





**ISPR A**

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

**SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA**



**QUADERNI serie III**

**Volume 14**

**CARTA IDROGEOLOGICA D'ITALIA – 1:50.000**  
*HYDROGEOLOGICAL MAP OF ITALY - 1:50.000 SCALE*

**NUOVE LINEE GUIDA AL RILEVAMENTO  
E ALLA RAPPRESENTAZIONE  
DELLA CARTA IDROGEOLOGICA D'ITALIA**  
*NEW GUIDELINES TO SURVEY AND MAPPING  
FOR THE HYDROGEOLOGICAL MAP OF ITALY*

**MODIFICHE ED INTEGRAZIONI AL  
QUADERNO N. 5/1995**  
*MODIFICATIONS AND INTEGRATIONS TO  
QUADERNO N. 5/1995*

*a cura di*

Lucio MARTARELLI, Anna Rosa SCALISE

ROMA 2018

## QUADERNI SERIE III

1. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento.
2. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida alla rappresentazione cartografica.
3. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida all'informatizzazione.
4. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento.
5. Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento e alla rappresentazione.
6. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Banca dati geologici (linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati).
7. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Catalogo delle Formazioni.
  - Fascicolo I - Unità validate.
  - Fascicolo II - Unità non validate (Unità da abbandonare e/o da riclassificare).
  - Fascicolo III - Unità validate.
  - Fascicolo IV - Unità non validate (Unità da abbandonare e/o da riclassificare).
  - Fascicolo V - Unità validate.
  - Fascicolo VI - Unità tradizionali (1).
  - Fascicolo VII - Unità tradizionali (2).
8. Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000. Guida al rilevamento.
9. Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica.
10. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica.
11. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Guida all'uso del Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche.
12. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.
  - Fascicolo I - Modifiche ed integrazioni ai Quaderni N. 2/1996 e N. 6/1997.
  - Fascicolo II - Progetto CARG: Linee guida per il rilevamento geologico, la cartografia e l'informatizzazione dei dati delle aree marine.
  - Fascicolo III - Modifiche ed integrazioni al Quaderno N. 1/1992.

Il rilevamento della nuova Carta Geologica d'Italia e delle carte geotematiche necessita degli strumenti normativi idonei a garantirne l'omogeneità dei contenuti e della rappresentazione; la definizione delle norme discende naturalmente dall'applicazione di *linee guida* frutto dell'attività di Commissioni e Gruppi di Lavoro. Questa collana si propone come veicolo per lo scambio di opinioni e lo sviluppo delle tematiche trattate, intendendo favorire il dibattito fra gli operatori coinvolti nel progetto Carta Geologica mediante la stampa delle linee guida e delle norme per il rilevamento, la rappresentazione dei dati e l'informatizzazione dei prodotti, nonché - ove fosse ritenuto necessario - delle loro modifiche e/o integrazioni in corso d'uso.

*Direttore Responsabile:* Claudio CAMPOBASSO

---

REDAZIONE a cura del Servizio Geologia Strutturale e Marina, rilevamento e Cartografia Geologica

*Dirigente:* Fabrizio GALLUZZO

*Capo Settore Cartografia:* Maria Luisa Vatovec

Responsabile del Progetto CARG

Fabrizio GALLUZZO

## INDICE / INDEX

PREMESSA/FOREWORDS.....	5
1. - INTRODUZIONE/INTRODUCTION.....	8
2. - SPECIFICHE TECNICHE PER IL RILEVAMENTO DI CAMPAGNA/TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR FIELD SURVEY.....	9
2.1. - ASPETTI GENERALI/GENERAL ASPECTS.....	9
2.2. - CENSIMENTO DEI DATI IDROGEOLOGICI/HYDROGEOLOGICAL DATA CENSUS.....	11
2.3. - IDROLOGIA DI SUPERFICIE/SURFACE HYDROLOGY.....	13
2.4. - IDROLOGIA SOTTERRANEA/GROUNDWATER HYDROLOGY.....	15
2.5. - CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI/AQUIFER FEATURES.....	16
2.6. - CARATTERISTICHE IDRODINAMICHE/HYDRODYNAMIC FEATURES.....	17
2.7. - CARATTERISTICHE IDROCHIMICHE/HYDROCHEMICAL FEATURES.....	18
2.8. - COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE E/O DELLA TRASMISSIVITÀ/HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES BASED ON EFFECTIVE INFILTRATION AND/OR TRANSMISSIVITY.....	19
3. - ORGANIZZAZIONE DELLA LEGENDA, DELLA CARTA E DELLE NOTE ILLUSTRATIVE/LEGEND, MAP AND EXPLANATORY NOTES ORGANIZATION.....	20
3.1. - IDROLOGIA DI SUPERFICIE/SURFACE HYDROLOGY.....	20
3.2. - IDROLOGIA SOTTERRANEA/GROUNDWATER HYDROLOGY.....	21
3.3. - COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DEL LORO GRADO DI PERMEABILITÀ RELATIVA/HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES BASED ON RELATIVE PERMEABILITY DEGREE.....	22
3.4. - OPERE ARTIFICIALI/ARTIFICIAL WORKS.....	25
3.5. - AREE CARSICHE/KARST AREAS.....	25
3.6. - SIMBOLI LITOLOGICI/LITHOLOGICAL SYMBOLS.....	25
3.7. - LIMITI RELATIVI ALLA CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA/HYDROGEOLOGICAL BOUNDARIES.....	25
3.8. - COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE E/O DELLA TRASMISSIVITÀ/HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES BASED ON EFFECTIVE INFILTRATION AND/OR TRANSMISSIVITY.....	26
3.9. - ASPETTO GENERALE DELLA CARTA IDROGEOLOGICA/GENERAL ASPECTS OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP.....	27
3.10. - SEZIONI IDROGEOLOGICHE VERTICALI/HYDROGEOLOGICAL VERTICAL CROSS-SECTIONS.....	29
3.11. - NOTE ILLUSTRATIVE/EXPLANATORY NOTES.....	30
3.12. - SIMBOLOGIA IDROGEOLOGICA/HYDROGEOLOGICAL SYMBOLOLOGY.....	32
BIBLIOGRAFIA TEMATICA ESSENZIALE/SELECTED REFERENCES.....	33
APPENDICE/APPENDIX	
Appendice 1/Appendix 1 - PROPOSTE PER LA LEGENDA DEI SIMBOLI/SYMBOL LEGEND PROPOSALS	
1. - TAVOLA A – IDROLOGIA DI SUPERFICIE/TABLE A - SURFACE HYDROLOGY.....	37
2. - TAVOLA B – IDROLOGIA SOTTERRANEA/TABLE B - GROUNDWATER HYDROLOGY.....	41
3. - TAVOLA C – COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DEL LORO GRADO DI PERMEABILITÀ RELATIVA/TABLE C – HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES BASED ON OF THEIR RELATIVE PERMEABILITY DEGREE.....	47
4. - TAVOLA D – OPERE ARTIFICIALI/TABLE D – ARTIFICIAL WORKS.....	48
5. - TAVOLA E – AREE CARSICHE/TABLE E –KARST AREAS.....	50
6. - TAVOLA F – SIMBOLI LITOLOGICI/TABLE F – LITHOLOGICAL SYMBOLS.....	51
7. - TAVOLA G – LIMITI RELATIVI ALLA CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA/TABLE G – HYDROGEOLOGICAL BOUNDARIES.....	53
8. - TAVOLA H – COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE E/O DELLA TRASMISSIVITÀ/TABLE H – HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES BASED ON OF THEIR EFFECTIVE INFILTRATION AND/OR TRANSMISSIVITY.....	54
Appendice 2 - SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DEI POZZI (Schede 1, 2 e 3)/Appendix 2 -FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF WELLS (FORMS 1, 2 AND 3).....	58
Appendice 3 - SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DELLE SORGENTI (Schede 4 e 5)/Appendix 3 - FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF SPRINGS (FORMS 4 AND 5).....	64
Appendice 4 - SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DEI CORSI D'ACQUA (Schede 6, 7 e 8)/Appendix 4 - FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF STREAMS (FORMS 6, 7 AND 8).....	68

## PREMESSA

La cartografia geotematica idrogeologica rappresenta un importante elemento conoscitivo di base e costituisce lo strumento tecnico-scientifico di riferimento per le attività finalizzate alla tutela e alla corretta gestione delle risorse idriche sotterranee. La realizzazione della cartografia idrogeologica non può prescindere da linee guida che ne garantiscano l'omogeneità dei contenuti e della rappresentazione. Le prime linee guida per la Cartografia Idrogeologica d'Italia sono state pubblicate nel 1985 nei Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, "Norme per la cartografia idrogeologica e del rischio geologico". Gli Autori (JACOBACCI *et alii*, 1985) proposti dal Comitato Geologico per la redazione delle stesse elaborano la legenda in modo che nella documentazione cartografica risultino chiaramente gli aspetti idrogeologici che maggiormente caratterizzano il territorio: ruscellamento, infiltrazione, percolazione ed emergenza, delimitando quindi le aree dove prevale l'infiltrazione e quindi la ricarica degli acquiferi dalle aree dove dominano il ruscellamento di superficie e l'emergenza delle acque sotterranee. Era quindi prevista la distinzione degli affioramenti in aree dove dominano i processi di infiltrazione efficace e di trasmissività. Il Foglio idrogeologico alla scala 1:50.000 "Anagni" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1993) è stato redatto secondo i dettami di tali "Norme".

Un nuovo strumento di indirizzo per il rilevamento e per la rappresentazione cartografica idrogeologica trova espressione nelle "Norme" per "La Carta idrogeologica d'Italia - scala 1:50.000. Guida al rilevamento e alla rappresentazione" pubblicate sul Quaderno SGN n.5 serie III (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1995). Le stesse sono frutto di una revisione delle precedenti (JACOBACCI *et alii*, 1985) che il Servizio Geologico d'Italia esegue nel 1989 per l'avvio del progetto CARG, in riferimento ai compiti istituzionali previsti dalla legge N.183/89 per la difesa del suolo. A tal fine viene istituito un Gruppo di Lavoro al quale parteciparono tecnici del Servizio Geologico d'Italia ed esperti di settore che concordarono sulla necessità di rappresentare cartograficamente gli affioramenti non più in funzione dell'infiltrazione efficace e della trasmissività, come prevedevano le Norme precedenti, ma in funzione della permeabilità relativa. La scelta era stata dettata dall'esigenza di poter realizzare una cartografia omogenea a livello nazionale e utilizzabile in sede operativa come strumento conoscitivo per la corretta gestione e tutela delle risorse idriche.

Per le suddette linee guida per la cartografia idrogeologica d'Italia erano state anche consultate le specifiche generali dell'*International Legend for Hydrogeological Maps*, a piccola scala (e.g., KARREBERG *et alii*, 1974; IAH *et alii*, 1983; STRUCKMEIER & MARGAT, 1995), sebbene siano poi stati adottati criteri finalizzati ad una scala di rappresentazione di maggior dettaglio ed alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche peculiari del territorio italiano.

Nel 2001 il Servizio Geologico d'Italia promuove e avvia in collaborazione con alcuni Atenei italiani un progetto di sperimentazione delle Norme in aree campione rappresentative dei principali contesti idrogeologici del territorio italiano (depositi carbonatici e aree carsiche, depositi vulcanici, depositi alluvionali) e caratterizzate da elementi di interesse sia per la presenza di risorse idriche sia per l'insorgere di problematiche ambientali rilevanti. Il progetto di sperimentazione ha interessato alcune aree prendendo in considerazione differenti scale di rappresentazione:

- l'area vulcanica dei Monti Cimini sud-orientali a SE del lago di Vico, nel bacino idrografico del fiume Treia. La successione vulcanica è sede di una falda superficiale d'interesse regionale controllata dalla morfologia del substrato flyschoidale (scala 1:50.000);
- l'area dei Monti Sibillini nord-occidentali di dominio carbonatico, interessata da estesi acquiferi in successioni pelagiche calcareo-marnose ridotte e condensate dell'Appennino Umbro-Marchigiano (scala 1:50.000);
- le aree dei Monti del Matese-Piana di Boiano e del Monte Totila-Piana del fiume Sordo (scala 1:50.000); la prima area è caratterizzata dalla presenza di acquiferi ospitati in calcari di piattaforma e in una limitrofa piana detritico-alluvionale; la seconda da un acquifero ospitato in successioni prevalentemente calcareo-silico-marnose di scarpata-bacino carbonatico e in una adiacente piana fluvio-lacustre;
- l'area della Piana Reatina, contraddistinta dai sedimenti sabbioso-limosi della piana alluvionale di Rieti, che ospitano un acquifero freatico in connessione idraulica con i produttivi acquiferi calcarei presenti nei limitrofi depositi carbonatici (scala 1:25.000);
- l'area della valle del Torrente Canera, dove vi sono relazioni idrauliche tra l'acquifero alluvionale della valle del T. Canera e l'acquifero localizzato nei rilievi carbonatici circostanti (scala 1:25.000).

I risultati della sperimentazione nelle aree sopra descritte sono stati raccolti e pubblicati nel Volume 81 delle Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia: "Studi Sperimentali finalizzati alla cartografia idrogeologica" (MARTARELLI & SCALISE, 2008) e riassunte in MARTARELLI & SCALISE (2011), a cui è possibile fare riferimento per ulteriori dettagli.

Nel 2004 la sperimentazione è proseguita nell'area del Foglio Antrodoco (scala 1:50.000; attualmente in corso di pubblicazione), caratterizzata dalla presenza di acquiferi carbonatici del dominio di piattaforma e di scarpata laziale-abruzzese e di acquiferi alluvionali del F. Velino e del F. Aterno.

Inoltre, sono tuttora in essere le attività inerenti ad un recente progetto di collaborazione sulla Cartografia Idrogeologica (2015-2018) tra il Servizio Geologico d'Italia-ISPRA ed il Servizio Geologico Cinese (*Chinese Geological Survey of PRC*). Le aree campione nel territorio italiano sono rappresentate dalla Piana Reatina e dall'adiacente alta valle del fiume Velino (sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbioso-limosi di ambiente alluvionale fluvio-lacustre), che ospitano acquiferi freatici con ingenti scambi idraulici con gli acquiferi presenti nei limitrofi depositi carbonatici. L'area campione del territorio cinese è la medio-bassa Pianura del fiume Luan (nella regione del *North Cina Plain*) costituita da sedimenti alluvionali-proluviali che poggiano su un basamento metamorfico affiorante ai margini della piana ed ospitano un importante e molto sfruttato acquifero multistrato. I principali risultati attesi da questo progetto riguardano la definizione di linee guida con un corretto equilibrio tra attività di rilevamento e cartografia, tra raccolta di parametri idrogeologici di base ed indagini tecnologico-scientifiche avanzate e tra indagini finalizzate allo sfruttamento ed alla protezione delle acque sotterranee. Anche i risultati preliminari di questa collaborazione hanno contribuito alla stesura delle presenti linee guida.

Tutte le suddette sperimentazioni sono state basate necessariamente sull'acquisizione dei dati e sulla realizzazione di misure dirette di campagna con la finalità di identificare gli aspetti quantitativi e qualitativi delle acque sotterranee per proporli e rappresentarli in specifiche cartografie.

I dati derivanti dalle attività di sperimentazione sono stati organizzati, secondo le indicazioni della Guida ed utilizzando recenti tecniche informatiche, in database georeferiti che sono stati utilizzati per la predisposizione di elaborazioni e rappresentazioni grafiche e cartografiche. Questo specifico aspetto è in corso di approfondimento in seno ad un Gruppo di Lavoro dedicato che proporrà gli interessanti risultati raggiunti in un successivo documento.

In seguito alle suddette sperimentazioni effettuate in aree campione del territorio italiano da esperti del settore vengono qui proposte delle Nuove Linee Guida per la cartografia idrogeologica che consistono anche in proposte di modifiche e di integrazioni alle Norme del Quaderno 5. Nulla toglie che ulteriori studi e sperimentazioni potranno aggiornare e perfezionare il presente documento.

## FOREWORDS

---

*The Hydrogeological Mapping is a main reference technical-scientific tool for attaining an opportune knowledge aimed at the realization of a sustainable management and protection of groundwater resources. Furthermore, the definition of shared mapping guidelines is necessary for the realization of exhaustive hydrogeological maps with descriptive effectiveness and consistency to field survey data.*

*The first guidelines for the Hydrogeological Map of Italy were issued in 1985 in the series "Quaderni del Servizio Geologico d'Italia" and consist of preliminary guidelines to hydrogeological and geological hazard mapping. The authors (JACOBACCI et alii, 1985) were proposed by the Italian National Geological Committee and planned a mapping legend which may be representative of the hydrogeological processes characterizing the territory, like runoff, infiltration, drainage and emergence of groundwater resources. They distinguished the areas where infiltration and recharge prevail from those in which runoff and spring occurrences dominate. All the geological outcroppings were distinguished as areas with prevailing effective infiltration and/or transmissivity. The Hydrogeological Map of Italy Sheet N. 389 "Anagni" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1993) was prepared following those guidelines.*

*A new reference tool for hydrogeological survey and mapping was issued in the "Quaderno SGN n. 5 serie III" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1995). These guidelines were prepared by the Geological Survey of Italy starting from 1989 and following the declarations stated by the Governmental Law N. 183/1989 about soil protection institutional activities. They consist in a revision and implementation of the former ones (JACOBACCI et alii, 1985). They were strictly related to the launching of an Italian Geological*

and Geothematic Cartography Project (CARG Project). To this purpose, a working group composed of hydrogeology experts from the Geological Survey of Italy and other Institutions was defined. They agreed on the necessity that the cropping out terrains should be mapped within hydrogeological complexes not following the criterion of effective infiltration and/or transmissivity but on the basis of their relative permeability degree. The latter criterion was considered to be easier and more homogeneously applicable for a national scale mapping production aimed to realize an operational knowledge base for a correct groundwater resources management and protection. For these mapping guidelines also the general specifications for the International Legend for Hydrogeological Maps (e.g., KARRENBERG *et alii*, 1974; LAH *et alii*, 1983; STRUCKMEIER & MARGAT, 1995) were taken into account as a reference, though these latter were intended for small scale maps. In fact, the Italian guidelines were designed according to the 1:50.000 scale of the CARG Project and to the peculiar geological and hydrogeological features of the Italian territory.

The Geological Survey of Italy, in collaboration with some Italian Universities, has promoted and activated in 2001 a project for the field testing of the hydrogeological guidelines in pilot areas within different hydrogeological contexts of the Italian territory (calcareous deposits and karst areas, volcanic deposits, alluvial deposits). These areas were also chosen on the basis of their importance for occurrence of main groundwater resources and related significant environmental hazards. The project was conducted at different reference scales in the following areas:

- the volcanic area of the south-eastern Cimini Mountains at SE of the Vico Lake, in the Treia River catchment basin. The volcanic sequence hosts a shallow aquifer of regional relevance sustained by a flysch deposit uneven substratum (1:50.000 scale);
- the carbonate domain area of the north-western Sibillini Mountains, which hosts huge aquifers within shortened and condensed pelagic calcareous-marly sequences of the Umbria-Marche Apennines (1:50.000 scale);
- the Matese Mountains-Boiano Plain area and Tivoli Mount-Sordo River Plain area (1:50.000 scale); the former is characterized by aquifers hosted within shelf limestone and in an adjacent detrital-alluvial plain; the latter is featured by aquifers hosted within slope-pelagic calcareous-silicic-marly sequences and in a nearby fluvial-lacustrine plain;
- the Rieti Plain area, composed of sandy-silty deposits within an alluvial plain hosting a shallow aquifer showing hydraulic connections with huge aquifers in the bordering calcareous reliefs (1:25.000 scale);
- the Canera Torrent Valley area, in which hydraulic connections between the alluvial Canera aquifer and the aquifer within the nearby calcareous reliefs occur (1:25.000 scale).

The obtained results of the cited experimental testing have been collected and published in the Volume 81 of the series "Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia" (MARTARELLI & SCALISE, 2008) and summarized in MARTARELLI & SCALISE (2011), which is possible to refer to for further details.

In 2004 the hydrogeological guideline experimental testing started in the sheet N.348 "Antrodoco" area (1:50.000 scale, in press). This area is characterized by aquifers hosted in the shelf and slope calcareous sequence of Latium-Abruzzi Apennines and in the alluvial deposits of Velino and Aterno rivers.

Furthermore, the still ongoing activities within a recent collaborative project on hydrogeological mapping between ISPRA-Geological Survey of Italy and the Chinese Geological Survey of PRC furnished some preliminary results, which as well contributed to the present new guidelines. The pilot areas of the Italian territory are the Rieti Plain and the adjacent high sector of the Velino River Valley (prevailing gravelly-sandy-silty sediments of alluvial-fluvial-lacustrine environments) hosting unconfined aquifers having hydraulic connections with the nearby aquifers within carbonate deposits. The pilot area of the Chinese territory is the middle-lower sector of the Luan River Plain (North China Plain region) composed of alluvial-proluvial sediments hosting a major overexploited multilayer aquifer settled on a metamorphic basement. The main obtained results regard the correct balance between survey and mapping activities, between conventional hydrogeological parameter collection and advanced technological-scientific investigations and between information aimed to exploitation and protection of groundwater.

The whole of the former experimental testing took into consideration the data acquisition and the realization of field surveys aimed at the identification of the quantitative and qualitative aspects of groundwater to be proposed and represented in opportune maps.

The data collected after the former experimental testing were organized, following the guidelines specifications and by modern informative techniques, in geo-referenced databases allowing to perform graphics and maps. A detailed discussion on the latter specific aspect is in progress within a working group of experts and the obtained results will be presented in a following report.

As a whole, the cited experimental testing activities in pilot areas of the Italian territory are focused and discussed in the present new hydrogeological mapping guidelines. Further next studies and experimental testing might opportunely revise and implement this document.

## 1. – INTRODUZIONE

La pubblicazione di queste Linee Guida vuole contribuire a far prendere atto che la cartografia idrogeologica è un'attività fondamentale per ogni tentativo di tutela e di razionale gestione del patrimonio idrico, che deve essere conosciuto con il maggiore dettaglio possibile. Scopo di questa Guida è di promuovere la preparazione di documenti cartografici che, oltre a rappresentare i lineamenti idrogeologici regionali di prevalente interesse scientifico, forniscano all'utente ogni possibile informazione espressa in termini quantitativi, anche se definiti per approssimazione, circa l'entità delle risorse idriche localmente disponibili, la loro qualità e la loro distribuzione in superficie e nel sottosuolo.

Poiché le condizioni idrogeologiche locali dipendono di solito, in larga misura, dalla situazione idrogeologica regionale, che vede le acque sotterranee muoversi dalle aree di infiltrazione verso quelle di emergenza, si ritiene opportuno far precedere lo sviluppo del rilevamento idrogeologico a scala di dettaglio da un'indagine a carattere regionale con la preparazione di un documento di lavoro a scala compresa tra 1:200.000 e 1:500.000. Tale documento dovrà riassumere lo stato delle conoscenze già acquisite e consentirà di tracciare per grandi linee la circolazione regionale.

Per una opportuna cartografia omogenea a livello nazionale, tutti gli affioramenti saranno distinti con il grado di permeabilità relativa, indipendentemente dal tipo di permeabilità, in quattro classi, nell'ambito delle quali sono evidenziate le litologie prevalenti.

Il significato idrogeologico di ciascuna classe di permeabilità è distinto tramite colori e tonalità di ciascun colore che si riferiscono alle aree di ricarica e alla potenzialità idrica degli acquiferi. Le aree dove prevale il processo di infiltrazione e di ricarica degli acquiferi, rappresentate da litologie a più alta permeabilità relativa, saranno evidenziate con il colore rosso-arancio, indicando così le zone più vulnerabili del sistema acquifero; le aree a più bassa permeabilità, connesse ai processi di ruscellamento e di emergenza delle acque sotterranee, saranno evidenziate con i colori grigio-verde.

Il presente documento "Nuove linee guida al rilevamento e alla rappresentazione della Carta Idrogeologica d'Italia" è costituito dalle specifiche tecniche e da indicazioni per l'organizzazione della legenda cartografica, della carta e delle note illustrative.

Le specifiche tecniche definiscono le modalità del rilevamento dei dati ai fini della realizzazione della cartografia idrogeologica. Il rilevamento dei dati dovrà essere eseguito ad una scala di maggior

## 1. – INTRODUCTION

*These guidelines intend to contribute to the understanding that the hydrogeological mapping is a main activity to any attempt for management and protection of groundwater and surface water resources, which have to be identified with the best detail. These guidelines are aimed at the realization of maps capable to define, starting from the regional and general hydrogeological features of the territory, all available quantitative information, though approximately defined, about amounts, quality and distribution of groundwater resources.*

*Since local hydrogeological asset usually depends from the general regional hydrogeological drainage from the infiltration to the emergence areas, it is opportune to take into consideration the hydrogeological characteristics within a regional scenario (from 1:200.000 to 1:500.000 scales) before starting with a detailed survey at the mapping scale. The summary of the previous state of the art and the definition of an overall reconstruction of the regional hydrogeological flows conditions will be accordingly defined.*

*In order to obtain appropriately homogeneous maps at national level, the cropping out terrains will be distinguished in four classes based on the relative permeability degree, despite of the permeability typology, and the prevalent lithologies will be evidenced.*

*The hydrogeological features of each class will be distinguished by different colors and shades of colors referred to the recharge process typology and the hydraulic potentiality of the aquifers. Areas with prevailing infiltration and aquifer recharge processes, related to terrains having a high relative permeability, will be represented by red-orange color, also suitably indicating the most vulnerable areas of the aquifer system; the areas with a lower permeability degree are featured by runoff and water emergence processes and will be evidenced with grey-greenish colors.*

*The present document about the new guidelines to survey and mapping for the Hydrogeological Map of Italy consists in technical specifications for field survey and in instruction for the organization of the hydrogeological legend, map and explanatory notes.*

*The technical specifications are aimed at the definition of the best field survey practices for the realization of an exhaustive hydrogeological map. The data collection will have to be conducted at a more detailed scale with respect to that previewed for the final mapping and by the same field surveyors. Then, for the CARG Project (mapping scale 1:50.000) the field works have to be surveyed at least at the 1:25.000 scale.*



dettaglio rispetto a quella di sintesi cartografica e svolto dagli stessi rilevatori che hanno operato in campagna. Quindi, in riferimento al Progetto CARG, che prevede una scala di rappresentazione di 1:50.000, il rilevamento dovrà essere eseguito almeno alla scala 1:25.000 e successivamente sintetizzato alla scala finale richiesta.

La documentazione e i dati di interesse idrogeologico raccolti e/o rilevati in campagna sono finalizzati:

- alla produzione della carta idrogeologica del territorio nazionale (scala 1:50.000 per il Progetto CARG) e delle relative note illustrative;
- alla predisposizione di carte complementari alle scale opportune, allegate alle note illustrative o inserite a margine della carta idrogeologica;
- alla realizzazione della banca dati idrogeologica del territorio nazionale.

Le schede da utilizzare per la raccolta dei dati relativi ai punti d'acqua (sorgenti, pozzi e corsi d'acqua) sono allegati nelle Appendici 2, 3 e 4.

La legenda della carta è articolata in otto tavole che riportano le categorie degli elementi idrogeologici essenziali per la comprensione della distribuzione delle risorse idriche sotterranee sul territorio. In Appendice 1 sono riportate, tuttora in forma provvisoria, alcune proposte di simboli rappresentativi dei suddetti elementi necessari per descrivere le diverse caratteristiche idrogeologiche delle aree esaminate. È prevista la realizzazione di una libreria di simboli specifica per la cartografia idrogeologica che sarà oggetto di una successiva pubblicazione.

Le tavole da A a G si riferiscono alla carta idrogeologica di base; la tavola H, relativa alla carta complementare da allegare alle note illustrative o a margine della carta di base, dovrà essere realizzata solo in presenza di strutture idrogeologiche idonee e di dati sufficienti.

## **2. – SPECIFICHE TECNICHE PER IL RILEVAMENTO DI CAMPAGNA**

### **2.1. – ASPETTI GENERALI**

Le disposizioni tecniche che seguono hanno l'obiettivo di definire la distribuzione spaziale e le cadenze temporali e le modalità di esecuzione di alcune operazioni di rilevamento delle caratteristiche dei corpi idrici che assumono un ruolo determinante per le caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio.

Il lavoro può essere articolato in tre fasi: una preliminare di raccolta delle informazioni esistenti; una seconda, di rilevamento vero e proprio da eseguire in campagna e/o con l'ausilio della interpretazione

*The whole hydrogeological reports and collected or surveyed data are finalized to:*

*- preparation of hydrogeological maps of the national territory (at 1:50,000 scale for the CARG Project) and of the related explanatory notes;*

*- preparation of complementary maps at the most opportune scale, attached to the explanatory notes or inserted as small scale sketch maps at the main map margin;*

*- realization of the hydrogeological database of the Italian territory.*

*Forms for data collecting at water points (springs, wells and streams) are reported in Annexes 2, 3 and 4.*

*The map legend is composed of eight tables referred to the main hydrogeological elements needed for the comprehension of the groundwater resources distribution throughout the territory. Annex 1 shows, still in a provisional version, some proposals for the most common symbol typologies. The realization of a symbol library dedicated to hydrogeological mapping purposes will be dealt in a next publication.*

*Tables from A to G are aimed at the preparation of the main hydrogeological map; table H have to be applied for specific typology of hydrogeological structures, if enough data are available, and have to be attached as complementary maps in the explanatory notes or as small-scale sketches at the margin of the main map.*

## **2. – TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR FIELD SURVEY**

### **2.1. – GENERAL ASPECTS**

*The following technical specifications are concerned with the definition of spatial and time distribution and with the realization modality of some survey activities aimed at the characterization of the water bodies having a main role for the hydrogeological setting of the studied areas.*

*The work may be in general divided into three stages: a preliminary collection of previous available information; the real field survey activity, possibly supported by aerophotographical interpretation; the organization and interpretation of the collected data.*

*According to the various hydrogeological situations characterizing the Italian territory, it is opportune to evidence that this technical specifications have to be considered as general indications and that the survey activity criteria and modalities of execu-*

aerofotografica; una terza consistente nell'elaborazione e nell'interpretazione dei dati acquisiti.

Considerata la varietà di situazioni idrogeologiche che caratterizza il territorio nazionale, è opportuno sottolineare che le disposizioni tecniche hanno un carattere di indicazioni generali e che, quindi, i criteri e le modalità di esecuzione delle operazioni di rilevamento dovranno essere di volta in volta stabilite e verificate in corso d'opera con il Servizio Geologico d'Italia.

### 2.1.1. – Rilevamento idrogeologico

Lo scopo principale è quello di fornire le conoscenze idrogeologiche di base indispensabili per la comprensione e l'utilizzazione razionale delle risorse idriche sotterranee. Una fase preliminare al rilevamento idrogeologico sarà innanzitutto l'acquisizione di elementi su litologia, stratigrafia e struttura del territorio, finalizzata alla conoscenza dei fattori che condizionano l'infiltrazione efficace, la circolazione e l'emergenza delle acque sotterranee.

Il lavoro di campagna potrà essere ricondotto alla semplice verifica delle condizioni di affioramento dei vari litotipi ed al rilevamento di eventuali coltri di alterazione, di coperture recenti non cartografate e delle aree interessate dalla vegetazione. È opportuno rilevare anche le caratteristiche e il tipo di vegetazione, poiché questa sovrintende non solo al fenomeno di infiltrazione ma anche a quello di evapotraspirazione.

Sulla base delle descrizioni litologiche e delle colonne stratigrafiche illustrate nella cartografia geologica, si possono caratterizzare i complessi idrogeologici ed i relativi rapporti stratigrafici e tettonici esistenti tra loro, al fine di eseguire una prima ricostruzione delle principali strutture idrogeologiche.

Nel corso del rilevamento di campagna, è indispensabile eseguire osservazioni stratigrafiche e strutturali di dettaglio laddove si presume che la struttura possa avere scambi idrici con quelle adiacenti.

Nei massicci carbonatici è importante ubicare e studiare inghiottitoi, doline, grotte, condotti ecc., da cui è possibile trarre utili indicazioni sulla presenza o meno di carsismo attivo e/o di fenomeni paleocarsici.

La ricostruzione dettagliata della serie idrogeologica è importante per il condizionamento che può subire la circolazione idrica sotterranea nelle zone di passaggio tra complessi idrogeologici a diversa permeabilità relativa. La delimitazione delle strutture idrogeologiche deve essere, quindi, uno degli obiettivi principali del rilevamento, specie nei massicci carbonatici, dove è di particolare interesse anche per l'individua-

*tion will be preventively agreed with the Geological Survey of Italy and verified during the survey development.*

### 2.1.1. – Hydrogeological survey

*The aim is the collection of the main hydrogeological information needed for an opportune understanding of the groundwater resources. The collection of lithological, stratigraphical and structural information on the study area is a preliminary activity aimed at the knowledge of the elements influencing effective infiltration and groundwater flow and emergence processes.*

*The field work in some favorable situations might simply consist in a verification of the conditions of the cropping out terrains, of the recent covers, of the weathering processes and of the vegetation state. Information on features and typologies of vegetation may, in fact, help the understanding of the infiltration and the evapotranspiration processes.*

*According to the lithological and stratigraphical descriptions from geological maps, the hydrogeological complexes may be defined and, as a result, the stratigraphical and tectonic relationships among them may be defined as well. Then, a preliminary reconstruction of the main hydrostructures may be obtained.*

*Stratigraphical and structural more detailed information have to be collected during the hydrogeological field survey, if possible hydraulic connections between nearby hydrostructures are advised.*

*Within calcareous massifs, sinkholes, dolines, caves and conduits have to be localized and studied since they give indications on the occurring of active karst or paleokarst processes.*

*A detailed reconstruction of the hydrostratigraphical sequence is needed since the boundary surface between hydrogeological complexes having different relative permeability degrees may influence the groundwater flow dynamics. Then, especially within calcareous massifs, the hydrostructure delimitation is a field survey main goal, since it may help the understanding of groundwater divide occurrences.*

*Plain area hydrogeological survey will be accomplished by a systematic collection of information from well and drillings logs.*

### 2.2. – HYDROGEOLOGICAL INFORMATION CENSUS

*The hydrogeological census includes activity of collecting, examination, classification, processing and validation of data and documents of hydroge-*

zione di possibili spartiacque sotterranei.

Il rilevamento idrogeologico nelle aree di pianura sarà effettuato mediante una raccolta sistematica delle stratigrafie dei pozzi e dei sondaggi esistenti.

## 2.2. – CENSIMENTO DEI DATI IDROGEOLOGICI

Il censimento idrogeologico comprende le operazioni di raccolta, analisi, classificazione, elaborazione e controllo dei dati e dei documenti di interesse idrogeologico relativi al territorio oggetto di studio. I dati sono relativi, tra l'altro, alle precipitazioni, alle temperature dell'aria, ai livelli di falda, alle portate delle sorgenti e dei corsi d'acqua, al chimismo delle acque sotterranee, alle stratigrafie dei pozzi, ai parametri degli acquiferi e agli elementi geofisici.

Per una adeguata caratterizzazione del territorio in esame sarà necessario individuare e selezionare un opportuno numero di punti di controllo (espresso come densità spaziale per 100 km<sup>2</sup>), come riportato nella tabella seguente (scala di riferimento 1:50.000). Le caratteristiche geologico-strutturali dell'area da rilevare potranno guidare nella scelta opportuna tra il valore minimo e massimo negli intervalli proposti. Il censimento, preliminare all'avvio dello studio idrogeologico, dovrà comprendere sia i dati pubblicati sia quelli inediti esistenti presso i vari Enti pubblici e privati.

Il lavoro di campagna comprende essenzialmente il censimento generale dei punti d'acqua (pozzi, sorgenti, emergenze diffuse e/o lineari, etc.).

Il primo censimento da fare è quello delle sorgenti; su di esse andranno eseguite delle misure di portata, che potranno essere realizzate negli alvei e nei canali naturali, in canali artificiali appositamente regolarizzati e in sezioni opportunamente modellate, sia con metodi volumetrici sia con apposite strumentazioni.

Importanti sono gli incrementi in alveo di corsi d'acqua, che rappresentano le cosiddette sorgenti lineari. Il censimento sarà effettuato parallelamente allo studio idrogeologico, molto spesso sarà indispensabile verificare la presenza o meno di incrementi nell'alveo dei fiumi. Si dovranno pertanto eseguire misure a monte e a valle dei tratti che lo studio indica come probabili zone di recapito delle acque di una determinata unità idrogeologica o di una certa parte di acquifero.

Per quanto riguarda le perforazioni censite presso Enti pubblici e privati, si dovrà verificare l'ubicazione e la profondità del livello di

*ological relevance throughout the study area. Relevant information is mainly related to rainfalls, air temperatures, groundwater levels, spring and stream discharges, groundwater hydrochemistry, well stratigraphical logs, aquifer parameters and geophysical tests.*

*The following table reports the suggested number of survey points each 100 km<sup>2</sup> for constituting a consistent hydrogeological control network at the 1:50.000 mapping scale. The geological-structural features of the survey area will guide in the selection of the opportune value between the minimum and maximum intervals here proposed.*

*Before the hydrogeological study realization, a preliminary census has to be performed for collecting both published and unpublished information available at public institutions, research institutions, universities, drilling companies and professional enterprises.*

*The field census activities will be realized together with the hydrogeological study and their harmonization will be well-performed.*

*The field work should mainly include the carrying out of a general survey of water points (wells; localized, linear and diffuse springs; stream gauging stations; etc.).*

*The first census to perform is related to springs; discharge measurement will be executed with volumetric methodologies or gauging devices in streams, natural canals, artificial canals and stream stations opportunely excavated.*

*Particular attention has to be paid to stream discharge increasing occurrences, representing the so-called linear (streambed) springs. To this purpose, seriate gauging measurement along watercourses have to be performed, taking care of locating gauging stations at upstream and downstream with respect to the stream sectors representing the probable delivery zones for water from an adjacent hydrogeological unit or aquifer.*

*Location and hydraulic head of drillings collected at public and private institutions have to be verified and the further related information on typology and time of intakes, stratigraphical succession, depth, eventual physical-chemical and chemical analyses of groundwater and air temperature have to be obtained.*

*All available information about water usage by both citizenry and single users will be acquired for the realization of a hydrogeological budget calculation attempt. This information will be evaluated together with rainfall, air temperature, evaporation and evapotranspiration data, which may be collected with both direct reading and automatic data-logging gauging devices.*

Tipologia dell'area <i>Area typology</i>	Punti di controllo <i>Survey points</i>	Misure piezometriche <i>Water level measurements</i>	Prove di trasmissività/permeabilità <i>Transmissivity/permeability test</i> (1)	Sorgenti <i>Springs</i> (2)	Misure di portata in alveo <i>Stream gauging measurements</i> (3)	Analisi chimiche <i>Water quality analyses</i> (4)
Pianura - <i>Plain basin</i>	50-70	20-25	10-15	0-5	20-25	10-15
Montagna/ collina - <i>Mountain/hill</i>	50-70	10-15	0-5	30-35	10-15	10-15
Regioni carsiche - <i>Karst region</i>	50-70	10-15	0-5	30-35	10-15	10-15

falda, e acquisire le notizie sui i tempi e le modalità di utilizzo delle acque, sulla stratigrafia, sulla profondità totale e determinare le analisi fisico-chimiche e chimiche delle acque di falda, nonché la temperatura dell'aria. Ai fini del calcolo del bilancio idrologico sarà necessario acquisire tutti i dati per la valutazione dei consumi idrici, sia da impianti collettivi sia da quelli a servizio di singoli utenti.

Di particolare utilità sarà l'acquisizione dei dati delle precipitazioni, della temperatura dell'aria, dell'evaporazione e dell'evapotraspirazione rilevati con strumenti a lettura diretta oppure con strumenti registratori.

Nella fase di censimento generale, sarà necessario procedere alla compilazione di schede monografiche relative a tutte le sorgenti, a tutti i pozzi ed almeno ai principali corsi d'acqua esistenti nell'area oggetto di studio. Le schede monografiche sono riportate nelle Appendici 2, 3 e 4 (schede 1, 4 e 6) e saranno opportunamente identificate con numerazione progressiva.

### 2.2.1. – Banca dati

La banca dati computerizzata è costituita da una serie di archivi integrati, posti su un supporto informatico, aventi lo scopo di consentire le atti-

(1) Anche ottenuti con differenti metodi (prove di permeabilità a carico variabile, prove di portata e di risalita in pozzo, prove di laboratorio, ecc.). Alcune di queste potranno fornire anche misure di livello statico.

- *Different methods can be used (porous unsteady method, drawdown test, recovery test, soil mechanic lab test, etc.). Some of these tests will give also a water level measure.*

(2) Comprende anche eventuali inghiottitoti o risorgenze carsiche.

- *May include karst loss/resurgence.*

(3) Una adeguata interdistanza tra le stazioni seriate in alveo potrà essere di circa 2 km.

- *Suggested serial measurement stations along the stream course each about 2 km.*

(4) Su una selezione di punti di controllo di diversa tipologia.

- *Selected for different survey point typology.*

*The compilation of monographic forms regarding all the censured springs, wells and stream gauging stations within the study area is required during the general survey activities. These monographic forms are reported in Annexes 2, 3 and 4 (Form 1, 4 and 6), respectively, and they have to be identified by progressive numbers.*

vità di ricerca, aggregazione, elaborazione, sintesi ed aggiornamento delle informazioni esistenti.

Il territorio cui la banca dati si riferisce deve essere suddiviso in maglie elementari i cui limiti saranno scelti in accordo con le dimensioni spaziali di alcuni elementi quali, i bacini idrografici, le conche endoreiche, le unità idrogeologiche, gli affioramenti a diversa litologia e/o con differenti caratteristiche idrogeologiche e la scala cartografica. Per ogni maglia devono essere immagazzinati tutti i dati scaturiti dal lavoro di censimento di sorgenti (coordinate, quote, misure di portata, caratteristiche chimiche delle acque, tipo di utilizzazione quantità utilizzata, ecc.), pozzi (misure di livello, stratigrafia, litologia dell'acquifero con relativo spessore, permeabilità, trasmissività, ecc.), stazioni meteorologiche, stazioni idrometriche, misure di portata in alveo, derivazioni e restituzioni di acque.

Come accennato nell'Introduzione, è in corso la realizzazione di uno schema di geodatabase dedicato all'organizzazione di dati idrogeologici, che sarà oggetto di una successiva pubblicazione.

### 2.3. – IDROLOGIA DI SUPERFICIE (TAV. A)

Uno degli aspetti più interessanti della idrologia di superficie è la definizione del regime di un corso d'acqua, che è dato dalla distribuzione delle portate nel corso dell'anno in una determinata sezione di interesse.

Ferma restando la necessità di definire il regime per tutti i corsi d'acqua presenti, il calcolo della portata media annua e della portata media del mese di massima magra, riguarda i soli corsi d'acqua perenni.

Per questi ultimi la definizione delle portate viene effettuata sulla base dei dati relativi ad almeno 24 misure consecutive con cadenza mensile. Per una migliore comprensione dei fenomeni, oltre a queste misure, potranno essere utilizzati anche dati storici, ma, poiché serie sufficientemente lunghe di dati temporali (sono necessari circa 30 anni di registrazione continua) non sono sempre disponibili sul territorio italiano (le stazioni di misura gestite dalle Regioni e da altre amministrazioni pubbliche e private sono distribuite nel territorio in modo disomogeneo), dovrà essere sempre indicata la lunghezza degli intervalli temporali cui si riferiscono le misure. Saranno anche scelti differenti toni di colore per i simboli in carta che si riferiscono a dati elaborati da serie di lunga durata (in colore più scuro) o da misure raccolte durante lo specifico periodo dello studio (in colore più chiaro).

L'ubicazione e il numero delle stazioni di misura di portata, utilizzando anche stazioni eventual-

### 2.2.1. – Hydrogeological database

*The collected information will be organized into an informative database which may allow the integrate management of different files for supporting searching, aggregation, updating and processing of available data.*

*The territory which the database is referred to has to be divided in elementary meshes with boundaries selected according to the spatial dimensions of some correlated elements, such as hydrographical catchment basins, endoreic areas, hydrogeological units, lithological features and the mapping scale. The whole information obtained after the census and monitoring activity regarding springs, wells, streams, meteorological and hydrometric stations and water intakes and restitutions have to be attributed to each mesh which they are referred to.*

*As previously cited in the Introduction, the implementation of a geodatabase for the organization of hydrogeological information is in realization and it will be described in a next document.*

### 2.3. – SURFACE HYDROLOGY (TABLE A)

*An interesting issue about surface hydrology is the definition of the flow regime of streams, i.e. the seasonal distribution of water discharge in selected significant stream sections.*

*Apart from the flow regime condition characterization for all the streams in the study area, the annual mean discharge and the mean discharge of the lowest flow condition months will be both calculated only for perennial streams. This latter calculation has to be done on the basis of at least 24 monthly consecutive measurements. Available time series may be used for a best comprehension of the discharge processes, but, since suitable long time series (about 30 years are needed) of discharge surveys are not always available in each site of the Italian territory (the stream gauging stations managed by the Italian Regions, along with the measuring stations of other public and private institutions, are randomly distributed throughout the territory), thus, the reference time range have to be properly indicated and different shades of colors have to be chosen for symbology derived from long time series (dark color) and direct field measurement surveys (light color).*

*The localization and the required quantity of stream gauging stations, including stations from previous studies, have to be defined with the aim of defining at least the regime typologies expressed by the symbology of Annex 1, table A, section A1.1.II.1.*

mente già esistenti, dovranno essere scelti in modo da poter definire almeno le tipologie di regime rappresentate tramite i simboli nell'Appendice 1, tavola A, sezione A1.1.II.1.

Per la definizione degli scambi idrici esistenti tra corsi d'acqua superficiali e acque sotterranee (Appendice 1, tavola A, sezione A1.1.II.5), è necessaria l'esecuzione di misure consecutive di portate su sezioni di corsi d'acqua. In questo caso, per ottimizzare l'ubicazione delle sezioni da predisporre e la cadenza delle misure, si dovrà tener conto del regime sia della falda sia del corso d'acqua (si consideri che generalmente sarà necessaria una distanza di circa 1-2 km tra stazioni successive).

In ogni caso le misure dovranno essere effettuate almeno in differenti condizioni di regime del corso d'acqua e della falda e in occasione di differenti portate del corso d'acqua.

In occasione delle misure di portata sulle sezioni dei corsi d'acqua è opportuno provvedere alla definizione della quota assoluta del pelo libero sia del corso d'acqua sia della falda, utilizzando anche i livelli idrici nei pozzi circostanti.

Per ciascuna stazione di misura delle portate dovrà essere redatta una scheda con l'indicazione delle principali caratteristiche, da allegare alle note illustrative (Appendice 4, scheda 6).

Le misure effettuate dovranno essere opportunamente tabellate e/o rese in forma grafica.

### **2.3.1. – Strumenti di misura e metodi di valutazione delle portate**

La misura di portata può essere eseguita negli alvei e nei canali naturali, in canali artificiali appositamente regolarizzati, in sezioni opportunamente modellate, con metodi volumetrici oppure con apposite strumentazioni sia mobili che fisse.

In entrambe le circostanze, le sezioni scelte non dovranno presentare zone di turbolenza o vortici né zone di corrente troppo tranquilla ma dovranno essere localizzate in tratti di alveo stabile non interessato dall'esercizio di opere idrauliche.

Le prove su stazioni mobili saranno effettuate con mulinello o sensore idrometrico e il calcolo delle relative portate potrà essere eseguito sia con metodi grafici sia con sviluppo numerico.

Per le stazioni fisse si farà riferimento alle sezioni in esercizio o dismesse gestite dalle Regioni o da altri Enti. La loro utilizzazione e/o riqualificazione dovrà essere concordata con gli organi competenti.

In casi particolari si dovrà prevedere la costruzione di opere e/o manufatti, tali da consentire la corretta esecuzione della misura.

Per ogni misura di portata si dovrà compilare la scheda relativa (Appendice 4, scheda 6).

*In order to define the hydraulic exchanges between surface water and groundwater (Annex 1, table A, section A1.1.II.5) it is necessary to perform seriate gauging measurement along the stream courses. The adequate spatial localization and time intervals among the gauging stations will be defined according to the groundwater and streamwater conditions (approximately 1 station each 1-2 km along the stream course).*

*In any case, measurements have to refer to different surface water and groundwater flow seasonal conditions and to different discharge water amounts in the stream.*

*The absolute elevations of stream water and groundwater levels (this latter obtained from surrounding piezometric wells) have to be defined during the stream gauging measurement surveys.*

*The main features of each stream gauging station will be described in a form (see Annex 4, Form 6) that have to be annexed to the explanatory notes.*

*The related acquired data have to be opportunely reported in tables and/or in diagrams.*

### **2.3.1. – Stream gauging and discharge evaluation methods**

*The stream gauging measurement may be performed at temporary or permanent stations with volumetric methodologies or gauging devices in streams, natural canals, artificial canals opportunely excavated.*

*In both the former eventualities, the gauging stations have not to be affected by turbulence, swirls or excessively slow current zones, but have to be situated in stable streambeds not interested by active hydraulic works.*

*The measurement at temporary stations will be carried out by flow meters (e.g., propeller or magnetic induction methods) and the discharge calculation might be done by graphical or computer aided methods.*

*The active or abandoned permanent stations of public or private institutions might be used or reactivated in agreement with the managing authorities.*

*In specific occurrences it may be considered the opportunity of realizing works along the streambed for the correct measurement execution.*

*The information about stream gauging measurement has to be reported in Annex 4, Form 6.*

#### 2.4. – IDROLOGIA SOTTERRANEA (TAV. B)

In occasione del censimento generale delle sorgenti (Appendice 1, tavola B, sezione A1.2.II) e della compilazione della scheda relativa (Appendice 3, scheda 4), sarà opportuno valutare, con riferimento ai differenti elementi che possono influenzare le portate nel tempo, quelle sorgenti che possono avere una portata media annua superiore o uguale ad 1 l/s.

Per queste ultime, che insieme ai pozzi costituiscono la rete di monitoraggio quantitativa, sono previste misure con cadenza mensile per almeno 24 mesi consecutivi. Le misure successive, che dovranno essere eseguite per tutta la durata del progetto, potranno avere una cadenza temporale minima trimestrale.

Per la corretta comprensione dell'evoluzione delle variazioni di portata delle sorgenti potranno essere utilizzate serie temporali di lunga durata. Però, serie sufficientemente lunghe di dati temporali (sono necessari circa 15 anni di registrazione continua) non sono sempre disponibili sul territorio italiano (le sorgenti della rete di misura gestita dalle Regioni italiane e da altre amministrazioni pubbliche e private sono distribuite nel territorio in modo disomogeneo), dovrà essere sempre indicata la lunghezza degli intervalli temporali cui si riferiscono le misure. Saranno anche scelti differenti toni di colore per i simboli in carta che si riferiscono a dati elaborati da serie di lunga durata (in colore più scuro) o da misure raccolte durante lo specifico periodo dello studio (in colore più chiaro).

Le sorgenti particolarmente significative per portate o utilizzazioni, dovranno essere attrezzate con strumenti di registrazione in continuo.

Per le sole sorgenti con portate medie annue superiori a 10 l/s dovrà essere indicato sulla carta il rapporto tra la portata di magra e la portata media annua (regime).

La scelta della sezione di misura della portata della sorgente deve essere attentamente valutata considerando le condizioni di emergenza e verificando la presenza o meno di incrementi di portata lungo l'alveo che raccoglie le acque.

Nel caso di sorgenti captate, la misura dovrà essere riferita alla portata complessiva della sorgente e non alla sola portata immessa in rete e distribuita.

Per tutte le sorgenti sottoposte a misure periodiche di portata si dovrà provvedere alla compilazione della scheda relativa (Appendice 3, scheda 5).

Le misure di portata assumono grande importanza negli studi idrogeologici perché consentono di risalire al regime delle falde, delle sorgenti e dei corsi d'acqua e di acquisire dati indispensabili per il calcolo e il controllo dei bilanci idrogeologici.

#### 2.4. – GROUNDWATER HYDROLOGY (TABLE B)

*The general spring census (Annex 1, Table B, section A1.2.II) and the compilation of the related forms (Annex 3, Form 4) will give the opportunity of estimating the spring discharge variability with time in order to select springs which may attain an annual mean discharge in the amount of or higher than 1 l/s.*

*These latter springs, together with selected wells and stream gauging stations, will constitute a monitoring network which has to be controlled by at least 24 consecutive monthly measurements. Eventual further measurements within the mapping project duration might have a three-monthly minimum interval.*

*Available time series may be used for a best comprehension of spring discharge processes, but, since suitable long time series (about 15 years are needed) of discharge surveys are not always available in each site of the Italian territory (the spring measurement networks managed by the Italian Regions are sporadic and randomly distributed throughout the territory), thus, the reference time range have to be properly indicated and different shades of colors have to be chosen for symbology derived from long time series (dark color) and direct field measurement surveys (light color).*

*Particularly significant springs, due to discharge amount or specific usage, have to be monitored by time continuous data-logging instruments.*

*The ratio between low flow condition discharge and annual mean discharge (flow regime) have to be indicated in the map only for springs having annual mean discharge higher than 10 l/s.*

*The position of spring discharge measurement stations have to be carefully selected on the basis of the cropping out conditions and after the verification of the presence or not of increasing discharge water amounts along the streambed collecting spring waters.*

*The discharge of springs used for water supply has to be referred to the total discharge e not to the only amount diverted to the water supply pipeline.*

*The periodic spring discharge measurements have to be reported in the respective form (Annex 3, Form 5).*

*Discharge measurements are very important in the realization of hydrogeological studies since they are related to groundwater and spring flow regime and they are needed for calculation and management of the local hydrogeological budget.*

#### 2.4.1. – *Strumenti di misura e metodi di valutazione delle portate*

Per calcolare la portata delle sorgenti si dovrà usare il metodo volumetrico; nel punto di emergenza se questo è unico, sul ricettore se le emergenze sono più di una.

Dove si riterrà sufficiente, e per piccole sorgenti, basterà usare un recipiente di capacità determinata ed un cronometro; in altri casi sarà necessario ricorrere a mulinelli o sensori idrometrici.

#### 2.5. – CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI (TAV. B, III)

Il livello di falda subisce nel corso dell'anno, una serie di oscillazioni dovute a varie cause naturali e/o artificiali. Le principali variazioni dovute a cause naturali sono quelle legate alle precipitazioni atmosferiche, alla pressione atmosferica, alle maree, alle variazioni del livello di fiumi e laghi, all'evapotraspirazione ed infine ai terremoti.

Le principali variazioni dovute a cause artificiali sono quelle legate all'utilizzazione delle falde, all'irrigazione, all'alimentazione artificiale e alla costruzione di trincee e gallerie drenanti.

La misurazione dei livelli idrici nei pozzi potrà essere eseguita con strumenti di vario tipo, sia a lettura diretta che a registrazione continua. Questi ultimi potranno essere installati soprattutto nei punti chiave del sistema idrogeologico.

In occasione del censimento generale dei pozzi e della compilazione delle schede relative (schede 1 e 2, Appendice 2) è opportuno valutare i pozzi che possono essere sottoposti alle misure periodiche di livello di falda (sigla M nella scheda 1).

Tra tutti quelli potenzialmente misurabili, dovrà essere scelta una rete di monitoraggio da utilizzare per le misure periodiche di livello dell'acqua, costituita, in linea generale, da un pozzo per km<sup>2</sup> di territorio (con riferimento alla scala 1:50.000 del Progetto CARG).

Eventuali raffittimenti della rete di monitoraggio saranno necessari in relazione a particolari situazioni idrogeologiche (ad esempio: tratti di corsi d'acqua disperdenti o drenanti, ecc.). Sarà opportuno prevedere, almeno nei punti considerati più critici, la possibilità di utilizzo di un pozzo alternativo, con le medesime caratteristiche costruttive del pozzo di rete, nel caso che quest'ultimo non possa più essere misurato.

Sui pozzi della rete di misura (Mr nella scheda 1, Appendice 2) dovranno essere eseguite almeno 24 misure con cadenza mensile. Le misure successive, che dovranno essere eseguite per tutta la durata del progetto, potranno avere una cadenza temporale minima trimestrale.

#### 2.4.1. – *Spring discharge measurement and evaluation methods*

*The volumetric method has to be preferred for spring discharge measurements at the cropping out point or at the areal diffuse spring receptor stream.*

*A sufficiently large portable recipient and a chronometer will be adequate for small spring measurements; in some peculiar situations a flow meter (e.g., propeller or magnetic induction methods) might be opportunely used.*

#### 2.5. – *AQUIFER FEATURES (TABLE B, III)*

*The aquifer hydraulic heads have seasonal variations due to various natural and/or artificial causes. The main naturally-induced variations are associated to rainfall, atmospheric pressure, tidal, fluvial and lake level variations, evapotranspiration and even to earthquakes. The artificially-induced variations are mainly related to groundwater abstraction, irrigation, managed recharge and draining dugout and tunnel excavations.*

*The groundwater heads measurements in wells may be performed by both manual and time continuous data-logging instruments. These latter ones may be installed in the most significant sites of the hydrogeological system.*

*The wells in which it will be possible to perform groundwater level measurement have to be selected during the general well census and indicated with "M" code in Form 1 (Annex 2).*

*A groundwater level periodic monitoring network with a spatial distribution of approximately 1 well by each km<sup>2</sup> (for to 1:50.000 reference scale of CARG Project) has to be set according to a selection of potentially measurable wells. A denser network will be adopted in peculiar hydrogeological situations (e.g., drainage or loss along streambed sectors). It will be taken into consideration, at least in critical areas, the opportunity of selecting provisional wells in the eventuality that some monitoring points will be unexpectedly no more available for measurement operations.*

*At least 24 monthly consecutive groundwater level measurements have to be performed in monitoring network wells (to be indicated with "Mr" code in Form 1, Annex 2). Further measurements within the mapping project duration might be collected with at least a three-monthly interval.*

*A topographic leveling survey (precision and method to be defined depending on site morphology) has to be performed in order to obtain the elevation in m a.s.l. of*



Dovrà essere effettuata una livellazione topografica (tecnica e/o di precisione in relazione alla morfologia dei luoghi) per definire la quota in m s.l.m. di tutti i pozzi che fanno parte della rete di monitoraggio. Laddove dovessero sussistere marcate carenze informative, stabilita la rete di monitoraggio, si potrà provvedere alla perforazione di nuovi pozzi, attrezzati come piezometri.

Nel definire la rete di monitoraggio per le misure di livello di falda, dovranno essere utilizzati prioritariamente, in linea generale, quei pozzi che siano rappresentativi delle caratteristiche dell'acquifero e nei quali sia possibile eseguire misure di livello statico.

Possono fare parte della rete di monitoraggio anche i pozzi nei quali sono possibili misure di livello dinamico della falda, con particolare riferimento a quelli utilizzati dagli acquedotti comunali e consortili, purché sia possibile eseguire anche misure di livello statico.

In presenza di unità idrogeologiche costituite da falde libere e da più falde in pressione alle diverse profondità, si dovranno prevedere reti di monitoraggio per le misure periodiche di livello dell'acqua differenziate per ciascuno degli acquiferi individuati. In queste situazioni la densità della rete di monitoraggio dovrà necessariamente tener conto del numero dei pozzi esistenti nel territorio per ciascun orizzonte acquifero.

Per tutti i pozzi che fanno parte della rete di monitoraggio per le misure di livello dell'acqua, si dovrà provvedere alla compilazione delle schede riportate nell'Appendice 2 (schede 1, 2 e 3). Nelle schede dovranno essere riportate, oltre ai dati tecnici riferiti al pozzo, anche tutte le informazioni sulle litologie attraversate dalla perforazione.

Nelle aree caratterizzate dalla presenza di falde acquifere, per ciascuna delle campagne di misura di livello eseguite, dovranno essere ricostruite le carte isofreatiche e/o piezometriche.

Le direzioni di deflusso delle acque sotterranee dovranno essere indicate sia in presenza di falde acquifere che in presenza di reti acquifere. Dovranno essere adottate differenti tipologie di simboli in base alle diverse caratteristiche degli acquiferi cui le linee di deflusso si riferiscono (acquifero basale, sospeso, ecc.).

### 2.5.1. – Strumenti di misura e metodi

Le misure istantanee di livello statico dovranno essere eseguite con il freatometro. Per le misure a registrazione continua potranno essere utilizzati strumenti idonei.

### 2.6. – CARATTERISTICHE IDRODINAMICHE (TAV. B, III, 3)

Per il calcolo dei principali parametri idrodinamici degli acquiferi (portate specifiche, coef-

*all the monitoring network wells. New piezometric wells might be realized where relevant information lacking sectors within the study area were recognized after the definition of the monitoring network.*

*The monitoring network wells must be selected on the basis of their significance with respect to the aquifer features and of their accessibility for conducting groundwater level measurements. Wells available for both dynamic and static groundwater level measurement, like those for water supply usage, may be as well included in the monitoring network.*

*Hydrogeological units constituted of multilayer aquifer systems (vertical succession of phreatic and confined aquifers at different depths) must be monitored with differentiated groundwater level networks for each distinguished aquifer. The monitoring wells spatial distribution must be adequate for each single aquifer.*

*Annex 2 forms have to be filled out for groundwater monitoring network wells. Monitoring wells in particularly significant sectors have to be measured with continuous data-logging instruments. Information about the lithological succession drilled by boreholes has to be included in these forms.*

*Isophreatic and isopotential maps of each distinguished aquifer related to each groundwater level survey campaign have to be drawn.*

*Groundwater flow direction reconstructions have to be as well realized for both aquifers and aquifer systems. Opportune differentiated symbol typologies may be selected on the basis of the hydrogeological features of the study area (basal groundwater flow directions, perched groundwater flow directions, etc.).*

### 2.5.1. – Measurement and evaluation methods

*Phreatometric instruments have to be used for groundwater level measurements. Adequate time continuous data-logging instruments may be used.*

### 2.6. – HYDRODYNAMIC FEATURES (TABLE B, III, 3)

*The main aquifer hydrodynamic parameters (specific yield, hydraulic conductivity coefficient, transmissivity, storage coefficient) will be estimated by carrying out of drawdown tests. These latter may be performed in single wells or in testing stations constituted of a pilot well and 1 or more piezometric wells around it and within the pumping cone radius size.*

ficiente di permeabilità, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento) è necessario elaborare i dati acquisiti attraverso le prove di portata. Queste ultime possono essere eseguite su singoli pozzi o su stazioni di prova, costituite da un pozzo pilota e da 1 o più piezometri ubicati all'interno del raggio di azione del pozzo.

La scelta delle ubicazioni delle prove dipende dagli specifici obiettivi che si intendono raggiungere (ad esempio: definizione dei parametri idrodinamici, verifica di aree di drenaggio preferenziale) e dalle situazioni logistiche (ad esempio: possibilità di scarico e deflusso dell'acqua durante le prove, evitando fenomeni di alimentazione della falda).

Il numero delle prove di portata da effettuare dipende anche dalla scelta o meno di utilizzare, nell'ambito della cartografia tematica allegata nelle note illustrative (ad esempio nel contesto di piane alluvionali), il metodo di rappresentazione indicato nella tavola H. In ogni caso, nel determinare il numero delle prove da eseguire, si dovrà tenere conto della necessità di realizzare una cartografia "quantitativa" e di valutare il bilancio idrico degli acquiferi.

Le prove di emungimento, sia in regime permanente sia in regime transitorio hanno una durata complessiva di 72 ore, con una durata minima di 48 ore. La prova di risalita deve avere la stessa durata di quella di emungimento. I dati raccolti durante le prove di discesa e di risalita nel pozzo pilota e nei piezometri devono essere riportati in tabelle e opportunamente resi in forma grafica.

## **2.7. - CARATTERISTICHE IDROCHIMICHE (TAV. B, III, 4)**

Le caratteristiche fisico-chimiche delle acque sotterranee dipendono da vari fattori quali la composizione della roccia-serbatoio, alcuni fenomeni fisici legati all'interazione acqua-roccia, le condizioni idrodinamiche esistenti all'interno dell'acquifero, i tempi di residenza nel sottosuolo e le possibilità di mescolamento tra acque con caratteristiche chimiche differenti.

Lo studio del chimismo delle acque sotterranee è un metodo di prospezione idrogeologica che consente di ricostruire i circuiti, di caratterizzare il bacino di alimentazione, di individuare le zone di alimentazione e di drenaggio preferenziali, di risalire alle temperature profonde e di paragonare o correlare tra loro le varie acque.

In occasione del censimento generale dei punti d'acqua sarà opportuno verificare i pozzi e le sorgenti nei quali è possibile eseguire il prelievo di campioni prima di eventuali immissioni

*The test site selection depends on the specific expected purposes (e.g., hydrodynamic parameter calculation, verification of preferential drainage areas) and logistic situations (e.g., problems of waste and outflow of waters during tests, in order to avoid their reinfiltration in the aquifers).*

*The number of tests to be carried out also depends on the necessity (e.g., in alluvial plain contexts) of drawing of a thematic map representing the hydrogeological complex distinction on the basis of transmissivity, as indicated in table H. In any case the number of tests to be realized will be adequate to the production of a quantitative map and to the possibility of obtaining an evaluation of the hydrogeological budget of the aquifers.*

*The pumping tests, in both permanent and transitory state, should usually last 72 hours, with at least 48 hours of duration. The recovery tests have to be conducted for the same duration of the pumping tests.*

*The obtained data during the pumping, draw-down and recovery tests in both the pilot and piezometric wells must be opportunely reported in tables and plots.*

## **2.7. - HYDROCHEMICAL FEATURES (TABLE B, III, 4)**

*The physical-chemical features of groundwater are related to different parameters like reservoir composition, water-rock interaction processes, aquifer hydrodynamic conditions, groundwater residence time and mixing processes among waters having different chemical features.*

*Groundwater chemical features may be used as a hydrogeological prospecting tool for defining groundwater pathways, their feeding areas, water temperatures in depth, existence of correlations among different waters.*

*Well, spring and stream waters availability for hydrochemical sampling (before waters were collected in reservoirs or in other water works) will be verified during the general water point census. A monitoring network will be constituted with water points which may be sampled; the network will preferably include wells and springs for water supply and eventually it will be completed, if necessary, with other water points.*

*Sampling has to be conducted with biannual frequency and chemical analysis procedures will be preferentially performed by public institution laboratories.*

*Sample collection surveys will be executed in a narrow interval of time, since the analytical results may be affected by seasonal effects that may*

in serbatoi e/o autoclavi. Tra tutti i punti d'acqua potenzialmente campionabili si dovrà definire una rete di monitoraggio della quale faranno parte tutti i pozzi e tutte le sorgenti utilizzate a scopo idropotabile eventualmente integrati con altri punti d'acqua.

Il prelievo di campioni avrà cadenza semestrale e le analisi chimiche dovranno essere preferibilmente eseguite da laboratori di strutture pubbliche.

L'insieme dei prelievi di ogni campagna dovrà essere eseguito in un intervallo temporale molto ristretto, per evitare effetti dovuti a variazioni stagionali che possano far interpretare in modo non corretto sia l'esistenza o meno di differenze idrochimiche tra vari punti d'acqua sia la significatività dei punti d'acqua nell'ipotesi che le operazioni di campionamento e di analisi debbano proseguire nel tempo.

Il campionamento all'interno di fori non andrà eseguito solo in superficie o sul fondo, dove sono possibili contaminazioni esterne, ma bisognerà eseguire prelievi simultanei a diverse profondità, per controllare le variazioni di chimismo lungo la verticale o per tenere conto, se necessario, delle caratteristiche idrochimiche medie rappresentative dell'acqua in studio.

Saranno presi in considerazione almeno i seguenti parametri: temperatura dell'aria e dell'acqua, pH, durezza, conducibilità,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ . Altri parametri di particolare interesse riguardo a situazioni locali potranno essere analizzati. Si dovrà provvedere alla raccolta delle certificazioni delle analisi chimiche, alla costruzione di tabelle riassuntive per ciascun punto d'acqua ed alla elaborazione dei dati con diagrammi, grafici e rappresentazioni cartografiche. Eventuali schemi cartografici a carattere idrochimico a piccola scala potranno essere inseriti a margine del foglio idrogeologico; diagrammi, grafici e ulteriori rappresentazioni cartografiche dovranno essere inseriti nelle note illustrative.

## 2.8. – COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE E/O TRASMISSIVITÀ (TAV. H)

La rappresentazione della Tavola H dovrà essere realizzata in presenza di strutture idrogeologiche idonee e di dati sufficienti su carte complementari allegata alle note illustrative. Carte schematiche a piccola scala riguardanti questi parametri potranno evidenziare il differente contributo di ciascuno degli acquiferi eventualmente individuati nel modello concettuale delle acque sotterranee.

*misrepresent differences and/or affinities among waters. The definition of the most significant monitoring water points has consequently to be defined comparing analyses performed in the same time span.*

*The sampling operations within boreholes have to be opportunely done simultaneously at different depths, in order to detect chemical variations and to define a weighted average value for various hydrochemical parameters of waters.*

*At least air and water temperature, pH, water hardness and electric conductivity,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  will be determined. Other parameters will be considered according to local hydrogeological situation needs. Analytical certificates will be collected, tables with summary results of each water sampling point will be prepared and diagrams, plots and thematic maps will be opportunely drawn. Small scale sketch maps may be inserted at the main hydrogeological map margins; further diagrams, plots and sketch maps may be reported in the explanatory notes.*

## 2.8. – HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES DISTINGUISHED ON THE BASIS OF EFFECTIVE INFILTRATION AND/OR TRANSMISSIVITY (TABLE H)

*Maps realized with the processing criteria described in Table H have to be drawn for specific typology of hydrogeological structures, if enough data are available. They have to be attached as complementary maps in the explanatory notes or at the margin of the layout of the main map. Small-scale sketches of these parameters may also evidence the different contribution of each aquifer to the local groundwater resource balance.*

### 2.8.1. – Hydrogeological complexes distinguished on the basis of effective infiltration (Table H, I)

*The quantitative evaluation of the effective infiltration (e.i.) values have to be estimated using the hydrogeological budget of aquifers; it is also possible to have an approximate estimation through the calculation of the ratios between the value of the areal extension of hydrogeological unit or complex and the rainfall amounts on one hand and the outflow amounts on another hand. A direct estimation may be obtained by calculating the ratio between the mean spring yield amounts and the related recharge area extension values. The e.i. value is generally expressed in mm/a.*

### 2.8.1. – *Complessi idrogeologici distinti in funzione dell'infiltrazione efficace (Tav. H, I)*

La valutazione quantitativa del valore dell'infiltrazione efficace deve derivare dal bilancio degli acquiferi; appare pur sempre valido, in prima approssimazione, il calcolo derivante dal rapporto tra l'estensione dell'unità o del complesso idrogeologico e la quantità di precipitazioni da un lato e la portata delle emergenze dall'altro. Un metodo di valutazione più diretto consiste nel dividere le portate medie erogate dalle sorgenti per la loro area di alimentazione.

Il valore è convenzionalmente espresso in mm/a.

### 2.8.2. – *Complessi idrogeologici distinti in funzione della trasmissività (Tav. H, II)*

Per poter cartografare gli acquiferi in funzione della trasmissività, occorrerà essere in possesso di una adeguata distribuzione areale di valori.

## 3. – ORGANIZZAZIONE DELLA LEGENDA, DELLA CARTA E DELLE NOTE ILLUSTRATIVE

La legenda è stata suddivisa in 8 tavole:

Tavola A = Idrologia di superficie.

Tavola B = Idrologia sotterranea.

Tavola C = Complessi idrogeologici distinti in funzione del loro grado di permeabilità relativa.

Tavola D = Opere artificiali.

Tavola E = Aree carsiche.

Tavola F = Simboli litologici.

Tavola G = Limiti relativi alla cartografia idrogeologica.

Tavola H = Complessi idrogeologici distinti in funzione della infiltrazione efficace e/o della trasmissività.

Nella successiva descrizione saranno presi in considerazione gli elementi delle tavole che richiedono un commento, mentre saranno tralasciati quelli in cui la grafica rende già evidente il loro significato.

Alcune osservazioni sull'impostazione generale della carta, incluse le sezioni idrogeologiche verticali, delle note illustrative e della simbologia idrogeologica chiuderanno il presente capitolo.

### 3.1. – IDROLOGIA DI SUPERFICIE (TAV. A)

Le acque che scorrono in superficie sono distinte in acque di ruscellamento superficiale ed in quelle di flusso di base, queste ultime rappresentative del contributo delle acque sotterranee. La rappresentazione dei due diversi fenomeni deve essere tramite due simboli combinati: il simbolo della portata media del mese di massima magra, che si sovrappone alla traccia del corso d'acqua,

### 2.8.2. – *Hydrogeological complexes distinguished on the basis of transmissivity (Table H, II)*

*The realization of a hydrogeological map based on the transmissivity features of a study area needs of a relevant number of available values in order to obtain a realistic suitable hydrogeological scenario.*

## 3. – LEGEND, MAP AND EXPLANATORY NOTES ORGANIZATION

*The Legend is organized according to the following 8 tables:*

*Table A = Surface hydrology*

*Table B = Groundwater hydrology*

*Table C = Hydrogeological complexes distinguished on the basis of their relative permeability degree*

*Table D = Artificial works*

*Table E = Karst areas*

*Table F = Lithological symbols*

*Table G = Hydrogeological boundaries*

*Table H = Hydrogeological complexes distinguished on the basis of their effective infiltration and/or transmissivity.*

*The following comments regard only the elements in the tables which need of explanations, while if the meaning of the symbols is evident, no comments will be reported.*

*Some comments on the general design of the Map, including the Hydrogeological vertical cross-sections, of the Explanatory notes and of the Hydrogeological symbology will be also presented in this chapter.*

### 3.1. – SURFACE HYDROLOGY (TABLE A)

*The stream flow may be distinguished in runoff and base flow waters; the latter is actually a contribution from groundwater. The symbolic representation of these two typologies of flowing waters is constituted by a combined symbol: a first one related to the mean discharge of the months showing yearly the lowest values of flow regime and another one corresponding to the annual mean discharge. Both of them follow the stream course line according to the specific symbology described in Table A.*

*Base flow waters may be distinguished using the blue shades of colors according to the color selected for the aquifer feeding them.*

*It is also proposed the use of a symbol for lake monitoring station, since many of the Italian lakes are periodically surveyed and represent a main reservoir for water supply networks.*

### 3.2. – GROUNDWATER HYDROLOGY (TABLE B)

*The symbology related to groundwater is described in Table B. Features requiring more detailed explanations are described in the following paragraphs.*

rimane inserito all'interno del simbolo della portata media annua. La simbologia specifica è descritta nella tavola A.

Le acque del flusso di base possono essere distinte utilizzando diverse tonalità di blu in accordo con il colore usato per la simbologia dell'acquifero che le alimenta.

Si propone anche l'utilizzo di un simbolo per le stazioni di monitoraggio dei laghi, poiché molti dei laghi italiani sono periodicamente oggetto di indagine e rappresentano una importante riserva idrica per molte reti di approvvigionamento.

### 3.2. – IDROLOGIA SOTTERRANEA (TAV. B)

Nella tavola B viene indicata la simbologia che caratterizza le acque sotterranee. Di seguito sono descritti i parametri che richiedono ulteriori annotazioni.

#### 3.2.1. – Emergenze di acque sotterranee

Le emergenze possono essere distinte in quattro tipi:

- emergenze localizzate;
- emergenze lineari (di subalveo);
- emergenze diffuse;
- emergenze sottomarine.

La loro portata è indicata dalla dimensione del simbolo; nel caso delle sorgenti, quando se ne conoscano i dati, è prevista anche la rappresentazione del regime e di alcuni aspetti particolari.

Per quanto concerne le sorgenti lineari, la simbologia mostra la portata media, la lunghezza del settore di drenaggio, la variazione di portata stagionale ed il più basso valore di portata registrato (cfr. fig. 1).

Potrà essere utile distinguere le sorgenti utilizzando diverse tonalità di blu per fare riferimento ai diversi acquiferi che le alimentano (cfr. fig. 1).

#### 3.2.2. – Caratteristiche degli acquiferi

Nella carta idrogeologica di base sarà riportata la configurazione piezometrica derivante da misure statiche. Nelle carte complementari dovranno essere rappresentate le eventuali isopieze relative a misure dinamiche.

#### 3.2.3. – Caratteristiche idrodinamiche

Tra le caratteristiche idrodinamiche sono da considerare di particolare interesse la trasmissività e il coefficiente di immagazzinamento considerati nel punto di misura. La trasmissività  $T$ , espressa in  $m^2/s$ , è il prodotto del coefficiente di permeabilità per lo spessore dell'orizzonte acquifero rispetto alla sezione trasversale considerata. Il valore può

#### 3.2.1. – Groundwater emergences

*Four different typologies may be distinguished:*

- *localized (point) springs;*
- *linear (streambed) springs;*
- *diffuse (areal) springs;*
- *submarine springs.*

*Discharge is indicated with graduated size symbols; information on flow regime or other peculiar features, if available, has to be reported with specific symbols.*

*As concerns linear springs, the symbology shows the mean discharge, the drainage zone length, the seasonal flow variation and the lowest measured discharge values (see examples in fig. 1).*

*It is also suitable to distinguish springs by using blue shades of colors for evidencing the respective aquifers which fed them in (see examples in fig. 1).*

#### 3.2.2. – Aquifer features

*The piezometric surface morphology deriving from static level measurement has to be reported in the main map. Eventual isopiezometric assessments related to dynamic situations have to be represented in a complementary map.*

#### 3.2.3. – Hydrodynamic features

*Transmissivity and storage coefficient are the main hydrodynamic features which have to be reported in the map in correspondence of the measurement point. Transmissivity ( $T$ ; in  $m^2/s$ ) represents the product of hydraulic conductivity by the aquifer layer thickness at the considered transversal section. The related value may be obtained using different direct and indirect methods, or simply estimated (see 2.8.2.); in both legend and explanatory notes it must be defined if the reported values were obtained by a reliable or an approximate calculation.*

*Storage coefficient ( $S$ ) represents the ratio between the water volume (free water) that is possible to draw out from a portion of aquifer having a vertical prismatic shape with unitary section and the unitary water table drawdown, expressed as a percentage. It may be compared with effective porosity of a phreatic aquifer and with compressibility coefficient approximate value of a confined aquifer, in which the aquifer compressibility, along with other factors, acts indeed an essential role.*

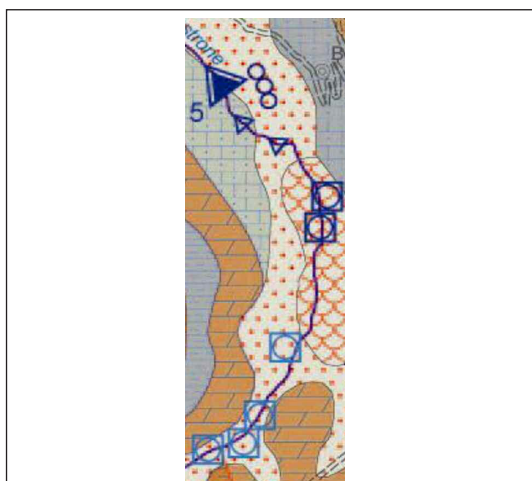


Fig. 1 – Esempio di simbologia di sorgente lineare (stralcio modificato da BONI *et alii*, 2008). Questa permette la valutazione della portata media (dimensione del simbolo esterno), della variabilità stagionale (indicazione dei minimi misurati con un simbolo in colore pieno al centro del precedente) e della lunghezza del tratto drenante (linea con triangoli più piccoli). Inoltre, l'uso di diversi toni di colore blu è indicativo dei diversi acquiferi che alimentano le varie sorgenti.

- *Example of linear spring symbology (extract modified from Boni et alii, 2008). It allows an immediate understanding of their mean flow rate (external symbol dimension), of seasonal flow variation (minimal measured values indicated by the full symbol in the centre of the previous one) and of the length of the draining stream sector (line with small triangles). Furthermore, springs fed by different aquifers are distinguished using the different blue shades of colors of the specific aquifer which fed them in.*

essere determinato in vario modo, con metodi diretti e indiretti, o semplicemente stimato (cfr. 2.8.2.); in legenda e nelle note illustrative sarà indicato se la determinazione è stata fatta in base ad un calcolo attendibile o ad una stima approssimativa.

Il coefficiente di immagazzinamento  $S$  è il rapporto espresso in percentuale tra il volume d'acqua (acqua libera) che è possibile estrarre dalla sezione unitaria di un prisma verticale di materiale acquifero e l'abbassamento unitario di livello piezometrico della falda. Mentre per le falde libere può essere paragonato alla porosità efficace, per le falde in pressione, dove intervengono altri fattori e principalmente la compressibilità dell'acquifero, esso esprime approssimativamente il coefficiente di compressibilità dell'acquifero stesso.

#### 3.2.4. – Caratteristiche idrochimiche

Tra le caratteristiche idrochimiche vanno segnalate, nella carta idrogeologica di base, le sorgenti minerali e termominerali, le emanazioni gassose, l'eventuale limite dell'intrusione marina e la quota dell'interfaccia acqua dolce - acqua fossile.

Soprattutto per le sorgenti localizzate, è opportuno rappresentare la conducibilità elettrica delle rispettive acque per intervalli di classi di valore tramite un piccolo simbolo graduato per colore, che sarà sovrapposto e centrato sul simbolo graduato in dimensione di colore blu relativo alla portata media, per evidenziare la distribuzione spaziale di questo significativo parametro.

#### 3.3. – COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DEL LORO GRADO DI PERMEABILITÀ RELATIVA (TAV. C)

Nello schema proposto nella figura 2 e nella tavola C, i terreni affioranti vengono suddivisi in complessi idrogeologici. Un complesso idrogeologico può essere definito come l'insieme di

#### 3.2.4. – Hydrochemical features

*Among them, mineral and thermomineral springs, gas emissions, eventual seawater intrusion limit and elevation of fresh water-fossil water interface have to be reported in the main map.*

*It is opportune, especially for point springs, to overlap and center a small symbol in graduated color representing electrical conductivity values on mean discharge graduated size symbols in blue, in order to evidence the spatial distribution of this significant parameter.*

#### 3.3. – HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES DISTINGUISHED ON THE BASIS OF THE RELATIVE PERMEABILITY DEGREE (TABLE C)

*According to Table C and figure 2, the cropping out terrains have to be differentiated in hydrogeological complexes. A hydrogeological complex is a group of similar lithologies having comparable spatial and geometric features, type of permeability and relative permeability degree (CIVITA, 1973).*

*Complexes are distinguished on the basis of their relative permeability degree and irrespective of permeability type. Four degrees of relative permeability were defined according to parameters like grain size, fissuration index, karst index, specific yield (or annual mean groundwater flow, in  $m^3/a/km^2$ ) and in particular in comparison to hydrogeological features of adjacent complexes (CIVITA, 1973).*

*The reference framework proposes two vertical sectors or columns (fig. 2). The first one is drawn in four separated columns and deals with the per-*

termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto (CIVITA, 1973).

La differenziazione tra un complesso ed un altro è data dal grado di permeabilità relativa, indipendentemente dal tipo. Si prevedono quattro diversi gradi di permeabilità relativa calcolati sia tenendo conto dei parametri statistici come l'analisi granulometrica, l'indice di fratturazione, l'indice di carsificazione, il rendimento specifico (o deflusso sotterraneo medio annuo, espresso in m<sup>3</sup>/a per km<sup>2</sup>), sia, in particolare modo, per confronto con altri complessi adiacenti (CIVITA, 1973).

Lo schema propone due settori verticali (fig. 2). Il primo è diviso in quattro colonne e riporta la classificazione in gradi di permeabilità:

Complessi altamente permeabili	AP
Complessi mediamente permeabili	MP
Complessi scarsamente permeabili	SP
Complessi con permeabilità bassissima	BP

L'uso del termine "permeabilità bassissima" al posto di "impermeabile" è dettato, da un lato, dall'improbabilità che un terreno possa essere considerato totalmente impermeabile ad un fluido come l'acqua, e, dall'altro, dall'elevata probabilità che, in molti dei contesti geologici del territorio italiano tipicamente caratterizzati da una diffusa presenza di processi tettonici, perfino complessi idrogeologici pressoché impermeabili possano ospitare acquiferi, sebbene di bassa potenzialità idraulica.

I complessi ad alta e media permeabilità vengono cartografati con colore pieno accompagnato dai simboli litologici riportati in tavola F; le altre due classi sono distinte dal solo colore pieno.

Per ottenere un'immediata comprensione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio, viene proposta una specifica scala cromatica relativa ai quattro gradi di permeabilità relativa dei complessi idrogeologici precedentemente definiti. I colori rosso-arancio e giallo-arancio sono proposti per i gradi di permeabilità relativa, rispettivamente, alto e medio. Questi colori hanno, infatti, un forte impatto visivo che consente un pronto riconoscimento delle aree che ospitano i processi di infiltrazione e che fungono da aree di ricarica e che, quindi, mostrano una predisposizione alla contaminazione. Queste aree saranno quindi immediatamente riconoscibili come destinatarie di conseguenti attività di protezione delle acque sotterranee. I colori verdi-grigiastri saranno utilizzati per lo scarso grado di permeabilità relativa perché possono essere chiaramente distinti dai precedenti e quindi evidenziare le aree subordinatamente coinvolte nel processo di infiltrazione, ma

*meability degree classification:*

<i>High permeability complexes</i>	AP
<i>Intermediate permeability complexes</i>	MP
<i>Scarce permeability complexes</i>	SP
<i>Very low permeability complexes</i>	BP

*The use of the term "very low permeability" instead of "impermeable" is proposed, since it is improbable that a terrain may be really considered impermeable to water, on one hand, and there is a high probability in the Italian territory contexts that low potentiality aquifers are hosted even in mainly impermeable complexes, also due to the widespread occurring of tectonic processes, on another hand.*

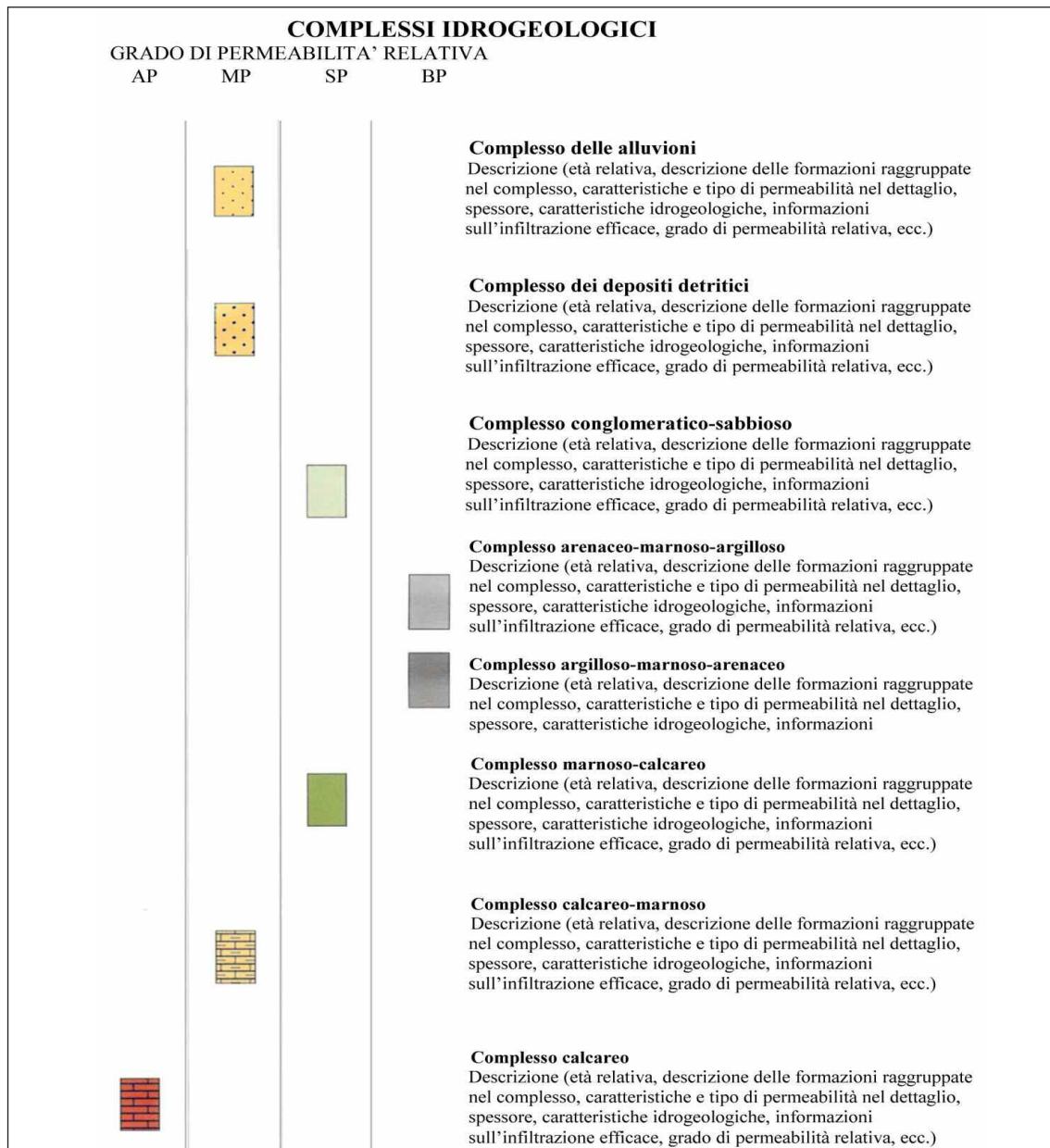
*High and intermediate permeability complexes are mapped using overlying lithological patterns (see table F) on different background colors; scarce and very low permeability complexes are only represented with full background colors.*

*In order to obtain an immediate understanding of the hydrogeological features, the use of a special color scale, strictly related to the permeability features of the hydrogeological complexes, is here proposed. Red-orange and yellow-orange colors, respectively for the high and intermediate relative permeability grade, are proposed for their high visual impact, for the consequent immediate understanding of the areas potentially hosting infiltration process and recharge areas and then having a predisposition to groundwater contamination. These areas are then immediately evidenced as probable sectors in which the activity of groundwater resource protection must be addressed. Green-greyish colors used for scarce permeability complexes, clearly distinguishable from the two previous one, may immediately evidence areas subordinately involved in the infiltration process, but potentially hosting local aquifers. The grey color, finally, will evidence the lack of groundwater circulation processes and the aquiclude (or aquitard) role of the very low permeability complexes.*

*In particularly complicated situations, some permeability degrees may be characterized in details using shades of the previously defined colors (i.e. establishing a sort of sub-classes).*

*When within a hydrogeological complex it is possible to identify well distinguished (regarding both vertical and areal distribution) lithologies having a different relative permeability degree with respect to the general setting, these lithologies will be represented with specific symbols.*

*The second column at right will be used for the description of the lithological and hydrogeological features of each complex (e.g., relative age, grouped together formation description, thickness, permeability features in detail, hydrogeological features, effective infiltration information and assigned relative permeability degree; Fig. 2).*



comunque potenzialmente interessate da acquiferi di importanza locale. I colori grigi, infine, evidenzieranno l'assenza di circolazione idrica sotterranea ed il ruolo di *aquiclude* (o *aquitard*) dei complessi idrogeologici classificati nel bassissimo grado di permeabilità relativa.

In situazioni particolarmente complesse, potranno essere utilizzati gradazioni dei suddetti colori all'interno dei vari gradi di permeabilità, stabilendo così una sorta di sottoclassi.

Quando all'interno di un complesso idrogeologico è possibile individuare dei termini con grado di permeabilità relativa diverso da quello generale, stratigraficamente bene distinti e rilevabili per un largo tratto di territorio, questi andranno cartografati con un simbolo a parte.

Fig. 2 - Esempio dell'impostazione della Legenda dei complessi idrogeologici per la Carta idrogeologica d'Italia (modificato da MARTARELLI & SCALISE, 2011).

- *Example of the design of the Hydrogeological Complex Legend for the Hydrogeological Map of Italy (modified from based on the relative permeability degree MARTARELLI & SCALISE, 2011; see previous text for english translation of descriptions).*

### 3.4. - ARTIFICIAL WORKS (TABLE D)

*The artificial works for water withdrawal are described in this table. Only the main or relevant water supply works, wells and hydraulic works have to be represented in the hydrogeological map. The*



Il secondo settore a destra è utilizzato per una descrizione delle caratteristiche litologiche ed idrogeologiche di ciascun complesso (*e.g.*, età relativa, descrizione delle formazioni raggruppate nel complesso, spessore, caratteristiche e tipo di permeabilità nel dettaglio, caratteristiche idrogeologiche, informazioni sulla infiltrazione efficace, grado di permeabilità relativa).

### 3.4. – OPERE ARTIFICIALI (TAV. D)

Nella tavola D sono state inserite le opere antropiche finalizzate al prelievo dell'acqua. Nella carta idrogeologica andranno ubicate solo le captazioni di emergenze, i pozzi e le opere idrauliche principali o significative. Tutto il complesso delle altre informazioni censite, da utilizzare in sede di bilancio idrogeologico, andrà rappresentato nelle carte complementari.

### 3.5. – AREE CARSIICHE (TAV. E)

Nella tavola E viene indicata la simbologia di rappresentazione delle più significative forme carsiche quali doline, inghiottitoi e grotte. Una particolare simbologia segnala quelle aree carsiche che direttamente o indirettamente possono favorire una maggiore infiltrazione delle acque meteoriche.

### 3.6. – SIMBOLI LITOLOGICI (TAV. F)

Nella tavola F sono riportati i simboli litologici da utilizzarsi nella redazione della carta. Nella rappresentazione della carta complementare relativa ai complessi idrogeologici distinti in funzione dell'infiltrazione efficace e della trasmissività (tavola H), i simboli litologici assumeranno il colore seppia.

Tra i simboli litologici viene anche proposto l'uso di un sovrassegno per delimitare le aree affette da intensa laminazione (o altri simili processi indotto da eventi tettonici), per i loro effetti nei confronti delle caratteristiche idrogeologiche dei litotipi.

### 3.7. – LIMITI RELATIVI ALLA CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA (TAV. G)

Nella tavola G sono stati raggruppati gli elementi geologici ed idrogeologici utili a fornire chiarimenti e ad aggiungere ulteriori informazioni. La tavola non richiede particolari commenti.

Comunque, nei casi in cui si ritenga opportuno evidenziare il significato idrogeologico dei limiti litostratigrafici e tettonici, questo può essere espresso con i seguenti colori:

- *rosso*: indica che le acque di infiltrazione attraverso

*whole of the collected information will be reported in complementary maps in order to be available for contributing to an appropriate hydrogeological budget calculation.*

### 3.5. – KARST AREAS (TABLE E)

*This table is dedicated to the symbology regarding the most significant karst morphologies like doline, sinkholes and caves. Specific symbols may be adopted for karst areas which directly or indirectly may induce a rainfall water infiltration increasing.*

### 3.6. – LITHOLOGICAL SYMBOLOGY (TABLE F)

*The lithological patterns to be used in the hydrogeological map are listed in table F. In the complementary map of the hydrogeological complexes distinguished on the basis of the effective infiltration and transmissivity (table H) these symbols will assume a sepia color.*

*Regarding lithological symbology, it is also proposed the use of a symbol or pattern indicating area affected by intense lamination (or other similar processes induced by tectonic events), for its effects on the hydrogeological features of the terrains.*

### 3.7. – HYDROGEOLOGICAL BOUNDARIES AND OTHER BOUNDARY TYPOLOGIES OF HYDROGEOLOGICAL RELEVANCE (TABLE G)

*The geological and hydrogeological elements which may give useful explanations and add further information in the hydrogeological map are grouped in this table. The understanding of this table is rather immediate, but we may here remark that, in order to evidence the hydrogeological relevance of some lithostratigraphical and tectonic limits, the following color code may be used:*

- *red*: infiltration waters totally (continuous line) or partially (dashed line) pass through the limit;
- *blue*: flowing groundwater passes through the limit under the saturation surface elevation. The triangles along the line have a vertex oriented towards the groundwater flow direction; it may be always in the same way or may have alternated ways according to the hydraulic heads existing in both sides of the limit;
- *green*: the limit occurs at the contact between permeable and very low permeability/impermeable rocks. The limit may represent a lower, lateral or upper barrier to groundwater flow for an identified aquifer. Specific symbols have as well to be used when particular hydrogeological characteristics occur:

sano il limite considerato, totalmente (linea intera) o parzialmente (linea a tratteggio);

- *blu*: indica che, sotto la quota di saturazione, il limite è attraversato da acque sotterranee in movimento. Il vertice dei triangoli, con la base sulla linea, fornisce il verso di deflusso sotterraneo che può essere in una sola direzione o può assumere direzioni alterne in funzione dei potenziali che si instaurano da un lato e dall'altro del limite;

- *verde*: sottolinea il limite fra rocce permeabili e impermeabili o pochissimo permeabili. Tale limite è indicato quando chiude inferiormente, lateralmente o superiormente un acquifero riconosciuto e costituisce una barriera per lo scorrimento delle acque sotterranee.

Potranno anche essere usati simboli specifici per evidenziare caratteristiche idrogeologiche peculiari quali: i) limite di area di ricarica di acquifero sospeso;

ii) spartiacque sotterraneo "aperto" (i.e., che permette scambio idraulico);

iii) spartiacque sotterraneo "chiuso" (i.e., che non permette scambio idraulico);

iv) limite tra bacini idrogeologici adiacenti con presenza di *drenance*.

### 3.8. – COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE E/O DELLA TRASMISSIVITÀ (TAV. H)

La rappresentazione di questa tavola, che costituisce una delle carte complementari allegate alle note illustrative, dovrà essere realizzata solo in presenza di strutture idrogeologiche idonee e di dati sufficienti.

Se gli affioramenti sono stati distinti in funzione dell'infiltrazione efficace (i.e., mm/a) dovranno essere suddivisi nei seguenti gruppi in base alla litologia predominante: depositi di copertura, complessi litostratigrafici di origine sedimentaria, complessi litostratigrafici effusivi intrusivi e metamorfici, casi particolari. Ciascun gruppo sarà cartografato con i colori corrispondenti alla classe di i.e. cui appartiene, ai quali saranno sovrapposti i relativi simboli litologici.

Se le aree di emergenza sono state distinte in funzione delle classi di trasmissività ( $m^2/s$ ) dovrà essere presa in considerazione la tipologia di acquifero e di alimentazione per avere indicazione, specie nei depositi di copertura recente, della permeabilità e della potenzialità idrica.

#### 3.8.1. – Complessi idrogeologici distinti in funzione dell'infiltrazione efficace (i.e.)

Con infiltrazione efficace si intende la quantità media annua d'acqua che, attraverso il processo di infiltrazione, giunge fino alla superficie

*i) boundary of recharge areas of suspended aquifer;*

*ii) "open" (i.e., allowing hydraulic exchange) groundwater divide;*

*iii) "closed" (i.e., not allowing hydraulic exchange) groundwater divide;*

*iv) groundwater drainage process along boundary among nearby hydrogeological basins.*

### 3.8. – HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES DISTINGUISHED ON THE BASIS OF THEIR EFFECTIVE INFILTRATION AND/OR TRANSMISSIVITY (TABLE H)

*The map related to this table is a complementary map annexed to the explanatory notes and will be realized when adequate typology of hydrogeological structure and enough information are available.*

*In this map, if the cropping out terrains were distinguished as a function of the effective infiltration (mm/a) they have to be grouped based on the predominant lithostratigraphical typology as follows: covering deposits; sedimentary deposits; effusive, intrusive and metamorphic rocks; particular occurrences. Each group will be represented with the color of the corresponding effective infiltration class, with an overlying respective lithological pattern symbol.*

*When the cropping out areas have been identified on the basis of transmissivity classes ( $m^2/s$ ), the typology of aquifers and of feeding processes have to be examined in order to obtain indications of permeability and hydraulic potentiality, especially for recent covering deposits.*

#### 3.8.1. – Hydrogeological complexes distinguished on the basis of effective infiltration (e.i.)

*The e.i. represents the annual mean amount of water which infiltrates and reaches the phreatic surface, thus feeding the aquifers. The e.i. depends on lithological and morphological features affecting as a whole the general hydrogeological process, other than, of course, on the meteorological conditions. The e.i. class ranges are expressed in mm/a.*

*The explanatory notes have to report if the e.i. values derive from a reliable calculation or from an approximate valuation.*

*Appropriate shades of colors and symbols are proposed for distinguishing (fig. 3): i) complexes that are or are not involved in the infiltration process; ii) complexes of subordinate importance in the local hydrogeological asset; iii) complexes that support or limit the defined aquifer.*

freatica, alimentando così la falda. L'i.e. dipende dalle condizioni litologiche e morfologiche che - oltre ovviamente alle condizioni climatiche - condizionano nel loro insieme tutto il processo idrogeologico. Le classi di i.e. sono comprese in intervalli di valori espressi in mm/a.

Nelle note illustrative è da precisare se la determinazione è stata fatta in base ad un calcolo attendibile o ad una stima approssimativa.

Viene proposta una specifica simbologia con gradazioni di colore opportunamente scelte per distinguere (cfr. fig. 3): i) complessi che sono o non sono coinvolti nel processo di infiltrazione; ii) complessi di importanza subordinata nei confronti del locale assetto idrogeologico; iii) complessi che sostengono o delimitano gli acquiferi; iv) complessi che non è stato possibile studiare da un punto di vista quantitativo.

**3.8.2. – Complessi idrogeologici distinti in funzione della trasmissività (T)**

In riferimento alla trasmissività si rimanda a quanto espresso in 2.2.3. In mancanza di prove dirette, l'ordine di grandezza di T minima dell'acquifero, può essere empiricamente stimato dal confronto della portata erogata con il relativo abbassamento di livello secondo la tabella indicativa.

Trasmissività <i>Transmissivity</i> m <sup>2</sup> /s	Portate <i>Yield</i> l/s	Abbassamenti <i>Drowdown</i> m
10 <sup>-2</sup>	30	5 - 10
10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	5 - 10
10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>	3 - 0,3	5 - 10

Quando non sia possibile pervenire alla valutazione diretta e/o indiretta di T, un colore particolare indica i depositi privi di acquiferi significativi o con dati insufficienti.

**3.9. – ASPETTO GENERALE DELLA CARTA IDROGEOLOGICA**

La necessaria raccolta di numerose e dettagliate informazioni derivanti dagli studi sul campo dei vari aspetti idrogeologici del territorio e l'opportunità di rappresentarli su vari documenti cartografici in cui possono essere descritti adeguatamente, sono requisiti primari per una facile lettura della cartografia

*fers; iv) complexes contributing to define the hydrogeological asset, but that it is not possible they are studied from a quantitative point of view, since they are partially out of the boundary of the study area.*

**3.8.2. – Hydrogeological complexes distinguished on the basis of transmissivity (T)**

*As concerns transmissivity, please refers to section 2.2.3. If direct tests are not available, the order of magnitude of minimum T of the aquifer may be empirically estimated comparing the exploited yield to the respective drawdown, according to the following approximate table.*

*Whenever it was not possible to have a direct or indirect evaluation of T, it may be adopted a specific color indicating deposits without significant aquifers or with no enough information.*

**3.9. – GENERAL ASPECTS OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP**

*The requirement of detailed information deriving from field studies on the various hydrogeological aspects of the territory and the need of their representation on different cartographical documents in which they may be adequately described, are primary necessities for an easy readability of the hydrogeological cartography. As a consequence, the hydrogeological map will be constituted of a main map, in which the fundamental hydrogeological features of the territory must be selected and opportunely illustrated (e.g., hydrogeological complexes, surface hydrology, springs, stream gauging stations, wells), and of a series of smaller scale sketch maps, at the border of the main map, in which other groundwater characteristics may be represented in detail (e.g., Conceptual hydrogeological model, Effective infiltration sketch, Meteorological station network). Some representative hydrogeological cross-sections must be included to accomplish the interpretative hydrogeological picture of the territory (fig. 4).*

*These geothematic maps correspond to different georeferenced layer files, interfaced with a geodatabase. Specific algorithms and matrixes may opportunely correlate the GIS to the database, also to perform other cartographic products like Aquifer layers thickness map, Piezometric isovariation map, Rainfall and temperature distribution map, etc. Opportunely improved, a GIS may be also used for hydrogeological budget calculation and aquifer vulnerability studies.*

*The software GIS potentiality may also allow the representation of some time-variable hydrogeological*

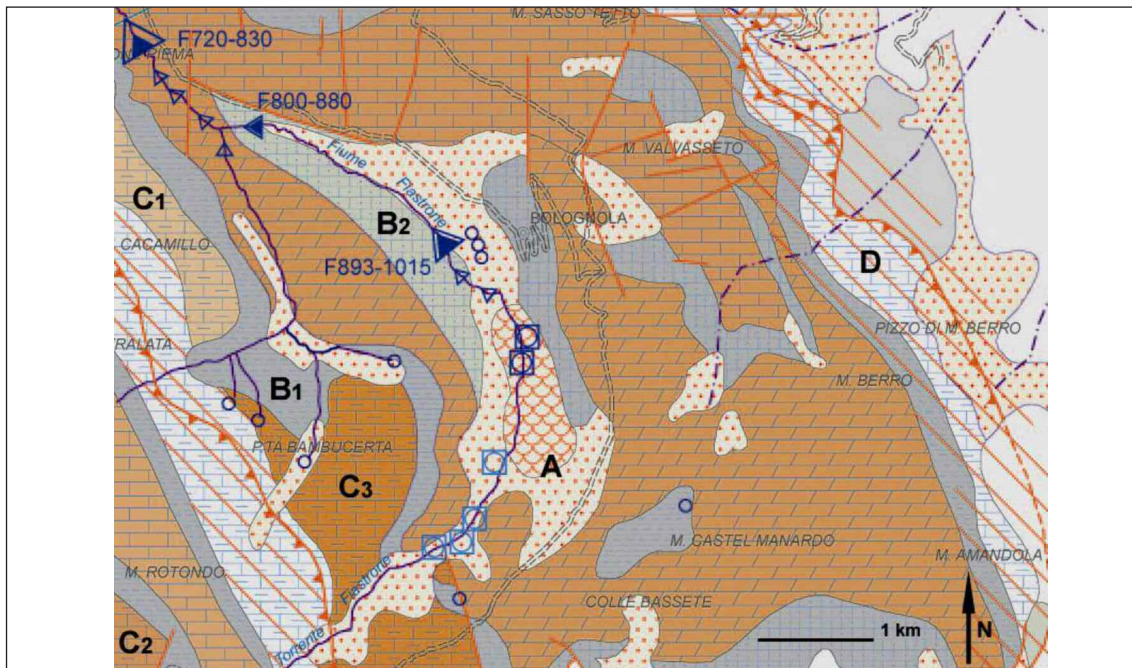


Fig. 3 – Esempio di Carta idrogeologica (complessi idrogeologici distinti in funzione della infiltrazione efficace, i.e.; stralcio modificato da BONI *et alii*, 2008). È possibile evidenziare:

- i) complessi che rivestono un ruolo subordinato nel quadro idrogeologico regionale (es. coperture recenti), rappresentati con il solo sovrassegno rosso relativo al tipo di complesso (A);
- ii) complessi che non sono sede del processo d'infiltrazione e che sostengono o delimitano gli acquiferi, rappresentati con colore grigio (B1), oppure che sono soggetti a processi di drenaggio, riportati con colore grigio-verde (B2);
- iii) complessi carbonatici, sede preferenziale del processo d'infiltrazione, rappresentati con una duplice simbologia costituita da un retino indicativo del complesso e da un colore nei toni del rosso che ne mostri l'entità dell'i.e. (uno stesso complesso può assumere un diverso colore rappresentativo di differenti caratteristici valori di i.e.: C1 = i.e. < 450 mm/a; C2 = 600 < i.e. < 750 mm/a; C3 = i.e. > 750 mm/a);
- iv) complessi che non è stato possibile studiare da un punto di vista quantitativo e che pertanto non hanno un colore rappresentativo ma solo un retino indicativo del tipo di complesso (D).

- Example of Hydrogeological Map (hydrogeological complexes on the basis of Effective Infiltration, e.i.; extract modified from BONI *et alii*, 2008). It is possible to evidence:

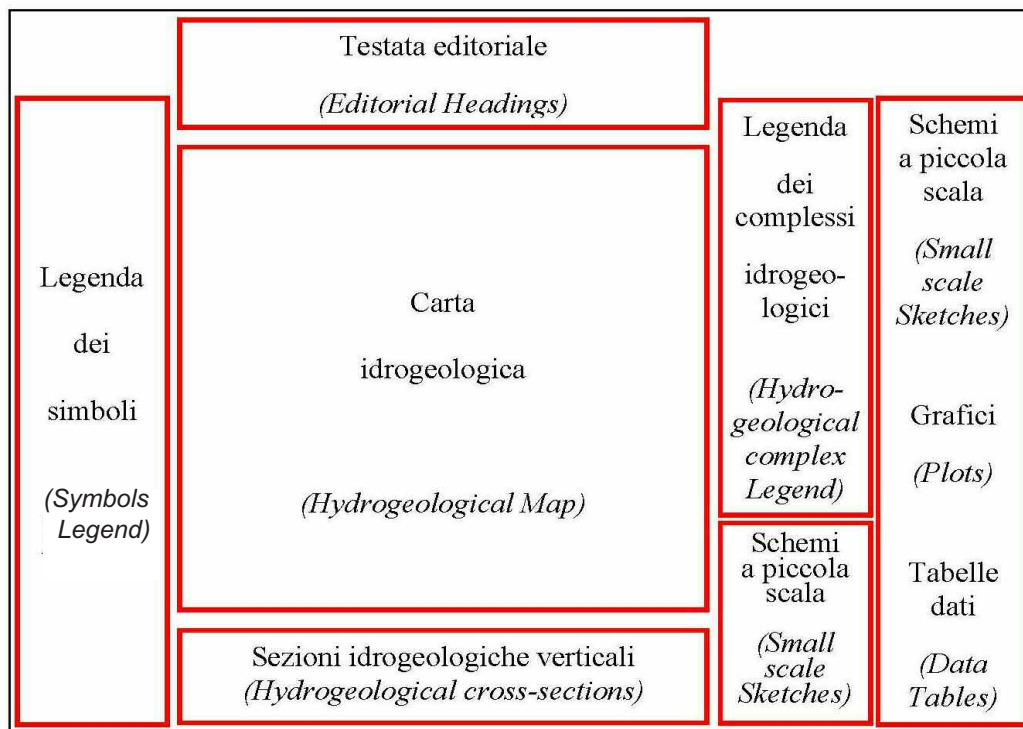
- i) complexes having a subordinate role in the regional hydrogeological framework (e.g. recent sedimentary cover), simply represented with a red pattern indicating the complex type (A);
- ii) complexes not involved in the infiltration process, which support or delimit the defined aquifers, symbolized by a full grey (B1), or a greenish-grey (B2) when groundwater drainage processes occur;
- iii) carbonate complexes, representing the favorite sectors for the infiltration process, indicated by the overlapping of a pattern showing the complex type on a background color in different red gradations representing the e.i. degree (the same complex may then have different red shades of color: e.g., C1 = e.i. < 450 mm/year; C2 = 600 < e.i. < 750 mm/year; C3 = e.i. > 750 mm/year);
- iv) complexes which was not possible they were studied from a quantitative point of view and are, then, not evidenced with a background color, but only with a pattern indicating the complex type (D).

idrogeologica. Di conseguenza, la carta idrogeologica sarà costituita da una mappa principale, in cui devono essere selezionate e opportunamente illustrate le caratteristiche idrogeologiche fondamentali del territorio (ad es., complessi idrogeologici, idrologia superficiale, sorgenti, stazioni di misurazione dei flussi, pozzi) e di una serie di mappe a scala ridotta riportate al margine della mappa principale, in cui possono essere rappresentate in modo dettagliato le caratteristiche delle acque sotterranee (ad es., modello idrografico concettuale, schema dell'infiltrazione efficace, rete meteorologica). È necessario includere alcune sezioni idrogeologiche trasversali rappresentative per visualizzare uno schema idrogeologico interpretativo del territorio (fig. 4).

*parameters, in particular those acting a determinant role toward groundwater resource management and protection activities.*

### 3.10. – HYDROGEOLOGICAL VERTICAL CROSS-SECTIONS

*Hydrogeological cross-sections are aimed at a three-dimensional reconstruction of the aquifers. They represent a useful tool to evidence: the stratigraphical relationships among the hydrogeological complexes; the arrangement of the distinguished aquifers; the probable aquifer extension and their mean isopotential field; the isopotential differences among the distinguished aquifers; the hydraulic*



Queste mappe geotematiche corrispondono a diversi strati informatici georiferiti e organizzati in un GIS interfacciato con un geodatabase. Algoritmi e matrici specifici possono consentire una appropriata correlazione tra GIS e database, anche per eseguire altri prodotti cartografici, come carte dello spessore degli strati acquiferi, della variazione dei livelli piezometrici, della distribuzione delle piogge e della temperatura, ecc. Si può anche utilizzare il GIS per il calcolo del bilancio idrogeologico e per studi sulla vulnerabilità degli acquiferi. La potenzialità del software GIS può anche consentire la rappresentazione di determinati parametri idrogeologici variabili nel tempo, in particolare quelli che svolgono un ruolo importante per la gestione delle risorse idriche e le attività di protezione delle acque sotterranee.

### 3.10. – SEZIONI IDROGEOLOGICHE VERTICALI

L'elaborazione di sezioni idrogeologiche verticali è finalizzata ad una ricostruzione tridimensionale delle idrostrutture e degli acquiferi. Esse rappresentano un utile strumento per evidenziare: le relazioni stratigrafiche tra i complessi idrogeologici; la geometria e l'estensione degli acquiferi ed i loro livelli piezometrici; le differenze di livello isopotenziale tra acquiferi adiacenti; la geometria ed il ruolo dei limiti di permeabilità al contorno degli acquiferi; il volume delle risorse rinnovabili e delle riserve stabili delle acque sotterranee.

Fig. 4 – Aspetto generale dell'organizzazione dei fogli della Carta Idrogeologica d'Italia (da MARTARELLI & SCALISE, 2011). La carta idrogeologica è in posizione centrale; il Foglio è corredato dalle legende dei complessi idrogeologici e dei simboli, dalle sezioni idrogeologiche e da ulteriori elementi come carte geotematiche schematiche, grafici e tabelle di dati.

– *General frame organization of a sheet map of the Hydrogeological Map of Italy (from MARTARELLI & SCALISE, 2011). The hydrogeological map is the main item; the map is equipped with the symbol and hydrogeological complex legends, the hydrogeological cross-sections and further items like selected geothematic sketch maps, graphics and data tables.*

*boundary role; the amount of renewable resource and stable reserve of groundwater.*

*It is proposed that in the hydrogeological cross-sections the geological features and the hydrogeological complexes are represented (fig. 5) with special patterns of the respective colors of the elements in the map, rather than with the corresponding full colors, allowing to evidence the features of the different distinguished aquifers (blue shades of colors) and the very low permeability complexes which delimit or support the aquifers (in grey shades of colours). The groundwater isopotential surface must be also appropriately evidenced along the cross-section with a light blue line.*

### 3.11. – EXPLANATORY NOTES

*The explanatory notes will be helpful for a clear understanding of the hydrogeological situations and problematic existing in the sheet map territory and*

Nelle sezioni idrogeologiche verticali si dovranno rappresentare le caratteristiche litologiche e i complessi idrogeologici (fig. 5) con dei sovrassegni dei rispettivi colori degli elementi in mappa e non con colore pieno, poiché il colore pieno sarà riservato alla posizione degli acquiferi individuati (in gradazioni di colore blu) ed alla rappresentazione dei complessi con scarso e bassissimo grado di permeabilità relativa (in gradazioni di colore verde-grigio e grigio, rispettivamente) che delimitano o sostengono i suddetti acquiferi. La superficie piezometrica delle acque sotterranee sarà rappresentata lungo le sezioni idrogeologiche con una linea in azzurro.

### 3.11. – NOTE ILLUSTRATIVE

Le notizie fornite dovranno essere indirizzate alla migliore comprensione delle situazioni e problematiche idrogeologiche presenti nel foglio descritte seguendo l'ordine espresso nella legenda della carta idrogeologica.

Con sezioni, stereogrammi e/o bloccodiagrammi si indicheranno gli schemi di circolazione delle acque sotterranee.

Le note dovranno essere corredate da cartografie tematiche alla scala opportuna con indicazioni a complemento o a supporto della carta idrogeologica di base. Si possono segnalare: la carta dell'infiltrazione efficace e della trasmissività, la carta delle sorgenti, dei pozzi e degli altri punti d'acqua censiti, le carte isopiezometriche, la carta delle isoiete, le carte idrochimiche, la carta della vulnerabilità all'inquinamento, etc.

In questo elaborato potranno anche essere presentate delle tabelle di sintesi dei dati idrogeologici dei punti d'acqua ritenuti più rappresentativi.

*will be written following the topic order of the hydrogeological map legend.*

*Vertical cross-sections, stereograms and block diagrams may be used for representing the groundwater flow directions.*

*Thematic maps at the opportune scales may be annexed to the explanatory notes as complementary sketch maps or as a support to the information on the main hydrogeological map. They may consist in: effective infiltration and transmissivity maps; spring, well and other surveyed water point maps; isopotential maps; rainfall contour maps; hydrochemical maps; vulnerability to pollution maps; etc. The explanatory notes have to contain the discussion about the elements contributing to the hydrogeological balance of the aquifers and, as much as possible, about the hydrogeological budget evaluation.*

*The data on the surveyed water points (identification number, coordinates, stratigraphical logs, measurements, chemical analyses, discharge, etc.) and data on the water points constituting the quantitative and qualitative monitoring networks have to be annexed to the explanatory notes. A bibliographic reference list of the cited publications and maps has to be reported at the end of the explanatory note text.*

*A reference list of main contents of the explanatory notes is here reported:*

- I Introduction**
- II Summary of previous studies**
  - 1 Geological and geomorphological studies
  - 2 Hydrogeological studies
- III Geological and geomorphological settings**

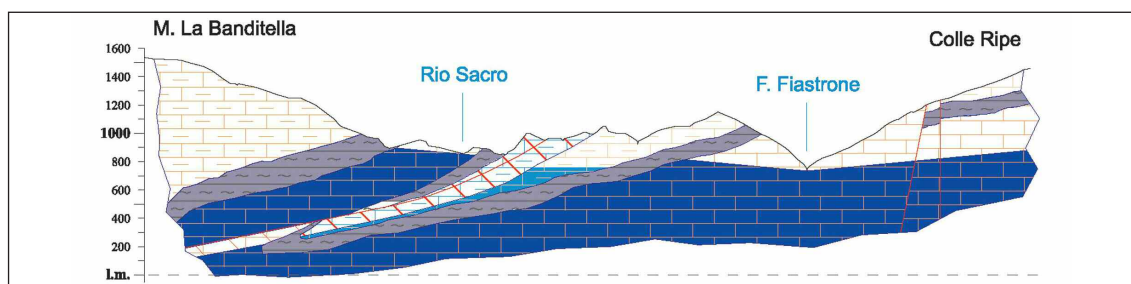


Fig. 5 – Nelle sezioni idrogeologiche verticali le caratteristiche litologiche e i complessi idrogeologici saranno rappresentati con dei sovrassegni dei rispettivi colori degli elementi in mappa, poiché il colore pieno dovrà rendere immediatamente evidente la posizione degli acquiferi (in gradazioni di colore blu) e dei complessi con scarso e bassissimo grado di permeabilità relativa (in gradazioni di colore verde-grigio e grigio, rispettivamente) che delimitano o sostengono i suddetti acquiferi. La linea che rappresenta la superficie piezometrica delle acque sotterranee sarà evidenziata in azzurro (modificato da BONI *et alii*, 2008).

*– In the hydrogeological cross-sections the complexes should be represented with a lithological pattern of the color of the respective polygon in the map, since the full color will be reserved to the various distinguished aquifer (in different blue shades of colors) and the scarce and low permeability complexes which delimit or support the aquifers (in green-gray and grey shades of colors, respectively). The line representing the groundwater isopotential surfaces is evidenced with a light blue color (from BONI *et alii*, 2008).*

Nelle note illustrative si dovranno individuare e discutere gli elementi di bilancio idrico degli acquiferi e, per quanto possibile, valutare i bilanci idrici.

In appendice alle note illustrative dovranno essere inseriti i dati relativi a tutti i punti d'acqua censiti (numero d'ordine, coordinate, stratigrafie, misure, chimismo, portate, ecc.), e tutti i dati relativi ai punti d'acqua che fanno parte delle reti di monitoraggio quantitativo e qualitativo.

Un indice bibliografico essenziale concluderà le note illustrative.

Uno schema di riferimento dell'indice delle Note illustrative è riportato nel seguito:

<b>I</b>	<b>Introduzione</b>
<b>II</b>	<b>Sommario degli studi precedenti</b>
1	Studi geologici e geomorfologici
2	Studi idrogeologici
<b>III</b>	<b>Inquadramento geologico e geomorfologico</b>
1	Inquadramento geologico regionale
1.1	Unità stratigrafico-strutturali
1.2	Inquadramento tettonico-strutturale
1.2.1	Unità tettonico-stratigrafiche
1.2.2	Lineamenti tettonici di rilievo regionale
2	Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area di studio
2.1	Lineamenti geomorfologici
2.2	Unità strutturali e principali lineamenti tettonici
2.2.1	Unità strutturali
2.2.2	Principali lineamenti tettonici
<b>IV</b>	<b>Inquadramento idrogeologico</b>
1	Caratteristiche meteorologiche
2	Lineamenti strutturali regionali di rilievo idrogeologico
3	Successione degli acquiferi
4	Unità idrogeologiche
5	Complessi idrogeologici
6	Morfologie carsiche di rilievo idrogeologico
<b>V</b>	<b>Dati idrogeologici e reti di monitoraggio</b>
1	Introduzione
2	Presentazione dei dati meteorologici
3	Sorgenti
4	Stazioni di misura in alveo
5	Pozzi
6	Caratteristiche fisico-chimiche e idrochimiche delle acque
<b>VI</b>	<b>Rilievi geofisici</b>
1	Introduzione
2	Presentazione dei dati geofisici
3	Definizione dei modelli geofisici
<b>VII</b>	<b>Idrologia di superficie</b>
1	Caratteristiche dei bacini idrografici dell'area di studio
2	Variazioni nel tempo delle portate dei corsi d'acqua
<b>VIII</b>	<b>Idrologia sotterranea ed elaborazione del bilancio idrogeologico</b>
1	Presentazione dei dati e dei criteri di elaborazione

1	<i>Regional geological setting</i>
1.1	<i>Stratigraphical-structural units</i>
1.2	<i>Tectonic-structural setting</i>
1.2.1	<i>Tectono-stratigraphic units</i>
1.2.2	<i>Tectonic lineaments of regional relevance</i>
2	<i>Geological and geomorphological settings of the sheet map territory</i>
2.1	<i>Geomorphological outlines</i>
2.2	<i>Structural units and main tectonic lineaments</i>
2.2.1	<i>Structural units</i>
2.2.2	<i>Main tectonic lineaments</i>
<b>IV</b>	<b>Hydrogeological settings</b>
1	<i>Meteorological features</i>
2	<i>Regional structural lineaments of hydrogeological relevance</i>
3	<i>Aquifer succession</i>
4	<i>Hydrogeological units</i>
5	<i>Hydrogeological complexes</i>
6	<i>Karst morphologies of hydrogeological relevance</i>
<b>V</b>	<b>Hydrogeological data and monitoring networks</b>
1	<i>Introduction</i>
2	<i>Meteorological data review</i>
3	<i>Springs</i>
4	<i>Stream gauging stations</i>
5	<i>Wells</i>
6	<i>Physical-chemical and hydrochemical features of waters</i>
<b>VI</b>	<b>Geophysical surveys</b>
1	<i>Introduction</i>
2	<i>Geophysical data review</i>
3	<i>Geophysical interpretative models</i>
<b>VII</b>	<b>Surface hydrology</b>
1	<i>Features of the catchment basins within the sheet map territory</i>
2	<i>Stream discharge variations with time</i>
<b>VIII</b>	<b>Groundwater hydrology and hydrogeological balance assessment</b>
1	<i>Data presentation and processing criteria</i>
2	<i>Hydrostructure and sub-hydrostructure features</i>
<b>IX</b>	<b>Hydrogeological vertical cross-sections</b>
<b>X</b>	<b>Hydraulic works</b>
<b>XI</b>	<b>Acknowledgements</b>

- 2 Caratteristiche delle idrostrutture e delle sub-idrostrutture
- IX Sezioni idrogeologiche verticali**
- X Opere artificiali**
- XI Ringraziamenti**
- XII English abstract (*in lingua inglese*)**
- XIII Bibliografia**

### 3.12. – SIMBOLOGIA IDROGEOLOGICA

Le Norme del Quad. SGN n. 5 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1995) prevedevano una libreria dei simboli progettata per essere realizzata mediante elaborazione grafica manuale o parzialmente assistita da computer. L'avvento dei software GIS ha reso possibile una gestione della simbologia tramite specifici strumenti atti a tradurre graficamente le informazioni presenti nelle banche dati territoriali a carattere idrogeologico. Inoltre, anche l'organizzazione generale della legenda dovrà essere funzionale alla struttura gerarchica degli strati informativi del software GIS utilizzato.

È divenuta quindi obsoleta e non sempre praticabile la restituzione grafica di molti dei simboli che erano previsti dalle suddette Norme, a meno di un'ulteriore fase di allestimento in ambiente grafico-editoriale. In conclusione, una revisione anche della simbologia prevista nelle Norme del 1995 si è resa necessaria.

In Appendice 1 sono riportate, tuttora in forma provvisoria, alcune proposte di simboli per la descrizione dei diversi elementi idrogeologici di cui è previsto il rilevamento. In essa sono riportati in bianco e nero i simboli proposti nelle Norme del 1995 e sono indicati, a colori, alcuni esempi di simboli delineati in ambiente GIS. Inoltre, sono stati inseriti esempi estratti da carte già realizzate per facilitare la comprensione della resa grafica di alcuni simboli.

È comunque opportuno confermare l'adozione del criterio di base che prevede per ogni categoria di simboli in legenda un diverso colore che ne permetta un'immediata individuazione in carta. A titolo di esempio, il colore viola rappresenta le acque superficiali, il blu quelle sotterranee e il verde le opere artificiali. Riguardo ai complessi idrogeologici, i colori rosso-arancio-giallo evidenziano i complessi che ospitano acquiferi con rilevante potenzialità idrica e le loro probabili aree di ricarica, quelli verde-grigio i complessi con ruolo di *aquiclude/aquitard*.

Infine, vale la pena ricordare ancora che è prevista in un prossimo futuro la realizzazione di una libreria di simboli specifica per la cartografia idrogeologica, che sarà materia di successive linee guida.

## **XII Abstract**

## **XIII References**

### 3.12. – HYDROGEOLOGICAL SYMBOLOGY

*The hydrogeological mapping guidelines issued in the Quad. SGN N.5 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1995) foresaw the realization of a symbol library graphically designed or partially computer assisted. Nowadays the GIS software technology makes available the management of mapping symbology by tools allowing a direct graphical conversion of the hydrogeological geodatabase information. Consequently, the general organization of the mapping legend has to be compatible with the hierarchical structure of the informative layers of the GIS software.*

*The graphical design of the symbology planned in the cited former guidelines is then nowadays not fully feasible unless an additional graphical-editorial processing. As a consequence, a revision of the symbology expected in the former guidelines was needed.*

*Some hydrogeological symbology proposals from the former guidelines are reported, still as a provisional approach, in Annex 1 and are represented in black/white, while some symbols realized in GIS environment are reported in colors. Some examples extracted from realized maps are also shown as a reference for a better understanding of the symbology application.*

*The implementation of the use of different colors for respective hydrogeological element classes in legend is in any case as to be confirmed since this is good for their immediate evidence in the map. As an example, the violet color is representative for surface waters, blue color for groundwater and green for artificial works. Regarding hydrogeological complexes, red-orange-yellow colors are used for complexes hosting relevant hydraulic potentiality aquifers and their recharge areas, while green-gray colors for complexes having an aquiclude/aquitard role.*

*Finally, is worth noting that the realization of a symbol library dedicated to hydrogeological mapping is foreseen in a next future and will be the topic of next guidelines.*



## BIBLIOGRAFIA TEMATICA ESSENZIALE SELECTED REFERENCES

- AMANTI M., CONTE G., MARTARELLI L., MONTI G.M., MOTTERAN G., SCALISE A.R., SERAFINI R. & SILVI A. (2016) - *Hydrogeological Map of Italy: the preliminary Sheet N.348 "Antrudoco" (Central Italy)*. Italian Journal of Groundwater- Acque Sotterranee. **5**(2), 17-26.
- BONI C. & BONO P. (1982) - *Prima valutazione quantitativa dell'infiltrazione efficace sui sistemi carsici della piattaforma carbonatica, laziale-abruzzese e nei sistemi di facies pelagica umbro-marchigiano-sabina (Italia centrale)*. Geologia applicata e Idrogeologia, **17**, Bari.
- BONI C., BONO P. & CAPELLI G. (1986) - *Schema idrogeologico dell'Italia centrale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, Roma.
- BONI C., BONO P. & CAPELLI G. (1988) - *Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio*. Regione Lazio, Università degli Studi "La Sapienza", Roma.
- BONI C., BONO P., CAPELLI G., LOMBARDI S. & ZUPPI G.M. (1986) - *Contributo alla idrogeologia dell'Italia centrale: analisi critica dei metodi di ricerca*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, Roma.
- BONI C.F., TARRAGONI C. & MARTARELLI L. (2008) - *Cartografia Idrogeologica sperimentale del settore nord-occidentale dei Monti Sibillini (Marche)*. In: SCALISE A.R. & MARTARELLI L. (Eds.): "*Studi sperimentali finalizzati alla cartografia idrogeologica – Field surveys for the implementation of the hydrogeological cartography*". Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **81**, Tav. II.
- CASTANY G. (1963) - *Traité pratique des eaux souterraines*, Paris.
- CASTANY G. (1968) - *Prospection et exploitation des eaux souterraines*, Paris.
- CELICO P. (1978) - *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., **14**, Napoli.
- CELICO P. (1979) - *Legenda idrogeologica ragionata per territori a prevalente composizione carsica*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., **15**.
- CELICO P. (1983) - *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale*. Quaderni della Cassa per il Mezzogiorno, **4**(2), Roma.
- CELICO P. (1986) - *Prospezioni idrogeologiche*, **1-2**, Napoli.
- CIVITA M. (1973) - *Proposte operative per la legenda delle carte idrogeologiche*. Boll. Soc. Naturalisti in Napoli.
- CIVITA M., DE MEDICI G.B., DE RISO R., NICOTERA P. & NOTA D'ELOGIO E. (1973) - *Carta idrogeologica della Campania nord occidentale*. Atti II Conv. Int. Acque Sott., I.A.H. Palermo.
- DROGUE C. (1971) - *Coefficient d'infiltration ou infiltration efficace, sur les roches calcaires*. Actes Coll. d'Hydrol. en Pays Calcaires, Besançon.
- FRANCANI V. & CIVITA M. (Eds) (1988) - *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*. C.N.R.-G.N.D.C.I. pubbl. n. **75**, Geograph, Segrate, Milano.
- IAH, IAHS & UNESCO (1983) - *International Legend for Hydrogeological Maps*. UNESCO, Paris, France, 51 pp.
- IPPOLITO F., NICOTERA P., LUCINI P., CIVITA M. & DE RISO R. (1985) - *Geologia Tecnica*, Torino.
- IRSA (1979) - *Gruppo di studio sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana - Lineamenti idrogeologici della Pianura Padana*. Quad. Ist. di Ricerca sulle Acque, **28**, (II), Roma.
- IRSA (1980) - *Gruppo di studio sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana - Indagine sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana*. Quad. Ist. di Ricerca sulle Acque, **51**(I), Roma.
- JACOBACCI A., BONI C., GOVI M., MERLO C., PANNUZI L., VALDINUCCI A. & ZATTINI N. (1985) - *Norme per la cartografia idrogeologica e del rischio geologico*. Quaderni del Serv. Geol. d'It., Ser. II, **1**, IPZS, Roma.
- KARRENBERG H., DEUTLOFF O. & STEMPEL C.V. (1974) - *General Legend for the International Hydrogeological Map of Europe 1:1,500,000*. BGR/UNESCO, Hannover, Germany, 49 pp.
- MARGAT J. (1963) - *Application des cartes hydrogéologiques à l'étude de la perméabilité et de la transmissivité des terrains aquifères. Analyse des surfaces piézométriques*. Rapp. B.R.G.M., DS. **63** A.98
- MARGAT J. (1975) - *Project de légende générale nouvelle pour une cartographie hydrogéologique basée sur la classification et la délimitation des systèmes aquifères*. Compl. au Bull. B.R.G.M., **3**,2.
- MARGAT J. & RAMON S. (1975) - *Les principaux réservoirs aquifères du bassin Rhin Meuse. Essai d'une nouvelle cartographie hydrogéologique. Avec carte hydrogéologique du bassin à 1:1.000.000*. Bull. B.R.G.M., Sect. III, **2**, Orléans.
- MARGAT J. (1978) - *Carte hydrogéologique de la France (systèmes aquifères) à 1:1.500.000*, B.R.G.M., Orléans.
- MARTARELLI L. & SCALISE A.R. (2011) - *Implementation of the Italian hydrogeological cartographical guidelines (CARG Project)*. Rend. Online Soc. Geol. It., **14**, 86-93.
- PALOC H. (1964) - *Normes de représentation adoptées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.) pour la réalisation à titre expérimental d'une carte hydrogéologique en zone Karstique*. Spelunca, **4**.
- SCALISE A.R. & MARTARELLI L. (Eds.) (2008) - *Studi sperimentali finalizzati alla cartografia idrogeologica – Field surveys for the implementation of the hydrogeological cartography*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **81**.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1993) - *Carta Idrogeologica d'Italia Foglio n. 389 Anagni scala 1:50.000 e note illustrative*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1995) - *Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento e alla rappresentazione*. Quaderni SGN serie III, **5**, IPZS, Roma.
- STRUCKMEIER W.F. & MARGAT J. (1995) - *Hydrogeological maps. A guide and a standard legend*. Intern. Contrib. Hydrog., **17**, 77 pp., IAH, Verlag Heinz Heise, Hannover, Germany.

## **APPENDICE**

### *APPENDIX*

#### **Appendice 1. PROPOSTE PER LA LEGENDA DEI SIMBOLI**

*Appendix 1. SYMBOL LEGEND PROPOSALS*

#### **Appendice 2. SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DEI POZZI**

*Appendix 2. FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF WELLS*

#### **Appendice 3. SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DELLE SORGENTI**

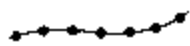
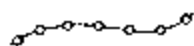
*Appendix 3. FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF SPRINGS*

#### **Appendice 4. SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DEI CORSI D'ACQUA**

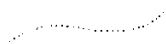
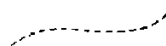
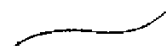
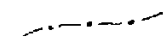
*Appendix 4. FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF STREAMS*

## TAVOLA A

## TABLE A

**Appendice 1. PROPOSTE PER LA LEGENDA DEI SIMBOLI***Appendix 1. SYMBOL LEGEND PROPOSALS***A1.1. – IDROLOGIA DI SUPERFICIE (Viola)***SURFACE HYDROLOGY (Violet)*I LIMITE DI BACINO IDROGRAFICO / *CATCHMENT BASIN LIMIT*Bacino principale / *Principal Basin*Bacino secondario (opzionale) / *Secondary Basin (optional)*Esempio di legenda in ambiente GIS / *Legend example in GIS environment*Bacino principale (I grado) / *First order catchment basin*Bacino secondario (II grado) / *Second order catchment basin*Bacino secondario (III grado) / *Third order catchment basin*Bacino secondario (IV grado) / *Forth order catchment basin*

## II IDROLOGIA DA RUSCELLAMENTO

1 - Corsi d'acqua / *Stream water courses*Regime / Flow regimeTemporaneo / *Temporary*Stagionale / *Seasonal*Perenne / *Perennial*non definito / *no information*Esempio di legenda in ambiente GIS / *Legend example in GIS environment*Perenne / *Perennial*Stagionale / *Seasonal*non definito / *Seasonal*

Portata / Discharge

a) Acque di ruscellamento superficiale (viola)

*Runoff - violet*

Portata media annua (l/s). (La portata media annua va calcolata solo per i corsi d'acqua perenni sulla base di dati relativi ad un congruo numero di anni)

*Annual mean discharge - l/s. The annual mean discharge is calculated only in the perennial streams and is based on long term data, generally at least 30 years*



1.000  
1.000 – 5.000  
5.000 – 10.000  
10.000 – 20.000  
> 20.000

b) Acque del flusso di base (blu)  
*Base flow (blue or different blue shades of colors according to feeding aquifer color)*

Portata media del mese di massima magra (l/s)  
*Mean discharge of the months with the least flow regime - l/s*



100  
100 – 500  
500 – 1000  
1.000 – 5.000  
5.000 – 10.000  
10.000 – 20.000  
> 20.000

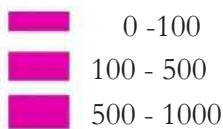
Esempio in carta (il simbolo b) sopra definito è sovrapposto a quello a) lungo il suo asse centrale

*Example of symbology in a map. The b) symbol previously reported overlaps the a) ones along its central axis*

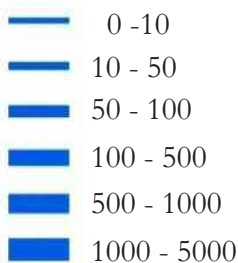


Esempio di legenda in ambiente GIS / *Legend example in GIS environment*

Acque di ruscellamento (portata media 2005-2008 - l/s) / *Runoff (mean discharge 2005-2008 - l/s)*



Acque del flusso di base (portata media 2005-2006 - l/s) / *Base flow (mean discharge 2005-2006-l/s)*

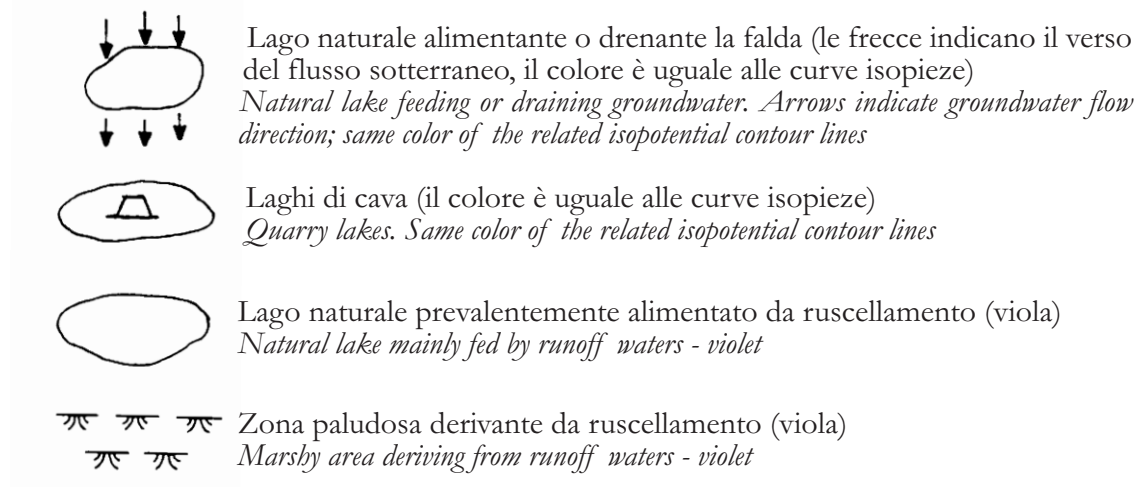


Esempio di legenda in ambiente GIS / *Legend example in GIS environment*

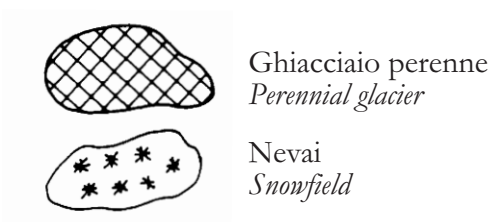
Esempio in carta in ambiente GIS (il simbolo viola è sovrapposto a quello blu)  
*Example of symbology in a GIS environment map. The violet symbol overlaps the blue ones*



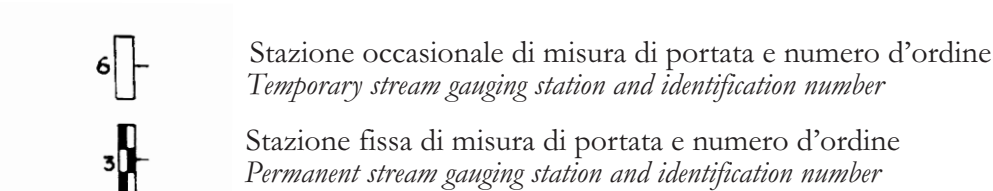
2 - Lagune e laghi / *Lagoons and lakes*



3 - Ghiacciai (celeste) / *Glaciers - light blue*

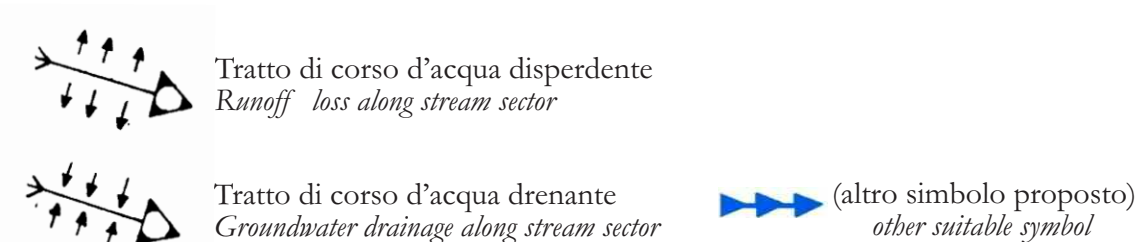


4 - Stazioni idrometriche (verde) / *Hydrometric stations - green*









5 - Perdite ed incrementi lungo corsi d'acqua e canalizzazioni (frecce in rosso, le frecce indicano il verso dello scambio. Il triangolo è proporzionale all'entità delle perdite e degli incrementi con modalità analoghe alle sorgenti)

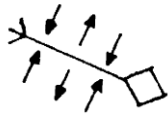
*Loss and increase discharge sectors along streams and canals. Arrows, in red, indicate the exchange ways; triangle size is proportional to loss and increase water amounts, similarly to spring graduated symbols*



Variazioni di portata nei tratti disperdenti o drenanti  
*Discharge amount variation in loss or in drainage along stream sector*

	10 - 100	l/s
	100 - 500	l/s
	500 - 1.000	l/s
	1.000 - 5.000	l/s
	5.000 - 10.000	l/s
	> 10.000	l/s

Il numero all'interno del segno indica rispettivamente le decine, centinaia e migliaia di l/s di incremento  
*The number within the symbol indicates the tens, hundreds or thousands of l/s, respectively, in loss or in drainage*



Regime misto (alternanza nel tempo di perdita e drenaggio lungo l'alveo)  
*Alternating loss or drainage conditions with time along the same stream sector*



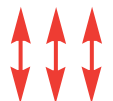
Tratto di corso d'acqua senza scambi idrici nel periodo monitorato  
*Stream sector without loss or increase of discharge*

Esempio di legenda in ambiente GIS / *Legend example in GIS environment*

Perdite ed incrementi di portata / *Discharge loss and increase along streambed*



Tratto drenante / *Groundwater discharge into river*



Tratto disperdente / *Groundwater recharge from river*





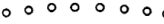
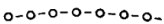
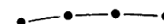


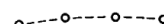



Tratto investigato senza scambi idrici / *Verified no exchange between groundwater and river*

TAVOLA B



TABLE B

A1.2. – IDROLOGIA SOTTERRANEA / GROUNDWATER HYDROLOGY

I - LIMITI IDROGEOLOGICI (giallo) / HYDROGEOLOGICAL BOUNDARY (yellow)

Riconosciuti <i>Identified</i>	Probabili <i>Probable</i>	
		Limite di bacino idrogeologico <i>Hydrogeological basin boundary</i>
		Proiezione in superficie del limite di bacino idrogeologico (opzionale) - <i>Projection on ground surface of hydrogeological basin boundary (optional)</i>
		Limite di sistema idrogeologico (opzionale) <i>Hydrogeological system boundary (optional)</i>
		Proiezione in superficie del limite di sistema idrogeologico (opzionale) - <i>Projection on ground surface of hydrogeological system boundary (optional)</i>
		Limite di area di ricarica di acquifero sospeso <i>Perched aquifer recharge area boundary</i>
		Spartiacque sotterraneo “chiuso” (non permette scambio idraulico) <i>“Close” groundwater divide</i>
		Spartiacque sotterraneo “aperto” (permette scambio idraulico) (i triangoli indicano il verso del deflusso idrico) <i>“Open” groundwater divide - triangles indicate the flowing directions</i>

Esempio di legenda in ambiente GIS / Legend example in GIS environment

	Idrostruttura / <i>Hydrostructure</i>
	Sub-idrostruttura / <i>Sub-hydrostructure</i>

II - EMERGENZE DI ACQUE SOTTERRANEE - numero d'ordine, in nero, a sinistra del simbolo  
*GROUNDWATER EMERGENCES - identification number reported at symbol left, in black*

1 - Emergenze localizzate (blu)

Sorgenti / *Springs*

Portata media annua / *Annual mean discharge*

1	○	1 - 5	l/s
2	○	5 - 10	l/s
3	⊕	10 - 100	l/s
4	⊕	100 - 500	l/s
5	⊕	500 - 1.000	l/s
6	⊕	1.000 - 5.000	l/s
7	⊕	5.000 - 10.000	l/s
8	⊕	> 10.000	l/s

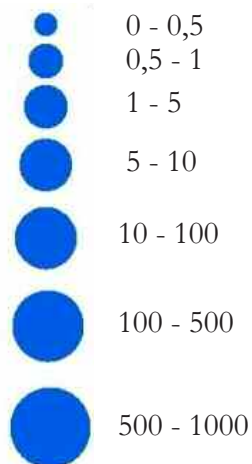
Il numero all'interno del segno indica rispettivamente le decine, centinaia e migliaia di l/sec

*The number within the symbol indicates the tens, hundreds or thousands of l/s, respectively*

Esempio di legenda in ambiente GIS / *Legend example in GIS environment*

Sorgenti (dati 2005-2008) / *Springs (data refer to 2005-2008)*

(portata media - l/s) / *(mean discharge - l/s)*









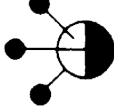
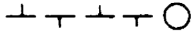
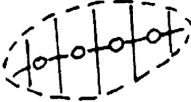

Nel simbolo in carta è riportato in basso a destra il numero di riferimento

*Identification number reported at bottom right with respect to the symbol drawn in the map*




Regime (Rapporto tra portata di magra e portata media annua; da indicare solamente per portate medie annue superiori ai 10 l/s).

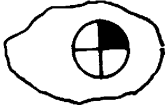

*Flow regime - low condition discharge to annual mean discharge ratio; only for annual mean discharges more than 10 l/s*

-  1/8
-  1/4
-  1/2
-  3/4
-  Regime molto irregolare / *Very irregular flow regime*
-  Dati incerti / *Uncertain data*
-  Gruppo di sorgenti / *Spring group*  
(Simbologia per regime e portata analoga a quella delle sorgenti)  
*Flow regime and discharge symbology similar to springs*
-  Sorgente con galleria drenante (blu) / *Spring from draining tunnel - blue*
-  Linea delle risorgive e campo di esistenza tra fase di morbida e fase di magra (blu) - *Resurgence line and spatial variation between high and low condition periods - blue*
-  Fontanili (blu; portata e regime con simbologia analoga a quella delle sorgenti) - *Fontanili springs - blue; flow regime and discharge symbology similar to springs*







1a – Sorgenti lineari (di subalveo) (blu) / *Linear streambed springs (blue)*

-  Sorgenti lineari (simbolo graduato in dimensione). Permette di rappresentare la portata media (dimensione del triangolo esterno), il flusso di base stagionale (il valore minimo misurato è indicato dalla dimensione del triangolo in colore pieno inscritto al precedente), la lunghezza del tratto di alveo drenante (linea con triangoli più piccoli). Si potranno distinguere con differenti gradazioni del colore blu le sorgenti alimentate da differenti acquiferi.  
*Linear springs - graduated size symbol. It is evidenced the mean discharge -external symbol size-, the seasonal flow regime - minimal measured values are indicated by the full symbol in the centre of the previous one. Length of the drainage sector - line with small triangles - is also shown. It is also suitable that springs fed by different aquifers are distinguished using different blue shades of colors.*

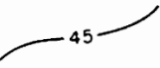
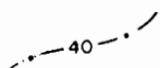
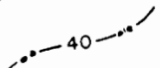
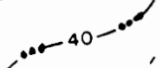
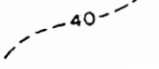
2 - Emergenze diffuse (blu) / *Diffuse - areal springs (blue)*

-  Area di emergenze diffuse / *Diffuse spring area*  
Il cerchio sintetizza i dati relativi a portata e regime  
*Circle represents flow regime and discharge data similarly to point springs*
-  Aree paludose dovute a fenomeni di emergenza  
*Marshy areas due to groundwater cropping out*

3 - Emergenze sottomarine (blu) / *Submarine springs (blue)*

Accertate e relative portate / <i>Identified and related discharge</i>	
	100 1/s
	100 - 1.000 1/s
	> 1.000 1/s
Probabili e portate presunte / <i>Probable and supposed discharge</i>	
	100 1/s
	100 - 1.000 1/s
	> 1.000

III CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI / *AQUIFER FEATURES*1 - Isopieze *Piezometric contour lines*  
(valori in m s.l.m.) *(values in m a.s.l.)*



	isopieze di falda libera (blu) / <i>Unconfined aquifer (blue)</i> isopieze di falda in pressione (blu) / <i>Confined aquifer (blue)</i>
	I acquifero / <i>I aquifer</i>
	II acquifero / <i>II aquifer</i>
	III acquifero / <i>III aquifer</i>
	isopieze di sistema multifalda (blu) / <i>Multilayer aquifer system (blue)</i>

Nel caso in cui le isopieze di falda libera o in pressione risultino prevalentemente alimentate da aree poste a grande distanza o da corsi d'acqua, i simboli precedenti assumeranno rispettivamente il colore rosso o viola (opzionale).

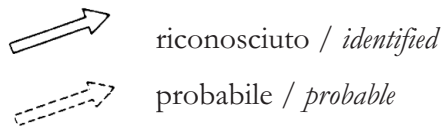
*If contour lines are mainly related to aquifers recharged from very far areas or by streams, the previous symbols will be drawn in red or violet, respectively – optional.*

2 - Direzione di flusso / *Groundwater flow directions*

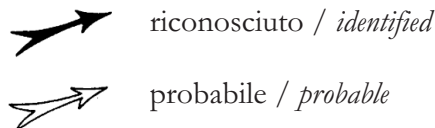
*(differentiated symbols for basal aquifer groundwater flow directions, perched aquifers groundwater flow directions, etc.)*  
(colore delle curve isopieze) / *in the same color of related isopotential contour lines*

Direzione e verso di scorrimento di falda libera <i>Unconfined aquifer flow directions</i>	
	ricosciuto / <i>identified</i>
	probabile / <i>probable</i>

Direzione e verso di scorrimento di falda in pressione e di sistemi multifalda  
*Confined aquifer and multilayer aquifer system flow directions*

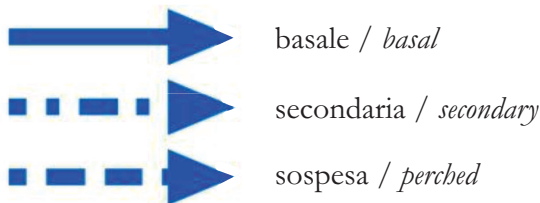


Direzione e verso di scorrimento di reti acquifere (blu) / *Aquifer network flow directions (blue)*

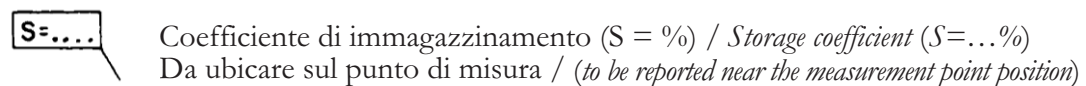
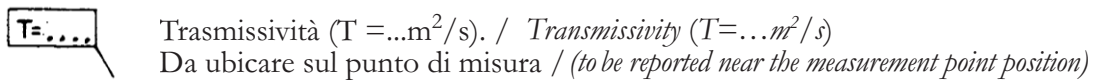


Esempio di legenda in ambiente GIS / *Legend example in GIS environment*

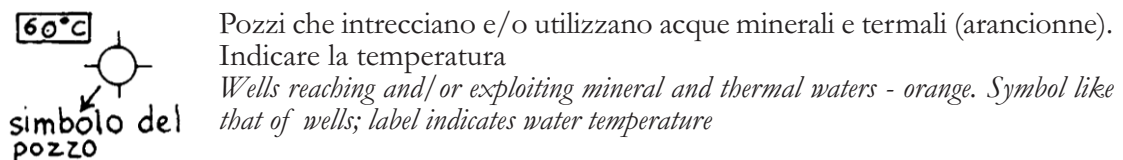
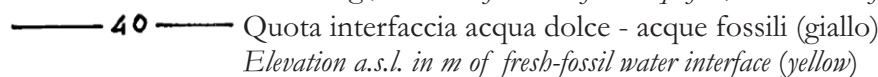
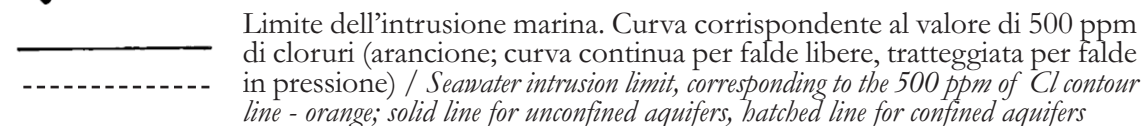
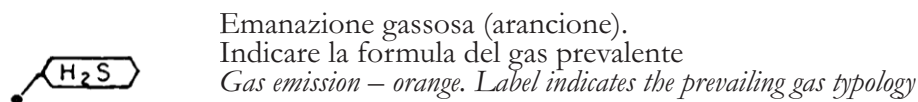
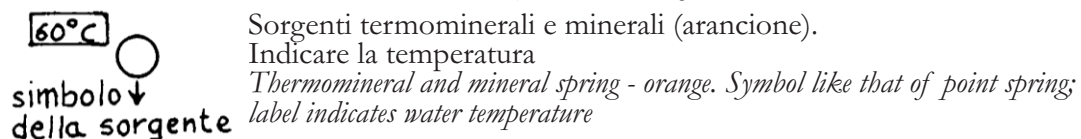
Direzione di deflusso di falda / *Groundwater flow directions*



3 - Caratteristiche idrochimiche / *Hydrodynamic features (in the same color of related isopotential contour lines)*



4 - Caratteristiche idrochimiche / *Hydrochemical features*



## 5 - Indicazione delle caratteristiche idrochimiche delle acque sorgive

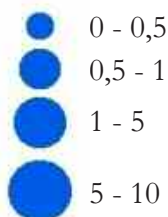
*Spring water hydrochemical features*

I valori di conducibilità elettrica, o di altri parametri ritenuti significativi potranno essere rappresentati con un piccolo simbolo, graduato per colori opportunamente scelti, sovrapposto e centrato nel simbolo graduato per dimensione della portata media (in blu)

*Electrical conductivity values, or other significant parameter - small graduated color symbol overlapped and centered on mean discharge graduated size symbols, in blue or different blue shades of colors*

Esempio di legenda in ambiente GIS / *Legend example in GIS environment*Sorgenti / *Springs*

portata media - l/s  
*mean discharge - l/s*



conducibilità elettrica media -  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
*mean electrical conductivity -  $\mu\text{S}/\text{cm}$*

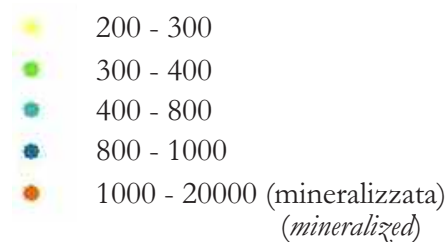
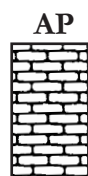


TAVOLA C

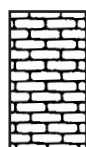
TABLE C

**A1.3. – COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DEL LORE GRADO DI PERMEABILITÀ RELATIVA**  
*HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES DISTINGUISHED ON THE BASIS OF THEIR RELATIVE PERMEABILITY DEGREE*

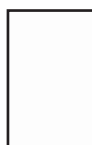
Grado di permeabilità / *Relative permeability degree*  
 (nero) (black)



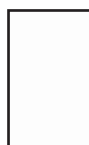
**MP**



**SP**



**BP**



Complessi altamente permeabili (**AP**; simboli litologici come in tav. F, colori in gradazioni di rosso-arancio)  
*High permeability complexes - AP; lithological symbols as in table F, red-orange shades of color*

Complessi mediamente permeabili (**MP**; simboli litologici come in tav. F, colori in gradazioni di giallo-arancio)  
*Intermediate permeability complexes - MP; lithological symbols as in table F, yellow-orange shades of color*

Complessi scarsamente permeabili (**SP**; nessun simbolo litologico, colore pieno in gradazioni di grigio-verdastro)  
*Scarce permeability complexes - SP; no lithological symbols, green-greyish shades of color*

Complessi a bassissima permeabilità (**BP**; nessun simbolo litologico, colore pieno in gradazioni di grigio)  
*Very low permeability complexes - BP; no lithological symbols, grey shades of color*

Termini stratigraficamente ben distinti e rilevabili per lungo tratto di territorio, con grado di permeabilità relativa diverso da quello del complesso cui appartengono (stesso colore del complesso cui appartengono)  
*Vertically and spatially well distinguishable terrains having a different relative permeability degree with respect to that assigned to the hosting complex (lithological symbol as in table F, same color of the hosting complex)*

Esempio di legenda in ambiente GIS in figura 2  
*Legend example in GIS environment in figure 2*

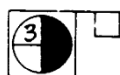
## TAVOLA D

## TABLE D

## A1.4. – OPERE ARTIFICIALI

## ARTIFICIAL WORKS

## I - OPERE DI CAPTAZIONE / ARTIFICIAL EMERGENCES

1 - Captazione di emergenze / *Water supply plants*

La dimensione del cerchio (blu) è funzione della portata media annua della sorgente (v. Tav. B, II).

All'interno del quadratino viene indicata la portata in l/s derivata in periodo di magra.

*The circle size has to be graduated according to the spring annual mean discharge value, in blue; see table B,II. Supplied discharge value in low flow regime condition will be labeled in the small square*

## 2 - Pozzi (blu) e numero d'ordine (nero, a sinistra del simbolo)

*Wells – blue - and identification number - black, at left*

	Pozzo <i>Water well</i>
	Stratigrafico <i>Stratigraphical well</i>
	Piezometrico di falda <i>Unconfined aquifer piezometric well</i>
	Piezometrico di falda in pressione - I acquifero <i>Confined aquifer piezometric well – I aquifer</i>
	Piezometrico di falda in pressione - II acquifero <i>Confined aquifer piezometric well – II aquifer</i>
	Piezometrico di falda in pressione - III acquifero <i>Confined aquifer piezometric well – III aquifer</i>
	Artesiano <i>Artesian well</i>
	Speciale <i>Special use well</i>
	di acquedotto <i>Aqueduct well</i>
	Gruppo di pozzi <i>Group of wells</i>
	Piezometro. Indicare tra parentesi il numero degli anni di osservazione <i>Piezometer. Total number of monitoring activity years in brackets</i>

## Esempio di legenda in ambiente GIS

*Legend example in GIS environment*



Captazione di emergenza / *Drinking water supply station*



Pozzo / *Well*



Sondaggio / *Borehole*

II - OPERE IDRAULICHE (verde) / *HYDRAULIC WORKS - green*

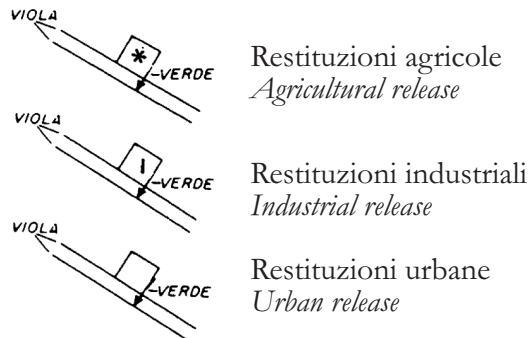
1 - Prelievi da corsi d'acqua

*Stream water intakes*



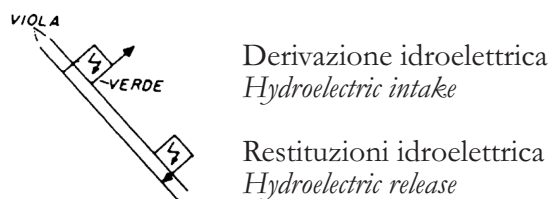
2 - Restituzioni in corsi d'acqua

*Stream water release*



3 - Derivazioni da corsi d'acqua

*Stream water employed for hydroelectric purposes*



4 - Canali artificiali (dimensionati come i corsi d'acqua). Opzionali

*Artificial canals - linear graduated symbols as for streams; optional*

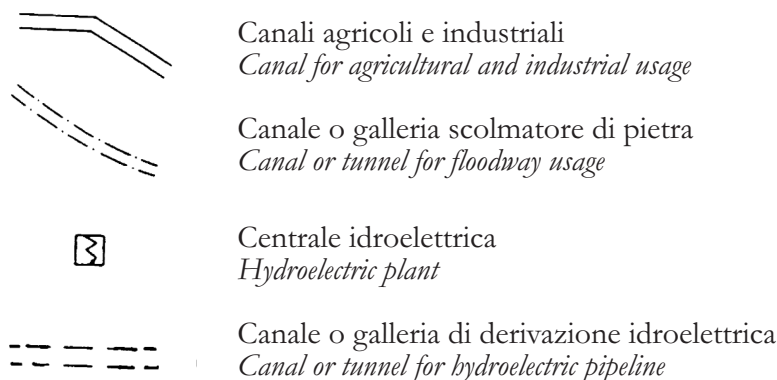







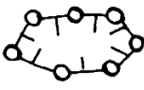
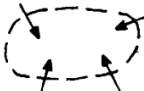


TAVOLA E

TABLE E

**A1.5. – AREE CARSIICHE (blu)***KARST AREAS (blue)*

	Doline e inghiottitoi con assorbimento perenne <i>Doline and sinkhole with perennial water catchment</i>
	Doline e inghiottitoi con assorbimento temporaneo <i>Doline and sinkhole with temporary water catchment</i>
	Sprofondamenti attivi e/o ricorrenti <i>Area with active and/or frequent collapse events</i>
	Grotta con assorbimento perenne <i>Cave with perennial water catchment</i>
	Grotta con assorbimento temporaneo <i>Cave with temporary water catchment</i>
	Grotta con emergenza perenne / <i>Cave with perennial resurgence</i>
	Grotta con emergenza temporanea / <i>Cave with temporary resurgence</i>
	limite di area con copertura vegetale in terreni carsici (i trattini sono rivolti verso la parte interna dell'arte) <i>Karst area with vegetation covers - dashes indicate the inner part of the area</i>
	limite di area o di aree a deflusso endoreico (le frecce indicano la parte interna dell'area) <i>Endoreic area - arrows indicate the inner part of the area</i>

## Esempio di legenda in ambiente GIS

*Legend example in GIS environment*






	dolina e inghiottitoio / <i>doline and sinkhole</i>
	pozzo/dolina di crollo / <i>collapsed pit/doline</i>
	grotta / <i>cave</i>
	Dolina, Valle o conca carsica / <i>Area affected by doline or karst depression</i>
	Area a deflusso endoreico / <i>endoreic area</i>



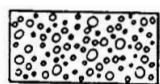
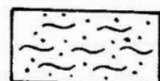
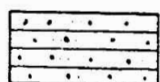
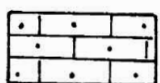
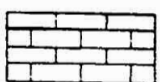
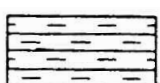
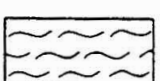
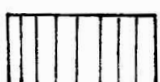
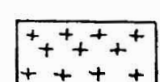
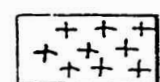
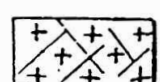
TAVOLA F

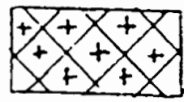
TABLE F

## A1.6. – SIMBOLI LITOLOGICI

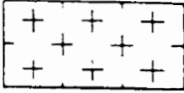
## LITHOLOGICAL SYMBOLS

(per litologie miste è possibile riunire le litologie corrispondenti)

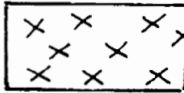
*(composite overlapping symbols for mixed lithologies)*ghiaia  
*gravel*sabbia  
*sand*limo  
*silt*conglomerati  
*conglomerate*travertini  
*travertine*arenarie  
*sandstone*tufi calcarei  
*calcareous tuff*dolomie  
*dolostone*calcari  
*limestone*calcari marnosi  
*marly limestone*marne  
*marl*argille  
*clay*sequenze sedimentarie indifferenziate  
*undifferentiated sedimentary sequence*granito a grana medio-fine  
*intermediate-fine grained granite*granito a grana grossa  
*coarse grained granite*granito cataclastico  
*cataclastic granite*



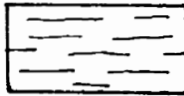
cataclastite granitica  
*granitic cataclasite*



rocce intrusive  
*intrusive rock*



rocce filoniane  
*vein rock*



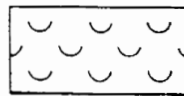
argillificazioni nei graniti  
*argillified granite*



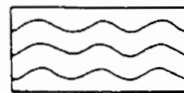
rocce effusive  
*effusive rock*



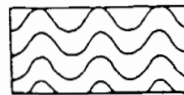
piroclastiti litoidi  
*lithoid pyroclastic rock*



piroclastiti sciolte  
*loose pyroclastic rock*



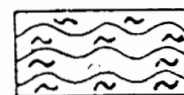
rocce a basso grado di metamorfismo  
*low metamorphic degree rock*



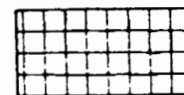
rocce a medio grado di metamorfismo  
*intermediate metamorphic degree rock*



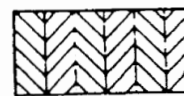
rocce ad alto grado di metamorfismo  
*high metamorphic degree rock*



filladi  
*phyllitic rock*



calcari cristallini  
*crystalline limestone*



quarziti  
*quartzite*



ammassi salini (con formula di minerale prevalente)  
*salt rock body - label with prevalent mineral symbol to be indicated*

## TAVOLA G

## TABLE G

**A1.7. – LIMITI RELATIVI ALLA CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA (OPZIONALI)**  
**HYDROGEOLOGICAL BOUNDARIES AND OTHER BOUNDARY TYPOLOGIES OF**  
**HYDROGEOLOGICAL RELEVANCE (OPTIONAL)**

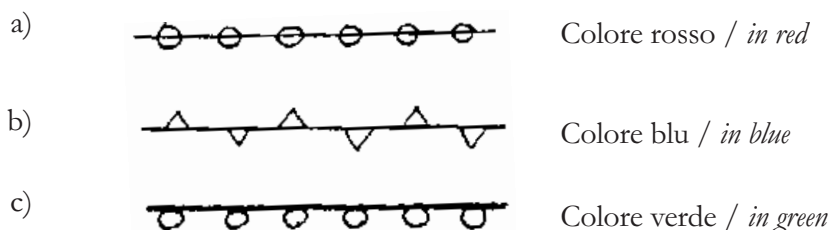
(I limiti formazionali e/o tettonici vanno indicati con il colore nero)  
*(Geological and/or tectonic boundaries are reported in black)*

Qualora si volessero evidenziare limiti formazionali e/o tettonici che assumono un particolare interesse idrogeologico, questi andranno indicati con i colori rosso (a), blu (b) o verde (c) secondo il seguente significato:

- colore rosso: indica che le acque di infiltrazione attraversano il limite considerato totalmente (linea intera) o parzialmente (linea tratteggiata);
- colore blu: indica che sotto la linea di saturazione il limite è attraversato da acque sotterranee in movimento. Il vertice dei triangoli, con la base sulla linea, fornisce il verso di deflusso sotterraneo che può essere in una sola direzione o in direzioni alterne;
- colore verde: sottolinea il limite tra formazioni permeabili ed impermeabili o pochissimo permeabili. Tale limite è indicato quando chiude inferiormente, lateralmente o superiormente un acquifero riconosciuto e costituisce una barriera per lo scorrimento delle acque sotterranee.

*Geological and/or tectonic boundaries of hydrogeological relevance may be evidenced in red (a), blue (b) or green (c) according to the following key legend:*

- red: infiltration waters totally (continuous line) or partially (dashed line) pass through the limit;
- blue: flowing groundwater passes through the limit under the saturation surface elevation. The triangles along the line have an oriented vertex indicating the groundwater flow direction; it may be always in the same way or may have alternated ways according to the hydraulic heads existing in both sides of the limit;
- green: the limit occurs at the contact between permeable and impermeable/very low permeable rocks. The limit may represent a lower, lateral or upper barrier to groundwater flow for an identified aquifer.



Qualora si vogliano dare indicazioni riguardanti la geologia (sigle formazionali, segni convenzionali, ecc.) si rimanda alla normativa per il rilevamento della carta geologica alla scala 1:50.000.

*If the necessity of providing geological information on the hydrogeological map is advised - formation acronyms, conventional symbology, etc. - make reference to the Geological Map of Italy 1:50,000 scale guidelines.*

## TAVOLA H

## TABLE H

**A1.8. – COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE  
(E/O DELLA TRASMISSIVITÀ)**

*HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES DISTINGUISHED ON THE BASIS OF EFFECTIVE  
INFILTRATION AND/OR TRANSMISSIVITY*

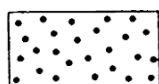
**I - COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN FUNZIONE  
DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE (i.e.)**

*HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES DISTINGUISHED ON THE BASIS OF  
EFFECTIVE INFILTRATION (i.e.)*

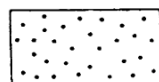
1 - Depositi di coperture (i.e. espressa in mm/anno) / *Covering deposits (i.e. in mm/year)*

a - Depositi poggianti su un substrato permeabile (puntinato in rosso)

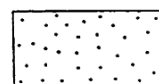
*Deposits overlaying a permeable substrate - dots in red*



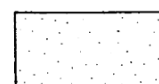
i.e. > 750



500 < i.e. < 750



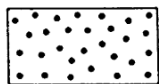
250 < i.e. < 500



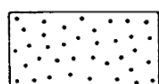
i.e. < 250

b - Depositi che poggiano su un substrato impermeabile (puntinato in blu)

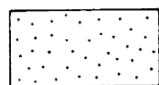
*Deposits overlaying an impermeable substrate - dots in blue*



i.e. > 750



500 < i.e. < 750



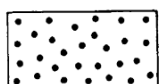
250 < i.e. < 500



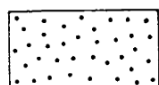
i.e. < 250

c - Depositi costituiti da alternanze di litofacies a diversa permeabilità (puntinato in rosso e blu)

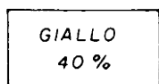
*Deposits composed of alternating lithologies having various permeabilities (dots in red and blue)*



i.e. > 500

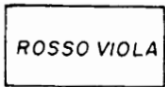
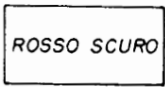
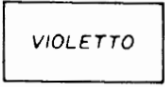



i.e. < 500


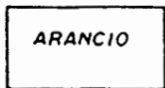

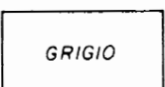


Depositi con dati insufficienti  
*Deposits lacking of information -  
background color yellow 40%*

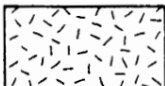
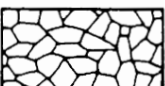

2 - Complessi litostratigrafici di origine sedimentaria (i.e. in mm/anno. Simbolo litologico Tav. F)  
*Lithostratigraphical complexes of sedimentary origin (lithological symbol as in Tab. F)*

	i.e. > 1.000 ( <i>violet red</i> )
	750 < i.e. < 1.000 ( <i>dark red</i> )
	500 < i.e. < 500 ( <i>light red</i> )
	250 < i.e. < 500 ( <i>violet</i> )
	100 < i.e. < 250 ( <i>pinkish grey</i> )
	i.e. < 100 ( <i>dark grey</i> )

3 - Complessi litostratigrafici intrusivi, effusivi, metamorfici (i.e. in mm/a. Simbolo litologico da Tav. F)  
*Intrusive, effusive and metamorphic lithostratigraphical complexes (lithological symbol as in Tab. F)*

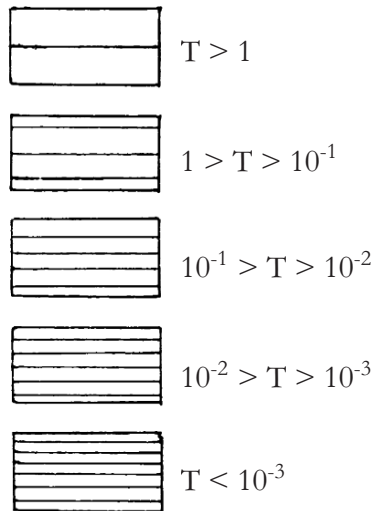
	500 < i.e. < 750 ( <i>dark orange</i> )
	250 < i.e. < 500 ( <i>orange</i> )
	100 < i.e. < 250 ( <i>light orange</i> )
	i.e. < 100 ( <i>grey</i> )

4 - Casi particolari (*Particular occurrences*)

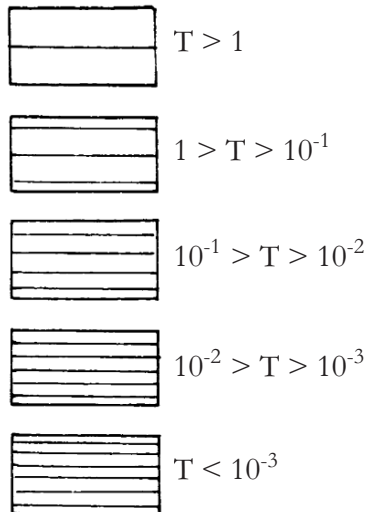
	Circolazione sotterranea epidermica (blu) <i>Shallow groundwater flow (blue)</i>
	Infiltrazione localizzata (blu) <i>Localized infiltration (blue)</i>
	Sovralimentazione stagionale dovuta all'irrigazione (viola) <i>Seasonal irrigation (violet)</i>

II - COMPLESSI IDROGEOLOGICI DISTINTI IN BASE ALLA TRASMISSIVITÀ (T)  
 HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES BASED ON TRANSMISSIVITY (T)

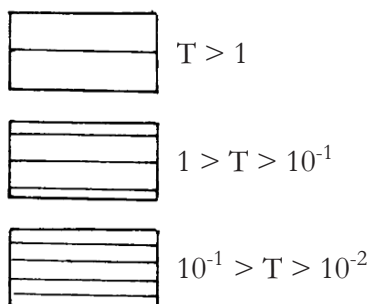
a - Acquifero monostrato a falda libera alimentato prevalentemente da acquiferi contigui (righe celesti) / *Monolayer unconfined aquifer fed by neighboring aquifers (light blue lines)*

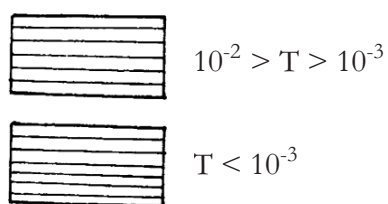


b - Acquifero monostrato con falda libera alimentato prevalentemente da un corso d'acqua (righe verdi) / *Monolayer unconfined aquifer fed by stream (green lines)*



c - Acquifero monostrato con falda libera alimentato dall'infiltrazione locale (righe marroni) / *Monolayer unconfined aquifer fed by local infiltration (brown lines)*

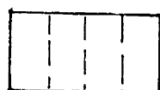
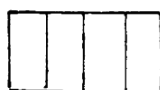




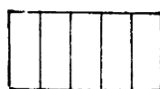
d - Acquifero multistrato (righe blu) / *Multilayer aquifer (blue lines)*

Riconosciuto  
*Identified*

Probabile  
*Probable*



$T > 1$



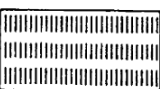
$1 > T > 10^{-1}$



$10^{-1} > T > 10^{-2}$



$10^{-2} > T > 10^{-3}$



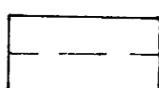
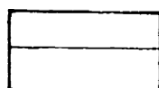
$T < 10^{-3}$

e - Acquifero coperto da formazioni praticamente impermeabili (righe blu)

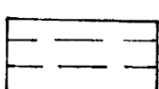
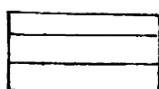
*Aquifer overlaid by very low permeability lithologies (blue lines)*

Riconosciuto  
*Identified*

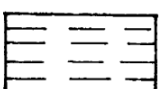
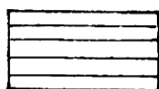
Probabile  
*Probable*



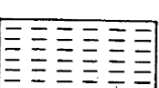
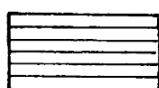
$T > 1$



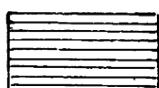
$1 > T > 10^{-1}$



$10^{-1} > T > 10^{-2}$

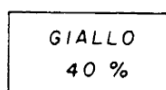


$10^{-2} > T > 10^{-3}$



$T < 10^{-3}$

f - Casi particolari / *Particular occurrences*



Depositi privi di acquiferi significativi o con dati insufficienti  
*Deposits lacking of significant aquifers or of information*  
(background color yellow 40%)

## Annex 2. FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF WELLS

### Form 1

WELL/DRILLING/PIEZOMETER Provisional N..... Definitive N.....	Sheet N. .... Section ..... Province ..... Municipality ..... Locality ..... Latitude ..... Longitude ..... Metric UTM coordinates .....
WELL / DRILLING / PIEZOMETER TYPOLOGY(*) .....	ELEVATION m a.s.l. (**) from Topographic survey    GL.....    GL .....    Topographic map    GL ..... QL.....    QL .....                                      PQ ..... RL.....    RL .....                                      PR .....

<h4 style="text-align: center;">WELL OR DRILLING GENERAL INFORMATION</h4> Owner ..... Drilling company ..... (year .....) Well ..... Total depth m from GL: ..... Operational details: ..... Pump typology: ..... Use typology: ..... Exploited yield ..... m <sup>3</sup> /a	<h4 style="text-align: center;">AQUIFER INFORMATION</h4> Acquifer ..... <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">Pumping tests</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Date</th> <th style="width: 15%;">Discharge l/s</th> <th style="width: 15%;">Static level m from GL</th> <th style="width: 15%;">Dinamic level m from GL</th> <th style="width: 10%;">Δ H m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> Specific yield ..... l/s•m Permeability coefficient (K) ..... m/s Transmissivity (T) ..... m <sup>2</sup> /s Storage coefficient (S) ..... %	Date	Discharge l/s	Static level m from GL	Dinamic level m from GL	Δ H m																													
Date	Discharge l/s	Static level m from GL	Dinamic level m from GL	Δ H m																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">COLUMN DIAMETER</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">FILTERS</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">from m</th> <th style="width: 15%;">to m</th> <th style="width: 15%;">Ø mm</th> <th style="width: 15%;">from m</th> <th style="width: 15%;">to m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	COLUMN DIAMETER			FILTERS		from m	to m	Ø mm	from m	to m																					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">WELL SKETCH</th> <th style="width: 50%;">DETAILED SKETCH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 150px;"> </td> <td style="height: 150px;"> </td> </tr> </tbody> </table>	WELL SKETCH	DETAILED SKETCH		
COLUMN DIAMETER			FILTERS																																
from m	to m	Ø mm	from m	to m																															
WELL SKETCH	DETAILED SKETCH																																		
<h4 style="text-align: center;">TOPOGRAPHIC MAP LOCATION</h4> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%; margin-top: 5px;"> </div>																																			

DATE	DEPTH in m from			STATIC LEVEL m a.s.l.	T °C.		EL.CONDUCTIVITY µS/cm	SALINITY mg/l	pH
	GL	QL	RL		air	water			

(\*) G: generic well; M/Mr: well available for measurement/monitoring network survey; C/Cr: well available for sampling/sampling network survey; S: stratigraphic well.

(\*\*) GL: ground level;

QL: topographically quoted level;

RL: reference level



## Appendice 2. SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DEI POZZI

### Scheda 1

POZZO/SONDAGGIO/PIEZOMETRO N. provvisorio ..... N. definitivo .....	Foglio N. .... Sezione ..... Provincia ..... Comune ..... Località ..... Latitudine ..... Longitudine ..... Coordinate metriche UTM .....
TIPOLOGIA(*) DI POZZO/SONDAGGIO/PIEZOMETRO .....	QUOTA m s.l.m. da (**) <u>Rilievo</u> PC..... <u>GPS</u> PC ..... <u>Carta</u> PC ..... <u>topografico</u> PQ..... PQ ..... <u>topografica</u> PQ ..... PR..... PR ..... PR .....

<p style="text-align: center;"><b>INFORMAZIONI GENERALI SUL POZZO/SONDAGGIO/PIEZOMETRO</b></p> Proprietario ..... Perforatore ..... (anno .....) Altro ..... Profondità totale m da PC: ..... Esercizio: ..... Sollevamento: ..... Utilizzazione: ..... Portata estratta ..... m <sup>3</sup> /a	<p style="text-align: center;"><b>DATI CARATTERISTICI DELLA FALDA</b></p> Acquifero ..... <p style="text-align: center;">Prove di portata</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Data</th> <th style="width: 15%;">Portata l/s</th> <th style="width: 15%;">Livello statico m da PC</th> <th style="width: 15%;">Livello dinamico m da PC</th> <th style="width: 10%;">Δ H m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> Portata specifica ..... l/s•m Coefficiente di permeabilità (K) .....m/s Trasmissività (T) .....m <sup>2</sup> /s Coefficiente di immagazzinamento (S) ..... %	Data	Portata l/s	Livello statico m da PC	Livello dinamico m da PC	Δ H m																													
Data	Portata l/s	Livello statico m da PC	Livello dinamico m da PC	Δ H m																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">DIAMETRO COLONNA</th> <th colspan="2">FILTRI</th> </tr> <tr> <th>da m</th> <th>a m</th> <th>Ø mm</th> <th>da m</th> <th>a m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	DIAMETRO COLONNA			FILTRI		da m	a m	Ø mm	da m	a m																					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">SCHEMA POZZO</th> <th style="width: 50%;">SCHIZZO PLANIMETRICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 150px;"> </td> <td style="height: 150px;"> </td> </tr> </tbody> </table>	SCHEMA POZZO	SCHIZZO PLANIMETRICO		
DIAMETRO COLONNA			FILTRI																																
da m	a m	Ø mm	da m	a m																															
SCHEMA POZZO	SCHIZZO PLANIMETRICO																																		
<p style="text-align: center;"><b>UBICAZIONE POZZO SU BASE TOPOGRAFICA</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>																																			

DATA	PROF. in m da			LIVELLO STATICO m s.l.m.	T °C.		CONDUCIBILITÀ ELETTRICA μS/cm	SALINITÀ mg/l	pH
	PC	PQ	PR		aria	acqua			

(\*) G: generico; M/Mr: misurabile/misurabile di rete; C/Cr: campionabile/campionabile di rete; S: Stratigrafico.  
 (\*\*) PC: piano campagna; PQ: piano quotato; PR: piano di riferimento

Form 2

STRATIGRAPHIC LOG		
Depth m from ground level	Description	Elevation m a.s.l.

Notes:.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Scheda 2

COLONNA STRATIGRAFICA		
Profondità in m dal p.c.	Descrizione	Quota in m s.l.m.

Note: .....

.....

.....

.....

.....

## Form 3

DATE	DEPTH m from (*)			STATIC LEVEL m a.s.l.	T °C		EL. CONDUCTIVITY $\mu\text{S/cm}$	pH
	GL	QL	RL		air	water		

(\*) GL: ground level; QL: topografically quoted level; RL: reference level

Notes:.....  
.....  
.....  
.....  
.....



### Annex 3. FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF SPRINGS

#### Form 4

SPRING Provisional N. .... Definitive N. ....	Sheet N. .... Section ..... Province ..... Municipality ..... Locality ..... Latitude..... Longitude..... Metric UTM coordinates..... Denomination.....					
EMERGENCE TYPOLOGY Localized ..... Diffuse ..... Front spring group..... Linear .....	ELEVATION m s.l.m. from TOPOGRAPHIC SURVEY                      GPS                      TOPOGRAPHIC MAP					
	Spring .....	.....	.....	.....	.....	
	Main spring.....	.....	.....	.....	.....	
	Gauging station.....	.....	.....	.....	.....	
SPRING FEATURES Used for water supply..... Perennial ..... Use typology..... Not used for water supply..... Seasonally dry..... Used discharge.....l/s Partially used for water supply..... Seldom dry..... Managing user..... Measurements ..... Measurement network..... Samplings ..... Sampling network.....						
CLASSIFICATION Spring due to a permeability limit:                      defined ..... undefined ..... Spring due to a permeability threshold:                      overimposed ..... underimposed..... Spring due to a piezometric cropping out:                      unconfined aquifer/networks..... confined aquifer.....						
Geological sketch and/or photos	Topographic map localization		Detailed sketch			
DATE	DISCHARGE l/s	T °C air                      water		EL. CONDUCTIVITY µS/cm	SALINITY mg/l	pH

Notes:.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Appendice 3. SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DELLE SORGENTI**  
Scheda 4

SORGENTE N. provvisorio ..... N. definitivo .....	Foglio N. .... Sezione .....
	Provincia..... Comune..... Località .....
	Latitudine..... Longitudine.....
	Coordinate metriche UTM..... Denominazione.....

TIPO DI EMERGENZA Localizzata..... Lineare..... Diffusa..... Fronte sorgivo.....	QUOTA m s.l.m. da		
	RILIEVO TOPOGRAFICO	GPS	CARTA TOPOGRAFICA
	Sorgente.....	.....	.....
	Polla principale.....	.....	.....
Fronte sorgivo.....	Sezione di misura.....	.....	.....

**DATI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE**

Captata..... Perenne..... Uso.....  
 Non captata..... Secca stagionalmente..... Portata utilizzata.....l/s  
 Parzialmente captata..... Secca eccezionalmente..... Utilizzatore.....

MISURABILE..... MISURABILE DI RETE..... CAMPIONABILE..... CAMPIONABILE DI RETE.....

**CLASSIFICAZIONE**

Sorgente per limite di permeabilità:                      definito..... indefinito.....  
 Sorgente per soglia di permeabilità:                      sovrimposta..... sottoposta.....  
 Sorgente per affioramento della piezometrica:                      di falda o reti idriche libere..... in pressione.....

Schizzo geologico e/o foto	Ubicazione sorgente su base topografica	Schizzo planimetrico

DATA	PORTATA l/s	T °C		CONDUCIBILITÀ ELETTRICA μS/cm	SALINITÀ mg/l	pH
		aria	acqua			

Note: .....

.....

.....

.....

.....

.....

Form 5

DATE	DISCHARGE l/s	T °C		EL. CONDUCTIVITY µS/cm	pH
		air	water		

Monitoring years..... Annual mean discharge l/s..... Lowest flow condition discharge l/s.....

Notes:.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



Scheda 5

DATA	PORTATA l/s	T °C		CONDUCEIBILITÀ ELETTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH
		aria	acqua		

Anni di osservazione..... Portata media annua l/s..... Portata massima magra l/s.....

Note: .....

.....

.....

.....

.....

**Annex 4. FORMS FOR SURVEY AND DATA COLLECTION OF STREAMS**

**Form 6**

STREAM GAUGING STATION  Provisional N. ....  Definitive N. ....	Sheet N Foglio N. .... Section ..... Province ..... Municipality ..... Locality ..... Latitude..... Longitude..... Metric UTM coordinates..... Denomination .....	
	STATION TYPOLOGY Permanent..... Temporary ..... MEASURING TIME FRE- QUENCE Occasionali..... Periodic.....	ELEVATION m a.s.l. from  TOPOGRAPHIC SURVEY          GPS          TOPOGRAPHIC MAP .....          .....          .....

STATION INFORMATION Stream ..... Catchment basin..... Sub-basin..... Hydrogeological unit.....	FLOW REGIME Perennial ..... Seasonally dry..... Seldom dry.....	GAUGE TYPOLOGY ..... <u>Components:</u> support typology..... unit/probe..... propeller/detector.....
--	--	--

STREAM FEATURES: bank ..... streambed .....  
 (please, specify: natural, reinforced, concrete, etc.; gravel, sand, silt, etc.)

STREAM SECTION MAIN PARAMETERS  
 max width..... max height..... max speed or route/min.....

Geological sketch and/or photos	Topographic map localization	Detailed sketch

DATE	DISCHARGE l/s	T °C		EL. CONDUCTIVITY µS/cm	SALINITY mg/l	pH
		air	water			

Notes:.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Appendice 4. SCHEDE PER IL RILEVAMENTO DATI DEI CORSI D'ACQUA**  
**Scheda 6**

SEZIONE DI MISURA IN ALVEO	Foglio N. .... Sezione .....
N. provvisorio.....	Provincia..... Comune..... Località.....
N. definitivo.....	Latitudine..... Longitudine.....
	Coordinate metriche UTM.....
	Denominazione.....
TIPO DI STAZIONE Permanente..... Temporanea.....	QUOTA m s.l.m. da
FREQUENZA DELLE MISURE Occasionali..... Periodiche.....	RILIEVO TOPOGRAFICO      GPS      CARTA TOPOGRAFICA

INFORMAZIONI SULLA STAZIONE Corso d'acqua..... Bacino idrografico..... Sotto-bacino..... Unità idrogeologica.....	REGIME DI DEFLUSSO Perenne..... Secca stagionalmente..... Secca eccezionalmente.....	TIPO DI STRUMENTO UTILIZZATO ..... <u>Tipo di componenti:</u> supporto..... unità/sonda..... elica/sensore.....
---	---	--

CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA: sponda..... alveo.....  
 (specificare: naturale, rinforzato, in cemento, ecc.; ghiaioso, sabbioso, limoso, argilloso, ecc.)

PRINCIPALI PARAMETRI DELLA SEZIONE  
 larghezza max..... altezza max..... velocità o giri/min max.....

Schizzo geologico e/o foto	Ubicazione sezione su base topografica	Schizzo planimetrico

DATA	PORTATA l/s	T °C aria      acqua		CONDUCIBILITÀ ELETTRICA μS/cm	SALINITÀ mg/l	pH

Note: .....

.....

.....

.....

.....

.....

Form 7

DATE	EVENTUAL BIBLIOGRAPHIC REFERENCE	DISCHARGE l/s	T °C		EL.CONDUCTIVITY µS/cm	pH
			air	water		

Monitoring years ..... Annual mean discharge l/s..... Mean low flow condition discharge l/s.....

Notes: .....  
.....  
.....  
.....

Scheda 7

DATA	FONTE BIBLIOGRAFICA	PORTATA l/s	T °C		CONDUCIBILITÀ ELETTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH
			aria	acqua		

Anni di osservazione..... Portata media annua l/s..... Portata massima magra l/s.....

Note: .....

.....

.....

.....

.....



