

Carlo BERTULETTI *

NOTE IDROGEOLOGICHE SULLE RISORGIVE LOMBARDE

RIASSUNTO: Nel presente contributo sono delineate le condizioni idrogeologiche che contraddistinguono la pianura lombardo-padana e che determinano il fenomeno "risorgive". Sono, inoltre, puntualizzate le variazioni intervenute al 1990 nella distribuzione delle emergenze idriche e descritte le particolarità geologiche ed idrogeologiche delle aree in cui il fenomeno riveste un ruolo importante anche come risorsa irrigua.

SUMMARY: Hydrogeological conditions characterizing the Lombardo-Padano plane and causing the "risorgiva" (plane springs) phenomenon are outlined in this contribution. Moreover, this study emphasizes the modifications in the distribution of water emergencies which took place up to 1990. Geological and hydrogeological peculiarities are described for the areas where the phenomenon plays an important role as an irrigation resource as well.

INTRODUZIONE: Vengono considerate, in questa sede, "risorgive" tutte quelle acque emergenti dall'acquifero che originano un proprio reticolo idrografico ben distinto da quello dei corsi d'acqua naturali o artificiali.

Nell'area lombarda, al passaggio dall'alta alla bassa pianura, le acque della falda freatica si innalzano e vengono a giorno spontaneamente in corrispondenza di depressioni naturali. L'intervento umano ha, talvolta, modificato il loro aspetto creando numerosi punti di emergenza ove le portate estratte sono state favorite con opere artificiali (fontanili); tale sistema di captazione di acque freatiche è antico e pare risalga alla seconda metà del XII secolo.

Le "risorgive" di norma si suddividono tra quelle di "sbarramento", generate dall'ostacolo frapposto alla libera circolazione dell'acqua sotterranea da terreni a bassa permeabilità e quelle di "emergenza" dovute all'intersezione della superficie freatica dell'acquifero indifferenziato con la superficie topografica. Secondo Desio (1973) la maggior parte di quelle lombarde è di tipo misto.

Il fenomeno "risorgive" in Lombardia si sviluppava con una fascia più o meno continua ad andamento sinuoso per circa 180 chilometri con una larghezza variabile da 3 a 25 chilometri e quote di emergenza comprese tra 160 e 80 m s.l.m.; all'interno di tale fascia si individualizzavano areali più o meno ristretti di massimo addensamento.

L'indagine svolta ha permesso di quantificare, attraverso un censimento capillare, la consistenza del fenomeno al 1990 e di puntualizzare anche le modifiche ambientali che sono intervenute negli ultimi decenni. E' stato possibile, pertanto, all'interno della fascia prima ricordata, definita in base a documentazioni cartografiche e studi idrogeo-

* Geologo collaboratore del Museo

logici che, ormai, per tale aspetto rivestono un significato storico, ripерimetrare gli ambiti ancora attivi e definirne i nuovi limiti.

Le maggiori variazioni si sono riscontrate in corrispondenza di areali dove l'intervento antropico è consistito nella regolazione delle acque che prima impaludavano vaste aree, nello sfruttamento non sempre programmato e corretto delle risorse idriche sotterranee con emungimenti a scopo civile, industriale, agricolo che hanno determinato un abbassamento generalizzato della falda freatica, tanto che si parla, con significato idrogeologico, di depressione milanese, bresciana, bergamasca. Un ruolo non secondario in tale modificazione ambientale ha avuto l'urbanizzazione, a macchia d'olio anche in aree umide, specie nelle periferie delle aree metropolitane.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E FISIOGRAFICO DEL TERRITORIO: Nel documento cartografico allegato, in forma molto semplificata, sono state rappresentate unità geolitologiche, con significato anche idrogeologico, individuabili nella spessa coltre dei sedimenti continentali quaternari che costituiscono la pianura lombarda e ricoprono il substrato roccioso sedimentario, piegato e fagliato, diretta prosecuzione di quello affiorante lungo la fascia pedealpina. Sono stati differenziati:

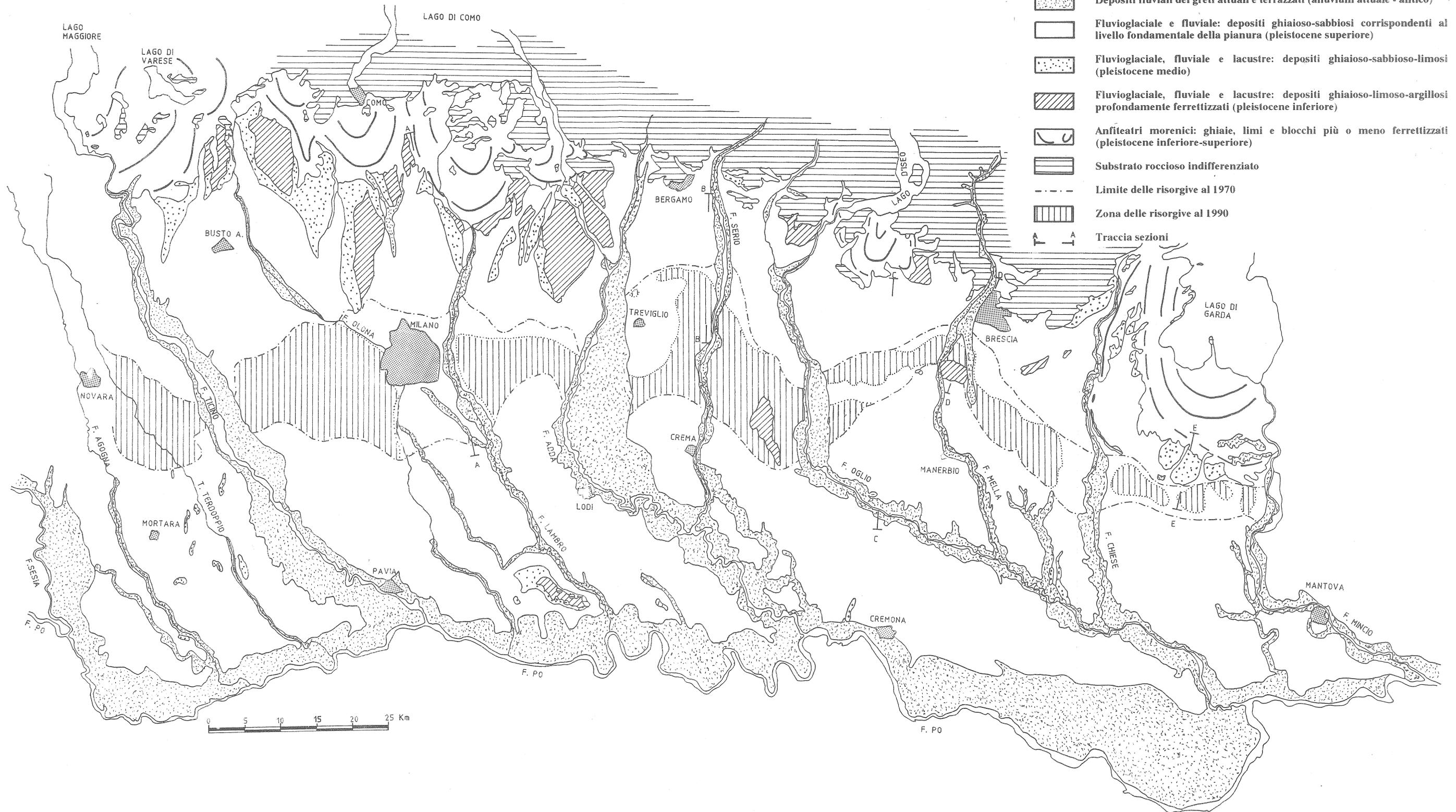
1) - Depositi glaciali che si localizzano nella parte settentrionale a costituire gli anfiteatri morenici verbanco, lariano, sebinco e benacense. Sono costituiti da accumuli di materiali non classati, ciottoli, ghiaie, sabbie e limi intimamente commisti, di natura estremamente varia.

2) - Alluvioni fluvioglaciali e fluviali, più o meno ciottolose in relazione al grado di alterazione, ricoperte da uno strato argilloso di spessore variabile da 1 a 4 metri, di color rosso, rosso-bruno, giallo ocra. In profondità le componenti sabbiosa e limosa prevalgono su quella ghiaiosa che talora si presenta cementata a costituire corpi lentiformi conglomeratici. Questi ultimi, osservabili in superficie in limitati affioramenti, sono stati rintracciati in profondità a quote variabili, in continuità a ricoprire le unità argillose villafranchiane. Morfologicamente rappresentano i terrazzi più elevati sulla pianura che si raccordano alle cerchie moreniche più esterne dei vari apparati morenici.

3) - Alluvioni fluvioglaciali da molto grossolane a ghiaiose, con paleosuolo argilloso, giallo-bruno, di ridotto spessore, talora ricoperte da limi più recenti. Costituiscono l'alta pianura e si raccordano con le cerchie moreniche più alte degli anfiteatri morenici. Queste unità, in cui è quasi sempre contenuta una falda, riveste un elevato interesse idrogeologico per la capacità di assorbire le infiltrazioni dalla superficie e di trasmettere alimentazione alle falde.

4) Alluvioni fluvioglaciali, fluviali, fluvio-lacustri, prevalentemente sabbiose, con lenti limose e sottili livelli ghiaiosi, localmente cementati, talora ricoperte da limi più recenti. Lo strato di alterazione, di color brunastro, è poco spesso (40-60 cm). Costituiscono il livello fondamentale della pianura. La distribuzione spaziale dei singoli litotipi è legata alla competenza delle correnti fluviali che li hanno depositi; competenze che si sono mantenute assai elevate sino al margine meridionale della pianura lombarda come

FIG. 1 - LINEAMENTI GEO-LITOLOGICI



attestano le ricorrenti intercalazioni ghiaiose che si rintracciano nelle varie stratigrafie da pozzo.

5) - Alluvioni sabbiose, ghiaiose, localmente limose, poligeniche, post-glaciali, costituenti i sistemi dei terrazzi immediatamente sottostanti il livello fondamentale della pianura; alluvioni ghiaiose-sabbiose degli alvei abbandonati ed attivi, ubicate sul fondo delle "vallate" terrazzate dei principali corsi d'acqua.

I tratti fisiografici salienti del territorio sono direttamente correlati alle differenziazioni genetiche e strutturali che contraddistinguono i sedimenti prima ricordati e nei quali è modellata la pianura lombarda. Si possono distinguere:

- ambiti collinari corrispondenti ai citati anfiteatri morenici che verso nord si connettono ai rilievi rocciosi alpini e che si connotano per i numerosi ripiani intermorenici racchiusi fra cerchie concentriche decrescenti in direzione degli specchi lacustri;
- pianalti fluvio-glaciali che si estendono dal margine esterno degli anfiteatri o dal piede dei rilievi rocciosi, verso sud, con pendenze decrescenti sino a raccordarsi alla superficie fondamentale della pianura;
- una pianura vera e propria, degradante verso il Po in modo difficilmente percepibile, interrotta nella sua continuità morfologica dai solchi vallivi dei corsi attuali, con tipica sezione trasversale "a cassetta" (Braga, 1986) con più ordini di terrazzi simmetrici, da alvei abbandonati e da alti fisiografici imputabili a sollevamenti strutturali dei sottostanti terreni marini.

CONDIZIONI GEOIDROLOGICHE DEL SOTTOSUOLO: Per una descrizione più dettagliata e puntuale delle condizioni idrogeologiche che determinano il fenomeno "risorgiva" nella pianura lombardo-padana, si è ritenuto di dover operare una zonizzazione che, nell'ambito della struttura geoidrologica regionale, relazioni le singole realtà. In tale ottica, da occidente ad oriente, sono stati individuati dei comprensori di seguito illustrati nelle loro peculiarità geolitologiche, idrologiche e idrogeologiche.

Comprensorio Agogna-Terdoppio

La porzione di pianura lombarda ad occidente del F. Ticino si caratterizza geologicamente per la presenza di una coltre alluvionale che può raggiungere anche 200-300 metri di spessore, sovrapposta ad un substrato sedimentario, marino, piegato e fagliato. Tale coltre di età pleistocenica si connette, senza soluzione di continuità, con quella del novarese verso nord e del milanese verso oriente, con una giacitura monoclinale a pendenza verso l'asse padano e con inclinazioni decrescenti, in senso verticale, sino ad adeguarsi a quelle della superficie topografica in corrispondenza del piano campagna. I sedimenti quaternari sono per la quasi totalità di origine alluvionale, legati all'azione di deposizione dei corsi d'acqua a loro volta relazionati alle diverse condizioni climatiche che si sono verificate nel pleistocene (regime glaciale) e nell'olocene (regime pluviale). Gli stessi depositi risultano interessati da un marcato terrazzamento dovuto all'alternarsi di fasi erosive e deposizionali; ne consegue che la litofacies dei sedimenti risulta estremamente variabile specie in corrispondenza degli alvei sia attuali che fossili,

con frequenti fenomeni di eteropia e discordanza angolare. I tipi litologici più frequenti, in affioramento, sono ghiaie, sabbie e limi, mentre in profondità sono stati riscontrati a più livelli anche orizzonti di torbe, ricollegabili ad episodi lacustri che si sono intervallati in un ambiente prevalentemente fluviale.

La superficie fondamentale della pianura, localmente è interrotta da piccole ondulazioni positive ("dossi") nella zona compresa fra Mortara, Cernago e Gambolò, da alcuni autori interpretate come lembi residui di una paleosuperficie modellata in sedimenti più antichi, da altri come derivazione di rielaborazione eolica di sedimenti fluviali (Gabert, 1962).

Il reticolo idrografico è ben organizzato, con corsi d'acqua a prevalente regime fluviale; inoltre è presente un consolidato sistema di canali artificiali per l'irrigazione e la coltivazione del riso che comporta la presenza di acqua su vaste superfici per lungo periodo dell'anno.

Il materasso alluvionale per composizione litologica ed assetto strutturale, presenta ovunque le condizioni ottimali per la formazione di falde acquifere. Pressochè ovunque si realizza la presenza di una falda freatica, libera, il cui livello si colloca a profondità comprese fra qualche metro ed una quindicina di metri in relazione ai diversi rapporti con l'andamento della superficie topografica e dell'idrografia superficiale.

L'area interessata dalle risorgive vere e proprie si localizza a nord, nel novarese, al passaggio fra le alluvioni fluvioglaciali ghiaiose, localmente molto grossolane, con paleosuolo argilloso, talora ricoperto da limi più recenti, e le alluvioni fluviali prevalentemente sabbioso-limose con debole strato di alterazione brunastro.

Manifestazioni isolate, specie nella zona di Mortara e Gambolò sono localizzate al piede di terrazzi che delimitano le "vallate" del Sesia, dell'Agogna e del Terdoppio e che esercitano una funzione drenante dei pianalti costituiti dal fluviale recente.

Comprensorio Ticino - Adda

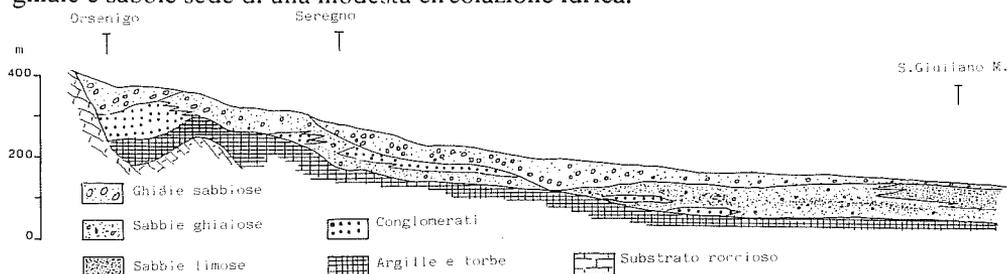
Nel tratto di pianura compreso fra il Ticino e l'Olona le assise terziarie sono state individuate a notevole profondità; ciò ha permesso un regolare e forte sviluppo dei depositi fluviali pleistocenici. Le sequenze alluvionali hanno una giacitura blandamente monoclinale con pendenza del 2-3 per mille verso l'asse padano.

Le condizioni strutturali del substrato terziario mutano invece nel settore compreso fra l'Olona ed il Lambro, in conseguenza di un accentuato sollevamento dei sottostanti terreni marini che, al Colle di S. Colombano, vengono addirittura a giorno. Lo spessore della coltre fluviale si riduce rapidamente, per effetto del sollevamento del substrato, fino ad annullarsi lungo il culmine dello stesso alto strutturale.

Ricerche recenti di carattere idrogeologico hanno ipotizzato l'esistenza di tre acquiferi, interconnessi fra loro, nelle zone settentrionali, di alimentazione, ben individualizzati all'interno della depressione milanese.

Il primo acquifero è costituito da una successione di depositi grossolani, con scarsi diaframmi argillosi, con uno spessore medio di 40 metri; il secondo da successione sabbioso-ghiaiosa con frequenti diaframmi argillosi con uno spessore di 70 metri circa,

il terzo da depositi prevalentemente argillosi, situato oltre 110 metri di profondità, con ghiaie e sabbie sede di una modesta circolazione idrica.



Sezione A-A della Fig. 1

Il primo acquifero possiede ovunque marcate caratteristiche idrauliche (falda libera) che lo distinguono da quello inferiore (falda in pressione); il terzo si differenzia soprattutto per i caratteri chimici delle acque che vi circolano (presenza di ferro e idrogeno solforato).

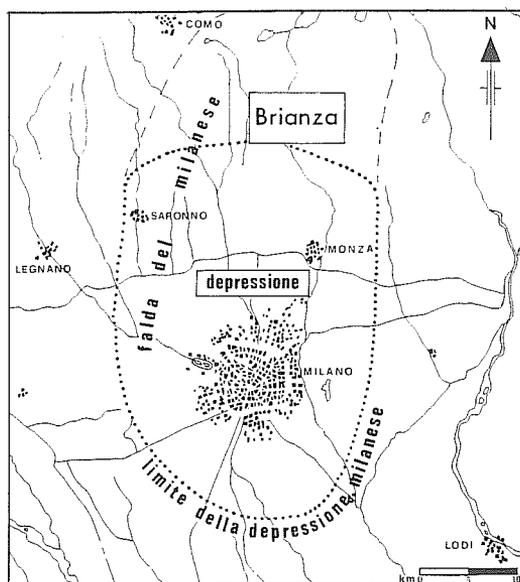
Il primo acquifero, la cui alimentazione avviene per infiltrazione dalla superficie (corsi d'acqua, rete irrigua, piogge) si estende a comprendere i depositi fluvio-glaciali più recenti, alluvioni terrazzate e recenti dei corsi d'acqua; il secondo acquifero, alimentato direttamente dalla superficie in corrispondenza di affioramenti delle alluvioni fluvio-glaciali più antiche prossime agli anfiteatri morenici verbano e lariano, si interconnette con il primo acquifero, tanto che, anticamente, veniva considerato un tutt'uno (acquifero "tradizionale" degli autori precedenti). Si estende su tutta la regione compresa fra il Ticino e l'Adda, pur con variazioni rilevanti di spessore e permeabilità. Il terzo acquifero, continuo in tutto il milanese, viene a mancare in Brianza e presenta nette tracce di dislocazione dovute a sollevamento post-deposizionale (movimenti post-vil-lafranchiani); trae alimentazione da scambi con i primi due acquiferi.

Lungo la fascia pedemontana, quindi, il deflusso delle acque avviene prevalentemente nel secondo acquifero che si estende, in profondità, insinuandosi nelle valli scavate dagli antichi corsi d'acqua che incidevano il substrato.

Questi paleoalvei sono più numerosi degli attuali ed hanno una larghezza più limitata; la loro importanza idrogeologica è notevole in quanto sono sede di una falda con buona portata specifica e rappresentano le vie preferenziali per il flusso sotterraneo ("correnti freatiche").

Il primo acquifero si interconnette con il secondo in corrispondenza di lacerazioni delle intercalazioni impermeabili, si riduce sensibilmente di potenza verso sud, annullandosi nei limi argillosi. Questi, in conseguenza della loro scarsa permeabilità, danno luogo a modesti fenomeni di salienza cui corrisponde l'allineamento più meridionale dei fontanili del milanese.

Il censimento del 1990 ha evidenziato che gran parte delle risorgive, specie nell'area della "metropoli" milanese, si sono prosciugate; il fenomeno trova una giustificazione nell'abbassamento della superficie piezometrica in corrispondenza di quella che è nota come "depressione milanese".



(da Francani V., 1980)

Comprensorio Fiume Serio

La struttura idrogeologica dell'area pedemontana compresa fra l'Adda e l'Oglio è estremamente complessa. Essa, infatti, è il risultato di eventi glaciali connessi ai corsi principali (Adda ed Oglio) e fluviali per quelli secondari poco glacializzati (Brembo e Serio).

Inoltre il substrato pre-quadernario che presenta un rapido approfondimento in corrispondenza della flessura pedemontana, risulta interessato da complicate strutture consistenti in sistemi di pieghe ad andamento ONO-ESE, con ripetuti fenomeni di ondulazione assiale, associate a faglie che, in taluni casi, hanno dato luogo a dorsali e fosse.

La successione alluvionale, paragonabile ad una potente piastra monoclinica immergente verso SSE, in dettaglio presenta ondulazioni che rispecchiano le strutture sepolte. La quasi totalità dei depositi quadernari è riferibile ai conoidi sia antichi che recenti dei corsi d'acqua prima ricordati e che si sono impostati in depressioni del substrato roccioso e dei sovrastanti depositi villafranchiani, fino a colmarle con i loro sedimenti. La serie idrogeologica risulta costituita, nella media-alta pianura, da una successione di unità idrogeologiche che, in base alle denominazioni tradizionalmente usate in letteratura, dall'alto al basso (dalla più recente alla più antica) sono:

- alluvioni ghiaioso-sabbioso recenti ed attuali e fluvio-glaciali a ghiaie e sabbie;
- unità a conglomerati, con ghiaie sciolte e sabbie;
- unità a ghiaie e sabbie, alternate a conglomerati ed argille;
- unità a prevalentemente argille, con ghiaie e sabbie.

La prima unità è costituita prevalentemente da ghiaie, con variazioni litologiche di minima entità, intercalandosi localmente sabbie grossolane.

contatto si immerge verso sud, con inclinazione decrescente, anche per l'interposizione di depositi marini, pliocenici, che hanno ridotto "le irregolarità morfologiche determinate dalla antecedente tettonica alpina" (Braga, et al., 1976)

La pianura vera e propria è interrotta nella sua continuità da alcuni rilievi isolati (Colle di Pievedizio, Capriano del Colle, Castenedolo) legati ad innalzamento delle unità villafranchiane a costituire una "dorsale" sepolta ad andamento SO-NE e condizionante la circolazione idrica nel sottosuolo e le caratteristiche idrochimiche delle acque.

Complessivamente il tratto di pianura in esame risulta modellato in sedimenti assai diversi da un punto di vista genetico e che si possono ricondurre a:

- depositi glaciali veri e propri costituiti da accumuli di materiali poco classati (ciottoli, ghiaie, sabbie e limi commisti) di natura varia (frammenti di rocce carbonatiche, metamorfiche, magmatiche) (Anfiteatri del Sebino e del Benaco)
- depositi fluvioglaciali, poligenici, con prevalenza di facies ghiaiose più o meno cementate (Fascia di pianura intermedia)
- depositi fluviali, con una ricca gamma di facies che comprendono ghiaie, sabbie, limi, argille, torbe, disposti in corpi stratiformi potenti parecchi metri ed estesi su areali di diversi chilometri quadrati (Bassa pianura).

Le ricerche idrogeologiche più recenti hanno prospettato un modello strutturale della pianura bresciana che si caratterizza per:

- comparti idrogeologici separati coincidenti con le cerchie moreniche degli anfiteatri dell'Iseo e del Garda, con falde sospese, indipendenti da quelle del sottosuolo della pianura;
- una fascia pedemontana, dove affiorano vaste distese di depositi fluvioglaciali, con funzione di alimentazione attraverso processi di infiltrazione diffusa;
- acquiferi continui, profondi, estesi dalla fascia pedemontana sino al limite meridionale;
- paleoalvei (Oglio, Mella, Chiese) a costituire strutture idrogeologiche molto produttive, ma con alto rischio di contaminazione stante l'elevata permeabilità dei depositi prevalentemente grossolani che li caratterizzano.

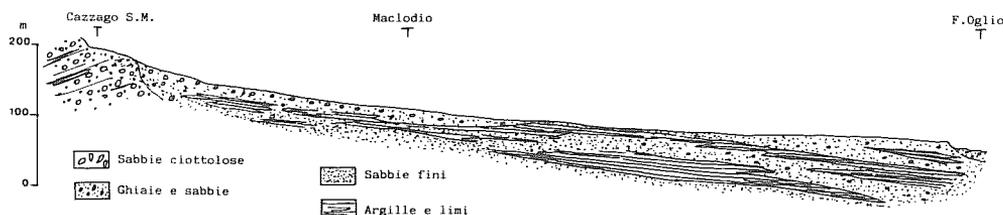
In tale contesto l'area delle risorgive, continua in tempi storici dall'Oglio al Mincio, oggi si può strutturare in tre comparti, ancora attivi e con rese produttive elevate.

Comparto a sud dell'anfiteatro morenico del Sebino

La linea più settentrionale delle risorgive si localizza al passaggio fra alluvioni fluvioglaciali grossolane e ghiaiose, superficialmente alterate con strato argilloso, giallo rossiccio, e alluvioni fluvioglaciali e fluviali prevalentemente sabbiose e limose con strato di alterazione brunastro, di spessore limitato. Le prime si raccordano alle cerchie moreniche più elevate dell'anfiteatro sebino e secondo alcuni autori sarebbero più antiche delle seconde, secondo altri una variazione granulometrica verso monte delle stesse.

L'unità ghiaioso-sabbiosa ha una elevata capacità di assorbire le infiltrazioni dalla superficie e di trasmettere alimentazione alle falde più profonde. Infatti è stata riscontrata una elevata coincidenza fra spessore saturo dell'unità e resa dei pozzi. Al suo

interno è sempre presente una falda libera caratterizzata da ottime portate specifiche sfruttata specialmente per scopi irrigui. I livelli piezometrici oscillano fra profondità di 20 metri dal piano campagna nelle zone più settentrionali e il piano campagna nella zona di risorgenza.



Sezione C-C della Fig. 1

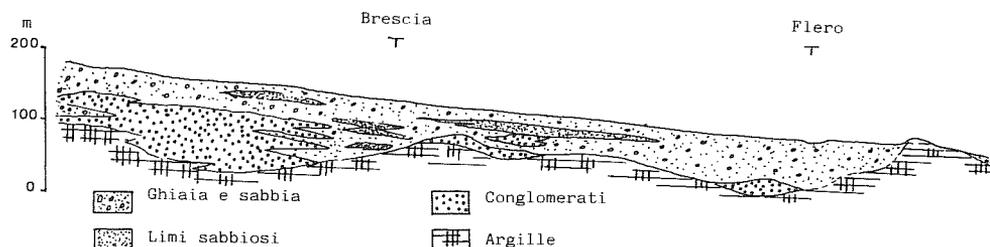
La fascia delle risorgive decorre da Cizzago sino a Torbole Casaglia, alimentando una fitta rete di rogge e canali derivati ormai consolidata nella realtà irrigua della bassa bresciana.

Osservazioni dirette e l'esperienza locale hanno evidenziato che le irrigazioni nell'area a monte della linea delle risorgive controllano in modo sensibile l'alimentazione della falda freatica.

Il regime delle acque sotterranee risente anche degli apporti naturali come attestato dalla preesistenza dei fontanili alle grandi opere di derivazione e canalizzazione irrigua e dall'andamento stagionale con oscillazioni sfasate, ma connesse, comunque, alla regimazione delle precipitazioni. Attualmente si nota una fase di innalzamento dei livelli della falda freatica da maggio-giugno a agosto-settembre (in concomitanza con le irrigazioni) che compensa, in parte, l'abbassamento generalizzato dell'ultimo decennio a seguito dei prelievi, non sempre pianificati, nelle zone maggiormente urbanizzate ed industrializzate (depressione Mandolossa - Brescia).

Comparto Mella - Chiese

Il territorio è costituito da una successione di ghiaie e ghiaie sabbiose sovrapposte ad unità a minor permeabilità a loro volta sostenute da un substrato poco permeabile attribuibile al Villafranchiano.



Sezione D-D

Lo spessore delle ghiaie e sabbie superficiali è molto elevato; in talune zone, sede di intensa attività estrattiva, si arriva a spessori superiori ai 70 metri. In esse è sempre contenuta una falda acquifera molto produttiva che si trova a profondità variabili tra i 30 metri ed il piano campagna. L'andamento dell'acquifero è interrotto, talora, nella sua continuità o comunque condizionato nel suo sviluppo areale da culminazioni dei terreni pleistoceni (zona a bassa trasmissività) (Scesi, 1985).

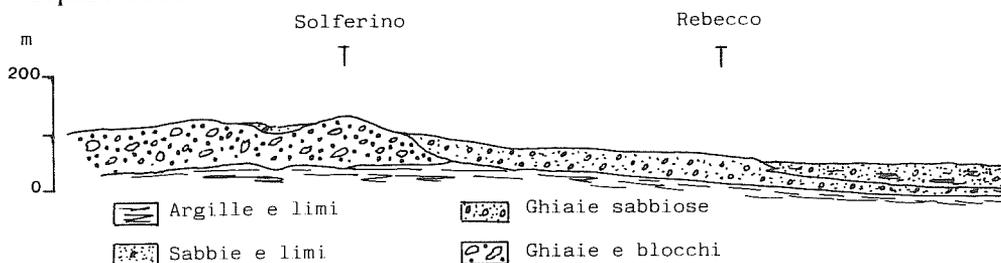
L'alto strutturale di Poncarale-Capriano del Colle sarebbe responsabile della venuta a giorno della falda freatica nell'areale di Flero-Castel Mella che costituisce l'ambito più settentrionale della provincia di Brescia interessato dal fenomeno "risorgiva".

Anche la venuta a giorno nell'areale a sud di Mortirone sarebbe imputabile ad una netta diminuzione della trasmissività del mezzo verso sud con conseguente ispessimento ed innalzamento della falda freatica nella zona a nord.

Comparto fra Chiese e Mincio

L'area interessata dalle risorgive si loca in corrispondenza dei pianalti fluvio-glaciali che raccordano il margine esterno dell'anfiteatro morenico del Garda alla superficie fondamentale della pianura. Tali pianalti, attualmente, risultano frammentati dall'erosione post-glaciale in più parti comunque rapportabili ad un'unica superficie edificata dagli scaricatori fluvio-glaciali principali e secondari.

I depositi superficiali ferrettizzati fino a profondità variabili fra 1.50 e 2.50 m, sono costituiti prevalentemente da facies ghiaiose e sabbiose che, sulla scorta di informazioni desumibili dalle stratigrafie dei pozzi, tendono, in profondità, ad apparire più o meno cementate. Le frazioni fini (limi ed argille limose) presentano percentuali molto variabili, relazionate alle variazioni granulometriche sia verticali che orizzontali dei depositi stessi



Sezione E-E della Fig. 1

La circolazione idrica sotterranea risulta condizionata dalle brusche variazioni di permeabilità, specie in senso orizzontale; il carico idraulico conseguente alla localizzazione della zona di alimentazione a quote più elevate (colline moreniche) determina la salienza nell'ordine dei 10-15 cm rispetto al piano campagna. Pertanto la quasi totalità dei "fontanili" ha origine naturale, l'intervento antropico ha condizionato solo il loro sviluppo e conservazione.

Un censimento del 1977 (Baraldi-Pellegrini) ne aveva localizzati 44 di cui 39 classificati come emergenza di sbarramento e 5 di affioramento.

BIBLIOGRAFIA

BARALDI F., PELLEGRINI M., 1978 - I fontanili della pianura compresa fra i fiumi Chiese e Mincio (Provincia di Brescia e Mantova). Quaderni IRSA, 34 (18), Roma.

BORTOLAMI C., BRAGA G., COLOMBETTI A., DAL PRA' A., FRANCANI V., FRANCAVILLA F., GIULIANO G., MANFREDINI M., PETRUCCI F., POZZI R., STEFANINI S., 1978 - Hydrogeological features of the Po Valley (Northern Italy). In: Hydrogeology of Great sedimentary basins. Conf. of Budapest. Ann. Inst. Geol. Publ. Hungar., v. 59, Budapest.

BRAGA G., BELLINZONA G., BERNARDELLI L., CASNEDI R., CASTOLDI F., CERRO A., COTTA RAMUSINO S., GIANOTTI R., MARCHETTI G., PELOSO G. F., 1976 - Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di Pianura Padana compresa nelle provincie di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria. Quaderni IRSA, 28, Roma.

DENTI E., LANZI S., SALA P., SCESI L., 1988 - Studio idrogeologico della pianura bresciana compresa fra i fiumi Oglio e Chiese. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, v. 4, Milano.

DENTI E., FRANCANI V., FUMAGALLI L., PEZZERA G., SALA P., 1988 - Studio idrogeologico del foglio Vimercate IGM 1:50.000. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, v. 4, Milano.

DESIO A., 1973 - Geologia applicata all'ingegneria, Hoepli, Milano.

FRANCANI V., 1980 - Le condizioni di alimentazione delle falde della regione milanese. Quaderni IRSA, 51 (1), Roma.

FRANCANI V., 1976 - Studio idrogeologico sul modello della media Valle Olona. La Rivista della Strada, v. 45, n. 422, Milano.

FRANCANI V. e LORANDI F., 1979 - Studio idrogeologico sul territorio bergamasco fra i fiumi Adda e Oglio. Quaderni IRSA, 34 (10), Roma.

GABERT P., 1962 - Les plaines occidentales du Pò et leur piedmoms (Pièmont, Lombardie Occidentale et Centrale). Étude morphologique. Imprim. Louis-Jean, Gap.

POZZI R. e FRANCANI V., 1981 - Condizioni di alimentazione delle riserve idriche del territorio milanese. La Rivista della Strada, n. 303, Roma.

SCESI L., 1980 - Lineamenti geologici ed idrogeologici della Pianura pedemontana bresciana compresa fra i fiumi Mella e Chiese. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, v. 1, Milano.

Servizio Geologico d'Italia. Carta geologica d'Italia. Scala 1:100.000 Roma. Foglio n. 44, Novara, II Ed., 1967; Foglio n. 45, Milano, II Ed. 1965; Foglio n. 46, Treviglio, II Ed., 1966; Foglio n. 47, Brescia, II Ed., 1968; Foglio n. 48, Peschiera del Garda, II Ed., 1969; Foglio n. 58, Mortara, II Ed., 1969; Foglio n. 59. Pavia, II Ed., 1965; Foglio n. 60, Piacenza, II Ed., 1967; Foglio n. 61, Cremona, II Ed., 1970.

Servizio Geologico d'Italia. Note illustrative della Carta geologica d'Italia 1:100000, Roma.

Foglio n. 44-58. Novara e Mortara. Di BRAGA GP., RAGNI U., SCHIAVINATO G., Roma, 1969.

Foglio n. 45-46, Milano e Treviglio. Di COMIZZOLI G., GELATI R., PASSERI L.D., DESIO A., Roma, 1969.

Foglio n. 47. Brescia. Di BONI A., CASSINIS G., VENZO S., Roma, 1970.

Foglio n. 48. Peschiera del Garda. Di CARRARO F., MALARODA R., PICCOLI G., STURANI C., VENZO S., Roma, 1969.

Foglio n. 59. Pavia. Di BONI A., Roma, 1967.

Foglio n. 60. Piacenza. Di ANFOSSI G., DESIO A., GELATI R., LAURERI S., PETRUCCI F., VENZO S., Roma, 1971.

Foglio n. 61. Cremona. Di PETRUCCI F., TAGLIAVINI S., Roma, 1969.

INDIRIZZO DELL'AUTORE: Carlo BERTULETTI
Via Marzanica 94
24100 BERGAMO