

III.1 Geomorfologia, idrologia e rischio idrogeologico

Geomorfologia

(Patrizia Menegoni e Stefano Ciferri - E.P. srl)

La Tuscia Romana presenta una complessità geologica notevole, risultato delle diverse vicende che hanno coinvolto la penisola italiana a partire dall'era Mesozoica. Nel suo territorio si ritrovano affioramenti di formazioni vulcaniche, depositi di facies marina e continentale. Questa grande eterogeneità si riflette in modo determinante anche sulla sua morfologia; infatti il paesaggio fisico si presenta ricco di molti elementi che lo caratterizzano, quali ad esempio: pianori, creste, dossi, versanti, colluvi, alluvi e forre.

Origine geologica

La storia geologica della Tuscia Romana si collega per lo più a quella della fascia peritirrenica del Lazio settentrionale ed inizia circa 230 milioni di anni fa (Triassico superiore). In quell'epoca così lontana un mare limpido, poco profondo e molto ricco di organismi viventi occupava la quasi totalità di questo territorio e nelle sue acque, piuttosto tranquille e calde, trovavano le condizioni ideali imponenti processi di sedimentazione carbonatica.

Con il Cretacico superiore, intorno ai 65 milioni di anni fa, questa situazione globalmente stabile, cambia però radicalmente. Durante un intervallo di circa dieci milioni di anni, in seguito all'avvicinamento della placca europea e di quella africana, si verificano infatti grandi spostamenti di masse, per effetto dei quali "scaglie" di materiale calcareo che inizialmente giacevano in fondo al mare alla fine di questa fase, si ritrovano frammentate e caoticamente disposte una sopra all'altra.

Grandi piattaforme rocciose, finora sottomarine, si sollevano ed alla fine emergono. Iniziano così a formarsi i primi rilievi della catena appenninica (calcarei marnosi grigio-giallastri). Formazioni appartenenti a questa fase tettonica sono ancora visibili in aree molto limitate della Tuscia Romana come ad esempio a nord di Sasso (Monte delle Fate, 366 m), a sud di Tolfa, in località Bagnarello (Civitelli et al., 1986; Alberti, 1960). Tali formazioni sono perfettamente confrontabili sotto il profilo litostratigrafico con quelle coeve della serie toscana ed umbro-marchigiana.

Contemporaneamente alle fasi di sollevamento delle unità carbonatiche, nel Lazio settentrionale iniziano a depositarsi anche grosse coltri alloctone, con ogni probabilità provenienti da altre regioni a seguito di fenomeni di colamento gravitativi. Queste coltri di sedimenti sono note con il nome "*complesso delle formazioni in facies ligure*" in quanto sono state stabilite strette analogie con i terreni affioranti nell'Appennino settentrionale, loro possibile zona di provenienza (Devoto et al., 1977). Formazioni di questo tipo (flysch argilloso-arenaceo) sono presenti in affioramenti isolati nell'area dei Monti Romani e nell'area valliva del Mignone (Monte Angiano, 329 m; Monte Angianello, 308 m).

Nel Plio-Pleistocene (a partire da 5 milioni di anni fa), a seguito all'apertura del bacino del Tirreno, gran parte di questi rilievi sedimentari formatesi con il Cretacico subiscono un intenso processo di "distensione": interi settori collinari, presenti nella Tuscia, sprofondano così lungo sistemi di fratture della crosta terrestre, con la formazione di imponenti fosse (*graben*), le quali vengono in seguito colmate da sedimenti argillosi e sabbiosi.

A questa nuova fase tettonica in cui il bacino tirrenico sprofonda si collega la risalita di magmi anatectici attraverso dorsali parallele alla costa toско-laziale (Locardi, 1974).

Inizia infatti circa 2 milioni di anni fa l'attività vulcanica dell'alto Lazio che porta alla definitiva emersione dell'area peritirrenica. Intense colate di magmi acidi fuoriescono in questa fase dalla crosta terrestre dando origine a domi vulcanici a forma di cupola con una certa altezza topografica. Esempi vistosi sono alcuni rilievi cupoliformi nei Monti della Tolfa (località la Tolfaccia, 579 m), Monte Sasso (430 m), Monte Sughereto (363 m) e il Monte Calvario (541 m), situato ad est dell'abitato di Canale

Monterano (Lauro et al., 1969; Bucca, 1886; Fazzini et al., 1972; Lombardi et al., 1974).

Più recente è invece la formazione dell'area vulcanica Sabatina con i crateri di Morlupo, Baccano, Sacrofano e Martignano e del complesso Vicano: l'attività di questi distretti, caratterizzata sin dall'inizio da intensi fenomeni esplosivi e da abbondanti colate piroclastiche, inizia infatti solo 600.000 anni fa (Moderni, 1896; Mattias, 1969; Mattias, 1970; Di Filippo, 1993). Alcuni studiosi sostengono che questa fase eruttiva così violenta sia stata generata dalla rapida risalita di materiali provenienti dal mantello. (Alvarez et al., 1976; Di Sabatino, 1979; Scherillo, 1948).

A seguito di questa attività effusiva gran parte della Tuscia Romana viene ricoperta da estesi plateau tufacei. Non a caso la formazione più diffusa in tutto il settore, come riporta la Carta Geologica d'Italia (Foglio 136, 137, 142, 143), è proprio l'“*ignimbrite fonolitico-tefritica*” prodotto originato in seguito all'esplosione di domi a chimismo differenziato e presente sia in facies compatte litoidee (peperino), sia in facies incoerenti (pozzolana) (Sabatini, 1902; Tittoni, 1885).

Localmente tale formazione, a causa della facile degradabilità della sua struttura ricca di materiali porosi e vetrosi, compare con estese plaghe di alterazione. Formazioni così caratterizzate sono presenti nei pressi di Canale Monterano (tufo rosso a scorie nere) e nei territori comunali di Veiano, Blera, Vetralla, Villa S. Giovanni in Tuscia (tufi litoidei, tufi giallastri stratificati).

Circa 60.000 anni fa la violenta attività vulcanica del complesso Sabatino e Vicano inizia però ad esaurirsi. Lo svuotamento dei loro serbatoi magmatici, innesca in tutto il territorio alto laziale ripetuti terremoti che portano al collassamento e successivo sprofondamento di entrambi gli apparati eruttivi. L'assetto territoriale della Tuscia si modifica così nuovamente raggiungendo in questa fase la sua definitiva conformazione. Dalle grandi depressione generate in seguito allo spegnimento dei vulcani, nascono infatti il Lago di Bracciano, quello di Martignano, quello di Vico e quello ormai prosciugato di Stracciacappa (Barbanti et al., 1969; Baldi et al., 1974; Camponeschi et al., 1969).

Attualmente, pur essendosi conclusa da tempo l'attività vulcanica del territorio, la Tuscia Romana rimane ancora interessata da diverse manifestazioni riconducibili a fenomeni definiti tardo-magmatici: essi consistono in generale nella risalita di acque termominerali che danno luogo ad attività solfatariche: Caldara di Manziana, Solfatara Macchia Grande [*Manziana*], Bagni di Vicarello [*Bracciano*], Bagni di Stigliano, Emissioni solforose del Bicione e della Mola Vecchia [*Canale M.*], sorgenti minerali di Veiano, sorgenti calde di Bagnarello [*Tolfa*] (Campbell, 1969; Spaziani, 1907).

Nell'allegato 1 a questo capitolo sono riportate le carte relative alla Pericolosità sismica dell'Italia ed alla classificazione sismica del Lazio.

Principali formazioni litologiche

(informazioni ottenute dalla Carta delle litofacies del Lazio-Abruzzo, Accordi et al., 1998)

CALCARI MARNOSI

Unità litologica del Complesso basale comprendente calcari grigi detritici e calcari massicci e correlabile alle formazioni sedimentarie della Toscana meridionale, delle Marche e dell'Umbria emerse durante la prima fase di sviluppo della catena Appenninica (*Lias inferiore-superiore*).

FLYSCH ARGILLOSO-ARENACEO MARNOSI

Successione complessa di termini distinta in una porzione inferiore prevalentemente argillosa, ed in una superiore calcarea e calcareo-marnosa-argillosa e comprensiva di: pietra paesina, pietraforte, palombino, argilloscisti varicolori. Nel loro insieme i flysch rappresentano la parte predominante della coltre alloctona affiorante nel comprensorio cerite-tolfetano, nella zona orientale di Monte Romano e localmente nei comuni Blera e Civitella Cesi. La potenza massima della formazione, intensamente disturbata dalla tettonica che ha interessato l'intero territorio alto laziale è stimabile tra i 700 e gli 800 m. (*Cretacico superiore-Paleocene*)

LAVE ACIDE

Unità litologica vulcanica di età compresa tra 4,2 e 2,3 milioni di anni e costituita da lave acide con composizione variabile da riolitica a quarzolatitica. (*tardo Pliocene-Quaternario*)

IGNIMBRITE FONOLITICO-TEFRITICA

Ignimbrite a matrice micropomicea grigio chiara, di consistenza ora litoide (peperino, peperino listato) ora incoerente (pozzolana), potente a volte più di 30 m e prodotta dall'attività vulcanica pleistocenica. E' la formazione in assoluto più diffusa su tutto il territorio della Tuscia Romana. (*Pleistocene*)

TUFI LITOIDEI

Complessi tufacei stratificati di varie colorazioni generalmente coerenti e comprendenti: il "tufo di Bracciano", il "tufo conglomeratico", il "tufo rosso a scorie nere" e il "tufo stratificato" costituita quest'ultimo dall'alternanza di deboli livelli di materiali cineritici e lapillacei. (*Pleistocene*).

Il paesaggio morfologico

I processi geologici che hanno interessato la Tuscia Romana hanno lasciato in questo territorio un'impronta indelebile, producendo un paesaggio morfologico ricco di molti elementi: le colline dolci sedimentarie ed i ripiani tufacei, rilievi aguzzi ed aspri delle lave, i laghi craterici o vulcano-tettonici di forma circolare o composta da più circonferenze che si intersecano sovrapponendosi; le forre e i corsi d'acqua a carattere torrentizio (Sestini, 1963) (cfr. *Carta del paesaggio morfologico*, cap. III.4, Fig.8). Questa notevole varietà morfologica rappresenta un fattore di complicità rispetto ai contigui paesaggi della costa e dell'Appennino.

I Monti della Tolfa presentano la tipica forma di acrocoro costituito da diversi rilievi mammellonati che emergono nettamente dal circostante paesaggio, simili per natura geologica sono le altrettanto decise guglie dei Monti del Sasso e del Sassone.

Il Lago di Bracciano, con i circostanti Monti Sabatini, individua un'altra spiccata unità di paesaggio; in essi è chiaramente leggibile la genesi vulcanica, tanto da poter ricostruire la morfologia degli stessi antichi apparati (Fig. 1-2). I rilievi in questo settore sono per lo più di forma conica, talvolta aguzzi come nel caso del Monte Rocca Romana presso Trevignano Romano, talvolta più dolci, sfumando verso facies quasi pianeggianti del paesaggio del tufo. Quest'ultima tipologia paesistica domina un'ampia porzione della Tuscia Romana e possiede spiccati caratteri dal punto di vista morfologico.

La genesi delle coltri tufacee avvenute per esplosione e successiva deposizione subaerea dei prodotti ha determinato il riempimento di buona parte di questo territorio, facendo della regione una sorta di peneplano. L'ampiezza dell'orizzonte, l'estensione, talvolta accentuata delle monoculture, sono i caratteri dominanti del "paesaggio orizzontale". Ma ad interrompere questa monotonia si sviluppano qua e là tipici canali (forre) profondi decine di metri, con pareti quasi verticali che sezionano il paesaggio tufaceo. Questi elementi unici nel panorama della Tuscia Romana sono ben visibili nei comuni di Canale Monterano, Veiano, Blera, Barbarano Romano.

Fig 1 - morfologia di un lago vulcanico alto laziale (tratta da Sestini, 1963)

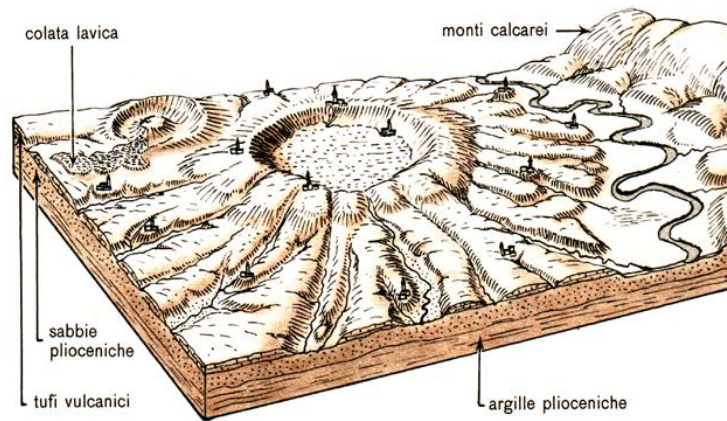
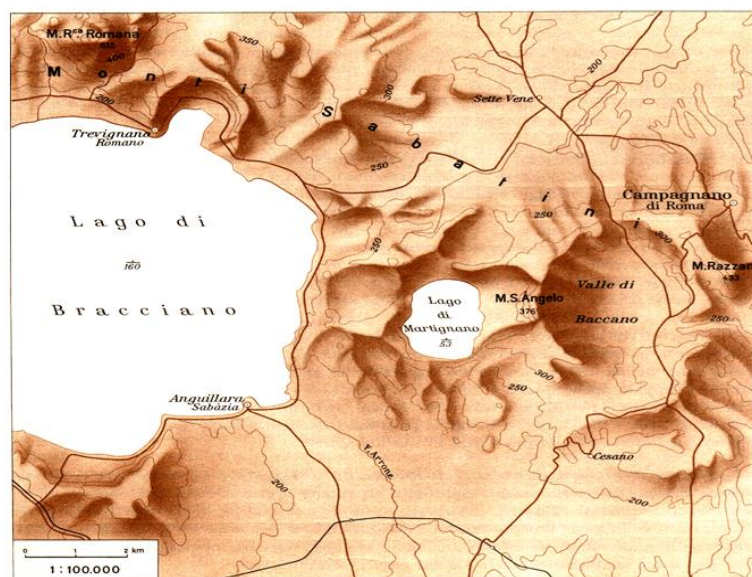


Fig. 2 - antichi vulcani Sabatini (tratta da Sestini, 1963)



Idrologia

(Patrizia Menegoni e Stefano Ciferri - E.P. srl)

L'idrografia della Tuscia Romana è caratterizzata dalla presenza di una fitta rete di corsi d'acqua, quasi tutti a carattere prevalentemente torrentizio, che confluiscono nei due fiumi più importanti: il Mignone e il Marta. L'insieme di questi corsi d'acqua costituisce un aspetto di notevole interesse ecologico e paesaggistico dal momento che gran parte di essi con la loro forza di erosione hanno scavato e modellato questo territorio.

Il Marta con un bacino imbrifero di 1071 Km² occupa l'intera area nord-occidentale del comprensorio

esaminato. Esso si sviluppa su terreni di natura vulcanica e con il suo sistema di torrenti drena gran parte dell'apparato vulcanico vulsino e vicano. Nei comuni di Blera, Barbarano, e Veiano si ritrovano diversi suoi affluenti quali fosso Biedano, fosso Leia, torrente Grignano, i quali scorrendo verso nord vanno ad ingrossare nei pressi di Monte Romano il fosso Traponzo, che subito dopo si getta nel Marta.

Il Mignone con un bacino imbrifero di 496 Km², una portata media alla foce di circa 4 m³/sec e una lunghezza totale di oltre 65 Km è il più importante corso d'acqua della provincia di Roma non affluente del Tevere. Nasce nel territorio del comune di Veiano e dopo aver attraversato affioramenti poco permeabili di natura flyscioide e depositi marini argilloso-sabbiosi, arriva al mare nei pressi di Civitavecchia. Il suo deflusso idrico è quindi chiaramente influenzato dal ruscellamento superficiale, che determina un regime fortemente impulsivo con episodi di piena molto rilevanti ed a rapido esaurimento. I suoi affluenti principali sono: torrente Vesca, fosso Lenta, fosso della Palombara e fosso Bicione.

Al di fuori del suo bacino imbrifero nel comprensorio certite-tolfetano sono presenti anche altri due importanti corsi d'acqua: il primo denominato fosso Marangone che nasce nei pressi di Allumiere; il secondo Rio Fiume (comune di Tolfa) che attraversando i monti Ceriti arriva in mare nei pressi di Santa Marinella.

Infine va ricordata la presenza nella zona meridionale del comprensorio di due importanti bacini lacustri, quello di Martignano (207 m s.l.m.) con una superficie di 249 ha ed una profondità massima di 60 m e quello più grande di Bracciano (164 m s.l.m.), che con una superficie di 5674 ha ed una profondità massima di 160 m, costituisce un importante elemento nel sistema regionale di deflusso delle acque meteoriche. Nel comune di Anguillara si trova il suo principale emissario il fosso Arrone, piccolo corso d'acqua che scorrendo nella campagna romana arriva al tirreno nei pressi di Fiumicino.

Rischio idrogeologico

(Carmine Perrone Capano - ENEA)

Un aspetto essenziale per la definizione dello stato ambientale di un territorio è costituito dalla valutazione del rischio per frane (rischio geomorfologico) e inondazioni (rischio idrologico), complessivamente indicati in genere con il termine di "rischio idrogeologico", definito dall'entità attesa delle perdite di vite umane, feriti, danni a proprietà, interruzione di attività economiche, in conseguenza del verificarsi di frane o inondazioni

Risulta pertanto della massima importanza l'individuazione delle zone a maggior rischio idrogeologico, al fine di predisporre le opere di difesa e di limitazione del danno e l'introduzione dei necessari strumenti di pianificazione volti ad impedire gli insediamenti nelle zone a maggior rischio e a stabilire un corretto uso del territorio.

A tale proposito la Regione Lazio, a seguito di una serie di attività conoscitive e di acquisizione dati, si è dotata di un Piano di Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI), redatto ai sensi dell'art.17 della L. 183/89, degli artt.11 e 12 della L.R. 39/96, dell'art.1 della L. 267/98 e dell'art. 1-bis della L. 365/2000. Tale Piano è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio individua, nell'ambito del proprio territorio, le aree da sottoporre a tutela per la prevenzione e la rimozione delle situazioni di rischio, e pianifica e programma sia gli interventi finalizzati alla tutela e alla difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo dal rischio di frana e d'inondazione, sia le norme d'uso del territorio.

La procedura secondo cui è stato sviluppato il Piano può essere sintetizzata nelle seguenti attività:

1. Raccolta dati, rilevamento e organizzazione del Sistema Informativo Territoriale.
2. Classificazione e perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolo di frana e d'inondazione.
3. Individuazione delle situazioni in cui la presenza di beni esposti determina l'esistenza di condizioni di rischio e quantificazione dei costi degli interventi necessari per il risanamento delle "situazioni a rischio".

4. Pianificazione degli interventi secondo opportuni criteri di priorità e disciplina del territorio per la tutela delle persone e dei beni antropici ed ambientali dal rischio di frana e d'inondazione

Rappresentazioni cartografiche

Nella costruzione del GIS relativo al progetto si è tenuto conto dei fattori naturali che maggiormente regolano l'effetto della gravità sulla stabilità del territorio e sono stati quindi individuati i tematismi utili all'interpretazione dei processi fisici determinanti per la stabilità geomorfologia del territorio ed in particolare per quella dei versanti, sia considerati singolarmente sia nella loro interazione.

Gli aspetti morfologici che determinano il dissesto idrogeologico e il relativo rischio, sono stati rappresentati nelle seguenti carte:

- Carta n. 17 - Altimetria: classificazione del suolo per fasce altimetriche, che rappresenta l'energia potenziale del sistema, relativamente ai fenomeni di degradazione.
- Carta n. 18 – Acclività: classificazione del suolo per fasce a diversa pendenza. La pendenza infatti contribuisce in modo determinante a definire la stabilità, e quindi la pericolosità, del sistema in quanto le situazioni a maggiore acclività presentano il rischio maggiore e viceversa.
- Carta n. 19 – Litologia: classificazione del terreno in base alle litologie affioranti. Il fattore geologico nel suo insieme, ma particolarmente la composizione litologica, può dare indicazioni circa la "sensibilità" alle azioni di degradazione, dovute ai fattori altimetrico e clivometrico, che regolano l'evoluzione del territorio.

Infine nella Carta n 21 - "Pericolosità per frane e/o inondazioni" è stata riportata la rappresentazione cartografica del PAI, limitatamente alla perimetrazione delle aree soggette a rischio di inondazione e di frana, così definite:

Individuazione delle aree a pericolo d'inondazione

La cartografia riporta le situazioni di pericolo d'inondazione stimate dall'Autorità tramite indagini o segnalazioni locali nell'ambito del territorio di sua competenza. Sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi, il Piano individua tre classi di pericolosità:

- fasce a pericolosità A: le aree che possono essere inondate con frequenza media non superiore alla trentennale;
- fasce a pericolosità B: le aree che possono essere inondate con frequenza media compresa tra trent'anni e duecento anni. Le fasce a pericolosità B sono a loro volta suddivise in due sub-fasce:
 - sub-fasce a pericolosità B1 che possono essere investite dagli eventi alluvionali con dinamiche intense e alti livelli idrici;
 - sub-fasce a pericolosità B2 - le aree, ubicate nelle zone costiere pianeggianti, ad una congrua distanza dagli argini, tale che si può ritenere vengano investite dagli eventi alluvionali con dinamiche gradualmente e con bassi livelli idrici;
- fasce a pericolosità C: le aree che possono essere inondate con frequenza media compresa tra la duecento anni e cinquecento anni.

Individuazione delle aree a pericolo di frana

La cartografia riporta le situazioni di pericolo connesse alla presenza di frane già rilevate e cartografate dall'Autorità, tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza.

Sulla base delle caratteristiche d'intensità dei fenomeni rilevati (volumi e velocità), il Piano individua tre classi di pericolo:

- aree a pericolosità A: le aree a pericolo di frana molto elevato si riferiscono alle porzioni di territorio che risultano essere interessate da frane caratterizzate da elevati volumi e/o movimento da estremamente rapido a rapido;
- aree a pericolosità B: le aree a pericolo di frana elevato sono riferite alle porzioni di territorio interessate da scarpate o in cui sono presenti frane caratterizzate da volumi modesti e/o movimento da rapido a lento;
- aree a pericolosità C: le aree a pericolo di frana lieve sono riferite a quelle porzioni di territorio che risultano interessate da scivolamenti lenti delle coltri superficiali e/o da frane caratterizzate da piccoli volumi e movimento lento.

Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità degli acquiferi, che indica l'esposizione da parte delle acque sotterranee di falda a fenomeni d'inquinamento, dipende da una vasta gamma di fattori ambientali che in relazione alle diverse situazioni possono assumere diversa rilevanza.

Tra questi fattori rivestono generalmente un ruolo di primaria importanza:

- la permeabilità delle rocce sovrastanti l'acquifero considerato, ossia la facilità con la quale i fluidi e con essi le sostanze disciolte percolano nella sottostante falda,
- la copertura del terreno (es. presenza di vegetazione, suolo agrario ecc.) che accentua o rallenta l'infiltrazione di detti fluidi nel terreno stesso,
- la profondità della falda dal piano di campagna o in altre parole la lunghezza del percorso che l'acqua deve percorrere per raggiungere la falda sottostante.

Per ottenere un quadro descrittivo della vulnerabilità delle falde acquifere sono state realizzate 2 carte tematiche:

- Carta n 20 - "Carta dei complessi idrogeologici e permeabilità delle formazioni geologiche affioranti", individua sul territorio complessi litologici che ospitano acquiferi sotterranei. Tali complessi pur costituendo singoli sistemi idrogeologici presentano al loro interno differenziazioni del grado di permeabilità e la carta permette di individuare la distribuzione areale di tali complessi e quella delle zone a diversa permeabilità all'interno di ognuno di essi.
- Carta n 22 - "Soggiacenza della falda", ottenuta incrociando il DEM (modello di elevazione digitale) con le curve isofreatiche (altezze piezometriche delle acque della falda). La carta indica la quota, rispetto al piano campagna, che raggiungerebbe l'acqua di falda se fosse libera di muoversi all'interno della formazione geologica che la contiene. Ovviamente, se sono presenti orizzonti di roccia impermeabile sufficientemente estesi, tale quota teorica non coincide con la profondità della falda.

Incrociando queste carte tra loro e con l'uso del suolo, si possono individuare sia pure a grande scala le aree che hanno una maggiore vulnerabilità rispetto a fenomeni d'inquinamento delle acque sotterranee.