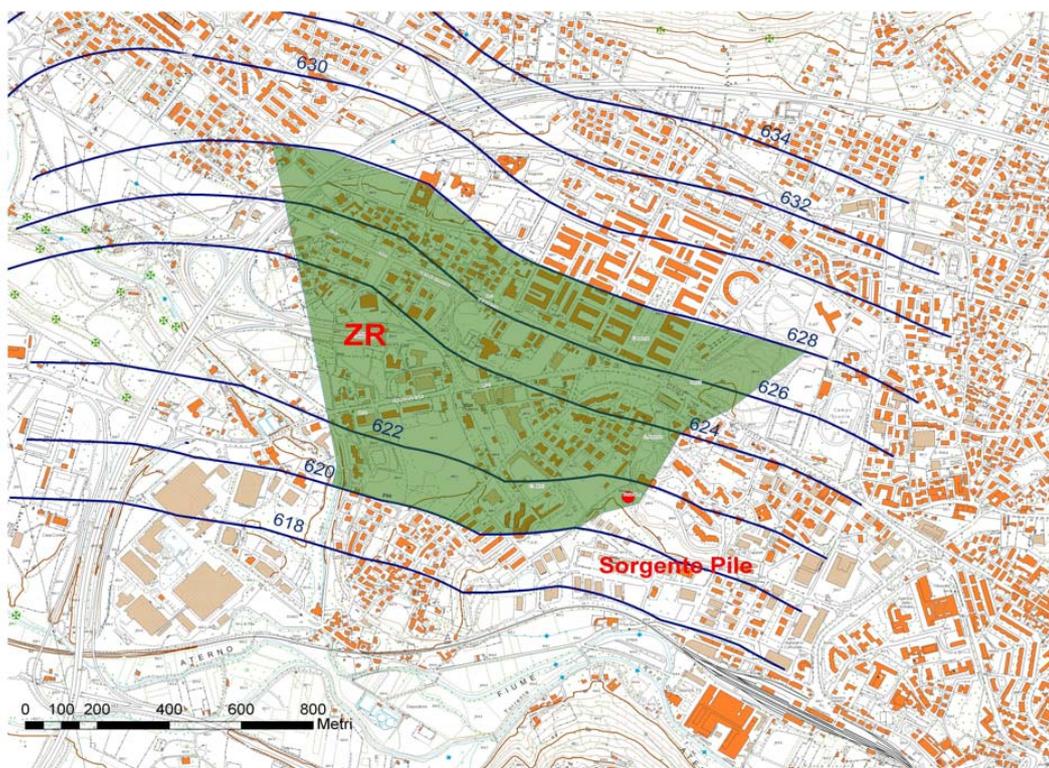


Figura 10. Zona di rispetto ZR della Sorgente di Pile su CTR

Tecniche operative per la perimetrazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano

Delimitazione delle Zone di Rispetto

Sorgente di Pile - L'Aquila

(Criterio Idrogeologico)

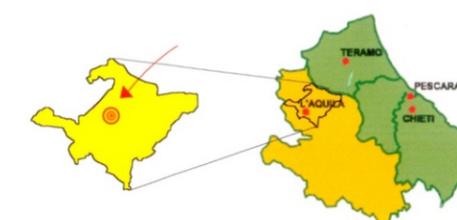
Carta della vulnerabilità Intrinseca

Per l'Università degli Studi
 Prof. Ing. Maurizio LEOPARDI
 Responsabile scientifico
 Prof. Dr. Marco TALLINI
 ABRUZZO ENGINEERING
 Dott.ssa Stefania MARSILI

Per la Regione Abruzzo
 Dr. Ing. Pierluigi CAPUTI
 Direttore Regionale
 Dr. Ing. Bruno FABIUCCI
 Dirigente del Servizio
 Dr. Ing. Silverio SALVI
 Ufficio Quantità delle Acque
 Dott.ssa Sabrina DI GIUSEPPE
 Ufficio Qualità delle Acque

Gennaio 2008

Inquadramento territoriale



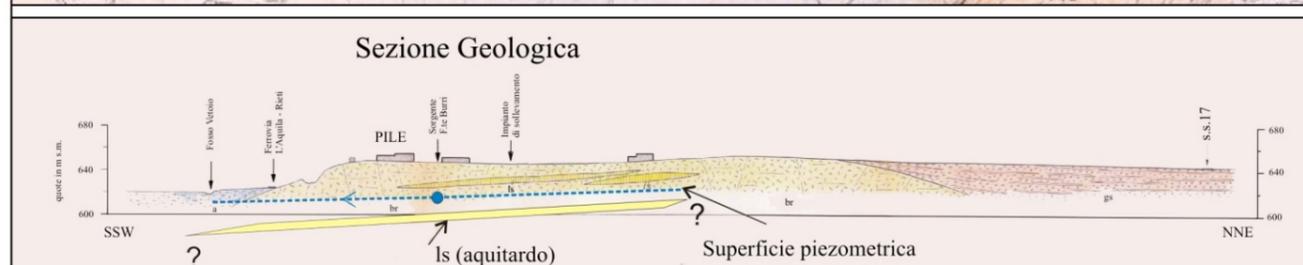
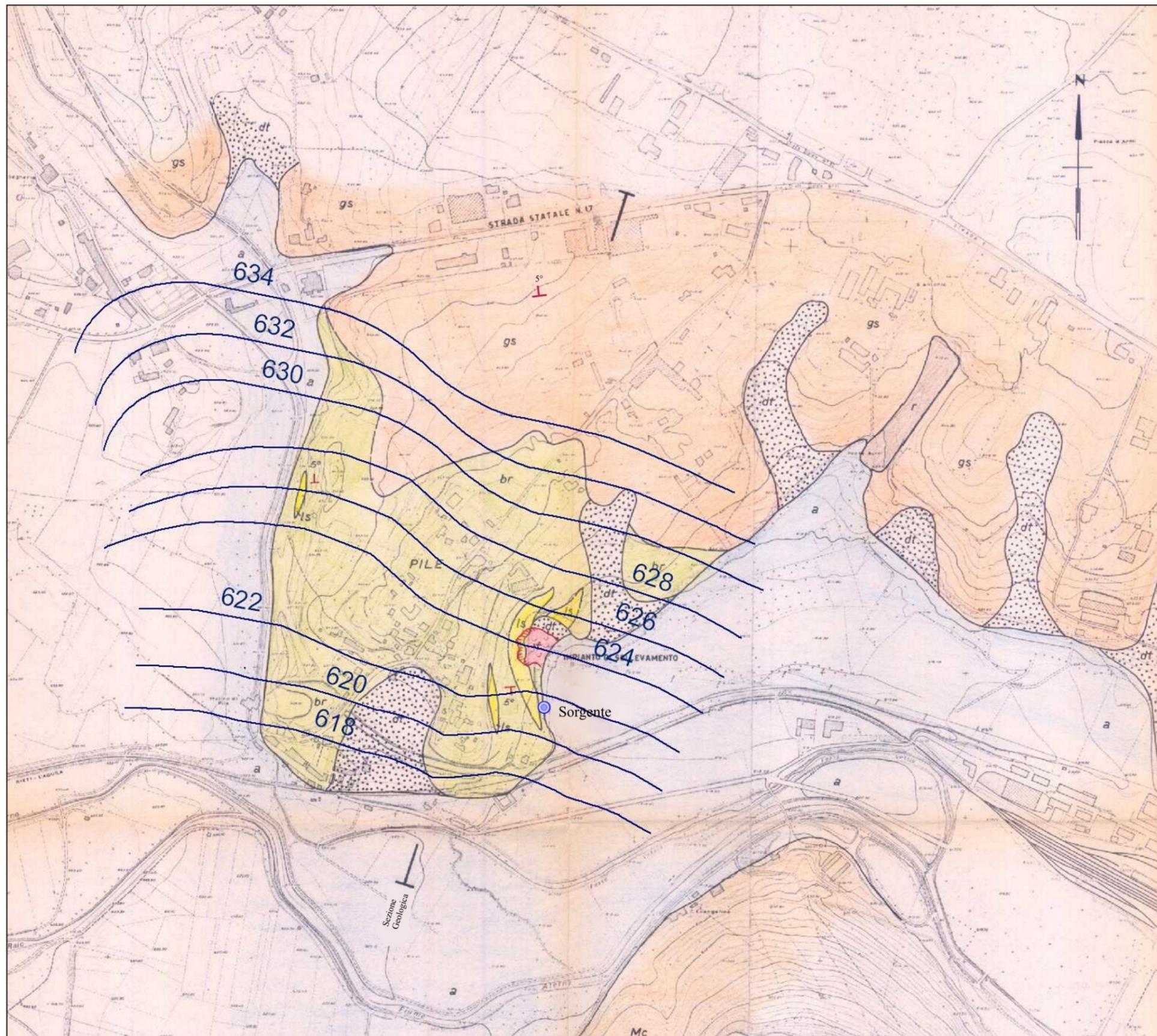
Gradi di vulnerabilità

Ee - estremamente elevato
 E - elevato
 A - alto
 M - medio
 B - basso
 Bb - bassissimo

	Ec	E	A	M	B	Bb
					r	
		a				
						f
						dt
	gs					
			br			
						Mc

Legenda

- r Materiali di riporto
- a Alluvioni recenti ed attuali: sabbie, limi, argille e ghiaie variamente associati
- f Accumuli di materiali di frana: sabbie limose e limi argillosi inglobanti frammenti lapidei di varie dimensioni
- dt Coltri detritiche: limi sabbiosi bruni inglobanti numerosi ciottoli e frammenti spigolosi di rocce lapidee
- gs Complesso continentale superiore: ghiaie con più o meno abbondante frazione interstiziale limoso-sabbiosa, intercalate con limi sabbiosi e/o argillosi bruni e tufti grigio-nerastre (PLEISTOCENE SUPERIORE)
- br Complesso continentale inferiore: breccie calcaree sciolte o a vario grado di cementazione, con intercalati alcuni livelli e lenti di varia estensione e spessore di sabbie limose e limi biancastri (br); principali affioramenti di sabbie limose e limi (ls) (PLEISTOCENE INFERIORE)
- Mc Calcarei e calcari marnosi (MIOCENE)



- Immersione ed inclinazione degli strati
- Ciglio di distacco di frana attuale
- Isopiechiche
- Sorgente

Figura 11 . Carta della Vulnerabilità Intrinseca