

## The Database of the Stratigraphic and Groundwater Resource Information Provided by the Italian Law N. 464/84

*Il database stratigrafico e delle risorse idriche sotterranee in esecuzione della Legge 464/84*

---

CAMPOBASSO C. (\*), MARTARELLI L. (\*),  
PARIS F. (\*), POLICICCHIO R. (\*\*),  
SCALISE A.R. (\*)

ABSTRACT. - The Italian Law N. 464 issued the 4<sup>th</sup> August 1984 states that the Geological Survey (now APAT – Dept. of Land Resources and Soil Protection) must be informed on the geological and geophysical results obtained by studies and investigations deeper than thirty meter below the ground level carried out in the Republic territory by means of excavations, wells, drillings and geophysical surveys for water researches or civil engineering works. At present, information on more than 64,000 completed wells and drillings has been delivered to APAT.

The Geological Survey of Italy prepared a form to be filled in by the well owner, the charged geologist or drilling machine operator, in order to have the highest homogeneity of the received technical data. These data include location, maximum depth of survey, filter position in wells, aquifer succession, groundwater piezometric levels, stratigraphy, and, eventually, drawdown tests and technical reports.

Regarding the distribution of this information, it is not homogeneous in the Italian territory, since it is directly related mainly to economic activity development, groundwater resource demand, and orographic and geomorphologic features of the territory. On the other hand, a significant database is now available for most of the Italian regions. In detail, these data are particularly abundant in the coastal and alluvial plains, where the anthropic impact on the groundwater resource is very high.

We are now working to realize a national geo-referenced

database of the information provided by this law. The database realization is conduct by sequential phases. The first and actual one consists in the storage of the rough data received using interactive forms specifically prepared. The electronic database has been projected with the purpose to get the full access to the available data, the possibility to carry out searches and selections of the data with varied levels of complexity and the following migration of the data toward a GIS environment or toward specialized software for the treatment and processing of geologic data. Then the codification of standard criteria for classification and description of lithological and stratigraphic data and terms will follow, to obtain the most objective utilization of the information. The last phase will deal with the use of software GIS to draw maps, cross-sections and 3-D models for the improving of the understanding of stratigraphic and hydrogeologic features of Italian territory. This Geographic Information System might be a useful tool for modelling, planning, management and protection of groundwater resource, and will be accessible also for external users in the future.

Test sites characterizing the main different hydro-geological settings and aquifer structures occurring in the national territory (e.g. carbonatic deposits and karst lands; alluvial and coastal plains; volcanic deposits) have been defined to investigate aspects related to the use of these data for carrying out hydrogeological and environmental studies,

---

(\*) APAT - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, Dipartimento Difesa del Suolo, Via Curtatone 3, 00185 Roma. Corresponding Author: claudio.campobasso@apat.it

(\*\*) Consultant APAT - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, Dipartimento Difesa del Suolo, Via Curtatone 3, 00185 Roma

especially in areas with high anthropic pressure and at risk.

KEY WORDS: Groundwater Resources, Stratigraphy, Geographic Information System, Italy.

RIASSUNTO. - La Legge N. 464/84 stabilisce che il Servizio Geologico d'Italia (ora APAT – Dipartimento Difesa del Suolo) deve essere informato sui risultati geologici e geofisici ottenuti tramite studi e ricerche che raggiungono profondità maggiori di trenta metri al di sotto del piano campagna, condotti nel territorio nazionale italiano per mezzo di scavi, pozzi, perforazioni e rilievi geofisici per ricerche d'acqua e lavori d'ingegneria civile. Ad oggi sono giunte in APAT le informazioni riguardo oltre 64.000 opere. Il Servizio Geologico d'Italia ha preparato un modulo ad uso del proprietario dell'opera, del geologo incaricato o del perforatore per avere la più elevata omogeneità possibile dei dati tecnici inviati. Questi dati riguardano l'ubicazione, la massima profondità raggiunta, la posizione dei filtri nel pozzo, la successione degli acquiferi, i livelli piezometrici delle acque sotterranee, la stratigrafia ed, eventualmente, le prove di portata e le relazioni tecniche.

Riguardo alla distribuzione di queste informazioni, esse non sono omogenee sul territorio, poiché sono strettamente relazionate allo sviluppo delle attività economiche, all'utilizzo delle acque sotterranee, alle caratteristiche orografiche e geomorfologiche del territorio. Ad ogni modo, un rilevante numero di dati è attualmente disponibile in molte delle Regioni italiane, ed in particolare nelle pianure costiere ed alluvionali, dove l'impatto antropico sulla risorsa idrica sotterranea è elevato.

È in corso di realizzazione un *geodatabase* delle informazioni acquisite per mezzo di questa legge. La realizzazione del *database* è proceduta attraverso fasi successive. La prima fase, attualmente in svolgimento, consiste nell'inserimento dei dati originali usando moduli elettronici interattivi opportunamente predisposti. Il *database* è stato progettato allo scopo di consentire il completo accesso ai dati, la possibilità di condurre ricerche e selezioni con vari livelli di complessità, e la loro successiva migrazione in ambienti GIS o verso *software* specialistici per il trattamento di dati geologici. Una seconda fase prevede la codifica di criteri *standard* ed oggettivi per la classificazione e la descrizione dei dati e dei termini litologici e stratigrafici, per ottenere una più adeguata fruizione delle informazioni. L'ultima fase consiste nell'uso di *software* GIS per elaborare cartografie, sezioni interpretative e modelli 3-D allo scopo di implementare la comprensione delle caratteristiche stratigrafiche e idrogeologiche del territorio italiano. Questo GIS potrà essere un utile strumento per la modellizzazione, la progettazione, la gestione e la protezione delle risorse idriche sotterranee, e potrà essere eventualmente accessibile agli utenti interessati in futuro. Sono state definite aree campione caratterizzanti i principali ambienti idrogeologici e strutture acquifere del territorio nazionale (e.g. depositi carbonatici e carsici; pianure costiere ed alluvionali; depositi vulcanici) per verificare la potenzialità delle informazioni acquisite e per condurre indagini a carattere idrogeologico ed ambientale, specialmente in aree caratterizzate da rilevante impatto antropico ed a rischio.

PAROLE CHIAVE: Risorse Idriche Sotterranee, Stratigrafia, Sistema Informativo Geografico, Italia.

## 1. - INTRODUCTION

*“Whoever intend to carry out in the Republic territory studies and investigations by means of excavations, wells, drillings and geophysical surveys, for water researches or civil engineering works, deeper than thirty meter below the ground level ... must inform the Geological Survey (now APAT – Dept. of Land Resources and Soil Protection) ... and must send, within thirty days starting from the end of the studies and investigations, a detailed report on the geological and geophysical obtained results, annexed with the related documentation”* (REPUBBLICA ITALIANA, 1984). This is the main content of the Italian Law N. 464 issued the 4<sup>th</sup> August 1984.

At present, information on more than 64,000 wells and drillings completed throughout the Italian territory arrived at the cited Institution. The high amount of paper documentation suggested the necessity of the constitution of an electronic database that is now under construction.

## 2. - WELL DATA

The Geological Survey of Italy prepared a form to be filled in by the well owner, the charged geologist or drilling machine operator, in order to have the highest homogeneity of the received technical data (fig. 1). These data includes location, maximum depth of survey, filter position in wells, aquifer succession, groundwater piezometric levels, stratigraphy, and, eventually, drawdown tests and technical reports. The first attempts to organize these data allow us to understand their potentiality to significantly increase the knowledge on the stratigraphy and groundwater resources of Italy.

Regarding the distribution of this information, it is not homogeneous in the Italian territory, since it is directly related mainly to economic activity development, groundwater resource demand, and orographic and geomorphologic features of the territory. On the other hand, a significant database is now available for important regions of the Italian territory (e.g.: Apulia: >12,500 data; Tuscany: >9,200; Sicily: >7,300; Sardinia: >6,400; Latium: >5,300; Veneto: >5,000; tab. 1 and fig. 2). In detail, these data are particularly abundant in the coastal and alluvial plains, where the anthropic impact on the groundwater resource is very high.

A)

Mod. 4

APAT  
Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento Difesa del Suolo  
Servizio Geologia Applicata e Idrogeologia  
Via Vitelliano Brancati, 48  
00144 ROMA

Oggetto: Legge 4 agosto 1984 n. 464. Comunicazione fine indagine

Riferimento comunicazione precedente con data documento \_\_\_\_\_ spedita a mezzo di raccomandata n. \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

Titolare dell'indagine (committente) COGNOME & Nome (oppure denominazione Ditta)

Via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ Comune \_\_\_\_\_

Prov. \_\_\_\_\_ Telefono \_\_\_\_\_

Impresa di perforazione COGNOME & Nome (oppure denominazione Ditta)

Via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ Comune \_\_\_\_\_

Prov. \_\_\_\_\_ Telefono \_\_\_\_\_

Perforazione situata nel comune di \_\_\_\_\_ Località \_\_\_\_\_

DATI TECNICI DELLA PERFORAZIONE

Ubicazione cartografica I.G.M. 1:25.000 Foglio 24 Quadrante I Tavolella SO

Coordinate geografiche U.T.M. \_\_\_\_\_ Longitudine 16° 14' 28"

(Gradi Primi Secondi) Latitudine 38° 50' 32"

Data inizio lavori 18/12/2006 Data fine lavori 22/12/2006

Usò POZZO USO DOMESTICO Quota assoluta s.l.m. 10 (m)

Perforazione diametro  $O_1$  220 (mm) da 0 (m) a 90 (m) dal p.c.

$O_2$  / (mm) da / (m) a / (m) dal p.c.

Profondità massima 90 (m) dal p.c.

Portata massima 1,2 (artesiana) (l/s) Portata di esercizio 1 (artesiana) (l/s)

Livello statico 7,90 (m) dal p.c. Livello dinamico 8,30 (m) dal p.c.

Abbassamento 0,40 (m) Misurato in data 22/12/2006 Con portata di 1,2 (l/s)

Colonna di rivestimento diametro 90 (m) x 160 (mm)

Colonna di emungimento / x / (mm)

Filtro diametro 160 (mm) x 6 (tubi) (m) Lunghezza totale 29 (m)

(Posto tra la profondità di -60 (m) e di -89 (m) dal p.c.)

Pompa tipo / Potenza / (CV) Prevalenza / (m)

Falde rinvenute I (da m -13 a -15 m) II (da m -50 a -90 m)

III (da m / a / m) IV (da m / a / m)

Firma \_\_\_\_\_

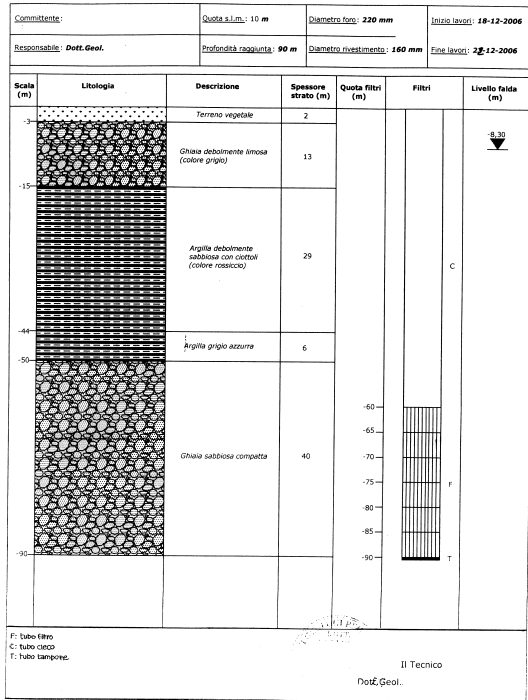
Data 23/12/2006

Si allega colonna stratigrafica con descrizione litologica (in caso di necessità utilizzare il Mod. 4 bis)

B)

STRATIGRAFIA POZZO USO DOMESTICO

(ubicato nel Comune di \_\_\_\_\_, nel foglio di mappa n. \_\_\_\_\_, particella \_\_\_\_\_)



C)

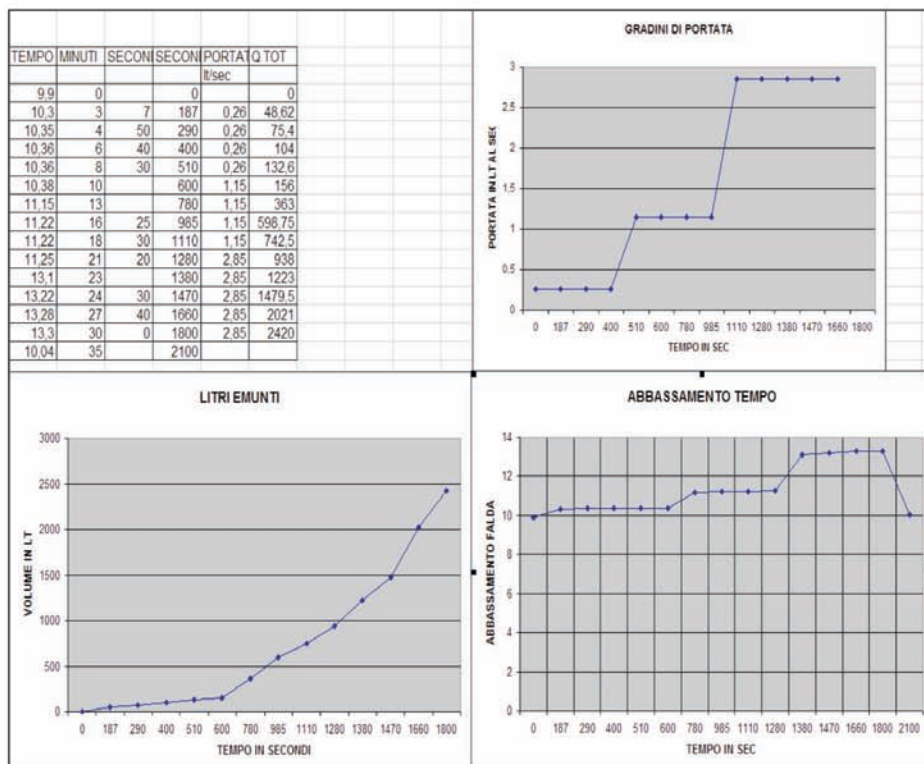


Fig. 1 - Example of the information requested by the Geological Survey of Italy to well owners assisted by a professional geologist. A) form with information about the completed work: well owner, drilling company, location, maximum depth of survey, filter position in wells, aquifer succession, groundwater piezometric levels, etc.; B) stratigraphy; C) drawdown test.

- Esempio delle informazioni richieste dal Servizio Geologico d'Italia ai proprietari di pozzi, opportunamente assistiti da un professionista geologo. A) modulo con i dati dell'opera; B) stratigrafia; C) prova di portata.

Tab. 1 - *Well distribution in the administrative regions of the Italian territory.*

- Distribuzione dei pozzi nelle Regioni del territorio italiano.

Administrative Region	n. of wells	area (km <sup>2</sup> )	n. of wells/km <sup>2</sup>
ABRUZZO	689	10,794	0.0638
BASILICATA	343	9,990	0.0343
CALABRIA	3,532	15,080	0.2342
CAMPANIA	1,914	13,595	0.1408
EMILIA ROMAGNA	3,096	22,122	0.1400
FRIULI - VENEZIA GIULIA	177	7,846	0.0226
LAZIO	5,379	17,203	0.3127
LIGURIA	225	5,415	0.0416
LOMBARDIA	2,901	23,834	0.1217
MARCHE	199	9,691	0.0205
MOLISE	295	4,438	0.0665
PIEMONTE	2,305	25,399	0.0908
PUGLIA	12,532	19,347	0.6477
SARDEGNA	6,448	24,089	0.2677
SICILIA	7,353	25,708	0.2860
TOSCANA	9,264	22,991	0.4029
TRENTINO - ALTO ADIGE	81	13,613	0.0060
UMBRIA	2,094	8,456	0.2476
VALLE D'AOSTA	28	3,262	0.0086
VENETO	5,024	18,377	0.2734
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	<b>63,879</b>	<b>301,250</b>	<b>0.2120</b>

### 3. - THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

We are now working to realize a national geo-referenced database of the information provided by this law. The database realization is conducted by sequential phases. The first and actual one consists in the storage of rough data using interactive forms specifically prepared (fig. 3). The electronic database has been projected with the purpose to get the full access to the available data, the possibility to carry out searches and selections of the data with varied levels of complexity and the following exportation of the data in a GIS environment or toward specialized software for the treatment and processing of geologic data. Then the codification of standard criteria for classification and description of lithological and stratigraphic data and terms will follow, to obtain the most objective utilization of the information. The last phase will deal with the use of software GIS to draw maps, cross-sections and 3-D models (figg. 4, 5, 6, 7 and 8) for a better understanding of stratigraphic and hydrogeologic features of the Italian territory. This Geographic Information System might be a useful tool for modelling, planning, management and protection of groundwater resource, and will be accessible also for external users in the future.

### 4. - A CASE STUDY

Aquifer structures, groundwater flow conditions and groundwater resource potentiality and exploitation were the first possible contributions for the hydrogeological knowledge deriving from the information provided by Law N. 464/84. Subsequent to the identification of the occurring aquifers, the realization of groundwater-monitoring networks is feasible.

Test sites have been defined to investigate aspects connected with the use of these data for carrying out hydrogeological and environmental studies, especially in areas with high anthropic impact and at risk. In this work we discuss the main results obtained in a study area located in the Cimino volcanic hills district (Viterbo province, central Italy), at hydrogeologic risk.

#### 4.1. - THE CIMINO HILLS DISTRICT

In this sector, well characterized regarding the geological setting (e.g. MAITIAS & VENTRIGLIA, 1970; ALVAREZ, 1972; BERTAGNINI & SBRANA, 1986), the information deriving from Law N.

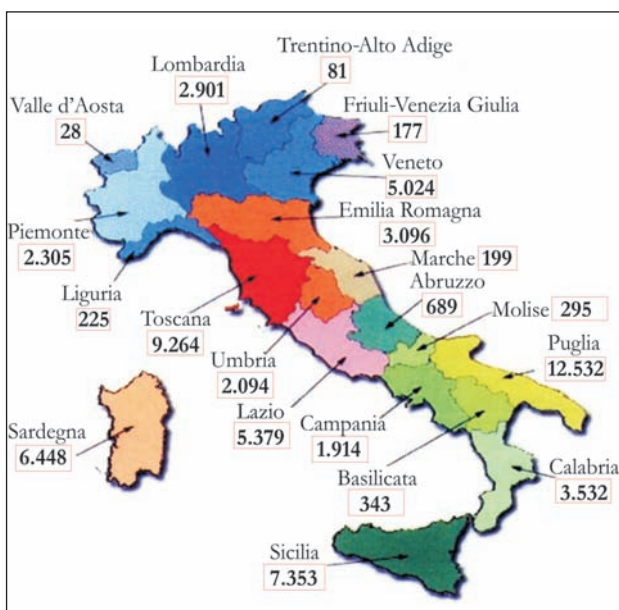


Fig. 2 - Number of wells in each administrative region of the Italian territory.

- Numero di pozzi in ciascuna Regione del territorio italiano.

**Legge 464 - Scheda tecnica**

Comune di **VITERBO**

Località:  Data Fine Lavori: 17/10/2003

RIFERIMENTO CARTOGRAFICO (scala 1:25.000)  Informazioni non presenti

Foglio N.  Quadrante N.  Tavoleta  Particella N.  MAPPA - Foglio N.

Tipologia:  Uso:

**Dati tecnici della perforazione**

Latitudine:  °  '  " N

Longitudine:  °  '  " E

Quote sul livello del mare (m)

Piano campagna:  Bocca pozzo:

Portata (l/s)

Massima:  Di esercizio:

Livelli delle falde

	Da prof.	A prof.	Quota inizio	Quota fine
▶	38,4	54	226,6	211

Livelli dei filtri

	Da prof.	A prof.	Quota inizio	Quota fine	Diam.
▶	39	54	226	211	193

Profondità massima (m)

Ignota

Diametro foro (mm)

Livelli (m)

Dinamico:  Statico:

Stratigrafia

Non certificata  Certificata

Esistenza pompa  Abbassamento (m)  con portata (l/s)

Relazione tecnica  Relazione tecnica

Note:

Fig. 3 - Example of the electronic interactive windows prepared to be used for the storage of rough well/drilling information. They allow constituting the stratigraphic and hydrogeologic database, that may be fully accessed, giving the possibility to carry out searches and selections of the data and to export them in a GIS compatible format. The main information stored refers to location, cartographic references, borehole typology and use, geographical coordinates and elevation, supplied water amount, aquifer succession, filter position, maximum depth of survey, borehole diameter, static and dynamic piezometric levels, stratigraphy, drawdown test, technical report.

- Esempio di una delle finestre elettroniche interattive predisposte per l'inserimento delle informazioni relative a pozzi/perforazioni. Tali finestre sono state utilizzate per costituire il database idrogeologico e stratigrafico, progettato per essere pienamente accessibile e per permettere di eseguire ricerche e selezione dei dati, nonché di esportarli in un formato compatibile con un software GIS.

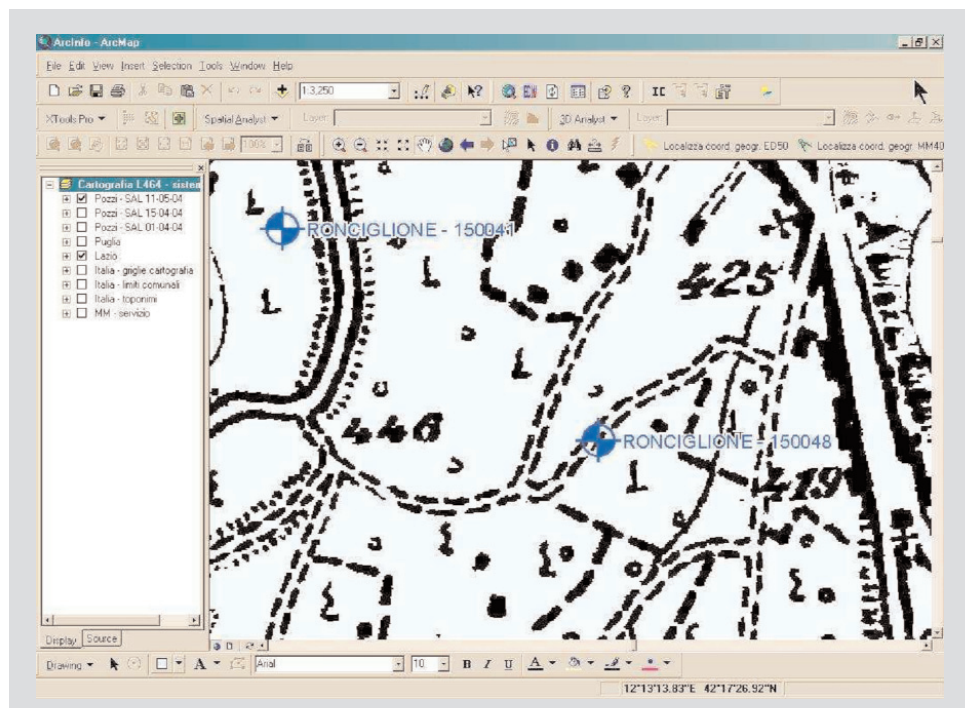


Fig. 4 - Data import in a GIS software (e.g. ESRI ArcGIS) allows realizing, as in this figure, the overlay of topographic maps and borehole information.

- L'importazione dei dati in un software GIS (e.g. ESRI ArcGIS) ha permesso di sovrapporre le informazioni relative a pozzi/perforazioni e la base topografica.

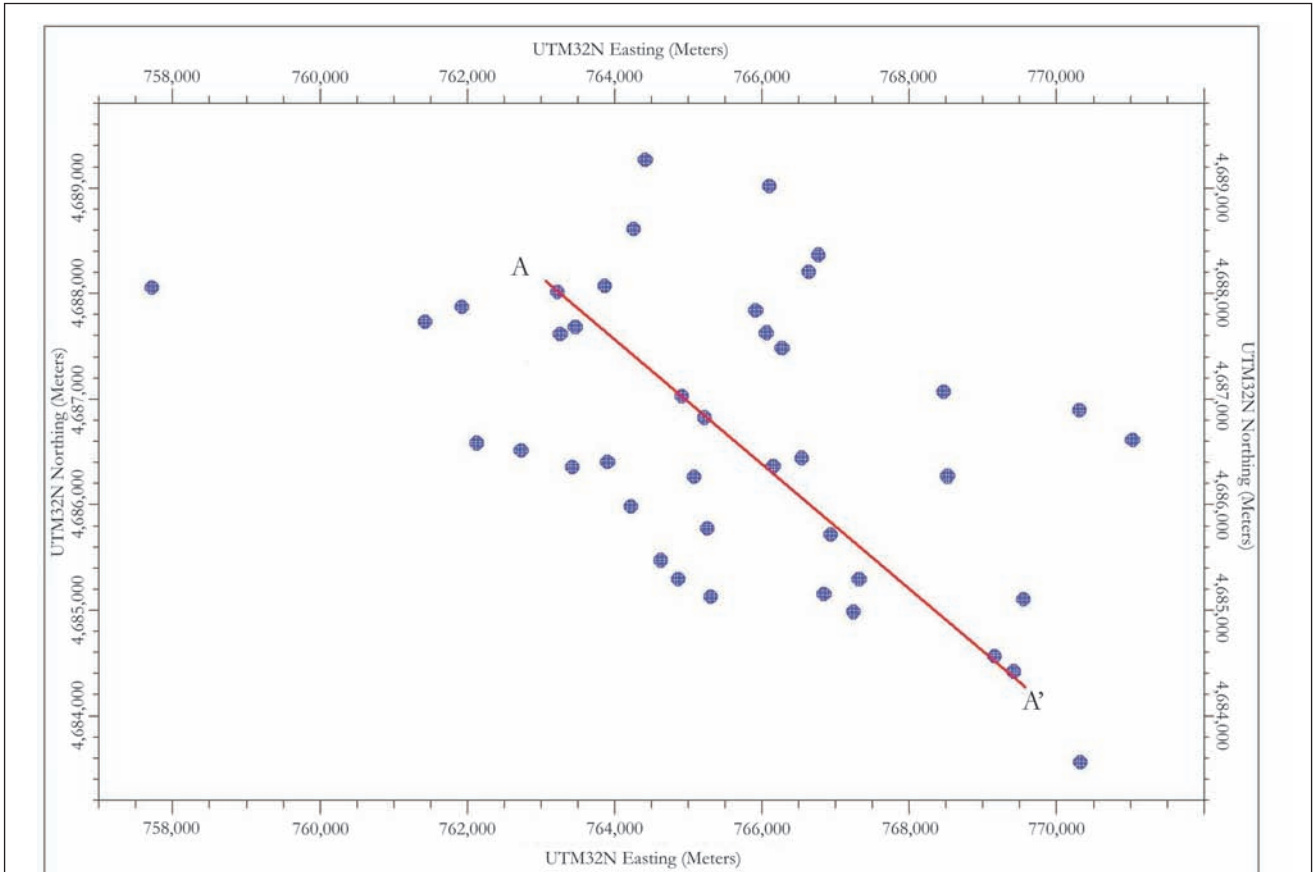


Fig. 5 - The use of a GIS software permits to trace significant cross-sections (see fig. 6) on borehole location maps.  
 - L'utilizzo di software GIS permette di selezionare e tracciare sezioni significative (vedi fig. 6) sulla carta dell'ubicazione di pozzi/perforazioni.

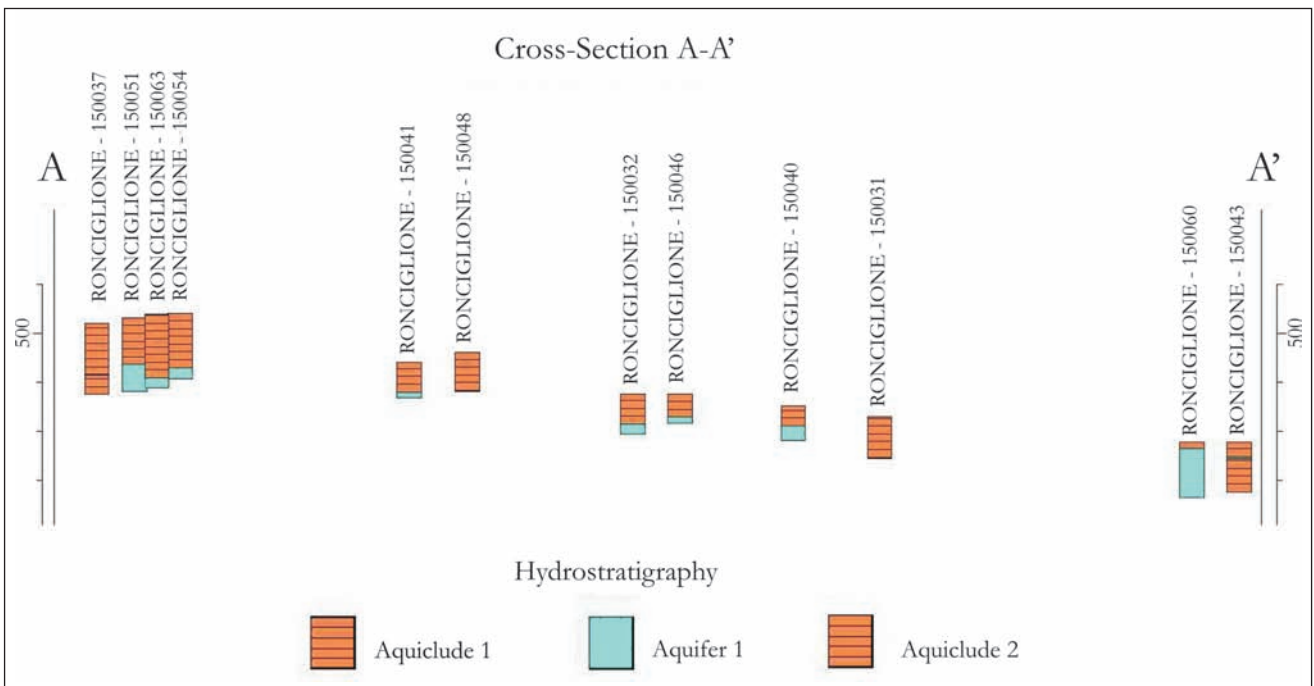


Fig. 6 - Two-dimensional vertical display of borehole strip logs projected onto the single cross-section A-A' of figure 5.  
 - Rappresentazione verticale bidimensionale, proiettata lungo la sezione A-A' di figura 5, della successione degli strati acquiferi di pozzi/perforazioni.

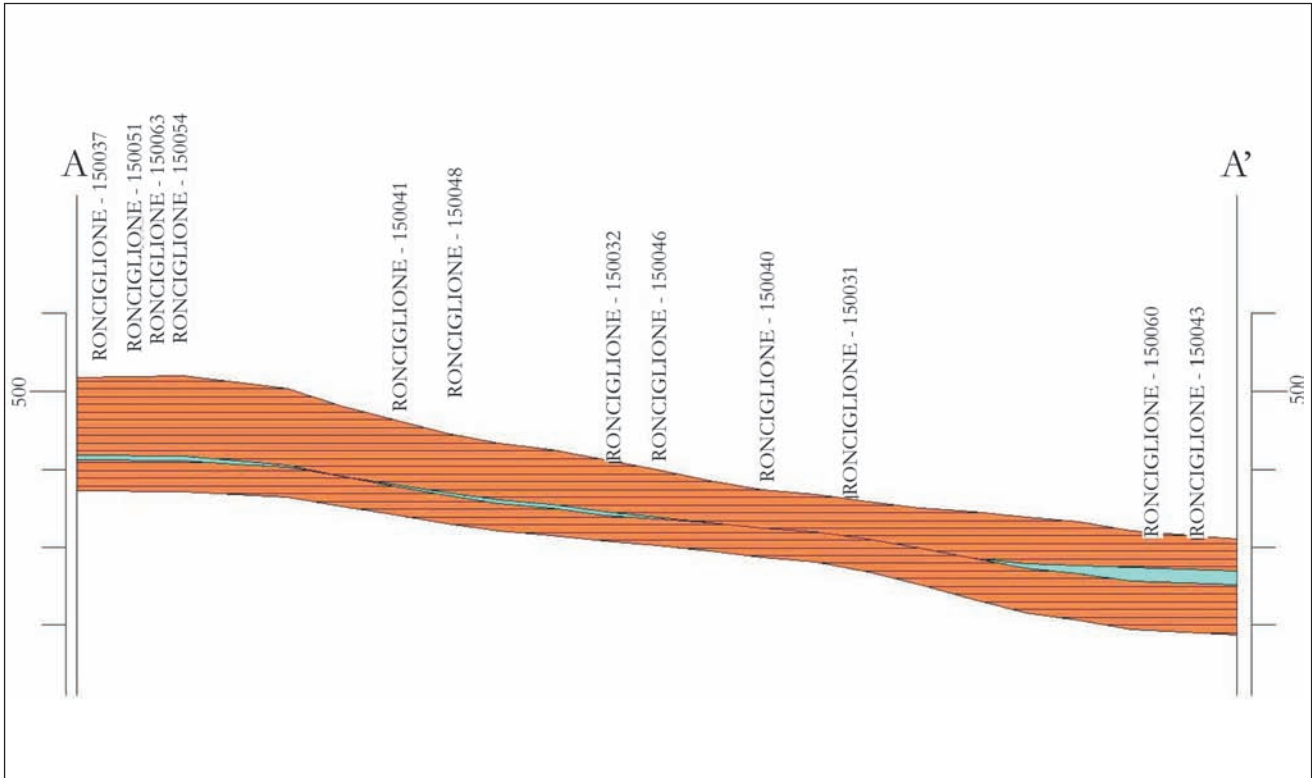


Fig. 7 - Two-dimensional computer vertical profile of a single aquifer layer drawn by interpolation of the data in figure 6.  
 - Sezione bidimensionale verticale, eseguita tramite computer, di un singolo strato acquifero tracciato mediante interpolazione dei dati di figura 6.

464/84 has been used to carry out a hydrogeologic study (CAPELLI, 2003). An example of the obtained products is the Hydrogeologic Map presented in figure 9.

In this area the volcanic, mainly pyroclastic deposits, together with the sedimentary sandy and/or conglomeratic formations constituting the bedrock, form a regional relevance aquifer. The study of the lithostratigraphic and hydrogeologic data allows to determinate the thickness of the regional volcanic aquifer and to realize a piezometric water level monitoring network constituted by about 100 wells. A piezometric map was elaborated and the groundwater flow directions and aquifer depths were defined.

The field measurement allows also to put in evidence, with respect to the measurements of the '80s (AMBROSI *et alii*, 1984; BONI *et alii*, 1986A, 1986B), a decreasing number of "linear" type springs in the stream beds, a decreasing of the average discharge values of the springs and a significant lowering (more than 9 m) of the water table position. This loss of the groundwater resource is due to both decreasing amount of rainfall and anthropic impact.

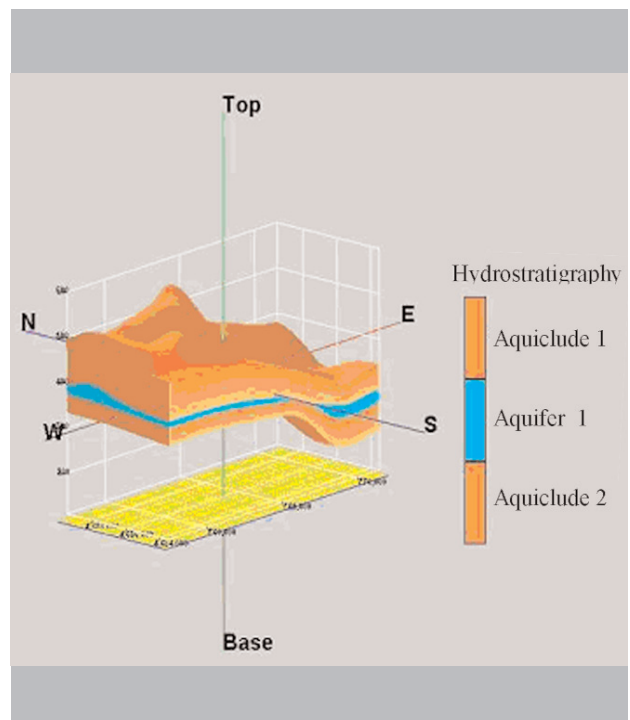


Fig. 8 - Three-dimensional diagram, obtained by interpolation of many two-dimensional vertical profiles, showing the reconstruction of a selected aquifer layer.  
 - Ricostruzione di uno strato acquifero selezionato su un diagramma tridimensionale ottenuto per interpolazione di varie sezioni verticali bidimensionali.

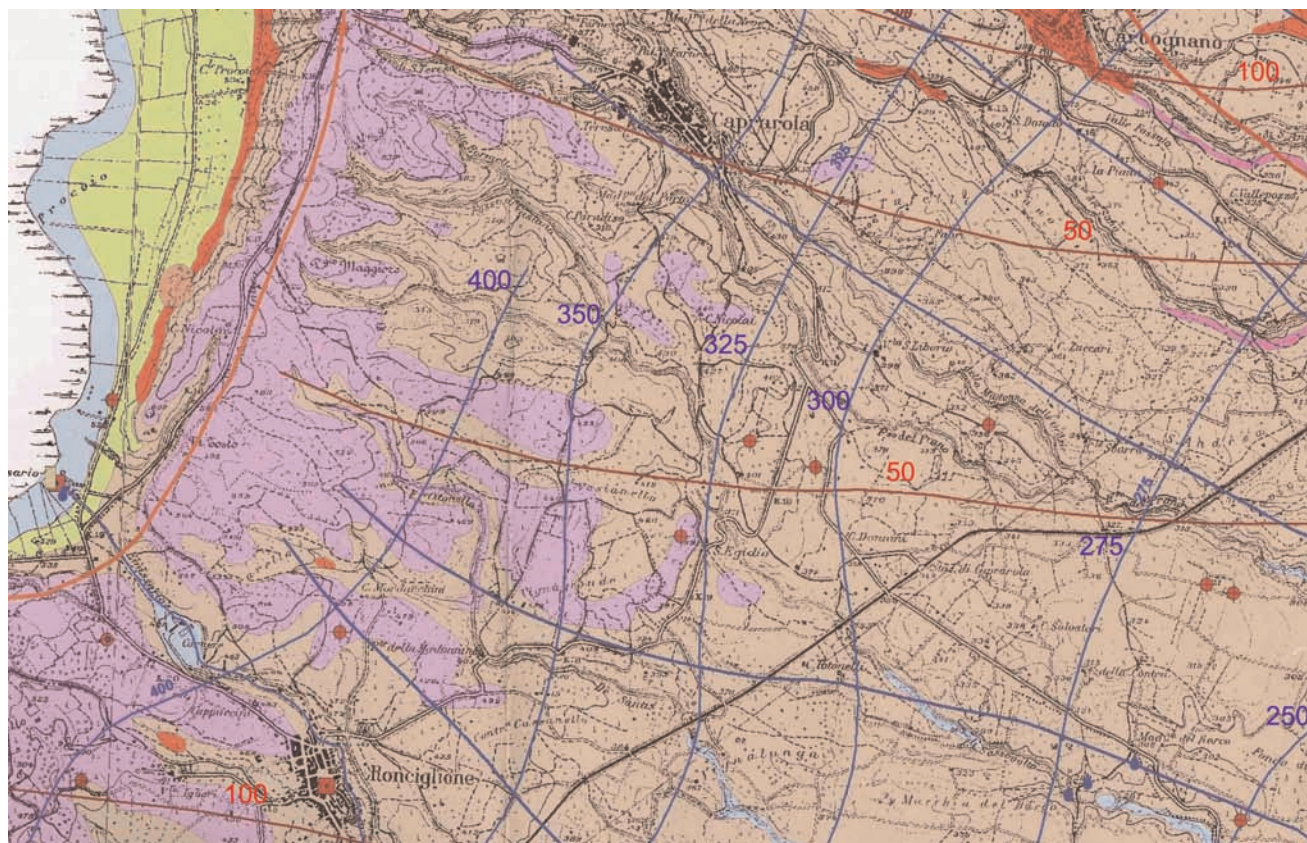


Fig. 9 - Selected portion of the hydrogeologic map (1:50,000 scale) of the Cimino Hills (CAPELLI, 2003). Isopotential lines (blue, SSW-NNE trend, elevation in m a.s.l.), flow direction axes (blue, WNW-ESE trend), bedrock isobaths (red, elevation in m a.s.l.) and well location (red circles) are shown. Hydrogeologic complexes: alluvial (blue); lacustrine clay (green); lava (red); hydromagmatic ash (violet); pyroclastic flows (brown).

- *Stralcio della carta idrogeologica (scala 1:50.000) dei Monti Cimino (CAPELLI, 2003). Sono state riportate le linee equipotenziali (blu, orientazione SSW-NNE, quota in m s.l.m.), gli assi delle direzioni di deflusso (blu, orientazione WNW-ESE), le isobate del basamento (rosso, quota in m s.l.m.) e le ubicazioni dei pozzi (cerchi rossi). Complessi idrogeologici: alluvionale (blu); delle argille lacustri (verde); delle lave (rosso); delle cineriti idromagmatiche (violetto); delle colate piroclastiche (bruno).*

## 5. - CONCLUSIONS

The remarkable results obtained in the first utilization of the Law N. 464/84 database encourages us to extend the research to other test sites for characterizing the main hydrogeological contexts and aquifer structures occurring in the national territory, namely carbonatic deposits and karst lands, alluvial and coastal plains, metamorphic, crystalline and volcanic complexes and turbiditic-arenaceous deposits, and, possibly, in wider areas, where a significant number of data may be available.

## REFERENCES

- ALVAREZ W. (1972) - *The Treia Valley north of Rome: volcanic stratigraphy, topographic evolution, and, geological influences on human settlement*. Geol. Rom., **11**, 153-176.
- AMBROSI U., BONO P., CAPELLI G., GOLETTI M. (1984) - *Carta idrogeologica della regione vulcano-sedimentaria del Lazio nord-occidentale e della Toscana meridionale p.p.*. Centro di Studi per la Geologia dell'Italia Centrale, CNR – Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Rome, Italy.
- BERTAGNINI A. & SBRANA A. (1986) - *Il vulcano di Vico: Stratigrafia del complesso vulcanico e sequenze eruttive delle formazioni piroclastiche*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 699-713.
- BONI C.F., BONO P. & CAPELLI G. (1986a) - *Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio (scala 1:250.000)*. Mem. Soc. Geol. It., **35**(2).
- BONI C. F., BONO P. & CAPELLI G. (1986b) - *Schema idrogeologico dell'Italia centrale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 991-1012.
- CAPELLI G. (2003) - *Guida al rilevamento e alla rappresentazione della Carta Idrogeologica d'Italia alla scala 1:50.000: Verifiche di applicabilità nel settore sud-orientale dei Monti Cimino*. Internal report, Geological Survey of Italy – University of “Roma Tre”/Geological Science Department, Rome, Italy.
- MATTIAS P.P. & VENTRIGLIA U. (1970) - *La Regione Vulcanica dei Monti Sabatini e Cimino*. Mem. Soc. Geol. It., **9**, 331-384.
- REPUBBLICA ITALIANA (1984) - *Legge 4 Agosto 1984 n.464. Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, **226**, 17/08/1984. IPZS, Roma, Italy.