

Regional Studies of the North Adriatic Basin Authority on the Aquifers of the Veneto-Friuli Plain

*Studi regionali dell'Autorità di Bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico
sugli acquiferi della pianura veneto-friulana*

CISOTTO A. (*), RUSCONI A. (*),
BARUFFI F. (*)

ABSTRACT - In order to plan necessary actions to protect and correctly use water resources, in the years 1998 and 1999 the North Adriatic Basin Authority accomplished two important regional studies on groundwater of the Brenta-Bacchiglione, Piave, Livenza, Tagliamento and Isonzo catchments.

These studies represent the basis for planning water resources at the basin scale and therefore involve the development of an adequate methodology that is described in this paper. The final results are synthesized in several thematic maps such as vulnerability maps, Quaternary isopach map, water table variation map.

KEY WORDS: Aquifers, Veneto-Friuli Plain, Hydrogeological Maps, GIS, Hydrogeological Database.

RIASSUNTO - Al fine di pianificare le azioni e gli interventi necessari per la salvaguardia delle risorse idriche, nonché per indirizzare correttamente l'uso e la gestione della risorsa, tra il 1998 e il 1999 l'Autorità di Bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico ha predisposto due importanti attività conoscitive a carattere regionale; esse hanno avuto lo scopo di raccogliere gli studi sino ad allora effettuati sulle acque sotterranee, farne un'analisi critica e riportare su apposita cartografia le conoscenze disponibili riguardanti i bacini idrografici dei fiumi Brenta-Bacchiglione, Piave, Livenza, Tagliamento e Isonzo.

Per ovvi motivi di carattere idrogeologico, l'ambito

territoriale di questi due studi non è limitato ai "limiti amministrativi" dell'Autorità di Bacino, ma sono state investigate anche le porzioni di pianura esterne alle delimitazioni ufficiali dei bacini idrografici nazionali (Legge 183/89). In tal modo questi studi interessano omogeneamente gli acquiferi della pianura veneto-friulana che vanno dal bacino dell'Adige (ad ovest) fino al confine con la Repubblica Slovenia (ad est). Attualmente ciò rappresenta, nel suo insieme, lo studio idrogeologico a carattere regionale più aggiornato sulla porzione nord-orientale della pianura padana.

Le finalità pianificatorie di questi lavori hanno comportato necessariamente lo sviluppo di una adeguata metodologia di studio che in questo articolo viene analizzata nei suoi passaggi fondamentali. I risultati ottenuti sono sintetizzati in numerose carte tematiche, quali ad esempio carte della vulnerabilità, dello spessore del Quaternario, delle isopache dell'insaturo, delle variazioni freatiche, ecc., di cui si analizzano la tipologia e le caratteristiche.

In sintesi, i risultati ottenuti rappresentano un indispensabile punto di partenza per successivi studi di approfondimento, sia di carattere generale che particolare, e per azioni pianificatorie che verranno intraprese nei riguardi di questi acquiferi che racchiudono una così importante e strategica risorsa.

PAROLE CHIAVE: Acquiferi, Pianura veneto-friulana, Carte idrogeologiche, GIS, Anche dati idrogeologiche.

1. - INTRODUCTION

According to the Law No. 183 of May 1989 concerning the reorganization of soil protection the task of the National Basin Authorities is to carry out protection and planning activities with regards to water resources and river floods. The territory under the competence of the North Adriatic Basin Authority is the north-eastern portion of Italy and consists of five watersheds: Brenta-Bacchiglione, Piave, Livenza, Tagliamento and Isonzo (fig. 1, 2).

In the years 1998 and 1999 the North Adriatic Basin Authority predisposed two important regional studies of groundwater resources of the Brenta-Bacchiglione, Piave, Livenza, Tagliamento and Isonzo catchments, in collaboration with the National Research Council of Venice and the Geology Department of the University of Trieste. For obvious hydrogeologic reasons these studies, aimed to the planning of the necessary actions in order to protect and correctly use water resources, were also extended to the contiguous territories.

2. - HYDROGEOLOGICAL FRAMEWORK

The piedmont zone between the Alps and the North Adriatic Sea is an alluvial plain built up by glacio-fluvial and fluvial deposits of Late Pleistocene-Holocene age. The continuous, gently southward sloping surface is the expression of large, low-gradient and laterally connected alluvial fans (DAL PRÀ *et alii*, 1978) that extend from the Alpine river outlets in the alluvial plain to the initiation of the Low Plain (fig. 3).

In the piedmont belt, the undifferentiated gravelly deposits host a laterally continuous single aquifer (DAL PRÀ & ANTONELLI, 1979). This is a thick aquifer, intensely exploited for drinkable uses (DAL PRÀ & ANTONELLI, 1977).

Southwards the water table gets closer to the topographic surface and at a distance of 10-40 km water springs up along a continuous resurgence belt, named *fascia delle risorgive*, corresponding to the High Plain-Low Plain transition (DAL PRÀ *et alii*, 1989). In the Low Plain the gravelly alluvial deposits

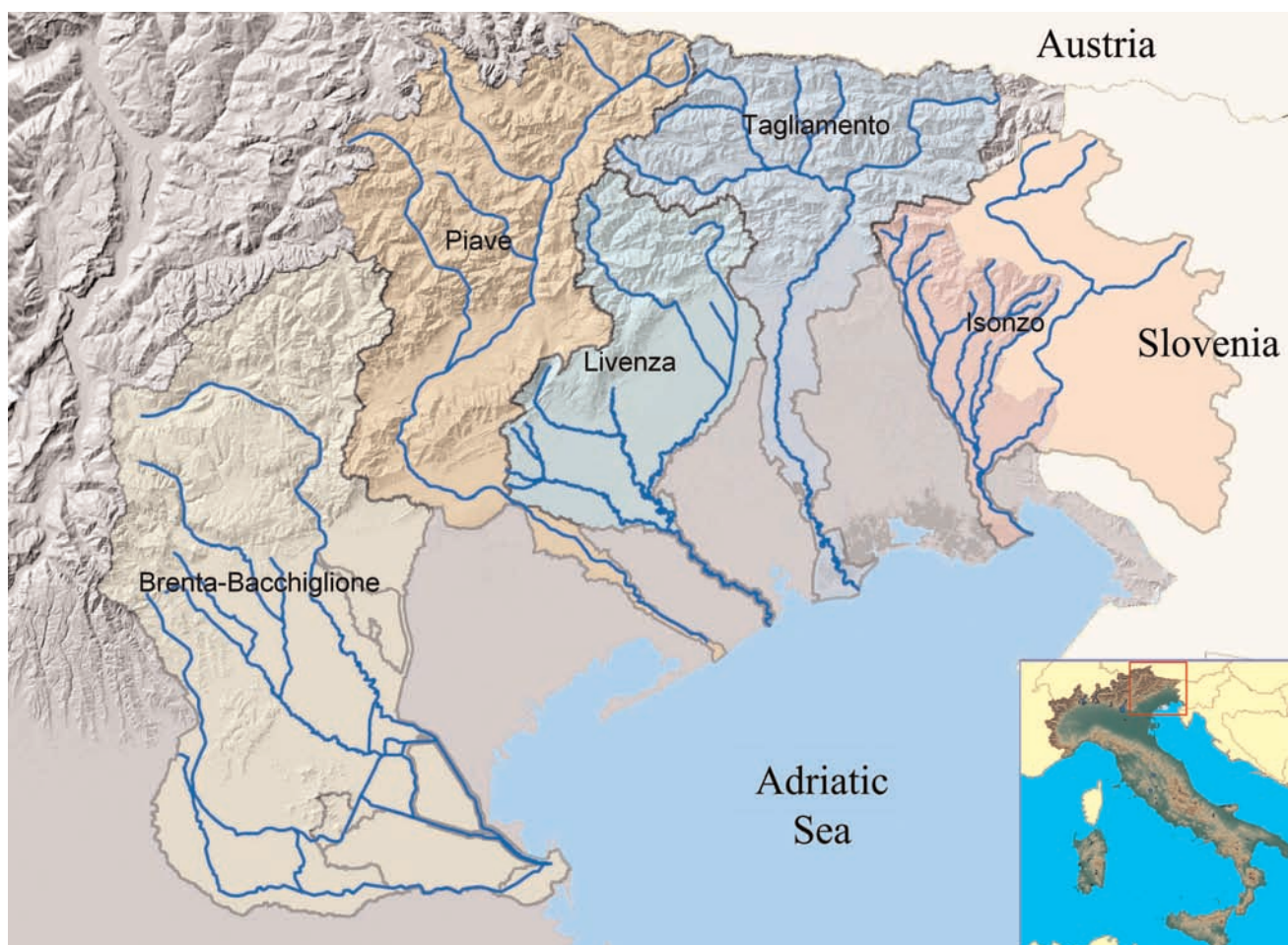


Fig. 1 - River basins ruled by the North Adriatic Basin Authority. - *Bacini idrografici di competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico.*

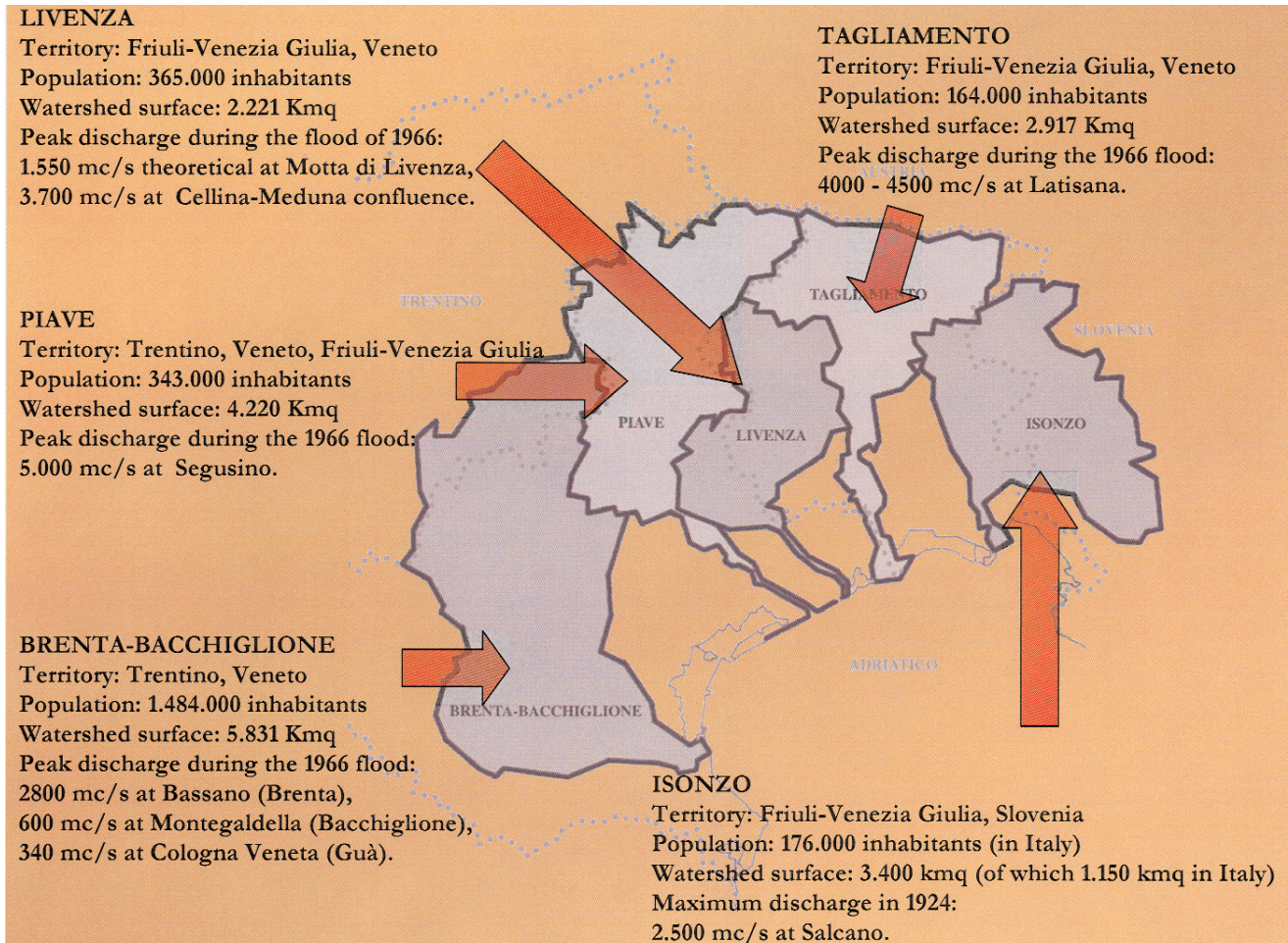


Fig. 2 - Basic data on hydrographic basins and runoff. - *Principali dati riferiti ai cinque bacini idrografici e dati di portata di piena.*

are confined by fine-grained low-permeability deposits so that a multi-layer system can develop (MARTELLI & GRANATI, 2006). This system is composed of a shallow phreatic aquifer (not always existent) and several confined aquifers, some of them artesian (fig. 3). In sandy deposits the latter are relatively poorly pressurized.

3. - DEVELOPMENT OF THE STUDIES

For planning purposes, the research work was carried out following an adequate three-step methodology.

In the first step the basic knowledge on groundwater resources was obtained. More than 1000 scientific and technical papers were collected and all the available datasets (precipitation, temperature, piezometry, etc.) were acquired (e.g. STEFANINI & CUCCHI, 1976, 1977, 1978). On this basis the hydrogeological models were created and the main hydrogeological complexes outlined.

In the second step the natural and anthropic

causes of the water table lowering and the related environmental and economical effects were assessed.

In the third step the urgent measures to be adopted for the protection of groundwater resources were pointed out. For instance, the studies carried out indicated a strong water-table lowering in the aquifer of the Brenta alluvial fan (fig. 4); they also indicated a human cause represented by: changes of the riverbed course due to gravel mining, groundwater drainage by abandoned gravel quarries, and intensive well pumping.

The final results of the set of regional studies (tab. 1) were synthesized in several thematic maps (e.g. vulnerability, CIVITA & DE MAIO, 1997) that are listed in tables 2 and 3. These analyses were carried out with the same methodology all over the plain between the Adige River and the Italy-Slovenia border and at present they represent the most updated regional hydrogeologic appraisal of the veneto-friuli plain. In fulfilment of these regional studies the North Adriatic Basin Authority issued measures for the quantitative protection of ground water resources.

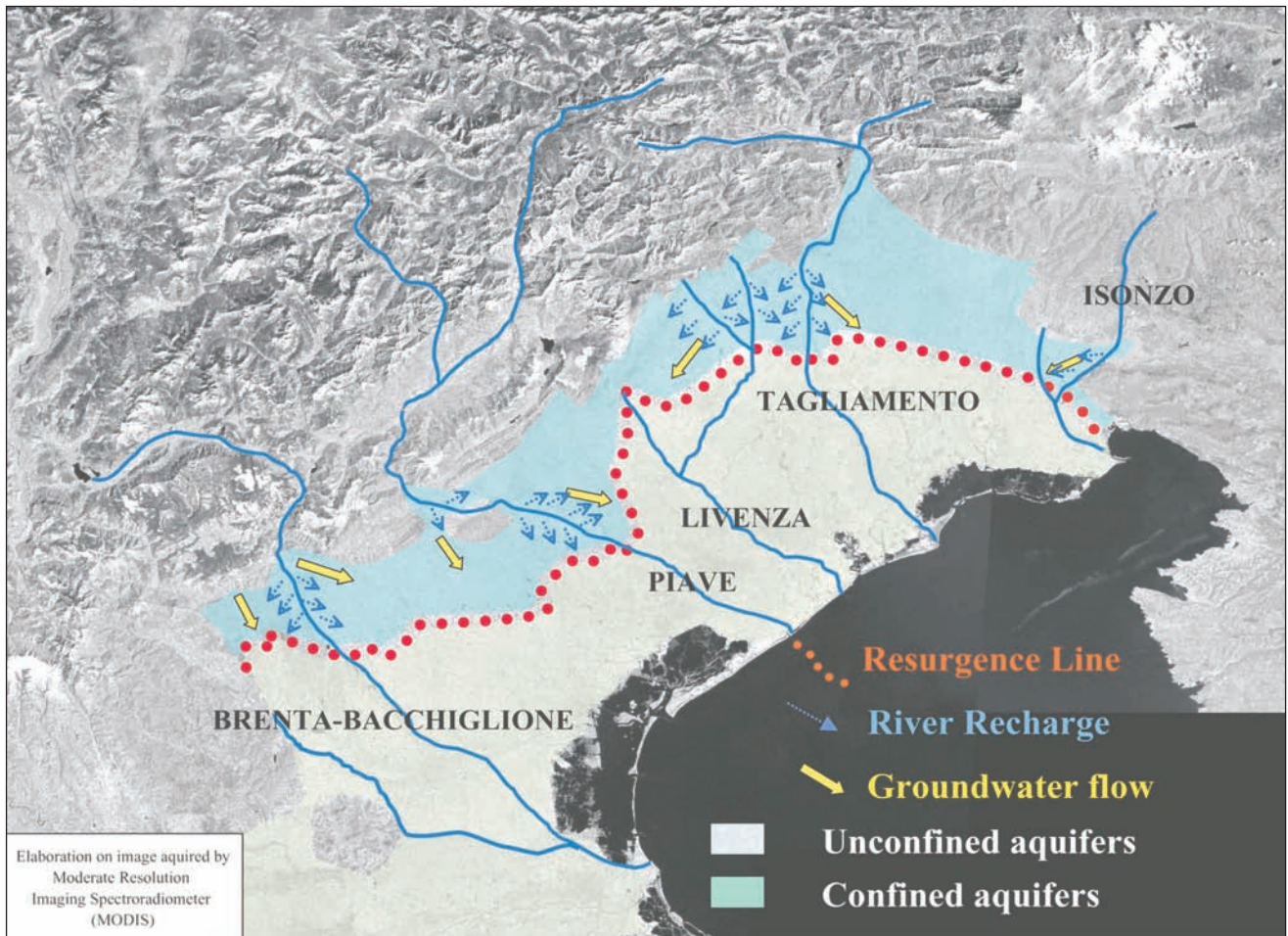


Fig. 3 - Hydrogeologic sketch map of the Veneto-Friuli alluvial plain. - *Schema idrogeologico della pianura veneto-friulana.*

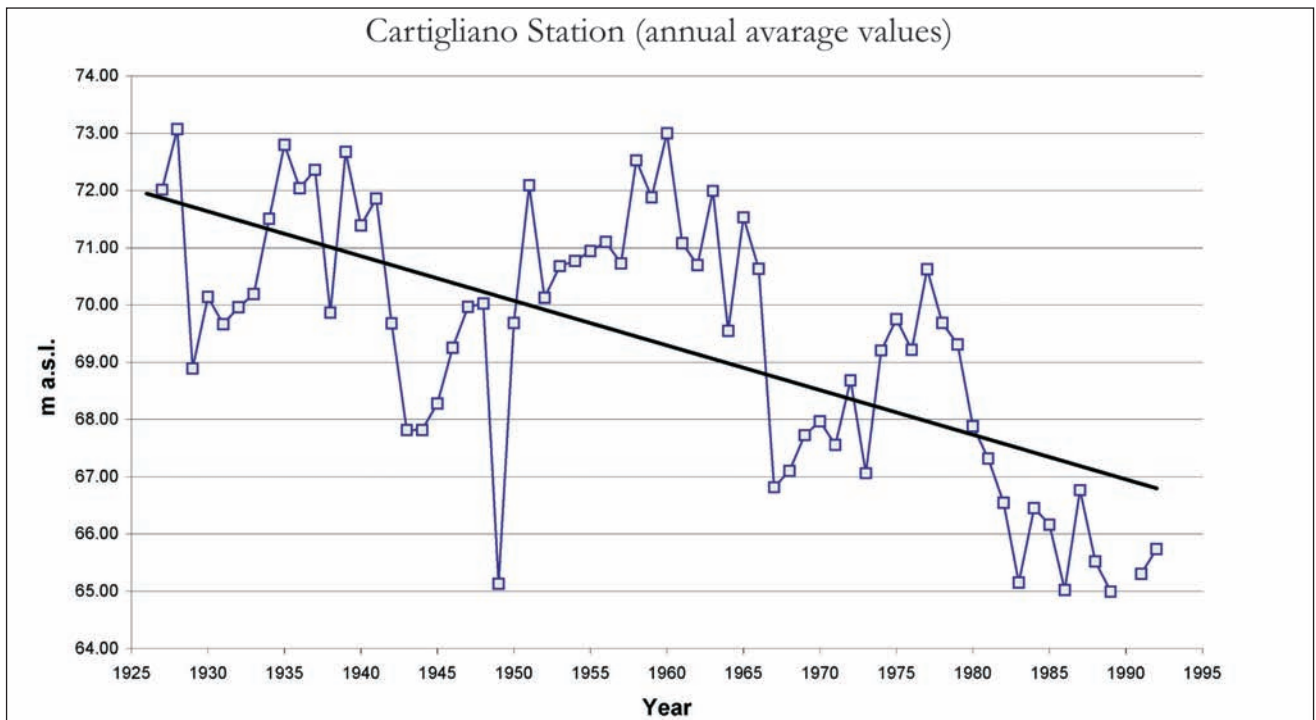


Fig. 4 - Water table lowering in the Brenta alluvial fan from long period monitoring (1927-1993). - *Abbassamento del livello freatico registrato nel lungo periodo (1927-1993) in una stazione di monitoraggio nel conoide del fiume Brenta.*

Tab. 1 - *Regional studies on water resources by the North Adriatic Basin Authority in the years 1993-2004.*
 - Studi elaborati dell'Autorità di Bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico sulle risorse idriche tra il 1993 ed il 2004.

1993 -	Studio generale sulla corretta gestione delle risorse idriche
1994 -	Studi finalizzati alla redazione del Piano di Bacino del Fiume Brenta-Bacchiglione – Sistema delle utilizzazioni (volumes 1-4)
1994 -	Studi finalizzati alla redazione del Piano di Bacino del Fiume Piave – Studio delle Risorse Idriche: aspetti qualitativi (volumes 1-3)
1995 -	Studi finalizzati alla redazione del Piano di Bacino del Fiume Tagliamento – Risorse Idriche (volumes 1-7)
1996 -	Studi finalizzati alla redazione del Piano di Bacino del Fiume Piave – II programma di studi – Risorse Idriche (volumes 1-6)
1999 -	Salvaguardia del patrimonio idrico sotterraneo del Veneto
1999 -	Modello idrogeologico delle zone montane e di pianura dei bacini dei Fiumi Isonzo, Tagliamento e Livenza
1999 -	Studi finalizzati alla redazione del Piano di Bacino del Fiume Brenta-Bacchiglione – Risorse Idriche – II Programma di Studi (volumes 1-2)
2004 -	Caratteristiche idrogeologiche del conoide del Torrente Meduna

Tab. 2 - *Thematic maps of the plain between the Adige and Piave Rivers annexed to the Basin Authority studies.*
 - Carte tematiche contenute negli studi dell'Autorità di Bacino relative alla pianura compresa tra i fiumi Adige e Piave.

Map	Scale	E-Format
Soil infiltrability	1:250.000/1:500.000	raster
Permeability	1:250.000	raster
Surface deposits texture	1:250.000	raster
Quaternary isopach	1:250.000/1:500.000	raster
Water table contour variation	1:200.000	raster
Unsaturated isopach	1:100.000	raster
Main springs	1:25.000 / 1:250.000	raster
Resurgences	1:200.000	raster
Paleo-river-channels	1:200.000	raster
Vulnerability (CNR-GNDCI and Drastic method)	1:500.000	raster

Tab. 3 - *Thematic maps of the plain between the Piave and Isonzo Rivers annexed to the Basin Authority studies.*
 - Carte tematiche contenute negli studi dell'Autorità di Bacino relative alla pianura compresa tra i fiumi Piave e Isonzo.

Map	Scale	E-Format
Geolithologic	1:50.000	vector
Permeability	1:50.000	vector
Quaternary isopach	1:100.000	vector
Water table variation	1:100.000	vector
Unsaturated zone isopach	1:100.000	vector
Unsaturated zone variation	1:100.000	vector
Vulnerability (SINTACS method)	1:100.000	vector
Hydrogeologic cross-sections		

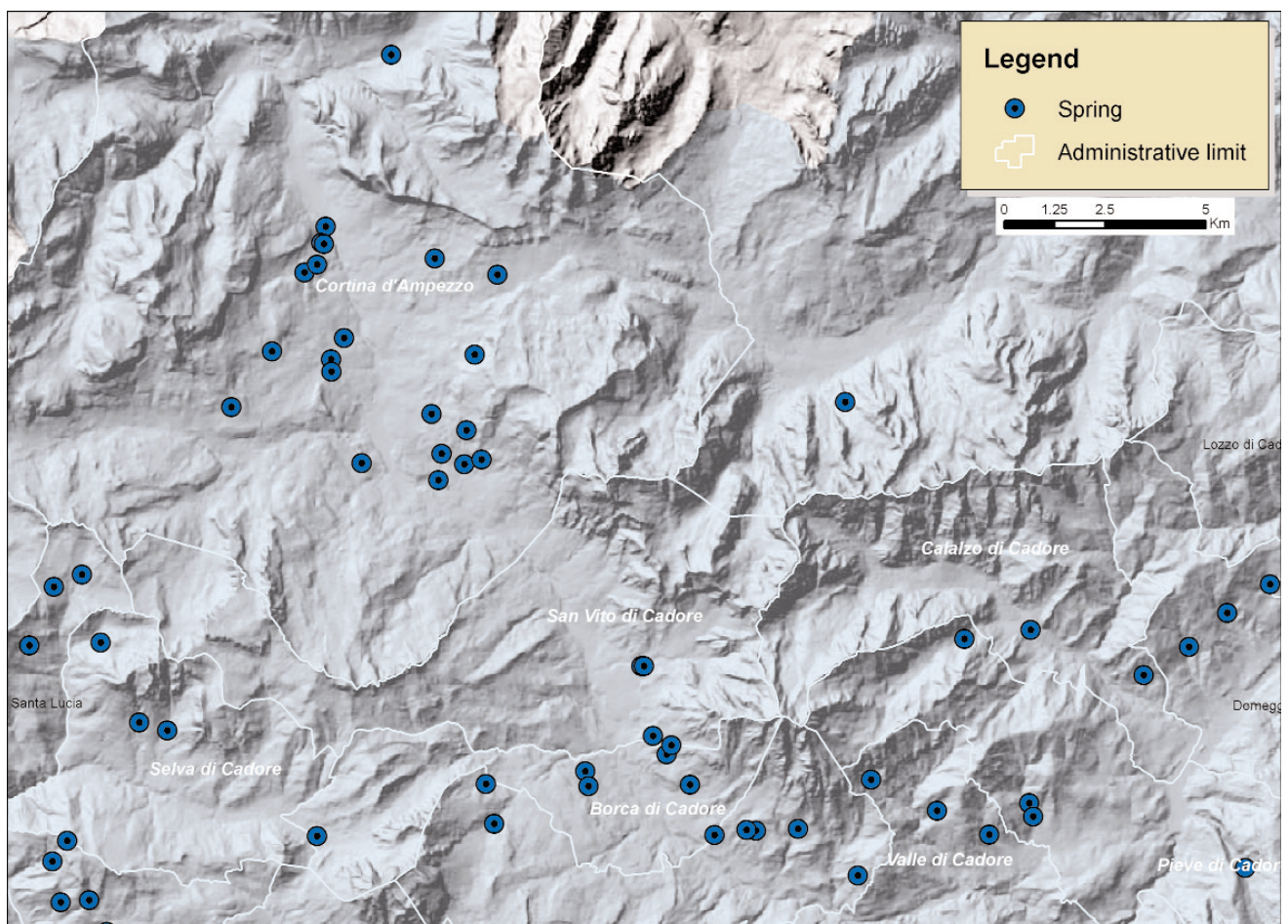


Fig. 5 - Example of GIS visualization of the spring database.
 - Esempio di rappresentazione GIS del database delle sorgenti.

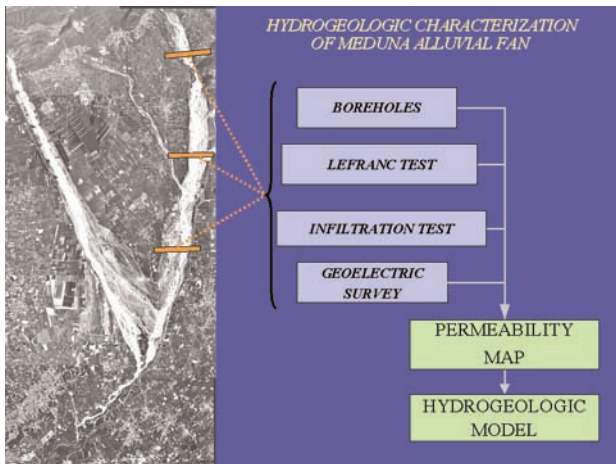


Fig. 6 - The Meduna alluvial fan and the categories of data acquired to create the hydrogeologic model.

- Tipologia di dati acquisiti per elaborare il modello idrogeologico della conoide del Torrente Meduna.

4. - GUIDELINES FOR FUTURE WORK

The existing data represent the starting point for the application of a GIS technology on ground water resources. The GIS work initiated with the creation of a database of springs and wells (fig. 5).

With respect to the hydraulic defence, the North Adriatic Basin Authority has arranged a study to detail the hydrogeological characteristics of the Meduna alluvial fan (fig. 6). In order to proceed with the hydraulic protection plan of the Livenza basin and the hydraulic defence of the city of Pordenone it is necessary to calculate the loss of water of the Meduna Torrent during floods in order to correctly dimension the protection structural interventions. Lots of new data were acquired by means of direct and indirect methods such as boreholes, Lefranc and infiltration tests, groundwater flow direction measures and geoelectrical surveys.

5. - CONCLUSION

The methodologically consistent regional studies here presented, which also comprise territories external to the administrative limits of the Basin Authority, today represent the most advanced and updated hydrogeologic study of the veneto-friuli plain.

These studies constitute the indispensable starting point for future detailed analyses and planning actions to be undertaken on such a strategic resource like groundwater of the veneto-friuli plain.

REFERENCES

- CIVITA M. & DE MAIO M. (1997) - *Sintacs*. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Pitagora Editrice Bologna, n. 60, pp. 191, Bologna.
- DAL PRÀ A. & ANTONELLI R. (1977) - *Ricerche idrogeologiche e litostratigrafiche nell'alta pianura alluvionale del fiume Adige*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, C.N.R., **34** (5): 107-123, Roma.
- DAL PRÀ A. & ANTONELLI R. (1979) - *Ricerche idrogeologiche sulle falde di subalveo di alcuni fiumi veneti e friulani*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, CNR, **34** (11): 265-280, Roma.
- DAL PRÀ A., ANTONELLI R., CECCARELLI A., STEFANINI S. & CUCCHI F. (1978) - *Settore nord-orientale della Pianura Padana: la pianura veneta e friulana*. In: *Lineamenti idrogeologici della pianura padana*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, C.N.R., **28** (II): 48-56, Roma.
- DAL PRÀ A., FABBRI P. & BELLENGHI G. (1989) - *Esempi di sfruttamento delle falde artesiane nella media pianura veneta in aree non servite da acquedotti pubblici. Modalità di utilizzazione, quantità dei prelievi, vantaggi ed effetti negativi*. Mem. Sc. Geol., **41**: 115-130, 18 figg., Padova.
- MARTELLI G. & GRANATI C. (2006) - *Lithostratigraphical and Hydrogeological Characteristics of the Aquifers of the Low Friuli Plain and Sustainability of Groundwater Extractions*. This volume.
- STEFANINI S. & CUCCHI F. (1976) - *Gli acquiferi nel sottosuolo della Provincia di Gorizia (Friuli-Venezia Giulia)*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, C.N.R., **28** (13): 351-366, Roma.
- STEFANINI S. & CUCCHI F. (1977) - *Gli acquiferi del sottosuolo della Provincia di Udine (Friuli Venezia Giulia)*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, C.N.R., **34** (6): 131-147, Roma.
- STEFANINI S. & CUCCHI F. (1978) - *Gli acquiferi del sottosuolo della pianura veneta fra i fiumi Piave e Tagliamento*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, C.N.R., **34** (12): 287-299, Roma.