



Provincia di Milano

Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento
della falda nel Milanese

**Sintesi delle elaborazioni predisposte dagli
uffici provinciali per la progettazione di
massima degli interventi di propria
competenza.**

Marzo 1997



Provincia di Milano

Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento
della falda nel Milanese

**Sintesi delle elaborazioni predisposte dagli
uffici provinciali per la progettazione di
massima degli interventi di propria
competenza.**

Marzo 1997

Come noto la Provincia di Milano riveste il ruolo estremamente importante di coordinamento degli interventi circa l'individuazione di possibili soluzioni al grave problema relativo all'innalzamento della falda verificatosi negli ultimi anni nel Milanese.

In tale contesto è stato costituito un gruppo di coordinamento composto da tutti gli Enti interessati che in poco più di due mesi ha già predisposto una prima proposta operativa riguardante una tranche d'interventi individuandone, con buon grado di approssimazione, costi e benefici.

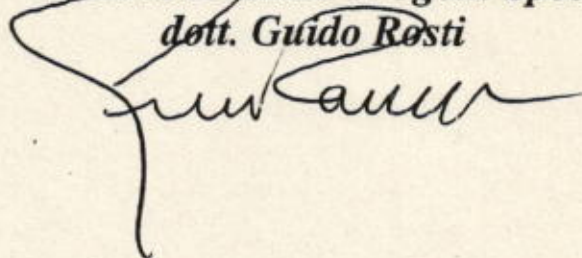
Nel presente elaborato viene pertanto presentata una sintesi degli interventi di competenza specifica della Provincia, predisposti dagli uffici provinciali con un notevole sforzo di professionalità e di tempo di tutto il personale coinvolto.

Nei prossimi giorni tali proposte, unitamente a quelle che verranno predisposte dagli altri Enti responsabili, saranno accorpate in un unico documento e presentate al Ministero dei Lavori Pubblici che ha richiesto di acquisire tali proposte per gli eventuali finanziamenti delle attività.

*Il Dirigente Settore Ecologia
dott. Sergio Saladini*



*Il D.U.O. Tecnica Progetti Speciali
dott. Guido Rosti*



Gruppo di coordinamento
per l'innalzamento della falda
nel Milanese

Progettazione di massima degli interventi

Premessa

Marzo 1997

Enti partecipanti al gruppo di coordinamento:

Coordinamento generale:

Provincia di Milano- Assessorato all'Ambiente -Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali

- **Settore Idraulica**
- **Parco Agricolo Sud Milano**

Ministero dei Lavori Pubblici - Provveditorato alle Opere Pubbliche della Lombardia Regione Lombardia

- **Assessorato all'Ambiente ed energia - Servizio Geologico e tutela delle acque.**
- **Assessorato ai Lavori Pubblici - Servizio Genio Civile**

Comune di Milano

- **Assessorato all'Ecologia - Settore Ambiente**

Assessorato ai Lavori Pubblici - Settore Acquedotto, Settore Fognature e Corsi d'Acqua

Magistrato del Po

Autorità di Bacino Fiume Po

Azienda Consorzio Acqua Potabile

Consorzio Villoresi

MM s.p.a.

ATM

Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano

Premessa

A cominciare dai primi anni '90 si sta assistendo nell'area milanese ad un impressionante fenomeno di risalita piezometrica che, con innalzamenti massimi ubicati in corrispondenza della parte nord della città con valori di circa 10 metri, sta creando gravissimi problemi alle strutture sotterranee ubicate sia nella Città che nei Comuni localizzati immediatamente a sud della stessa.

Da un'indagine condotta dalla Provincia di Milano sulle cause del fenomeno si possono sintetizzare le cause principali di tale fenomeno.

Al fine di cercare una prima interpretazione dell'evento si sono analizzati gli andamenti delle principali voci del bilancio idrologico dell'area nel periodo considerato (1990-1995).

In particolare le voci che costituiscono il bilancio idrologico sono date, per quanto riguarda le entrate, dagli apporti in falda da monte, irrigazioni, infiltrazioni delle acque meteoriche e perdite dei corpi idrici superficiali, mentre, per quanto riguarda le uscite, dai deflussi da falda verso valle, prelievi, drenanza delle aste fluviali e dei fontanili evapotraspirazione.

Per quanto riguarda le precipitazioni l'area in cui è collocato il capoluogo lombardo è caratterizzata da un regime pluviometrico medio annuo che nell'ultimo trentennio è pari a circa 980 mm/anno, con valori pari a 1400-1600 mm/anno per gli anni particolarmente piovosi e pari a 700-900 mm/anno per quelli meno piovosi.

Nel quinquennio in esame si è avuto un regime di precipitazioni particolarmente scarso per i primi due anni (1990 e 1991) e un regime che si colloca nei valori medi per gli altri 3 anni.

Ad esclusione quindi delle precipitazioni registrate nel 1990 e nel 1991, anni di minimo del trentennio, si può registrare una sostanziale uniformità di valori.

Oltre a questo fatto si aggiunga che ai fini del bilancio tale voce non risulta particolarmente determinante, in quanto, in base ai dati disponibili, risulta che il quantitativo annuo medio (calcolato nell'ultimo trentennio) di precipitazioni efficaci (calcolate con il metodo Thorntwaite-Mather) è pari a soli 185 mm/anno (tenuto conto anche delle estese superfici impermeabilizzate), rappresentando quindi solo il 20% della precipitazione media annua.

Passando quindi ad esaminare le irrigazioni, questa voce costituisce per l'area in cui si colloca il Comune di Milano, uno dei principali fattori positivi del bilancio idrologico.

Al fine di quantificare l'andamento di questa voce si sono considerate le portate medie dei principali canali irrigui da cui si aprono le prese dei canali irrigui secondari che influenzano l'area in esame. Dalle informazioni reperite, non si rilevano particolari variazioni dei quantitativi venduti nel quinquennio, e semmai si può parlare di decremento del contributo in falda in quanto si è provveduto ad effettuare numerosi interventi d'impermeabilizzazione degli alvei dei canali più ammalorati.

I prelievi effettuati dalla falda ad opera dei pozzi sia ad uso potabile che industriale costituiscono sicuramente poi l'elemento più importante tra le voci in uscita del bilancio. Tale elemento è di particolare interesse ai fini dello studio se si considera che i prelievi in esame si concentrano essenzialmente in prima e seconda falda. Rispetto al periodo considerato è evidente che l'entità dei prelievi ha subito delle consistenti variazioni raggiungendo valori dell'ordine di 50 milioni di metri cubi in meno prelevati annualmente.

Di particolare interesse risulta poi l'analisi dei soli prelievi idrici privati effettuati nei principali poli industriali di Milano e dei comuni confinanti.

Nel periodo in esame, si è infatti assistito ad una considerevole dismissione o ridimensionamento delle grandi utenze quali, solo per citare le più importanti, la Falck di Sesto San Giovanni, l'Agip di Rho, l'Alfa Romeo di Arese, la Pirelli e la Maserati di Milano, con valori di diminuzione di prelievo annuo stimabili intorno ai 30/40 milioni di metri cubi.

Tali valori sono tuttavia sicuramente in difetto e non tengono conto di quella miriade di piccole e medie aziende che hanno anchesse cessato la propria attività nel periodo considerato.

Da valutazioni approssimative si può pertanto ragionevolmente pensare che un ordine di grandezza stimabile sufficientemente corretto si attesta intorno a valori complessivi che potrebbero anche non essere molto lontani dai 150 milioni di metri cubi d'acqua in meno sollevata annualmente nell'area di Milano e del suo hinterland.

Ai fini del bilancio idrologico anche il regime dei fontanili risulta sicuramente determinante ma di difficile interpretazione. Infatti se da un lato il drenaggio delle acque di falda che avviene in corrispondenza delle "teste" dei fontanili, costituisce una voce di uscita, è pur vero che tali acque sono destinate alle irrigazioni e vanno quindi a costituire immediatamente a valle una voce di entrata. Considerando tuttavia che l'attuale limite settentrionale della fascia dei fontanili attivi si riscontra in prossimità del limite meridionale del Comune di Milano, ai fini della presente analisi si è considerata tale voce tra quelle in uscita.

Circa il regime dei prelievi da falda effettuati attraverso tali opere idrauliche non si dispone di dati dettagliati ma unicamente del numero dei fontanili attivi presenti in Provincia di Milano.

In particolare si rileva che nel 1975 i fontanili attivi erano almeno 430 con una portata complessiva giornaliera (rilevata su media annua) di circa 28 m³/s e portate per ogni singola opera mediamente variabili tra un minimo di 40-50 l/s ed un massimo di 400-500 l/s. Il dato aggiornato disponibile riguarda solamente il numero dei fontanili rimasti attivi che risultano pari a 186.

I recenti innalzamenti della falda non hanno avuto come diretta conseguenza un atteso aumento del numero dei fontanili attivi, in quanto negli anni molte delle opere dismesse hanno perso le caratteristiche proprie di funzionalità idraulica.

Da quanto sopra esposto risulta pertanto evidente che la principale causa del fenomeno sembrerebbe essere rappresentata dalla pesantissima diminuzione di prelievi, in particolare dall'acquifero tradizionale, riferentesi per gran parte alla grave deindustrializzazione in corso nel periodo considerato.

Creazione di un Coordinamento tra gli Enti preposti

Dall'esigenza di procedere con urgenza ad individuare possibili interventi e dalla necessità di creare opportune sinergie tra gli Enti preposti a tale attività, in data 22/01/97 si è costituito il "Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese" con il preciso obiettivo di riunire intorno ad un tavolo tutti gli Enti che in qualche modo disponessero di competenze relative agli interventi da mettere in atto per affrontare il fenomeno dell'innalzamento freatico.

Per motivi operativi si è quindi stabilito di creare sottogruppi tecnici specifici che potessero più agilmente individuare tutte le possibili soluzioni mirate ai diversi aspetti del problema.

I sottogruppi operativi sono i seguenti:

Acque superficiali coordinato dall'ing. Brown - Settore Fognature Comune di Milano.

Partecipano:

dott. Ferrari - Settore Idraulica della Provincia

ing. Elefanti - Genio Civile della Regione Lombardia

ing. Airoidi - Settore Acquedotto del Comune di Milano

ing. Del Felice - Consorzio Villoresi

ing. Recalcati - MM Spa

arch. Dagnino - Parco Sud

arch. Traversa - Min. Lav. Pubblici - Provveditorato OOPP

dott. Piazza - Autorità di bacino del Po

prof. Chiaudani

Monitoraggio e mappatura coordinato dal dott. Rosti - Provincia di Milano

Partecipano:

dott. Presbitero o dott. Mori - Servizio Geologico della Regione Lombardia

ing. Airoidi - Settore Acquedotto del Comune di Milano

ing. Del Felice - Consorzio Villoresi
geom. Zanella - Settore Fognature Comune di Milano
dott. Peterlongo - CAP
ing. Marelli - MM Spa
ing. Gatto - Min. Lav. Pubblici - Provveditorato OOPP
dott. Poretti - Unione Commercianti Ass. Prov. Autorimesse

Infrastrutture sotterranee coordinato dal dott. Presbitero - Serv. Geologico Regione Lombardia

Partecipano:

ing. Pizzolato - Settore Fognature - Comune di Milano
dott. Raffaelli o dott.ssa Raimondi - Settore Ecologia della Provincia
ing. Elefanti - Settore Lavori Pubblici Regione Lombardia

Metropolitana coordinato dall'ing. Cavagna - MM Spa

Partecipano:

prof. Maione e prof. Migliacci - Politecnico di Milano
ing. Melloni - ATM
geom. Dodaro - Settore Fognature Comune di Milano

Acque in agricoltura coordinato dall'ing. Del Felice - Consorzio Villoresi

Partecipano:

dott. Ferrari - Settore Idraulica della Provincia
ing. Elefanti o ing. Occhi - Settore Lavori pubblici Regione Lombardia
arch. Traversa - Min. Lav. Pubblici - Provveditorato OOPP
arch. Dagnino - Parco Sud
dott. Piacentini - Autorità di bacino del Po

Progettazione di massima degli interventi

A seguito degli impegni assunti nella riunione del 07/03/97 si è quindi proceduto ad effettuare in tempi assolutamente ristretti la presente prima proposta operativa relativa alla materia in questione, nella speranza, nonostante i tempi ridottissimi, di potere giungere ad un risultato concreto comprensivo anche di stime dei costi ovviamente approssimative, ma sufficientemente indicative della dimensione degli interventi proposti.

Il presente elaborato raccoglie in schede differenziate i risultati relativi ai vari obiettivi che il Gruppo si era posto riferendosi in particolare ai seguenti argomenti:

Cap.	Tipologia intervento	Ente preposto
1	Realizzazione di una rete di monitoraggio piezometrico della falda freatica della Città di Milano e predisposizione di una sintesi delle situazioni di crisi segnalate	Provincia
2	Individuazione di pozzi per la predisposizione di pompaggi localizzati	Regione
3	Individuazione di corsi idrici superficiali da utilizzarsi quale recapito delle acque emunte.	Comune
4	Razionalizzazione acque in agricoltura	Consorzio Villoresi
5	Prima valutazione della possibilità di utilizzo di bacini di cave nel sud Milano, finalizzata al deflusso di acque freatiche verso la rete irrigua.	Provincia
6	Prima valutazione della possibilità di riattivazione dei fontanili presenti nel sud Milano, finalizzata al deflusso di acque freatiche verso la rete irrigua	Provincia
7	Valutazione della fattibilità della diversificazione degli utilizzi delle acque di falda in base agli acquiferi captati.	Comune
8	Individuazione di procedure amministrative per: l'incentivazione dell'utilizzo di acque di prima falda e la tutela per le acque scaricate (concessioni gratuite di prelievi e scarichi, abrogazione ordinanze per divieto climatizzazione e raffreddamento, divieto immissione acque bianche in falda).	Comune
9	Proposte di interventi a protezione delle gallerie della Metropolitana Milanese.	Metropolitana Milanese
10	Proposta di interventi relativi alla protezione delle infrastrutture sotterranee.	Regione

I risultati cui si è pervenuti mostrano la possibilità di procedere a deflussi dalla falda di una certa entità e sono comunque da leggersi nell'ottica di dare corpo alle prime idee scaturite in seno al Gruppo e dettate principalmente dalla necessità di individuare interventi immediatamente e realisticamente percorribili che potrebbero in qualche modo tamponare il progredire del fenomeno medesimo.

Il secondo step di tale approccio prevede tuttavia una riflessione molto più approfondita che si deve necessariamente basare su valutazioni di tipo modellistico sia sulla reale efficacia degli interventi proposti, sia sulla valutazione di eventuali grandi opere (trincee drenanti sotterranee, grandi strutture di deflusso, etc.) che realisticamente potrebbero essere proposti qualora gli interventi di primo livello risultassero poco efficaci.

L'impressionante progredire della tendenza al rialzo che inversamente a quanto ipotizzabile ha proseguito nel tempo facendo addirittura verificare delle accelerazioni (circa 0,5 m nei soli mesi di dicembre '96 e Gennaio '97), i valori complessivi di innalzamento che talora toccano livelli record (10 m nel nord della città tra il 1992 ed il 1997), le stime relative ai quantitativi d'acqua immagazzinata in più nell'acquifero rispetto agli anni '80, sono tutti fattori che ci fanno sospettare che potrebbe essere valutata la possibilità di identificare opere ben più consistenti e sicuramente da soppesare con la massima attenzione sia per gli enormi costi che comporterebbero, sia per le eventuali implicazioni di carattere ambientale.

Analisi dei costi

Considerati i tempi disponibili per la presentazione del presente elaborato risulta evidente che la valutazione dei costi dell'operazione nel suo complesso è più considerabile come stima di massima rispetto ad una analisi rigorosa e puntuale delle varie voci che ne costituiscono il valore complessivo. E' pertanto corretto sottolineare che tali importi pur costituendo una ipotesi di larga massima da affinare negli approfondimenti che successivamente si renderanno necessari, rappresenta comunque una valutazione complessivamente attendibile.

Si ritiene pertanto, comunque fondamentale, proporre tali valori anche con le limitazioni di cui sopra per poter giungere , ad una stima concreta dell'ordine di grandezza dell'impegno finanziario necessario per realizzare dei progetti percorribili.

Tabella riassuntiva costi/benefici

Intervento	Effetto	Costi Progettazione e realizzazione	Costi manutenzione annui	Note
1	-----	473.000.000	85.000.000	
2				
3				
4				
5	2.300/2.500 l/sec	525.000.000	330.000.000	
6	9.600 l/sec (60 punti con portata media di 160 l/sec ⁹)	4.500.000.000		Se si dovranno acquisire aree +1.700.000.000
7				
8				
9				
10				
Totali				

Proposte di sviluppo operativo

Giunti al termine di questa prima fase, e sulla base dei risultati che nel presente elaborato vengono esposti, si ritiene pertanto di proporre di procedere secondo il seguente percorso logico in tal senso:

1. Verifica mediante modellizzazione dell'efficacia degli interventi di primo livello e dell'eventuale necessità del ricorso ad ipotesi di interventi di grande dimensione in particolare per identificare una quota di falda ipotetica e difendibile di progetto;
2. Realizzazione contemporanea ed immediata degli interventi di primo livello proposti non solo per quanto riguarda gli interventi veri e propri ma anche relativamente alle procedure di sviluppo proposte nei singoli sottoprogetti;
3. Effettuazione di valutazioni specifiche costi/benefici degli eventuali interventi di grande dimensione risultati più idonei;
4. Realizzazione degli interventi di secondo livello ritenuti idonei (primari e di contorno) sia sotto il profilo dell'efficacia idraulica che sotto quello dei costi sostenibili.

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese

Progettazione di massima degli interventi

Cap. 1

**Realizzazione di una rete di monitoraggio piezometrico della falda
freatica della città di Milano e predisposizione di una sintesi delle
situazioni di crisi segnalate**

Marzo 1997

Realizzazione a cura di

Provincia di Milano, Regione Lombardia, Comune di Milano, Consorzio Acqua
Potabile, Consorzio Villoresi, MM s.p.a., Unione del Commercio.

Enti partecipanti al gruppo di coordinamento:

Coordinamento generale:

Provincia di Milano- Assessorato all'Ambiente -Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali

- *Settore Idraulica*
- *Parco Agricolo Sud Milano*

Ministero dei Lavori Pubblici - Provveditorato alle Opere Pubbliche della Lombardia Regione Lombardia

- *Assessorato all'Ambiente ed energia - Servizio Acque, Servizio Geologico.*
- *Assessorato ai Lavori Pubblici - Servizio Genio Civile*

Comune di Milano

- *Assessorato all'Ecologia - Settore Ambiente*

Assessorato ai Lavori Pubblici - Settore Acquedotto, Settore Fognature e Corsi d'Acqua Magistrato del Po

Autorità di Bacino Fiume Po

Azienda Consorzio Acqua Potabile

Consorzio Villoresi

MM s.p.a.

ATM

Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano

Hanno curato la realizzazione del presente elaborato:

Provincia di Milano - Coordinamento sottogruppo - Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali:

dott. Guido Rosti, dott. Luca Raffaelli, dott. Paola Raimondi.

Regione Lombardia - Servizio Geologico -

dott. Michele Presbitero, dott. Roberto Laffi.

Comune di Milano - Settori Acquedotto e Fognature;

dott. ing. Riccardo Airoidi, geom. Maurizio Pezzotti, geom. Riccardo Zanella.

Consorzio Acqua Potabile ;

dott. Giancarlo Peterlongo, dott.ssa Erminia degli Alessandrini.

Consorzio Villoresi;

dott. Ing. Lorenzo Del Felice;

MM s.p.a;

Ing. Fabio Marelli, geom. Gianpaolo Mandruzzato.

Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano;

dott. Cesare Poretti, arch. Alberto Bertani.

1) Modalità operative per la realizzazione di un sistema di monitoraggio piezometrico della città di Milano.

1.1) Reti omogenee di monitoraggio

Per definire correttamente reti omogenee di monitoraggio è indispensabile conoscere gli elementi idrogeologici caratteristici dell'area, che possono essere così riassunti:

- acquiferi costituiti dai depositi fluvio-glaciali di natura essenzialmente ghiaioso-sabbiosa del Pleistocene medio (Wurm Auct.), che sono dotati di un'ottima produttività idraulica che non ha mai creato problemi quantitativi per l'approvvigionamento idrico sia pubblico che privato;
- presenza di oltre 900 pozzi, di cui circa 600 pubblici e circa 600 privati con tratte filtranti ubicate a differenti profondità. Di questi molti risultano disattivati sia per problemi di contaminazione sia per dismissione delle attività industriali,
- prelievo di acque sotterranee concentrato nell'immediato intorno delle centrali di pompaggio tutte collocate all'interno dei confini comunali o comunque nelle immediate vicinanze.

Per quanto concerne il modello concettuale del sottosuolo di Milano, con riferimento agli studi sino ad oggi eseguiti nella pianura milanese, lo stesso può essere suddiviso in tre distinte unità idrogeologiche, aventi nel loro insieme caratteri litologici e idraulici distribuiti con sostanziale omogeneità su settori arealmente significativi.

In particolare i sedimenti fluvio-glaciali dell'unità "ghiaioso-sabbiosa" del Pleistocene superiore (Wurm Auct.), affioranti in superficie, sono sostituiti in profondità dalla unità "ghiaioso-sabbioso-limoso" del Pleistocene medio (Riss-Mindel Auct.) e quindi dall'unità a "conglomerati e arenarie basali" (Ceppo Auct.), quest'ultima non presente con continuità nell'area di studio. La successione sopra descritta si estende in profondità per circa 100 m e costituisce il cosiddetto "acquifero tradizionale", in quanto le falde in esso contenute (falda libera e falda semiconfinata) hanno costituito la risorsa idrica storicamente sfruttata nel milanese.

Nell'area esaminata la falda libera (unità ghiaioso-sabbiosa) si estende fino a circa 40-50 m di profondità ed è separata dalla sottostante falda semiconfinata da un livello argilloso di spessore variabile tra qualche metro fino a 5-6 m. Tale livello si individua con una buona continuità laterale su tutta l'area e si caratterizza dal punto di vista idraulico come acquitard.

I parametri idrogeologici medi caratteristici dell'acquifero tradizionale sono dati da trasmissività dell'ordine di 10^{-2} m²/s, conducibilità idrica dell'ordine di 10^{-3} m/s e portata specifica di 10-20 l/s/m. Le falde profonde sottostanti sono contenute all'interno di facies sia continentali e di transizione (unità sabbioso-argillosa), sia marine (unità argillosa) del Pleistocene inferiore e Calabriano. Litologicamente si tratta di sedimenti sabbioso-argillosi con una produttività idrica abbastanza limitata. Infatti non vengono superati valori di trasmissività di $5 \cdot 10^{-3}$ m²/s, conducibilità idrica di circa $5 \cdot 10^{-4}$ m/s e portata specifica con valori limitati a qualche unità.

Da un punto di vista idraulico le unità dell'acquifero tradizionale sono in parte comunicanti e si caratterizzano quindi come un sistema monostrato multifalda. Infatti la falda libera superficiale e la falda semiconfinata hanno scambi idrici dovuti in particolare a cause naturali legate a fenomeni di drenanza e mancanza di continuità su tutto l'areale dell'aquitard interposto. Inoltre sono presenti scambi idrici legati alla mancata ricostruzione, nei pozzi più vecchi, degli orizzonti di separazione naturale tra le falde (presenza di dreno continuo all'esterno della colonna).

Le falde profonde sono invece idraulicamente separate da quelle più superficiali. Questa evidenza è testimoniata non solo dai diversi valori dei rispettivi carichi idraulici, ma soprattutto da caratteristiche idrochimiche e dai dati derivanti da specifici test di pompaggio eseguiti in pozzi "multifalda" dai tecnici dell'Acquedotto di Milano.

Sulla base del modello concettuale dell'idrogeologia esistente sopraesposto, dovranno pertanto venire individuate tre distinte reti omogenee di monitoraggio in particolare:

- Falda libera superficiale
- Falda semiconfinata
- Falda profonda

1.2) Nodi rete

Sulla base del modello concettuale precedentemente esposto, nonché in considerazione della distribuzione areale dei punti disponibili e delle aree scoperte si può procedere a formulare una prima proposta relativa all'individuazione dei nodi rete della prima falda, che si può sintetizzare come segue:

Punti disponibili nell'area di interesse (Milano e comuni confinanti):

- *Falda libera superficiale*

Pozzi Acquedotto:	N.° 3 (Chiusabella, Linate, Testi)
Pozzi CAP:	N.° 6
Piezometri CAP:	N.° 1 (Porto di Mare)
Piezometri CAP - FEM (Fognature est Milano):	N.° 3
Piezometri MM Spa:	N.° 76
Piezometri Sett. Fognature:	N.° 32
Piezometri deviatore - Sett. Fognature:	N.° 31
Piezometri Rete Cave:	N.° 31
- Altri:

piezometri Ospedale S. Paolo:	N.° 3
piezometri CESI:	N.° 3

N° 12 nuovi nodi che si renderà necessario realizzare ad hoc.

Segue l'elenco dei punti individuati della rete di prima falda:

Codice	Comune	Proprietà	Note
0159440001	Milano - C.le Chiusabella	Acquedotto	
0159480023	Milano - C.le Linate	Acquedotto	
0159370001	Milano - C.le Testi	Acquedotto	
0150110001	Assago	CAP	
0151710024	Peschiera B.	CAP	
0151820006	Rho	CAP	
0151820106	Rho	CAP	
0151950007	S. Giuliano M.se	CAP	
0151950012	S. Giuliano M.se	CAP	
Vasca Volano	Segrate	CAP	FEM
IBM	Segrate	CAP	FEM
Mezzate	Peschiera B.	CAP	FEM
1	Milano	MM S.p.a.	
2	Milano	MM S.p.a.	
3	Milano	MM S.p.a.	
4	Milano	MM S.p.a.	
5	Milano	MM S.p.a.	
6	Milano	MM S.p.a.	
7	Milano	MM S.p.a.	
9	Milano	MM S.p.a.	
10	Milano	MM S.p.a.	
11	Milano	MM S.p.a.	
12	Milano	MM S.p.a.	
14	Milano	MM S.p.a.	
15	Milano	MM S.p.a.	
16	Milano	MM S.p.a.	
18	Milano	MM S.p.a.	
19	Milano	MM S.p.a.	
21	Milano	MM S.p.a.	
22	Milano	MM S.p.a.	
23	Milano	MM S.p.a.	
26	Milano	MM S.p.a.	
27	Milano	MM S.p.a.	
28	Milano	MM S.p.a.	
29	Milano	MM S.p.a.	
30	Milano	MM S.p.a.	
31	Milano	MM S.p.a.	
32	Milano	MM S.p.a.	
34	Milano	MM S.p.a.	
35	Milano	MM S.p.a.	
36	Milano	MM S.p.a.	
38	Milano	MM S.p.a.	
40	Milano	MM S.p.a.	
45	Milano	MM S.p.a.	
46	Milano	MM S.p.a.	
49	Milano	MM S.p.a.	
52	Milano	MM S.p.a.	
53	Milano	MM S.p.a.	
54	Milano	MM S.p.a.	
55	Milano	MM S.p.a.	
Codice	Comune	Proprietà	Note
56	Milano	MM S.p.a.	

57	Milano	MM S.p.a.		
58	Milano	MM S.p.a.		
59	Milano	MM S.p.a.		
60	Milano	MM S.p.a.		
61	Milano	MM S.p.a.		
62	Milano	MM S.p.a.		
64	Milano	MM S.p.a.		
65	Milano	MM S.p.a.		
66	Milano	MM S.p.a.		
68	Milano	MM S.p.a.		
69	Milano	MM S.p.a.		
70	Milano	MM S.p.a.		
71	Milano	MM S.p.a.		
72	Milano	MM S.p.a.		
73	Milano	MM S.p.a.		
74	Milano	MM S.p.a.		
75	Milano	MM S.p.a.		
76	Milano	MM S.p.a.		
77	Milano	MM S.p.a.		
78	Milano	MM S.p.a.		
79	Milano	MM S.p.a.		
80	Milano	MM S.p.a.		
81	Milano	MM S.p.a.		
82	Milano	MM S.p.a.		
83	Milano	MM S.p.a.		
84	Milano	MM S.p.a.		
85	Milano	MM S.p.a.		
86	Milano	MM S.p.a.		
87	Milano	MM S.p.a.		
88	Milano	MM S.p.a.		
89	Milano	MM S.p.a.		
90	Milano	MM S.p.a.		
91	Milano	MM S.p.a.		
92	Milano	MM S.p.a.		
93	Milano	MM S.p.a.		
94	Milano	MM S.p.a.		
95	Milano	MM S.p.a.		
4	Milano	Sett. Fognature		
14	Milano	Sett. Fognature		
16	Milano	Sett. Fognature		
17	Milano	Sett. Fognature		
18	Milano	Sett. Fognature		
20	Milano	Sett. Fognature		
21	Milano	Sett. Fognature		
24	Milano	Sett. Fognature		
27	Milano	Sett. Fognature		
28	Milano	Sett. Fognature		
31	Milano	Sett. Fognature		
32	Milano	Sett. Fognature		
33	Milano	Sett. Fognature		
34	Milano	Sett. Fognature		
38	Milano	Sett. Fognature		
39	Milano	Sett. Fognature		
40	Milano	Sett. Fognature		
41	Milano	Sett. Fognature		
	Codice	Comune	Proprietà	Note
43	Milano	Sett. Fognature		
50	Milano	Sett. Fognature		
53	Milano	Sett. Fognature		

54	Milano	Sett. Fognature	
55	Milano	Sett. Fognature	
56	Milano	Sett. Fognature	
57	Milano	Sett. Fognature	
58	Milano	Sett. Fognature	
69	Milano	Sett. Fognature	
71	Milano	Sett. Fognature	
72	Milano	Sett. Fognature	
73	Milano	Sett. Fognature	
77	Milano	Sett. Fognature	
81	Milano	Sett. Fognature	
piezometri	Milano	Sett. Fognature	Canale Deviatore
Pz1/GG1	Gaggiano	Cava Merlini	Rete Cave
Pz2/GG1	Gaggiano	Cava Merlini	Rete Cave
Pz1/MI1	Milano	Cava sabbia di Trezzano	Rete Cave
Pz2/MI1	Milano	Cava sabbia di Trezzano	Rete Cave
Pz1/MD1	Mediglia	Cava CMS	Rete Cave
Pz2/MD1	Mediglia	Cava CMS	Rete Cave
Pz1/NV1	Nova M.se	Cava Eges	Rete Cave
Pz2/NV1	Nova M.se	Cava Eges	Rete Cave
Pz1/PE1	Pero	Cava Bossi	Rete Cave
Pz2/PE1	Pero	Cava Bossi	Rete Cave
Pz1/SD1	S. Donato M.se	Cava Tecchione	Rete Cave
Pz2/SD1	S. Donato M.se	Cava Tecchione	Rete Cave
Pz1/SG1	Segrate	Cava Binella	Rete Cave
Pz2/SG1	Segrate	Cava Binella	Rete Cave
Pz1/SG2	Segrate	Cava CMS	Rete Cave
Pz2/SG2	Segrate	Cava CMS	Rete Cave
Pz1/SN1	Senago	Cava di Senago	Rete Cave
Pz2/SN1	Senago	Cava di Senago	Rete Cave
Pz1/SI1	Settimo M.se	Cava Monzoro	Rete Cave
Pz1/SI1	Settimo M.se	Cava Monzoro	Rete Cave
Pz1/ZI2	Zibido S. Giacomo	Cava Giuseppina	Rete Cave
Pz2/ZI2	Zibido S. Giacomo	Cava Giuseppina	Rete Cave
Pz1/ZI3	Zibido S. Giacomo	Cava Sannovo	Rete Cave
Pz2/ZI3	Zibido S. Giacomo	Cava Sannovo	Rete Cave
Pz1	Milano	Osp. S. Paolo	
Pz2	Milano	Osp. S. Paolo	
Pz1	Segrate	CESI	
Pz2	Segrate	CESI	

1.3) Ripristino di punti di monitoraggio esistenti in falda libera superficiale

La distribuzione areale dei punti di monitoraggio disponibili non è omogenea sul territorio, risulta pertanto necessario poter ripristinare la funzionalità di tutti i punti ritenuti significativi e che al momento sono inutilizzabili per degrado dell'opera (frammenti, intasamenti, etc.).

In particolare il Settore Fognatura possiede 88 piezometri distribuiti omogeneamente sull'intero territorio comunale, la maggior parte dei quali (56) non sono più misurabili per i problemi citati.

E' necessario inoltre procedere ad una verifica sistematica dell'attendibilità e significatività di talune misure sulla maglia dei punti già attivi; l'elaborazione dei dati spesso incontra qualche difficoltà, verificando talora discordanze apprezzabili tra i valori assunti singolarmente e l'andamento generale della piezometria.

1.4) Quotatura dei nodi della rete di monitoraggio.

Per poter effettuare corrette valutazioni sulle misure piezometriche rilevate, risulta assolutamente indispensabile disporre per ogni nodo della quota di riferimento assoluto in metri sul livello del mare. Al momento le quote assolute di riferimento altimetrico associate ai singoli punti misurati non sono state accertate e validate; talune di esse potrebbero costituire la causa di errori interpretativi nella misurazione finale del livello assoluto della falda.

Risulta pertanto indispensabile verificare le quote assolute di riferimento altimetrico ai punti di misura e quindi predisporre una campagna topografica di rilevamento ad hoc per correggere ed integrare i dati disponibili.

Risulta percorribile, anziché procedere secondo rilevamenti ottici tradizionali, l'utilizzo di una tecnologia G.P.S., che con una sufficiente precisione consente, oltreché una notevole rapidità di esecuzione, anche la contemporanea verifica delle coordinate Gauss Boaga.

Tale progetto può essere sintetizzato come segue:

- attraverso un rilievo G.P.S. di tipo differenziale, in modalità statico-rapida, a singola o doppia frequenza, effettuato in condizioni di sufficiente visibilità satellitare, anche in centri urbanizzati, è possibile raggiungere una buona affidabilità nel rilievo ed una elevata precisione strumentale;
- i margini di errore nella valutazione delle quote sono da attribuire solo in minima parte ad errori strumentali, per i quali esistono procedure standard di controllo, piuttosto dipendono dalla corretta valutazione del geoide locale. Si ricordi infatti che le misure fornite dal ricevitore G.P.S. sono riferite all'ellissoide geocentrico WGS84, queste vanno opportunamente ricondotte alle quote ortometriche tramite la conoscenza di $N = H - h$ (N = ondulazione del geoide, H = quote m s.l.m., h = quote ellissoidiche);
- i punti noti su cui "agganciare" il rilievo G.P.S. alla cartografia locale e con i quali valutare le oscillazioni del geoide, devono essere scelti secondo criteri di omogeneità ed opportunamente controllati;
- la procedura per l'individuazione di punti geodetici affidabili all'interno del territorio, attraverso la ribattitura dei punti con G.P.S. e la taratura del modello di geoide locale, offre la possibilità di valutare eventuali fenomeni di subsidenza avvenuti successivamente alla determinazione dei punti geodetici stessi.
- nei caso in cui, per problemi logistici o per la scadente ricezione del segnale, non fosse possibile accedere alla testa-pozzo con l'antenna G.P.S., si può prevedere un collegamento tramite livellazione ottica.

1.5) Modalità e frequenza delle campagne di rilevamento

L'effettuazione fisica delle misure è a carico dei rispettivi Enti proprietari dei punti di misura individuati, che invieranno contestualmente i dati agli uffici provinciali per le successive elaborazioni. Per quanto concerne la tempistica relativa all'effettuazione delle campagne di misura si è individuato quanto segue:

- Falda libera superficiale: frequenza semestrale (eventualmente trimestrale)
- Falda semiconfinata: frequenza semestrale
- Falda profonda: frequenza semestrale

Alcuni punti di misura (11/13) verranno inoltre dotati di sonde automatiche di monitoraggio che rileveranno il livello piezometrico in continuo consentendo anche elaborazione sulle oscillazioni di dettaglio stagionali.

Le stazioni periferiche sono composte da un contenitore stagno ubicato in prossimità della testa del pozzo (generalmente nella cameretta avanpozzo) al cui interno sono ricoverati i componenti elettronici delle sonde mod. Hydrodata 1256 con data-logger, alimentatori di tensione, ecc. I dati immagazzinati nella memoria interna sono protetti da una batteria al litio in caso di mancanza di energia. Sono stati recentemente montati degli stabilizzatori di corrente per evitare danneggiamenti alla stazione.

Questa stazione è collegata, tramite un cavo elettroportante, ad una sonda per la misurazione della temperatura e della conducibilità elettrica, ed ad un altro cavo elettroportante con all'interno un tubo di compensazione che serve per regolare la misura della sonda di livello dell'acqua, alle variazioni della pressione atmosferica.

Queste sonde misurano tre parametri:

- livello dell'acqua di falda (m);
- temperatura (C°);
- conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{m}$).

La lettura del dato viene effettuata ogni minuto e la media oraria viene memorizzata all'interno della stazione. Il trasferimento dei dati avviene mediante collegamento ad un normale PC portatile.

Per quanto concerne l'acquisto delle sondine, la loro messa in posa, la relativa manutenzione e il trasferimento dei dati accumulati nelle memorie di ogni singola attrezzatura è a totale carico della Provincia di Milano.

I piezometri che verranno dotati di tali sonde automatiche dovranno essere opportunamente quotati (m m.s.l.m.) e possedere un diametro di almeno di 4''.

I punti individuati sono i seguenti:

1. Piezometro N.° 70 della MM Spa;
2. Piezometro N.° 71 della MM Spa;
3. Piezometro N.° 72 della MM Spa;
4. Piezometro N.° 75 della MM Spa;
5. Piezometro N.° 80 della MM Spa;
6. Piezometro Ospedale S.Paolo;
7. Piezometro CESI;
8. Piezometro Autosilos in via S. Pietro all'Orto;
9. Piezometro autosilos in P.za della Repubblica;
10. Da localizzare in Comune di S. Donato M.se;
11. Da localizzare in zona C.so Lodi;

12. Da riservare per situazioni di emergenza;
13. Da riservare per situazioni di emergenza.

1.6) Modalità di prevenzione della contaminazione rispetto ai punti di captazione potabili.

Uno dei fenomeni connessi all'innalzamento freaticometrico in analisi, risulta il possibile trascinarsi di inquinanti presenti nella zona prima insatura e ora mobilizzati dal flusso idrico sotterraneo.

Tale indesiderato fenomeno desta gravi preoccupazioni in quanto talora, sia per la mancata continuità areale dell'acquifero sopraccitato, sia per l'esistenza di vecchi pozzi con drenaggio continuo esteso sull'intero acquifero tradizionale, la falda libera superficiale e quella semiconfinata risultano in comunicazione; è pertanto ipotizzabile che si verifichi un passaggio di acque contaminate verso l'acquifero normalmente sfruttato ad uso potabile.

Si ritiene pertanto indispensabile affiancare alle misure freaticometriche, anche opportune campagne analitiche che consentano, insieme alle analisi già condotte di routine, di identificare con sufficiente anticipo l'arrivo di plumes inquinanti ai punti di approvvigionamento idropotabile.

Tale attività si potrebbe svolgere secondo le seguenti linee operative :

Prelievi almeno annuali, in corrispondenza del 50 % dei nodi rete che saranno disponibili;
Effettuazione di analisi che prevedano almeno i seguenti parametri: C3+Composti organo alogenati.

1.7) Modalità di restituzione cartografica.

Tutta l'attività di restituzione cartografica, archiviazione ed elaborazione dati è a carico della Provincia di Milano.

In particolare, successivamente alle campagne di misura, verrà prodotta la seguente cartografia:

1. Carte isopiezometriche di ogni singola falda monitorata - scala 1:25.000;
2. Carta della soggiacenza della prima falda - scala 1:25.000;
3. Grafici dell'andamento del livello di falda superficiale su N° 10 punti misurati mensilmente - i grafici illustreranno le oscillazioni dal 1990, con aggiornamento ad ogni misura effettuata;
4. Carta annuale della differenza di quota registrata nel periodo di interesse - scala 1:25.000;
5. Carte rappresentative dell'andamento in falda dei principali parametri di contaminazione

Tutte le elaborazioni verranno fornite al Gruppo di coordinamento; per quanto concerne invece la divulgazione dei dati si prevede di effettuare una pubblicizzazione degli stessi mediante comunicati stampa sintetici, che descrivano chiaramente l'evoluzione del fenomeno. Tali informazioni potranno essere trasmesse anche su "Televideo" e su Internet.

2) Modalità relative alla mappatura delle situazioni di crisi.

La Provincia di Milano ha predisposto ormai da tempo un N° di fax (77403502) al quale tutti gli interessati potessero trasmettere informazioni relative alle situazioni di crisi esistenti.

Purtroppo a causa della reticenza alla comunicazione degli stati di crisi, conseguente al timore di subire aggravii dei costi per lo scarico di acqua in fognatura od imposizioni tributarie, non sono pervenute sufficienti informazioni a identificare in maniera corretta le dimensioni reali del problema. Si è cercato più volte di ovviare a tale situazione assicurando, mediante comunicati stampa, la volontà da parte degli Enti responsabili di non perseguire in alcun modo i cittadini che segnalassero situazioni di crisi connesse all'innalzamento della falda.

E' stata inoltre predisposta la seguente scheda che nelle intenzioni dovrebbe fornire i dati minimi necessari a censire le varie situazioni.



Provincia di Milano

Settore Ecologia
U.O. Tecnica Progetti Speciali

**Scheda di rilevamento situazioni di crisi a seguito
dell'innalzamento freatico**

Ubicazione :

Tipologia e N° dei locali danneggiati:

Superficie complessivamente danneggiata o inutilizzabile:

Quantità dei pompaggi effettuati

Data di inizio del fenomeno:

Livello acqua attualmente presente dal piano stradale:

Riferimento e recapito telefonico

Data _____

Firma _____

Tutte le situazioni di cui si verrà via via a conoscenza verranno, se possibile ubicate su di una carta digitalizzata con restituzione prevalentemente 1:25.000 distinguendo le seguenti tipologie:

- Metropolitana
- Strutture Pubbliche
- Strutture private

Al momento le situazioni censite sono le seguenti:

1	S.a.S Immobiliare Provvisoria	L.go Corsia dei Servi 3
2	Condominio	C.so Lodi 65
3	Italia Nostra	Abbazia di Chiaravalle
4	Amm.ni Immobiliari Prini & Prini	Via Cassano d'Adda 27
5	Matteotti Parking	Via S. Pietro all'Orto 8
6	Lazzaretto Finocchiaro Garage	Via Lazzaretto angolo Via Finocchiaro
7	Condominio	V.le Omero 26
8	Autosilo Pontaccio	Via Pontaccio 8/10
9	Autosilo Repubblica	P.za della Repubblica 14
10	Autosilo - Amministratore	Via S. Sofia 8/10
11	Coop. Edificatrice Rogoredo	Via Medea 10
12	Condominio	Via Vittorini 32
13	Studio Monti - Condominio	Via Lamarmora 1
14	Condominio	Via Sacconi 4
15	Schnell Hico Italia Sez. Autoparcheggi	P.zza Beccaria
16	Condominio - Amministratore	Via Mecenate 103
17	Centro Tumori	P.le Gorini
18	Ospedale s. Paolo	Via Di Rudinì
19	im.co 2 Soc. coop. edilizia a r.l.	P.za Tommaseo
20	ing. Fabio Gilardoni Condominio	Via Dalmazia 3
21	Condominio	Via Mecenate 107
22	Condominio - Amm. U. De Rosa	Via Uccelli di Nemi 3
23	Garage - Amm. Cesare Villa	Via Cerva 25/1
24	Centro Sportivo Cul. Asteria	P.zza Carrara 17/1
25	Condominio - Ing. Gilardoni	Via Marochetti 19/21
26	Autosilos	P.zza Borromeo
27	Xenios s.r.l.	Via Soresina 14
28	CESI	Via Rubattino

Alla cartografia verrà quindi collegato un data base che conterrà le specifiche disponibili di ogni singola situazione considerata.

3) Costi relativi alla realizzazione di un sistema di monitoraggio freaticometrico della città di Milano.

Attività	Costi
Effettuazione misure	L. 5.000.000
Terebrazione piezometri ad hoc(N°12)	L. 60.000.000
Effettuazione elaborazioni (2 geologi/anno)	L. 75.000.000
Predisposizione sonde automatiche(13)	L. 300.000.000
Suddivisione dei punti di monitoraggio per acquifero trattato	L. 7.000.000
Ripristino funzionalità punti di misura	L. 5.000.000
Quotatura dei nodi della rete	L. 100.000.000
Acquisto strumentazione di misura manuale dei livelli	L. 1.000.000
TOTALE	L. 553.000.000

Costi relativi alla mappatura delle situazioni di crisi.

Attività	Costi
Archiviazione, elaborazione e restituzione cartografica	L. 5.000.000
TOTALE	L. 5.000.000

Costi totali dell'attività di Mappatura e Monitoraggio L. 558.000.000



PROVINCIA DI MILANO
Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

CARTA PIEZOMETRICA VALDA LIBERA
(m s.l.m.)

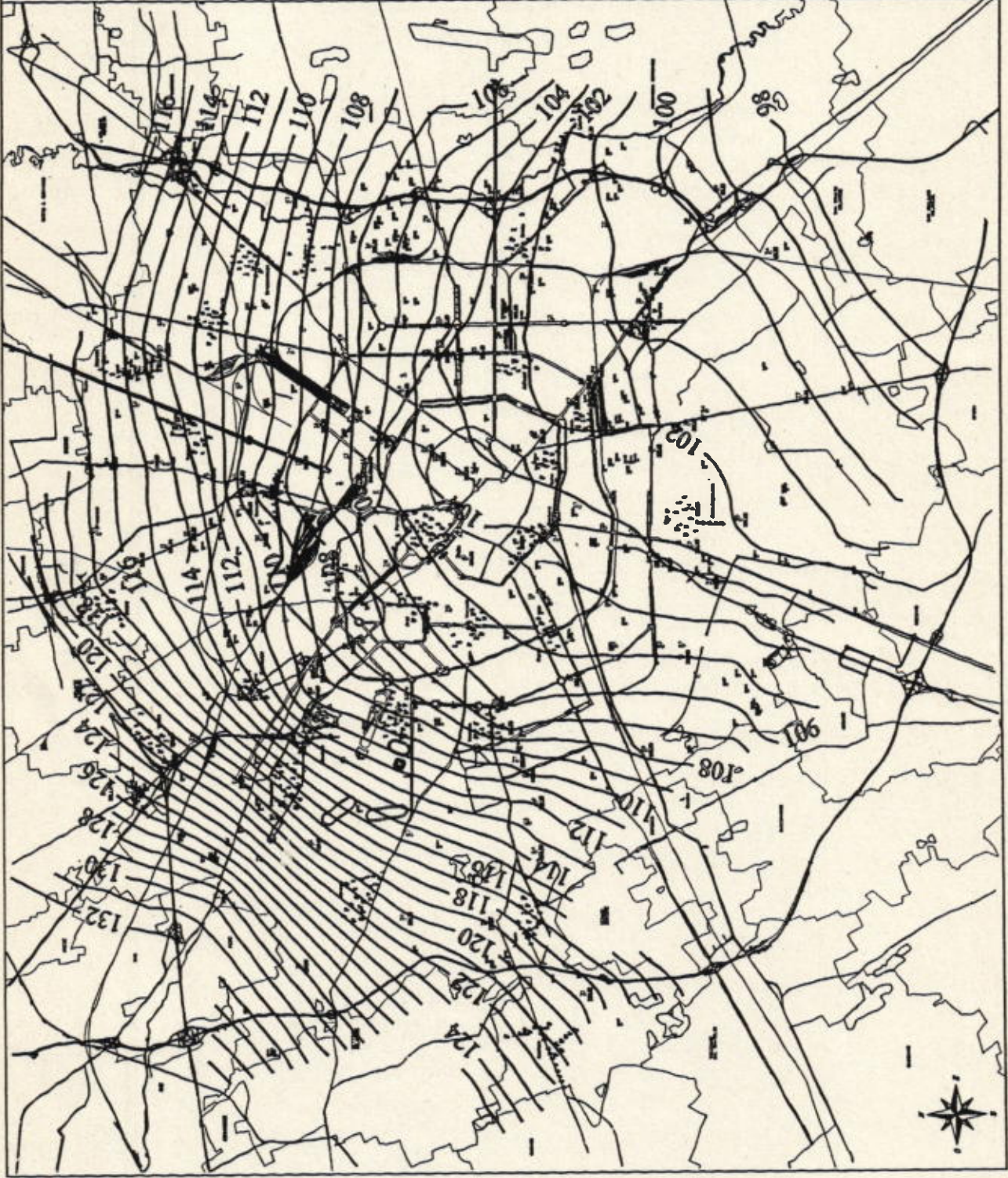
MARZO 1997

LEGENDA

- ☐ Posso Acquedotto Milano
- ▬ Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (attivo)
- ▬ Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (disattivo)
- ▬ Piezometro della rete della Metropolitana Milanese S.p.A.
- ▬ Passo privato

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Poida





PROVINCIA DI MILANO
Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

CARTA DELLA SOGGIACENZA
(m. da p.c.)

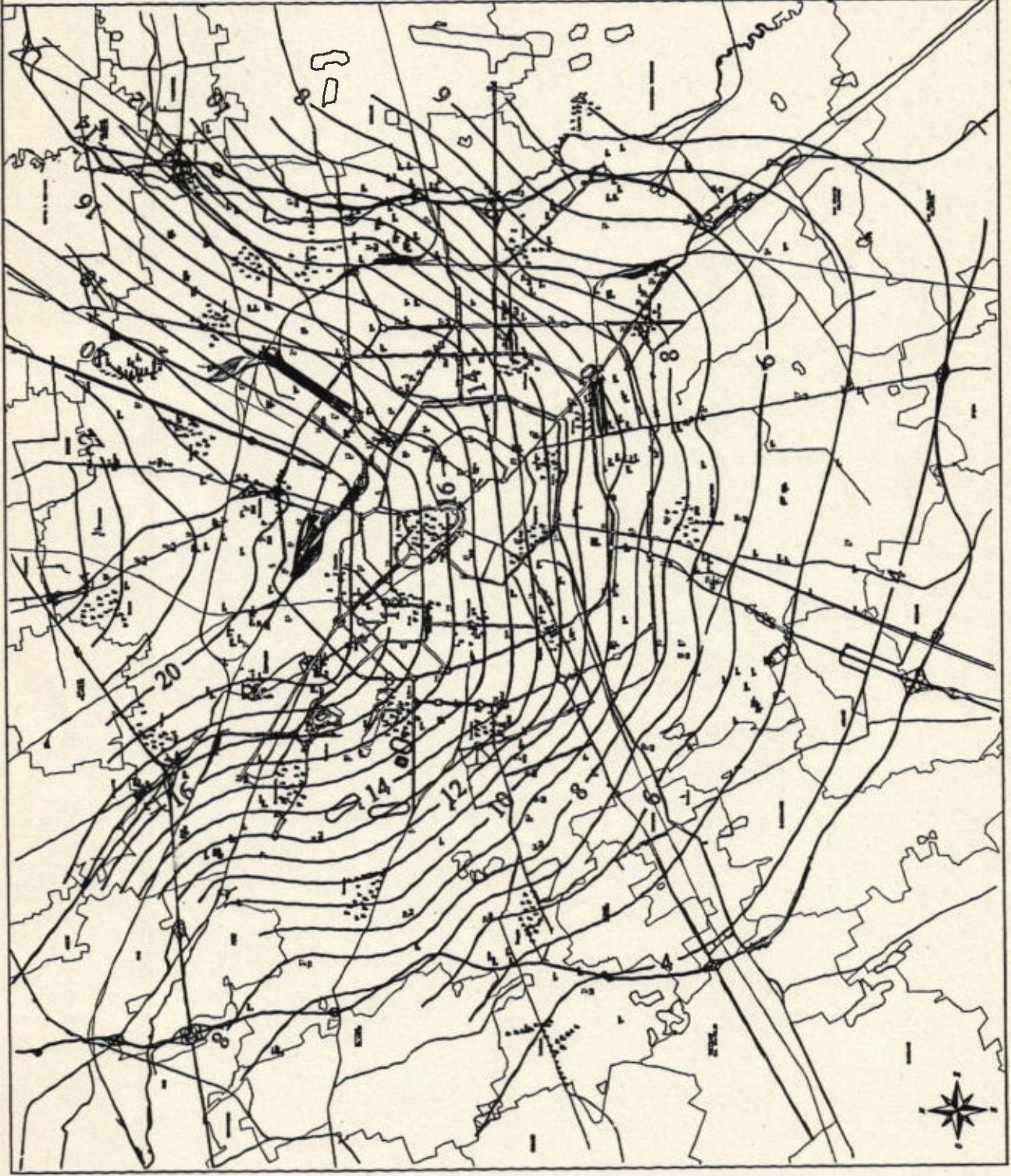
MARZO 1997

LEGENDA

- 19 Pozzo Acquedotto Milano
- 15 Piasombro Ufficio Fognature
Comune di Milano (attivo)
- 86 Piasombro Ufficio Fognature
Comune di Milano (disattivo)
- 86 Piasombro della rete della
Metropolitana Milanese S.p.A.
- 100 Pozzo privato

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Pubblica





PROVINCIA DI MILANO
Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

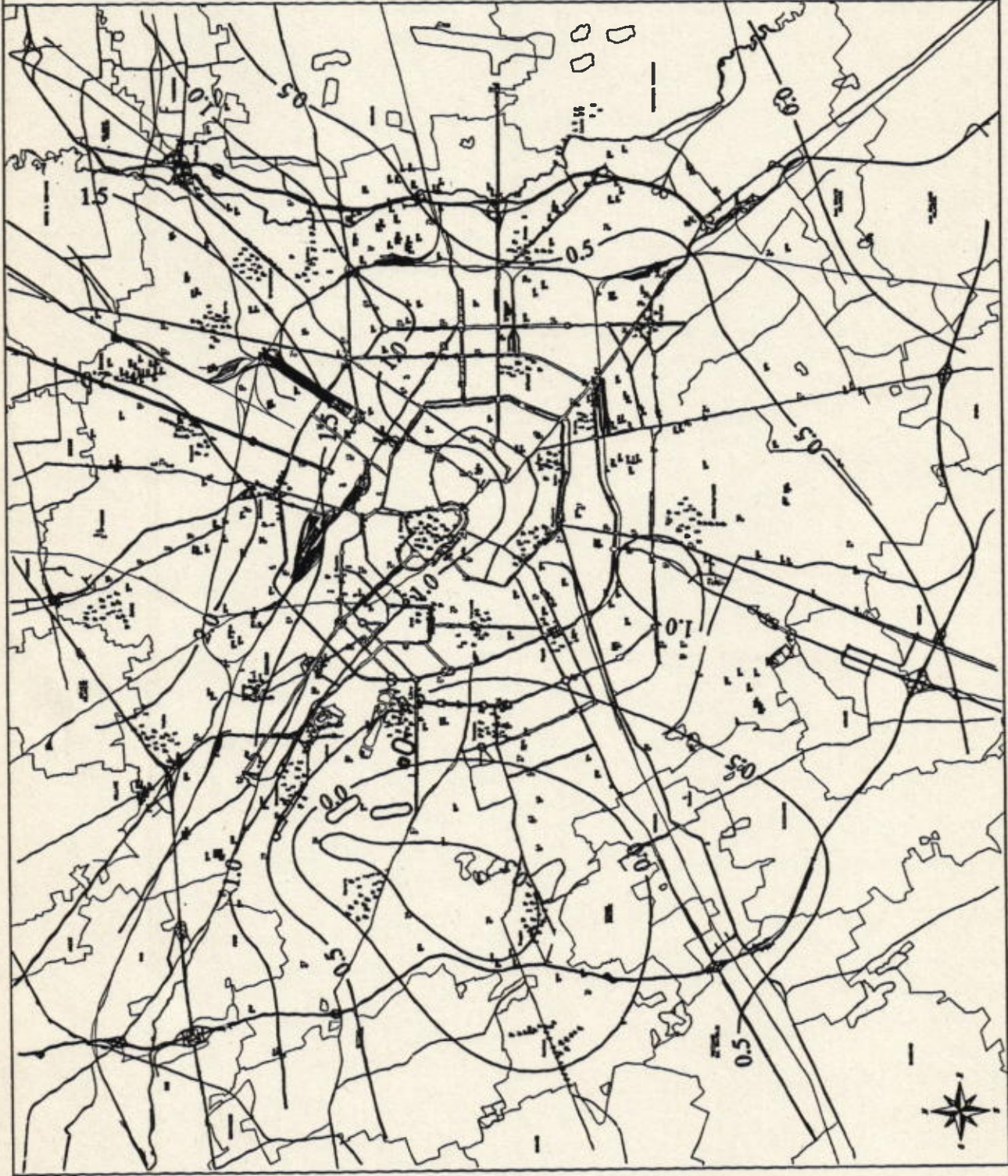
CARTA DELLA DIFFERENZA (m)
PIEZOMETRICA 3/97 - 3/96

LEGENDA

- ☉ Pozzo Acquedotto Milano
- 5 Piazzometro Ufficio Fognature
Comune di Milano (attivo)
- 66 Piazzometro Ufficio Fognature
Comune di Milano (disattivo)
- 65 Piazzometro della rete della
Metropolitana Milanese S.p.A.
- ☉ Pozzo privato

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Fluidi





PROVINCIA DI MILANO
Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia
U.O. Tecnica Progetti Speciali

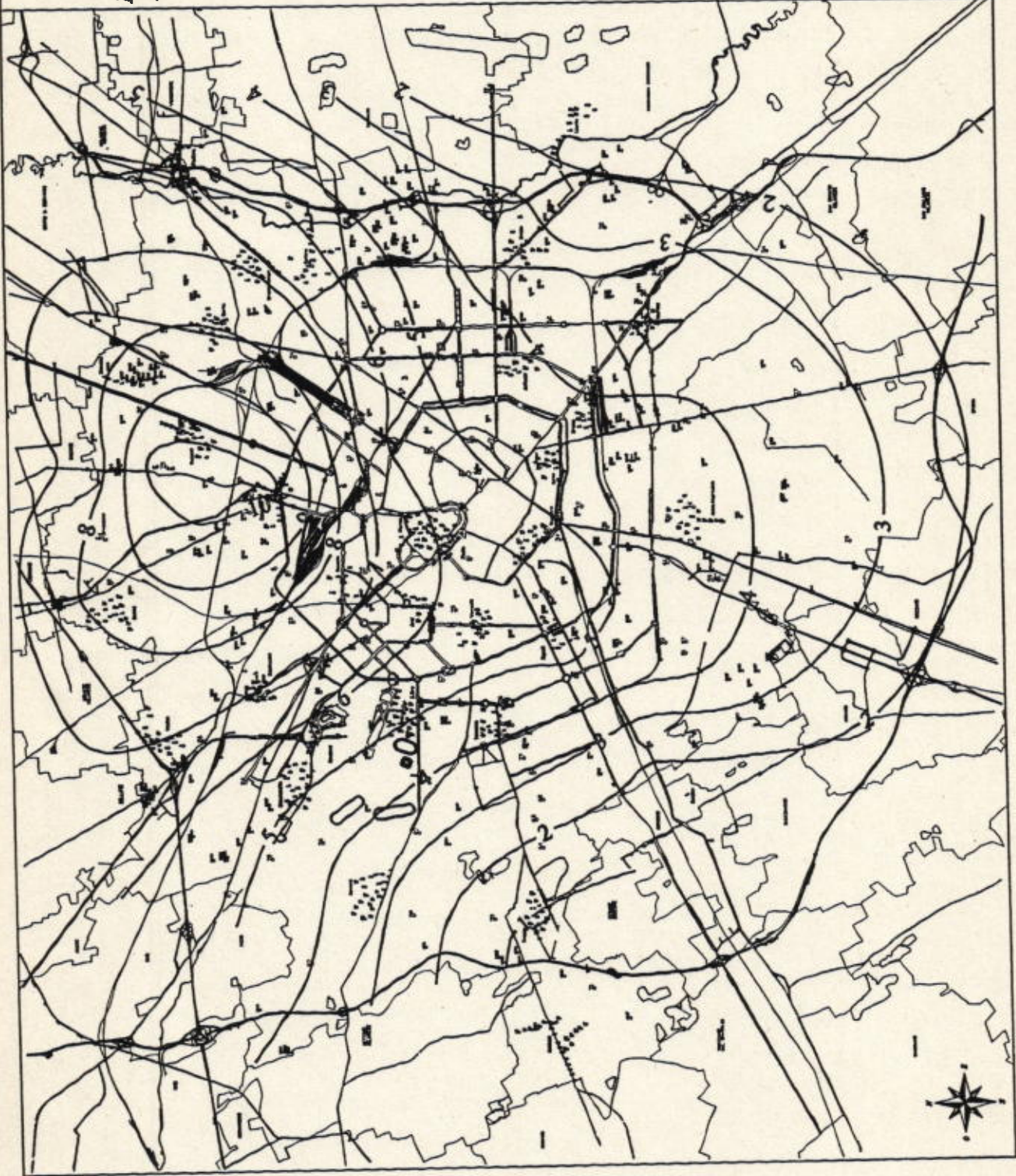
**CARTA DELLA DIFFERENZA (m)
PIEZOMETRICA 5/97 - 3/90**

LEGENDA

- 9 Pozzo Acquedotto Milano
- 15 Piazzometro Ufficio Fognature
Comune di Milano (attivo)
- 86 Piazzometro Ufficio Fognature
Comune di Milano (disattivo)
- 86 Piazzometro della rete della
Metropolitana Milanese S.p.A.
- 12^o Pozzo privato

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Falde





PROVINCIA DI MILANO
Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia

U.O. Tecnico Progetti Speciali

RETE DI MONITORAGGIO DELLA PRIMA FALDA

LEGENDA

Pozzi e piezometri di prima falda

♣ Pozzo Acquedotto di Milano

♠ Pozzo C.A.P.

♣ Piezometro C.A.P.

♣ Piezometro della rete della

Metropolitana Milanese S.p.A.

♣ Piezometro della rete del

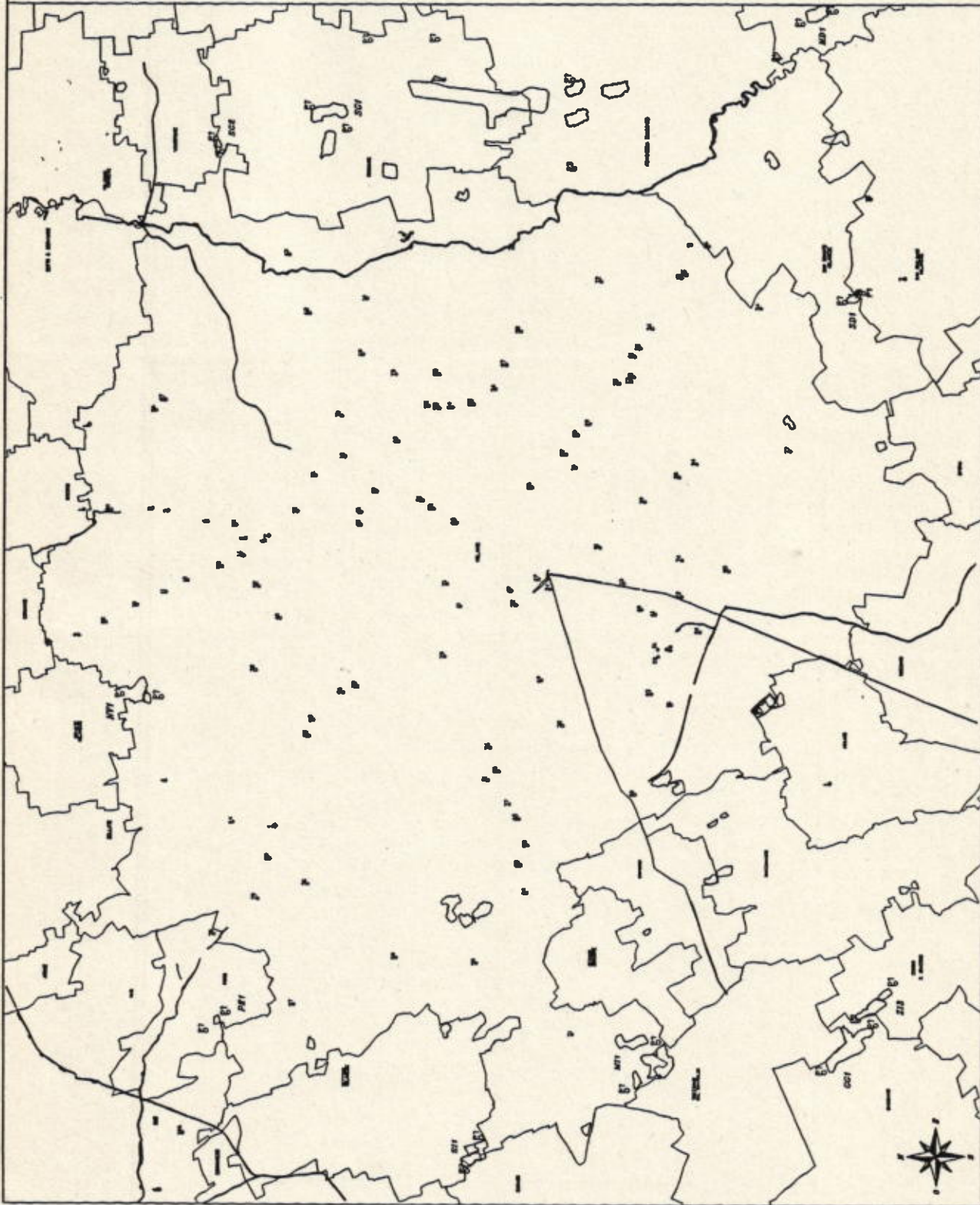
Sett. Pignature Comune Milano

♣ Piezometro rete Cave

♣ Piezometro privato

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Falda





PROVINCIA DI MILANO
Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

**CARTA DELLO STATO DI CRISI
DOVUTA ALL'INNALZAMENTO
DELLA FALDA**

Marzo 1997

LEGENDA

Arre di crisi segnalate

● Metropolitana

⊙ Strutture pubbliche

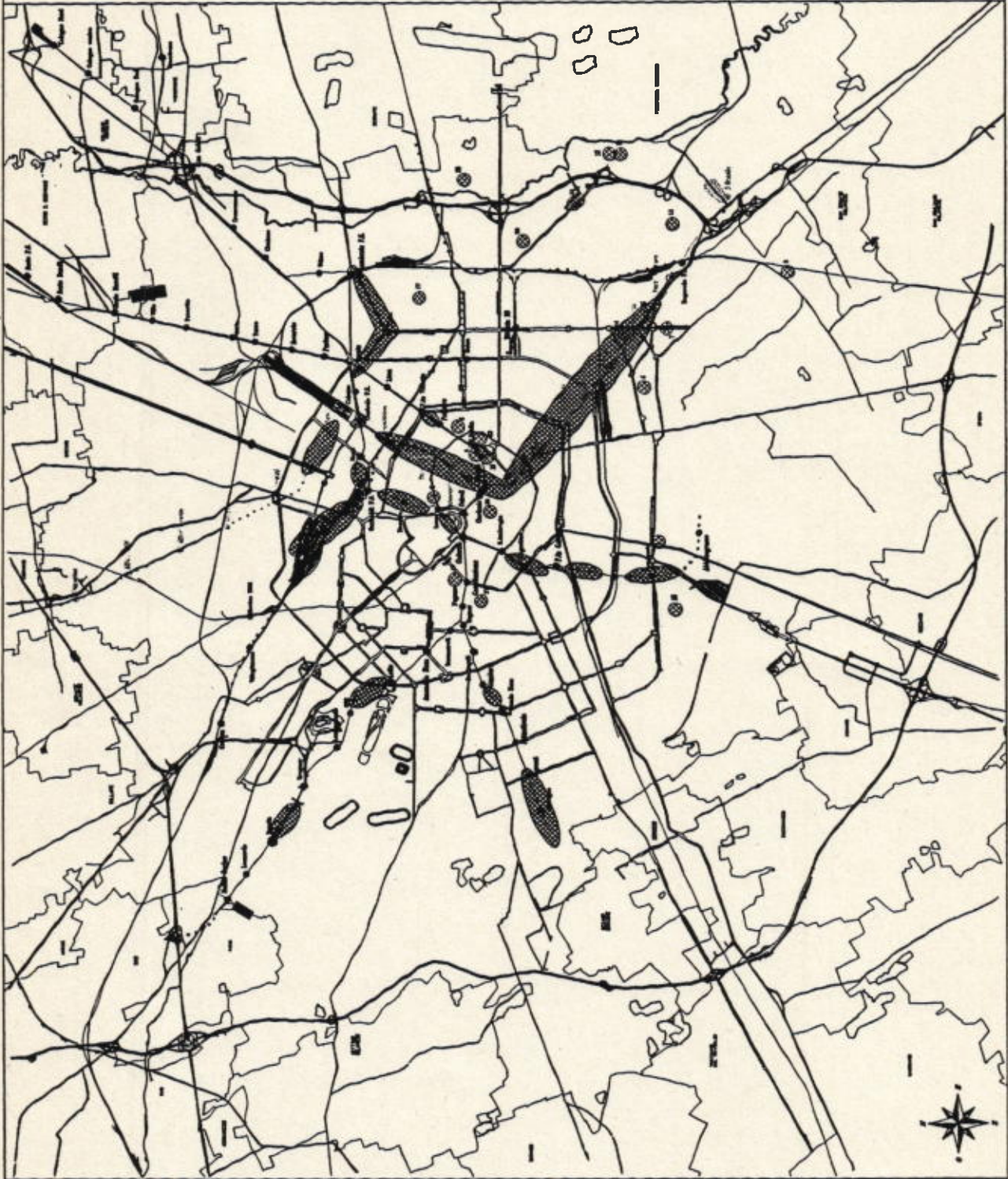
⊙ Strutture private

Acquedotto di Milano

non Nome della centrale

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Falda



Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese

Progettazione di massima degli interventi

Cap. 5

Prima valutazione della possibilità di utilizzo di bacini di cave nel
sud-Milano,
finalizzata al deflusso di acque freatiche verso la rete irrigua

Marzo 1997

Realizzazione a cura di

Provincia di Milano

Settore Ecologia - U.O.Tecnica Progetti Speciali - Ufficio Cave

Enti partecipanti al gruppo di coordinamento:

Coordinamento generale:

Provincia di Milano- Assessorato all'Ambiente -Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali

- **Settore Idraulica**
- **Parco Agricolo Sud Milano**

Ministero dei Lavori Pubblici - Provveditorato alle Opere Pubbliche della Lombardia Regione Lombardia

- **Assessorato all'Ambiente ed energia - Servizio Geologico e tutela delle acque..**
- **Assessorato ai Lavori Pubblici - Servizio Genio Civile**

Comune di Milano

- **Assessorato all'Ecologia - Settore Ambiente**

Assessorato ai Lavori Pubblici - Settore Acquedotto, Settore Fognature e Corsi d'Acqua Magistrato del Po

Autorità di Bacino Fiume Po

Azienda Consorzio Acqua Potabile

Consorzio Villoresi

MM s.p.a.

ATM

Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano

Hanno curato la realizzazione del presente elaborato:

Provincia di Milano

Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali, Ufficio Cave; dott. Guido Rosti, dott.Emilio Denti, dott. Ing. Maurizio Paggi, dott.Gianni Porto, dott. Andrea Zelioli.

1. Premessa

Il costante innalzamento della falda, iniziato dopo molti anni di progressivo abbassamento nei primi anni '90 e non ancora cessato, sta determinando in alcune aree del milanese gravi disagi dovuti alla sempre più frequente interferenza delle acque di falda con le strutture sotterranee.

Il fenomeno si manifesta in modo molto spiccato in tutto il settore a nord-est della città di Milano (area in passato fortemente industrializzata) ma è soprattutto l'area sud-orientale della città che maggiormente presenta problemi connessi con l'innalzamento della superficie freatica.

Ciò è dovuto alla soggiacenza della falda che dai 24 m dal p.c. a Nord della città si riduce a 6 m lungo il confine meridionale, avvicinandosi in modo preoccupante alla superficie topografica.

Tra i fattori che hanno contribuito all'innalzamento delle superfici piezometriche della prima e della seconda falda, determinante è stata la variazione dei regimi dei prelievi effettuati dai pozzi e dalle teste dei fontanili.

La riattivazione di questi ultimi, che hanno sempre svolto una naturale funzione di riequilibrio del bilancio idrologico dell'area in quanto naturale emergenza della superficie freatica, può assumere un importante ruolo tra gli interventi previsti nel piano di riequilibrio della falda.

Ad integrazione di questi interventi un importante ruolo può essere dato dal deflusso di acque di falda dalle cave che circondano la metropoli.

Una cava agisce, per la parte a monte, analogamente a un pozzo di prelievo, in quanto finisce per l'assorbire le acque di una regione a monte anche alquanto estesa, facendo convergere verso di sé le sue acque, in specie se la cava è molto ampia (una decina di ettari e più).

Nel tratto a monte della cava, per compensare la maggiore portata determinata dall'apertura dello scavo nella falda, la pendenza della falda aumenta.

Si verifica quindi che nel tratto a monte la cava determina abbassamenti della falda e a valle simmetrici sollevamenti.

La presenza della cava induce, come sottolineato in precedenza, un richiamo di acque superiore a quello preesistente verso il settore interessato dagli scavi, operando un'azione di drenaggio.

Si assiste quindi ad un incremento delle portate affluenti all'area di cava dopo l'apertura dello scavo in falda, incremento che viene accentuato pesantemente qualora si effettui una derivazione e conseguente deflusso delle acque di falda nella rete irrigua.

Una derivazione delle acque di falda ed il loro convogliamento nella rete idrica superficiale fa aumentare il fronte di richiamo delle stesse, incrementando gli effetti sopra evidenziati (abbassamenti a monte).

Si prenderanno in considerazione le cave e/o gli specchi lacustri che ricadono nell'area dove più manifesto è il problema dell'innalzamento della falda e la sua interferenza sulle strutture sotterranee.

Il favorire quindi il deflusso delle acque sotterranee convogliandole nella rete idrica superficiale (collegato ed integrato ad altri interventi quali la riattivazione dei fontanili lungo la cintura metropolitana) può costituire uno strumento utile per il riequilibrio della falda.

2. Proposta di intervento

Sono state in primo luogo considerate le principali cave in falda che circondano l'area metropolitana milanese lungo i confini orientale, meridionale ed occidentale, come evidenziato nell'allegata cartografia a scala 1:100.000.

Oltre alle cave in attività sono stati individuati i bacini lacustri che sono il prodotto di una passata coltivazione ed attualmente adibiti a pesca sportiva o ad attività ricreative, come i laghi a Sud dell'Idroscalo, in Comune di Peschiera Borromeo.

La prima fase di lavoro è consistita principalmente nell'individuazione dei possibili recapiti delle acque derivate dai bacini lacustri e nella valutazione delle modalità di deflusso delle stesse (naturale o forzato).

E' stata a tale scopo predisposta una scheda, per ogni cava interessata dal progetto, con l'indicazione della quota piezometrica e di quella del punto di recapito delle acque di falda, oltre all'ubicazione a scala 1:10.000 dei possibili punti di derivazione in relazione al recapito ipotizzato.

Sulla base di queste preliminari informazioni si sono valutate le modalità di deflusso e le portate coinvolte in relazione anche a quanto viene attualmente derivato in alcune cave, fra le quali la Cava Boscaccio di Gaggiano.

Le cave che in prima analisi potrebbero risultare idonee sono le seguenti:

Cava	Comune	Cava	Comune
Bossi	Pero	Monteverde	Colturano
Monzoro	Settimo Milanese	Mediglia	Mediglia
Sabbia Trezzano	Milano	Manara	Peschiera Borromeo
Merlini	Trezzano sul Naviglio	Giunone	Pioltello
Sannovo	Zibido S.Giacomo	Cantoni	Pioltello
Carcana	Zibido S. Giacomo	Binella	Segrate
Inerti Beton	Zibido S. Giacomo	Cassinella	Segrate
Basiglio	Basiglio	"laghetti"	Peschiera Borromeo
Cosmocal	S.Donato Milanese		

Un ruolo importante rivestono le cave poste nel settore sud-orientale della città, dove rilevanti sono i problemi alle strutture sotterranee connessi con il sollevamento della falda.

Numerose segnalazioni in questo senso sono pervenute dalle aree di Via Mecenate-P.za Ovidio, Corso Lodi, Chiaravalle.

Assume quindi un ruolo fondamentale per quest'area il drenaggio che potrà essere determinato dalla cava Cosmocal di San Donato Milanese, strettamente collegato ad altri interventi finalizzati.

Come evidenziato nella premessa il deflusso delle acque di falda deve essere potenziato anche attraverso i fontanili, soprattutto in settori dove questi ultimi rivestono un ruolo peculiare nel sistema idrico superficiale.

E' il caso dell'area Bareggio-Cusago dove sono presenti due laghi di cava che, pur presentando una potenziale idoneità al deflusso delle acque di falda, sono inseriti territorialmente in una zona particolarmente ricca di fontanili (fra i quali la Riserva Naturale del Fontanile Nuovo).

Si è ritenuto quindi, in questa prima fase di lavoro e per tale area, non considerare i progetti relativi ai bacini delle due cave, privilegiando al momento interventi finalizzati al recupero o al potenziamento dei fontanili il cui ruolo può risultare maggiormente efficace.

In altre situazioni deve essere prevista l'azione combinata deflusso acque di cava-fontanili. E' il caso ad esempio della Cava Sabbia di Trezzano, con la presenza di importanti fontanili, come evidenziato nella scheda allegata.

Da questa prima valutazione sull'utilizzo dei bacini di cava si evidenzia la possibilità di un deflusso di acque freatiche verso la rete irrigua ipotizzabile complessivamente in 2300-2500 l/s.

Questo valore è da ritenersi piuttosto cautelativo, soggetto presumibilmente ad un possibile incremento a seguito di verifiche di dettaglio che saranno oggetto della seconda fase del progetto.

La tabella allegata indica le portate e le modalità di deflusso per singolo bacino, oltre ai punti individuati per la derivazione.

3. Indicazioni sulle fasi successive di intervento

Prima di giungere ad una vera e propria progettazione dei singoli interventi è necessario procedere ad una indagine molto più dettagliata delle singole aree.

Studi finalizzati devono portare all'ottimizzazione delle portate da derivare in relazione alla potenzialità idrica della rete superficiale interessata dal deflusso delle acque.

Questa seconda fase dovrà sviluppare e verificare quanto qui di seguito sintetizzato:

- **Analisi delle oscillazioni stagionali della falda per ogni singola area di intervento**

Una prima valutazione è stata necessariamente compiuta nello sviluppo della fase precedente dove sono state considerate le oscillazioni della falda dal 1992 al 1995.

Ciò ha permesso di distinguere aree con fluttuazioni su base annua pari a 4-4.5 m nella porzione settentrionale (Pero ad Ovest e Cernusco sul Naviglio ad Est), che si riducono a meno di 2 m verso Sud (Cusago e Bareggio) fino ad oscillazioni dell'ordine del metro in tutta l'area meridionale.

Valori medi di oscillazione stagionale della falda riferiti al periodo 1992-1995 sono riportati nella tabella seguente.

Comune	Oscillazione stagionale media (m)
Pero	3.5-4
Settimo Milanese	1.5-2
Trezzano s.N-Gaggiano	1-1.5
Zibido San Giacomo	0.5-1
Basiglio	0.5-1
San Donato Milanese	1-1.5
Colturano	1
Mediglia	1
Peschiera Borromeo	1
Pioltello	3
Segrate	2.5-3

In fase progettuale l'analisi delle oscillazioni freaticometriche costituirà uno degli elementi basilari per la determinazione delle portate medie e massime da derivare per garantire un deflusso costante delle acque sotterranee dai bacini lacustri, nonché la verifica sulle modalità di deflusso (naturale o forzato).

- Si procederà a sopralluoghi finalizzati alla verifica dei punti di derivazione già individuati, soprattutto in relazione alle previsioni di ampliamento dell'attività estrattiva (si veda ad esempio le aree di pertinenza della Cava Manara di Peschiera Borromeo e la Cava Inerti Beton di Zibido San Giacomo).
Dovranno inoltre essere verificati e/o determinati con certezza in questa fase i seguenti punti:
 - * quota del punto di derivazione
 - * quota del canale ricettore, profondità e sezione
 - * calcolo della massima portata di deflusso
 - * definizione della portata da derivare
 - * valutazione modellizzata degli effetti sulla falda, nell'intorno della cava, del deflusso delle acque sotterranee.
- Si dovrà poi procedere alla scelta del reticolo idrico e del suo sviluppo a livello territoriale; ciò fornirà elementi utili alla programmazione delle acque derivate in funzione del loro utilizzo.
- Per utilizzi irrigui si dovrà determinare il rapporto tra volumi idrici richiesti per l'irrigazione e i volumi derivati dalle acque di falda, al fine di poter ridurre i volumi di acqua da erogare dai principali canali (Villoresi e Martesana), tenendo presente il contributo fornito dagli interventi di deflusso delle acque sotterranee.
- E' quindi indispensabile la connessione con i Consorzi Irrigui competenti.

- In questa seconda fase di intervento verranno definite le modalità di derivazione che costituiscono il fattore preponderante nella determinazione degli esatti costi di progetto.
- I costi sono legati ai seguenti fattori:
 - * Necessità di sollevamento delle acque per il loro convogliamento nella rete idrica superficiale.
 - * Necessità di creare un collegamento tra la roggia di deflusso e il lago di cava. In quest'ultimo caso i costi sono in funzione sia della lunghezza del canale di collegamento, sia dalla proprietà della superficie di terreno coinvolto per la sua realizzazione. Non deve inoltre essere esclusa la possibilità di ottenere l'occupazione urgente di suolo interessato dalle opere progettate, se non di proprietà della cava, con ulteriore aggravio dei costi. Questo aspetto potrà essere definito solo in fase progettuale.
- Verranno inoltre considerati i laghi di cava a Sud del Canale Villoresi presenti nella fascia settentrionale e nord-orientale dell'area urbana milanese quali:
 - * Cava Nord di Paderno Dugnano
 - * Polo estrattivo di Cernusco sul Naviglio (Cave Merlini, Increa, Visconta e G.&B.).

In questi casi si dovranno definire i rapporti tra acque sotterranee e gli importanti sistemi di irrigazione (Canale Villoresi e Naviglio della Martesana).

- Un aspetto importante assumono la Cava Nord di Paderno Dugnano e la Cava Merlini di Cernusco. Queste sono soggette ad immissioni delle acque dal C.le Villoresi che vanno ad alimentare i laghi adibiti a pesca sportiva, allo scopo di favorire l'ossigenazione e il ricambio delle acque.

Alla luce delle nuove condizioni idrogeologiche dell'area, va valutata l'indispensabilità delle immissioni e quindi verificata la possibilità di sospensione di questa ricarica con sostituzione mediante acqua di falda.

Ad ulteriore integrazione dei possibili interventi individuati in questa prima fase di lavoro, verranno inoltre presi in considerazione i laghi presenti nel settore sud-occidentale della città di Milano, costituiti da cave ormai cessate dopo l'entrata in vigore della normativa regionale in materia di cave (L.R. 18/82) :

Cava	Comune
Quinto Romano - mi 3	Milano
Ronchetto - mi 2	Milano
C.na Bassa - mi 6	Milano

4. Stima dei costi

Per la stima complessiva dei costi si fa riferimento a situazioni progettuali medie; i costi saranno con maggiore precisione definiti nella seconda fase di lavoro essendo strettamente legati ai risultati delle indagini di dettaglio.

• Costi per approfondimenti e studi propedeutici di definizione delle singole situazioni	lire	10.000.000
Costo del personale, considerando un impegno continuativo di 3 mesi:		
Ingegnere	lire	20.000.000
Geologo	lire	20.000.000
Geometra	lire	15.000.000
Totale	lire	65.000.000
• Costi medi di progetto e realizzazione:		
Opera di presa	lire	10.000.000
Canalizzazione (per 100 m)	lire	100.000.000
Sollevamento mediante pompe (costo energetico annuo complessivo con Q pompa 125 l/s, prevalenza 5 m, lavoro 65 %, consumo 10 KWh)	lire	200.000.000
Manutenzione opera di presa-soglia (costo annuo per derivazione)	lire	5.000.000
• Ipotizzando che gli interventi da progettare siano riferiti alle 17 aree di cava individuate dove si prevedono 26 opere di derivazione di cui il 50% a deflusso naturale e considerando verosimilmente opere di canalizzazione complessivamente pari a 200 m, i costi ipotizzati risultano pari a :		
Opere di presa	lire	260.000.000
Canalizzazione	lire	200.000.000
Sollevamento mediante pompe (costo energetico annuo)	lire	200.000.000
Manutenzione (costo medio annuo)	lire	130.000.000

Quadro riassuntivo dei costi

Costo del personale e indagini di dettaglio	lire	65.000.000
Costi fissi di progettazione e realizzazione	lire	460.000.000
Totale	lire	525.000.000
Costo medio annuo di gestione degli interventi:		
Costo energetico	lire	200.000.000
Costo di manutenzione	lire	130.000.000
Totale	lire	330.000.000

5. Conclusioni

Dalla prima analisi sulla possibilità di utilizzo di bacini di cave nel settore meridionale della città di Milano al fine di favorire il deflusso di acque freatiche verso la rete idrica superficiale, sono state stimate portate medie di emungimento complessivamente pari a 2300-2500 l/s.

Queste portate sono probabilmente suscettibili di incremento a seguito di indagini più approfondite che verranno sviluppate nella seconda fase del progetto, con rilievi di dettaglio, calcolo delle portate medie e massime consentite e valutazione dei costi.

Un ruolo importante assume, nella realizzazione del progetto, la predisposizione di una rete di monitoraggio finalizzata al controllo e alla verifica delle modificazioni della superficie piezometrica a seguito degli interventi proposti spesso legati alla riattivazione di fontanili in alcune aree di cava.

Questa rete di controllo, circoscritta alle aree di cava, è in effetti già in fase di predisposizione. Gli operatori sono infatti tenuti, in base all'art. 21 della Normativa del Piano Cave alla realizzazione di almeno due piezometri per il controllo delle acque sotterranee posti a monte e a valle dello scavo nel senso della direzione di flusso della falda.

A tale scopo nell'allegato 1 si riportano le linee guida di riferimento per il monitoraggio della falda ai sensi dell'art. 21, che costituisce un valido strumento per una corretta realizzazione e gestione dei piezometri.

La rilevazione mensile della soggiacenza della falda, già prevista dalle disposizioni adottate, consentirà di verificare puntualmente l'efficacia del progetto proposto.