

planimetriche di un bacino idrografico che le relative elevazioni rispetto alla foce.

I risultati ottenuti sono abbastanza disomogenei, si osserva però, che la gran parte dei bacini, una certa maturità, ad eccezione del Quadronna, per il quale è stata ottenuta una curva ipsografica indicante un bacino ancora molto giovane.

Questo risultato sembrerebbe in netto contrasto con quello ottenuto tramite i precedenti parametri, i quali avevano evidenziato, per il suddetto bacino, una elevata gerarchizzazione, caratteristica abbastanza improbabile per un bacino giovane.

Quindi le due situazioni (giovinezza e gerarchizzazione) teoricamente opposte si trovano qui a caratterizzare il medesimo bacino, il quale quindi non essendo giovane è riuscito a gerarchizzarsi molto velocemente.

La maturità o addirittura vecchiaia ottenuta per gli altri bacini, può trovarsi più o meno in accordo con quanto visto in precedenza.

Anche in questo caso velone, Selvagna e Fontanile di Tradate, (che già erano risultati essere i bacini più gerarchizzati), presentano una certa maturità o (per Velone e Fontanile di Tradate), addirittura vecchiaia.

Bozzente e Gradaluso, i quali avevano evidenziato una media gerarchizzazione, tramite la curva ipsografica, hanno evidenziato una elevata maturità e quindi una gerarchizzazione massima teorica non confermata dai parametri ottenuti in precedenza.

Inoltre entrambi presentano una certa regolarità per quanto riguarda l'andamento della curva (la stessa non mette in evidenza zone a diversa erodibilità). Tale caratteristica trova spiegazione osservando la litologia dei bacini: entrambi i reticolati idrografici infatti si impostano su una sola litologia ("AL"), la quale si mantiene tale per quasi tutto il corso fluviale.

Per il bacino del Bevera si presenta una situazione estremamente contraddittoria: risultato da poco e mediamente gerarchizzato tramite i precedenti parametri, risulta essere in assoluto il bacino più vecchio considerando la curva ipsografica.

Infine Valganna, Sorgenti della Rasa e Lanza, per i quali si sono ottenuti valori bassi dell'integrale, indicanti quindi elevata maturità e vecchiaia per l'ultimo, erano stati classificati come i bacini meno gerarchizzati.

Per il bacino dell'Olona il valore ottenuto pari al 20%, ha indicato uno stadio di senilità non pienamente confermato dalla media gerarchizzazione appurata per il suddetto bacino grazie all'ausilio dei parametri precedentemente calcolati.

L'Olona e i bacini minori Bevera, Valganna Sorgenti della Rasa e Lanza, potrebbero rappresentare casi opposti rispetto a quello visto per il Quadronna: i bacini pur essendo in uno stato di senescenza anche molto avanzata, non sono riusciti a gerarchizzarsi con adeguata velocità.

## GLI ASPETTI GEOLOGICI DEL PROBLEMA DELL'INQUINAMENTO NELLA VALLE DELL'OLONA

La regione ha un particolare interesse dal punto di vista idrogeologico, perché in essa traggono origine le risorse idriche di buona parte della Provincia di Varese e di un settore di quella di Milano.

Nello studio vengono sottolineate sia la non grande consistenza delle risorse idriche, sia la loro facile esposizione all'inquinamento. La disponibilità di acque sotterranee pure risulta strettamente collegata alla struttura geologica del territorio, della quale viene fornita una sintesi: in essa si evidenzia in particolare il fatto che, nella parte più settentrionale del bacino, l'entità delle riserve idriche è fortemente condizionata dalla presenza, a piccola profondità, del substrato roccioso poco permeabile; Nella parte meridionale della regione esaminata, che termina a sud all'altezza di Castellanza, tali condizioni migliorano, in quanto aumenta la profondità del substrato; Lo stato dell'inquinamento è peggiorato dalla maggiore permeabilità dei terreni più superficiali, cosa che favorisce l'infiltrazione di acque non integre.

La regione è stata esaminata dal punto di vista idrogeologico, in una trattazione di Taramelli (1890), già nel secolo scorso; Studi di (Desio e Villa 1960; Naggeroni 1958) permettono di inquadrare con maggiore dettaglio i problemi della circolazione idrica nel varesotto. Attraverso questi studi, che vengono rielaborati con l'ausilio di dati, si è reso possibile tracciare una sintesi idrogeologica del bacino dell'Olonà, adatta alla valutazione della gravità dei problemi connessi con l'inquinamento del fiume Olona.

## GEOLOGIA

Sulla base delle carte geologiche esistenti, si è redatta una carta idrogeologica a scala 1:100.000 che rappresenta sinteticamente la distribuzione delle formazioni geologiche della regione della regione, raggruppandole in categorie distinte a seconda del grado di permeabilità.

Dalla carta risulta che l'ossatura del bacino, in particolare nella parte settentrionale, è costituita da rocce poco permeabili che affiorano in superficie nel settore prealpino formando i contrafforti montuosi.

Queste rocce possono lasciare filtrare localmente acque attraverso le fessure che le attraversano, cosicché in molte di esse si è tenuta a costituire una rete di circolazione sotterranea delle acque, affioranti alla base dei rilievi (specie di quelli calcarei) che danno luogo a buone sorgenti. D'altra parte queste rocce per la difficoltà di reperirvi acque mediante perforazioni, sono considerate come il substrato impermeabile della regione. Ai piedi dei rilievi, esse si immergono al di sotto dei depositi sciolti di varia origine, glaciali (morene), alluvionali, marini, affiorando in superficie in pochi tratti.

In questi depositi viene concentrata la ricerca idrica, in quanto la loro permeabilità consente la formazione di falde acquifere anche estese.

Si rende però necessario eseguire un'ulteriore suddivisione nell'ambito di questi sedimenti, perché sono molto differenti come struttura e potenzialità idrica: vale a dire che, a seconda della natura dei terreni, l'andamento e la ricchezza degli acquiferi varia nettamente.

In particolare, è opportuno distinguere i depositi morenici, nei quali la ricerca idrica dà generalmente risultati mediocri, in quanto terreni poco permeabili, con rari livelli acquiferi;

I depositi alluvionali recenti e quelli contrassegnati con il nome di Diluvium recente sulle carte geologiche segnalate nella bibliografia;

I depositi dei pianalti di Tradate-Binago a est e di Cassano-Morazzone a ovest (si tratta di sedimenti più argillosi, e quindi meno permeabili dei precedenti). Di questi depositi, i più permeabili sono quelli alluvionali recenti e quelli del diluvium

recente, in quanto formati da materiale ghiaioso, con lenti di sabbia e argilla piuttosto rare, e con banchi di conglomerato poco spessi.

Essi affiorano in superficie, formando fasce poco esigue a nord, mentre vengono allargandosi verso sud fino ad occupare per intero l'area esaminata: costituiscono in sostanza i terreni acquiferi di maggiore importanza.

Dalla carta idrogeologica, non compare una serie di elementi, quali l'andamento del substrato roccioso e dei depositi argillosi, alcuni dei quali di origine marina che a tratti sono interposti fra questo e le alluvioni. I depositi prevalentemente argillosi, sono stati uniti, nella carta idrogeologica, con quelli costituenti il substrato roccioso. Essi però possono contenere qualche falda, in quanto non sono rarissimi le intercalazioni di ghiaie, sabbie e conglomerati fessurati entro le argille.

Per consentire l'esame di questi particolari, e dell'andamento delle falde idriche, ho tracciato una serie di sezioni, qui di seguito riportate: la prima segue un percorso all'incirca nord-sud, lungo l'asse dell'Olonà, le altre con due sole eccezioni sono disposte normalmente ad essa.

## DESCRIZIONE DELLE SEZIONI

### SEZIONE 1

La sezione 1 rappresenta una larga parte del bacino del F.Olonà, compresa fra i contrafforti delle Prealpi a nord e l'abitato di Legnano a sud.

Il tratto più settentrionale (Km 0-3) comprende l'abitato di Induno Olona, la vasta e praticamente disabitata brughiera fra Induno Olona e la Val Bevera e un tratto della Val Bevera stessa.

La roccia calcarea che costituisce l'ossatura della regione prealpina, abbondantemente carsificata, si immerge al disotto della coltre alluvionale deposta da un torrente che percorreva la valletta di Induno; Le alluvioni sono abbondantemente cementate, fatta eccezione per le più recenti, che formano un modesto deposito superficiale. Nelle ghiaie e nelle sabbie che costituiscono i primi metri del terreno, scorre una falda freatica attraversata da tutte le perforazioni eseguite nella valle; In

profondità la ghiaia viene sostituita da conglomerati che possono avere anche grande spessore (fino a 40-50 m ), nei quali sono intercanalate lenti ghiaiose acquifere; in molti pozzi, il conglomerato poggia direttamente sulla roccia calcarea.

Fra il Km 0,800 e 2,100, la sezione taglia la coltre morenica della brughiera, senza poterne rilevare lo spessore, dato che non sono mai state eseguite perforazioni sufficientemente profonde entro la morena stessa;

Rimangono quindi ignoti sia l'andamento del substrato, sia la costituzione dei depositi permeabili probabilmente presenti sotto alla morena.

Fra il Km 3,100 e il Km 5,100 la sezione attraversa il bacino del torrente Bevera; Il fondovalle risulta formato in superficie da una coltre di ghiaie e sabbie, mentre le ripe sono costituite da un lato dalle già descritte morene, dall'alto da sedimenti per la maggior parte ghiaiosi, che sembrano incunarsi al di sotto della coltre morenica. Essi sono formati da una alternanza di ghiaie e argille; Le ghiaie passano localmente a conglomerati in banchi e lenti, con uno spessore complessivo di circa 100 m.

Al di sopra dell'alternanza di conglomerati, ghiaie e argille, giacciono depositi più permeabili, ghiaioso-sabbiosi, che costituiscono la sommità del versante tagliato dalla sezione fra il Km 4,800 e il Km 5,100.

Per questi motivi, in particolare per l'abbondanza dei depositi permeabili, le acque sotterranee sono abbondanti e facilmente reperibili fino a profondità superiori ai 150 m, come dimostra la presenza di acque potabili, in misura soddisfacente, nei pozzi eseguiti sul fondo della Val Bevera.

Un elemento negativo è però costituito dalla costante presenza del conglomerato, che si incontra in molti casi fino al substrato roccioso; Alcuni pozzi, che non hanno incontrato che conglomerato sono risultati sterili.

Procedendo lungo la sezione, si osserva fra il Km 5,100 e il Km 7,000, la risalita del substrato roccioso, che viene addirittura ad affiorare lungo la Val Quadronna e a formare il rilievo del M.Monarco a est di Malnate.

L'andamento del substrato roccioso è come si osserva, molto irregolare, cosicché, dove non affiora o dove non sono state eseguite perforazioni profonde, non è possibile prevederne la

posizione; E' anzi opportuno sottolineare che, lateralmente alla sezione, anche a breve distanza, la posizione del substrato può essere molto diversa da quella indicata nel disegno.

Ciò ha richiesto la costruzione di alcune sezioni schematiche, normali alla prima, destinate appunto a rappresentare l'andamento delle unità più importanti in senso trasversale alla prima sezione.

Nel pianalto che costituisce lo spartiacque fra la Val Bevera e la Val Quadronna, prevalgono sui conglomerati (con intercanalazione di ghiaie e argille) le ghiaie; Esse costituiscono i terreni più superficiali del pianalto e le scarpate della Val Quadronna. Le acque sono comunque contenute in livelli più profondi, e in particolare nelle lenti ghiaiose intercanalate al conglomerato, che costituisce la base sulla quale poggia la coltre dei depositi permeabili, prevalentemente ghiaiosi.

Si nota nella sezione che esiste una corrispondenza litologica fra i terreni attraversati dalle perforazioni a Induno, con quelli della Val Bevera e del pianalto ora descritto, in specie per quanto concerne i conglomerati alternati con ghiaie e spesso con argille; si può anzi concretamente proporre l'ipotesi che i livelli di livelli di conglomerati intercanalati alle argilla proseguano nel sottosuolo da Induno al pianalto ora descritto sia pure con alcune soluzioni di continuità; Sarebbero quindi continue anche le falde in essi contenute.

Nel pianalto di Malnate (Km 7,00-10,00) sono state eseguite con successo numerose perforazioni per la ricerca idrica, che ne hanno posto in evidenza la relativa ricchezza di acque.

Vi continua infatti la struttura esposta in precedenza (ghiaie sovrapposte a conglomerati acquiferi e ad argille), con il vantaggio che la roccia vi si può trovare a maggiori profondità.

Le acque sotterranee vengono cioè a distribuirsi su uno spessore superiore ai 200 m; Ciò avviene però, a causa dell'irregolarità nella conformazione del substrato roccioso che impedisce la percolazione delle acque verso il basso, solamente in aree limitate.

Nella piana tra Lozza e Malnate, la quale occupa tutto il fondo valle dell'Olonza qui particolarmente ampio, si osserva la continuità dei livelli di conglomerati intercalati alle argille,

affioranti in qualche punto e ritrovati in tutte le perforazioni, con quelli del pianalto di Malnate.

Qui, si rileva che, con il crescere della profondità raggiunte, diminuisce anche lo spessore dei livelli permeabili, cosicché alle massime profondità raggiunte (oltre 200 m) si incontrano solamente argille e limi. Localmente, vengono a mancare i conglomerati, cosicché i pozzi, attraversando solamente argille e limi, risultano sterili; Pertanto, non si deve ritenere la piana tra Lozza e Malnate produttiva in ogni punto ai fini dell'approvvigionamento idrico, come osservato per la Val Bevera.

Rispetto a questa Valle, la piana di Lozza gode di qualche vantaggio, soprattutto per la presenza di un mantello alluvionale più spesso; Le falde si trovano comunque a quote inferiori rispetto a quelle della Val Bevera.

Dopo il tratto ora descritto, il substrato torna ad emergere alla superficie, alla quale si trova subito molto prossimo (Km 11,80-15,00).

Dove non affiora, il substrato risulta ricoperto direttamente da sabbie e ghiaie molto permeabili, con banchi di conglomerato particolarmente concentrati nella parte inferiore.

Le acque sotterranee si ritrovano a circa 40 m di profondità sul pianalto, all'incirca al medesimo livello dell'Olonza; Nella stretta depressione nella quale scorre il fiume, la falda quindi è molto vicina alla superficie, venendo ad emergere anzi in alcuni punti. Di interesse particolare risulta il tratto tra il Km 12,800 e i 13,150, sulla quale però non è stata riportata nessuna interpretazione, mancando al momento alcuni dati, non concessi dalla società Mazzucchelli per motivi di riservatezza.

Tale interesse dipende dal particolare andamento del substrato in questo tratto.

Successivamente, fra il Km 15,00 e 21,00, la struttura geologica mostra un cambiamento: il luogo dell'alternanza dei conglomerati, ghiaie e argille, i pozzi attraversano un successione di argille, sabbie e limi, anch'essa però, come i conglomerati, sottoposta a un mantello ghiaioso di 30 40 m di spessore.

Entro le argille, che da notizie attendibili contengono fossili marini, è più volte segnalato un livello particolarmente



permeabile, che si colloca a profondità molto elevata, a circa 180-200 m dal piano campagna, e a un'altitudine corrispondente all'attuale livello marino.

Fra il Km 21,00 e il termine meridionale della sezione, si nota la progressiva riduzione della successione argillosa ora descritta, il cui tetto si approfondisce, mentre, per contro, aumenta lo spessore della coltre alluvionale più permeabile ancora costituita da lenti di ghiaie, sabbie, argille e frequenti banchi di conglomerato, di spessore complessivo molto elevato: si può calcolare in circa 20 m lo spessore di questo mantello permeabile.

Le caratteristiche di questa coltre alluvionale peggiorano però verso sud, cosicché nella sezione I si è reso necessario distinguere i terreni più abbondantemente argillosi da quelli più permeabili (ghiaiosi e sabbiosi).

Si noti a questo proposito che lo spessore dei depositi meno permeabili va aumentando verso sud, e che mentre allo sbocco dell'Olona nella Pianura essi sono confinanti al di sotto dei 150 m di profondità; All'altezza di Legnano guadagnano notevolmente in spessore e il loro tetto si avvicina considerevolmente alla superficie.

Non si tratta comunque di depositi totalmente impermeabili; Si ha infatti a che fare con una continua successione di lenti di argilla più o meno sabbiosa, talora contenenti ciottoli e ghiaie, inframmezzate a lenti di sabbia e ghiaia che contengono falde acquifere. L'estensione laterale delle lenti di argilla non è mai apprezzabile esattamente, occorrendo per questo un grandissimo numero di dati concentrati su aree ristrette; Si deve ritenere che, specialmente in prossimità della superficie, non superino le poche centinaia di metri, cosicché le falde acquifere risultano intercomunicanti.

Nella sezione si è avuto cura di sottolineare l'aumento del numero delle falde dovuto alla presenza di un maggior numero di lenti argillose: si deve però sottolineare che, in conseguenza di quanto si è detto in precedenza, all'aumento del numero delle falde non corrisponde un aumento di portata del complesso acquifero.

SEZIONE 5

La sezione è condotta in sezione SO-NE, da Cairate Olona a Tradate.

Fra l'origine e il Km 1 viene illustrata la struttura geologica della stretta dell'Olona all'altezza di Cairate, fino a circa 200 m di profondità: al di sotto di una coltre di depositi permeabili, che hanno la medesima natura e origine di quelli che costituiscono il pianalto di Malnate, ed uno spessore di 40-50 m, si estendono depositi meno permeabili, formati da ghiaie che si alternano con sabbie e argille.

Vi si incontrano anche spessi banchi di conglomerato, reperibili comunque anche, seppure con minore frequenza, nelle ghiaie dei livelli più elevati, descritti in precedenza.

Nella stretta dell'Olona, lo spessore di questi sedimenti, che si estendono anche lateralmente, come indica la sezione schematica, si limita a una ventina di metri, in quanto sono subito sostituiti verso il basso da una potente successione di argille nelle quali sono intercalati rari livelli acquiferi, per lo più formati da ghiaie e sabbie in lenti.

Il più profondo di questi acquiferi è stato localizzato a una altitudine corrispondente al livello marino attuale, come è anche indicato nella sezione 1.

Fra il Km 1,00 e il Km 3,20 non si possono citare dati relativi all'andamento delle falde acquifere più profonde; Ma nella cave si può constatare che la coltre ghiaiosa-sabbiosa continua a ricoprire fino a qualche decina di metri di profondità livelli meno permeabili, rivelati dai pochi pozzi che si spingono oltre i 45-50 m di profondità.

In questo tratto si incontra costantemente una falda freatica a circa 40 m di profondità, a un livello leggermente superiore a quello del F.Olona.

Fra il Km 3,200 e il termine della sezione vediamo risalire alla superficie una serie di livelli sabbiosi, argillosi, spesso conglomeratici, che affiorano formando il ferretizzato di Tradate.

L'avvicinarsi alla superficie di questa fitta alternanza di terreni permeabili e impermeabili, consente di rilevare anche nei pozzi meno profondi l'aumento nel numero delle falde già osservato in terreni osservato nella sezione 1.