



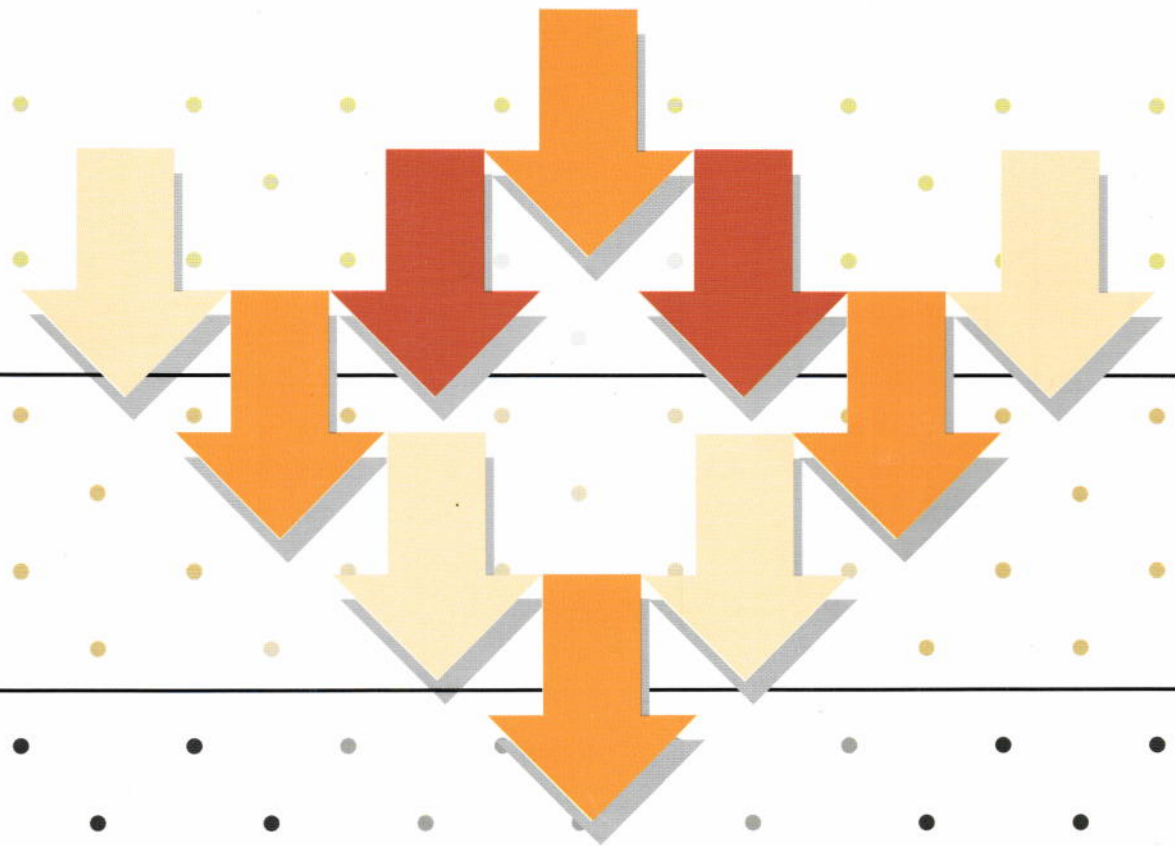
PROVINCIA DI MILANO

COMUNE DI MILANO

AZIENDA CONSORZIO ACQUA POTABILE

AZIENDA USSL - PMIP

MILANO / PARABIAGO / LODI / MONZA



RETE DI RILEVAMENTO

ANNI

1992/95

SISTEMA INFORMATIVO FALDA



QUADERNO N. 2

PROVINCIA DI MILANO

COMUNE DI MILANO

AZIENDA CONSORZIO ACQUA POTABILE

AZIENDA USSL - PMIP

MILANO / PARABIAGO / LODI / MONZA

**RETE
DI RILEVAMENTO**

ANNI

1992/95

RETE DI RILEVAMENTO - ANNI 1992-1995
Quaderno n. 2 - Sistema Informativo Falda

Coordinamento generale, tecnico-operativo :

Guido Rosti

Testo ed approfondimenti di carattere idrogeologico :

Emilio Denti

Grafici ed elaborazioni statistiche :

Maurizio Bogani

Carte tematiche :

Giovanni Porto

Supporto editoriale :

Cristina Arduini

Supporto informatico :

Alberto Bellani

Dati forniti da :

Comune di Milano - Servizio Acquedotto

Consorzio Acqua Potabile

Progetto grafico:

Alberto Longhi

Stampato su carta ecologica

© Copyright Provincia di Milano, gennaio 1997

PREMESSA

Da molti anni il Sistema Informativo Falda, coordinato dalla Provincia di Milano, ha intrapreso la propria attività raccogliendo, organizzando ed elaborando una mole enorme di dati ed informazioni idrogeologiche relative al territorio provinciale, ma solo da pochi mesi questo sistema informativo integrato fra numerosi Enti (Comune di Milano, Consorzio Acqua Potabile, U.S.S.L.) ha visto la definizione formale della propria attività con la firma della convenzione che ha creato le basi ufficiali di una collaborazione già peraltro da tempo realizzatasi di fatto.

Facendo seguito alle precedenti pubblicazioni già realizzate nella fase sperimentale di funzionamento del Sistema dal 1989 ad oggi, la presente pubblicazione costituisce così il primo anello ufficiale di una collana di elaborati che rappresentano uno dei prodotti più importanti che ci si prefigge, costituiti dall'attività divulgativa rivolta non solo agli addetti ai lavori ma anche a tutti i cittadini interessati alle problematiche di carattere ambientale.

Questo quaderno n° 2 riveste così una importanza particolare anche perchè va a coprire un vuoto di alcuni anni nei quali, a causa dei gravi problemi di personale che come noto condizionano preventivamente l'attività degli Enti Pubblici, non era stato possibile pubblicare ed elaborare i dati relativi alla Rete Regionale di rilevamento che comunque venivano raccolti e catalogati.

Una nuova organizzazione della struttura e soprattutto un notevole sforzo operativo ci ha consentito di procedere ora a realizzare il presente elaborato che, ricollegandosi ai precedenti studi, riporta i dati piezometrici degli anni 1992-1995, periodo questo estremamente significativo e particolare per il regime idrogeologico in Provincia di Milano.

Nel ringraziare tutti gli Enti che con la loro preziosa collaborazione hanno fatto sì che il Sistema Informativo Falda potesse divenire una realtà operativa, ci impegniamo a rendere tale servizio sempre più efficiente per farlo divenire strumento efficace per affrontare seriamente uno delle più difficili battaglie che ci troviamo di fronte: quella della tutela ambientale.

Il Presidente
Livio Tamberi

INDICE

GENERALITÀ	PAG. 1
1. MODALITÀ' DI ELABORAZIONE DEI DATI RILEVATI (GRAFICI E TABELLE)	PAG. 3
1.1 Valori di soggiacenza	
1.2 Valori di minima soggiacenza	
1.3 Valori di massima soggiacenza	
1.4 Valori di soggiacenza media	
1.5 Escursione media	
1.6 Escursione massima	
2. CONSIDERAZIONI AREALI SULLE OSCILLAZIONI PIEZOMETRICHE RILEVATE	PAG. 7
2.1 Settore Settentrionale	
2.2 Settore Nord-Ovest Milano	
2.3 Settore Ovest e Sud-Ovest Milano	
2.4 Settore Nord-Est Milano	
2.5 Settore Est e Sud-Est Milano	
2.6 Settore F. Adda	
2.7 Settore Sud Milano	
2.8 Città di Milano	
3. CARTE PIEZOMETRICHE	PAG. 17
3.1 Carte piezometriche aprile '92 e aprile '95	
3.2 Carte piezometriche settembre '92 e settembre '95	
4. CARTE TEMATICHE	PAG. 25
4.1 Carta dell'escursione media (1992-1995)	
4.2 Carta dell'escursione massima (1992-1995)	
4.3 Carta stagionale della minima soggiacenza (1992-1995)	
4.4 Carta stagionale della massima soggiacenza (1992-1995)	
4.5 Carta delle aree idrogeologicamente omogenee sulla base della tipologia dei diagrammi piezometrici (1992-1995)	
5. CONCLUSIONI	PAG. 31
<i>Bibliografia</i>	
ALLEGATI	
All. 1 Soggiacenza anni 1992-1996	
All. 2 Soggiacenza - valori minimi	
All. 3 Soggiacenza - valori massimi	
All. 4 Soggiacenza - valori medi e deviazione standard	
All. 5 Soggiacenza - varianza	
All. 6 Soggiacenza - escursione media	
All. 7 Soggiacenza - escursione 1995-1992	
All. 8 Oscillazioni piezometriche - Grafici	

GENERALITA'

La serie di rilevazioni piezometriche, atte ad illustrare le variazioni più significative del livello di falda per il periodo 1992-1995, permette di approfondire la dinamica della circolazione idrica sotterranea in tempi abbastanza ampi e di discernere talora l'influsso degli elementi naturali dalle attività dell'uomo.

Tramite queste informazioni si possono ricavare elementi utili per caratterizzare le fluttuazioni piezometriche nei diversi settori della pianura milanese.

Il quadriennio considerato è particolarmente significativo in quanto evidenzia il costante ed ingente innalzamento del livello di falda dopo molti anni di progressivo abbassamento.

Questa tendenza, iniziata nei primi anni '90 e non ancora cessata, sta oggi determinando in alcune aree del milanese gravi disagi dovuti alla sempre più frequente interferenza delle acque di falda con le strutture sotterranee.

La rete di rilevamento regionale dei corpi idrici sotterranei, operativa dal 1987, comprende 175 pozzi in gran parte pubblici nei quali vengono effettuate misure piezometriche mensili, oltre ad analisi chimiche complete semestrali.

Tale rete di monitoraggio risulta costituita per il 47% da pozzi che captano la falda libera superficiale, non vincolata a tetto da livelli impermeabili e quindi più rapidamente sollecitata sia dagli eventi che controllano le acque di falda (ad es. precipitazioni efficaci, infiltrazione, prelievi), sia da eventuali fenomeni di contaminazione.

Il 31% dei punti di rilevamento piezometrico sono invece caratterizzati da pozzi che captano sia falde libere sia falde semiconfinatae o confinate; il livello piezometrico misurato è quindi il risultato "mediato" dei rispettivi valori riferiti alle singole e distinte falde.

Il rimanente 22% rappresenta invece pozzi con filtri collocati unicamente in acquiferi confinati tra due orizzonti impermeabili dove si possono manifestare fenomeni di artesianesimo.

La disomogeneità delle falde captate non consente l'utilizzo e la correlazione di alcuni punti di misura, a testimonianza di come la rete di monitoraggio definita oltre un decennio fa risulti ormai superata.

E' attualmente in corso, in collaborazione con il C.A.P. e il Comune di Milano, una revisione della rete e una riprogettazione della stessa in tre sottoreti specifiche di monitoraggio, che sono il prodotto dell'individuazione a scala provinciale di tre falde distinte: superficiale, semiconfinata e profonda.

Questa suddivisione, basata sulla tipologia dei pozzi della rete di rilevamento, riveste un importante ruolo al fine della corretta interpretazione dei dati rilevati e della loro correlazione con gli eventi che determinano le oscillazioni del livello di falda.

Per tale motivo si è ritenuto opportuno indicare nei grafici di oscillazione le caratteristiche del pozzo di rilevamento e le falde captate.

Per sintetizzare al massimo i dati disponibili e soprattutto per poter ricavare indicazioni utili sulle tendenze in atto, sono stati infatti predisposti per ogni singolo pozzo grafici riguardanti l'oscillazione annuale del livello di falda.

Dal sommario esame di tali grafici si evidenzia indiscutibilmente, come rilevato, la ormai nota generale tendenza all'innalzamento della falda in quasi tutta l'area provinciale, anche se con dimensioni estremamente differenti.

1. MODALITÀ DI ELABORAZIONE DEI DATI RILEVATI (GRAFICI E TABELLE)

Le misure piezometriche di campagna sono state opportunamente organizzate ed aggregate al fine di evidenziare e validare quei valori che presentavano anomalie dovute sia alle modalità di rilevazione del dato, sia a disturbi locali non correlabili con la dinamica "regionale" della falda.

Sono state quindi predisposte tabelle di sintesi e grafici, nonché elaborazioni cartografiche di immediata lettura.

1.1 Valori di soggiacenza

Le tabelle allegate riportano i valori puntuali rilevati mensilmente ai pozzi di controllo, già depurati del fattore correttivo e ricondotti a valori di soggiacenza dal p.c., riferiti al quadriennio 1992-1995 (All. 1).

Oltre ai dati rilevati le tabelle indicano infatti la quota del piano campagna e la quota di riferimento (in m s.l.m.), nonché il codice identificativo del pozzo.

Essi rappresentano il dato di base per le successive elaborazioni.

Solo poco prima della stampa del presente quaderno è stato possibile disporre dei dati piezometrici relativi al 1996, che conseguentemente non sono stati elaborati.

Si è provveduto quindi alla sola predisposizione delle tabelle relative ai valori di soggiacenza, redatte sulla base dei criteri sopra evidenziati, ritenendo in questo modo di fornire informazioni comunque utili alla valutazione delle oscillazioni piezometriche nella provincia milanese.

1.2 Valori di minima soggiacenza (massimo livello della falda)

Sono state predisposte delle tabelle (All. 2) dove viene indicato il valore di minima soggiacenza registrato nell'arco dell'anno e il corrispondente mese di riferimento, per ricavarne indicazioni a carattere stagionale.

I dati sono stati indicati seguendo l'ordine alfabetico del Comune di appartenenza del pozzo di monitoraggio.

I dati così organizzati hanno costituito la base per la predisposizione di una cartografia a grande scala (che verrà descritta ai paragrafi successivi) dove viene evidenziato arealmente il periodo di raggiungimento del massimo livello della falda.

1.3 Valori di massima soggiacenza (minimo livello della falda)

Rappresenta la massima profondità raggiunta dalla falda rispetto al piano campagna, durante le rispettive oscillazioni annuali (All. 3).

Anche in questo caso i dati sono stati organizzati seguendo i criteri adottati per le tabelle precedenti ed in funzione della loro rappresentazione cartografica che verrà commentata nel capitolo relativo alle carte tematiche.

1.4 Valori di soggiacenza media

I valori ottenuti dalle rilevazioni mensili sono stati inoltre ulteriormente analizzati attraverso il calcolo della media, della varianza e della deviazione standard al fine di poter ottenere informazioni che potessero rappresentare il trend evolutivo delle oscillazioni della falda, depurato dai fenomeni esterni di sollecitazione della stessa.

Le tabelle riportano, in ordine alfabetico per Comune e per pozzo, il valore medio della soggiacenza di ciascun anno calcolato come media aritmetica nonché il corrispondente valore della deviazione standard (All. 4).

Quest'ultima, che rappresenta la radice quadrata della varianza, definisce il grado di validità dell'elaborazione compiuta.

Sulla base dei valori ottenuti dal calcolo della varianza è stata inoltre predisposta un'ulteriore tabella (All. 5).

Questi valori, che rappresentano l'indice di dispersione dei dati, sono stati ordinati in modo decrescente per poter immediatamente verificare la validità del dato ottenuto.

Infatti, se i valori si discostano poco dalla media la varianza è piccola, mentre è grande quando le fluttuazioni annuali della falda sono consistenti.

1.5 Escursione media

La determinazione della soggiacenza media ha portato alla valutazione dell'escursione media della falda, per singolo pozzo, per il periodo complessivo 1992-1995.

I valori della soggiacenza media sono stati infatti confrontati anno per anno partendo dall'ultimo anno di rilevazione, ottenendo in questo modo un'escursione che, con il segno negativo, indica un innalzamento della falda.

Il valore medio di soggiacenza è infatti inferiore nel 1995 rispetto agli anni precedenti.

La tabella allegata (All. 6) è stata ordinata per valori decrescenti dell'escursione media (1995-1992) che va da un massimo sollevamento della falda di oltre 11 m a Briosco al centimetro di Abbiategrasso.

La tabella riporta inoltre alcuni valori positivi che però interessano solo il 10% dei punti di monitoraggio (da 1 cm a 40 cm) che potrebbero far pensare a situazioni di abbassamento della falda molto localizzate.

In effetti, come testimoniato anche dai grafici relativi alle oscillazioni piezometriche, non si osserva un reale abbassamento della falda, quanto piuttosto vengono mantenute condizioni di stabilità della stessa.

Il valore ottenuto, da utilizzarsi per indicazioni di massima, è infatti il risultato di una serie di operazioni che talvolta risultano essere troppo semplificative per l'effettiva rappresentazione della dinamica della falda, e ricadere nel margine di errore insito nelle modalità di calcolo adottate.

Dalla tabella si rileva che solo nel 17% dei pozzi si osservano variazioni molto contenute della falda, comprese in non più di 20 cm, a testimonianza di una situazione pressoché stabile della falda nell'area di pertinenza dei pozzi di rilevazione interessati da questi minimi incrementi.

Sulla base di queste elaborazioni è stata redatta la carta dell'escursione media dove vengono evidenziate le aree in cui si sono verificati gli innalzamenti medi più significativi, con oltre il 45% delle situazioni che registrano valori superiori ai 2 m.

1.6 Escursione massima

A completamento delle elaborazioni precedentemente illustrate, sono stati determinati i valori della massima escursione registrata nel periodo 1992-1995, ottenuta dalla differenza fra massimo e minimo valore assoluto rilevati negli anni considerati.

Le tabelle riportano in ordine decrescente il valore dell'escursione massima che in alcune aree supera i 10 m , nonché il mese e l'anno di rilevazione dei due valori estremi (All. 7).

Oltre il 40% dei pozzi di monitoraggio hanno rilevato un'escursione massima compresa tra i 5 e gli 8 m durante il quadriennio.

Per poter comprendere il significato di tali escursioni a livello areale, è stata predisposta una cartografia che verrà illustrata ai punti successivi.

2. CONSIDERAZIONI AREALI SULLE OSCILLAZIONI PIEZOMETRICHE RILEVATE

La pianura milanese può essere suddivisa in varie aree idrogeologicamente omogenee sulla base delle differenti risposte della falda dovute sia alla complessa struttura idrogeologica sia all'influenza che la rete idrografica superficiale riveste nei confronti dei corpi idrici sotterranei.

Una preliminare ricostruzione del modello geologico della pianura, con una completa revisione ed elaborazione dei dati disponibili, è stata recentemente compiuta dall'Assessorato all'Ambiente della Provincia di Milano in collaborazione con il Politecnico di Milano, che costituisce (oltre ai numerosi studi indicati in bibliografia) lo strumento indispensabile per una corretta interpretazione dei dati freaticometrici e a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti in merito (cfr. "Le risorse idriche sotterranee nella Provincia di Milano, Vol. 1: Lineamenti idrogeologici", dicembre 1995).

La tipologia dei diagrammi piezometrici (All. 8) della pianura milanese consente quindi l'identificazione di alcune aree tra cui le principali sono: quelle non soggette ad irrigazione, quelle soggette ad irrigazione, e quelle ubicate a sud della linea dei fontanili.

Non verranno trattate le osservazioni relative all'escursione freaticometrica in Comune di Milano, ampiamente sviluppate nella relazione "Valutazioni sull'innalzamento della falda nella città di Milano nei primi anni '90", a cura del Settore Ecologia - U.O. Tecnica Progetti Speciali, edita dalla Provincia di Milano nell'ottobre 1996, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

Verrà comunque inserita una breve nota dove vengono sintetizzati i principali aspetti del fenomeno, già diffusamente trattati nella pubblicazione sopra citata.

Le diverse tipologie che si evidenziano dai grafici allegati, sono rappresentate e riassunte nella Tavola qui di seguito descritta.

2.1 Settore Settentrionale

Questa ampia fascia a Nord di Milano e non soggetta ad irrigazione, è caratterizzata da una estrema eterogeneità dei depositi fluvio-glaciali e glaciali che rendono complessa la struttura idrogeologica dell'area.

Nel settore considerato, compreso tra il limite provinciale ad Ovest e il F. Lambro ad Est, si individuano infatti i principali terrazzi fluvio-glaciali rissiani e mindeliani della pianura milanese, tra Albiate-Sovico-Macherio, Cogliate-Garbagnate e Vedano-Monza.

Fra i Comuni di Briosco, Besana Brianza e Triuggio affiorano invece i depositi glaciali, caotici, ghiaiosi e sabbiosi e con abbondante matrice argillosa.

La rete idrica superficiale che condiziona l'infiltrazione delle acque in questo settore è strettamente legata alle caratteristiche dei depositi superficiali (k, T, granulometria) e dalla morfologia dei terrazzi e degli apparati morenici.

La presenza di depositi argillosi non permette una infiltrazione, se non locale, delle acque superficiali che vanno ad alimentare generalmente acquiferi di modeste dimensioni.

In corrispondenza dei principali corsi d'acqua che hanno inciso lo strato di alterazione impermeabile e le unità sottostanti grossolane, le acque superficiali alimentano invece gli acquiferi più importanti; si ha infatti in questo caso una alimentazione concentrata lungo le maggiori e più incise aste fluviali.

Le oscillazioni del livello freaticometrico sono quindi caratteristiche per le diverse aree e rispecchiano le varie realtà idrogeologiche, come sintetizzato in precedenza.

I grafici relativi, pur evidenziando in modo netto il generale innalzamento della falda dopo l'inversione di tendenza iniziata mediamente nel secondo semestre 1992, sottolineano la peculiarità delle singole aree.

Ad Ovest del F. Seveso tra Lentate e Garbagnate si assiste ad un progressivo innalzamento della falda compreso mediamente tra i 5 m e i 7 m, con punte che si avvicinano ai 10 m (per il periodo considerato) a Cogliate e a Solaro.

Alcuni pozzi rilevano inoltre un ritardo temporale nel raggiungimento del minimo livello di falda (massima soggiacenza) che arriva a comprendere anche buona parte del 1993, come si osserva fra l'altro a Cesano Maderno, Cesate e Varedo.

Gli innalzamenti sono generalmente costanti ma talvolta si manifesta un repentino incremento del livello freaticometrico a partire dal 2° semestre del '93 fino ai primi mesi del '94 come a Cormano e a Paderno Dugnano (3 m di innalzamento dal luglio '93 al febbraio '94).

Nella porzione più meridionale, il diagramma di Bollate può essere considerato come rappresentativo di quest'area a Nord di Milano.

La regolarità dell'innalzamento si manifesta a partire dal giugno 1993 con un costante incremento che raggiunge i 5 m nel dicembre '95.

Dal '92 al '93 si sono verificati due minimi assoluti rispettivamente nel maggio e nel giugno, come si osserva anche nei pozzi di Novate e Garbagnate, separati da un massimo relativo nel settembre '92.

Fra il F. Seveso, il F. Lambro e il settore più settentrionale della provincia milanese molteplici sono le situazioni locali ben evidenziate nei grafici allegati.

A Carate Brianza, ad esempio, non si osservano variazioni di rilievo nell'ambito del quadriennio considerato mantenendosi condizioni pressoché immutate del livello piezometrico con una debole tendenza all'abbassamento dello stesso, determinato in meno di 30 cm.

Unica eccezione un rapido sollevamento di circa 2 m fra settembre e ottobre '93, dove si raggiunge la minima soggiacenza di 1.6 m dal p.c.

Ciò è dovuto alla estrema esiguità dell'acquifero captato con spessore di poco superiore ai 10 m, rinvenendosi già a 15 m dal p.c. il tetto dell'unità villafranchiana, sede di acquiferi confinati.

A Verano Brianza invece, pur riconfermandosi la generale tendenza all'innalzamento dal 1992 al 1995, vengono evidenziati due minimi relativi: il primo nel giugno '92 e il secondo nel luglio '93.

Dopo un repentino sollevamento di oltre 7 m con regolare incremento fino al gennaio '94, la falda si assesta sui valori di minima soggiacenza (60 m dal p.c.) durante tutto il primo semestre del '94.

Dal luglio inizia un costante e continuo abbassamento del livello freaticometrico che raggiunge i 4 m alla fine del '95.

Simili andamenti si osservano a Triuggio e Sovico, con una brusca risalita del livello piezometrico di oltre 5 m nel solo mese di ottobre del 1993 a cui fa seguito un repentino abbassamento durante il 1994, con contenuti innalzamenti nel settembre '94 e nel giugno '95.

Un simile fenomeno può essere probabilmente dovuto ad una alimentazione più diretta e rapida della falda e alla conseguente rapida risposta alle sollecitazioni sia naturali che antropiche.

I diagrammi di Desio e Cinisello Balsamo, rappresentativi di tutta questa area immediatamente a Nord di Milano, registrano il minimo assoluto per il periodo '92-'95 nel giugno-luglio '92, seguito da una graduale ripresa nel corso dei successivi mesi.

Un minimo relativo si registra inoltre nei mesi tardo primaverili del 1993, pur mantenendosi a una quota di oltre un metro superiore rispetto alla massima soggiacenza del 1992.

Inizia quindi una regolare risalita che si attenua nel 1995, pur conservando la generale tendenza all'innalzamento della falda.

Un identico andamento, sia pure meno marcato, si osserva in alcuni pozzi di Monza e Sesto San Giovanni dove viene riconfermato il rapido innalzamento della falda nei mesi di ottobre-novembre 1993 con incrementi di 2.5-3 m e successiva stabilizzazione della falda.

Il notevole recupero della falda è dovuto a congiunture favorevoli (incremento delle precipitazioni) ma soprattutto alla forte riduzione dei prelievi durante il periodo di crisi industriale, con la dismissione di grandi industrie idroesigenti.

Tale situazione, in aree non soggette ad irrigazione, è molto evidente.

2.2 Settore Nord-Ovest Milano

Il settore Nord-Ovest della Provincia di Milano è caratterizzato dai depositi fluvio-glaciali würmiani costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limosa interessati dall'azione erosiva dei fiumi Ticino e Olona e dalle rispettive alluvioni.

La rete idrografica superficiale è modesta, ad eccezione dei sopracitati fiumi; ciò è da imputare alla maggiore possibilità di infiltrazione delle acque superficiali, dovuta all'elevata permeabilità dei depositi, che di conseguenza vanno ad alimentare la falda.

A Nosate e Turbigo, prossimi al F. Ticino e i cui pozzi attraversano le alluvioni recenti, la falda è pressoché stabile, con deboli oscillazioni stagionali, più accentuate a Vanzaghello dove marcata è la tendenza positiva della falda.

Gli innalzamenti sono più contenuti in prossimità del F. Ticino, con incrementi via via progressivi spostandosi verso Est, dove si raggiungono valori di escursione positiva di 4 m dal '92 al '95.

Nell'area centrale a Sud del Canale Villoresi, le oscillazioni seguono il ciclo stagionale, con massimi nel periodo agosto-settembre e minimi in aprile-maggio, con escursioni che possono raggiungere i 5 m annui come è rappresentato nei diagrammi di Buscate e Inveruno.

Il trend positivo della falda è evidenziato dalla regolare riduzione dei valori di massima soggiacenza e conseguente incremento di quelli di minima.

Verso Sud (Sedriano e Bernate Ticino) le oscillazioni stagionali sono più ridotte e generalmente non superiori ai 2 m, mentre l'evoluzione positiva della falda dal '92 al '95 è limitata al massimo ad un metro.

2.3 Settore Ovest e Sud-Ovest Milano

Quest'area è attraversata da due importanti canali, il Naviglio Grande e lo Scolmatore di Piana N-O ed è ricca di fontanili.

Si infittisce inoltre la rete idrografica per interventi antropici attuati con la realizzazione di canali e rogge di irrigazione.

Questi elementi agiscono in modo determinante sulla falda con azioni di drenaggio e di alimentazione variabili stagionalmente e i cui riflessi sono ben evidenziati nei diagrammi allegati.

Il settore prossimo al F. Ticino è caratterizzato da una ritmica fluttuazione del livello di falda, che si ripete stagionalmente con modalità pressoché invariate e che testimoniano la sostanziale stabilità della falda dal '92 al '95, con una debole ma generale tendenza all'innalzamento.

Queste oscillazioni periodiche diventano meno marcate da Nord (Boffalora Ticino) a Sud (Morimondo) e verso Est (Albairate), pur con influssi locali legati alla vicinanza dei canali irrigui.

Nel primo caso la falda ha avuto un trascurabile abbassamento, contenuto in meno di 50 cm, ma con oscillazione stagionale intorno ai 3 m.

I massimi livelli di falda si verificano in agosto, mentre i minimi (massima soggiacenza) nei mesi di marzo-aprile.

Ad Albairate e Morimondo le fluttuazioni stagionali superano di poco o sono contenute nel metro e la tendenza generale della falda conferma un modesto innalzamento, limitato a mezzo metro.

Particolarmente interessante risulta essere la zona di Bareggio, Cusago e comuni limitrofi, interessata da importanti fontanili e canali irrigui.

A differenza di quanto avviene nella porzione più settentrionale (Pero) dove le fluttuazioni su base annua arrivano ad un massimo di circa 4-4.5 m nel 1993, in questa fascia centrale (ad esempio Bareggio) l'innalzamento medio del livello piezometrico è

anch'esso costante nel medesimo periodo ('92-'95) ma meno pronunciato, essendo pari a circa 50 cm.

Anche le oscillazioni annue sono più contenute, non raggiungendo i 2 metri.

L'effetto di regolazione operato dai fontanili sulla falda è ben illustrato dai pozzi di Bareggio, Cusago e Gaggiano le cui escursioni non raggiungono il metro nel corso di un anno.

Considerevole è quindi l'effetto delle irrigazioni in quest'area nonché la conseguente azione di drenaggio dei fontanili e dei canali.

Infatti studi effettuati dal Consorzio Villoresi (compiuti sulla base decennale del rapporto tra acqua derivata e superficie irrigabile), forniscono per il settore in esame un valore legato alle acque di irrigazione pari al doppio delle precipitazioni medie annue che hanno investito l'area nel medesimo periodo, fornendo un'indicazione dell'importanza del contributo delle irrigazioni alle quali si ricollegano le oscillazioni della falda.

Una stima dell'aliquota di acque irrigue che si infiltrano nel sottosuolo, secondo studi compiuti dal Consorzio Villoresi, è pari al 60% del totale erogato.

Buona parte di queste acque viene comunque ceduta nuovamente al reticolato idrografico poiché viene drenata dai fontanili e canali scolmatori (si veda a proposito la regolarità dei grafici di Bareggio e Cusago).

Il Canale Scolmatore delle piene Nord-Ovest (che collega il Seveso e l'Olonza a Est al Ticino a Ovest), compie infatti una profonda azione di drenaggio nei confronti della falda, con estensione laterale delle aree di influenza mediamente pari a 500 m a monte e 350 m a valle, come dimostrato da recenti studi.

La presenza del canale determina di conseguenza un'azione di regolazione delle oscillazioni piezometriche con decapitazione delle punte naturali di piena della falda.

L'area di "Bareggio-Cusago" essendo compresa in aree soggette a regimi irrigui pressoché costanti nel tempo, è caratterizzata conseguentemente da una ciclicità stagionale delle oscillazioni corrispondente ai periodi di apertura e chiusura del Villoresi.

Alla variazione della riserva idrica sotterranea dovuta al sopraddetto fattore, si sovrappongono variazioni determinate da eventi meteorologici che incidono a scala mensile (generalmente mascherate dal predominante fattore irriguo) o pluriennale (in relazione ai cicli meteorologici di piovosità o siccità) ed antropici (prelievi) anch'essi caratterizzati da risposte a scala pluriennale.

Al pozzo di Bareggio ad esempio, l'andamento annuale delle variazioni del livello piezometrico presenta costantemente valori massimi coincidenti con il trimestre luglio-settembre (periodo di irrigazione); a tale intervallo segue un repentino abbassamento.

Le oscillazioni negative relative alle portate di magra della falda si registrano pressoché costantemente nel mese di aprile, mentre le escursioni annuali risultano variabili tra 2 e 3 m.

Nelle zone ad irrigazione infatti l'ampiezza delle oscillazioni tende in modo graduale a ridursi da Nord a Sud in funzione della profondità del livello piezometrico.

E' opportuno risottolineare l'importanza del Canale scolmatore di N-O sulle cause determinanti le variazioni del livello piezometrico: il canale agendo come una vera e propria trincea drenante trasversale alle linee di flusso, opera nei settori posti a meridione dello stesso una azione regolatrice dell'oscillazione della falda.

Esso decapita le punte di piena della falda in arrivo da monte, non consentendo il trasferimento verso valle. Tale fatto è dovuto anche all'azione dei fontanili.

Più a sud di Cusago le fluttuazioni del livello piezometrico sono ancora più attenuate, essendo spesso contenute entro il mezzo metro nel corso di oltre un decennio (considerando anche le oscillazioni relative agli anni 1987-1991).

Così a Gaggiano la decrescita media registrata tra il 1987 e il 1991 (come indicato nella pubblicazione "Oscillazioni piezometriche" edita dalla Provincia di Milano) e l'innalzamento medio relativo agli anni 1992-1995 è limitato a 0.5 m pur con qualche escursione stagionale di poco superiore al metro.

2.4 Settore Nord-Est Milano

Quest'area, limitata a Ovest dal F. Lambro e a Sud dal Canale Villoresi, è caratterizzata dai terrazzi fluvioglaciali rissiani e mindeliani di Carnate-Vimercate, Usmate-Camparada, Bernareggio, Mezzago-Gessate.

Essa comprende inoltre i depositi fluvioglaciali più recenti che, a causa del ridotto o assente strato di alterazione superficiale, consentono una rapida infiltrazione delle acque meteoriche che vanno ad alimentare la falda.

L'acquifero tradizionale presenta notevoli variazioni di spessore legate a fenomeni di natura tettonica che hanno provocato il sollevamento post-deposizionale delle argille villafranchiane.

Si individuano quindi aree caratterizzate da alti strutturali con presenza di argille a profondità molto ridotte nella zona di Monza e di Vimercate, dove lo spessore dell'acquifero si riduce a meno di 50 m.

L'eterogeneità della litologia di superficie e la complessa struttura idrogeologica dell'area comportano importanti differenziazioni nella reazione della falda alle sollecitazioni naturali e non, come evidenziato nei grafici allegati.

Nell'area di Bellusco, Vimercate e Concorezzo ad esempio, si ripete quanto già descritto per il settore centro-settentrionale, con l'individuazione di due minimi nei mesi di maggio-giugno '92 e '93 a cui fa seguito il rapido sollevamento della falda nell'ottobre-novembre di quest'ultimo anno, con punte che raggiungono i 7 m a Villasanta.

Nel corso dei mesi successivi dopo un contenuto abbassamento (1-1.5 m) riprende ma in modo graduale la tendenza positiva del livello piezometrico, assestandosi su valori piuttosto elevati.

Il repentino innalzamento della falda, che si registra in molte zone a Nord di Milano e che si sovrappone alla tendenza alla risalita, può essere anche associato ad un periodo di intense precipitazioni avvenute nel secondo semestre del '93, rivelando un ottimale rapporto tra le oscillazioni della falda e le precipitazioni atmosferiche in queste aree.

Dove la struttura idrogeologica si fa più complessa e in particolar modo nell'estremo nord-orientale della provincia, i grafici rappresentativi delle variazioni freatiche evidenziano un andamento piuttosto irregolare pur conservando il generale ciclo positivo.

In quest'area l'acquifero captato è costituito da conglomerati fessurati con intercalazioni argillose anche piuttosto potenti (superiori a 10 m).

A Ronco Briantino alla rapida crescita registrata nell'autunno del 1993 (oltre 10 m) segue una nuova forte discesa durante i successivi sei mesi che arriva ai valori del precedente anno.

La successiva evoluzione positiva è meno accentuata ma con marcate oscillazioni stagionali superiori ai 3 m.

Un'ulteriore anomalia in questo settore è rappresentata dal pozzo di Busnago che capta falde contenute in acquiferi conglomeratici di considerevole spessore.

Qui il minimo assoluto registrato dall'87 al '95 coincide con i mesi estivi del 1993, dopo la rapida caduta di 6 m avvenuta nel mese di maggio.

Nell'agosto-settembre del '94 si manifesta il massimo valore rilevato con una escursione di quasi 12 m a cui segue un nuovo brusco abbassamento della falda che nei mesi successivi si assesta su valori di circa 2 m superiori alla massima soggiacenza rilevata.

Questo comportamento anomalo della falda può essere attribuito ad una limitata potenzialità idrica dell'acquifero che si "svuota" in modo rapido e ad una più diretta e rapida alimentazione.

La conferma del comportamento anomalo sopra evidenziato è data dalla retta di tendenza del livello freaticometrico che, unico caso nel settore considerato, è negativa e con un abbassamento superiore al metro.

Le registrazioni piezometriche rilevate nei Comuni posti più a Sud (ad esempio Caponago) evidenziano oscillazioni che ricadono nell'andamento generale rappresentativo di questo settore ma con una notevole attenuazione di tutti i fenomeni di minima e massima soggiacenza.

2.5 Settore Est e Sud-Est Milano

Viene qui considerata un'ampia fascia posta a Sud del Canale Villoresi, che si sviluppa dal F. Lambro a Ovest ai Comuni orientali prossimi al F. Adda.

Il settore, la cui litologia di superficie è caratterizzata dai depositi fluvioglaciali würmiani prevalentemente ghiaiosi e con scarsa alterazione superficiale, è inoltre attraversato da Ovest a Est dal Canale Martesana .

La struttura idrogeologica risulta estremamente complessa.

Il tetto dell'unità villafranchiana, base dell'acquifero tradizionalmente sfruttato, a Est del F. Lambro si approfondisce rapidamente e presso Brugherio-Cologno Monzese si situa ad una profondità maggiore di 90-100 m dal p.c..

Il suo andamento è irregolare innalzandosi fino a circa 35 m dal p.c. a Carugate per poi approfondirsi di nuovo a profondità variabili tra 60 e 70 m presso Cernusco s/N e a circa 90 m dal p.c. a Rodano.

Il primo acquifero ha quindi una sensibile variazione di spessore anche in senso O-E, che avviene in modo repentino in 2-3 km di distanza.

Come più volte sottolineato questa complessità si riflette sull'andamento delle oscillazioni freaticometriche, come riportato nei grafici relativi.

I pozzi posti più a Est (Gessate, Gorgonzola, Bellinzago, Inzago e Pozzuolo Martesana) indicano fluttuazioni complessivamente elevate, con picchi stagionali compresi in un arco di quasi 10 m entro il periodo considerato.

I valori massimi (minima soggiacenza) si registrano nei mesi di agosto settembre, mentre quelli minimi nel periodo primaverile di aprile-maggio.

Le oscillazioni stagionali risentono in modo considerevole dei periodi irrigui, come evidenziato nei diagrammi.

L'innalzamento medio è contenuto entro il metro, con valori decrescenti verso Est e una inversione di tendenza sia pure molto debole (meno di 50 cm) a Pozzuolo Martesana, mentre le variazioni annue del livello di falda possono oltrepassare gli 8 m o sono comunque molto pronunciate.

Verso Sud (Liscate) i pozzi mostrano una attenuazione delle escursioni stagionali e una sostanziale stabilità del livello medio della falda, dopo l'inversione di tendenza iniziata nel 1992.

Anche nel settore centrale, area di Cernusco s/N-Rodano, le oscillazioni stagionali della falda sono indotte in prevalenza dalle irrigazioni e dalle dispersioni dei corsi d'acqua superficiali; l'entità di queste oscillazioni raggiungono i 3-5 m in un anno.

Il massimo innalzamento si verifica di solito nel ciclo annuale durante il mese di settembre, poiché l'erogazione effettuata dal Consorzio Villoresi si concentra nel periodo aprile-settembre.

Non va comunque sottovalutato l'effetto indotto anche dalla diminuzione dei pompaggi conseguente all'interruzione estive delle attività lavorative.

I pozzi di Brugherio e Carugate indicano, dopo la sensibile decrescita dal 1987 al 1992, una ripresa con oscillazioni sempre frammentate e che rasentano talora i 5 m.

L'innalzamento medio è pari a 3-4 m nel settore occidentale del Comune di Brugherio e si riduce a 2 m a Carugate.

Per l'area Rodano-Settala l'andamento mensile presenta valori minimi (massima soggiacenza) durante i mesi di aprile-maggio e valori massimi (minima soggiacenza) nel mese di settembre.

In ambito annuale l'oscillazione dei livelli presenta escursioni medie dell'ordine di 1.5-2 m, con punta minima nel maggio '92 e '93 e massima nell'ottobre '94.

Risulta difficile la valutazione degli apporti dovuti ad eventi meteorologici che solo per periodi di eccezionale piovosità presentano precise relazioni con l'andamento dei livelli di falda.

C'è inoltre da evidenziare la predominante azione di ricarica esercitata dall'apertura del Canale Martesana e del conseguente scorrimento delle acque superficiali di irrigazione, che anche a scala mensile risulta facilmente correlabile agli innalzamenti della falda.

Nel settore orientale della Provincia di Milano, l'andamento della falda è dunque caratterizzato maggiormente dalle oscillazioni stagionali e cicliche legate ai periodi irrigui, rispetto a quanto osservato nei settori settentrionale e nord-orientale.

Non viene infatti rilevato il brusco innalzamento della falda che, nei due settori sopra evidenziati, si è manifestato nell'ottobre 1993.

Nella fascia sud-orientale della pianura si attenuano ulteriormente le tendenze all'innalzamento del livello freatico, comprese tra 0.5 e 1 m per i pozzi di Peschiera e Pantigliate.

Le fluttuazioni più significative sono dell'ordine di 1-2 m relativamente agli anni in esame, mentre è rimarchevole la fittezza delle oscillazioni stesse, indice di una risposta sollecita della falda alle infiltrazioni ed ai prelievi.

Poco più a sud (Mediglia) i grafici mostrano una minor tendenza all'innalzamento medio, inferiore a 0.5 m ma con oscillazioni massime sempre dell'ordine di 1.5 m.

2.6 Settore F. Adda

Vengono considerati in quest'area i Comuni prossimi al fiume Adda che determina una forte azione regolatrice dei livelli di falda.

Anche questo settore presenta irregolarità nell'andamento della base dell'acquifero tradizionale: in corrispondenza di Cornate e Trezzo si assiste infatti ad un abbassamento valutabile in una trentina di metri.

La tendenza all'innalzamento medio della falda è registrata dai pozzi di Trezzo sull'Adda e di Vaprio d'Adda.

Nel primo caso la situazione è pressoché stabile e l'incremento è limitato a 30 cm.

La soggiacenza oscilla intorno agli 8 m dal p.c. con un picco di oltre 1 m che si verifica nell'ottobre '93, con il raggiungimento del massimo livello di falda (6.70 m dal p.c.) nel successivo mese di novembre.

A Vaprio d'Adda le oscillazioni stagionali sono più marcate raggiungendo mediamente i 2 m, con punte massime di 2.5 m dal maggio al settembre '95.

Un andamento analogo ma più regolare si osserva a Cassano d'Adda e soprattutto a Truccazzano dove le escursioni sono molto evidenti e raggiungono i 3 m.

Le linee di tendenza indicano un debolissimo innalzamento della falda; l'elaborazione effettuata sulla media dei valori registrati nel periodo in esame (media delle misure del 1995 confrontate con quella relativa al '92) evidenzia tuttavia un decremento del livello freaticometrico medio tra i 2 e i 7 cm.

Si può ritenere che i valori così ottenuti possono ricadere nel margine di errore insito nel principio e nelle modalità di calcolo adottate: la falda è quindi da considerarsi stabile.

2.7 Settore Sud Milano

Sono compresi quei Comuni a Sud di Milano caratterizzati da oscillazioni piezometriche molto contenute (inferiori al metro) e con una tendenza all'innalzamento compresa fra 0.5 e 1 m.

Le variazioni intorno ai valori medi si manifestano anche a livello mensile (Assago, Zibido San Giacomo) rendendo impossibile qualsiasi correlazione con eventi naturali e/o antropici.

Un poco superiori sono le escursioni a Rozzano e Locate Triulzi dove la massima registrata appartiene all'anno 1995 ed è pari a circa 2 m da luglio a settembre.

I diagrammi relativi ai pozzi di Opera e San Giuliano consentono tuttavia, pur in modo molto attenuato, l'individuazione del picco riferibile all'ottobre 1993 dove viene raggiunta la minima soggiacenza del periodo, con un incremento del livello di falda in un mese di 1 m a San Giuliano.

2.8 Città di Milano

I grafici relativi alle oscillazioni freaticometriche testimoniano la forte tendenza all'innalzamento della falda soprattutto nell'area centro settentrionale, mentre escursioni via via più ridotte si manifestano spostandosi verso i confini meridionali della città.

I punti di rilevamento della rete di monitoraggio, pur rappresentativi, non sono sufficienti per una esauriente analisi del fenomeno a causa dell'estrema complessità dei fattori che intervengono sulla dinamica della falda.

Questi aspetti sono stati ampiamente trattati in "Valutazioni sull'innalzamento della falda nella città di Milano nei primi anni '90", a cura dell'U.O. Tecnica Progetti Speciali.

E' stata compiuta un'attenta ricostruzione dell'escursione della superficie piezometrica utilizzando le numerose rilevazioni (riferite alla falda superficiale) disponibili nel Sistema Informativo Falda, nonché i dati forniti dai Settori Acquedotto e Fognature del Comune di Milano, dal C.A.P. e dal Consorzio Villoresi.

Come evidenziato nella figura di seguito riportata, si denota per tutta l'area in esame un innalzamento della superficie piezometrica che raggiunge valori massimi pari a 6.5 m nella zona centro-settentrionale della città.

Entità superiori ai 4 m si riscontrano in tutto il settore N-NE, riducendosi poi progressivamente a 2.5 m verso il limite meridionale del Comune.

L'analisi delle voci che costituiscono il bilancio idrologico ha fatto emergere che il fattore determinante, ai fini dell'innalzamento della superficie piezometrica della prima falda, è dato dalla variazione dei prelievi effettuati dai pozzi (piuttosto consistente nel settore centro-settentrionale) e dalle teste dei fontanili (settore centro-meridionale).

3. CARTE PIEZOMETRICHE

Si è ritenuto opportuno predisporre alcune carte piezometriche riferite al mese di aprile e settembre (periodi dove vengono mediamente registrati valori di massima e minima soggiacenza) relative agli anni 1992 e 1995 per poter meglio evidenziare le oscillazioni subite dalla falda durante quest'ultimo quadriennio.

Per l'elaborazione delle carte isopiezometriche sono stati utilizzati i pozzi appartenenti alla rete di monitoraggio, gestita dalla Provincia di Milano e dal C.A.P., che mostrano l'andamento della falda tradizionale e le variazioni che si sono manifestate nel quadriennio.

Al momento non sono ancora disponibili misure di livello effettuate con una distribuzione omogenea tale da consentire l'elaborazione di una piezometria differenziata all'interno dell'acquifero tradizionale tra prima falda superficiale e prima falda più profonda.

I dati in possesso sono stati comunque validati prima dell'elaborazione eseguita, per consentire correlazioni quanto più possibile corrette.

L'U.O. Tecnica Progetti Speciali, in collaborazione con il Consorzio per l'Acqua Potabile della Provincia di Milano, sta procedendo alla revisione e ridefinizione della rete di monitoraggio della falda sulla base di una approfondita ricostruzione dell'andamento degli acquiferi nella pianura milanese, così come citato in premessa.

L'adeguata conoscenza della struttura idrogeologica degli acquiferi utilizzati a scopo potabile, consentirà l'individuazione a scala provinciale di tre falde distinte (superficiale freatica, semiconfinata, confinata) che porterà necessariamente alla realizzazione di altrettante sottoreti specifiche di monitoraggio.

L'andamento della superficie della falda che passa da libera, nelle aree di alta e media pianura, a semiconfinata nelle zone di bassa pianura, è legato sia a variazioni geometriche della struttura idrogeologica sia ad effetti di tipo antropico, indotti dal forte e concentrato prelievo delle acque sotterranee.

A quest'ultimo fattore si deve la depressione piezometrica in corrispondenza dell'area urbana di Milano, dove la zona maggiormente depressa che si manifesta a Nord della città, è connessa ad un più intenso sfruttamento.

La conformazione della superficie piezometrica è di tipo radiale convergente nel settore centrale ed assume poi un andamento divergente nelle aree occidentale ed orientale.

Fenomeni di drenaggio da parte dei principali corsi d'acqua (F. Ticino e F. Adda) influenzano in modo sensibile la morfologia della falda tradizionale.

Ulteriori anomalie a carattere più locale sono date dagli assi di drenaggio rinvenibili da Ovest ad Est lungo gli allineamenti Lazzate-Limbiate, Giussano-Seregno (paleoalveo del Lambro) e Roncello-Inzago e dallo spartiacque piezometrico di Vimercate.

Si osserva una riduzione del gradiente idraulico passando dalla zona di alta pianura (0.7-0.8%) a quella di media pianura (0.3-0.4%).

Valori più uniformi e mediamente inferiori (0.2-0.3%) si riscontrano in tutto il settore occidentale a fronte di una maggiore inclinazione della superficie piezometrica che contraddistingue le aree orientali dove si hanno gradienti di 0.5-0.6% sino all'altezza di Brugherio.

Le carte piezometriche sono relative ai periodi di aprile (quando si ha generalmente la massima soggiacenza della falda) e di settembre (minima soggiacenza) per gli anni 1992 e 1995.

Come si può immediatamente osservare, la morfologia generale della superficie piezometrica precedentemente descritta subisce poche variazioni.

Infatti si riconoscono sempre quegli aspetti caratteristici della pianura milanese: superficie piezometrica radiale convergente nel settore centrale e andamento divergente nelle aree orientale ed occidentale.

3.1 Carte piezometriche aprile '92 e aprile '95

Il confronto tra le due piezometrie relative al periodo di massima soggiacenza evidenzia il massimo innalzamento della falda (superiore ai 6 m) in buona parte del settore settentrionale e nord-orientale della pianura milanese, con punte estreme lungo l'asse Seregno-Desio-Monza-Sesto San Giovanni (nell'area compresa tra i fiumi Seveso e Lambro) e Usmate-Vimercate-Osnago.

Procedendo verso Sud viene mantenuta la vasta area di escursione positiva di entità superiore ai 4 m per tutto il settore N-NE del Comune di Milano, riducendosi a poco meno di 2 m lungo i confini occidentale, orientale e meridionale dello stesso.

L'isolinea relativa all'innalzamento di 2 m si sposta verso Nord lambendo ad Ovest il Comune di Rescaldina e ad Est il settore Gorgonzola-Gessate-Trezzo.

Per la città di Milano si rilevano valori minimi di soggiacenza a Sud del Comune (6m) e massimi nella zona centro-nord con valori che superano i 25 m.

Quest'area corrisponde alla zona di maggior innalzamento della superficie piezometrica per l'area urbana milanese.

Le escursioni positive della falda si fanno più regolari a partire dall'area centro-meridionale del territorio provinciale, dove assume un ruolo importante la funzione regolatrice dei fontanili e l'influenza dei canali di irrigazione e dove minore risulta essere l'incidenza dei prelievi.

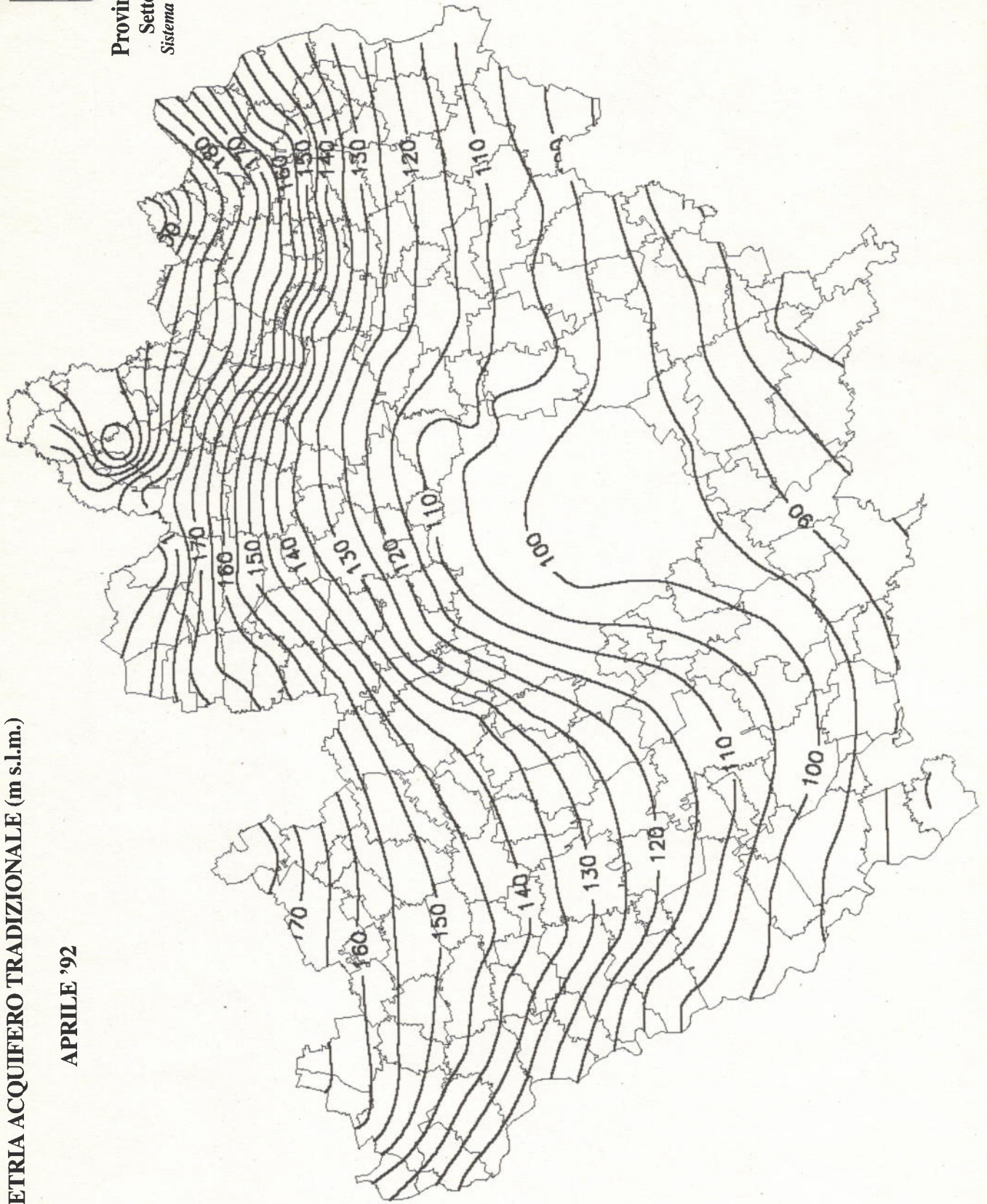
Si passa infatti in modo graduale da valori di innalzamento prossimi ai 2 m a condizioni di stabilità che si verificano nella porzione meridionale del territorio provinciale.



Provincia di Milano
Settore Ecologia
Sistema Informativo Falda

PIEZOMETRIA ACQUIFERO TRADIZIONALE (m s.l.m.)

APRILE '92



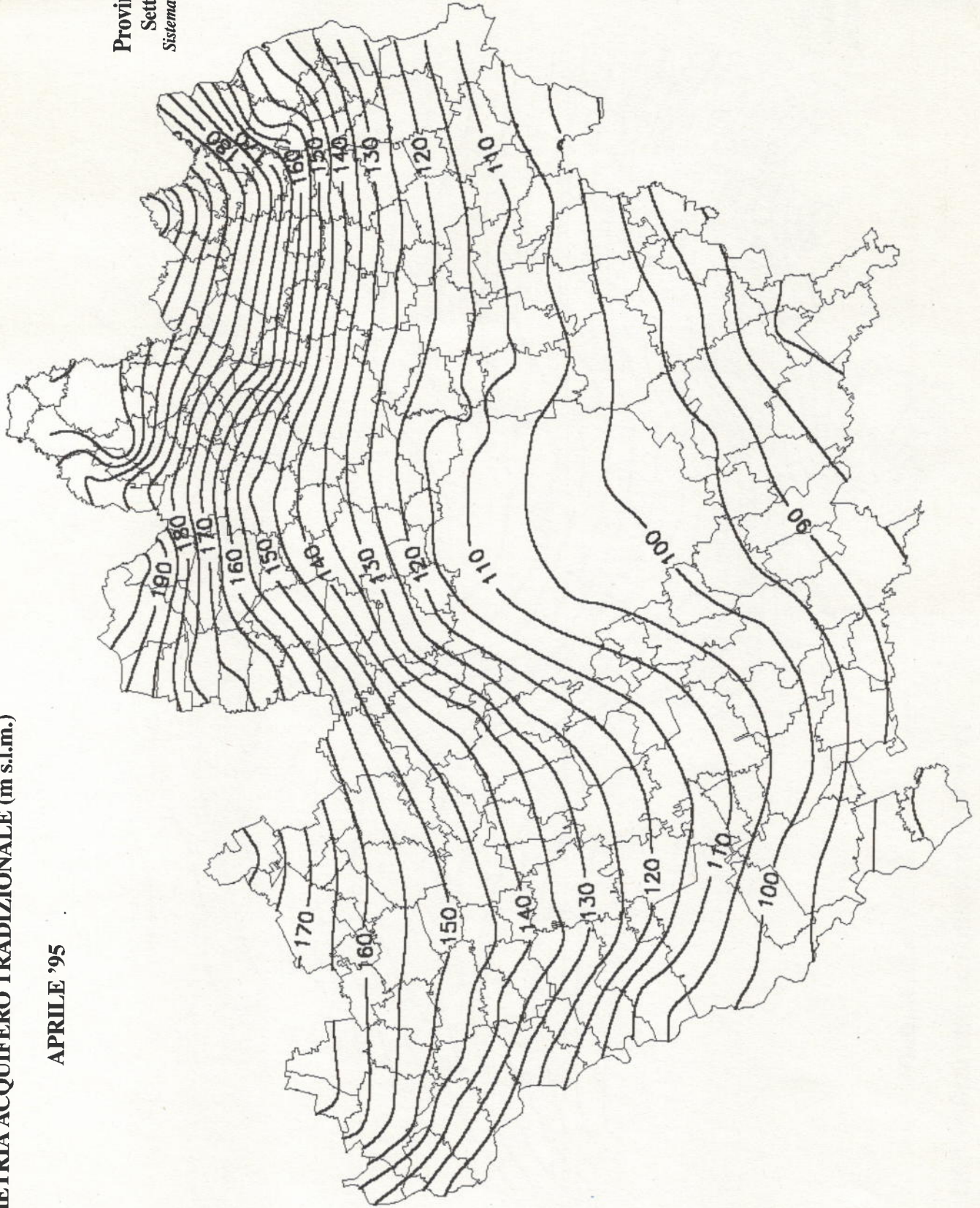
scala 1:300.000



Provincia di Milano
Settore Ecologia
Sistema Informativo Falda

PIEZOMETRIA ACQUIFERO TRADIZIONALE (m s.l.m.)

APRILE '95



scala 1:300.000

3.2 Carte piezometriche settembre '92 e settembre '95

Le carte isopiezometriche ricostruiscono la superficie della falda durante il periodo di minima soggiacenza che si manifesta per buona parte della provincia di Milano durante i mesi di agosto-settembre.

Dal confronto delle due cartografie allegate, riferite al '92 e al '95, si evidenzia come l'area dove si sono verificati i più consistenti innalzamenti del livello di falda (oltre 6 m) risulti più estesa interessando anche la maggior parte dei Comuni posti ad Ovest del F. Seveso (asse Lazzate-Cesate).

Maggiori sono gli incrementi che si rilevano nel settore centrale della provincia rispetto a quanto osservato nell'aprile, con una variazione che può raggiungere il metro.

Al di sotto della fascia dei fontanili le condizioni risultano invece poco differenziate a conferma dell'importante ruolo di regolazione delle oscillazioni che essi rivestono.

La distribuzione areale degli innalzamenti, che verrà maggiormente sviluppata nei paragrafi successivi e che raggiunge punte massime in buona parte del settore settentrionale della provincia, evidenzia l'importanza (ai fini dell'innalzamento della superficie piezometrica) della considerevole riduzione dei prelievi effettuati dai pozzi in alcune aree del milanese.

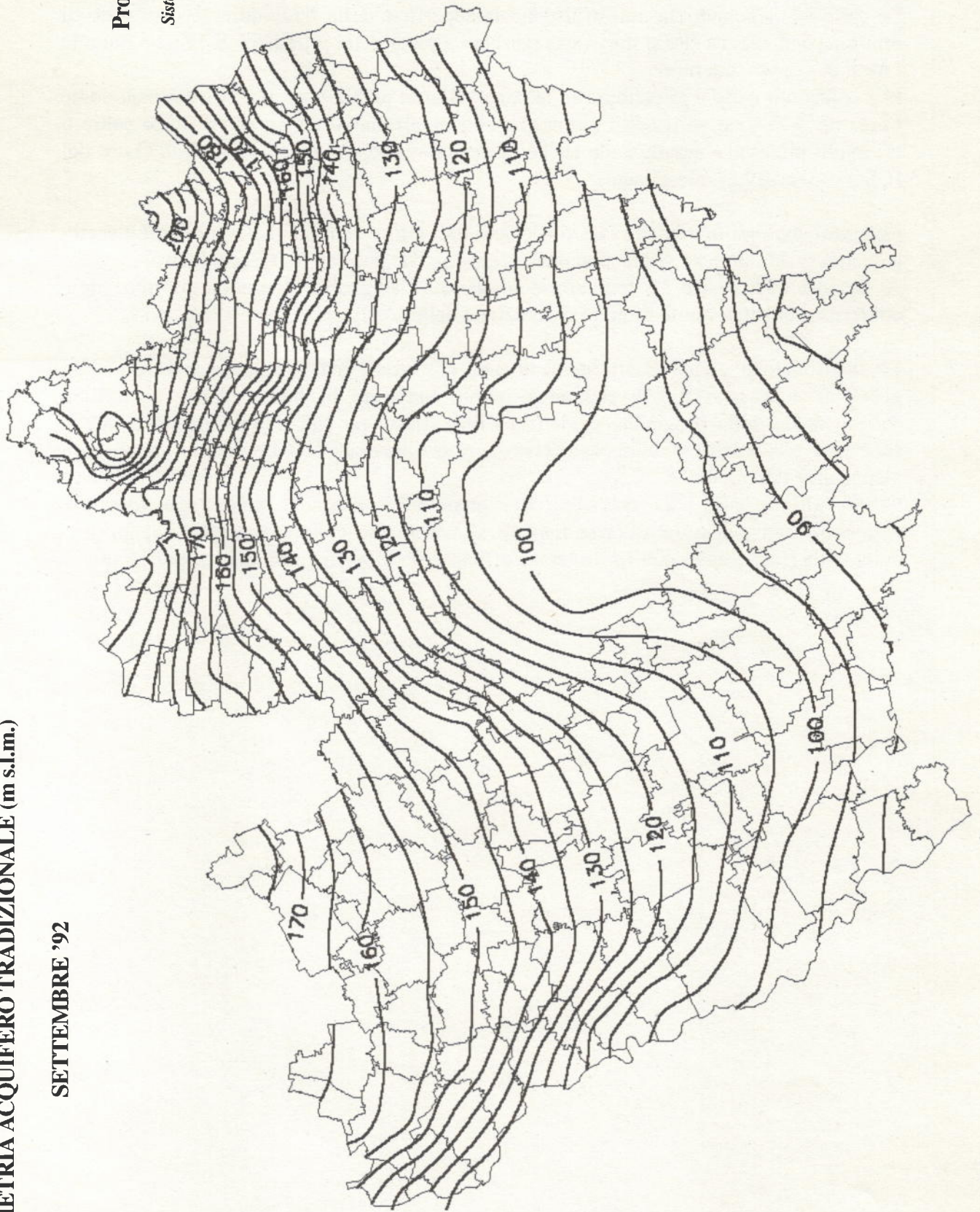
Questi ultimi, uniti alla riduzione dei quantitativi d'acqua drenati dai fontanili, assumono una maggiore valenza rispetto ai fattori che condizionano l'alimentazione della falda (incremento dell'infiltrazione efficace, perdita dai corpi idrici superficiali).



Provincia di Milano
Settore Ecologia
Sistema Informativo Falda

PIEZOMETRIA ACQUIFERO TRADIZIONALE (m s.l.m.)

SETTEMBRE '92



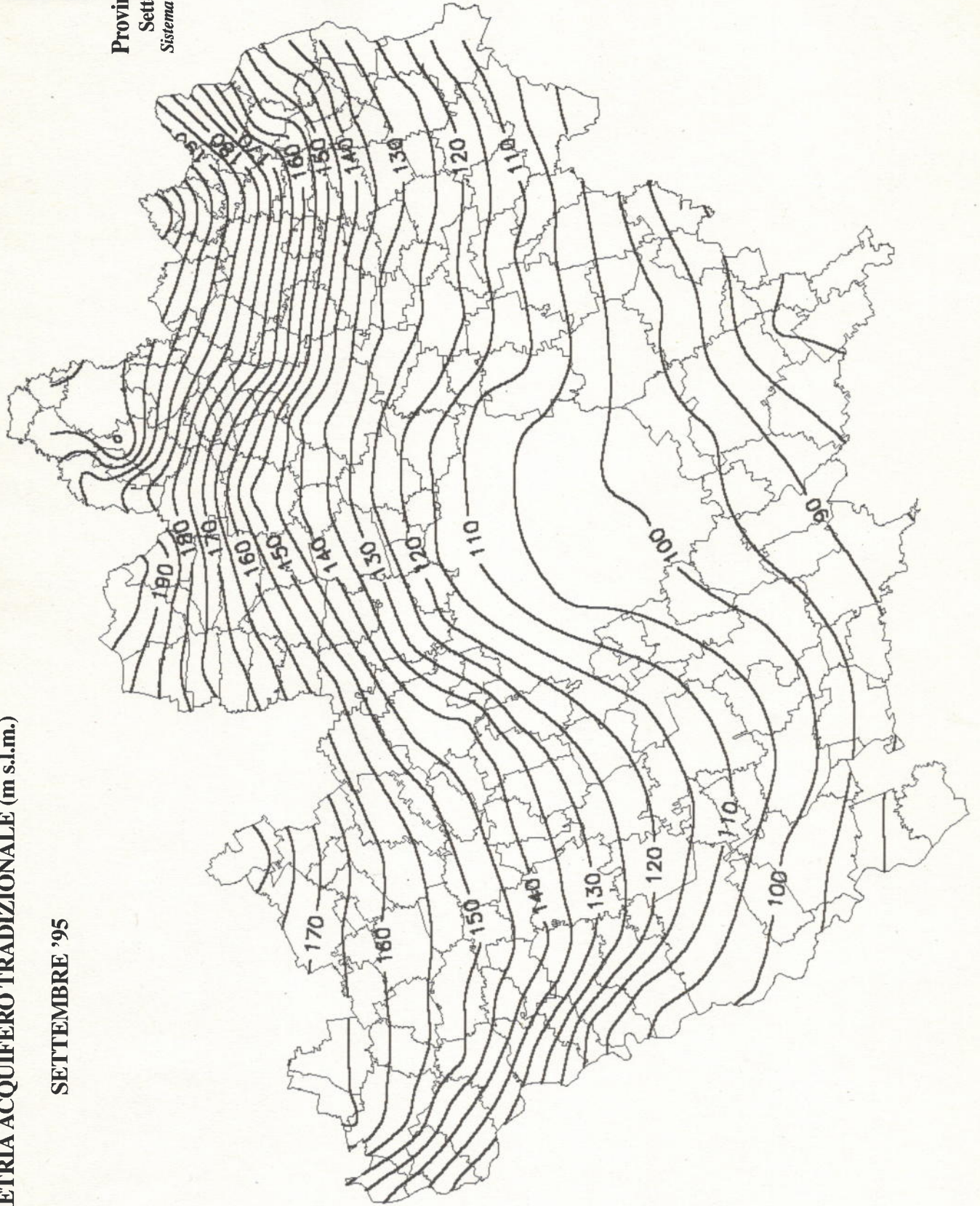
scala 1:300.000



Provincia di Milano
Settore Ecologia
Sistema Informativo Falda

PIEZOMETRIA ACQUIFERO TRADIZIONALE (m s.l.m.)

SETTEMBRE '95



scala 1:300.000

4. CARTE TEMATICHE

Sono state prodotte alcune cartografie tematiche allo scopo di schematizzare le osservazioni precedentemente sviluppate e per rappresentare arealmente, a scala comunale, quanto è emerso dalle elaborazioni compiute e sintetizzate nelle tabelle allegate e precedentemente commentate.

- Carta dell'escursione media (1992-1995)
- Carta dell'escursione massima (1992-1995)
- Carta stagionale della minima soggiacenza (1992-1995)
- Carta stagionale della minima soggiacenza (1995)
- Carta stagionale della massima soggiacenza (1992-1995)

4.1 Carta dell'escursione media (1992-1995)

I risultati ottenuti dall'elaborazione delle rilevazioni effettuate e descritte ai paragrafi precedenti hanno consentito la realizzazione di una cartografia che vuole rappresentare, in modo estremamente semplificato, l'innalzamento medio della falda nel territorio provinciale.

Per la redazione di questa elaborazione si è adottato un criterio di suddivisione per classi con un intervallo, indice dell'innalzamento medio della falda, pari ad 1 metro.

Le 10 classi individuate rappresentano l'innalzamento che si è verificato durante il quadriennio in esame; il trend di oscillazione positiva della falda varia da un massimo superiore ai 7 m fino a condizioni di stabilità (incrementi/decrementi molto contenuti dell'ordine di pochi centimetri).

Gli incrementi maggiori si sono manifestati in tutto il settore settentrionale ed in parte in quello nord-orientale, con innalzamenti medi compresi tra i 5 e i 7 m dell'area Muggiò-Desio-Seregno.

Fa eccezione l'area più settentrionale dove si osservano manifestazioni piuttosto diversificate che riflettono situazioni localizzate di risposta dell'acquifero a sollecitazione esterne sia di alimentazione che di prelievo, come già evidenziato nel capitolo relativo alle oscillazioni piezometriche.

E' il caso di Giussano-Briosco con incrementi medi pari a 8 m nel primo caso e ben 11 m nel secondo e del limitrofo Comune di Carate Brianza, dove la falda è rimasta pressoché stabile.

Particolarmente anomale risultano essere le situazioni di Arcore e Carnate dove si sono rilevate escursioni medie superiori ai 7 m, decisamente maggiori rispetto a quanto osservato nei Comuni limitrofi dove sono contenute in 4-5 m.

Ciò è dovuto alle caratteristiche dei pozzi di misura delle oscillazioni freatiche che in questo caso captano falde confinate e quindi non correlabili con i punti di monitoraggio adiacenti.

Piuttosto diversificato appare inoltre il settore nord-orientale con escursioni positive che variano da dai 4-5 m a Bellusco-Roncello fino ai 6-7 m di Ornago.

In quest'area assume un ruolo determinante la struttura idrogeologica degli acquiferi che risulta essere piuttosto complessa.

La falda risponde quindi in modo differenziato alle modalità di alimentazione della stessa.

E' inoltre decisamente anomala l'escursione media verificatasi a Busnago dove in controtendenza si è registrato un abbassamento della falda nel quadriennio pari ad 1 metro.

Questo fatto può essere spiegato sia dalla particolare configurazione degli acquiferi sia dalle semplificazioni adottate nella determinazione dell'escursione media, come specificato ai punti precedenti.

Più regolare risulta essere il settore occidentale e sud-occidentale dove si passa con regolarità da Nord a Sud da innalzamenti medi compresi tra 2 e 1 m a condizioni di stabilità della falda.

A Nord del Canale Villoresi le escursioni medie si attestano su valori compresi tra 1 e 2 m (Castano Primo, Buscate, Arconate), aumentando progressivamente verso Est fino ad arrivare ai 3-4 m di Garbagnate e Bollate e a raccordarsi all'area di massima escursione media a nord della metropoli milanese.

A Sud del Canale Villoresi, in questo settore orientale, le escursioni non superano i 50 cm.

Alcuni valori di escursione media risultano positivi (indice quindi di un abbassamento della falda).

Gli incrementi sono però contenuti in un ordine di grandezza non superiore ai 20 cm che, proprio sulla base delle elaborazioni effettuate, devono essere considerati rappresentativi di una situazione stabile.

Anche il settore orientale presenta notevoli differenziazioni; l'area posta a nord del canale Villoresi presenta valori di escursione media molto eterogenei che, come evidenziato in precedenza, sono dovuti soprattutto alla complessità della struttura idrogeologica.

A Sud del Canale Villoresi e del Naviglio della Martesana vengono simmetricamente ripetuti i valori di escursione già osservati nel settore occidentale; si passa via via dai 3-4 m di innalzamento della falda a Segrate ai pochi centimetri delle aree più direttamente coinvolte dall'azione drenante del fiume Adda.

Escursioni del livello di falda superiori ai 50 cm ma contenute nei 2 m, si osservano a Sud dell'area metropolitana milanese, ad Ovest del F. Lambro, soprattutto nei Comuni di San Donato e San Giuliano.

Per quanto riguarda la città di Milano i valori massimi si registrano nel settore più settentrionale confinante con i Comuni di Cormano, Bresso e Sesto San Giovanni, con