



Monografia / 18

Bilanci idrogeologici delle principali idrostrutture (acquiferi alluvionali, vulcanici e carbonatici)



Redazione

Dott. Angiolo Martinelli

Contributi

Dott. Luca Peruzzi
Ing. Nicola Neri
Ing. Giacomo Rapi
Ing. Tatiana Mariani
Dott. Roberto Checcucci

Validazione

Dott. Giancarlo Marchetti

Verifica

Dott. Giancarlo Marchetti
Dott. Adriano Zavatti

Versione:
Luglio 2006

1. SINTESI	1
2. INTRODUZIONE	1
3. OBIETTIVI DELL'ANALISI	1
4. IL QUADRO DEI DATI ESISTENTI SUI BILANCI	2
4.1 Il Piano Regionale di Ottimizzazione delle risorse idriche	2
4.2 Il Piano di bacino del fiume Tevere	4
4.3 Altri quadri specifici	8
4.4 Il Piano di Emergenza Idrica 2002	10
5. LE INTEGRAZIONI EFFETTUATE	15
6. ANALISI DEI DATI	15
6.1 Formula bilancio	15
6.2 Dati quantitativi	16
6.2.1 Prelievo potabile	16
6.2.2 Prelievo domestico	17
6.2.3 Prelievo irriguo	17
6.2.4 Le concessioni idriche e la stima degli altri prelievi	17
6.2.5 Le restituzioni idriche	17
7. IL QUADRO RISULTANTE	20
7.1 Acquiferi alluvionali	20
7.1.1 Acquifero Alta Valle del Tevere	20
7.1.2 Acquifero Media Valle del Tevere	20
7.1.3 Acquifero Conca Eugubina	21
7.1.4 Acquifero Petrignano Valle Umbra Nord (Sottobacino del Chiascio)	21
7.1.5 Acquifero Valle Umbra Sottobacino del Topino	23
7.1.6 Acquifero Artesiano Cannara	24
7.1.7 Acquifero Conca Ternana	25
7.1.8 Acquifero basso Tevere umbro	25
7.1.9 Acquifero Valle Paglia	25
7.2 Acquiferi carbonatici	26
7.2.1 Acquifero Monti di Gubbio	26
7.2.2 Acquifero Umbria Nord Orientale	26
7.2.3 Acquifero Monti Martani	27
7.2.3 Acquifero Monti Narni e Amelia	27
7.2.4 Acquifero Valnerina	28
7.3 Acquifero Vulcanico vulsino	30
8. CRITICITÀ CONOSCITIVE E PROPOSTE PER L'INTEGRAZIONE DELLE CONOSCENZE	33
9. PROPOSTE DI INTERVENTO	35
10. BIBLIOGRAFIA	36

1. SINTESI

Il rapporto ha preso in esame i principali acquiferi alluvionali, calcarei e vulcanici regionali, partendo dai quadri conoscitivi pregressi esistenti realizzati sia in ambito regionale (Piano di ottimizzazione delle risorse idriche, Piano di Emergenza idrica 2002) che di ricerca universitaria e di studi realizzato dall'U.O. 4.11 del GNDCI-CNR.

I quadri conoscitivi sono stati integrati con l'aggiornamento degli aspetti di pressione legati ai prelievi idrici, con la valutazione degli scambi con le acque superficiali, con la ridefinizione delle superfici idrogeologiche, dell'infiltrazione e delle restituzioni.

Ove possibile sono stati messi a confronto bilanci idrici pregressi e di nuova realizzazione.

Il quadro dei risultati ottenuti evidenzia che negli ultimi anni c'è stato un limitato miglioramento conoscitivo di base dei sistemi idrogeologici, che lo stesso è in corso di sviluppo con gli attuali studi pianificati dal Piano di emergenza idrica 2002 e promossi dall'Autorità di bacino del F. Tevere: questi nuovi quadri sono purtroppo, ad oggi, non disponibili.

A livello di bilanci idrici degli acquiferi è stata puntualizzato il ruolo delle acque sotterranee nell'alimentazione del flusso di base degli acquiferi, il rapporto tra disponibilità di risorsa rinnovabile media annua e prelievi, il fatto che in molti acquiferi alluvionali i prelievi potabili si stanno riducendo mentre i prelievi irrigui sono cresciuti e potranno ridursi solo dopo l'entrata in funzione delle reti irrigue derivate dagli invasi di Montedoglio e Valfabbrica.

Le principali carenze conoscitive riguardano la mancata definizione degli scambi con il sistema idrico superficiale, la quantificazione dei volumi derivati dalle principali concessioni idriche, la necessità di attuare quanto richiesto dal DM 28 luglio 2004 sul bilancio idrico e il catasto delle concessioni.

Sono necessari approfondimenti e studi su taluni acquiferi alluvionali (basso Tevere) e calcarei (approfondimento dei bilanci per idrostrutture locali e settori), si richiede l'implementazione e miglioramento dei sistemi di osservazione dei flussi di base (idrometri regionali su sezioni specifiche).

2. INTRODUZIONE

Le acque sotterranee rivestono un ruolo fondamentale nel bilancio dei sistemi idrici regionali in quanto concorrono in maniera significativa a mantenere i deflussi idrici superficiali nelle stagioni con scarsi apporti meteorici: infatti il bilancio idrico al suolo evidenzia che le stagioni tardo primaverile-estiva ed inizio autunnale hanno valori negativi, con conseguente scarsità di contributi di circolazione subsuperficiale o di restituzione idrica ritardata rispetto agli eventi piovosi.

Le stesse piogge inoltre, a carattere temporalesco nelle stesse stagioni, producono un deflusso idrico concentrato favorito dalla scarsa permeabilità di vaste porzioni dei sottobacini dell'asta principale del Tevere. Ne consegue che il sostentamento del deflusso idrico di base sia dell'asta principale del Tevere che dei suoi affluenti è sostanzialmente influenzato dalla capacità del sistema sotterraneo di ridistribuire le acque di infiltrazione profonda, sia mediante risorgenza diretta (sorgenti visibili o puntuali) che nel restituire acqua per affioramento della falda a livello degli alvei fluviali (sorgenti lineari).

Le risorse idriche sotterranee rivestono poi un ruolo fondamentale nell'alimentare i principali sistemi acquedottistici potabili della Regione, sia essi originati nelle aree di pianura alluvionale che dai rilievi appenninici.

3. OBIETTIVI DELL'ANALISI

Gli aspetti quantitativi delle acque sotterranee rivestono un ruolo specifico nell'ambito della salvaguardia degli ambienti acquatici, in quanto sono essi stessi obiettivo di qualità (mantenimento delle condizioni di equilibrio dei sistemi = buono stato quantitativo e qualitativo degli acquiferi) e contribuiscono poi a supportare il mantenimento o il raggiungimento del buono stato ambientale dei corpi idrici superficiali, fornendo adeguato contributo al deflusso idrico, utile sia per mantenere la funzionalità fluviale e l'uso plurimo di laghi e corsi d'acqua, che per agire come elemento di diluizione e trasporto degli inquinanti che vi vengono riversati.

Il buono stato ambientale è, infatti, sostenibile o raggiungibile non solo intervenendo sul contenimento delle fonti di produzione o sui meccanismi di trasporto, ma anche grazie alla disponibilità e capacità dei volumi idrici di mantenere le concentrazioni degli inquinanti, che continuano ad essere presenti al di sotto delle soglie di criticità.

I bilanci idrici sono, poi, strumento previsto dal Piano di bacino del Fiume Tevere per la pianificazione della sostenibilità del sistema idrico.

Obiettivo del rapporto è contribuire allo sviluppo del Piano stralcio della risorsa, PS9, Piano stralcio specifico del Piano di bacino, che si basa sui principi di mantenimento/recupero di equilibri accettabili di bilancio idrico a livello dei principali sottobacini ed Unità di bilancio (porzioni degli stessi), e sul principio della definizione di un Deflusso Minimo Vitale (DMV) che garantisca è necessario quantificare i bilanci naturale e antropico a livello di acquiferi e Unità di gestione, queste ultime individuate sulla base di porzioni dei sottobacini idrografici.

Con il DM 28 luglio 2004 il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio ha prodotto le *Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.*

Il decreto assegna compiti specifici alle Regioni ed alle Autorità di Bacino, stabilendo che i Piani di Tutela devono prevedere la definizione del Deflusso Minimo Vitale, che le Regioni regolamentino la gestione dei dati ed il controllo delle Concessioni idriche, ecc...

Il decreto specifica chiaramente il ruolo dei bilanci idrici:

L'elaborazione dei bilanci idrici per i corpi idrici superficiali e sotterranei ha lo scopo di costituire uno strumento analitico per:

- *la valutazione della disponibilità delle risorse idriche, al netto delle risorse necessarie alla conservazione degli ecosistemi acquatici, e della compatibilità con gli usi delle acque;*
- *l'analisi e la comprensione delle interazioni con lo stato di qualità dei corpi idrici;*
- *lo sviluppo di scenari di gestione delle risorse idriche compatibili con la tutela qualitativa e quantitativa;*

Ai fini del conseguimento degli obiettivi di tutela, ai sensi del D.Lgs.152/99 e s.m.i., art. 44, comma 4, punto d), il bilancio idrico rappresenta una componente fondamentale del modello quali - quantitativo di bacino o sottobacino destinato alla rappresentazione in continuo della dinamica idrologica ed idrogeologica, degli usi delle acque e dei fenomeni di trasporto e trasformazione delle sostanze inquinanti nel suolo e nei corpi idrici. Il bilancio idrico evidenzia infatti frequenza e durata dei periodi critici legati o a particolari periodi di magra e conseguenti ridotti poteri di diluizione e autodepurazione, o a periodi piovosi in cui è massimo il trasporto degli inquinanti di origine diffusa verso i corpi idrici ricettori.

4. IL QUADRO DEI DATI ESISTENTI SUI BILANCI

I primi dati quantitativi sui bilanci idrici sotterranei a scala di sistemi acquiferi, sono relativi alla prima metà degli anni 80, quando la Regione Umbria affidò ad Aquater SpA l'incarico di studiare la Valle Umbra Sud e di eseguire in Modello matematico dell'intera Valle Umbra.

Nello stesso periodo, in ambito universitario, il prof. Boni aveva iniziato a studiare i sistemi acquiferi calcarei appenninici, pubblicando nel 1986 una cartografia tematica specifica in scala 1:500.000 dell'Italia centrale.

I risultati di questi primi studi e di altri contributi dal mondo sia scientifico che degli enti locali ha portato a dei quadri interpretativi di sintesi che rappresentano il miglior punto di partenza per l'analisi dei bilanci idrogeologici.

A questi dati si affiancano le reti di monitoraggio, in continuo e discreto, realizzate sugli acquiferi dalla Regione Umbria e da ARPA: portate sorgive e livelli idrici dei principali acquiferi sono disponibili in forma organica dal 1998 e consentono di verificare o aggiornare taluni elementi di bilancio.

La rete è tuttora in espansione attraverso fondi provenienti dal piano di Emergenza idrica 2002.

Sono in corso, inoltre, approfondimenti conoscitivi su alcuni acquiferi importanti del territorio regionale: i sistemi calcarei dell'Umbria Nord-orientale e dei Monti di Narni-Amelia, il sistema vulcanico Vulsino (parte umbra).

4.1 Il Piano Regionale di Ottimizzazione delle risorse idriche

La Regione Umbria affidò nel 1988 alla Società Lotti C. e Associati l'incarico per il *Piano ottimale di utilizzazione delle risorse idriche della Regione.*

I dati raccolti e le elaborazioni prodotte sono presentati nell'articolo pubblicato da Giaquinto et al. nel 1990.

Essi riguardano tutto il settore carbonatico della Regione.

Il calcolo del bilancio idrologico delle strutture carbonatiche umbre è stato eseguito seguendo tre metodi differenti ma fra loro complementari.

Il primo metodo si è basato sulla determinazione delle Precipitazioni e sulla Evapotraspirazione per calcolare l'Infiltrazione efficace ed il Ruscellamento.

Il secondo metodo si è basato sulla misura diretta dell'Infiltrazione partendo dal principio che le acque in uscita (sorgenti) da una struttura ben definita equivalgono a quelle che vi si infiltrano.

Il terzo metodo, partendo sempre dalla determinazione delle precipitazioni, ha utilizzato dei coefficienti di infiltrazione a carattere regionale, determinati, per le varie strutture dell'Italia Centrale, sulla base di dati d'infiltrazione calcolati su vaste aree.

Nella Tabella 1 vengono riportati i dati del bilancio, calcolati per ogni struttura utilizzando i coefficienti d'infiltrazione regionale, valutato come quello che più si avvicina alla realtà.

Tabella: Calcolo del bilancio idrogeologico degli acquiferi calcarei umbri, basato sull'infiltrazione presunta dedotta dai coefficienti di infiltrazione regionali.

Struttura	Superficie	Pioggia	Infiltrazione presunta	Infiltrazione presunta	Ruscigliamento	ETR per differenza	Portata sorgenti
	Km ²	mm/anno	mm/anno	%P	mm/anno	mm/anno	mm/anno
Valnerina	1076	1001	500	50	100	401	479
Umbria N-E	647	1127	564	50	113	450	411
M. Martani	238	1105	553	50	110	442	-
M. Narni Amelia	277	1048	629	60	105	314	1706
Subasio	48	951	476	50	95	380	-
M. Malbe Tezio	63	805	403	50	81	321	-
M. Gubbio	16	1037	519	50	104	414	513

La tabella riporta:

- le superfici delle strutture idrogeologiche (per la sola parte che cade nel territorio umbro);
- i dati di precipitazione media annua calcolata, su base trentennale, con il metodo di Thiessen;
- i dati di infiltrazione presunta, dedotti da una valutazione a carattere regionale recentemente eseguita rapportando la portata media di tutte le emergenze lineari e localizzate della regione all'estensione dell'intera area di alimentazione (vedi Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale, Boni et alii, 1986). E' risultato un valore medio del 50% delle precipitazioni per le strutture dove dominano calcari del Cretacico e del 60% delle precipitazioni dove prevalgono in affioramento terreni del Lias inferiore;
- il ruscellamento considerato pari al 10% della precipitazione, calcolato da un'analisi dettagliata dei deflussi del F.Nera, che può essere preso come campione rappresentativo per le varie strutture carbonatiche umbre;
- l'evapotraspirazione, calcolata per differenza fra le precipitazioni e l'infiltrazione più il ruscellamento.

Vengono riportate inoltre, per confronto, la portata totale media di tutte le sorgenti drenanti ciascuna struttura e l'evapotraspirazione calcolata secondo la formula di Turc.

Da un'analisi dei risultati si può evidenziare quanto segue:

- nella struttura della Valnerina l'infiltrazione presunta (17.1 m³/s) è superiore alla portata media delle sorgenti (16.4 m³/s). Ciò starebbe ad indicare che la struttura perde circa 0.7 m³/s, presumibilmente oltre il suo limite orientale, verso le Marche.
- Nella struttura dell'Umbria Nord-orientale l'infiltrazione presunta (11.6 m³/s) è notevolmente superiore alla portata media di tutte le emergenze (8.5 m³/s). Vi è quindi una perdita di 3.1 m³/s, che potrebbe essere costituita da circa 2 m³/s di alimentazione degli acquiferi alluvionali della Valle Umbra, e da circa 1.1 m³/s defluenti verso l'alto corso dei fiumi marchigiani che si versano in Adriatico.
- Nella struttura dei Monti Martani si ha un'infiltrazione presunta di 4.2 m³/s e nessuna emergenza significativa. Tutta la struttura perde quindi tale portata, che presumibilmente va ad alimentare la struttura dei Monti di Amelia.
- Nella struttura dei Monti di Amelia si ha un'infiltrazione presunta di 5.5 m³/s, notevolmente inferiore alle emergenze (15 m³/s). Tale struttura infatti dovrebbe ricevere una notevole quantità di acqua sotterranea, valutabile in circa 9.5 m³/s, dei quali 4.2 m³/s dalla struttura dei Monti Martani ed il resto dai rilievi Sabini del Lazio settentrionale.
- Nelle strutture del Monte Subasio e del Monte Tezio-Monte Malbe si ha un'infiltrazione presunta di 0.7 e 0.8 m³/s rispettivamente, senza nessuna emergenza apprezzabile. Tale surplus va ad alimentare probabilmente gli acquiferi alluvionali della Valle Umbra e del Tevere.
- Nella struttura di Gubbio si ha un sostanziale equilibrio tra infiltrazione e deflussi/prelievi.

4.2 Il Piano di bacino del fiume Tevere

L'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, nell'ambito degli studi svolti per la redazione della "Prima elaborazione del Progetto di Piano di Bacino", nel 1999, ha prodotto una valutazione complessiva dei sistemi idrogeologici che ricadono nel suo ambito territoriale.

Il lavoro ha recuperato tutte le informazioni disponibili sul territorio e selezionato e sintetizzato quelle ritenute più significative.

Per quanto riguarda gli acquiferi alluvionali, quelli che seguono sono i dati presentati.

Acquifero dell'Alta Valle del Tevere

Le valutazioni di bilancio sono di buon livello così come i dati sui prelievi dalla falda e dai corpi idrici superficiali. Il quadro proviene dallo studio effettuato da Regione Umbria e Regione Toscana nel 1991. Per la valutazione degli effetti dello sbarramento di Montedoglio sull'acquifero sono stati applicati modelli matematici in regime permanente e transitorio.

Il bilancio annuo, in regime permanente, dell'acquifero alluvionale dell'Alta Valle del Tevere (Pizzi, 1994) realizzato con i dati dei primi anni 90 è il seguente:

ALIMENTAZIONE (l/s)		DEFLUSSO (l/s)	
Infiltrazione	276.0	Prelievi civili	172.0
Scambi fiume Tevere-falda (da Montedoglio alla confluenza con l'Afra)	1.178.0	Prelievi industriali	8.5
Scambi Reglia dei Molini – falda	287.0	Prelievi agricoli	159.6
Scambi Torrente Lama – falda	211.0	Scambi falda-fiume Tevere (dalla confluenza con l'Afra a Santa Lucia)	1.400.0
Scambi Torrente Vaschi – falda	111.0	Scambi falda - fiume Afra	154.0
Scambi torrente Scatorbia – falda	58.0	Scambi falda - Regnano	35.0
		Scambi falda - Sovara – Cerfone	192.0
TOTALE	2.121.0	TOTALE	2.121.0

Il quadro idrogeologico necessita un aggiornamento sia della componente legata ai prelievi che delle mutate condizioni di scambio falda fiume verificatesi dall'entrata in funzione dell'invaso a fine anni '90.

Acquifero della Media Valle del Tevere

Non esistono valutazioni e studi sistematici per la definizione del bilancio idrogeologico, degli scambi idrici e dei prelievi.

Da studi effettuati viene stimato, per il tratto del Tevere compreso nel territorio della Regione Umbria, il bilancio idrologico dei bacini, chiusi in corrispondenza delle stazioni idrometriche, sintetizzato nella seguente Tabella.

Bacini	Superficie (km ²)	Precipitazioni (m ³ /anno)	Deflusso (m ³ /anno)	Coeff. di deflusso	Evaporazione media (m ³ /anno)
Tevere a S. Lucia	328,60	310.621.800	157.327.600	0,51	168.928.023
Tevere a P.te Felcino	1281,20	1.196.366.900	553.860.680	0,47	665.529.815
Tevere a P.te Nuovo	3390,80	3.325.938.600	1.312.020.700	0,39	1.799.377.077
Tevere a Baschi	5971,10	5.768.747.400	1.869.474.200	0,32	3.171.767.991

Acquifero della Valle Eugubina

La valutazione del bilancio è stata effettuata su un'area più estesa dell'acquifero alluvionale e comprende anche le falde detritiche e i calcari della struttura dei Monti di Gubbio. Tuttavia il valore medio dell'infiltrazione efficace è stato calcolato in base alle classi litologiche affioranti e consente, quindi, di analizzare in maniera separata i differenti contesti idrogeologici. Gli studi sono, invece, carenti per quanto riguarda la stima della quantità e della distribuzione dei prelievi.

Per l'acquifero alluvionale il bilancio è sintetizzato nello schema che segue:

Tipi di terreno	Quota media (m s.l.m.)	pioggia mm	pioggia efficace mm	Coeff. Deflusso	Infiltraz. efficace mm	Infiltraz. efficace l/s km ²
Alluvioni ghiaiose	470	966	402	0.14-0.20	209-267	6.6-8.5
Alluvioni fini	440	952	396	0.28-0.20	129-205	4-6.5
Fluvio-lacustre sabbioso-argill.	410	939	391	0.3	109	3.5
Fluvio lacustre argil.-lignitifero	380	925	385	0.4	15	0.5

Acquifero della Valle Umbra

La definizione del bilancio dell'acquifero è di buon livello e ha approfondito in particolare le conoscenze relative agli afflussi e deflussi sia naturali che artificiali .

Per la valutazione dei prelievi estratti da falda è stata effettuata un'indagine diretta presso i consorzi di bonifica, le aziende acquedottistiche e le industrie idroesigenti.

E' stato realizzato nel 1986, un modello matematico di flusso dell'acquifero in regime permanente e transitorio, che ha dato i risultati sintetizzati nello schema di seguito riportato.

Alimentazione (l/s)	
Infiltrazione della pioggia	702,8
Irrigazione	254,4
Calcari bordo orientale	2.575,3
Valli laterali bordo occidentale	697,1
Totale afflussi	4.229,6
Deflussi (l/s)	
Scambi con il sistema idrico superficiale	3.207,9
Prelievi civili	462,7
Prelievi industriali	37,3
Prelievi agricoli	503,7
Diramazione con l'acquifero artesiano Cannara	18,0
Totale deflussi	4.229,6

Inoltre la taratura in regime transitorio ha messo in evidenza che: il bilancio della falda è positivo da settembre a febbraio; il massimo è a Novembre con il massimo della pioggia netta; il bilancio è negativo da marzo a agosto; il minimo è a luglio in concomitanza del minimo della pioggia netta; nel periodo estivo la ricarica del sistema è assicurata da un incremento di alimentazione proveniente dai calcari del bordo orientale.

La situazione dal 1986 ad oggi è notevolmente mutata, in quanto il sistema artesiano di Cannara è stato oggetto di maggiori prelievi che hanno modificato gli originali equilibri: ci sono inoltre elementi a sostegno della scarsa affidabilità del modello, con effetti dinamici sulle falde che sono molto più marcati degli scenari dello stesso, così come evidenze che la conoide alluvionale del F. Topino abbia un ruolo importante nell'alimentare le falde a scapito della ricarica laterale dai calcari stessi.

Acquifero della Bassa Valle del Tevere

Non esistono stime di bilancio su quest'area specifica.

Acquifero della Conca Ternana

Esistono numerosi studi ed informazioni sull'assetto geologico ed idrogeologico, sui prelievi e la distribuzione delle fonti di inquinamento. Tuttavia manca una specifica stima del bilancio.

La difficoltà di fissare un bilancio per l'acquifero è dovuta al fatto che il sistema di interazione falda-fiume è molto dinamico e tutto è funzione dei prelievi industriali e civili in falda: il F.Nera rialimenta la falda per quanto da essa viene prelevato. Nel lavoro di Marchetti et al. (1995) esiste un bilancio approssimato del sistema alluvionale.

SISTEMA DELL'UMBRIA NORD-ORIENTALE

L'equazione del bilancio idrogeologico è stata risolta utilizzando tre differenti metodologie che hanno avuto in comune i seguenti valori:

- la superficie della porzione di struttura idrogeologica ricadente nella Regione Umbria (circa 700 kmq);
- la precipitazione media annua, valutata con il metodo di Thiessen;
- il ruscellamento considerato pari al 10% della precipitazione.

Va osservato che la mancanza di stazioni di misura termometriche e pluvio-nivometriche in quota non ha consentito una dettagliata ricostruzione delle precipitazioni e delle temperature che risulterebbero sottostimate, le prime, e sovrastimate le seconde.

La stima di bilancio più attendibile è quella che è stata basata sull'infiltrazione presunta dedotta dai coefficienti di infiltrazione regionali e sintetizzata nel seguente schema:

• Superficie km ²	647
• Precipitazione media (mm/anno)	1127
• Infiltrazione presunta (mm/anno)	564
• Ruscellamento (10% di P mm/anno)	113
• Evapotraspiraz. calcolata per differenza (mm/anno)	450
• Portata media delle sorgenti (m ³ /s)	8,1
• Evapotraspiraz. secondo Turc (mm/anno)	631

Dal confronto dei volumi della ricarica stimata, con i dati della portata media delle emergenze è stato possibile valutare in prima approssimazione l'entità delle perdite o degli apporti da e verso le strutture contigue come segue:

• Portata delle emergenze misurate in magra (m ³ /s)	6,5
• Portata media delle emergenze (m ³ /s)	8,1
• Ricarica presunta valutata dal coeff. di infiltrazione regionale (m ³ /s)	11,6
• Perdite verso altri acquiferi (m ³ /s)	3,5
• Apporti da altri acquiferi (m ³ /s)	-

UNITÀ DEI MONTI DI GUBBIO

Anche per questa unità l'equazione del bilancio idrogeologico è stata risolta (SA1D) utilizzando tre differenti metodologie che hanno avuto in comune i seguenti valori:

- la superficie della struttura idrogeologica (circa 16 kmq);
- la precipitazione media annua, valutata con il metodo di Thiessen;
- il ruscellamento considerato pari al 10% della precipitazione.

Va osservato che la mancanza di stazioni di misura termometriche e pluvio-nivometriche in quota non ha consentito una dettagliata ricostruzione delle precipitazioni e delle temperature che risulterebbero sottostimate, le prime, e sovrastimate le seconde.

La stima di bilancio più attendibile è quella che è stata basata sull'infiltrazione presunta dedotta dai coefficienti di infiltrazione regionali e sintetizzata nel seguente schema:

• Superficie (km ²)	16
• Precipitaz. media (mm/anno)	1.037
• Infiltrazione presunta (mm/anno)	519 (0,26 m ³ /s)
• Ruscellamento (10% di P) mm/anno	104
• Evapotraspirazcalcolata per differenza (mm/anno)	414
• Portata media sorgenti (m ³ /s)	0,26
• Evapotrasp. secondo Turc (mm/anno)	616

Si può osservare che vi è una quasi perfetta coincidenza tra i valori di infiltrazione presunta e quelli della portata media delle emergenze misurate.

UNITÀ DEI M.TE MALBE-M.TE TEZIO

Il bilancio di questa struttura è stato stimato con la stessa procedura utilizzata per le strutture appena descritte.

In particolare la stima basata sull'infiltrazione presunta dedotta dai coefficienti di infiltrazione regionali è quella sintetizzata nel seguente schema:

• Superficie km ²	63
• Precipitazione media (mm/anno)	805
• Infiltrazione presunta (mm/anno)	403
• Ruscellamento (10% di P) mm/anno	80
• Evapotraspiraz calcolata per differenza (mm/anno)	320
• Portata media sorgenti (m ³ /s)	-
• Evapotrasp. secondo Turc (mm/anno)	560

L'analisi dei dati disponibili, seppur scarsi, rivela che questa struttura, priva di emergenze significative, riceve per infiltrazione efficace una ricarica di 0,8 m³/s che viene totalmente destinata all'alimentazione di acquiferi contigui, costituiti probabilmente dalle estese alluvioni che la circondano, specialmente verso la Valle del F. Tevere.

E' stato tentato un bilancio della sola struttura di Monte Malbe, considerando le portate sorgive nulle e ricavando l'infiltrazione efficace per differenza tra la precipitazione misurata e il ruscellamento e l'evapotraspirazione stimati.

Si è notato che per piogge inferiori a 500 mm/anno si ha assenza di ricarica.

UNITÀ DEL M.TE SUBASIO

Il bilancio è stato calcolato utilizzando la formula:

$$P=I+R+ETR-Ap+Dp+/-\Delta R$$

dove ETR rappresenta l'evapotraspirazione calcolata con la formula di Turc; Ap (afflussi profondi) è considerato trascurabile e ΔR (variazione delle riserve) è considerato pari a zero; Dp rappresenta il deflusso verso altri acquiferi ed I "Infiltrazione efficace" viene convenzionalmente posta uguale al volume erogato dalle sorgenti.

La risoluzione del bilancio (vedi tabella seguente) perviene alla stima del travaso sotterraneo per differenza tra la precipitazione misurata e i deflussi misurati, il ruscellamento stimato e l'evapotraspirazione calcolata.

• Superficie km ²	48
• Precipitaz. media annua (mm)	1154
• Infiltrazione media annua(deflusso misurato)(mm)	38
• Ruscellamento medio annuo (5-10% di P) (mm)	58-115
• Evapotrasp. secondo Turc (mm)	582
• Deflusso profondo verso gli acquiferi della Valle Umbra(mm)	476-419

SISTEMA DELLA VALNERINA-M.TE TERMINILLO

Il bilancio di questa struttura è stato stimato con la stessa procedura utilizzata per le strutture appena descritte.

In particolare la stima basata sull'infiltrazione presunta dedotta dai coefficienti di infiltrazione regionali è quella sintetizzata nel seguente schema:

• Superficie km ²	1.076
• Precipitazione media (mm/anno)	1.001
• Infiltrazione presunta (mm/anno)	500
• Ruscellamento (10% di P) mm/anno	100
• Evapotraspiraz calcolata per differenza (mm/anno)	401
• Portata media sorgenti (m ³ /s)	16,4
• Evapotrasp. secondo Turc (mm/anno)	569

Dato che il Sistema Valnerina-Terminillo riceve una ricarica equivalente a 17,1 m³/s, superiore alla portata media misurata delle sorgenti (16,4 m³/s), si deduce che probabilmente la struttura perde circa 0,7 m³/s oltre i suoi limiti orientali e settentrionali.

4.3 Altri quadri specifici

Valutazioni quantitative sono state completate nel 1998 per gli acquiferi della Conca Eugubina, sia l'acquifero alluvionale che quello calcareo del Monti di Gubbio.

Sono state elaborate delle stime della disponibilità annua delle risorse idriche per tipo di complessi: l'analisi prende solo in parte in considerazione l'area fluvio-lacustre ritenuta poco significativa.

I valori riportati si riferiscono ad una media ventennale ottenuta utilizzando i dati termopluviometrici della stazione di Gubbio.

I dati di precipitazione media ed evapotraspirazione media per i settori considerati sono stati desunti da quelli della stazione di Gubbio applicando le rette di correlazione altimetrica alla quota media degli affioramenti. La suddivisione è stata fatta tanto su base litologica (alluvioni, detrito, calcari, Marnosa Arenacea) che idrodinamica (spartiacque, aree a circolazione scarsa).

Per ogni zona si è poi valutato il coefficiente di deflusso superficiale partendo dai dati di acclività degli affioramenti, dal tipo di copertura vegetale e dalla permeabilità dei suoli. Nel caso delle due principali aree alluvionali, separate dallo spartiacque sotterraneo che corre a S-W di Gubbio, il valore di infiltrazione efficace ottenuto tiene conto dei differenti coefficienti di deflusso per i diversi suoli più permeabili nella parte a ridosso del rilievo calcareo e delle coltri detritiche e gradualmente meno permeabili allontanandosi da tale area.

I valori ottenuti per la struttura calcarea e la fascia detritica pedemontana provengono dall'analisi di dettaglio presentata nella tabella più in basso.

Nella tabella che segue, sono riportati in forma riassuntiva i valori dei parametri idrogeologici utilizzati per la valutazione della disponibilità idrica annua delle zone considerate.

Tabella: parametri idrogeologici e disponibilità idrica dei terreni affioranti

Tipo di terreno	Superf. Km ²	Quota media m.s.l.m.	Precip. mm.	Pioggia efficace mm.	Coeffic. Deflusso	Infiltraz efficace mm.	Risorsa dispon. l/s	Risorsa dispon. m3/anno
Detrito	4	520	992	413	0,1		40	1.25x 10 ⁶
Alluvioni ghiaiose	per ogni Km ²	470	966	402	0,14-0,20	209-267	6,6 - 8,5	
Alluvioni fini +	per ogni Km ²	440	952	396	0,28-0,20	129-205	4 - 6,5	
Alluvioni Chiascio	2	350	912	380	0,22	179	12	370.000
Fluvio-lacustre sabbioso-argil.	per ogni Km ²	410	939	391	0,3	109	3,5	
Fluvio-lacustre argil.-lignitifero	per ogni Km ²	380	925	385	0,4	15	0,5	
Calcari	14.7	733	1038	480	0,1	367	171	5.4 x 10 ⁶

Considerando anche gli aspetti idrogeologici delle alluvioni e il chimismo delle acque si ottiene il quadro seguente:

Tabella: DISPONIBILITÀ RISORSE IDRICHE (valori medi annui indicativi)

ZONA	SUPERFICIE	DISPONIBILITÀ	QUALITÀ
Formazioni calcaree	14,7	170 l/s	ottima
Acque di ottima qualità		170 l/s	
Fascia detritica	4	40	accettabile
Alluvioni Gubbio est	12	65 (90)	accettabile-mediocre
Alluvioni Gubbio Ovest	10	50 (75)	accettabile-mediocre
Acque mediocri	26	155 l/s *	
Fluvio-lacustre sabbioso-arg. Zona est	20	70	generalmente scadente
Fascia alluv.-colluviale Padule-Branca	6	25	generalmente scadente
Alluvioni del Chiascio	2	12	generalmente scadente
Altre aree	7	20	scadente
Acque scadenti	35	127 l/s	
TOTALE RISORSA ANNUA RINNOVAB.	75.7	450 l/s	

I prelievi sono risultati mal definibili anche nel caso di quelli pubblici idropotabili: i volumi medi annui estratti si aggirano sui 100-120 l/s equamente ripartiti tra il campo pozzi di Raggio ed i pozzi e sorgenti nei calcari (Mocaiana e Casamorcia, sorgenti del Bottaccione, Suele, S. Marco).

Gli altri prelievi, a partire da quelli industriali e domestici fino a quelli irrigui e zootecnici, non sono stati quantizzati. Dati relativi al recente censimento pozzi richiesto dalla legge, hanno fornito un totale di circa 1200 pozzi nella piana in prevalenza ad uso domestico, con consumi stimabili in poche centinaia di metri cubi annui. A livello dei fabbisogni industriali soltanto i 2 cementifici sono considerabili come attività idrorichiedenti: il C. Barbetti preleva circa 5 l/s dalla falda mentre per la Colacem si ha un utilizzo prevalente di acque superficiali con modeste integrazioni di acque sorgive e sotterranee (circa 32 l/s medi e 90 l/s nelle fasi lavorative, di cui la metà reimmessi nel Torrente Saonda).

Per le ultime due categorie si può valutare il fabbisogno idrico dai capi di bestiame censiti dall'Ufficio PUT della Regione Umbria e dalle superfici delle colture idrorichiedenti (dati denunce PAC, Arusia 1993). Da notare che è abbastanza diffuso l'attingimento a fini irrigui da corsi d'acqua e da piccoli invasi, ubicati nelle depressioni della zona meridionale della piana sui terreni fluvio-lacustri.

Nella tabella che segue si riportano i valori stimati dei consumi idrici annui di acque sotterranee per i vari usi ed attività a livello della Conca.

Tabella. Stima dei consumi idrici annui di acque sotterranee

USO	Unità di riferimento	Quantità di riferimento	Consumo l/s	Consumo annuo al 1998 m ³
Idropotabile			120	3.780.000
Industriale	stima		10	315.000
Domestico	1200 pozzi	500 m ³ /pozzo		600.000
Irriguo	360 ha irrigui	1500 m ³ /ha *		540.000
Zootecnico	2200 bovini e 1100 suini	14 m ³ /anno/capo e 10 m ³ /a/capo		41.800
TOTALE			167	5.426.800

*: il dato considera una ripartizione al 50% tra prelievi superficiali e sotterranei

Tabella: Bilancio idrogeologico Monti di Gubbio (1996).

ACQUIFERO	Area di affioramento km ²	Afflussi Meteorici (Infiltrazione efficace)		Restituzioni Dirette		Scambi con il reticolo idrico superficiale		Travasi Sotterranei		Apporti sotterranei l/s
		m ³	l/s	Sorgenti e Pozzi Idropotabili l/s	Altri Prelievi l/s	Drenaggio della falda l/s	Alimentazione della falda l/s	Laterali l/s	Verticali l/s	
ACQUIFERO CALCAREO SUPERIORE	11,82	4.441.030	140,7	12,6	-	17	-	40	70	0
ACQUIFERO CALCAREO INTERMEDIO	2,89	907.950	28,8	43,5	-	-	13	20	85	110
ACQUIFERO CALCAREO INFERIORE	-	-	-	15	-	-	-	90	-	105
TOTALE ACQUIFERI CALCAREI	14,71	5.348.980	169,6	71,1	-	17	13	90	0	0
ACQUIFERO NEL DETRITO	3,93	967.411	30,6	55,25	20	5	20	60	0	90
TOTALE	18,64	6.316.391	200,3	126,35	20	22	33	60*	-	0
	DATI DIRETTI O DERIVATI					DATI INDICATIVI				

* alla piana alluvionale.

4.4 Il Piano di Emergenza Idrica 2002

La redazione del Piano di Emergenza idrica 2002 da parte della Regione Umbria ha visto l'integrazione di un quadro conoscitivo di base da associare al piano degli interventi per fronteggiare sia breve che a lungo termine l'emergenza nel settore dell'approvvigionamento idrico venutasi a creare per un ciclo climatico negativo.

Le valutazioni effettuate, pur con la limitazione di taluni dati, consentono di proporre un quadro di sintesi delle principali riserve e risorse disponibili di acque sotterranee per i sistemi acquiferi significativi di interesse regionale. Per ogni acquifero preso in esame sono riportati i volumi stimati della riserva idrica, dell'aliquota di ricarica annuale, i principali gestori delle acque sotterranee per il consumo umano, con indicati i prelievi medi annui e quelli disponibili in situazione di emergenza idrica. Sono, inoltre, riportate le valutazioni delle aliquote di risorse disponibili all'utilizzo idropotabile sia per integrazioni più immediate, sia in termini di medio periodo (inteso come tempo necessario alla progettazione e realizzazione d'importanti opere di captazione e relative reti di adduzione), per soddisfare le situazioni di decremento delle portate dalle opere di captazione attualmente utilizzate.

I totali relativi ai volumi delle varie voci esaminate (espressi in milioni di m³ e in l/s) sono i seguenti:

Riserva totale: circa **8.000 milioni di m³**

Risorsa annualmente rinnovabile: **38.250 l/s**

Prelievi potabili medi annui: **3.550 l/s**

Prelievi al luglio 2002: **3.000 l/s**

Previsione disponibilità prelievi (autunno 2002): **2.650 l/s**

Disponibilità integrazione in fase d'emergenza: **1.750 l/s**

Ulteriori disponibilità di risorse a medio termine: **5.800 – 7.100 l/s**

Occorre sottolineare che nel quadro non vengono presi in considerazione gli altri tipi di prelievi sotterranei e l'uso delle acque sorgive a fini idroelettrici: negli acquiferi calcarei i prelievi sono essenzialmente potabili, al contrario di quanto avviene nelle aree di pianura, dove le acque di falda nel periodo estivo risentono del prelievo irriguo concentrato in 4 mesi della stagione agricola.

Per l'aspetto dei bilanci, l'evidenza principale da sottolineare è che tanto i prelievi potabili che la ricarica media annua sono in genere ben inferiori ai volumi idrici immagazzinati (ad eccezione della Valle del Paglia), elemento favorevole nel garantire riserve da utilizzare in emergenza.

Non è da trascurare, comunque, l'impatto dinamico a lungo termine dei prelievi, perché negli acquiferi alluvionali, con l'abbassamento della falda, si ha in genere una diminuzione del rapporto tra livelli permeabili e non nell'acquifero (diminuzione della frazione permeabile con la profondità) così come della porosità efficace.

Scendendo in dettaglio sulle aree maggiormente produttive ed interessate dai prelievi, dove si hanno anche molte più informazioni, la valutazione può essere più affinata e si possono considerare anche le situazioni medie storiche e raffrontarle con quella attuale (tenendo conto del valore indicativo e delle controindicazioni di cui sopra).

Il quadro è stato tracciato per le falde di Petrignano di Assisi e dell'Artesiano di Cannara che devono sopperire alla minor disponibilità idrica proveniente dalle sorgenti appenniniche utilizzate.

Nelle tabelle che seguono si riportano i dati stimati.

QUADRO RIASSUNTIVO DELLE PRINCIPALI RISERVE E RISORSE DISPONIBILI DI ACQUE SOTTERANEE

ACQUIFERO	RISERVA TOTALE (1) (milioni mc)	RISERVA ANNUALMENTE RINNOVABILE (l/s)	PRELIEVI E DISPONIBILITA' DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERANEE PER L'USO POTABILE					
			PRINCIPALI ENTI GESTORE	PRELIEVI MEDI ANNUI (l/s)	PRELIEVI ATTUALI (luglio 2002) (l/s)	PREVISIONE DISPONIBILITA' PRELIEVI (autunno 2002) (l/s)	DISPONIBILTA' INTEGRAZIONE IN FASE DI EMERGENZA (l/s)	ULTERIORI DISPONIBILITA' DI RISORSE A MEDIO TERMINE (l/s)
Alta Valle del Tevere (Umbria)	200	1.000	UMBRA ACQUE	300	200	150	100	200-300 (2)
Conca Eugubina	20	150	UMBRA ACQUE	150	100	50	0	0
Nord Valle Umbra	800	4.000	UMBRA ACQUE	500	700 (3)	700	0	0
Sud			VUS	50	100 (3)	150	200 (4)	500 (4)
Conca Ternana	200	2.000	SII	350	500	600	100 (5)	300 (5)
Sistema dell'Umbria Nord-Orientale	1.000	10.000	UMBRA ACQUE VUS	1.200	700	500	300	1.000
Sistema della Valnerina	5.000	13.000	ASM VUS	600	400	250	500	2.000 – 3.000
Sistema dei Monti Martani	250	3.000	VUS SII	(6)			100	500
Sistema dei Monti di Amelia e di Narni	500	3.000	SII	(6)			100	500
Unità dei Monti di Gubbio	20	200	UMBRA ACQUE	50	50	50	50	100
Unità di Monte Malbe-Monte Tezio	100	500	UMBRA ACQUE	50	50	50	100	200
Vulcanico Vulsino	100	800	SII	300	200	150	100	200 (7)
TOTALI	Circa 8.000	38.250		3.550	3.000	2.650	1.750 -	5.700-7.000

Stima indicativa del volume del serbatoio delle strutture carbonatiche e del vulcanico Vulsino alle seguenti quote di riferimento:

Sistema dell'Umbria Nord-Orientale: 200 m.s.l.m.

Sistema della Valnerina: 100 m.s.l.m.

Sistema dei Monti Martani: 0 m.s.l.m.

Sistema dei Monti di Amelia e di Narni: 0 m.s.l.m.

Unità del M. Subasio: 100 m.s.l.m.

Unità dei Monti di Gubbio: 300 m.s.l.m.

Unità di Monte Malbe–Monte Tezio: 100 m.s.l.m.

Vulcanico Vulsino: alla quota del substrato impermeabile

(2) in funzione di rilasci da Montedoglio superiori ai 1.000 l/s

(3) la riduzione delle precipitazioni ha comportato la necessità di un incremento dei prelievi dall'acquifero

(4) nelle principali aree delle conoidi orientali comprese tra Foligno e Spoleto

(5) per l'acquifero detritico-travertinoso pedemontano

(6) strutture acquifere dove sono presenti solo acquedotti locali con prelievi ridotti

(7) valore da verificare ulteriormente con indagini geologiche-idrogeologiche di dettaglio

Stima indicativa delle riserve idriche acquiferi alluvionali

ACQUIFERO	SUP. TOT. Km ²	PROFONDITA MEDIA ACQUIFERO (m)	FRAZIONE POROSA ACQUIFERO	PROFONDITA' MEDIA LIVELLO FALDA (m)	POROSITA' EFFICACE INDICATIVA	VOLUME IDRICO IMMAGAZZINATO indicativo milioni M ³	RICARICA MEDIA ANNUA milioni M ³	PRELIEVI medi Annuì \$ milioni M ³	SCAMBI FALDA FIUMI indicativi M ³
Alta Valle Tevere*	130	70	0,4	15	0,1	286	67	10	57
Media Valle del Tevere	220	30	0,2	10	0,1	88	66**		
Conca Eugubina	26	30	0,3	10	0,1	15,6	5,3	2,5	
Valle Umbra	330	100	0,3	20	0,1	792	133	32	101
Conca Ternana	80	30	0,7	7	0,15	193,2	55***	54	31***
Valle del Paglia	22	12	0,2	5	0,1	3,08	5**		
Artesiano Cannara VU	30	150	0,3	30 spessore della copertura	0,1	108	travaso da Freatico=prelievi	6,5	

* - comprende la parte toscana dell'acquifero, pari a circa il 40% del totale;

** - valore stimato su una sola stazione di riferimento

*** - precipitazioni stimate su stazione Terni e valori di scambio desunti per differenza dai prelievi

\$ valori desunti da bilanci pregressi (prelievi non sempre aggiornati, ma significativi come ordine di grandezza)

Analisi sulle zone degli acquiferi alluvionali di maggior interesse idropotabile

ACQUIFERO	SUP	PROFONDITA' MEDIA ACQUIFERO	PROFONDITA' MEDIA LIVELLO FALDA	FRAZIONE POROSA ACQUIFERO	POROSITA' EFFICACE INDICATIVA	VOLUME IDRICO IMMAGAZZINATO medio	PROFONDITA' MEDIA ATTUALE	VOLUME IDRICO ATTUALE	VOLUME IDRICO residuo attuale
	km ²	(m)	(m)		%	MillioniM ³	(m)	M ³	%
Area Petrignano _ Valle Umbra*	14	90	25	0,4	0,12	44	40	34	77
Acquifero Cannara – Valle Umbra	30	150	30#	0,3	0,1	108**	**	**	**
Zona Raggio - Conca Eugubina	12	30	10	0,4	0,1	19,2	35	7,2	38
Conoide Topino - Valle Umbra	50	100	20	0,4	0,12	192	25\$	180	94
Zona Terni - Conca Ternana	20	35	10	0,6	0,15	45	12\$\$	41	91

* si considera solo la porzione consistente dell'acquifero, le situazioni più limitate al contorno possano favorire solo una ricarica laterale poco consistente in fasi di magra.

corrisponde allo spessore della copertura impermeabile dell'acquifero

** trattandosi di un acquifero in pressione, l'abbassamento di falda non si tramuta in una perdita di volume saturo ma solo in una minor capacità di rilascio d'acqua che richiede un allargamento del fronte di richiamo, evidenziato nel nostro caso dal Piezometro Ex- Bonaca di Cannara

\$ valore di abbassamento minimo osservato al piezometro di Cannara \$\$ valore di abbassamento registrato nel piezometro Maratta 2

5. LE INTEGRAZIONI EFFETTUATE

Al fine di definire le componenti più carenti dei bilanci idrogeologici, si è provveduto ad integrare ed aggiornare i dati sui prelievi, in particolare quelli civili-potabili e quelli agricoli.

I dati dei prelievi potabili per uso acquedottistico sono stati ricalcolati dai dati dei Piani di Ambito, considerando tutti i punti di prelievo ed i volumi, più o meno precisi, ad essi attribuiti o stimati.

I dati dei prelievi privati da falda, sono stati elaborati partendo dagli archivi dei pozzi autorizzati e delle denunce, presentate ai sensi della L. 275/93, su tutto il territorio regionale.

Il calcolo dei pozzi esistenti è stato effettuato a scala di foglio catastale, dato riferito a circa due terzi dei pozzi totali, e il prelievo annuo è stato stimato sulla base dei volumi autorizzati negli anni recenti in sede di concessione edilizia.

Per i dati irrigui si è ritenuto necessario effettuare una verifica del risultato che emergeva dalle concessioni idriche rilasciate dalla Regione, elaborate sulla base del quadro disponibile relativo al 1999, che evidenzia uno scarso prelievo da falda rispetto a quello da corpo idrico superficiale.

Ciò è stato possibile attraverso il recupero dei dati delle denunce PAC a livello delle associazioni di categoria degli agricoltori, che sono stati successivamente aggregati a scala di foglio catastale.

Si è potuto così ottenere il fabbisogno idrico teorico a scala di acquifero, elemento utile al confronto con i dati delle concessioni ed i prelievi superficiali e sotterranei.

Per la parte degli afflussi meteorici si è utilizzato il dato regionalizzato di pioggia ed infiltrazione efficace, desunto dai dati climatici il primo, dai vari studi pregressi a carattere regionale il secondo.

Per quanto riguarda il prelievo industriale si può assumere che gran parte dei prelievi attribuiti come fabbisogno alle Unità di gestione comprendenti acquiferi di pianura provengano dagli acquiferi, ad eccezione dei prelievi diretti da corso d'acqua superficiale.

6. ANALISI DEI DATI

6.1 Formula bilancio

Allo stato attuale mancano ancora alcuni elementi qualificanti per una valutazione significativa del bilancio idrico a livello di acquifero, che sia diverso da quanto delineato negli anni passati.

Infatti, mentre i dati dei prelievi sono da considerarsi aggiornati ed aggiornabili, non altrettanto è possibile per quanto riguarda la definizione dei travasi sotterranei e gli scambi con i corpi idrici superficiali.

Gli studi e sviluppi conoscitivi in tali direzioni non si sono sviluppati in maniera significativa, in particolare sugli acquiferi alluvionali, acquiferi che subiscono le maggiori modificazioni ed interventi antropici.

E' comunque utile procedere ad un primo confronto sui dati numerici complessivi e verificare poi su quali acquiferi si potrà giungere a considerare accettabile il bilancio desunto.

La formula generale di bilanci per un acquifero, anche alla luce del recente DM 28 luglio 2004, può essere la seguente:

$$I_{\text{efficace}} - \sum P_{\text{sotterranei}} = D_{\text{base}} + D_{\text{sotterraneo}}$$

dove

I_{efficace} infiltrazione efficace

$\sum P_{\text{sotterranei}}$ totale prelievi sotterranei

D_{base} deflusso di base superficiale

$D_{\text{sotterraneo}}$ deflusso sotterraneo verso altri acquiferi o verso il mare

In considerazione dei dati a disposizione, elaborati per il corrente Piano di tutela, tale formula può essere così sviluppata:

$$\text{Pioggia} - \text{ETR (Evapotraspirazione)} - \text{Ruscellamento} = I_{\text{efficace}}$$

$$P_{\text{potabile}} + P_{\text{domestico}} + P_{\text{industriale}} + P_{\text{agricolo}} + P_{\text{zootecnico}} - \text{Restituzione potabile} - R_{\text{domestica}} - R_{\text{agricola}} - R_{\text{zootecnica}} = \sum P_{\text{sotterranei}}$$

$$\text{Deflusso laterale (TrOUT)} - \text{Alimentazione laterale (TrIN)} = D_{\text{sotterraneo}}$$

$$I_{\text{efficace}} - \sum P_{\text{sotterranei}} - D_{\text{sotterraneo}} + \text{Ricarica superficiale da alvei} = D_{\text{base}}$$

In cui:

l'Infiltrazione efficace si stima a titolo indicativo dalle Piogge sottraendo Ruscellamento e Evapotraspirazione sulla base di coefficienti regionali

Il **Prelievo Potabile** è calcolato dai punti di prelievo dei Piani d'ambito

Il **Prelievo domestico** è valutato sulla base della densità di pozzi privati esistenti e sui volumi medi estratti stimati

Il **Prelievo industriale** (incluso il **P. igienico**) è stimato dai dati delle concessioni idriche raffrontate con i fabbisogni teorici a scala di U.G. desunti dai dati ISTAT 2001;

Il **Prelievo agricolo** è stimato dai dati dei fabbisogni idrici desunti dalle colture presenti a scala di Unità di gestione confrontate con le denunce PAC 2003 a scala di foglio catastale sugli acquiferi (occorre ripartire il prelievo superficiale-sotterraneo visto il quadro delle concessioni idriche ed i fabbisogni teorici);

Il **Prelievo zootecnico** è stimato dai dati delle concessioni idriche raffrontate con i fabbisogni teorici a scala di U.G. desunti dai dati ISTAT 2001;

I Prelievi ittici, idroelettrici e forza motrice non sono presenti.

La **Restituzione potabile** considera la parte di perdite che possono prodursi sia da rete acquedottistica che da rete fognaria sull'acquifero

La **Restituzione domestica** deriva dall'uso delle acque che non finisce in fognatura (coefficiente)

La **Restituzione agricola** deriva dall'uso delle acque a fini irrigui con parziale reinfiltrazione in falda (coefficiente)

La **Restituzione zootecnica** deriva dall'uso dei reflui zootecnici su terreni agricoli e loro parziale reinfiltrazione (coefficiente)

L'Alimentazione laterale riguarda i travasi sotterranei che entrano nell'Unità di gestione

Il **Deflusso laterale** corrisponde ai travasi sotterranei che escono dall'Unità di gestione

Il **Deflusso di base** è rappresentato dai volumi idrici che si trasferiscono ai corpi idrici superficiali: il **Drenaggio fluviale** (acqua dalla falda al fiume). Nell'equilibrio falda-fiume avviene anche il processo inverso, la **Ricarica da alveo** (acqua dal fiume alla falda).

Il deflusso di base di un'Unità di Bilancio può contemplare la somma algebrica delle due componenti di scambio.

6.2 Dati quantitativi

Il bilancio idrico è stato considerato a livello dei principali corpi idrici sotterranei regionali, significativi ai sensi della normativa vigente. Nell'ottica dell'adeguamento alla nuova direttiva comunitaria sulle acque tali valutazioni dovranno estendersi a tutti i corpi idrici sotterranei regionali.

La difficoltà principale risiede nel definire e localizzare ciascun termine del bilancio.

6.2.1 Prelievo potabile

Con la realizzazione dei Piani d'ambito da parte degli ATO si è venuto a colmare il quadro sui punti di captazione potabile. I dati sui prelievi reali sono, tuttora, in gran parte approssimati ma comunque accettabili alla scala di bilancio adottata.

La georeferenziazione dei quasi 800 punti di prelievo consente una facile aggregazione dei dati.

Acquifero	N. punti prelievo potabile	Prelievo medio annuo stimato (l/s)
Alta Valle Tevere	16	130,52
Conca Eugubina	7	97,00
Conca Ternana	8	344,18
Media Valle Tevere	22	36,87
Valle Umbra	19	714,18
Vulcanico vulsino	9	130,04
Carbonatici	321	1220,09

Più in dettaglio, ci sono alcune difficoltà nell'attribuire i prelievi all'acquifero alluvionale freatico o artesiano nella zona centrale della Valle umbra, anche se la gran parte dei prelievi avviene presumibilmente da quello più profondo in pressione.

6.2.2 *Prelievo domestico*

L'aver a disposizione circa i 2/3 delle denunce pozzi regionali georeferenziate a scala di foglio catastale, consente di fare le valutazioni del caso. I volumi idrici prelevati derivano dall'analisi delle domande d'autorizzazione su cui ARPA ha dato un parere negli anni 2000-2004.

Il quadro per i principali acquiferi alluvionali è il seguente:

ACQUIFERO	n. pozzi uso domestico	Range prelievi stimati (Mm ³)
AVT	3385	1.0156 - 1.6926
CEU	1678	0.5035 - 0.8391
CTR	2556	0.7667 - 1.2779
MVT	6353	1.9059 - 3.1765
VUM	10297	3.0892 - 5.1486

Meno significativo è il quadro sugli acquiferi calcarei, in quanto i pozzi privati solo raramente raggiungono tali falde, concentrandosi invece nelle zone dove le risorse idriche sono meno consistenti e di più difficile reperimento (acquiferi minori).

6.2.3 *Prelievo irriguo*

Il prelievo irriguo può essere solo stimato da fonti diverse di informazione: da un lato si possono valutare i dati dei fabbisogni elaborati a scala di Unità di bilancio, dei quali occorre considerare sia il fatto che i prelievi possano avvenire da acque superficiali che quello che siano localizzati su altri corpi idrici, non essendo analizzati i punti di prelievo ma quelli di necessità.

Un'altra valutazione si può fare dall'analisi delle concessioni idriche, sempre facilmente aggregabili a livello unità di bilancio, meno a livello di acquifero.

L'analisi dei dati in questo secondo caso evidenzia che la gran parte delle concessioni o autorizzazioni è relativa a prelievi superficiali. E' probabile che i prelievi in falda non facciano parte delle concessioni ma siano spesso relativi alle domande di autorizzazione dei pozzi, in passato rilasciati anche a fini irrigui dai comuni (o quantomeno oggetto di denuncia ai sensi della 275/93).

La prima stima dei prelievi è stata pertanto abbozzata utilizzando i dati dei fabbisogni per Unità di Bilancio, stimando che il 50% facessero capo agli acquiferi alluvionali.

Un passaggio analogo è stato fatto con i dati delle denunce PAC 2003, avendo questa volta maggiori indicazioni sulle colture e ripartendo i prelievi sempre al 50% del fabbisogno (le informazioni di campo indicano che i prelievi da falda sono significativi e predominanti nelle piccole-medie reti irrigue).

Il prelievo zootecnico è stato valutato allo stesso modo di quello irriguo, non disponendo del numero di capi presenti sugli acquiferi ma a scala di Unità di Bilancio.

6.2.4 *Le concessioni idriche e la stima degli altri prelievi*

Per quanto riguarda i prelievi industriali, includendo anche l'uso igienico, e i volumi autorizzati ma non definiti, si è fatto riferimento ai dati delle concessioni, considerando che la gran parte delle attività produttive è localizzata nelle aree di pianura.

L'attribuzione dei prelievi, di per se non troppo elevati se si esclude la Conca Ternana, ai soli acquiferi alluvionali è confermato dai dati di localizzazione di aziende note e relativi punti di prelievo.

Anche i prelievi non definiti sono stati attribuiti agli acquiferi alluvionali di riferimento.

Gli acquiferi minori hanno in genere una ridotta capacità idrica e non sono in grado di sostenere prelievi superiori a qualche l/s, se non attraverso un elevato numero di punti di captazione.

Nell'ambito dei prelievi industriali ricadono anche quelli per le acque minerali, le cui entità sono significative alla scala dei bilanci soltanto per le situazioni più consistenti (ordine dei 10-15 l/s).

6.2.5 *Le restituzioni idriche*

Benché il dato sui prelievi sia generalmente approssimato, si è ritenuto opportuno considerare, comunque, al pari di quanto fatto per le Unità di bilancio, il discorso dei volumi prelevati restituiti allo stesso corpo idrico. Questo per dare peso a quegli elementi che potrebbero comunque avere una certa importanza nel bilancio.

A titolo di esempio si cita il dato sui prelievi potabili: il 35% dei prelievi complessivi, e sono quasi tutti da acquifero o da sorgente, se ne va in perdite di adduzione-distribuzione e presumibilmente in gran parte torna alle falde. Ora, senza giungere a valutare le quote di perdita per tratto di rete, si può attribuire comunque una parte della perdita allo stesso acquifero dove la captazione è avvenuta.

I coefficienti utilizzati sono stati quindi valutati come segue:

restituzioni potabili: 10% del prelievo (30% circa del 35% di perdite);

restituzioni domestiche: 25% del totale prelevato, 50% del volume complessivo restituito (0,5 del totale)

restituzione irrigua: 30% del distribuito

restituzione zootecnica: 30% del prelevato

restituzione industriale: 10% del prelevato

restituzione altri prelievi: 10% del prelevato

Prelievi da acque sotterranee per Unità di gestione (da Concessioni idriche regionali 1999)

BACINO U.G.	FORZA MOTRICE (l/s)	IDROELET R (l/s)	IGIENICO (l/s)	INDUSTRIA LE (l/s)	PISCICOLT URA (l/s)	POTABILE (l/s)	NON (l/s)	DEF IRRIGUO (l/s)	Totali SOTT
TEVERE DA M.TE FUMAIOLO S.LUCIA	0.00	0.00	6.53	62.81	0.00	159.99	15.16	0.00	244
TEVERE DA S.LUCIA A CHIASCIO	0.00	0.00	87.40	60.98	0.00	154.20	0.56	14.00	317
TEVERE DA CHIASCIO A NESTORE	0.00	0.00	388.97	0.50	0.00	106.20	5.36	39.00	540
TEVERE DA NESTORE A PAGLIA	0.00	0.00	65.46	7.60	0.00	223.04	18.00	0.00	314
TEVERE DA PAGLIA A NERA	0.00	0.00	0.95	0.92	0.00	89.53	0.00	0.00	91
TEVERE DA NERA AD ANIENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.50	0.00	0.00	75
CHIASCIO	0.00	0.00	142.95	91.44	0.00	549.51	53.40	28.00	865
NERA FINO A VELINO	0.00	0.00	35.68	6.01	120.00	776.32	0.00	3.00	941
VELINO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	120.00	0.00	0.00	120
NERA DA VELINO A CONFLUENZA TEVERE	0.00	0.00	75.14	445.25	0.00	975.25	0.00	0.00	1496
NESTORE	0.00	0.00	172.10	13.57	10.00	99.24	2.50	3.00	300
PAGLIA	0.00	0.00	2.02	11.40	0.00	127.00	0.00	0.00	140
CHIANI	0.00	0.00	15.10	19.59	0.00	57.04	0.03	0.00	92
TOPINO MARROGGIA	0.00	0.00	53.56	320.30	64.33	948.91	92.32	125.00	1604
TRASIMENO	0.00	0.00	12.31	14.60	0.00	5.37	2.50	0.00	35
Totale complessivo	0.00	0.00	1058.19	1054.98	194.33	4466.10	189.83	212.00	7175.44

7. IL QUADRO RISULTANTE

I dati ottenuti dai bilanci sono stati oggetto di confronto con quanto già disponibile o con i dati di precedenti bilanci, in modo che ogni acquifero principale avesse anche un suo livello di valutazione del dato.

Il risultato finale del bilancio, corrisponde alla quota di deflusso di base che viene prodotto e che entra nel bilancio idrico complessivo di ciascuna Unità di Bilancio.

In alcuni casi non c'è diretta corrispondenza tra acquifero e Unità di bilancio o corso d'acqua: è il caso in particolare dell'acquifero alluvionale della Conca Eugubina e di quello della Media Valle del Tevere, per i quali si giungerà a valutazioni di ripartizione delle quote di restituzione in alveo.

7.1 Acquiferi alluvionali

Per 7 dei 9 acquiferi considerati esistono dei dati pregressi di valutazione del bilancio, siano essi trattati come in questo documento che aggregati tra di loro.

Una prima valutazione è stata invece approntata per l'acquifero del Basso Tevere Umbro e per la Valle del Paglia: del primo si hanno conoscenze limitate, del secondo si conosce l'esiguità dei depositi alluvionali.

7.1.1 Acquifero Alta Valle del Tevere

Il bilancio ha integrato i dati pregressi quanto a risultati di scambio con i corsi d'acqua. I termini prelievi e ricarica meteorica sono stati aggiornati.

Avendo dati di prelievi solo della parte Umbra, il bilancio è stato tentato sia per l'intero acquifero che per la parte umbra, ipotizzando un incremento percentuale dei prelievi per la parte toscana e considerando gli scambi con il sistema superficiale della parte toscana.

Il raffronto dei bilanci, in termini di portate istantanee è il seguente:

Parametro	Bilancio pregresso (l/s)	Bilancio totale (l/s)	Bilancio parte umbra (l/s)
Infiltrazione efficace	276	1300	700
Travasi sotterranei in ingresso	0	0	1178
Travasi sotterranei in uscita	0	0	0
Prelievi	340	638	456
Restituzione prelievi	0	128	91
Drenaggio fluviale	381	381	100
Ricarica da alvei	1845	1845	280
Deflusso di base in uscita	1400	2226	1677

L'elemento più evidente che emerge è il contributo dell'infiltrazione meteorica che è maggiore di quella ipotizzata in passato.

Il deflusso di base risultante, pari a circa 2 m³/s, corrisponde al contributo fornito all'Unità di Bilancio (Tevere dalla sorgente a S. Lucia).

Tutti i principali affluenti hanno un ruolo significativo per la falda, sia se drenanti (Afra, Regnano, Sovara-Cerfone) che se alimentanti (Vaschi, Scatorbia e Reglia dei Molini).

In considerazione dell'importanza dello scambio falda-fiume nell'equilibrio del bilancio, è importante sottolineare ancora una volta come la gestione dell'invaso di Montedoglio avrà ripercussioni dirette sull'equilibrio del sistema sotterraneo.

La compensazione dei prelievi irrigui, dovuta all'entrata in funzione del sistema di irrigazione dall'invaso di Montedoglio, non è sufficiente a garantire il mantenimento degli equilibri attuali.

7.1.2 Acquifero Media Valle del Tevere

E' un acquifero in cui si stanno riducendo i prelievi potabili, ed in futuro anche quelli irrigui potranno essere sostituiti dalla rete proveniente dall'invaso di Valfabbrica.

La capacità di sostenere il deflusso idrico del Tevere potrà essere maggiore di quella attuale, piuttosto limitata.

Stante la limitata ampiezza della Valle e l'esiguo tratto percorso dagli affluenti in tale substrato, sono possibili scambi da parte dei principali corsi d'acqua: l'Assino, il Nese, il Ventia, il Nestore, il Puglia. Non esiste tuttavia un quadro delle relazioni di scambio idrico.

L'aver tracciato il quadro dei prelievi, consente comunque di avviare le prime valutazioni di bilancio.

Parametro	Bilancio pregresso (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Infiltrazione efficace	n.e.	1714
Travasi sotterranei in ingresso	n.e.	Non disp.
Travasi sotterranei in uscita	n.e.	0
Prelievi	n.e.	1290
Restituzione prelievi	n.e.	270
Drenaggio fluviale	n.e.	Non disp.
Ricarica da alvei	n.e.	Non disp.
Deflusso di base in uscita	n.e.	693

E' necessario evidenziare che l'acquifero si ricollega a 3 Unità di bilancio e che i limiti di queste non sono molto significativi dal punto di vista idrogeologico; una suddivisione idrogeologica infatti porterebbe a distinguere il tratto Nord fino a Ponte S. Giovanni, dove affiora il substrato roccioso dell'acquifero, la parte centrale fino a Montemolino e la parte terminale a sud di questo.

Rispetto ai valori ottenuti, non considerando gli scambi interni al reticolo superficiale non noti, si evidenzia lo scarso contributo di ricarica fornito al fiume nonostante la consistenza e lunghezza dell'acquifero.

7.1.3 Acquifero Conca Eugubina

Il bilancio redatto tiene conto dei risultati degli studi completati nel 1998, in cui si mettono in relazione l'acquifero alluvionale e quello contiguo calcareo e le loro reciproche relazioni.

I dati di nuova acquisizione sono relativi alle stime dei prelievi, mentre mancano elementi per quantificare lo scambio con i corsi d'acqua: S. Donato e Assino come alimentanti la falda, Saonda nord e Saonda sud come drenanti.

L'acquifero è diviso circa a metà tra 2 Unità di bilancio ed esiste uno spartiacque idrogeologico in gran parte ben definito, ad eccezione della zona a ridosso dei Monti di Gubbio.

La ripartizione del drenaggio tra le due unità si può stimare solo ripartendo le superfici di infiltrazione.

Parametro	Bilancio pregresso (l/s)	Bilancio attuale (l/s)	Bilancio attuale Zona EST (l/s)	Bilancio attuale Zona OVEST (l/s)
Superficie Km ²		72.8	n.e.	n.e.
Infiltrazione efficace	n.e.	658	n.e.	n.e.
Travasi sotterranei in ingresso	n.e.	60	n.e.	n.e.
Travasi sotterranei in uscita	n.e.	0	n.e.	n.e.
Prelievi	n.e.	223	n.e.	n.e.
Restituzione prelievi	n.e.	36.3	n.e.	n.e.
Drenaggio fluviale	n.e.	Non disp.	n.e.	n.e.
Ricarica da alvei	n.e.	Non disp.	n.e.	n.e.
Deflusso di base in uscita	n.e.	532	n.e.	n.e.

La ridotta quantità dei volumi in gioco, l'impatto dei travasi dei vicini Monti di Gubbio, l'elevato prelievo delle falde, concorrono a tenere il sistema in condizioni di precario equilibrio, con la crisi alle porte ogni volta che le condizioni climatiche sono meno favorevoli.

Dati di terreno indicano che lo svuotamento dei livelli superiori dell'acquifero avvengono rapidamente mentre gli orizzonti più profondi sono più persistenti: i primi terminano spesso in affioramento essendo la superficie della Conca degradante verso sud e sud ovest.

7.1.4 Acquifero Petrignano Valle Umbra Nord (Sottobacino del Chiascio)

L'acquifero ha evidenziato la completa separazione dal resto della Valle Umbra: il limite di Unità di Bilancio e del Sottobacino del Chiascio corrisponde all'incirca a quello dell'acquifero.

Sono emersi importanti contributi da parte del Chiascio nella sua parte superiore, così come una ricarica da parte del T. Tescio limitatamente alle stagioni in cui si ha deflusso superficiale.

La crisi idrica recente e l'avvio della gestione unitaria dell'Ambito territoriale hanno portato ad un maggior sfruttamento dell'acquifero.

I dati raccolti evidenziano che è in corso una modificazione del sistema idrodinamico per rispondere alle nuove sollecitazioni: ciò ha comportato un notevole allargamento del fronte di richiamo collegato ai pozzi di Petrignano, principale punto di prelievo in falda.

Su questo acquifero è in corso di completamento un Modello matematico realizzato su finanziamento del Piano di emergenza idrica 2002, che sta cercando di definire tutti gli aspetti idraulici, idrodinamici e di scambio idrico con il sistema superficiale.

A breve si potrà aggiornare il bilancio idrico con i nuovi dati prodotti.

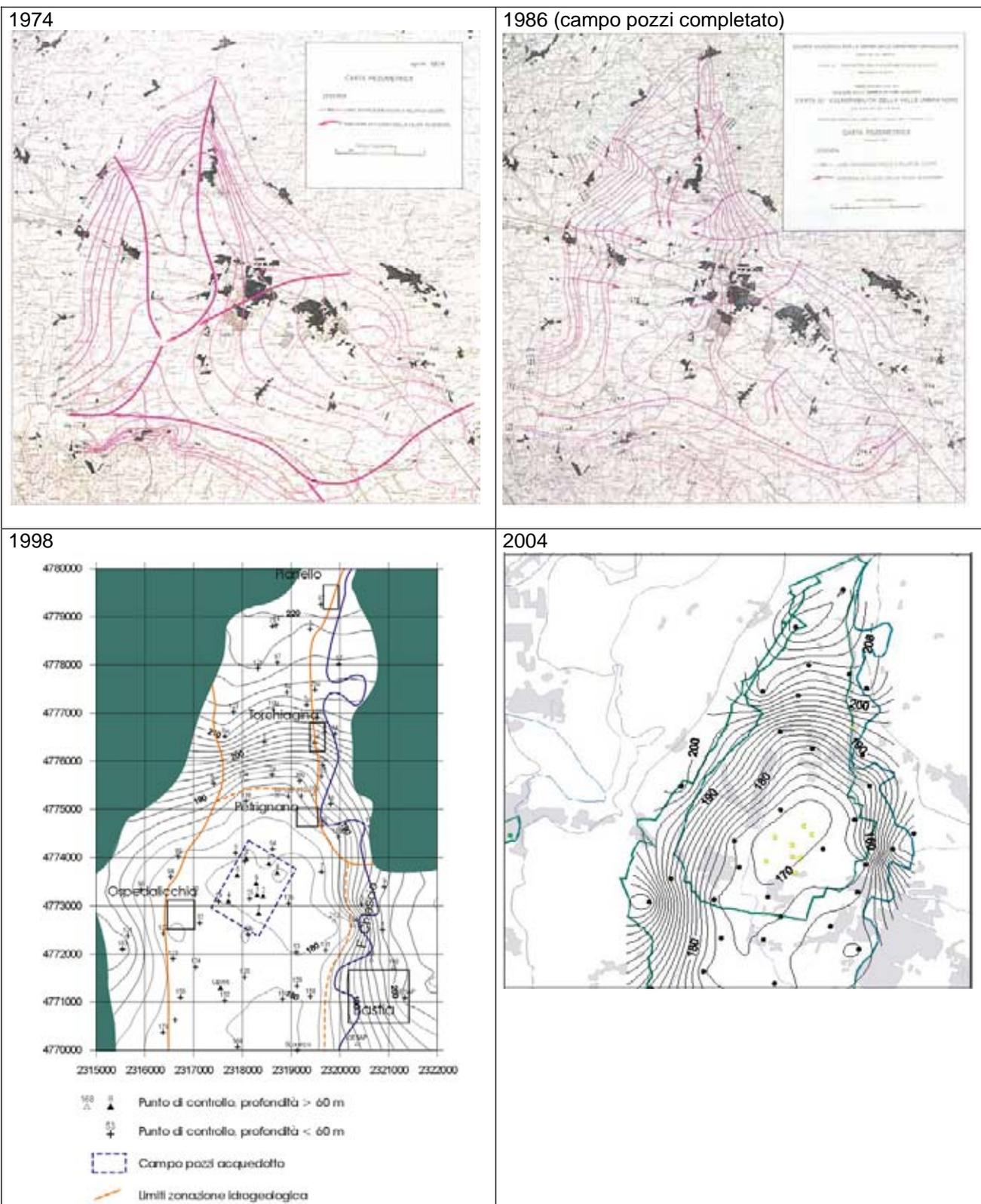


Figura 1: Piezometria recente dell'acquifero a confronto con il quadro storico (1974, 1986, 1998)

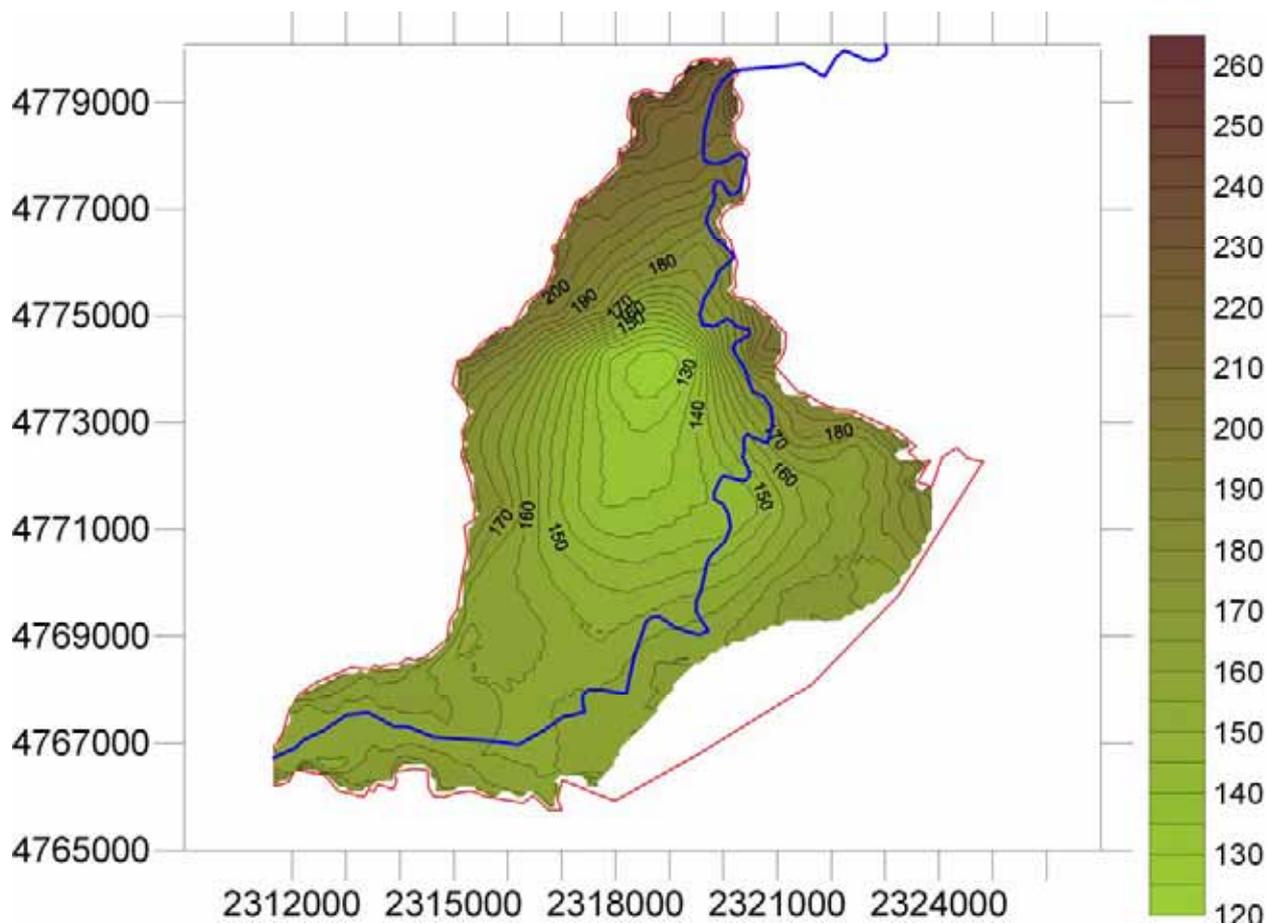


Figura 2: Ricostruzione del letto dell'acquifero principale (esclusione di un livello permeabile profondo poco produttivo e evidente solo in una zona limitata). Elaborazione ARPA/IRSA-CNR.

Parametro	Bilancio pregresso (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Infiltrazione efficace	n.e.	585
Travasi sotterranei in ingresso	n.e.	0
Travasi sotterranei in uscita	n.e.	0
Prelievi	n.e.	449.6
Restituzione prelievi	n.e.	61.1
Drenaggio fluviale	n.e.	0
Ricarica da alvei	n.e.	250
Deflusso di base in uscita	n.e.	446

Se complessivamente il bilancio sembra ancora sostenibile, non altrettanto suggerisce la situazione piezometrica della parte più permeabile dell'acquifero, con un disequilibrio che non è valutabile ma che sta sottraendo riserve alla falda, a sua volta limitata idraulicamente nel ricostituirla per drenanza.

La grande escursione dei livelli idrici e lo stato di depressione della falda dovrebbero aver portato fenomeni limitati di subsidenza (non misurata né evidenziata da danni macroscopici) ma di significativo effetto sulla permeabilità degli strati più fini e sulla porosità efficace dei livelli produttivi.

L'entrata in funzione della rete irrigua dall'invaso di Valfabbrica, e la rimodulazione dei prelievi potabili prevista dall'Aggiornamento del Piano Regolatore generale degli acquedotti, dovrebbero riportare le condizioni idrodinamiche ad un equilibrio accettabile, se il tutto si avvierà in tempi brevi.

L'alimentazione da parte del Chiascio potrebbe invece subire delle ulteriori limitazioni.

7.1.5 Acquifero Valle Umbra Sottobacino del Topino

Su tutto il territorio della Valle Umbra è stato realizzato nel 1986 il modello matematico dell'acquifero freatico, realizzando apposite rilevazioni freaticometriche per la sua calibrazione. A parte la necessità di aggiornamento dei dati sui prelievi, occorre evidenziare che il modello ha prodotto simulazioni poco

rispondenti all'evoluzione delle falde verificatasi, presumibilmente per una maggior eterogeneità dei depositi e disposizione dei corpi permeabili, ma anche il ridotto numero di dati idraulici ha contribuito ad estendere le dimensioni delle zone con migliori caratteristiche acquifere, cosa dimostratasi spesso infondata.

Nella realtà l'acquifero si compone di più corpi permeabili a geometria variabile, incastrati in litologie a minor permeabilità, se non scarsamente permeabili, frutto della persistenza di bacini lacustri fino alle epoche recenti: essi hanno dato luogo all'acquifero in pressione di Cannara, ma anche ad altre situazioni confinate o parzialmente confinate oppure a intercalazioni fini all'interno dei depositi sabbioso-ghiaiosi.

Nel settore di piana afferente al sottobacino del Topino, i corpi maggiormente permeabili sono la conoide del F. Topino stesso, la fascia detritico-alluvionale del versante orientale, i corpi alluvionali afferenti al T. Marroggia nella zona sud.

Nel bilancio si mettono a confronto i dati del modello su tutta l'area, con quelli relativi al solo settore oggetto di analisi, che rappresenta oltre i 2/3 dell'area precedente.

Parametro	Bilancio pregresso (intera Valle Umbra, 1986) (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Superficie (Km ²)	330	267
Infiltrazione efficace	702.8	2030
Travasi sotterranei in ingresso	3272.4	1500
Travasi sotterranei in uscita (artesiano)	18	310
Prelievi	1000.7	1024
Restituzione prelievi	254.4	192
Drenaggio fluviale		n.e.
Ricarica da alvei		n.e.
Deflusso di base in uscita	3207.9	888

Da sottolineare che il valore di infiltrazione efficace è molto più elevato e che il travaso all'artesiano di Cannara è stato indotto dall'incremento dei prelievi, i quali sono notevolmente diminuiti per la parte potabile (i maggiori sono sugli altri acquiferi di Petrignano e Cannara), pur rimanendo complessivamente analoghi.

Non si è in grado di aggiornare le valutazioni sugli scambi con i fiumi: osservazioni dirette portano a ritenere che l'equilibrio del modello sia stato viziato da dati non significativi di portata (es. F. Chiona) e che gli scambi siano inferiori a quelli modellizzati (sono incluse le restituzioni sorgentizie del Clitunno e delle Vene del Tempio), considerando anche un maggior apporto meteorico. Un valore stimato come indicativo può aggirarsi nell'intorno dei 1500 l/s.

Situazione complessa è quella rappresentata dalla zona del F. Marroggia, il quale ha comportamento sia disperdente (gran parte del suo tratto vallivo) che drenante (parte inferiore), e per il quale sarebbe opportuno sviluppare approfondimenti specifici, anche in vista degli obiettivi di qualità del Piano.

7.1.6 Acquifero Artesiano Cannara

La difficoltà del bilancio sta nel differenziare i prelievi che si attestano sulla falda artesianica: questo non è difficile per quelli potabili, mentre per tutti quelli d'altra natura è presumibile che siano ripartiti tra falda freatica ed artesianica, con la prima di ridotta entità.

Il bilancio è facilitato dalla mancanza di scambi superficiali e sotterranei, ad esclusione dell'area di travaso in entrata.

Il dato sul drenaggio fluviale è relativo al Lago Aiso, che fa defluire per via superficiale le acque di falda (origine naturale o artificiale?).

Da notare l'incremento di circolazione avvenuto negli ultimi 20 anni con i prelievi, che stanno modificando il chimismo dell'acquifero.

Parametro	Bilancio pregresso 1986(l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Infiltrazione efficace	0	0
Travasi sotterranei in ingresso	18	310
Travasi sotterranei in uscita	0	0
Prelievi	18	280
Restituzione prelievi	0	0
Drenaggio fluviale	0	30
Ricarica da alvei	0	0
Deflusso di base in uscita	0	0

7.1.7 Acquifero Conca Ternana

L'acquifero alluvionale è risultato in stretto contatto con il F. Nera tanto da prove d'emungimento effettuate su pozzi potabili, che dalla ricostruzione piezometrica della falda, che non risente dei forti prelievi industriali e potabili per la rialimentazione indotta dal fiume.

Il bilancio è pertanto vincolato ai dati dei prelievi.

Il versante meridionale detritico dei Monti Martani è invece alimentato dalla sola infiltrazione meteorica, senza evidenze di travasi dal sistema calcareo.

I principali affluenti del Nera hanno capacità di ricarica dell'acquifero: Il Fosso Taquinio, il T. Caldaro, T. Calamone ed il T. Aia nella zona ovest, i Torrenti Serra e Tescino in quella est, apportano presumibilmente acqua alla falda alluvionale. Il F. Nera nella parte inferiore dalle valli è in condizioni drenanti.

Parametro	Bilancio pregresso 1992 (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Superficie (Km ²)	n.e.	85
Infiltrazione efficace	n.e.	647
Travasi sotterranei in ingresso	n.e.	0
Travasi sotterranei in uscita	n.e.	0
Prelievi	n.e.	984,5
Restituzione prelievi	n.e.	120.6
Drenaggio fluviale	n.e.	???
Ricarica da alvei	n.e.	1000
Deflusso di base in uscita	n.e.	783

7.1.8 Acquifero basso Tevere umbro

La valutazione è molto generale e non si hanno elementi di approfondimento idrogeologico, inclusa la ricostruzione geometrica e litologica dell'acquifero. La presenza dei depositi vulcanici in prossimità dei limiti dell'acquifero può far presumere che ci siano ricariche laterali veicolate dai principali affluenti del Tevere. Non si conosce il ruolo del Lago di Alviano in relazione alla falda alluvionale

Parametro	Bilancio pregresso (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Infiltrazione efficace	n.e.	652
Travasi sotterranei in ingresso	n.e.	0
Travasi sotterranei in uscita	n.e.	0
Prelievi	n.e.	
Restituzione prelievi	n.e.	
Drenaggio fluviale	n.e.	
Ricarica da alvei	n.e.	????
Deflusso di base in uscita	n.e.	

7.1.9 Acquifero Valle Paglia

L'acquifero alluvionale è esiguo e fortemente collegato al F. Paglia, che incide attualmente il substrato argilloso dell'acquifero stesso: si presume quindi che il ruolo principale del Fiume sia drenante, salvo restituire acque alla falda in condizioni di piena.

Gli affluenti in destra idrografica, che scendono dall'altopiano vulsino, hanno capacità di drenare le acque sotterranee dei depositi vulcanici e di quelli terrazzati pliocenici, portando presumibilmente acqua al materasso alluvionale.

Parametro	Bilancio pregresso (1982) (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Infiltrazione efficace		418
Travasi sotterranei in ingresso		n.d.
Travasi sotterranei in uscita		n.d.
Prelievi		130
Restituzione prelievi		n.d.
Drenaggio fluviale		n.d.
Ricarica da alvei		n.d.
Deflusso di base in uscita		n.d.

7.2 Acquiferi carbonatici

Nell'ambito delle attività inerenti gli aspetti quantitativi del Piano di tutela delle acque dell'Umbria ed il Piano Stralcio della Risorsa dell'Autorità di Bacino del Tevere, l'Autorità di bacino ha avviato una serie di indagini ed elaborazioni sugli acquiferi carbonatici, con l'aggiornamento del quadro delle restituzioni sorgentizie e del flusso di base dei corsi d'acqua che drenano le falde calcaree.

Il presente elaborato ha necessità di essere aggiornato per tutti gli acquiferi calcarei, con i dati che l'Autorità di Bacino produrrà per il Piano della Risorsa.

7.2.1 Acquifero Monti di Gubbio

L'acquifero è sfruttato essenzialmente a fini potabili, salvo la concessioni idrica per acque minerali da poco entrata in funzione e gli usi a servizio delle attività estrattive di marne da cemento e materiali lapidei.

Lo scambio con il sistema idrico superficiali sono risultati di difficile valutazione in quanto regolati dagli eventi meteorici e complicati dal possibile deflusso in subalveo.

I volumi in gioco sono molto ridotti e questo è il principale elemento di criticità del sistema, sottoposto a prelievi proporzionalmente elevati.

Parametro	Bilancio pregresso 1998* (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Superficie (Km2)	18.6	
Infiltrazione efficace	210	194
Travasi sotterranei in ingresso	0	0
Travasi sotterranei in uscita	60	60
Prelievi	146.3	96
Restituzione prelievi	0	9.6
Drenaggio fluviale	22	22
Ricarica da alvei	33	33
Deflusso di base in uscita	0	58

*: il bilancio include anche l'acquifero del detrito (3.9 km²) ed i prelievi che vi avvengono.

7.2.2 Acquifero Umbria Nord Orientale

Nell'ambito della definizione dei corpi idrici l'acquifero in oggetto è stato diviso in sue unità: La struttura di M. Cucco ed i Monti del Topino e del Menotre, ricadenti ciascuno in un sottobacino differente.

Ai fini della valutazione del bilancio idrico, tale suddivisione non ha elementi idrogeologici chiari, pertanto si è preferito effettuare questa prima valutazione in modo complessivo, anche perché comparabile con i dati degli studi pregressi.

Studi recenti, in corso di sviluppo hanno evidenziato che le portate sorgive registrate sono mediamente superiori a quelle utilizzate per il bilancio del 1990, dovute al fatto che le osservazioni passate erano prevalentemente riconducibili a portate di magra o a periodi climatici poco favorevoli.

Il quadro attuale sui prelievi è stato aggiornato: le portate residue rilasciate dalle sorgenti lineari e puntuali possono essere più precisamente stimate dai dati idrometrici osservati sulle principali aste nelle stagioni con scarsi afflussi meteorici. Per differenza si possono valutare i travasi sotterranei.

Portate di base in alveo negli anni 2000-2003:

Alto Chiascio a Branca: acquiferi M. Cucco e m. di Gualdo	400 l/s
Prelievi medi da emergenze sorgive Alto Chiascio	220 l/s
Alto Topino e Caldognola a Valtopina: acquiferi alto Topino	1080 l/s
Prelievi medi da emergenze sorgive Alto Topino	450 l/s
Menotre a Pale: acquiferi Valle Menotre Rasiglia Alzabove	750 l/s
Prelievi medi da emergenze sorgive Menotre	140 l/s
Clitunno a Trevi: acquiferi Fonti Clitunno e Vene del Tempio	1000 l/s
Sorgenti Capodacqua e Acqua bianca (totale restituzione)	170 l/s
Bacino F. Vigi e S. Argentina	800 l/s
TOTALE ricarica alvei	5110 l/s

Questi dati dovranno essere confrontati ed integrati con quelli dell'Autorità di bacino e si dovranno verificare i deflussi del versante Marchigiano.

I Prelievi su questi acquiferi sono principalmente potabili, ad esclusione di alcune concessioni per acque minerali e poco altro.

Parametro	Bilancio pregresso 1990 (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Superficie (Km2)	647	686.5
Infiltrazione efficace	11600	11973
Travasi sotterranei in ingresso	0	0
Travasi sotterranei in uscita	3500	????
Prelievi		893
Restituzione prelievi		89.3
Drenaggio fluviale		Non
Ricarica da alvei		
Deflusso di base in uscita	8500*	?????

*:tutte le portate sorgive rilasciate, incluse quelle captate

7.2.3 Acquifero Monti Martani

Le valutazioni di bilancio non presentano elementi di particolare novità se non per la realizzazione del quadro dei prelievi potabili, soli prelievi significativi noti.

Rispetto al passato sono note alcune quote della falda principale, sia essa di chimismo "normale" come ai pozzi Montecchio (N di Massa Martana), che a carattere solfatico come ai Pozzi Rocchette e nella zona di Acquasparta. Il gradiente osservato confermerebbe il deflusso verso sud del circuito di base. Con l'esecuzione di un piezometro in Valserra si potrà verificare ulteriormente il quadro. Mancheranno tuttavia dati quantitativi di bilancio più precisi.

Parametro	Bilancio pregresso 1990 (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Superficie (Km2)	238	290.1
Infiltrazione efficace	4200	5059
Travasi sotterranei in ingresso	0	0
Travasi sotterranei in uscita	4000	4500
Prelievi	0	38.5
Restituzione prelievi		3.9
Drenaggio fluviale		0
Ricarica da alvei		0
Deflusso di base in uscita	0	524??

7.2.3 Acquifero Monti Narni e Amelia

Recentemente è stata avviata la realizzazione del campo Pozzi Pasquarella nella Gola del Forello, che ha cominciato a fornire acqua alla città di Todi, e si hanno dati in continuo dei livelli di falda. La portata delle

sorgenti di Stifone è stata ricostruita con i dati idroelettrici Endesa (rappresentativi quasi della sola emergenza sorgiva), e si possono fare valutazioni più accurate del bilancio.

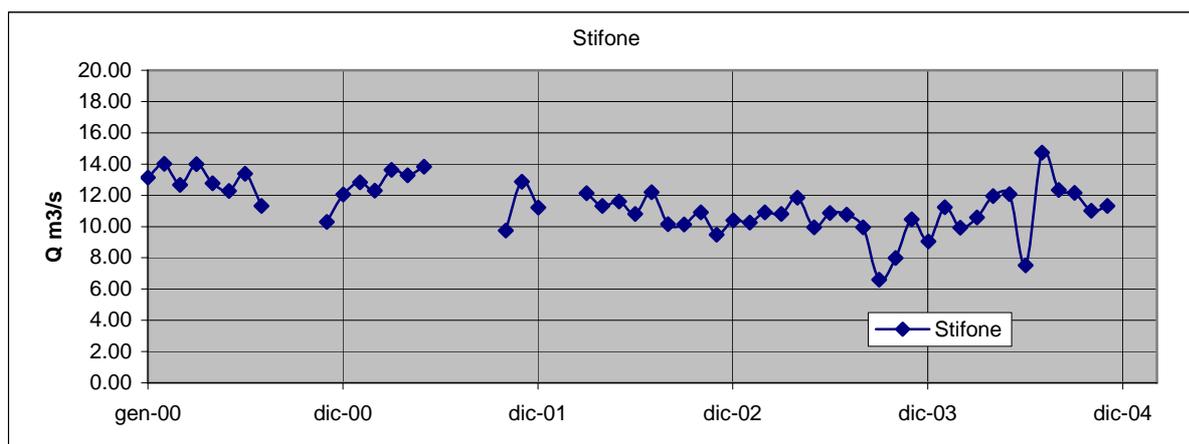


Figura: portate medie mensili turbinate a Stifone (=portata sorgiva, Media 11.500 l/s)

Parametro	Bilancio pregresso 1990 (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Superficie (Km ²)	277	277
Infiltrazione efficace	5500	4611
Travasi sotterranei in ingresso	9500	7500
Travasi sotterranei in uscita	0	0
Prelievi	0	100
Restituzione prelievi		
Drenaggio fluviale		Non disp.
Ricarica da alvei		Non disp.
Deflusso di base in uscita	15000	12000*

La Regione Umbria ha in corso uno studio di valutazione del bilancio idrico della struttura. Nuovi dati e punti d'osservazione dovrebbero emergere al riguardo. In particolare sono stati segnalati pozzi privati che raggiungono la falda nella zona di Amelia.

7.2.4 Acquifero Valnerina

L'acquifero della Valnerina ha le stesse problematiche degli acquiferi precedenti, incrementate dal fatto che le restituzioni sorgive sono principalmente a livello di sorgenti lineari in alveo. Solo la misura degli incrementi di portata consente di valutarne la consistenza.

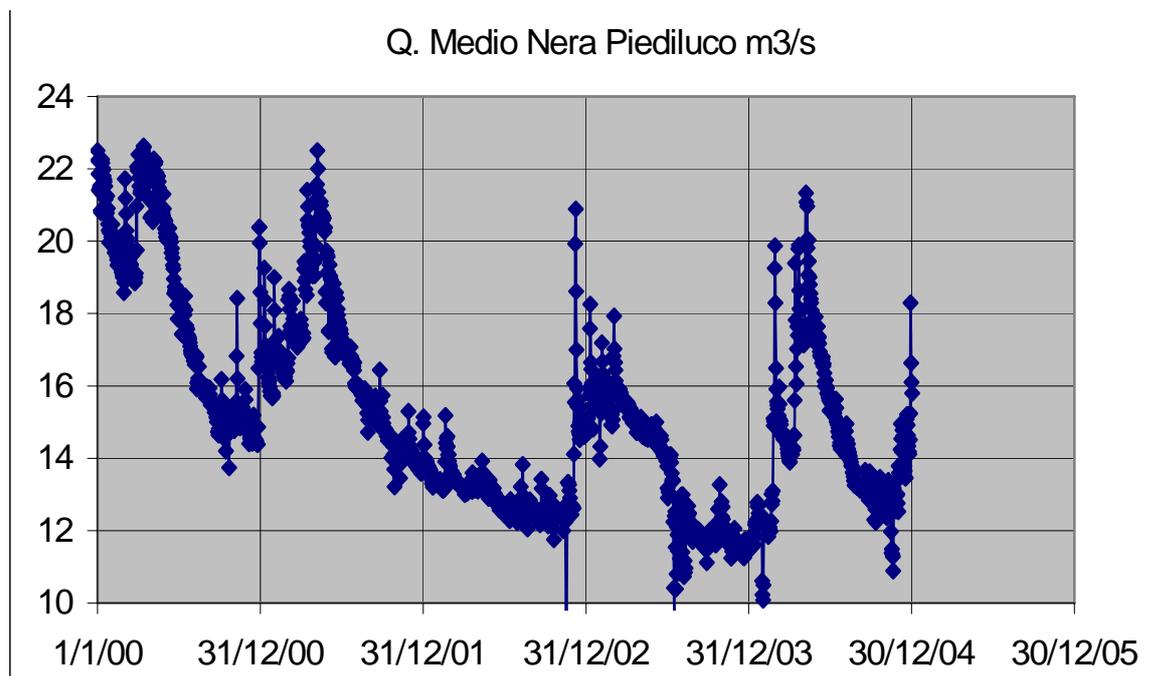
Il bilancio complessivo delle restituzioni sorgive è attualmente possibile sommando le portate della stazione idrometrica di Torre Orsina con quelle derivate dal Canale Medio Nera e sottraendo il deflusso superficiale, in genere piuttosto contenuto.

STAZIONE	Anno 2000	Anno 2001	Anno 2002	Anno 2003
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Torre Orsina	10.64	7.00	5.28	5.66
Canale Medio Nera	18.19	16.58	13.13	13.55
Totale	28.83	23.58	18.41	19.21
Totale (- ruscellam. 20%)	24	19.6	15.3	16

Tabella: bilancio idrico dei deflussi della Valnerina

Il dato medio degli anni osservati è pari a **18.75** m³/s, decurtando le portate osservate del contributo del ruscellamento stimabile in circa il 20% del misurato (10% delle Piogge).

Esso corrisponde abbastanza bene al dato di bilancio dell'acquifero, anche se il deflusso misurato include delle porzioni fuori Regione, che si possono considerare a compenso dell'anomalia climatica registrata negli anni 2001-2002. Una serie più consistente di misure dovrebbe dare valori mediamente più elevati.



Parametro	Bilancio pregresso 1990 (l/s)	Bilancio attuale (l/s)
Superficie (Km ²)	1076	1126
Infiltrazione efficace	17100	19642
Travasi sotterranei in ingresso	0	
Travasi sotterranei in uscita	0	
Prelievi		324
Restituzione prelievi		32.4
Drenaggio fluviale		
Ricarica da alvei		
Deflusso di base in uscita	16400*	19350

*:tutte le portate sorgive rilasciate, incluse quelle captate

Anche in questo caso i dati dell'Autorità di Bacino consentiranno un'analisi più dettagliata della circolazione idrica, distinguendo il contributo di singoli settori ed anticlinali.

Sulla struttura dei Monti Sibillini, che riguarda parte del bacino del Nera, è stato previsto uno studio idrogeologico di dettaglio da parte dell'Autorità di Bacino, finalizzato alla comprensione delle circolazioni idriche all'interno del sistema carbonatico.

Altre situazioni idrogeologiche specifiche sono quelle delle sorgenti termali di Triponzo, dove la mineralizzazione delle acque e il termalismo derivano da una circolazione specifica locale profonda che si miscela con circuiti più superficiali.

In ultimo, nella parte bassa del sistema idrogeologico le strutture del M. Aspra e del M. Coscerno possono essere ben differenziate dal sistema generale. Esse sono state oggetto di uno studio preliminare da parte dell'Università di Roma (Preziosi et. Al., 1995), che ne ha tracciato il bilancio più probabile e realizzato un modello matematico preliminare.

Su tale idrostruttura sono in corso studi di dettaglio collegati alla concessione idrica potabile di 400 l/s, prevista dal Piano Regionale degli acquedotti e finanziata dal Piano di Emergenza Idrica 2002, localizzata in prossimità del F. Nera tra Scheggino e Vallo di Nera.

7.3 Acquifero Vulcanico vulsino

La porzione Umbra del Vulcanico Vulsino rappresenta solo una piccola parte dell'altopiano vulcanico, ed il limite regionale non corrisponde allo spartiacque idrogeologico dell'acquifero.

Tuttavia parte dell'area considerata drena verso la Valle del Paglia (solo 6 km² di bacino idrografico nel lato Vulsino) e consente una valutazione del bilancio idrico.

Uno studio è stato realizzato nel 2004-5 dall'ATO2 per la richiesta di concessione idrica prevista dal Piano di emergenza idrica 2002.

Essa ha prodotto un quadro aggiornato della situazione, ed un modello matematico di flusso incentrato sulla sorgente principale dell'area (Sugano) e sui pozzi di nuova acquisizione.

I dati preliminari di tale lavoro indicano che la parte sotterranea drenante verso il Lago di Bolsena è pari a circa 60 Km², e la quota di ricarica relativa a tale superficie è da considerarsi come travaso sotterraneo fuori regione.

L'antropizzazione dell'altopiano equipara l'acquifero quanto a pressioni, a quelli alluvionali, anche se la permeabilità del sistema vulcanico è principalmente per fratturazione.

Parametro	Bilancio pregresso 1991 (l/s)	Bilancio provv. Desunto da ATO2 (l/s)
Superficie (Km ²)	100	115
Infiltrazione efficace		860
Travasi sotterranei in ingresso	0	0
Travasi sotterranei in uscita	500	500
Prelievi	130	30 (oltre a 70-120 previsti)
Restituzione prelievi	13	
Drenaggio fluviale	150	
Ricarica da alvei	0	
Deflusso di base in uscita	800	

La gran parte dei volumi positivi di bilancio drenante verso la valle del Paglia emerge al contatto tra le vulcaniti ed il substrato argilloso pliocenico, andando ad alimentare le linee di impluvio ed i modesti acquiferi contigui terrazzati sulle attuali alluvioni del Paglia.

La ripartizione tra bacino del Paglia e Bacino di Bolsena allo stato attuale, esclusi i prelievi in corso di attivazione è indicativamente la seguente:

Parametro	Parte afferente al Bacino del F. Paglia (stima)	Parte afferente al Bacino del Lago di Bolsena (stima)
Superficie (Km ²)	55	60
Infiltrazione efficace (l/s)	385	480
Prelievi	16	14
Deflussi sorgivi	160	0
Travasi sotterranei	0	466
Deflusso di base in uscita	210	0

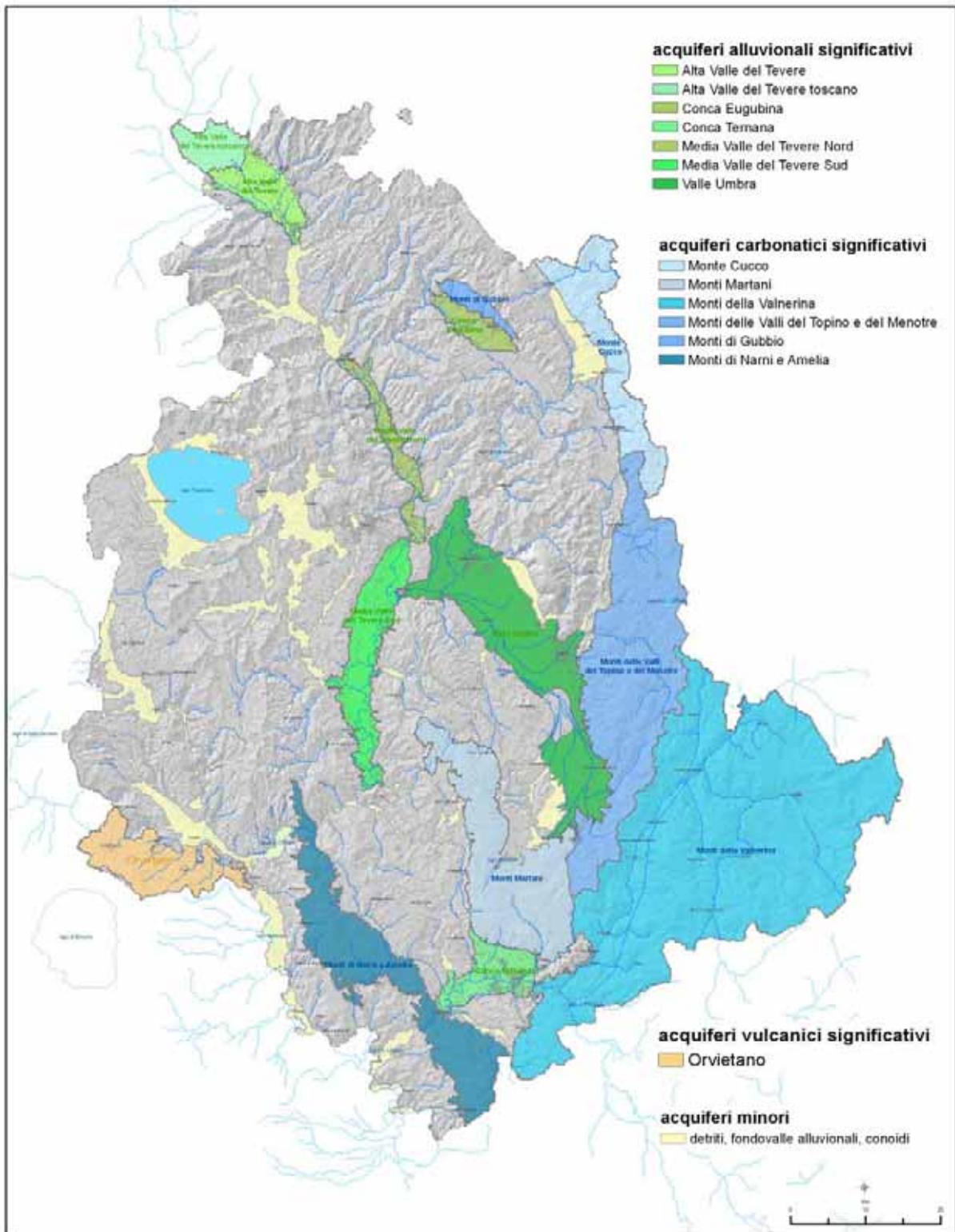


Figura: Localizzazione dei principali acquiferi del territorio Umbro

Tabella riassuntiva dati di bilancio idrico per i principali acquiferi regionali

CODICE U.G. riferim	NOME_ACQUIFERO	Sup. Acquifero	Pioggia media annua	Pioggia media annua	Iefficace (per diff)	Trin alimentaz laterale	TRout Deflusso laterale	F prelievo potabile	F prelievo domestico pozzi	F prelievo irriguo	F prelievo zootecnico	F prelievo industriale	F altri prelievi	F prelievi totali	Restituz totale	Deflusso da bilancio	Drenaggio fluviale stimato	Ricarica da alvei stimata	Deflusso di base in uscita
		km2	mm	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno	m3/anno
12	Alluvionale Alta valle Tevere	148.6	900	133,716,009	40,114,803	0	0	5,761,627	2,100,000	8,400,000	112,000	3,090,528	662,256	20,126,411	14,030,041	24,018,433	12,015,216	58,183,920	70,187,137
12	Alluvionale Alta valle Tevere UMBRIA	79.8	900	71,840,678	21,552,204	37,149,408	0	4,115,448	1,500,000	6,000,000	80,000	2,207,520	473,040	14,376,008	2,878,601	47,204,204	3,153,600	8,830,080	52,880,684
16 11 14	Alluvionale Media valle Tevere	200.1	900	180,123,923	54,037,177	0	0	1,166,832	3,000,000	17,000,000	3,000,000	15,768,000	756,864	40,691,696	8,519,170	21,864,650			21,864,650
	a) Settore Umbertide Perugia	55.0																	
	b) Settore Perugia Todi	145.1																	
16 5	Alluvionale Conca Eugubina	72.8	950	69,205,218	20,761,565	1,892,160	0	3,058,992	800,000	1,500,000	100,000	1,576,800	0	7,035,792	1,143,579	16,761,513			16,761,513
5	Alluvionale Petignano VUnord	76.9	800	61,487,194	18,446,158	0	0	10,627,632		2,500,000	50,000	1,000,000	0	14,177,632	1,927,763	6,196,290		7,884,000	14,080,290
17	Alluvionale Valle Umbra Topino	266.8	800	213,412,436	64,023,731	0	9,776,160	2,491,344	4,000,000	9,000,000	2,100,000	11,794,464	2,901,312	32,287,120	6,048,712	28,009,163			28,009,163
17	Alluvionale Artesiano cannara	61.2	0	0	0	9,776,160	0	8,672,400					0	8,672,400	0	1,103,760	946,080		157,680
6	Alluvionale Conca Ternana	85.0	800	67,960,435	20,388,131	0	0	10,848,384	1,200,000	2,100,000	500,000	16,398,720	0	31,047,104	3,804,710	-6,854,263		31,536,000	24,681,737
15	Alluvionale Basso tevere umbro	85.6	800	68,510,092	20,553,028	0	0						0	0	0	20,553,028			20,553,028
9	Alluvionale Valle Paglia	55.0	800	43,977,369	13,193,211	0	0					409,968	0	409,968	40,997	12,824,239			12,824,239
16 5	Calcareo Monti Gubbio	14.7	1,038	15,258,600	6,103,440	0	1,892,160	2,869,776	0	0	0	157,680	0	3,027,456	302,746	1,486,570	693,792	1,040,688	1,833,466
5 17	Calcareo Umbria Nord Orientale	686.5	1,100	755,137,713	377,568,857			28,161,648	0	0	0	0	0	28,161,648	2,816,165	352,223,373			352,223,373
	Calcareo Monti Martani	290.1	1,100	319,069,144	159,534,572	0	141,912,000	1,214,136	0	0	0	0	0	1,214,136	121,414	16,529,850			16,529,850
14	Calcareo Monti Narni Amelia	277.0	1,050	290,850,000	145,425,000	173,448,000	0	3,153,600	0	0	0	0	0	3,153,600	315,360	316,034,760	315,360,000		674,760
7	Calcareo Valnerina	1,126.2	1,100	1,238,843,300	619,421,650			10,227,125	0	0	0	0	0	10,227,125	1,022,712	610,217,238			610,217,238
9	Vulcanico Vulsino - Umbria	129.2	900	116,273,462	34,882,038			4,099,680						4,099,680	409,968	31,192,326			31,192,326

8. CRITICITÀ CONOSCITIVE E PROPOSTE PER L'INTEGRAZIONE DELLE CONOSCENZE

La difficoltà di stilare dei bilanci esaustivi risente principalmente di due elementi critici principali: la quantificazione degli usi da un lato e gli scambi con il sistema idrico superficiale dall'altro.

Benché i prelievi possano essere indicativamente stimati, le informazioni disponibili che li compongono non sono mai effettivamente misurate o quando lo sono, raramente sono specificamente localizzate sul territorio. Questo introduce un margine di incertezza sia nell'attribuzione del dato che nella sua valutazione e ciò si ripercuote nei termini di derivazione indiretta del bilancio.

Il recente DM 28 luglio 2004 dovrebbe consentire la realizzazione di un quadro conoscitivo sui prelievi organico e strutturato nel tempo.

Esso obbliga infatti i titolari di concessioni idriche a fornire dati sulle derivazioni effettive e sui rilasci a scala almeno mensile, ottenuti mediante appositi strumenti di misura, indicando nell'ente che rilascia l'autorizzazione (La Provincia nel nostro caso) il soggetto tenuto alla sua archiviazione e trasmissione alle strutture di competenza (Regione, Autorità di bacino, APAT).

Si precisa inoltre che **la normativa prevede una disciplina regionale, di cui all'art. 22, comma 3 del D.Lgs. 152/99, concernente il censimento delle derivazioni, il monitoraggio delle medesime e la trasmissione delle informazioni.**

In considerazione del fatto che ARPA è stata incaricata dalla Regione della realizzazione del Centro di Documentazione sulle acque, diventa automatico che i dati di cui sopra debbano essere resi disponibili e divulgati a scala regionale da detto centro.

Estratto da DM 28.7.2004

6. Criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto

6.1. Premessa

Il censimento delle utilizzazioni consiste nella individualizzazione idriche in atto nel bacino o sottobacino e deve essere effettuato dalle Autorità concedenti.

In corrispondenza dei punti di prelievo e di restituzione, ai sensi dell'art. 22, comma 3 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i. dovrà essere intrapresa un'attività di monitoraggio attraverso misure di controllo per la verifica dei dati censiti ed il rispetto di quanto disposto dalle Autorità concedenti. La conoscenza dei prelievi e delle restituzioni di acqua (valori delle portate medie, massime, minime, andamento nel tempo, ubicazione rispetto al reticolo idrografico) risulta necessaria anche per la ricostruzione delle portate naturali nelle sezioni di interesse.

Le informazioni essenziali da reperire per il censimento delle derivazioni sono specificate nei paragrafi seguenti:

6.2. Dati amministrativi

- a) Provincia, comune e località dove sono ubicate le opere di derivazione e di restituzione degli eventuali residui dell'acqua derivata
- b) coordinate geografiche dei siti di cui al punto precedente
- c) denominazione del concessionario della derivazione
- d) data della domanda di concessione di derivazione, nel solo caso di sanatori, di istanze di regolarizzazione dei canali ex demaniali o di riconoscimento di diritto di antico uso o concessione preferenziale per le quali non sia ancora stato adottato un formale provvedimento
- e) estremi dell'atto amministrativo (autorità concedente, numero e data del provvedimento) con cui è stata rilasciata o rinnovata la concessione di derivazione
- f) data di scadenza della concessione o della licenza temporanea
- g) condizioni particolari (obblighi di rilascio, precarietà, ecc.)
- h) status della derivazione distinguendo tra:
 - derivazioni in esercizio
 - derivazioni assentite ma non ancora in esercizio
 - derivazioni temporaneamente limitate o sospese
- j) uso (o, nel caso di più utilizzi, usi) della derivazione, distinguendo tra:
 - uso idroelettrico
 - uso irriguo
 - uso per il consumo umano
 - uso igienico ed assimilati
 - uso per irrigazione di attrezzature sportive e di aree destinate al verde pubblico

- uso piscicoltura
- uso industriale
- altro.

6.3. Dati tecnici

- a) Provenienza delle acque derivate (da corpo idrico superficiale naturale o artificiale, da corpo idrico sotterraneo, da riutilizzo di acque reflue depurate, ecc.);
- b) portata media annua di derivazione, volume annuo di derivazione, portata massima di derivazione e portata minima da garantire immediatamente a valle dell'opera di derivazione;
- c) nel caso di concessione di portate variabili nel corso dell'anno, distribuzione delle portate medie e massime di derivazione nel periodo di riferimento;
- d) modalità di derivazione delle acque superficiali e sotterranee con riferimento alle caratteristiche tecniche dell'opera:
 - nel caso di acque superficiali, se la derivazione è ad acqua fluente o con invaso, indicando, in presenza di acque invasate, la capacità utile del serbatoio di regolazione;
 - nel caso di acque sotterranee se la derivazione avviene a gravità o mediante sollevamento;
- e) qualsiasi altra informazione utile ad una migliore comprensione delle caratteristiche tecniche della derivazione e delle modalità con cui essa è effettuata;
- f) ove siano presenti restituzioni delle acque derivate, tipo di corpo idrico in cui avviene la restituzione distinguendo tra corpo idrico superficiale o sotterraneo;
- g) ove siano presenti restituzioni delle acque derivate, portata media annua di restituzione, volume annuo di restituzione ed eventuale portata minima di restituzione;
- h) nel caso di obbligo alla restituzione di portate variabili, nel corso dell'anno, distribuzione delle portate medie e minime di restituzione nel periodo di riferimento;
- i) presenza degli idonei strumenti di misura e conformità rispetto ai requisiti definiti ai sensi dell'art. 22, comma 3 del D.Lgs 152/99 e s.m.i.;
- j) qualsiasi altra informazione utile ad una migliore comprensione delle caratteristiche dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

6.4. Monitoraggio delle derivazioni

I risultati delle misurazioni rilevate dai dispositivi installati ai sensi dell'art.22, comma 3 del D.Lgs.152/99 e s.m.i. dovranno fornire almeno le seguenti informazioni:

- a) portata media annua effettivamente derivata e restituita, volume annuo effettivamente derivato e restituito, portata massima effettivamente derivata e portata minima effettivamente restituita durante l'anno solare;
- b) distribuzione delle portate medie, massime e minime mensili effettivamente derivate nel corso dell'anno solare;
- c) distribuzione delle portate medie, massime e minime mensili effettivamente restituite nel corso dell'anno solare;
- d) distribuzione temporale delle portate effettivamente prelevate e restituite, nella scala di dettaglio (portate medie settimanali, giornaliere, ecc.) definita in relazione alla redazione del bilancio idrico.

6.5. Gradualità

L'ordine di priorità delle utilizzazioni da censire deve essere identificato, sulla base dei criteri individuati dalle Autorità di bacino, in relazione all'incidenza che tali utilizzazioni hanno sull'equilibrio del bilancio idrico. Le grandi utilizzazioni, come definite dall'art. 6 del R.D. 1775/33 e s.m.i., devono comunque essere censite per prime, ove presenti.

6.6. Flussi informativi

Le informazioni relative al censimento delle utilizzazioni in atto sono trasmesse all'Autorità concedente per il loro successivo inoltro alla Regione ed all'Autorità di bacino competente con cadenza almeno annuale.

Tali informazioni dovranno comunque comprendere quelle descritte nei paragrafi precedenti e dovranno essere aggiornate ogniqualvolta intervengano modifiche dello stato dell'utilizzazione.

In assenza della disciplina regionale di cui all'art. 22, comma 3 del D.Lgs. 152/99 concernente il censimento delle derivazioni, il monitoraggio delle medesime e la trasmissione delle informazioni, le Autorità concedenti trasmettono alle Regioni ed alle Autorità di bacino le informazioni minime di cui alla scheda allegata con cadenza almeno annuale.

Con i decreti di cui al comma 7 dell'articolo 3 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i. sono definite le modalità per la trasmissione delle informazioni sul bilancio idrico all'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici.

Riguardo ai dati relativi agli scambi con il sistema idrico superficiale, per tutto il settore appenninico carbonatico esistono studi e rapporti che l'Autorità di bacino ha commissionato all'Università di Roma La Sapienza, che possono consentire di migliorare il quadro del deflusso di base: in questi casi la situazione è semplificata dal fatto che il meccanismo predominante è l'alimentazione del corpo idrico superficiale, e che le portate dei corsi d'acqua sono in genere dello stesso ordine di grandezza degli scambi, consentendo quindi valutazioni differenziali tra sezioni idriche poste a una certa distanza.

Nel caso degli acquiferi alluvionali la situazione si complica per l'incidenza di prelievi e rilasci civili tra le sezioni, per portate in alveo spesso molto più grandi dei volumi in gioco, per la variabilità lungo l'asta e nel corso dell'anno idrologico delle relazioni di scambio.

Sono comunque necessarie misurazioni differenziali in alveo, localizzate in funzione delle evidenze disponibili e delle condizioni di fattibilità delle misure. Tali attività devono comunque integrarsi con altri metodi diretti o indiretti di valutazione degli scambi, quali l'utilizzo di traccianti naturali o artificiali, l'esecuzione di livellazioni altimetriche e profili per il raffronto tra livelli di falda e livelli in alveo, o l'utilizzo di tecniche innovative quali isotopi e Radon.

Particolare attenzione deve essere posta a quelle situazioni dove è fondamentale avere questi elementi di bilancio, e poter contare effettivamente sulla disponibilità di risorse scambiate per garantire il raggiungimento degli obiettivi ambientali previsti dalle normative.

E' necessario quindi definire le priorità in temi di approfondimento delle conoscenze, anche per poter garantire in futuro un aggiornamento del Piano di tutela basato su nuovi dati affidabili.

Il punto finale cui è necessario giungere, per la verifica di tutti gli elementi di bilancio idrico ed idrogeologico, è quello della realizzazione di modelli concettuali prima e matematici poi dei sistemi acquiferi.

Essi consentono di evidenziare subito eventuali incongruenze presenti nelle valutazioni, e possono poi essere strumento utile di pianificazione in grado di prefigurare scenari e simulazioni future.

9. PROPOSTE DI INTERVENTO

La piena attuazione del DM 28 luglio 2004 dovrebbe consentire un monitoraggio esaustivo e puntuale degli usi della risorsa idrica sotterranea regionale.

Esso deve essere sostenuto prevedendo nel Piano di tutela l'ottimizzazione della disciplina delle concessioni e della gestione dei dati di monitoraggio delle stesse (**Catasto regionale**), necessariamente integrati nel Centro di Documentazione sulle acque.

Al fine di giungere ad un quadro esaustivo di conoscenza dei bilanci idrogeologici utile all'applicazione della direttiva Quadro, si ritiene necessario proporre attività integrative prioritarie per quelle situazioni meno note o più critiche, al fine di disporre di tutti gli elementi per una pianificazione ottimale necessaria al conseguimento degli obiettivi ambientali al 2015-2016 (a proponibili con il PS.9).

In ordine di priorità, i principali settori d'intervento sono i seguenti:

- 1. Definizione degli equilibri idrogeologici ed idrologici del bacino del F. Marroggia in Valle Umbra;**
- 2. Approfondimento delle relazioni di Scambio falda fiume nell'Alta Valle del Tevere;**
- 3. Ottimizzazione delle sezioni di misura esistenti e realizzazione di nuove stazioni sulle sezioni idrometriche più rappresentative del deflusso di base regionale (Alto Chiascio, Alto Topino, Caldognola, Clitunno, Alto Nera)**
- 4. Definizione delle condizioni idrogeologiche dell'acquifero alluvionale del basso Tevere Umbro.**

10. BIBLIOGRAFIA

- AQUATER-RPA, (1984). *Studio idrogeologico della Valle Umbra Sud*. Regione dell'Umbria, rapporto interno.
- AQUATER-RPA, (1986). *Modello matematico del sistema acquifero alluvionale della Valle Umbra*. Regione dell'Umbria, rapporto interno.
- AA.VV. (1982) - Bacino del Fiume Paglia (Umbria, Toscana). Studi strutturali, idrogeologici e geochimici. RF15, PFE SPEG CNR, Roma.
- ARPA UMBRIA, A CURA DI (2000). Progetto Interregionale Sorveglianza e Monitoraggio Acque Sotterranee PRISMAS; Sintesi dei Risultati/ Risultati Metodologici. Ministero dell'Ambiente, ANPA, Regione Basilicata, Regione Liguria, Regione Piemonte, Regione Umbria. Perugia, Novembre 2000.
- ARPA UMBRIA – IRSA CNR (2004) *Modello matematico dell'acquifero alluvionale della Valle Umbria Nord*. Rapporto preliminare Progetto PIEZO Emergenza Idrica 2002.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL F. TEVERE (1999). *Documento preliminare di Piano di Bacino*. www.abtevere.it
- BOILA P., MARCHETTI G. & MARTINELLI A. (1993) - *L'acquifero del campo pozzi di Petrignano di Assisi: sviluppi degli studi idrogeologici e idrochimici*. Atti del 2° Convegno internazionale di Geoidrologia. La cooperazione nella ricerca con i paesi in via di sviluppo e quelli dell'est Europa. Firenze, 29 novembre - 3 dicembre 1993. Pubbl. n. 996 del GNDCI.
- BOILA P., MARCHETTI G., MATTIOLI B. (1982). *Lineamenti idrogeologici della struttura del Monte Cucco*. Atti Convegno Internazionale sul Carso di Alta Montagna, vol.1. Imperia, 30 Aprile - 4 Maggio.
- BONI C., BONO P. & CAPELLI G. (1986) - Schema idrogeologico dell'Italia Centrale. Mem. Soc. Geol. It., Vol. 35.
- BONI, MASTRORILLO & PREZIOSI (1994). *Simulazione numerica di acquiferi carbonatici: l'esempio della struttura Monte Maggio –Monte Penna (Nocera Umbra)*. Geologica Romana, 30.
- BONI C. & PREZIOSI E (1993). *Una possibile simulazione numerica dell'acquifero basale di M. Coscerno-M. Aspra (bacino del F. Nera)*. 3° Convegno Nazionale Giovani Ricercatori in Geologia Applicata. Potenza 28-30 ottobre 1993.
- BONI C. & PREZIOSI E (1994). *Le sorgenti lineari nell'alto bacino del F. Nera (Appennino umbro-marchigiano, Italia centrale)*. Rencontre Internationale des Jeunes Chercheurs en géologie Appliquée. Losanna (CH), 21 aprile 1994.
- CENCETTI C., DRAGONI W & MASSOUM M.N. (1989). *Contributo alle conoscenze delle caratteristiche idrogeologiche del Fiume Nera (Appennino Centro-settentrionale)*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 24.
- DELLA MARTERA M. E SPADONI M. (1982). *Studio degli acquiferi dell'Alta Valtiberina a nord di Città di Castello e analisi delle conseguenze sull'acquifero alluvionale del Tevere in rapporto alla realizzazione dello sbarramento di Montedoglio*. Tesi di laurea, Università di Urbino.
- DI DOMENICANTONIO A. (1999) Le acque sotterranee del bacino idrografico del Fiume Tevere: conoscenze, criticità, prime ipotesi di intervento. Dossier Rivista Tevere 10/11 1999. Gangemi ed.
- FICIARÀ R., MARCHETTI G., MARTINELLI A., PASSERI S. (1998) La definizione delle risorse idriche degli acquiferi calcarei dei monti di Gubbio. In: atti del Convegno " Carte di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi: strumenti di salvaguardia e gestione delle risorse idriche. Gubbio, 26 giugno 1998. Ed. ASL1 dell'Umbria, Regione Umbria, Pubbl. n.1961 GNDCI-CNR.
- GIAQUINTO S., MARCHETTI G., MARTINELLI A. & MARTINI E. (1991) - Le acque sotterranee in Umbria. Editrice Protagon, Perugia.
- GIULIANO E SCIOTTI (1981). *Schema idrogeologico del bacino del Tevere*. Quaderno IRSA 48.
- IDROGEOCOOP (1980). *Indagini sugli aspetti idrogeologici connessi al problema della navigabilità del Fiume Tevere conseguentemente alla realizzazione di grandi invasi sul bacino. Cap.2: Situazione idrogeologica nell'Alta Valle del Tevere*. Regione Lazio, rapporto interno.
- IDROGEOSOL (1978). *Studio idrogeologico della Valle del Paglia, Orvieto*. Regione dell'Umbria, rapporto interno.
- IDROTECNECO-RPA (1974). *Ricerca operativa sulle acque sotterranee*. Regione dell'Umbria, rapporto interno.
- IDROTECNECO-RPA (1975). *Ricerca operativa sulle acque sotterranee, Seconda parte*. Regione dell'Umbria, rapporto interno.

Lotti S.p.A. (1989). *Piano ottimale di utilizzazione delle risorse idriche della Regione. Studio dei massicci carbonatici*. Regione Umbria, rapporto interno.

Lotti S.p.A. (1991). *Piano ottimale di utilizzazione delle risorse idriche della Regione. Indagini geoidrologiche preliminari. Area Val Menotre e Alto Topino*. Regione Umbria, rapporto interno

MARCHETTI G., A CURA DI (1995) – *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, 10 - La Conca ternana*. Quaderni tecniche di protezione ambientale n.47. Pitagora ed. Bologna.

MARCHETTI, MARTINELLI, PASSERI & VACCA (1999) *Messa a punto di un sistema di gestione di un acquifero calcareo sovrasfruttato: i Monti di Gubbio (Umbria)*. In Quaderni di Geologia Applicata; 3° Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il 3° Millennio, Parma, 13-15 Ottobre 1999. Bologna: Pitagora Editrice.

MARTINELLI A., PASSERI S. (1998) *Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Conca eugubina*. In: atti del Convegno " Carte di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi: strumenti di salvaguardia e gestione delle risorse idriche. Gubbio, 26 giugno 1998. Ed. ASL1 dell'Umbria, Regione Umbria, Pubbl. n.1961 GNDCI-CNR.

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO (2004) *Decreto 28 luglio 2004. Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152*. GU n. 268 del 15-11-2004.

PIZZI U. (1994) *Effetti dello sbarramento di Montedoglio sull'acquifero dell'Alta Valtiberina, valutati mediante modello matematico*. Geologia Tecnica e Ambientale 3/94.

PREZIOSI E, LEDOUX E & BONI C. (1995). *Valutazione tramite modello matematico dell'infiltrazione efficace in acquifero multistrato dell'Appennino centrale* 2° Incontro Internazionale dei giovani Ricercatori in Geologia Applicata. Peveragno, Cuneo, 11-13 ottobre 1995.

REGIONE UMBRIA (2002) *Piano regionale Emergenza idrica*. Stralci 1-7
<http://www.ambiente.regione.umbria.it/canale.asp?id=12>