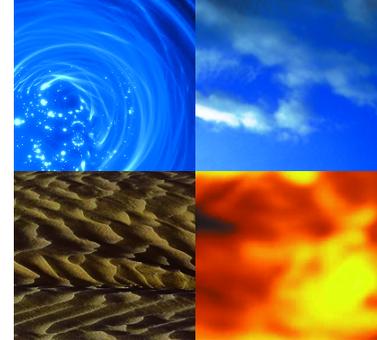


Relazione
sullo Stato
dell'Ambiente
del Comune
di Milano





CICLO INTEGRATO DELLE ACQUE

Il ciclo delle acque nel territorio milanese disegna un tipico sistema idrologico aperto. Esso è caratterizzato da cospicui apporti da monte sia superficiali sia, soprattutto, sotterranei; da flussi in ingresso (precipitazioni) e in uscita (evapotraspirazione) all'interfaccia tra suolo, vegetazione e atmosfera; da intensivi processi di trasformazione delle acque all'interno del sistema stesso; dallo scarico a valle delle acque, prevalentemente sotto forma di deflusso superficiale, recapitato nei corpi idrici naturali e, in misura ormai quasi trascurabile, asperso sul territorio agricolo di valle. L'ingresso al sistema è circa 450 milioni di metri cubi l'anno, per quasi 3/5 costituito da emungimenti della falda, alimentata da monte, e per meno di 2/5 dalle precipitazioni, con ulteriori apporti dovuti al trasporto delle acque tramite canalizzazioni artificiali. La corrispondente quantità in uscita è costituita dagli scarichi, dall'evapotraspirazione e, seppure in misura trascurabile, dagli usi irreversibili dell'acqua. L'acqua risulta quindi la componente di gran lunga più importante nel bilancio di massa della città. L'intensa captazione delle acque caratterizza fortemente l'idrologia urbana di Milano. La principale ed esclusiva fonte d'approvvigionamento idrico è il serbatoio naturale costituito dall'acquifero locale. La scelta di utilizzare questa fonte, in luogo di fonti alternative di monte, risale alla seconda metà del secolo XIX (1887) ed è legata sia all'abbondanza e all'ottima qualità fisico-chimica della risorsa

idrica resa disponibile dall'acquifero cittadino, sia all'irriducibile opposizione delle amministrazioni montane a consentire prelievi idrici nel loro territorio. Ne consegue oggi un sistema di rifornimento dell'acqua potabile costituito da un insieme di reti locali, focalizzate sulle centrali di pompaggio, con la duplice funzione d'emungimento idrico dal sottosuolo e d'immissione nella rete di distribuzione in pressione, conformata a tela di ragno. L'architettura del sistema è quindi atipica, caratterizzata da una fine distribuzione territoriale, laddove le eventuali misure di potabilizzazione sono attuate direttamente nelle centrali stesse. I principali indicatori dell'efficacia e dell'efficienza della rete acquedottistica, senza dubbio soddisfacenti, sono le perdite di rete (relativamente basse) e i consumi energetici (relativamente modesti). La soddisfazione del fabbisogno, caratterizzato da consumi in linea con quelli delle metropoli europee, si accompagna anche a tariffe idriche storicamente tra le più basse in Italia e in Europa (si veda ind. n. 1). Nel territorio milanese si sviluppa una struttura idrografica articolata e complessa, crocevia di tre principali bacini naturali (Lambro, Seveso e Olona da est a ovest) e di un sofisticato insieme di canali artificiali e rogge, che identifica nei Navigli la sua impronta storica saliente e nel sistema di drenaggio urbano il progetto dell'evoluzione cittadina. La conformazione territoriale della rete idrografica minore discende dalla necessaria



ripartizione tra superfici scolanti e canali di scarico, che pone in stretta relazione il sistema idrografico naturale con quello artificiale, attraverso molteplici interconnessioni variamente distribuite sul territorio. A sua volta, la ricchezza dell'acquifero milanese comporta anche complesse interazioni tra la fase superficiale del deflusso idrico e quella sotterranea, attraverso flussi che si possono sviluppare nelle due direzioni. La storica presenza dei fontanili nella zona meridionale immediatamente a valle del territorio cittadino testimonia una profonda interconnessione tra idrografia e idrologia sotterranea, che, nonostante le modificazioni prodotte dalla profonda e intensa urbanizzazione, caratterizza il ciclo dell'acqua in questo territorio.

Il sistema idrografico milanese sopporta pressioni antropiche assai elevate, che influiscono direttamente sia sulla quantità dei flussi idrici, per via della notevole porzione di deflussi superficiali regolabili; sia sulla morfologia dei sistemi fluviali, interamente modificata dall'uomo con opere intensive di sistemazione longitudinale e trasversale dei corsi d'acqua; sia, e soprattutto, sulla qualità chimica, fisica e microbiologica delle acque. Lo stato chimico, ecologico e ambientale dei principali corsi d'acqua appare già compromesso alle soglie di monte del territorio comunale e s'aggrava ulteriormente nel percorso cittadino (si veda ind. n. 2).

A parte casi isolati (Canale Martesana) si evidenziano condizioni ambientali scadenti o addirittura pessime (Lambro, Olona, Seveso, Vettabbia, Redefossi).

Nello stesso tempo, le acque sotterranee sono soggette a significativi fenomeni di contaminazione, sia d'origine agricola sia di provenienza industriale, i cui effetti di lungo periodo vengono esaltati dal cono di depressione piezometrica caratteristico dell'area milanese,

associato agli elevati prelievi idrici. In ragione della direzione principale del flusso idrico sotterraneo, da nordovest a sudest, si determina un forte richiamo d'acque provenienti dai settori settentrionali, in particolare da quello nordoccidentale, caratterizzati da un elevato grado di contaminazione (si veda ind. n. 3). L'attuale processo di deindustrializzazione delle aree a monte del territorio milanese comporta, su un orizzonte temporale di lungo periodo, la riduzione delle sorgenti inquinanti, ma la contemporanea diminuzione dei prelievi idrici a scopo industriale provoca, allo stato attuale, la movimentazione di contaminanti prima contenuti negli strati insaturi del terreno, che raggiungono così la falda attiva e vengono trasportati a valle, invadendo, con *plumes* di notevole e crescente estensione, il territorio milanese.

Al processo di deindustrializzazione è anche legato il fenomeno dell'innalzamento della superficie piezometrica evidenziatosi negli ultimi anni, in opposizione a quanto si verificava nel periodo immediatamente precedente, quando, per l'abbassamento della falda, si poneva la questione della subsidenza. Esso si caratterizza per un tasso di crescita assai elevato nella sua entità complessiva e per un impatto assai variabile nello spazio. L'origine antropica del fenomeno emerge chiaramente dal confronto tra l'assetto dell'acquifero, quale storicamente si osservava, per esempio, alla fine del secolo XIX e quello attuale. Per via dell'elevato prelievo, oggi la falda è ancora depressa rispetto ad allora; ma è assai meno depressa oggi di quanto lo fosse 40 o 30 anni fa. Infatti, la progressiva caduta della superficie piezometrica di Milano, che diventa apprezzabile nel secolo XX con la crescita dei prelievi idrici e, soprattutto, industriali, si esalta con lo sviluppo industriale del dopoguerra.

In risposta alla sostanziosa diminuzione dei prelievi, rispetto alle punte precedenti, che oggi si è manifestata, la dinamica dell'acquifero si è poi invertita, tendendo verso il recupero del suo assetto piezometrico naturale. Il fenomeno produce l'affioramento della falda nel sottosuolo urbanizzato durante il periodo di maggior depressione della piezometrica, con il danneggiamento dei manufatti sia dal punto di vista strutturale, sia da quello funzionale, per via d'infiltrazioni e allagamenti dovuti alla diminuita soggiacenza rispetto alle originarie ipotesi di progetto. L'Amministrazione Comunale provvede al controllo del fenomeno tramite alcune stazioni di pompaggio dedicate.

La risposta alla progressiva contaminazione delle acque di approvvigionamento da falda comporta adeguate misure di potabilizzazione (si veda ind. n. 4). Le centrali locali di potabilizzazione, dotate di sistemi accoppiati di vasche di filtrazione e torri di aerazione, garantiscono, assieme a una buona flessibilità di servizio e una risposta mirata alle necessità poste dalla qualità delle acque emunte, variabile da sito a sito, una qualità delle acque distribuite in rete sempre compatibile con le norme italiane ed europee.

Il quadro analitico generale evidenzia infatti concentrazioni rilevate sempre inferiori ai massimi ammissibili e, spesso, anche ai valori guida. Non si rilevano quindi inconvenienti connessi alla qualità delle acque distribuite in rete, a testimonianza dell'efficacia e dell'efficienza delle misure di potabilizzazione applicate. Le acque in uscita dal sistema idrologico milanese sotto forma liquida sono quasi totalmente trasportate dalla rete fognaria, che le recapita nei corsi d'acqua e la cui architettura è legata alle varie fasi di sviluppo urbanistico della città, a partire dal 1868 fino all'assetto attuale, disegnato in via

praticamente definitiva nei primi anni '50 del secolo XX. Poiché Milano non è attraversata da un fiume vero e proprio, la struttura della rete adotta uno schema di canalizzazione a terrazzi con più sfoci, dove i collettori a servizio del bacino interno, delimitato dall'Olona e dalla cintura ferroviaria, e quelli del bacino esterno scaricano nei colatori esistenti a valle della città (si veda ind. n. 5).

La rete è quasi totalmente unitaria, ossia convoglia nello stesso canale di scolo sia le acque di scarico, sia quelle pluviali. Con il suo sviluppo (circa 1400 km) copre la quasi totalità della domanda. I canali di scolo sono mediamente vetusti, anche se la buona qualità della progettazione e della realizzazione dei manufatti più antichi li rende ancora funzionali a patto di assidui interventi di manutenzione. La rete minore ha inoltre una particolare struttura a maglie, con canali di scolo costituiti da sezioni relativamente molto abbondanti, anche per motivi d'ispezionabilità e manutenibilità; per via della sua modesta pendenza, la rete minore è così in grado di accumulare temporaneamente acque piovane provenienti da bacini scolanti anche estesi, talora tramite il bilanciamento automatico dei carichi. Questa modalità di funzionamento limita il carico di punta sui collettori principali, altrimenti incapaci di smaltire il surplus d'acque piovane prodotte dall'accresciuta impermeabilizzazione del territorio rispetto all'epoca della loro progettazione. La realizzazione di tre impianti di depurazione prevede la suddivisione del territorio comunale in tre bacini scolanti: occidentale, di circa 85 kmq; centro-orientale, di circa 81 kmq; e orientale, di circa 16 kmq. La depurazione delle acque di Milano era condotta, fino a tutto il XIX secolo e in modo abbastanza efficiente, tramite depurazione biologica naturale, che si veniva a realizzare nei comprensori irrigui a valle della città.



L'irrigazione con le acque reflue aveva antiche tradizioni, poichè veniva praticata già nel XII secolo dai monaci cistercensi dell'Abbazia di Chiaravalle, che avevano creato i primi campi marcitatori alimentati dalle acque della roggia Vettabbia, nella quale, già allora, si raccoglievano le acque di scarico della città di Milano. La stessa denominazione di Lambro Merdario, con cui era indicato storicamente il Lambro Meridionale, testimonia l'importanza agricola delle acque reflue di Milano. Con il sistema di depurazione oggi in costruzione, la portata fognaria sarà convogliata interamente negli impianti di Milano Sud e di Peschiera Borromeo già a partire dal 2003, mentre l'impianto di Nosedo funzionerà inizialmente per il 25%, entrando a regime completo dal 2004 (si veda ind. n. 6).

Le acque reflue di Milano presentano parametri di valutazione dell'efficienza di depurazione molto variabili da stagione estiva a stagione invernale. Il sistema prevede anche la depurazione delle acque di prima pioggia, ad elevato contenuto d'inquinanti, accumulati nei periodi secchi sulle superfici urbane e dilavati dalle acque piovane. Il clima controlla esternamente il sistema idrologico, le cui retroazioni, a loro volta, possono influenzare il microclima locale. L'anomalia climatica di una vasta conurbazione si evidenzia per la differenza di valori delle variabili

meteoidrologiche rispetto alle aree rurali circostanti. L'isola di calore, caratteristica delle aree inurbate, si esalta grazie ad una situazione generale complessivamente favorevole, soprattutto in termini di aumento di temperature e tasso di precipitazione dei nubifragi, ma anche per i fenomeni di retroazione legati all'inquinamento atmosferico. Di conseguenza, cambiamenti climatici a scala globale e regionale possono esaltarsi a scala metropolitana. In generale, il clima di Milano si sta evolvendo verso una condizione limite di continentalità e le oscillazioni degli indici climatici indicano un assetto più caldo oggi rispetto all'immediato passato. Anche se un assetto simile fu già sperimentato nella prima metà del secolo XIX, le fluttuazioni appaiono oggi più rilevanti, con effetti sulla dinamica dell'evaporazione potenziale (si veda ind. n. 7). L'evoluzione del clima si riflette sull'intensità dei nubifragi, che mostra fluttuazioni quasi cicliche di medio periodo, indicando come nel passato (metà del secolo XIX, inizio del secolo XX, metà del secolo XX) si siano manifestati periodi ad elevata intensità dei nubifragi, quale l'attuale. In questa fase climatica, però, la rapidità del cambiamento sembra peculiare.

Prelievi idrici, sistema acquedotto e consumi finali

INDICATORE

1

TIPOLOGIA

P-R

QUADRO DI RIFERIMENTO

DPR 24 maggio 1988, n. 236, attuazione della Direttiva CEE n. 80/778 (poi sostituita dalla Direttiva 98/83/CE), qualità delle acque destinate al consumo umano.
L. 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale per la difesa del suolo".
L. 5 gennaio 1994, n. 36 (c.d. Legge Galli) "Disposizioni in materia di risorse idriche".
L.R. 20 ottobre 1998, n. 21, organizzazione del servizio idrico integrato e individuazione degli Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) in attuazione della Legge 36/94.
D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento delle Direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE.
D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 (c.d. Acque bis), disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. n. 152/99.
D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31, attuazione della direttiva 98/83/CE, qualità delle acque destinate al consumo

RIFERIMENTI

AD ALTRI INDICATORI

La pressione sul sistema d'approvvigionamento idrico è strettamente legata alla qualità delle acque di falda (ind. n. 3) e alla struttura della domanda, in relazione ai diversi usi dell'acqua che emergono dal tessuto socio-economico della città

La principale ed esclusiva fonte d'approvvigionamento idrico della città di Milano è il serbatoio naturale costituito dalla falda sotterranea nel territorio cittadino. La pressione antropica sull'acquifero è quindi caratterizzata, in estrema sintesi, dalla numerosità dei pozzi e dai volumi annui prelevati (in milioni di metri cubi), per ogni settore d'utilizzo delle acque. L'utilizzazione di tale fonte in luogo di fonti alternative di monte risale alla seconda metà del secolo XIX (1887) ed è legata sia all'abbondanza locale della risorsa idrica sotterranea, sia all'irriducibile opposizione delle amministrazioni montane (soprattutto in provincia di Bergamo) a consentire prelievi idrici nel loro territorio. Ne consegue oggi un sistema di rifornimento dell'acqua potabile costituito da un insieme di reti locali, focalizzate sulle centrali d'emungimento, che svolgono la duplice funzione di emungere l'acqua dal sottosuolo ed immetterla in pressione nella rete

di distribuzione, conformata a tela di ragno e sostanzialmente interconnessa. Si tratta quindi di un sistema atipico, finemente distribuito sul territorio, laddove le misure di potabilizzazione in risposta alla qualità delle acque grezze di falda, talora insufficiente all'immissione diretta in rete, sono direttamente attuate nelle stesse centrali d'emungimento. La pressione sul sistema distributivo è caratterizzata dai consumi idrici pro-capite, la cui evoluzione nel tempo descrive, con l'evoluzione della domanda, quella della società. Per la struttura del sistema, le perdite in rete e i consumi energetici costituiscono i principali indicatori dell'efficacia e dell'efficienza della rete acquedottistica, senza dubbio soddisfacenti. Inoltre, le tariffe idriche sono storicamente tra le più basse in Italia e in Europa. Infine, i prelievi da acque superficiali non sono significativi nel Comune di Milano.

Come indicato nella Tabella 8.1, accanto ai pozzi pubblici, è oggi attivo un numero non molto inferiore di pozzi privati, a prevalente uso industriale. Per la struttura del sistema, finemente distribuita nello spazio, l'elevata numerosità dei pozzi comporta un'alta densità spaziale dei punti terebrati. I nodi di connessione tra superficie del territorio e acquifero sono quindi molto fitti, ancorché sparsi nel territorio. Ciò agevola il monitoraggio e il controllo delle acque sotterranee a fine risoluzione spaziale. Ma, nel caso dei numerosi pozzi e piezometri fermi e in disuso senza avere provveduto alla cementazione, tali nodi possono dare origine a significative sorgenti d'inquinamento. Nell'ultima decade il prelievo totale dai pozzi pubblici ha subito un decremento costante (Figura 8.2), caratterizzato da un tasso annuale di poco più dell'1% (12‰). Il fenomeno è legato all'evoluzione demografica, che vede una costante diminuzione degli abitanti residenti, la quale non è compensata da una crescita dei consumi equivalenti pro-capite, sia per la dimi-

nuita domanda idrica industriale, sia per la saturazione del fabbisogno idropotabile pro-capite.

La distribuzione disuniforme degli emungimenti nelle diverse zone (Figura 8.3) riflette la struttura del sistema, quale si è venuto a sviluppare nel corso di più di un secolo. La localizzazione delle centrali risponde infatti ad istanze, legate principalmente alla possibilità d'allocazione degli impianti nel tessuto urbano e alla natura locale del sottosuolo, diverse da quelle alla radice della zonizzazione urbana.

La Figura 8.4 evidenzia che nell'ultima decade il prelievo totale dai pozzi privati ha subito un decremento costante, caratterizzato da un tasso annuale pari a circa il 6%, assai più elevato rispetto ai pozzi pubblici. Il fenomeno è senz'altro legato alla progressiva e costante deindustrializzazione del territorio comunale e, in misura relativamente minore ma non valutabile in modo quantitativo, a una maggiore propensione all'uso reversibile (riciclo) delle acque in ambito industriale.

Le perdite di rete (Figura 8.5) comprendono sia le perdite reali o fisiche, sia le perdite amministrative, costituite dai volumi idrici consumati ma non contabilizzati. Alla fine del XIX secolo (anno 1897) esse ammontavano a circa il 20% del prelievo, ma vennero in seguito contenute fino a un valore residuale di circa il 3% (anno 1938) per via dei miglioramenti tecnologici intervenuti nella prima metà del secolo XX. Dal dopoguerra in poi sono quindi aumentate con l'estendersi della rete, fino ad assestarsi entro valori inferiori di norma al 10%. Per il 70%, indicativamente, sono perdite reali. Si tratta di valori senz'altro modesti, non solo se confrontati con quelli di altre città italiane, spesso molto più elevati, ma anche con quelli di altre metropoli europee. La ragione delle modeste perdite di rete del sistema acquedottistico milanese è, in gran parte, intrinseca - in virtù della struttura del sistema, spazialmente distribuita, che minimizza il percorso tra punti di prelievo e di consumo rispetto alle usuali architetture acquedottistiche - ma discende anche da meriti di gestione. Nel 1900 l'acquedotto milanese produceva circa 7,6 milioni di metri cubi all'anno, saliti a circa 34 nel 1910 e circa 107 nel 1930. La variazione di medio periodo (dagli anni '40 del secolo scorso ad oggi) dei dati annuali di prelievo e consumo conturato dipinge la dinamica di sviluppo dell'area cittadina (Figura 8.6). Alla crescita repentina nel dopoguerra (circa 336 milioni di metri cubi all'anno conturati nel 1970) segue un progressivo e costante decremento a partire dagli anni '70 del secolo scorso, fino ai circa 227 milioni di metri cubi conturati nell'anno 2000.

Il consumo d'acqua potabile, che alla fine del XIX secolo si può stimare in circa 50 litri pro-capite al giorno, vede una crescita repentina nel dopoguerra, quando passa dai circa 300 litri pro-capite al giorno a 400 (inizio anni '50) e poi a 500 (inizio anni '60), ma tende in seguito a stabilizzarsi intorno a un valore prossimo a 530 litri pro-capite al giorno (Figura 8.7). Si tratta di un valore in linea con quello di altre metropoli europee e confrontabile anche con quello delle città nordamericane più parsimoniose. Esso testimonia un uso consapevole da parte dei cittadini, anche per la tariffa differenziata a seconda dei consumi e nonostante un prezzo di fornitura assai conveniente.

Per via dell'insufficiente qualità delle acque di falda (si veda ind. n. 3), pur prelevate ad elevata profondità, sono necessarie misure di potabilizzazione (elencate in Tabella 8.2) prima dell'immissione in rete. Dal punto di vista microbiologico la qualità di queste acque, se prelevate, come in effetti avviene, a più di 40 m dal piano campagna, è sempre tale da assicurare le caratteristiche di potabilità (si veda ind. n. 4). Si possono però veri-

ficare infiltrazioni di acque superficiali contaminate nelle strutture d'adduzione, in particolare attraverso la "testa" dei pozzi per l'allagamento delle camerette di avampozzo. Per contrastare questo fenomeno, ogni stazione di pompaggio dispone di sistemi di disinfezione, generalmente tramite additivazione di ipoclorito di sodio; in due centrali è usato anche il trattamento mediante raggi U.V.C. che all'efficace azione disinfettante accoppia il pregio di mantenere inalterate le qualità organolettiche dell'acqua. Per quanto riguarda l'inquinamento chimico, la crescente presenza di centrali dotate di sistemi accoppiati di filtri a carboni attivi e torri d'aerazione consente una buona flessibilità di servizio, al fine di fronteggiare i problemi posti dalla contaminazione chimica delle acque emunte sia per contenuto di composti organo-clorurati sia per la presenza di pesticidi (si veda ind. n. 4). Per quanto concerne i metalli, i casi di contaminazione sono limitati a pochi pozzi la cui acqua contiene cromo VI; per questo tipo di contaminante l'Acquedotto non ha installato specifici impianti di trattamento, ma si limita ad escludere dal servizio i pozzi che superano l'attuale soglia di accettabilità fissata a 50 mg/l.

Poiché il sistema d'approvvigionamento idrico milanese comporta un massiccio impiego di energia, sia per il sollevamento (emungimento da falda e immissione nella rete in pressione), sia per il trattamento di potabilizzazione, il costo energetico riveste un importante ruolo di indicatore dell'efficienza del sistema (Figura 8.8). Il dato attuale (pari nel 2002 a 0,46 chilowattora per metro cubo d'acqua conturata) indica un costo energetico non trascurabile ma in ogni caso assai inferiore a quello di altre città italiane (a.e. Bologna, Torino, Trieste), in aumento tendenziale anche per il crescente fabbisogno energetico ai fini del trattamento delle acque grezze, per via della necessità di produrre acque conformi alle prescrizioni di qualità richieste dalla normativa e del contemporaneo decadimento di qualità delle acque grezze, a causa dei persistenti fenomeni d'inquinamento della falda.

La tariffa per l'uso domestico dell'acqua potabile (Figura 8.9) si differenzia secondo i consumi dell'unità abitativa allacciata (app.), con valori inferiori a 10 centesimi di Euro per i consumi più modesti, fino a poco più di 20 centesimi di Euro per quelli più elevati (anno 2002). La diversificazione delle tariffe fu modificata nel 1987, introducendo tre classi di consumo medio giornaliero in luogo delle quattro precedenti. In assoluto, il rifornimento idropotabile del Comune di Milano risulta comunque uno dei più convenienti per l'utente in Italia. Va anche rilevato come la tariffa risulti sostanzialmente immutata, a valori monetari attualizzati, se

non in leggera diminuzione sul lungo periodo (dal 1976 al 2002). Se si confronta questo dato con la buona efficacia ed efficienza del servizio e, nello stesso tempo, con il bilancio economico del servizio, in attivo, si può concludere come il Civico Acquedotto fornisca un servizio adeguato e soddisfacente alle famiglie milanesi. La tariffa per usi dell'acqua potabile di tipo non domestico (Figura 8.10) è oggi tra le più modeste in Italia, con un valore di circa 25 centesimi di Euro per metro cubo d'acqua conturata (anno 2002). Si tratta dello stesso valore della metà degli anni '70 del secolo XX. I leggeri aumenti (non superiori al 20%) intervenuti negli anni '80 e '90 sono stati in pratica riassorbiti nell'ultimo lustro del secolo.

La tariffa per uso domestico si differenzia oggi in tre classi di consumo (espresso in litri al giorno per utenza allacciata) a prezzo unitario crescente (Figura 8.11).

L'uso non domestico è conturato a un prezzo unitario pari a quello della classe di consumo domestico più alto, mentre l'uso agricolo ad un prezzo unitario circa pari a quello della classe domestica più bassa. Per alcune utenze domestiche privilegiate viene applicata una tariffa praticamente dimezzata rispetto a quella della classe domestica più bassa. Nel suo complesso, la tariffa praticata dal Comune di Milano è oggi tra le più basse in Italia e in Europa. La struttura della tariffa domestica, legata ai consumi unitari, favorisce un uso consapevole della risorsa idrica da parte degli utenti.

TABELLA 8.1
Numero totale di pozzi per settore d'utilizzo
Fonte: Civico Acquedotto di Milano (2002)

	ATTIVI (1)	FERMI (2)	IN DISUSO (3)	TOTALE
Pozzi pubblici	370	161	19	550
Pozzi privati	239	(-)	(-)	239
Piezometri	503	17	3	523
Gestore non definito	(-)	(-)	(-)	(-)
Totale	1.112	164	36	1.936

(1) Pozzi attualmente utilizzati dall'Acquedotto.

(2) Pozzi fermi per contaminazione, ma pronti ad essere riattivati con impianti di trattamento.

(3) Pozzi ormai da tempo fuori uso e in attesa d'abbandono definitivo e cementazione.

FIGURA 8.1
Campi pozzi dell'acquedotto di Milano
Fonte: Civico Acquedotto di Milano (2002)

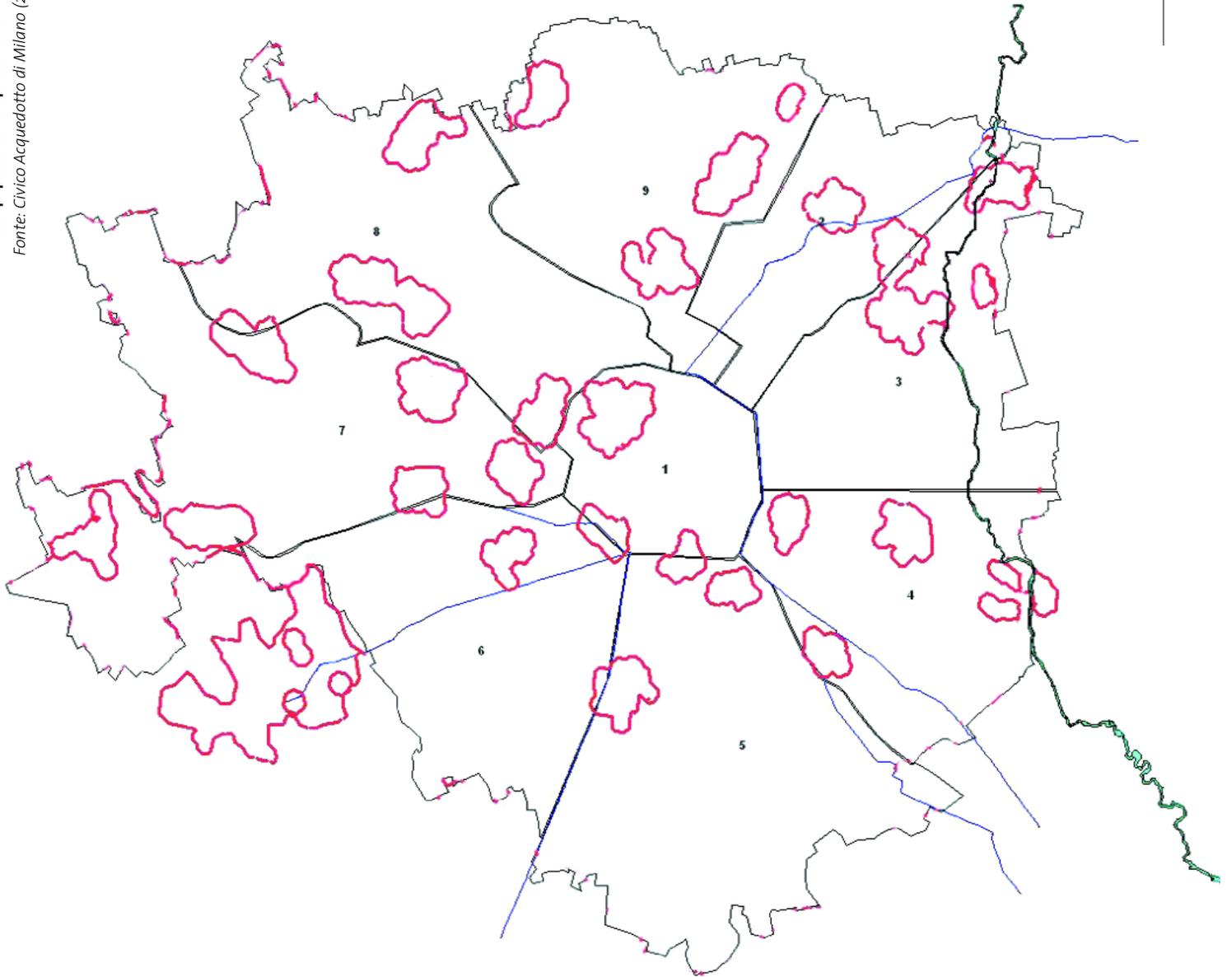


FIGURA 8.2
Prelievi idrici totali da pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano, Ufficio Statistica (2002)

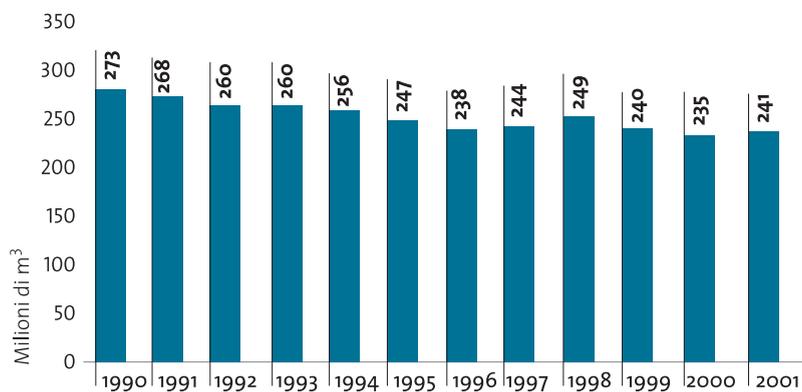


FIGURA 8.3
Prelievi idrici totali da pozzi pubblici: ripartizione per zone di decentramento, anno 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano, Ufficio Statistica (2002)

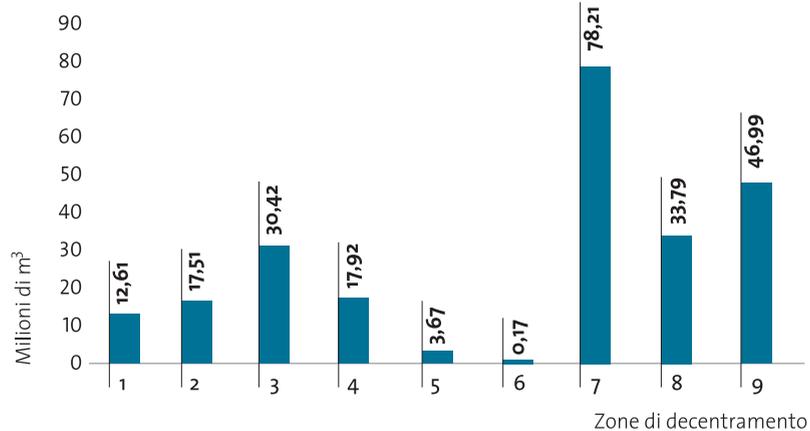


FIGURA 8.4
Prelievi idrici totali da pozzi privati
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano, Ufficio Statistica (2002)

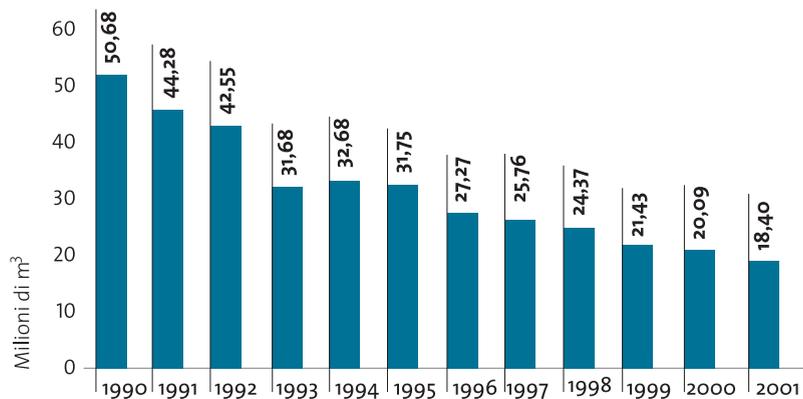


FIGURA 8.5
Perdite di rete
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano (2002)

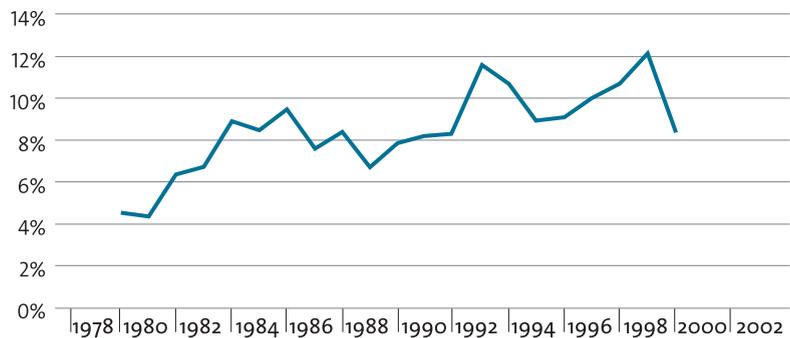


FIGURA 8.6
Perdite di rete (confronto acqua emunta/acqua conturata)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano (2002)

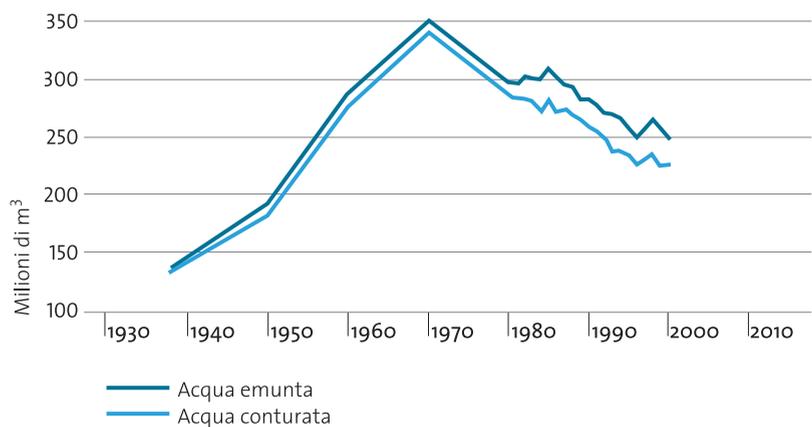


FIGURA 8.7
Consumi idrici quotidiani pro-capite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano (2002)

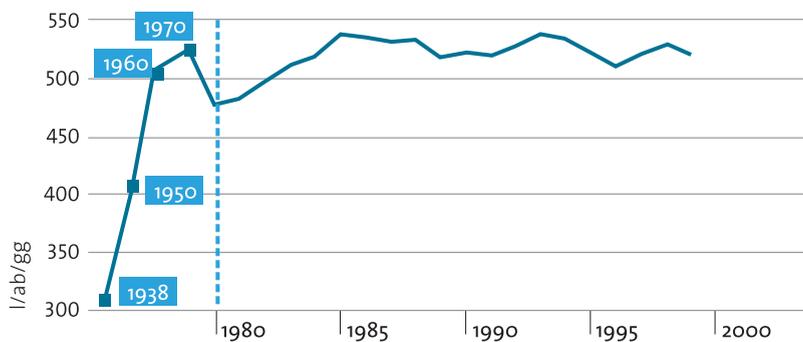


FIGURA 8.8
Indice d'efficienza energetica della rete acquedottistica (energia consumata per unità di fornitura idrica conturata)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano, Ufficio Statistica (2002)

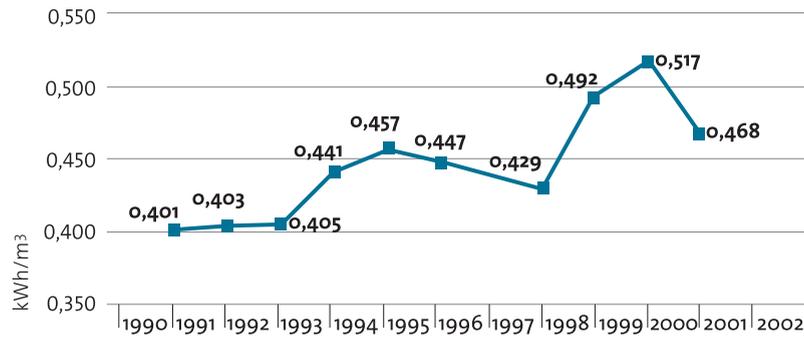


FIGURA 8.9
Andamento della tariffa dell'acqua per usi domestici (€ attualizzati al giugno 2002)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano, Ufficio Statistica (2002)

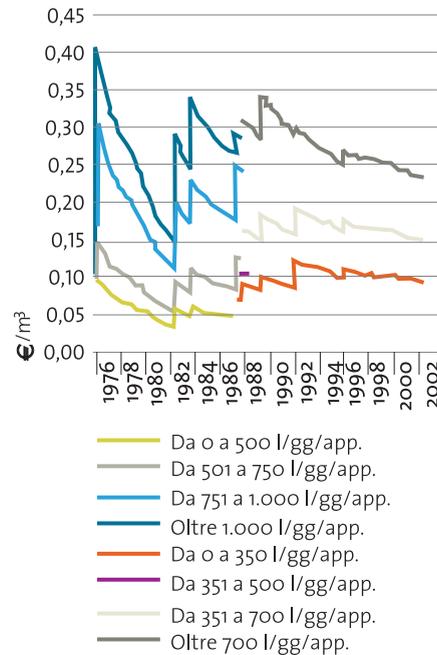


TABELLA 8.2
Misure di potabilizzazione (numero e tipologia di impianti)
Fonte: Civico Acquedotto di Milano, Ufficio Statistica (2002)

TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO	N° CENTRALI
Vasche di filtrazione in cemento armato (a carboni attivi)	3
Torri d'aerazione	2
Vasche di filtrazione in cemento + Torri d'aerazione	1
Vasche di filtrazione in metallo	7
Vasche di filtrazione in metallo + Torri d'aerazione	2
N° totale di centrali con impianto di trattamento	15

FIGURA 8.10
Andamento della tariffa dell'acqua per usi non domestici (€ attualizzati al giugno 2002)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano (2002)

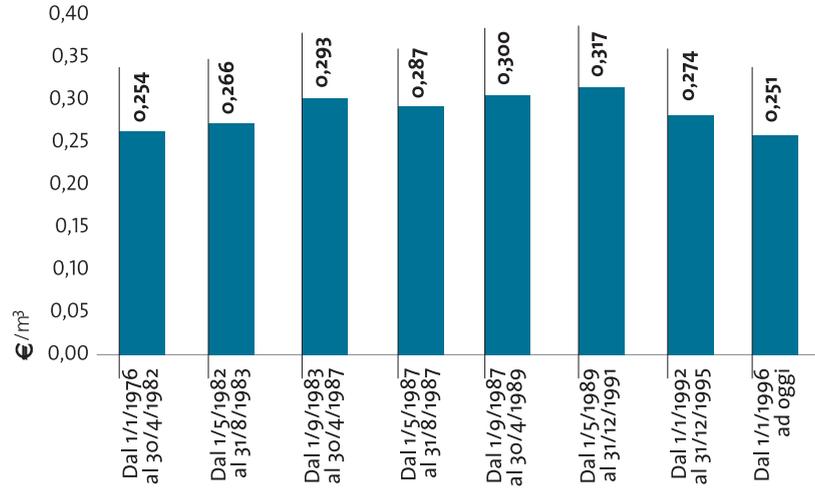
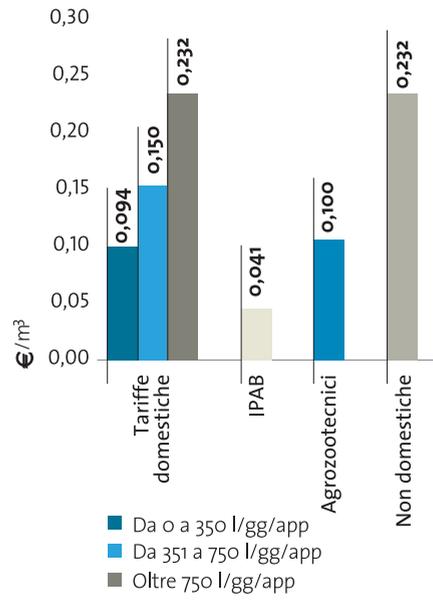


FIGURA 8.11
Andamento attuale della tariffa dell'acqua per "usi diversi"
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Civico Acquedotto di Milano (2002)



Acque superficiali

Il territorio milanese presenta una struttura idrografica caratterizzata da una fitta rete di corsi d'acqua, principali e secondari, d'origine naturale o artificiale, alimentati da bacini extraterritoriali, da corpi idrici a monte dell'area urbana o direttamente dalla rete fognaria della città. Dal punto di vista idrografico il territorio appartiene ai bacini di tre corsi d'acqua principali: i fiumi Lambro e Olona e il torrente Seveso. L'Olona e il Seveso, a loro volta, sfociano nel Lambro a sud di Milano, che quindi raccoglie, in definitiva, tutte le acque che attraversano la città e che vengono successivamente inviate nel Po e nell'Adriatico.

Questi corsi d'acqua sono solo i tre principali di una rete minore molto complessa che ha acquisito la sua conformazione già da alcuni secoli (alcuni sin dal secolo X e XI) e comprende anche il sistema dei Navigli. I Navigli di Milano, per la loro importanza storica ed economica, costituiscono uno dei capitoli più interessanti della "civiltà idraulica" nella pianura padana.

Lo sviluppo della rete idrografica minore assume una precisa conformazione territoriale in funzione anche della necessaria ripartizione tra superfici scolanti e canali di scarico. Esiste infatti una stretta relazione tra i sistemi idrografico e fognario, con molteplici punti d'interconnessione distribuiti su un territorio assai vasto. Tutti gli scarichi fognari comunali gravano attualmente, direttamente o indirettamente, sul Fiume Lambro Settentrionale, il Colatore Lambro Meridionale e il Cavo Redefossi.

Lo stato di artificializzazione attuale di tutti i corsi d'acqua superficiali del territorio urbano milanese è da considerarsi prossimo al 100%. Se questo concetto appare logico per i numerosi corsi tombinati, o con alveo costituito da strutture in muratura e cemento, per i corsi di maggiori dimensioni, a cielo aperto, va rilevata un'intensa "storica" azione ad opera dell'uomo che ne ha progressivamente modificato la morfologia delle sponde, dell'alveo e del percorso originale (rettificazioni e brigliature).

La rete idrografica milanese, principale e secondaria, sopporta pressioni antropiche particolarmente elevate che influiscono direttamente sulla qualità chimico-fisica-microbiologica delle sue acque. Lo stato chimico, ecologico e ambientale dei principali corsi d'acqua appare già compromesso alle soglie del territorio comunale e viene ulteriormente aggravato nel percorso cittadino. A parte casi isolati (Canale Martesana) si evidenziano sempre condizioni ambientali "scadenti" o "pessime" (Lambro, Olona, Seveso, Vettabbia, Redefossi).

La progressiva entrata in funzione degli impianti di depurazione della città di Milano (in sinergia con analoghi interventi nell'area nord milanese) e una contemporanea, ricca, azione d'alimentazione con acque provenienti dalla prima falda (ind. n. 3) consentiranno sicuramente un progressivo miglioramento dello stato qualitativo generale, almeno per i corsi d'acqua principali classificati pubblici.

In mancanza di un elenco "ufficiale" dettagliato riferito sia a corsi d'acqua classificati pubblici sia a corsi minori, la molteplicità delle fonti informative disponibili evidenzia una certa variabilità e/o ridondanza nella denominazione dei singoli corsi d'acqua. L'elenco pro-

posto in Tabella 8.3 rappresenta quindi un'integrazione di elenchi diversi e potrebbe quindi risultare tuttora incompleto.

QUADRO DI RIFERIMENTO

- DPR 8 giugno 1982, n. 470, attuazione della Direttiva 76/160/CEE, requisiti chimico-fisici e biologici delle acque di balneazione.
- L. 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale per la difesa del suolo".
- L.R. 20 ottobre 1998, n. 21, organizzazione del servizio idrico integrato e individuazione degli Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) in attuazione della Legge 36/94.
- D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento delle Direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE.
- D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 (c.d. Acque bis), disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. n. 152

RIFERIMENTI

AD ALTRI INDICATORI

La pressione sul sistema idrografico di superficie è strettamente legata alla quantità e qualità delle acque piovane (ind. n. 7), alla copertura del suolo cittadino (Cap. 6 Suolo, sottosuolo e morfologia insediativa), alla quantità e alla distribuzione degli scarichi (ind. n. 5 ed ind. n. 6) e, quindi, dell'approvvigionamento idrico (ind. n. 1)

Criteria di classificazione delle acque superficiali

L'entrata in vigore del D.Lgs. n.152/99 e successive modifiche (D.Lgs. n.258/00) ha introdotto un nuovo sistema di classificazione, basato sulla definizione di tre stati di qualità del corpo idrico: lo stato chimico, lo stato ecologico, e lo stato ambientale.

STATO CHIMICO

Lo stato chimico è definito in base alla presenza di inquinanti chimici inorganici e organici nei valori espressi dalle normative. La classificazione dello stato di qualità si basa su diversi livelli di analisi. Il primo riferimento è rappresentato dai macrodescrittori (Tabelle 8.5 e 8.6) utilizzando come valore di riferimento il 75° percentile dei parametri misurati.

STATO ECOLOGICO

Lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali è l'espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, della natura fisica e chimica delle acque e dei sedimenti, delle caratteristiche del flusso idrico e della struttura fisica del corpo idrico, considerando comunque prioritario lo stato degli elementi biotici dell'ecosistema. Per una valutazione dello stato ecologico viene utilizzato l'indice biotico esteso (I.B.E.). La classificazione dello stato ecologico (Tabella 8.7) viene effettuata incrociando il dato risultante dai macrodescrittori con il risultato dell'I.B.E., attribuendo alla sezione in esame o al tratto da essa rappresentato il risultato peggiore tra quelli derivati dalle valutazioni relative ad I.B.E. e macrodescrittori.

STATO AMBIENTALE

Lo stato ambientale di un corpo idrico superficiale è definito sulla base del suo stato ecologico (I.B.E.) e del suo stato chimico (presenza di inquinanti chimici inorganici e organici nei valori espressi dalle normative). Lo stato ambientale corrispondente è definito in relazione al grado di scostamento rispetto alle condizioni di un corpo idrico di riferimento con caratteristiche biologiche, idromorfologiche e fisico-chimiche relativamente immune da impatti antropici. La classificazione prevede cinque classi di riferimento: ELEVATO, BUONO, SUFFICIENTE, SCADENTE, PESSIMO.

Se lo stato ambientale da attribuire alla sezione di corpo idrico risulta inferiore a "buono", devono essere effettuati accertamenti successivi finalizzati alla individuazione delle cause del degrado e alla definizione delle azioni di risanamento. Tali accertamenti devono includere analisi chimiche supplementari ai macrode-

scrittori, volte a verificare la presenza di sostanze pericolose non ricercate in precedenza ovvero l'esistenza di eventuali effetti di tipo tossico su organismi acquatici (in particolare inquinanti inorganici e metalli pesanti), ovvero di fenomeni d'accumulo di contaminanti nei sedimenti e nel biota. L'eventuale evidenziazione di situazioni di tossicità per gli organismi testati e/o evidenze di bioaccumulo sugli stessi portano ad attribuire lo stato ambientale scadente.

Stato di qualità dei corpi idrici superficiali

Le Tabelle 8.5, 8.6, 8.7 sintetizzano gli stati di qualità dei principali corsi d'acqua, in ingresso e in uscita dal territorio comunale, rilevati negli anni 1999, 2000 e 2001 ed espressi secondo le metodologie previste dal D.Lgs. 152/99 e dal D.Lgs. 258/00.

Considerando la situazione antropica dell'intera area milanese (prelievi idrici, consumi, sistemi di collettamento, fognari e di depurazione) ne deriva un quadro generale estremamente negativo, con livelli complessivi che esprimono una qualità "scadente" o "pessima" dei singoli corsi d'acqua esaminati (con la sola eccezione del Canale Martesana).

Dall'analisi di dettaglio dei dati analitici non si rilevano particolari *trend* in termini evolutivi, se non variazioni tipicamente stagionali attribuibili ai normali regimi di magra e morbida dei singoli corsi d'acqua. Per quanto riguarda lo "stato ecologico" si ritiene che il valore negativo (classe 5) relativo al fiume Olona (unico corso d'acqua analizzato) possa essere ragionevolmente esteso a tutti gli altri corsi d'acqua in esame.

Per lo "stato ambientale", infine, il quadro incompleto delle analisi chimiche per gli anni 1999-2000-2001, relative agli inquinanti organici, ai metalli pesanti e all'I.B.E., non consente la valutazione dello stato ambientale dei singoli corsi d'acqua superficiali.

Le analisi effettuate da A.R.P.A. Lombardia nel 2002, non ancora disponibili, consentiranno tuttavia di tracciare un quadro più completo, in particolare per i parametri organici ed i metalli pesanti.

TABELLA 8.3
Corsi d'acqua nel territorio comunale di Milano
Fonte: Comune di Milano, MM SpA, Provincia di Milano, Fondazione Lombardia per l'Ambiente (2002)

FIUMI
Olona, Lambro Sett.
TORRENTI
Seveso, Fugone, Lura, Pudiga, Garbogera
NAVIGLI
Pavese, Martesana, Grande
COLATORI
Lambro Merid.
CANALI
Deviatore Fiume Olona, Cavo Redefossi, Grande Seveso
ROGGE
Vettabbia alta, Vettabbia bassa, Carlesca, Triulza, Gerenzana, della Conserta, Dardarona, Boccafoppa, delle Cime, Paimera, Borrona, Misericordia, Cava, Spazzola, Molina, Bordone, Desa, Parasacco, Campazzino, Fuga, Malghera, Guardina, Ohman, Cornice, Reggina, Inferno, Bozzolo
CAVI
Lambretto, Ticinello, Sala, da Sesto, Taverna, Bolagnos, Cornice, Parea, Bissone, Melzi, Loreto
FONTANILI
Bicocca, Giglio, Cavetto Nuovo, Togliolo, Rile, Molla di S. Carlo, Bocchetta del Seminario

TABELLA 8.4
Censimento scarichi puntuali autorizzati in corsi d'acqua superficiale
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, Settore Acque Superficiali e Servizi Idrici, Servizio Giuridico Amministrativo (2002)

N. CORPI IDRICI RECETTORI	TOTALE SCARICHI	TIPOLOGIE DI SCARICO							
		A	B	C	D	E	F	G	H
55	153	13	15	51	10	32	13	9	10

Legenda
A: igienico sanitarie; **B:** meteoriche; **C:** meteoriche solo 1° pioggia; **D:** meteoriche solo 2° pioggia;
E: meteoriche + igienico sanitarie; **F:** produttive; **G:** raffreddamento; **H:** altro (emungimento acque sotterranee, reflui fognari e troppo pieno, lavaggio pavimentazioni, acque di cava, scarichi pompe di calore).

TABELLA 8.5
Stato di qualità dei corpi idrici superficiali
(analisi chimiche e microbiologiche, anni 1999 - 2000 - 2001)
Fonte: A.R.P.A. Lombardia (2003)

CORPO IDRICO	[100-OD%]	BOD ₅	MACRODESCRITTORI				AZOTO nitrico	FOSFORO totale
			COD	E. COLI	AZOTO ammon.le			
	% sat.	O ₂ mg/l	O ₂ mg/l	UFC/100 ml	N-NH ₄ mg/l	N-NO ₃ mg/l	P _{TOT} mg/l	
75° PERCENTILE								
LAMBRO Sett. Brugherio	34,0	11,5	40,0	130.000	4,80	3,60	1,05	
LAMBRO Sett. Melegnano	54,3	21,0	52,0	330.000	5,40	3,60	1,47	
OLONA Sett. Rho	40,2	10,3	41,5	555.000	2,22	6,15	0,56	
SEVESO Bresso	34,1	28,3	55,3	180.000	7,20	5,38	1,84	
C. MARTESANA Milano	9,3	1,6	10,0	790	0,02	0,60	0,06	
R. VETTABIA Milano	85,5	103,0	176,0	7.000.000	29,85	5,00	3,00	
C. REDEFOSI S. Donato M.se	48,3	31,5	62,5	3.300.000	22,45	5,15	2,17	

TABELLA 8.6
Stato di qualità dei corpi idrici superficiali
(parametri di classificazione e livelli d'inquinamento)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati A.R.P.A. Lombardia (2002)

CORPO IDRICO	[100-OD%]	BOD ₅	MACRODESCRITTORI				AZOTO nitrico	FOSFORO totale	PUNTEGGIO	TOTALE	LIVELLO
			COD	E. COLI	AZOTO ammon.le						
	% sat.	O ₂ mg/l	O ₂ mg/l	UFC/100 ml	N mg/l	N mg/l	P mg/l				
LAMBRO Sett. Brugherio	10	50	5	5	5	20	5	60	4		
LAMBRO Sett. Melegnano	5	55	5	5	5	20	5	50	5		
OLONA Sett. Rho	10	45	5	5	5	10	10	55	5		
SEVESO Bresso	10	440	2	5	5	10	5	45	5		
C. MARTESANA Milano	80	50	5	40	80	40	80	440	2		
R. VETTABIA Milano	5	45	5	5	5	20	5	50	5		
C. REDEFOSI S. Donato M.se	10	5	5	5	5	10	5	45	5		

LEGENDA

	LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3	LIVELLO 4	LIVELLO 5
Punteggio Macrodescrittori	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

TABELLA 8.7
Stato di qualità dei corpi idrici superficiali (stato ecologico)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati A.R.P.A. Lombardia (2002)

	STATO	QUALITA'	I.B.E.		STATO ECOLOGICO
	PUNTEGGIO	LIVELLO	VALORE MEDIO	CLASSE	CLASSE
OLONA Sett. Rho	55	5	2	5	5

STATO ECOLOGICO	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
I.B.E.	> 10	8 - 9	6 - 7	4 - 5	1, 2, 3
MACRODESCRITTORI	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

TABELLA 8.8
Misure di controllo della qualità delle acque superficiali
Fonte: A.R.P.A. Lombardia (2002)

CORSO D'ACQUA	TIPO	LOCALITÀ	FREQUENZA *
Fiume Lambro Sett.	Naturale	Brugherio	mensile
Fiume Lambro Sett.	Naturale	Melegnano	mensile
Fiume Olona Sett.	Naturale	Rho	mensile
Torrente Seveso	Naturale	Bresso	mensile
Canale Martesana	Artificiale	Milano	mensile
Roggia Vettabbia	Naturale	Milano	mensile
Cavo Redefossi	Naturale	S. Donato Milanese	mensile

* parametri chimici e microbiologici rilevati: come da tabelle D.Lgs. 152/99 e D.Lgs. 258/00

INDICATORE

3

TIPOLOGIA

S-R

QUADRO DI RIFERIMENTO

L. 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale per la difesa del suolo".

L.R. 20 ottobre 1998, n. 21, organizzazione del servizio idrico integrato

e individuazione degli Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) in attuazione della Legge 36/94.

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento delle Direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE.

D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 (c.d. Acque bis), disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. n. 152

RIFERIMENTI

AD ALTRI INDICATORI

La pressione e lo stato del sistema idrogeologico locale sono strettamente legate a una molteplicità di fattori quali: quantità e qualità delle acque piovane (ind. n. 7) e di ricarica dai corsi d'acqua superficiali (ind. n. 2), copertura del suolo cittadino e reti tecnologiche (si veda Cap. 6 ind. n. 25), quantità e distribuzione degli scarichi (ind. n. 5 ed ind. n. 6), struttura della domanda in relazione ai diversi usi dell'acqua che emergono dal tessuto socio-economico della città (ind. n. 1)

Acque sotterranee

La città di Milano presenta tutte le problematiche relative all'idrogeologia applicata:

sovrasfruttamento idrico, inquinamento delle acque sotterranee, fenomeni di subsidenza e, negli ultimi anni, problemi legati alla diminuzione della soggiacenza della prima falda.

L'impatto delle attività industriali e antropiche presenti sul territorio è molto articolato e interessa aspetti di tipo qualitativo e quantitativo.

Se da un lato la dismissione di alcune importanti realtà produttive ha determinato un recupero sostanziale e diffuso dei livelli piezometrici, rispetto per esempio agli anni '70, e quindi un miglioramento ai fini del bilancio idrico dell'intera area milanese, da un punto di vista qualitativo in molti casi questo recupero ha provocato la movimentazione di contaminanti prima contenuti in porzioni di terreno non saturo. In aggiunta, il cono

di depressione piezometrica caratteristico dell'area milanese, connesso all'elevato regime dei prelievi idrici, determina un forte richiamo di acque che provengono dai settori settentrionali, in particolare da quello nordoccidentale, caratterizzati da un elevato grado di contaminazione.

Il quadro esposto nelle pagine successive fornisce un'analisi dei principali problemi attuali del territorio comunale, evidenziando come tutti gli aspetti quali-quantitativi della risorsa idrica siano tra loro correlati. Ne consegue che qualsiasi tipo d'intervento nell'area non possa essere sviluppato a prescindere da una valutazione globale delle diverse problematiche, ma debba invece considerare tutti i fattori sia presenti sia indotti.

La struttura idrogeologica di milano

Il sottosuolo dell'area milanese può essere suddiviso in tre principali distinte unità idrogeologiche aventi nel loro insieme caratteri litologici e idraulici ben riconoscibili e distribuiti con sostanziale omogeneità su settori realmente significativi.

La prima unità è costituita da sedimenti fluvioglaciali "ghiaioso-sabbiosi", affioranti in superficie, sino a 40-50 m, ai quali si sostituiscono progressivamente sedimenti "ghiaioso-sabbiosi-limosi" (seconda unità) che si estendono sino a una profondità di circa 100 m. Le falde, libere e semiconfiniate, contenute in questo acquifero ("acquifero tradizionale") hanno costituito la risorsa idrica storicamente sfruttata dalla città. La falda libera è separata dalla sottostante falda semiconfinata per mezzo di un livello argilloso di spessore di qualche metro, distribuito con buona continuità laterale su tutta l'area.



Dal punto di vista idraulico le due unità sono comunque in parte comunicanti e si caratterizzano quindi come un unico grande sistema multifalda.

Le falde profonde sottostanti sono invece contenute in sedimenti sabbioso-argillosi (d'origine continentale) o argillosi (d'origine marina) che rappresentano la terza unità idrogeologica locale. Queste falde, caratterizzate da produttività idriche limitate e quindi attualmente poco sfruttate, sono idraulicamente separate da quelle più superficiali. I casi d'inquinamento riscontrati vanno quindi ricondotti alle caratteristiche funzionali e strutturali delle opere di captazione esistenti (in disuso e abbandonate).

Stato di qualità delle acque sotterranee

Il sistema di monitoraggio della qualità delle falde acquifere della città di Milano risulta ben strutturato ed efficiente (Figura 8.12), consentendo di rilevare eventuali fenomeni “acuti” d'inquinamento locale e valutare i *trend* evolutivi delle diverse caratteristiche chimico - fisiche - organolettiche - microbiologiche.

La quantità e la qualità della documentazione disponibile consentono di proporre nelle pagine successive una ricca panoramica sullo stato qualitativo delle acque sotterranee di Milano.

Per i diversi parametri analizzati vengono illustrati sia i dati di sintesi riferiti all'ultimo decennio (1990-2001) sia un dettaglio per l'anno 2001 (analisi chimiche standard, antiparassitari, organo-alogenati).

Il quadro analitico generale evidenzia per alcuni parametri (atrazina, ferro, organo-alogenati) un diffuso e persistente stato di contaminazione, con valori molto vicini, e talora superiori, ai limiti massimi di concentrazione indicati dalle normative vigenti.

La chiave di lettura delle numerose tabelle e grafici (da Tabella 8.9 a Tabella 8.22 e da Figura 8.13 a Figura 8.35) deve quindi essere rivolta principalmente alla valutazione dei livelli qualitativi dei singoli parametri, e al loro andamento variabile nel tempo, confrontati con i “Valori Guida - VG” (situazione ottimale) e le “Concentrazioni Massime Ammissibili - CMA” (situazione di potenziale pericolo) previste dalle normative. Alcune figure, riferite all'anno 2001, consentono infine una visione di sintesi della distribuzione areale dello stato qualitativo e dei diversi fenomeni di contaminazione.

La Figura 8.23 illustra un esempio di sintesi delle diffusioni areali di particolari inquinanti rilevati in falda, ottenibili con modelli informatizzati di flusso e trasporto in regime transitorio. Con queste metodologie è possibile ricostruire, una volta appurata l'origine puntuale della contaminazione (focolaio), sia il campo di moto (modello di flusso della falda) sia la dimensione, la forma e la concentrazione della massa contaminante. Nell'ultima decade del secolo XX la superficie piezometrica della falda milanese ha manifestato una marcata tendenza all'innalzamento (vedi Figure 8.36, 8.37, 8.38), in opposizione a quanto verificatosi nel periodo immediatamente precedente. Questa tendenza si caratterizza per un tasso di crescita assai elevato nella sua entità complessiva e abbastanza variabile nello spazio, in ragione della direzione principale del flusso da nord-ovest a sudest, con punte anche di 50 cm/anno e più nelle aree meridionali della città, contigue alla linea dei fontanili. La ragione fondamentale di tale fenomeno è d'origine antropica, poiché risale alla progressiva e

sensibile diminuzione degli emungimenti della falda stessa, soprattutto nella cintura settentrionale della città e nel territorio di monte, rispetto al periodo immediatamente precedente.

L'origine antropica del fenomeno dell'innalzamento della falda emerge chiaramente dal confronto tra l'assetto dell'acquifero, quale storicamente si osservava, per esempio, ancora alla fine del secolo XIX, e quello attuale (Figura 8.39). Per via dei prelievi idrici, tuttora significativi, la falda è ancora oggi depressa rispetto ad allora, ossia a un periodo assimilabile a condizioni quasi indisturbate dell'acquifero. Ma è oggi meno depressa di quanto lo fosse quarant'anni fa.

L'abbassamento progressivo della falda di Milano per via degli emungimenti a uso idropotabile e, soprattutto, industriale diventa infatti apprezzabile nel secolo XX e si esalta nell'immediato dopoguerra, con il successivo periodo di sviluppo industriale dell'area metropolitana. La deindustrializzazione dell'ultimo quarto del secolo, che comporta, soprattutto nell'ultima decade, una sostanziosa diminuzione degli emungimenti dalle acque di falda, sta producendo un riassetto dell'acquifero in direzione opposta, verso il recupero del suo assetto piezometrico naturale.

Il fenomeno dell'innalzamento della falda interferisce con l'utilizzo del suolo e, soprattutto, del sottosuolo. La prossimità della superficie della falda freatica al piano di campagna ha storicamente sconsigliato, per la limitata soggiacenza, uno sviluppo verticale delle costruzioni nel sottosuolo di Milano. L'abbassamento di tale superficie nel periodo intercorso tra l'inizio e la fine del secolo XX ha invece favorito l'utilizzo di diverse porzioni di sottosuolo, dove sono state allocate strutture e infrastrutture di vario tipo; per esempio, le linee di trasporto metropolitano (Figura 8.40). L'attuale innalzamento interferisce quindi con questi manufatti, che vengono danneggiati, sia dal punto di vista strutturale, sia da quello funzionale, dalle infiltrazioni e dagli allagamenti dovuti alla diminuita soggiacenza rispetto alle originarie ipotesi di progetto.

L'azione avviata dall'Amministrazione Comunale di Milano per contrastare la diminuzione della soggiacenza della falda può avere effetti benefici anche in altri campi d'applicazione territoriale. Le acque emunte dai gruppi di pozzi illustrati in Tabella 8.23 possono infatti essere utilizzati per i seguenti scopi: energetici (impianti a pompe di calore) (Cap. 4 “Energia”) irrigui (aree verdi pubbliche e private della città) (Cap. 6 ind. n. 7); lavaggio pavimentazioni stradali (diminuzione polveri fini); alimentazione dei corsi d'acqua (recettori finali) con benefici qualitativi e mantenimento del “deflusso minimo vitale” (ind. n. 2).

FIGURA 8.12
Numero totale di analisi chimiche
su pozzi pubblici e privati
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

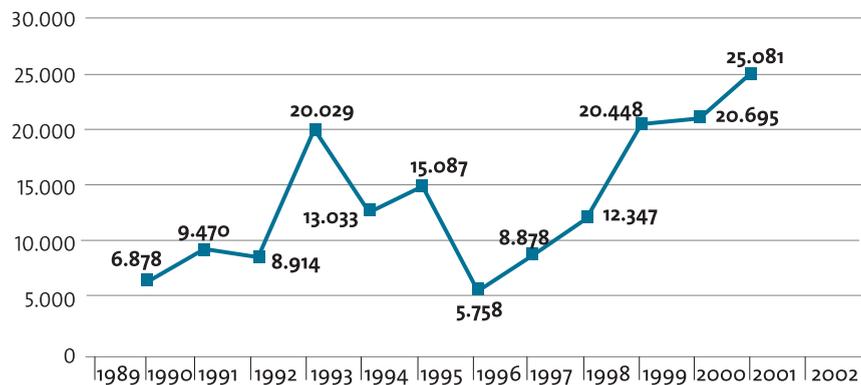


TABELLA 8.9
ATRAZINA nei pozzi pubblici: numero analisi,
valori giornalieri e coefficiente di variazione, superamenti
della Concentrazione Massima Ammissibile (CMA)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANNO	NUMERO DI ANALISI	ATRAZINA		SUPERAMENTI CMA	
		CONCENTRAZIONE		Numero	%
		Media, g/l	CV, %		
1990	8	0,20	176	3	37,50
1991	29	0,04	66	0	0,00
1992	37	0,12	155	10	27,03
1993	318	0,08	300	42	13,21
1994	150	0,13	198	34	22,67
1995	456	0,05	225	34	7,46
1996	48	0,09	172	8	16,67
1997	60	0,06	190	5	8,33
1998	122	0,08	336	17	13,93
1999	195	0,09	160	38	19,49
2000	153	0,05	200	14	9,15
2001	195	0,07	131	35	17,95
CMA		0,10			
Valore Guida		(-)			

FIGURA 8.13
ATRAZINA: valori medi giornalieri nei pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

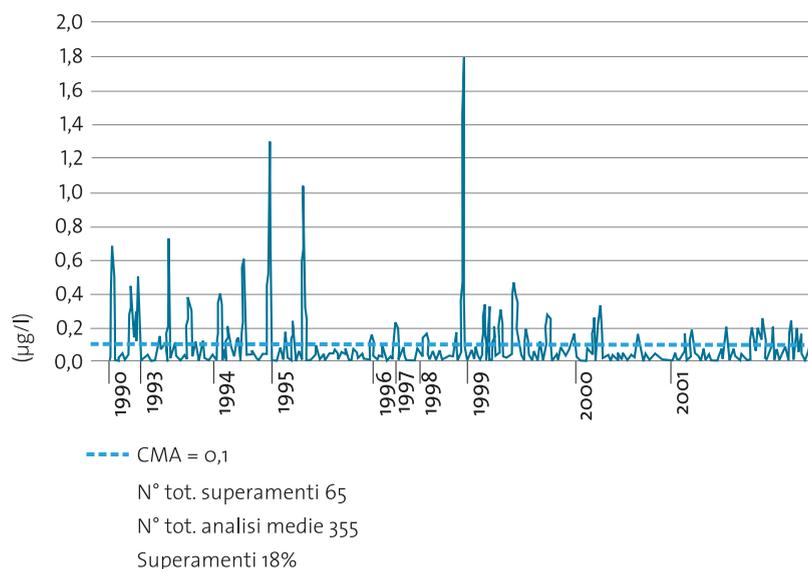


TABELLA 8.10
CROMO VI nei pozzi pubblici: numero analisi, valori giornalieri e coefficiente di variazione, superamenti della Concentrazione Massima Ammissibile (CMA)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANNO	NUMERO DI ANALISI	CROMO VI CONCENTRAZIONE		SUPERAMENTI CMA	
		Media, µg/l	CV, %	Numero	%
1990	632	5,09	233	5	0,79
1991	815	2,59	235	0	0,00
1992	564	4,29	231	5	0,89
1993	820	3,29	340	3	0,37
1994	203	2,91	304	1	0,49
1995	123	5,59	251	3	2,44
1996	79	5,33	255	2	2,53
1997	100	1,51	396	0	0,00
1998	198	5,82	279	5	2,53
1999	173	3,60	239	3	1,73
2000	209	3,60	259	2	0,96
2001	243	2,66	174	0	0,00
CMA		50			
Valore Guida		(-)			

FIGURA 8.14
CROMO VI: valori medi giornalieri nei pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

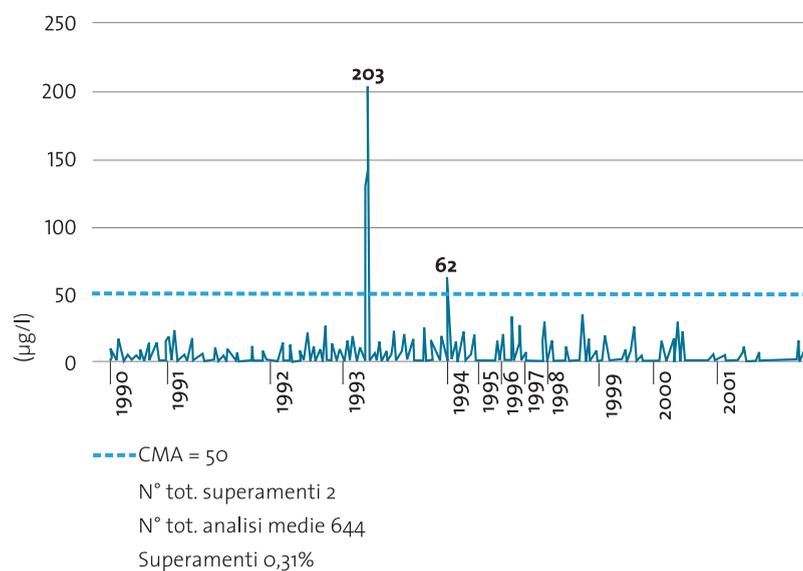
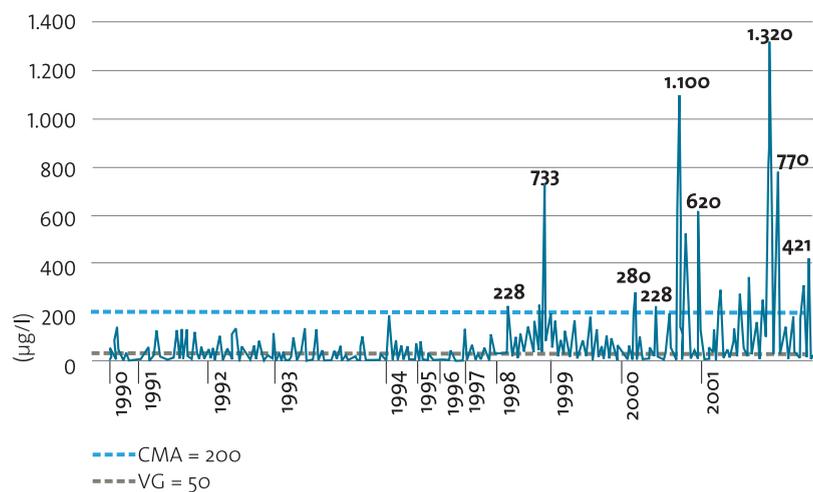


TABELLA 8.11
FERRO nei pozzi pubblici: numero analisi, valori giornalieri e coefficiente di variazione, superamenti della Concentrazione Massima Ammissibile (CMA)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANNO	NUMERO DI ANALISI	FERRO CONCENTRAZIONE		SUPERAMENTI CMA	
		Media, µg/l	CV, %	Numero	%
1990	283	17,67	151	0	0,00
1991	401	25,86	340	2	0,50
1992	355	19,77	275	3	0,85
1993	638	14,45	313	4	0,63
1994	163	19,20	272	2	1,23
1995	83	10,36	228	0	0,00
1996	43	11,16	321	0	0,00
1997	100	39,90	274	1	1,00
1998	175	85,35	183	3	1,71
1999	171	50,26	166	2	1,17
2000	207	95,98	414	18	8,70
2001	242	107,91	210	35	14,46
CMA		200			
Valore Guida		50			

FIGURA 8.15
FERRO: valori medi giornalieri nei pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)



N° tot. superamenti 24
N° tot. analisi medie 524
Superamenti 5%

TABELLA 8.12
NITRATI nei pozzi pubblici: numero analisi, valori giornalieri e coefficiente di variazione, superamenti della Concentrazione Massima Ammissibile (CMA)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANNO	NUMERO DI ANALISI	NITRATI CONCENTRAZIONE		SUPERAMENTI CMA	
		Media, mg/l	CV, %	Numero	%
1990	283	25,71	42	0	0,00
1991	401	23,83	44	0	0,00
1992	355	23,57	45	0	0,00
1993	633	23,88	44	0	0,00
1994	163	29,00	37	0	0,00
1995	283	27,01	40	2	0,71
1996	43	37,16	15	0	0,00
1997	100	29,70	35	0	0,00
1998	179	30,58	36	0	0,00
1999	179	27,13	45	2	1,12
2000	207	26,44	48	2	0,97
2001	215	29,41	42	3	1,40
CMA		50			
Valore Guida		5			

FIGURA 8.16
NITRATI: valori medi giornalieri nei pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

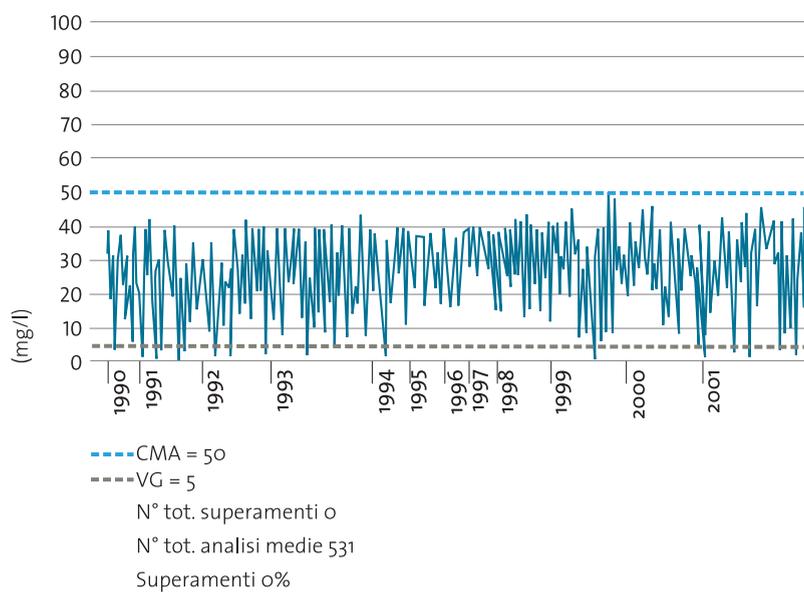


TABELLA 8.13
ORGANO-ALOGENATI TOTALI nei pozzi pubblici:
numero analisi, valori giornalieri e coefficiente di variazione,
superamenti della Concentrazione Massima Ammissibile (CMA)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANNO	NUMERO DI ANALISI	ORGANO-ALOGENATI TOTALI CONCENTRAZIONE		SUPERAMENTI CMA	
		Media, µg/l	CV, %	Numero	%
1990	49	120,98	63	42	85,71
1991	81	99,85	85	55	67,90
1992	87	54,08	129	40	45,98
1993	479	41,89	148	213	44,47
1994	635	44,46	337	324	51,02
1995	668	36,70	105	330	49,40
1996	106	24,98	72	40	37,74
1997	98	23,35	199	18	18,37
1998	174	27,13	93	54	31,03
1999	216	31,40	73	91	42,13
2000	249	39,90	96	113	45,38
2001	264	41,17	102	126	47,73
CMA		30			
Valore Guida		1			

FIGURA 8.17
ORGANO-ALOGENATI: valori medi giornalieri nei pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

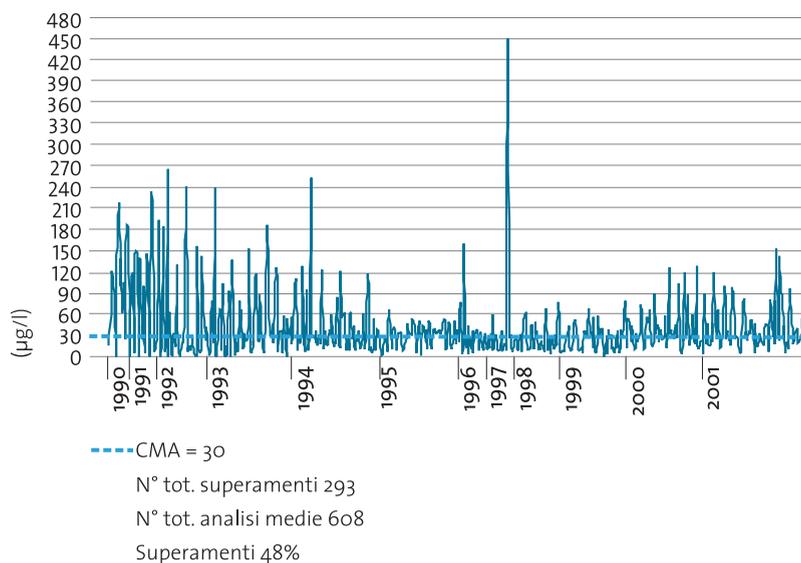


TABELLA 8.14
CONDUCIBILITÀ nei pozzi pubblici: numero analisi, valori giornalieri e coefficiente di variazione, superamenti della Concentrazione Massima Ammissibile (CMA)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANNO	NUMERO DI ANALISI	CONDUCIBILITÀ CONCENTRAZIONE		SUPERAMENTI CMA	
		Media, $\mu\text{S}/\text{cm}$	CV, %	Numero	%
1990	350	562,20	27	(-)	(-)
1991	432	529,62	28	(-)	(-)
1992	405	513,52	31	(-)	(-)
1993	632	523,08	29	(-)	(-)
1994	163	538,20	22	(-)	(-)
1995	83	567,18	19	(-)	(-)
1996	43	555,91	13	(-)	(-)
1997	100	522,03	21	(-)	(-)
1998	175	562,13	20	(-)	(-)
1999	171	521,30	27	(-)	(-)
2000	207	538,65	31	(-)	(-)
2001	241	613,61	27	(-)	(-)
CMA		(-)			
Valore Guida		400			

FIGURA 8.18
CONDUCIBILITÀ: valori medi giornalieri nei pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

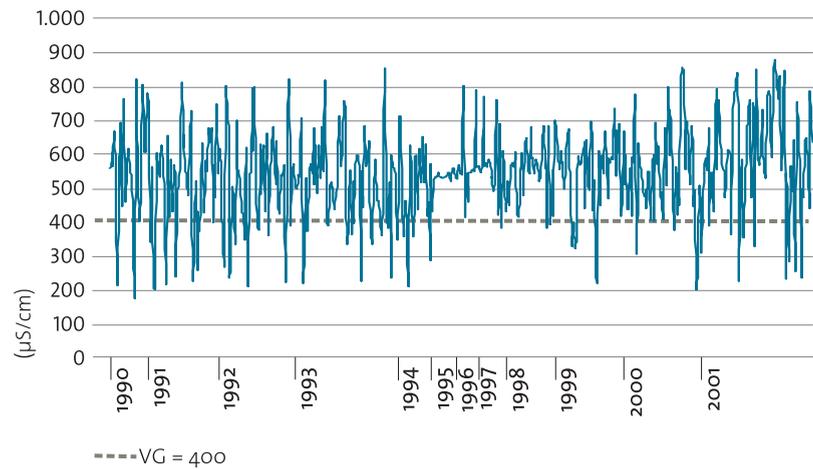


TABELLA 8.15
DUREZZA nei pozzi pubblici: numero analisi, valori giornalieri e coefficiente di variazione, superamenti della Concentrazione Massima Ammissibile (CMA)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANNO	NUMERO DI ANALISI	DUREZZA		SUPERAMENTI CMA	
		CONCENTRAZIONE		Numero	%
		Media, °F	CV, %		
1990	283	28,50	58	(-)	(-)
1991	401	26,57	31	(-)	(-)
1992	405	27,02	32	(-)	(-)
1993	632	27,34	30	(-)	(-)
1994	163	28,86	23	(-)	(-)
1995	83	29,44	20	(-)	(-)
1996	43	29,80	14	(-)	(-)
1997	100	26,09	26	(-)	(-)
1998	175	28,44	20	(-)	(-)
1999	148	25,95	29	(-)	(-)
2000	140	28,04	33	(-)	(-)
2001	241	30,09	29	(-)	(-)
CMA		(-)			
Valore Guida		(-)			

FIGURA 8.19
DUREZZA: valori medi giornalieri nei pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

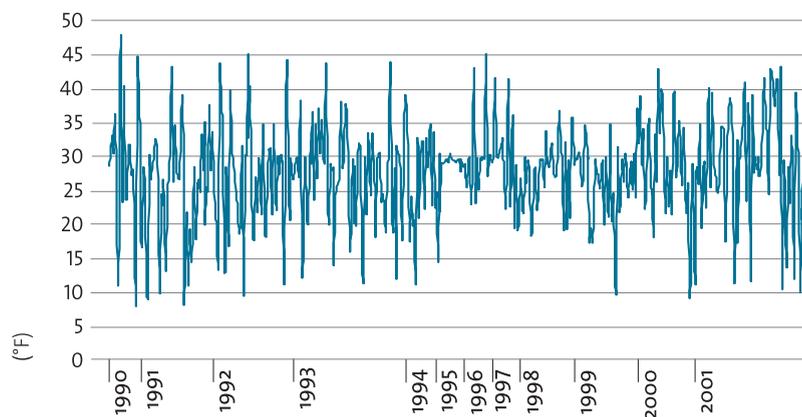


TABELLA 8.16
OSSIDABILITÀ nei pozzi pubblici: numero analisi, valori giornalieri e coefficiente di variazione, superamenti della Concentrazione Massima Ammissibile (CMA)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANNO	NUMERO DI ANALISI	OSSIDABILITÀ CONCENTRAZIONE		SUPERAMENTI CMA	
		Media, mg/l	CV, %	Numero	%
1990	350	350	6	0	0,00
1991	431	431	7	0	0,00
1992	405	405	7	0	0,00
1993	633	633	8	0	0,00
1994	162	162	7	0	0,00
1995	83	83	14	1	1,20
1996	43	43	17	0	0,00
1997	100	100	18	1	1,00
1998	175	175	7	0	0,00
1999	171	171	23	2	1,17
2000	206	206	24	12	5,83
2001	241	241	23	14	5,81
CMA		5			
Valore Guida		0,5			

FIGURA 8.20
OSSIDABILITÀ: valori medi giornalieri nei pozzi pubblici
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

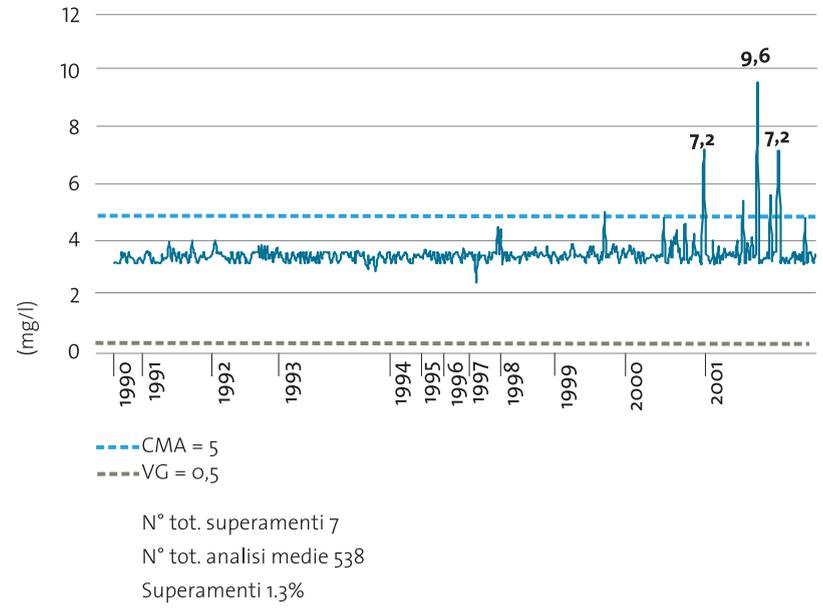


FIGURA 8.21
NITRATI, valori medi giornalieri nei pozzi privati, anno 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

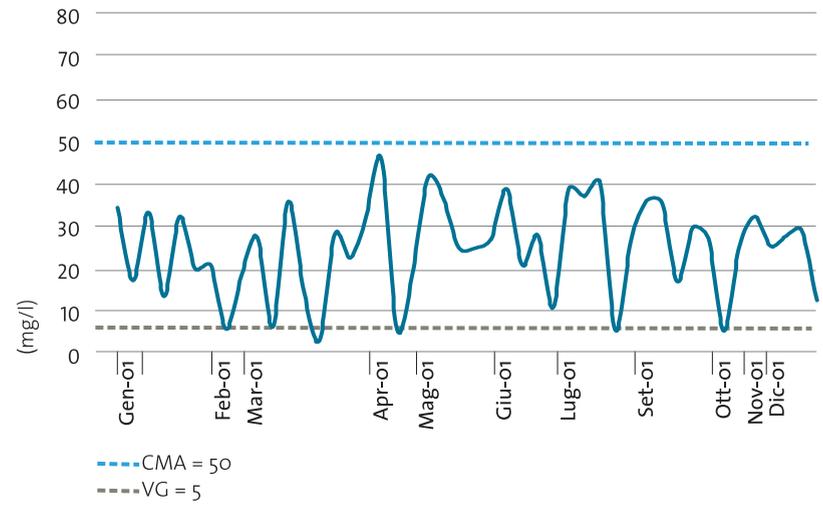


FIGURA 8.22
TOTALE DEGLI ORGANO-ALOGENATI,
valori medi giornalieri nei pozzi privati, anno 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati: Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

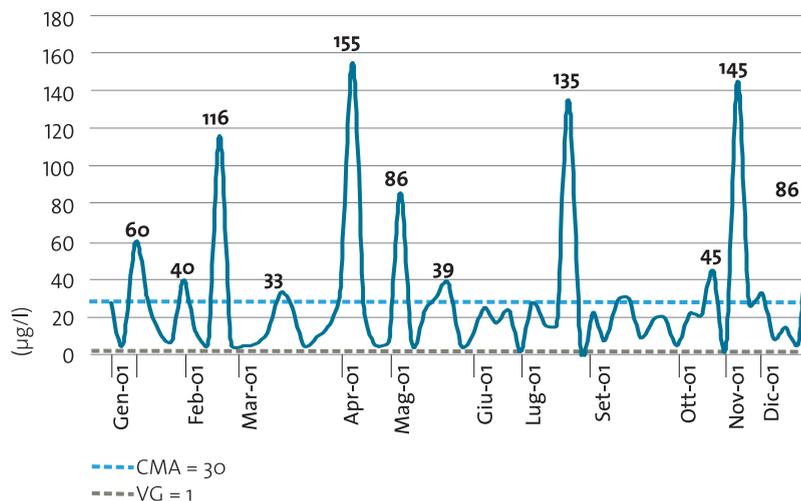


TABELLA 8.17
**Fenomeni di contaminazione
delle acque sotterranee**
Fonte: Provincia di Milano,
S.I.F. (dati 2000-2001)

N° CENSITI *	POZZI PUBBLICI		N° CENSITI *	POZZI PRIVATI	
	N° CONTAMINATI	%		N° CONTAMINATI	%
662	95	14	268	52	19

* Compresi: pozzi attivi, pozzi in disuso, pozzi con sistemi di trattamento

TABELLA 8.18
Numero di focolai di inquinamento (Titolo IV - L.R. 62/85) e loro evoluzione
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente (2002)
su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2000-2001)

CLASSE	CASI DI CONTAMINAZIONE (IN AREE DIFFERENTI)	POZZI INQUINATI			EVOLUZIONE DEL FENOMENO **				
		PUBBLICI *	PRIVATI *	PIEZOMETRI *	STAZIONARIO	IN DIMINUIZIONE	IN CRESCITA	FOCOLAI INDIVIDUATI	BONIFICHE EFFETTUATE
Inorganici	17	1	5	11	3	3	0	4	3
Solventi organo-alogenati	129	74	13	42	5	7	11	13	12
Antiparassitari	38	27	4	7	2	5	2	5	3
Farmaco - derivati	1	0	1	0	1	0	0	1	1
Idrocarburi aromatici	18	0	4	14	5	0	0	5	5

* La concentrazione di inquinante risulta maggiore della CMA

** Non sempre nota

FIGURA 8.23
Contaminazione delle falde acquifere: andamento dei plumes
Fonte: Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

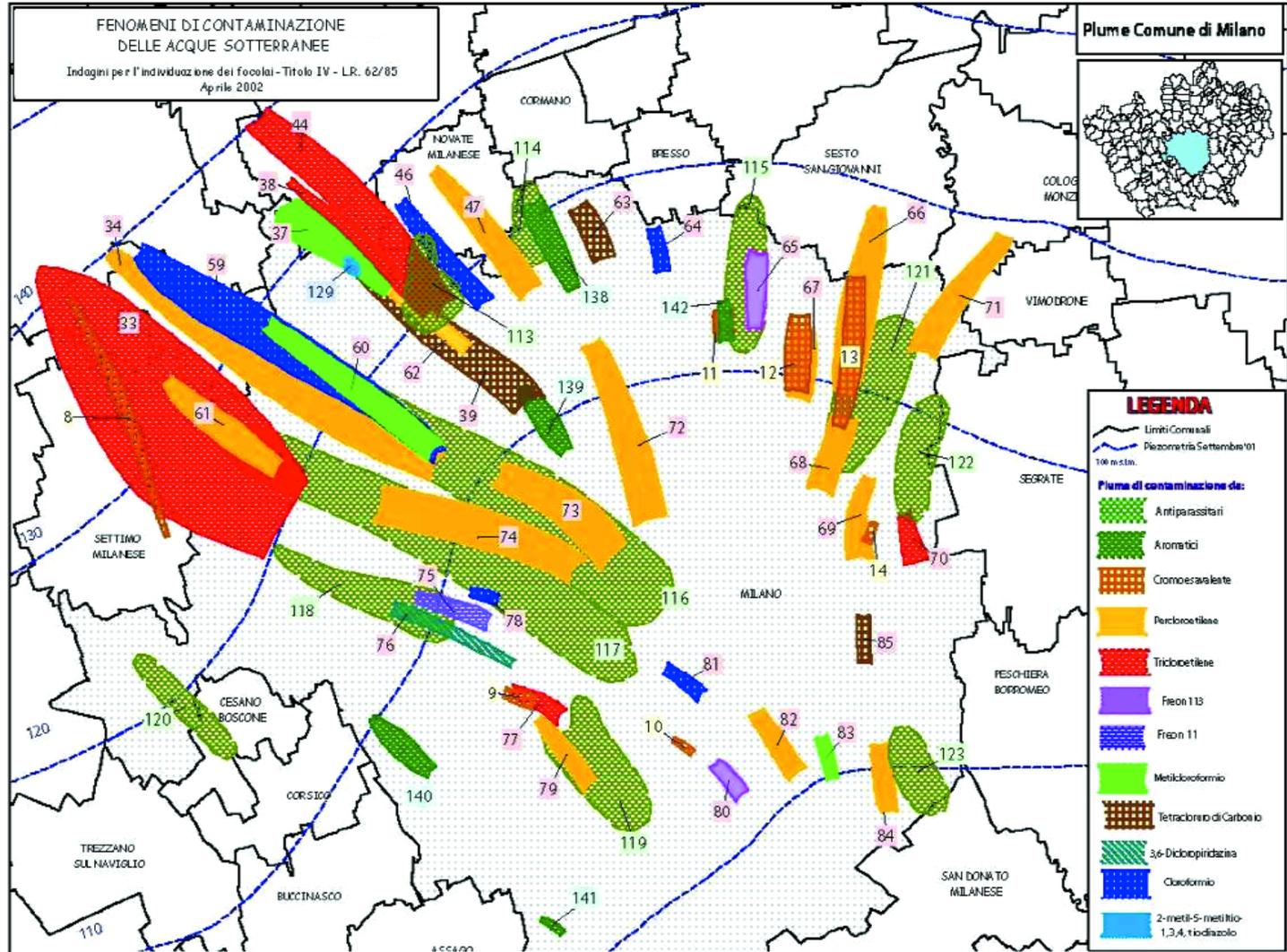


TABELLA 8.19
Analisi chimiche in pozzi pubblici, anno 2001: quadro di sintesi
 Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
 su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

PARAMETRO	SIMBOLO	N° ANALISI	u.m.	VALORE MEDIO	CMA	VG	N° SUPERAMENTI CMA	CV	SKEW
Alluminio	Al	1	mg/l	0,05	0,2	0,05	0	0%	(-)
Ammoniaca	NH ₄	241	mg/l	0,03	0,5	0,05	0	100%	15,0
Arsenico	As	4	µg/l	5,00	50	(-)	0	0%	(-)
Bario	Ba	1	µg/l	50,00	(-)	(-)	0	0%	(-)
Cadmio	Cd	8	µg/l	1,00	5	(-)	0	0%	(-)
Calcio	Ca	241	mg/l	92,23	(-)	100	(-)	32%	-0,3
Cianuri	CN	3	µg/l	5,00	50	(-)	0	0%	(-)
Cloruri	Cl	215	mg/l	29,11	(-)	25	(-)	44%	0,2
Conducibilità	(-)	241	µS/cm	613,61	(-)	400	(-)	2%	-0,6
Cromo VI	Cr	243	µg/l	2,66	50	(-)	0	174%	4,4
Cromo totale	Cr	115	µg/l	6,76	50	(-)	0	80%	3,8
Durezza	(-)	241	°F	30,09	(-)	(-)	(-)	10%	-0,5
Ferro	Fe	242	µg/l	107,91	200	50	35	210%	4,0
Fluoro	F	215	µg/l	55,94	1.500	(-)	0	60%	0,7
Fosforo	P ₂ O ₅	215	µg/l	188,37	5.000	(-)	0	7%	14,7
Magnesio	Mg	241	mg/l	17,10	50	30	0	26%	-0,6
Manganese	Mn	241	µg/l	9,24	50	20	5	128%	4,2
Nitrati	NO ₃	215	mg/l	29,41	50	5	3	42%	-0,6
Nitriti	NO ₂	241	mg/l	0,01	0,1	(-)	1	100%	12,5
Organo-alogenati	(-)	264	µg/l	40,81	30	1	126	104%	3,3
Ossidabilità	(-)	241	mg/l	3,59	5	0,5	14	25%	4,3
pH	(-)	241	(-)	7,33	(-)	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	(-)	7%	1,2
Piombo	Pb	8	mg/l	5,00	50	(-)	0	0%	(-)
Potassio	K	241	mg/l	1,64	(-)	10	(-)	35%	0,7
Residuo fisso	(-)	241	mg/l	442,37	1.500	(-)	0	2%	-0,4
Sodio	Na	241	mg/l	19,44	175	20	0	50%	0,7
Solfati	SO ₄	215	mg/l	65,79	250	25	0	46%	0,2
Totale antiparassitari	(-)	195	µg/l	0,15	0,5	(-)	10	127%	2,1
Totale idrocarburi aromatici	(-)	167	µg/l	5,44	(-)	(-)	(-)	105%	12,9
Zinco	Zn	1	µg/l	66,00	3.000	100	0	0%	(-)

TABELLA 8.20

Antiparassitari nei pozzi pubblici, anno 2001: numero analisi e superamenti CMA
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANTIPARASSITARIO	NUMERO ANALISI	SUPERAMENTI	%
Alachlor	195	2	1,0
Aldrin	1	0	0,0
Ametrina	195	0	0,0
Atrazina	195	35	17,9
Bromacile	195	6	3,1
Cianazina	195	0	0,0
Des-etil atrazina	195	18	9,2
Des-etil terbutilazina	195	1	0,5
Des-isopropil atrazina	195	1	0,5
Dieldrin	1	0	0,0
Metolachlor	195	2	1,0
Molinate	195	0	0,0
O,o,s-tepda	195	1	0,5
Pendimentalin	195	0	0,0
Prometrina	195	1	0,5
Propanil	195	0	0,0
Propazina	195	0	0,0
Protoate	195	0	0,0
Sebutilazina	195	0	0,0
Simazina	195	2	1,0
TCEP Tris (2 cloroetil) fosfato	195	2	1,0
Terbutilazina	195	4	2,1
Tmcp	195	4	2,1

TABELLA 8.21

Organo-alogenati nei pozzi pubblici, anno 2001: numero analisi e superamenti CMA
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

ANTIPARASSITARIO	NUMERO ANALISI	SUPERAMENTI	SUPERAMENTI %
1 2 Cis Dicloroetilene	209	5	2,39
1 2 Dicloroetano	209	0	0,00
1 2 Dicloropropano	209	0	0,00
3 6 Dicloropiridazina	188	0	0,00
Bromoformio	255	0	0,00
Cloroformio	257	6	2,33
Dibromoclorometano	255	0	0,00
Diclorobromometano	255	0	0,00
Freon 113	256	0	0,00
Metilcloroformio	256	0	0,00
Tetracloroetilene	257	38	14,79
Tetracloruro di carbonio	256	0	0,00
Tricloroetilene	257	5	1,95
Triclorofluorometano	257	0	0,00

FIGURA 8.24
ATRAZINA: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

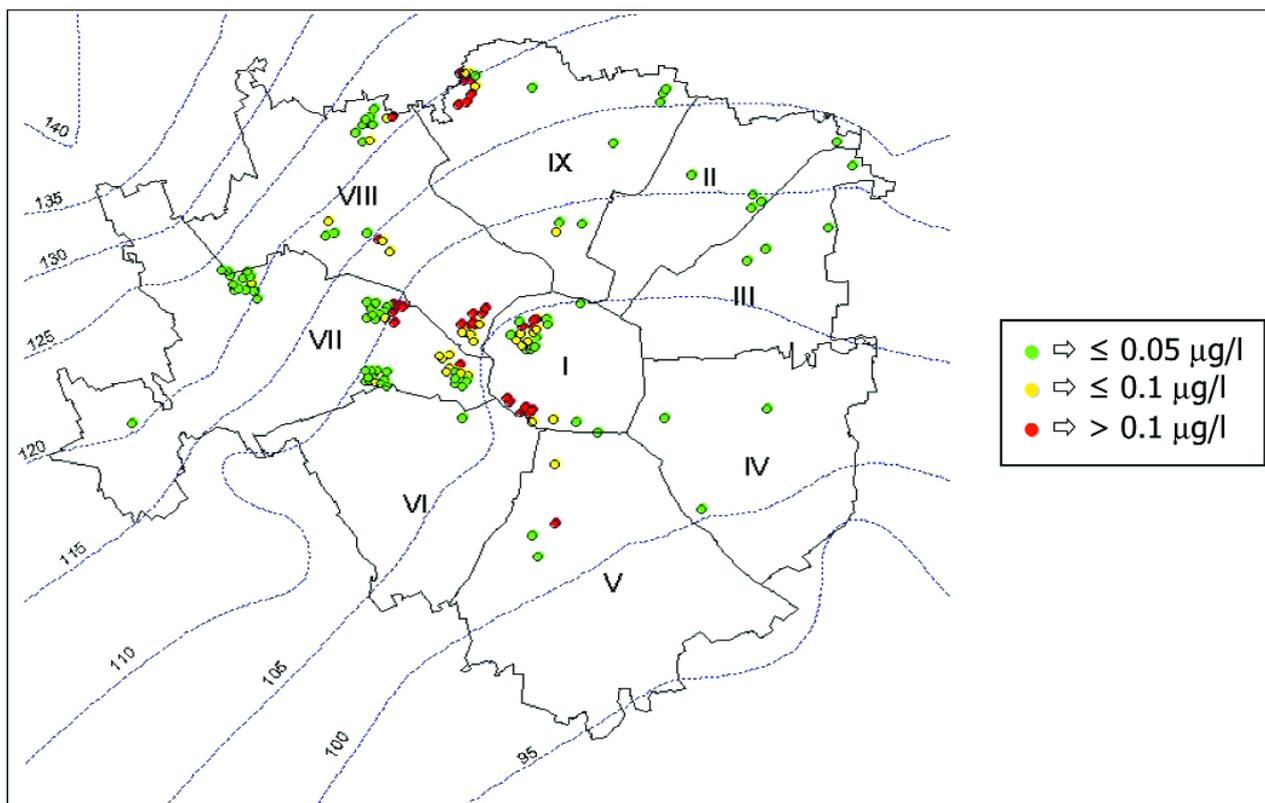


FIGURA 8.25
CLOROFORMIO: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

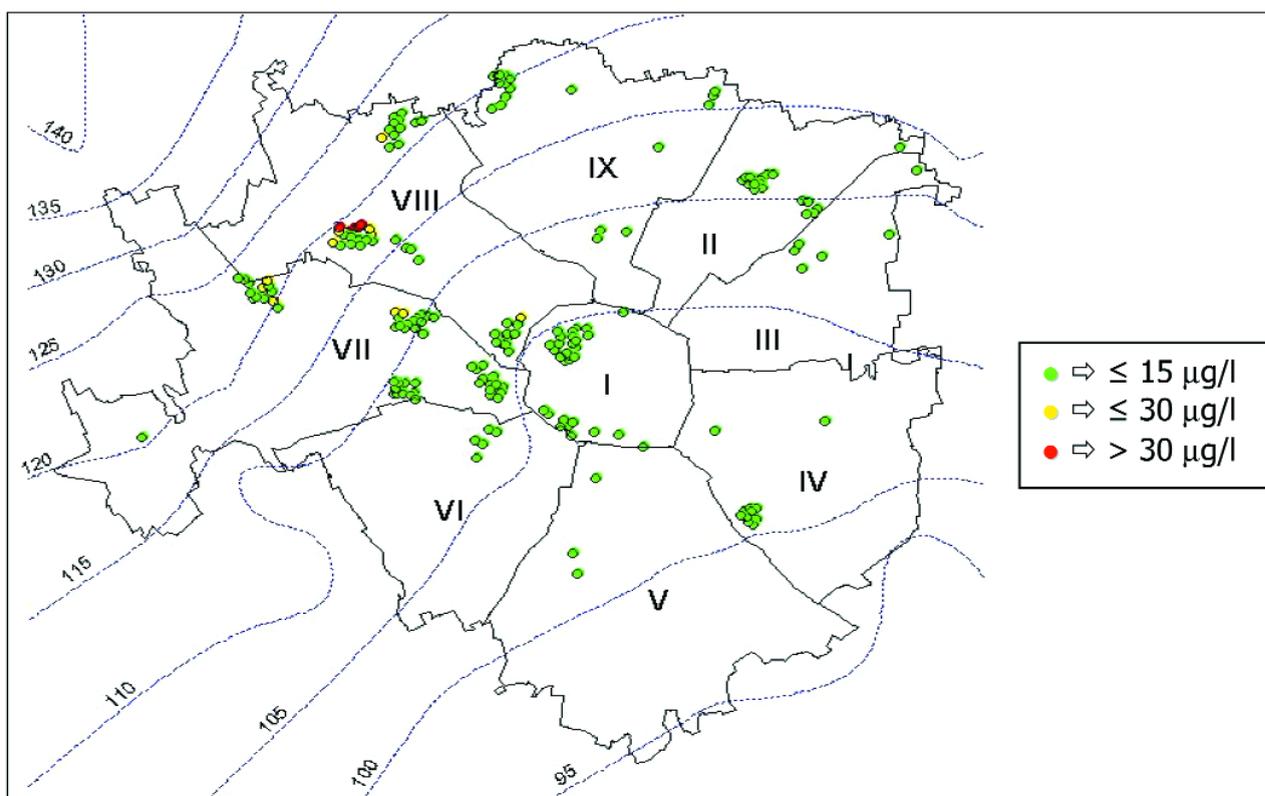


FIGURA 8.26
CROMO VI: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

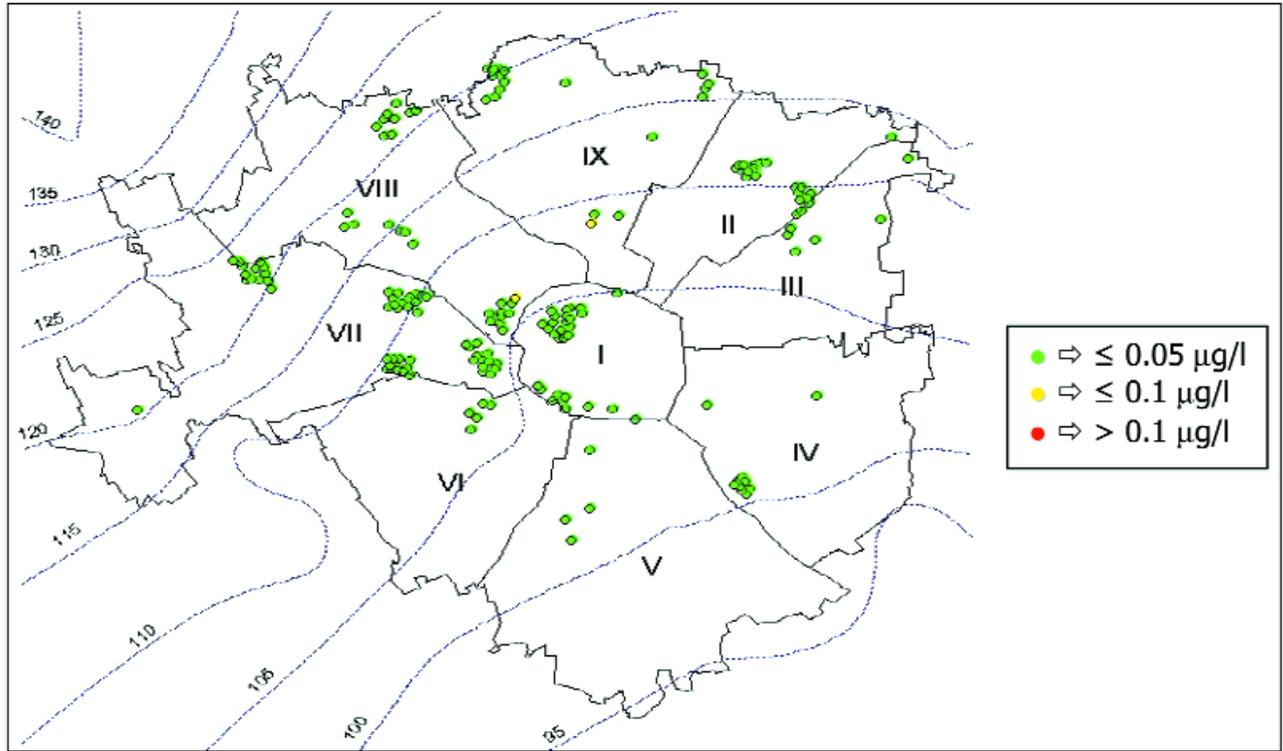


FIGURA 8.27
FERRO: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

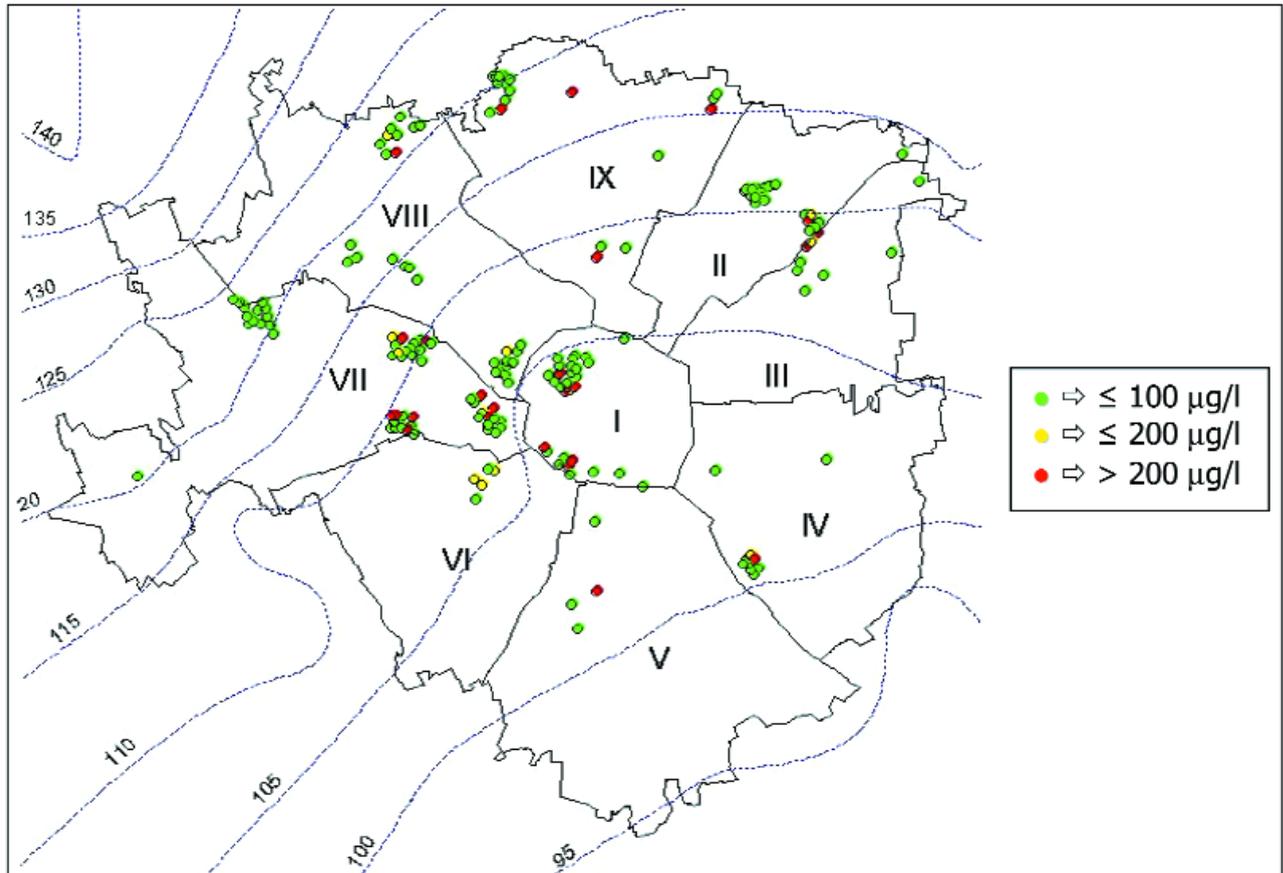


FIGURA 8.28
FREON 113: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: Provincia di Milano, S.I.F., elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente (2002)

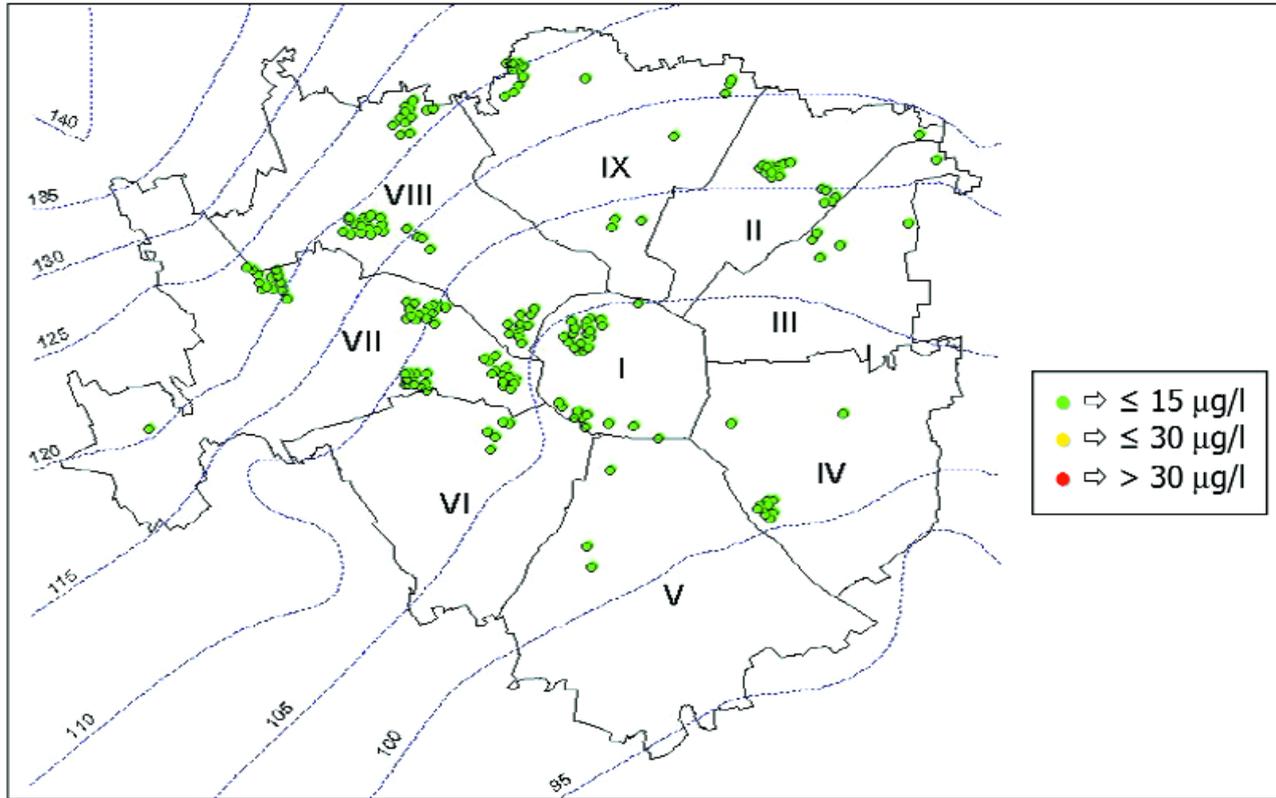


FIGURA 8.29
MANGANESE: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

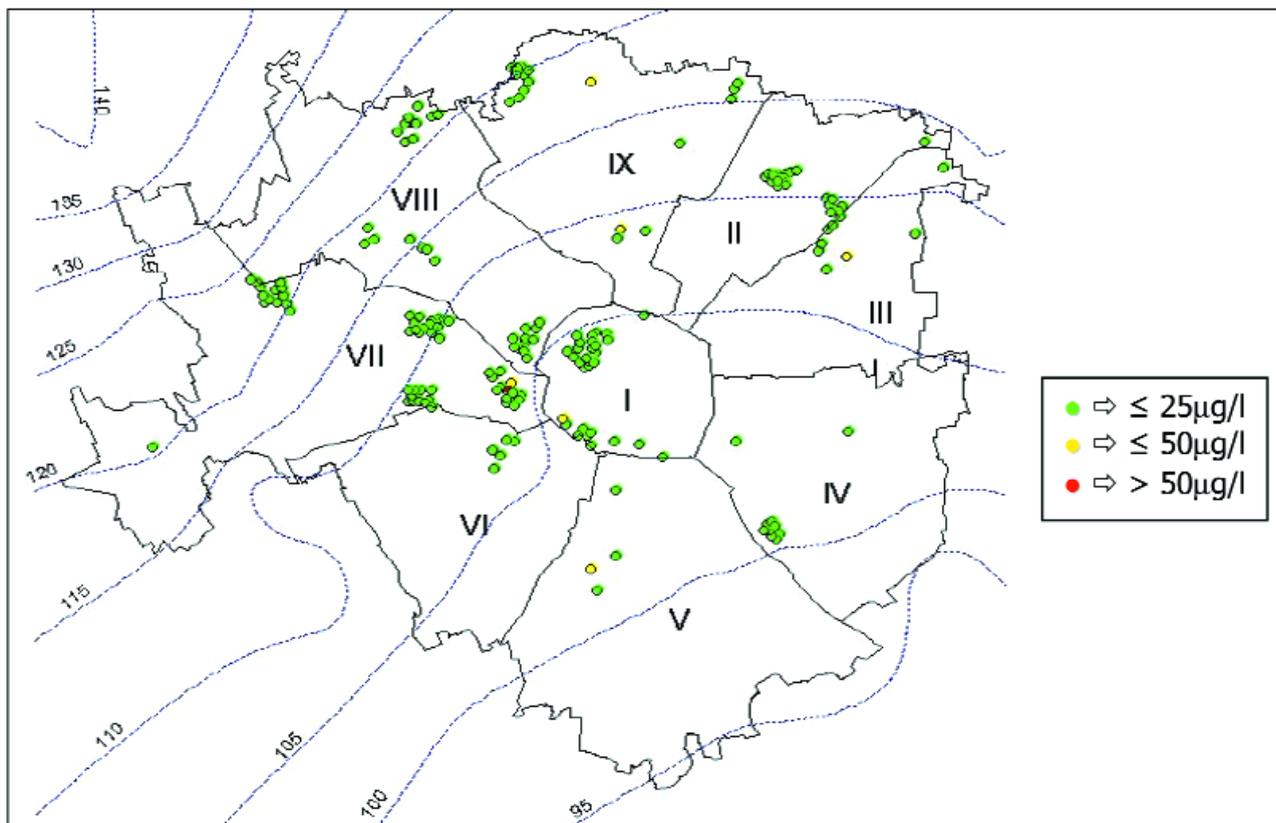


FIGURA 8.30
METILCLOROFORMIO: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

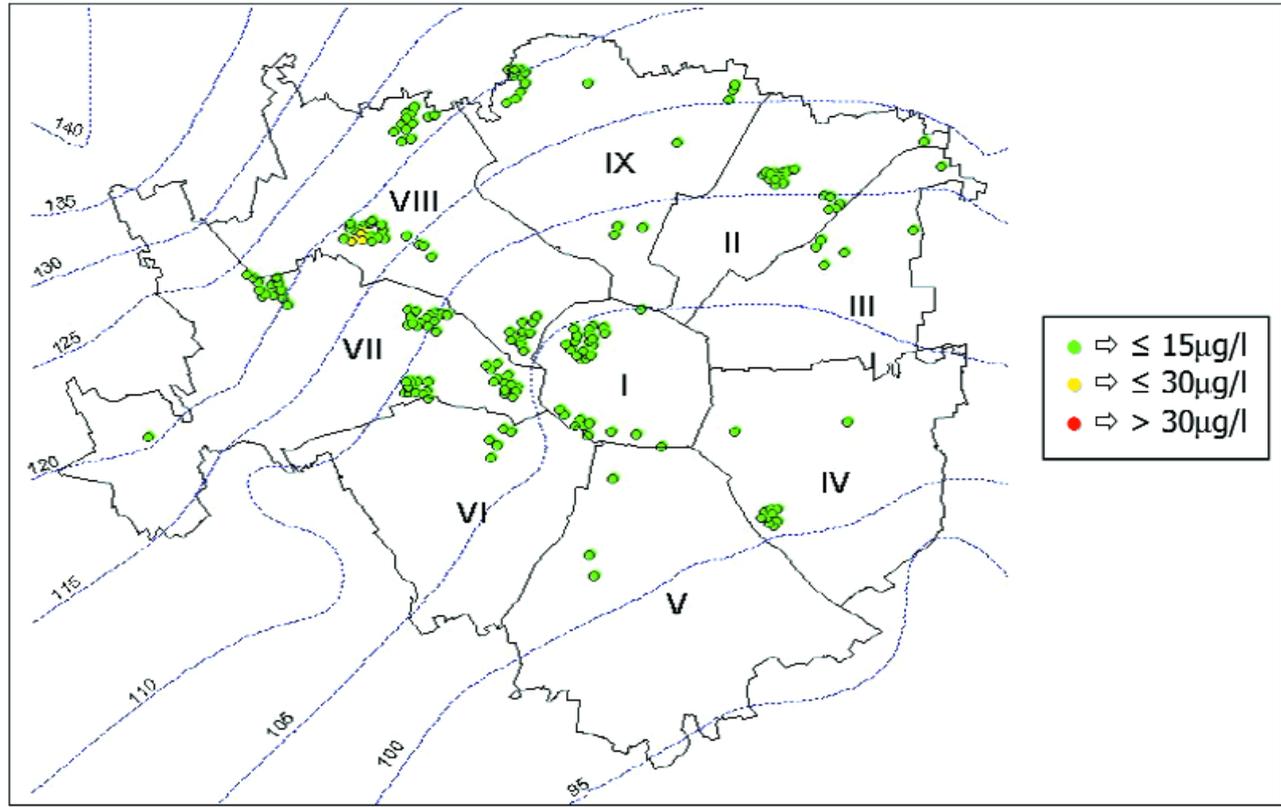


FIGURA 8.31
NITRATI: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

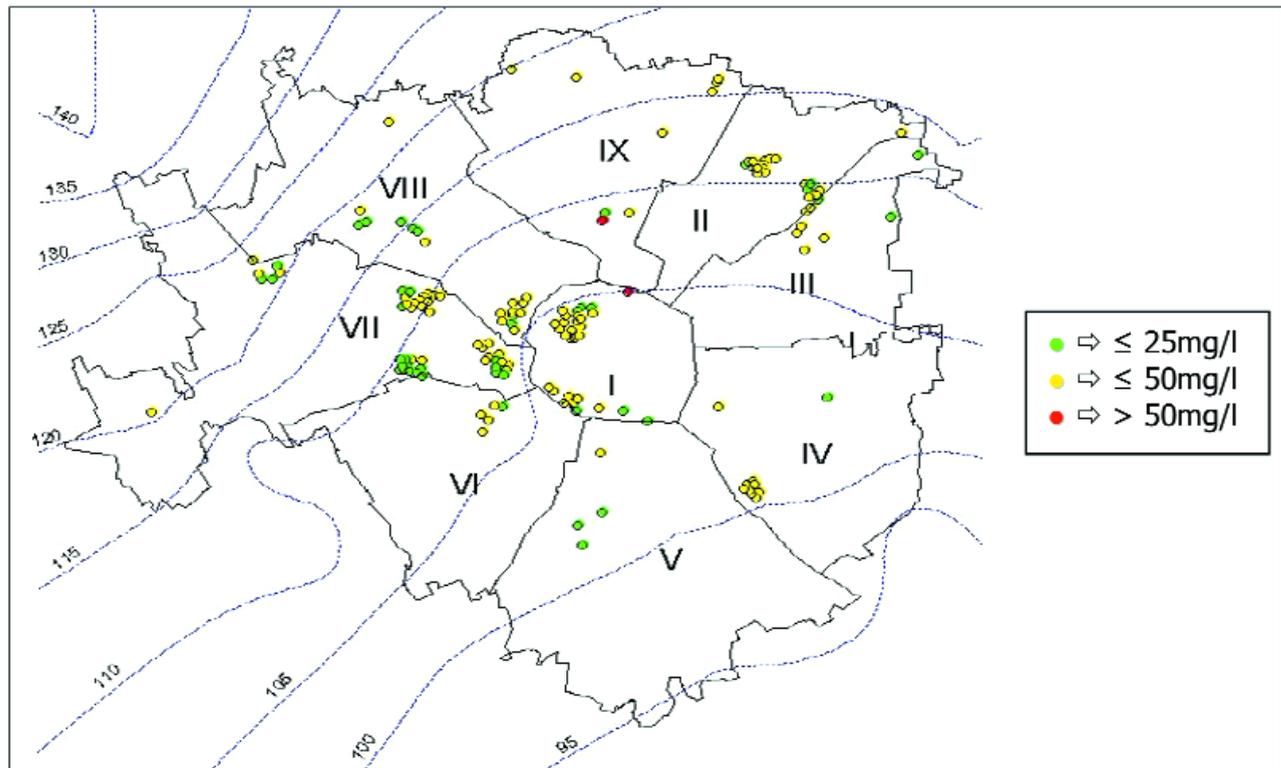


FIGURA 8.32
TETRACLOROCARBURI: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

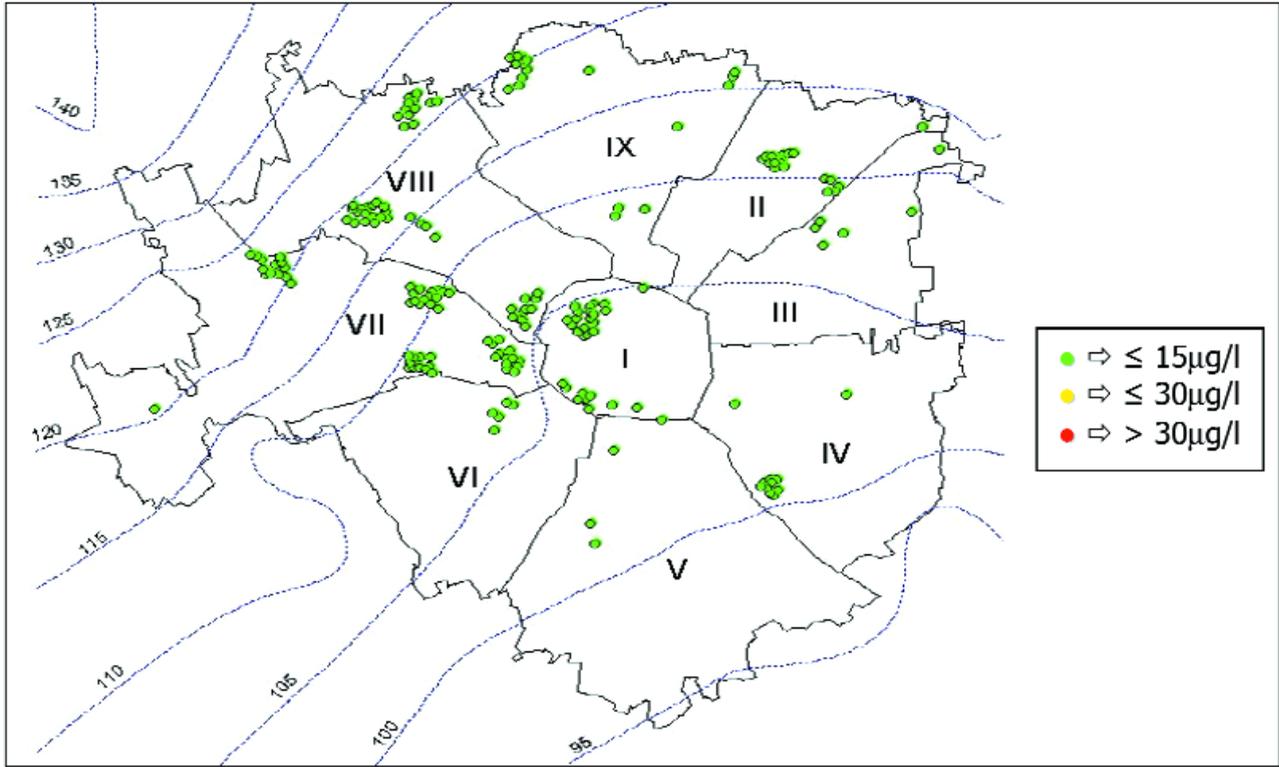


FIGURA 8.33
TETRACLOROETILENE: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

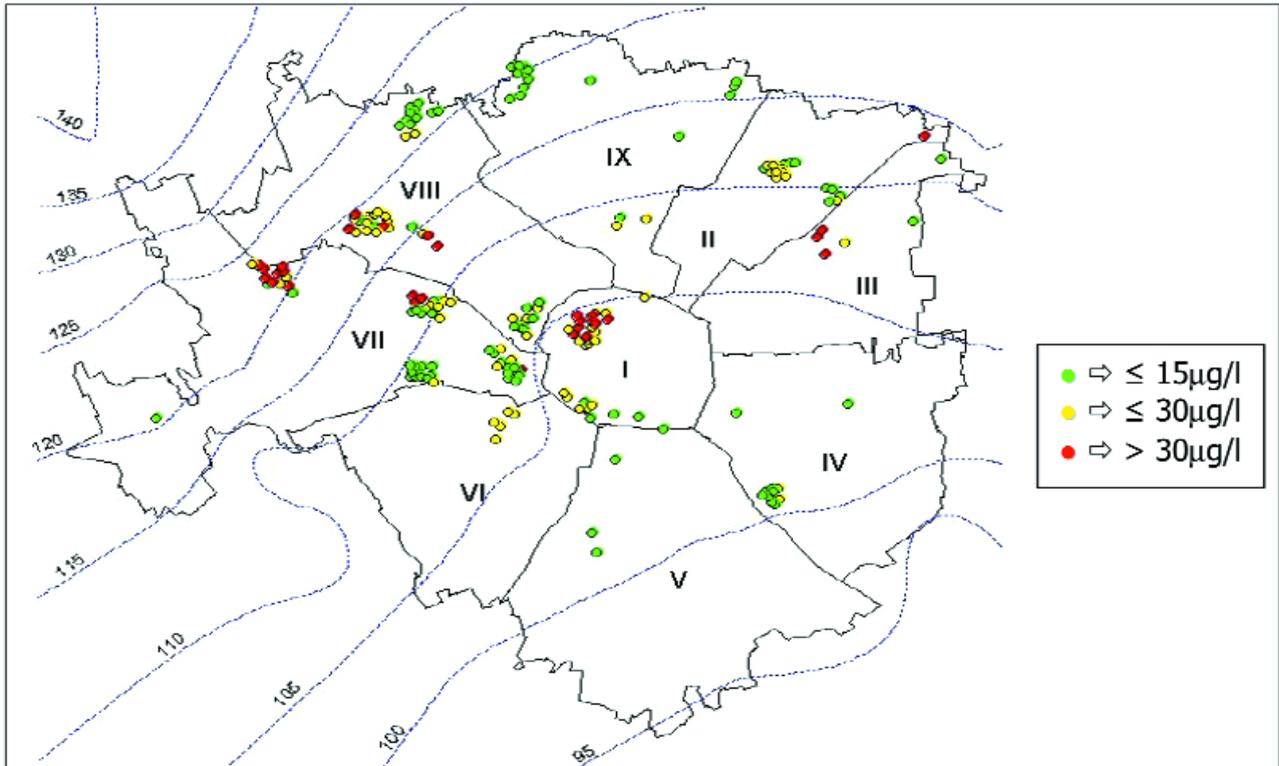


FIGURA 8.34
ORGANO-AOGENATI TOTALI: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

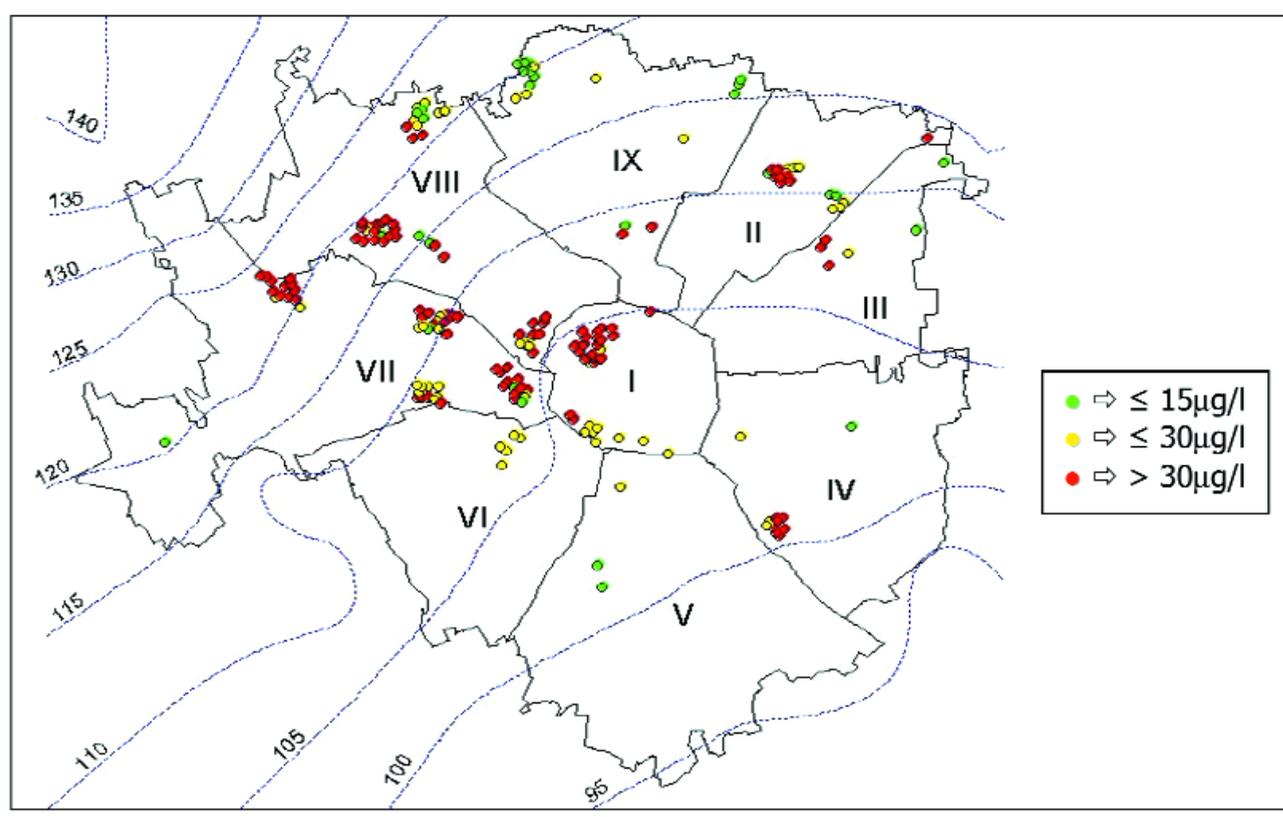


FIGURA 8.35
TRICLOROETILENE: concentrazioni medie annuali nei pozzi pubblici, 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

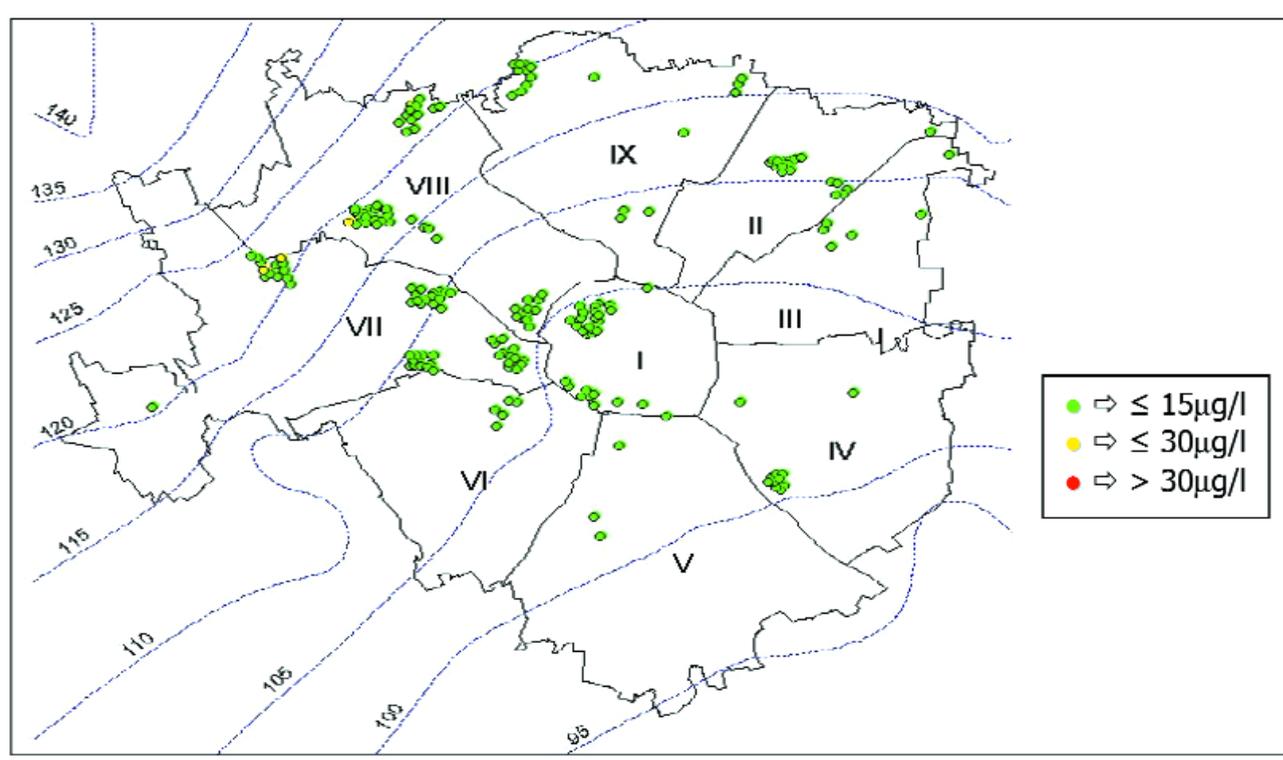


TABELLA 8.22
Monitoraggio della qualità delle acque sotterranee (pozzi pubblici e privati, anno 2002)
Fonte: A.R.P.A. - Dipartimento sub-provinciale Milano 1 (2002)

PUNTI DI PRELIEVO PER CONTROLLI "STANDARD"	FREQUENZA DEI CONTROLLI			ANALISI ANNUALI PREVISTE
	1° FALDA	2° FALDA	3° FALDA	
78	4 mesi	6 mesi	6 mesi	200

FIGURA 8.36
Andamento dei livelli di soggiacenza della falda 1989 - 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

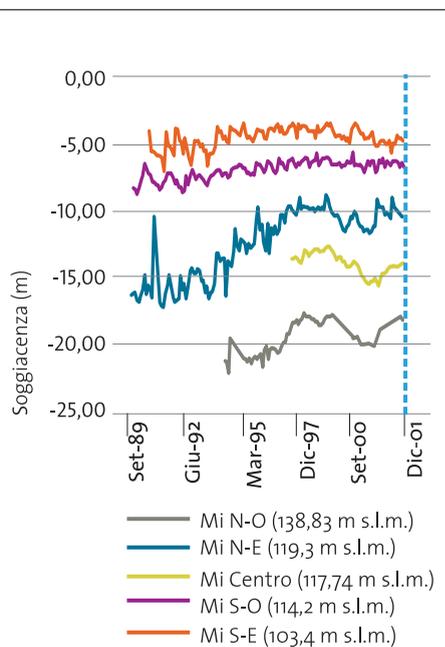


FIGURA 8.37
Andamento dei livelli di soggiacenza della falda: confronto anni 1990 e 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

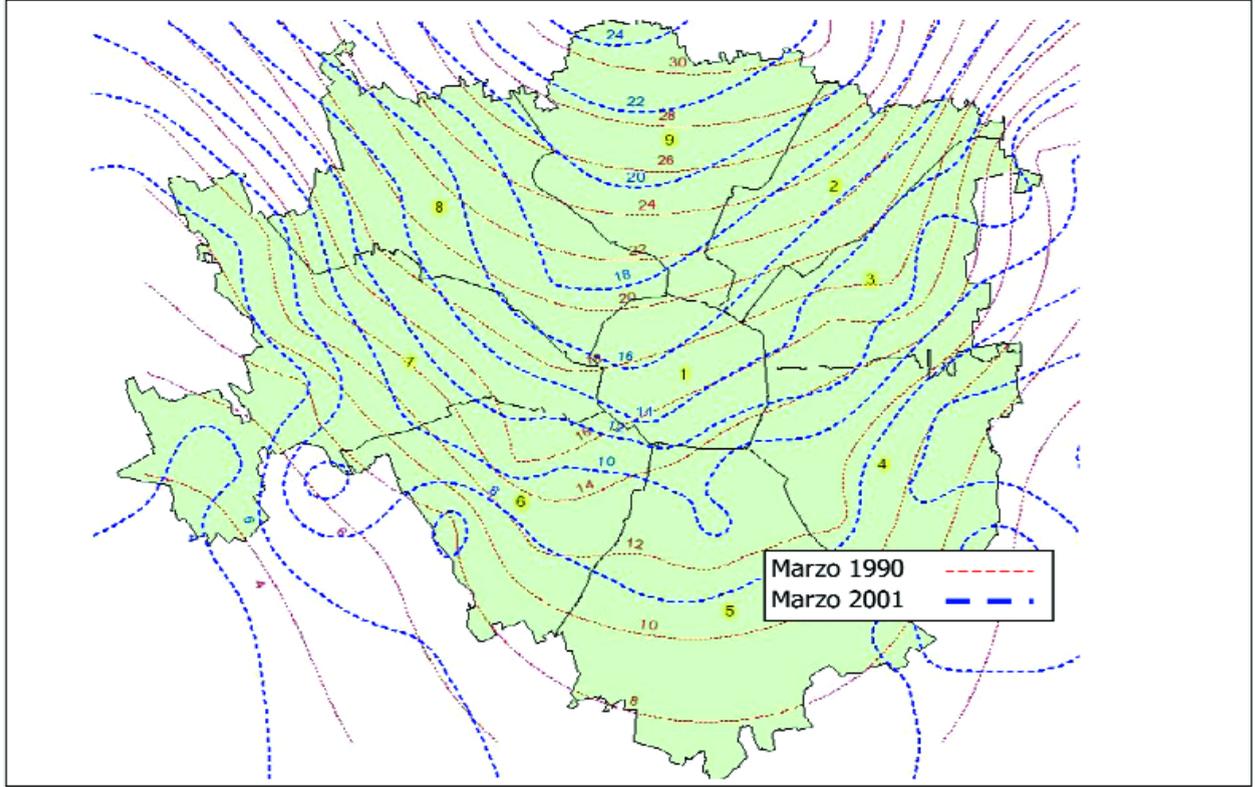


FIGURA 8.38
Andamento isopiezometriche: confronto anni 1990 e 2001
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

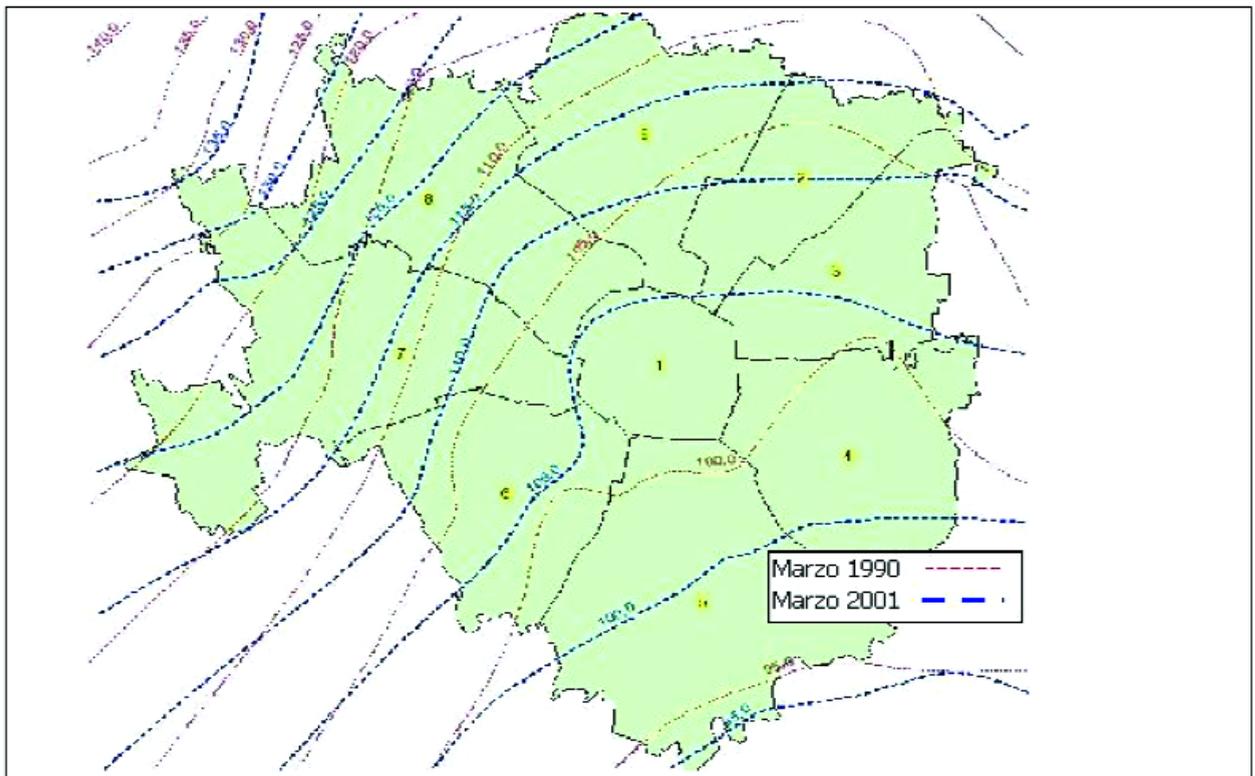


FIGURA 8.39
Andamento isopiezometriche: confronto anni 1897 e 1997
Fonte: Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

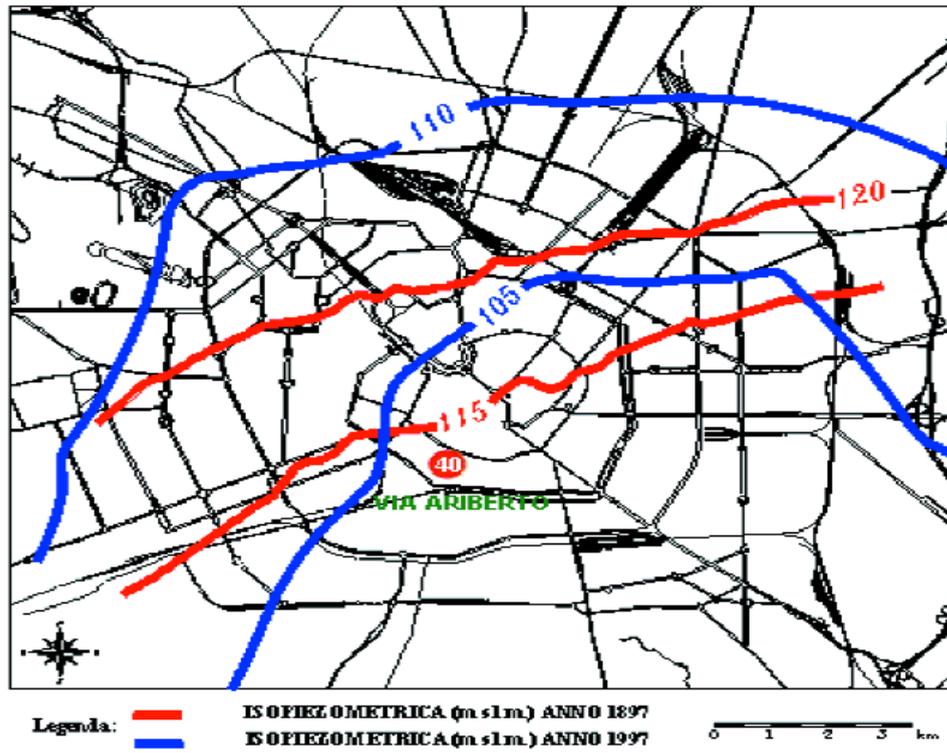


FIGURA 8.40
Ubicazione principali aree critiche per l'innalzamento della falda, giugno 1998
Fonte: Provincia di Milano, S.I.F. (2002)

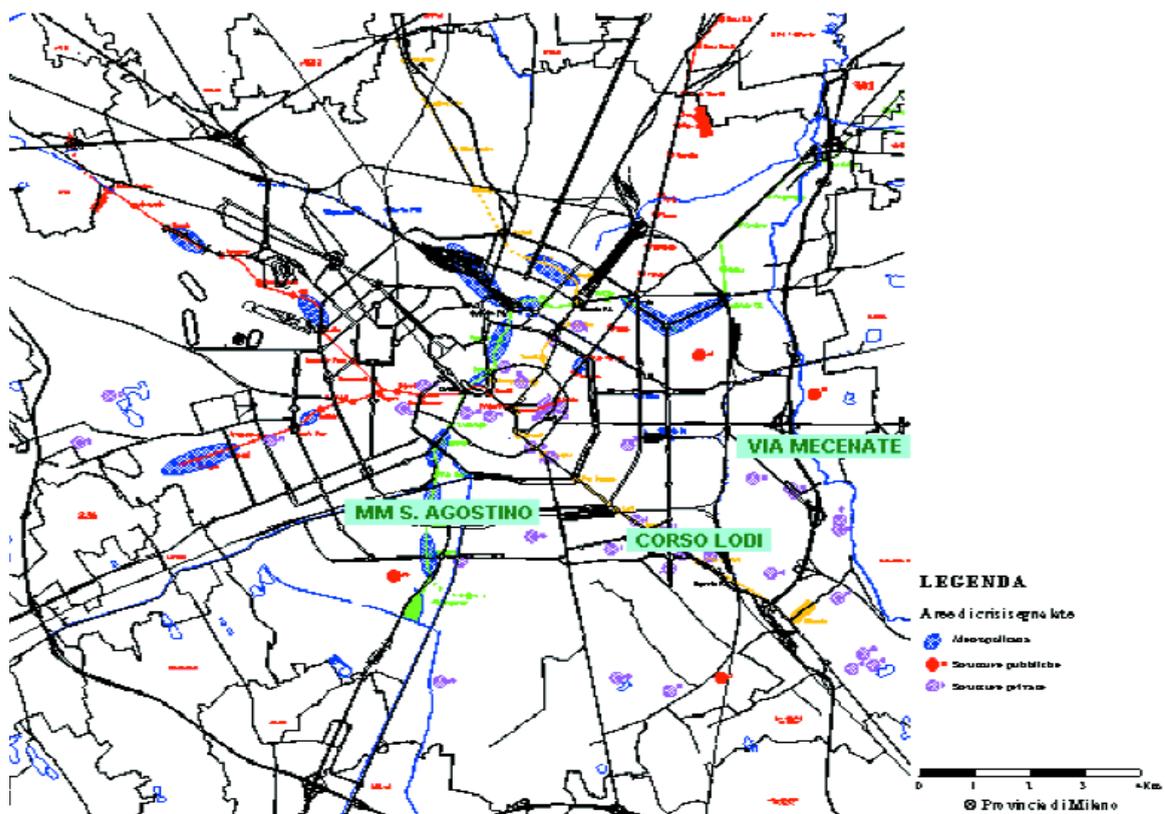


TABELLA 8.23
Pozzi di captazione per il controllo dell'innalzamento della prima falda acquifera
 Fonte: Civico Acquadotto di Milano (ottobre 2002), elaborazioni tratte da studio di fattibilità "Recupero energetico da acque di falda in Comune di Milano", Comune di Milano, Fondazione Lombardia per l'Ambiente (1999)

ELENCO POZZI DI CAPTAZIONE IN PRIMA FALDA

GIÀ IN FUNZIONE

Ubicazione	N° pozzi	Portata (l/s)	Recapito finale
Largo Augusto	1	35	Roggia Vettabbia
via Verziere	1	35	Roggia Vettabbia
piazza Fontana	1	35	Roggia Vettabbia
	1	35	Roggia Vettabbia
piazza Tarelli	1	35	Roggia Vettabbia
via Disciplini	1	35	Roggia Vettabbia
piazza Vetra	1	35	Roggia Vettabbia
Parco delle Basiliche	4	140	Roggia Vettabbia
	1	35	Roggia Vettabbia
via Tabacchi / via Sarfati	1	35	Roggia Vettabbia
via Tabacchi	3	105	Roggia Vettabbia
via Tantardini	3	105	Roggia Vettabbia
via Zamenhof / via Balilla	1	35	Roggia Vettabbia
via Castelbracco	2	70	Roggia Vettabbia
viale Toscana	1	35	Roggia Vettabbia
Parco Ravizza	7	245	Roggia Vettabbia
via S.Marco	1	35	Roggia Vettabbia
Gorla	1	35	Naviglio Martesana
Conca del Naviglio	12	420	Darsena P. Ticinese
Parco Solari			Fiume Olona (ramo Darsena)
via Morgagni			Cavo Melzi
via Pacini			Cavo Taverna
Totale	44	1.540	

REALIZZATI ENTRO IL 2002

	N° pozzi	Portata (l/s)	Recapito finale
Ospedale S. Paolo	20	700	Roggia Carlesca
Parco Alessandrini	9	315	Cavo Sala
via Ripamonti	10	350	Cavo Da Sesto
viale Ortles	8	280	Scaricatore Redefossi
Totale	47	1.645	

DA APPALTARE NEL 2003

Locazione	N° pozzi	Portata (l/s)	Recapito finale
via Palizzi (zona Bovisa)	15	525	Torrente Pudiga
Totale	15	525	

Acque destinate ad uso potabile

Come già evidenziato nelle prime sezioni di questo capitolo, il sistema acquedottistico della città di Milano è costituito da un insieme di reti locali, focalizzate sulle centrali di emungimento e distribuzione, dove le misure di potabilizzazione, in risposta alla qualità non ottimale delle acque grezze di falda (ind. n. 3), sono direttamente attuate nelle stesse centrali.

Le caratteristiche delle centrali di potabilizzazione, dotate di sistemi accoppiati di vasche di filtrazione e torri di aerazione, consentono una buona flessibilità di servizio, garantendo una qualità delle acque distribuite in rete sempre compatibile con le norme italiane ed europee in materia di qualità delle acque ad uso potabile.

Stato di qualità delle acque ad uso potabile

La documentazione resa disponibile consente di proporre una panoramica sullo stato qualitativo delle acque ad uso potabile riferita ai principali macrodecoloranti (nitrati, composti organici-clorurati, metalli, antiparassitari, microbiologici).

Per i diversi parametri analizzati (dalla Figura 8.41 alla Figura 8.46 e dalla Tabella 8.24 alla Tabella 8.30) vengono illustrati i dati di sintesi relativi agli anni 1999-2000-2001, riferiti ai sei distretti territoriali delle Aziende Sanitarie Locali della città di Milano.

Il quadro analitico generale evidenzia come le concentrazioni rilevate siano sempre inferiori ai valori massimi ammissibili e, spesso, anche ai valori guida. Non si rilevano pertanto problemi connessi alla qualità delle acque distribuite in rete, a testimonianza dell'efficienza delle misure di potabilizzazione applicate sul territorio comunale.

INDICATORE

4

TIPOLOGIA

S

QUADRO DI RIFERIMENTO

DPR 24 maggio 1988, n. 236, attuazione della Direttiva CEE n. 80/778 (poi sostituita dalla Direttiva 98/83/CE), qualità delle acque destinate al consumo umano.
L. 5 gennaio 1994, n. 36 (c.d. Legge Galli) "disposizioni in materia di risorse idriche".
L.R. 20 ottobre 1998, n. 21, organizzazione del servizio idrico integrato e individuazione degli Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) in attuazione della Legge 36/94.
D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento delle Direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE
D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 (c.d. Acque bis), disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. n. 152/99.
D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31, attuazione della direttiva 98/83/CE, qualità delle acque destinate al consumo umano

RIFERIMENTI

AD ALTRI INDICATORI

Il sistema di potabilizzazione delle acque della città di Milano è strettamente vincolato alla domanda/offerta sul territorio. La struttura della domanda è in relazione ai diversi usi dell'acqua che emergono dal tessuto socio-economico della città (Cap. 1 Contesto economico, strategie e relazioni metropolitane, forma e funzioni urbane); l'offerta deve garantire "acque finali" in quantità e in condizioni qualitative ottimali a fronte di "acque grezze" emunte dalle falde acquifere, talora contaminate (ind. n. 3)

TABELLA 8.24

NITRATI: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite

Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

ANNO	1999	2000	2001
DISTRETTO	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE
ASL 6	25,33	23,87	24,44
ASL 5	23,45	22,23	23,00
ASL 4	26,10	24,07	18,90
ASL 3	32,37	27,82	29,42
ASL 2	39,93	36,95	37,14
ASL 1	23,94	18,51	22,12
Comune di Milano (media)	28,52	25,58	25,84
CMA	50 mg/l		
VG	5 mg/l		

FIGURA 8.41

NITRATI: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite

Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

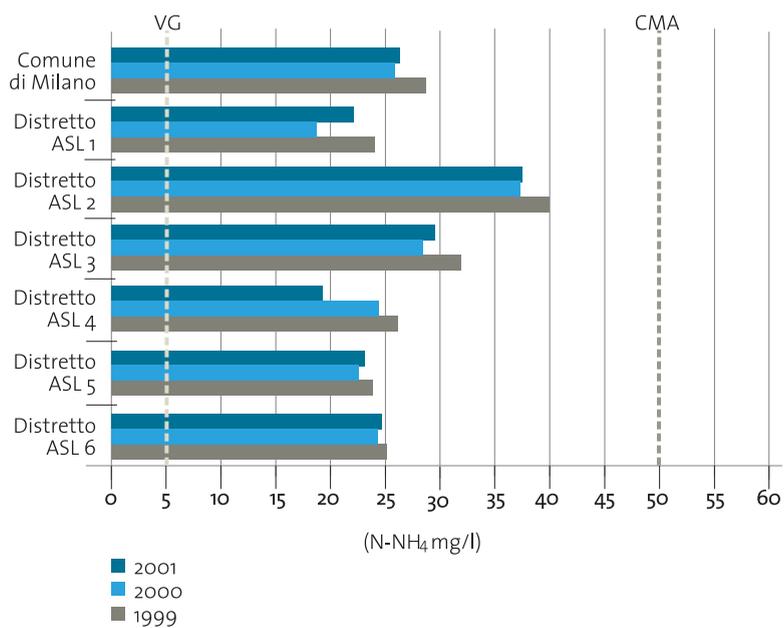


TABELLA 8.25
TOTALE SOVENTI CLORURATI:
concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

ANNO	1999	2000	2001
DISTRETTO	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE
ASL 6	19,36	19,09	18,37
ASL 5	15,79	10,79	14,38
ASL 4	22,03	25,97	19,94
ASL 3	17,82	14,88	10,00
ASL 2	8,42	13,93	9,85
ASL 1	17,33	15,76	17,61
Comune di Milano (media)	16,79	16,74	15,03
CMA	30 µg/l		
VG	1 µg/l		

FIGURA 8.42
TOTALE SOVENTI CLORURATI:
concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

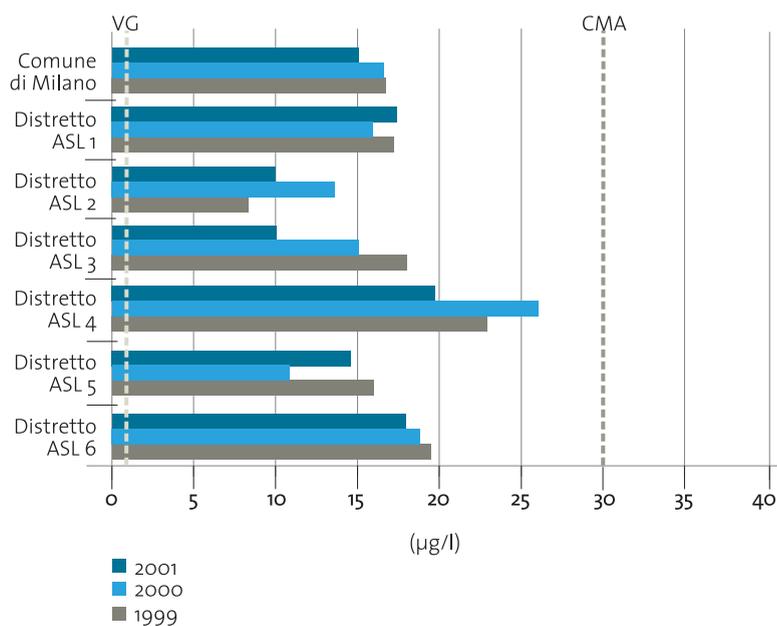


TABELLA 8.26

FERRO: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

ANNO	1999	2000	2001
DISTRETTO	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE
ASL 6	40,85	20,39	32,11
ASL 5	45,72	33,61	31,03
ASL 4	30,29	22,46	12,96
ASL 3	47,95	111,65	38,91
ASL 2	25,00	8,28	16,10
ASL 1	81,59	40,44	38,92
Comune di Milano (media)	45,23	39,47	28,34

CMA	200	g/l
VG	50	g/l

FIGURA 8.43

FERRO: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

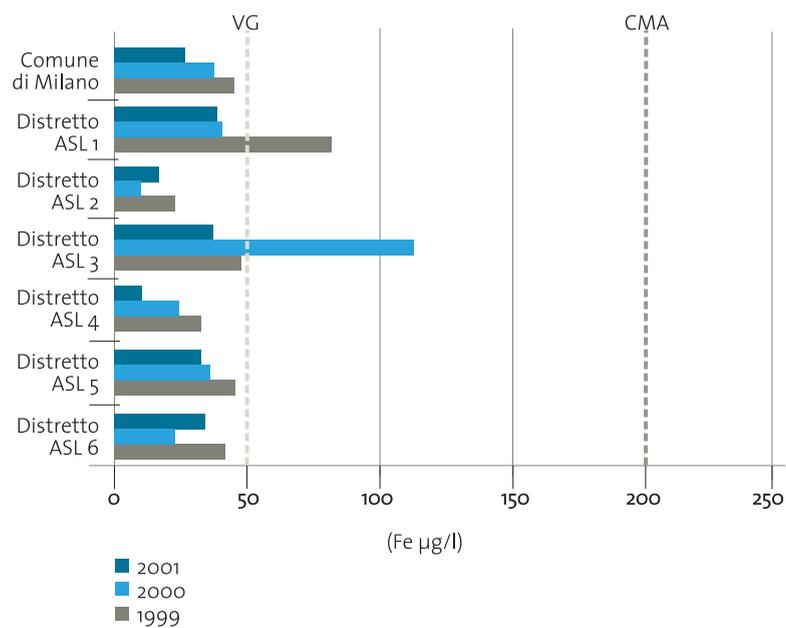


TABELLA 8.27
MANGANESE: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

ANNO	1999	2000	2001
DISTRETTO	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE
ASL 6	1,55	2,88	0,80
ASL 5	0,45	3,04	0,27
ASL 4	3,52	4,78	4,05
ASL 3	4,09	6,04	4,50
ASL 2	2,80	1,00	1,19
ASL 1	3,48	4,23	2,07
Comune di Milano (media)	2,65	3,66	2,15
CMA	50 µg/l		
VG	20 µg/l		

FIGURA 8.44
MANGANESE: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

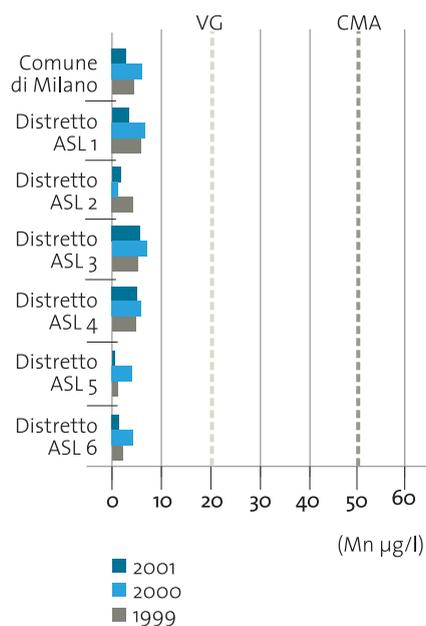


TABELLA 8.28

CROMO VI: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

ANNO	1999	2000	2001
DISTRETTO	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE
ASL 6	1,68	0,75	1,06
ASL 5	0,00	0,13	0,17
ASL 4	2,65	0,75	1,35
ASL 3	12,80	5,98	5,71
ASL 2	0,29	0,35	1,33
ASL 1	1,39	0,65	0,83
Comune di Milano (media)	3,14	1,44	1,74
	CMA	50 µg/l	
	VG	(-)	

FIGURA 8.45

CROMO VI: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

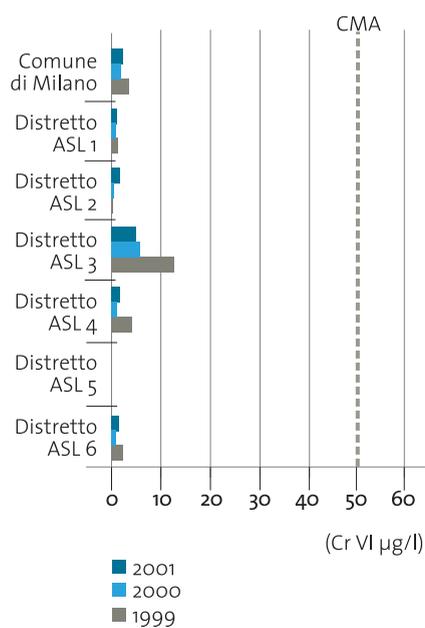


TABELLA 8.29
Antiparassitari: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

ANNO	1999	2000	2001
DISTRETTO	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE	CONCENTRAZIONE
ASL 6	0,03	0,03	0,04
ASL 5	0,02	0,03	0,02
ASL 4	0,03	0,02	0,01
ASL 3	0,00	0,00	0,00
ASL 2	0,37	0,11	0,02
ASL 1	0,02	0,02	0,04
Comune di Milano (media)	0,08	0,04	0,02
CMA	0,5 µg/l		
VG	(-) µg/l		

FIGURA 8.46
ANTIPARASSITARI: concentrazioni medie annuali nelle acque distribuite
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

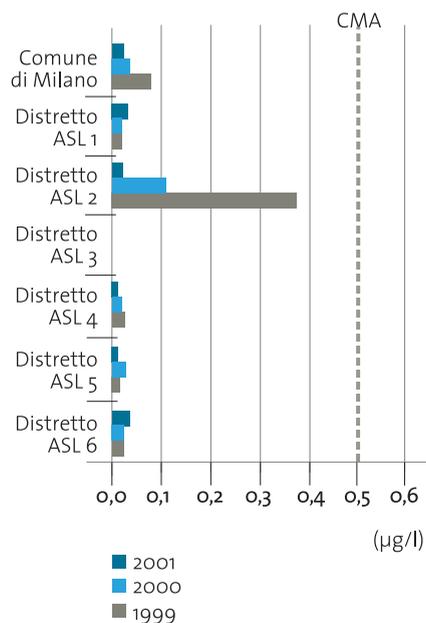


TABELLA 8.30
Analisi microbiologiche: campioni conformi [C] e non conformi [NC] alla normativa
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati ASL Milano (2002)

ANNO	DISTRETTO A.S.L.	CAMPIONI MICROBIOLOGICI "C1" (*)		CAMPIONI MICROBIOLOGICI "C4" (**)		TOTALE		TOTALE CAMPIONI	CAMPIONI NON CONFORMI (%)
		C	NC	C	NC	C	NC		
1999	1	1.312	40	80	5	1.392	45	1.437	3,13%
	2	955	9	64	1	1.019	10	1.029	0,97%
	3	1.195	9	78	2	1.273	11	1.284	0,86%
	4	854	8	60	1	914	9	923	0,98%
	5	717	15	31	2	748	17	765	2,22%
	6	1.736	10	114	3	1.850	13	1.863	0,70%
	Comune di Milano	6.769	91	427	14	7.196	105	7.301	1,44%
2000	1	1.043	32	159	4	1.202	36	1.238	2,91%
	2	371	4	62	0	433	4	437	0,92%
	3	456	7	73	1	529	8	537	1,49%
	4	307	10	53	2	360	12	372	3,23%
	5	381	13	60	1	441	14	455	3,08%
	6	652	23	111	1	763	24	787	3,05%
	Comune di Milano	3.210	89	518	9	3.728	98	3.826	2,56%
2001	1	1.081	10	153	6	1.234	16	1.250	1,28%
	2	400	4	61	0	461	4	465	0,86%
	3	513	8	78	1	591	9	600	1,50%
	4	326	8	51	3	377	11	388	2,84%
	5	338	5	48	1	386	6	392	1,53%
	6	592	8	102	2	694	10	704	1,42%
	Comune di Milano	3.250	43	493	13	3.743	56	3.799	1,47%

(*) Analizzati coliformi totali e coliformi fecali [UFC]

(**) Analizzati streptococchi fecali, carica batterica a 22°C, carica batterica a 36°C, coliformi totali, coliformi fecali [UFC]

Servizi e capacità di fognatura

INDICATORE

5

TIPOLOGIA

P-R

QUADRO DI RIFERIMENTO

L. 5 gennaio 1994, n. 36 (c.d. Legge Galli) "disposizioni in materia di risorse idriche".
L.R. 20 ottobre 1998, n. 21, organizzazione del servizio idrico integrato e individuazione degli Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) in attuazione della Legge 36/94.
D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento delle Direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE.
D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 (c.d. Acque bis), disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. n. 152/99

RIFERIMENTI

AD ALTRI INDICATORI

La pressione sul sistema di smaltimento delle acque è strettamente legata alla quantità e qualità delle acque piovane, alla copertura del suolo cittadino (Cap. 6 Suolo, sottosuolo e morfologia insediativa), alla quantità degli scarichi e, quindi, dell'approvvigionamento idrico (ind. n. 1)

La rete fognaria milanese è di tipo unitario e la sua struttura discende dall'applicazione di studi successivi, legati alle varie fasi di sviluppo urbanistico della città, a partire dal 1868 fino all'assetto attuale, disegnato dal Piano Regolatore del 1953.

Il territorio comunale è suddiviso in due bacini.

Il primo (bacino interno) comprende le aree delimitate dell'alveo dell'Olonza e dalla cintura ferroviaria, ed è suddiviso in 5 sottobacini, serviti ciascuno da un proprio collettore (Collettore di Gentilino: parte più alta del centro storico; Collettore di Vigentino: restante parte del centro storico; Collettore di Nosedo Sinistro, rami alto e basso: zona centro-orientale; Collettore di Nosedo Destro, rami alto e basso: zona occidentale; Collettore di Ampliamento Est: zona nordorientale).

Il secondo bacino (bacino di ampliamento) comprende la restante parte del territorio comunale, la cui sistemazione idraulica evita che le acque provenienti da questo territorio (in particolare, quelle piovane) gravino sulla rete fognaria del bacino interno, tramite un sistema di collettori che, aggirando la zona urbana, trovano recapito nei colatori esistenti a valle della città. Il bacino di ampliamento è suddiviso in due grandi sottobacini: la zona settentrionale e orientale esterna, servita da un collettore (Gronda Basso) con recapito nel Fiume Lambro Settentrionale; e la zona occidentale esterna servita da due collettori (Emissario Occidentale Interno ed Emissario Occidentale Esterno) con recapito nel Deviatore Olona e, quindi nel Colatore Lambro Meridionale.

In Figura 8.47 le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica indicano la quantità di pioggia (in mm) che può scaricarsi localmente in una certa durata temporale (in ore) di un nubifragio con un prefissato livello di probabilità (rappresentato dal periodo di ritorno dell'evento, o intervallo medio di ricorrenza). Il grafico riporta l'analisi effettuata sul campione dei dati osservati dall'Osservatorio Astronomico di Brera nel periodo compreso tra il 1988 e il 2000. La rete di fognatura unitaria dovrebbe garantire il corretto smaltimento delle acque piovane per eventi con periodo di ritorno almeno decennale. Allo stato attuale ciò non si verifica per numerosi tronchi del sistema fognario, nonostante la peculiare architettura del sistema, che prevede una struttura a maglie locali con tronchi minori di grande sezione relativa, in grado di accumulare temporaneamente una quota rilevante di acque piovane, per rilasciarle poi gradualmente.

Durante i nubifragi, il tasso di pioggia si attenua al crescere dell'area di interesse, ossia del bacino drenato. La curva di attenuazione (ARF) porge il fattore moltiplicativo per il calcolo della sollecitazione meteorica di un bacino urbano al variare dell'area servita e della durata dello scroscio di pioggia, noto il valore locale nel centro di scroscio. Per esempio, un collettore a servizio di un'area di 10 km² smaltisce un volume di precipitazione

oraria pari a circa l'80% di quello che si registra nel centro di scroscio della precipitazione. La rete fognaria di Milano ha un'architettura particolare, con maglie locali anziché semplici rami, dove i canali minori sono stati realizzati (già nella prima metà del secolo XX) con sezioni molto abbondanti. Per via della modesta pendenza della rete minore, è ivi possibile l'accumulo temporaneo delle acque che provengono da bacini scolanti anche estesi, tramite un bilanciamento della piezometrica che vi si realizza in modo automatico (Figura 8.48). La funzionalità del sistema potrebbe essere migliorata in modo significativo inserendo organi di regolazione del flusso operabili in tempo reale tramite un sistema di previsione idrometeorologica e telecontrollo delle operazioni.

Il servizio fognario raggiunge oggi la quasi totalità dei milanesi (Tabella 8.31). Nel primo dopoguerra la rete si estendeva per circa 700 chilometri, dall'inizio degli anni '50 agli anni '80 sono stati ulteriormente realizzati circa 500 chilometri di rete, mentre dagli anni '80 a oggi lo sviluppo della rete è passato da 1.230 a 1.402 chilometri. Quasi la totalità della rete è di tipo unitario e gli spechi (canali di scolo) hanno un'età media assai elevata. La buona qualità di progettazione e costruzione degli spechi, di norma rivestiti al fondo da mattoni in gres posati a costa, ne garantisce un elevato oriz-

zonte di vita attesa, ma, vista anche la vetustà dei condotti più antichi, sono comunque necessari significativi e assidui interventi di manutenzione per garantire la funzionalità del sistema. Il valore attuale della rete è stimato in circa 1,45 milioni di Euro.

Una eventuale futura separazione della rete in rete bianca (acque piovane, da recapitare direttamente ai corpi idrici naturali) e reflua (acque nere e bionde o di prima pioggia, da convogliare alla depurazione prima

del recapito) prevede investimenti elevati, risulta di difficile attuazione tecnica e può seriamente compromettere l'equilibrio del sistema, quale si è venuto a consolidare nel corso di più di un secolo.

FIGURA 8.47
Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica: 1988-2000
Fonte: elaborazione Politecnico di Milano su dati Osservatorio di Brera (2002)

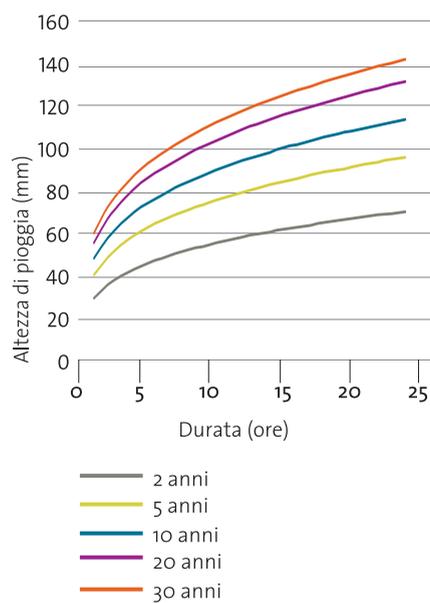


FIGURA 8.48
Fattore di riduzione areale delle precipitazioni intense
nell'area metropolitana di Milano
Fonte: De Michele et al., Politecnico di Milano (2001)

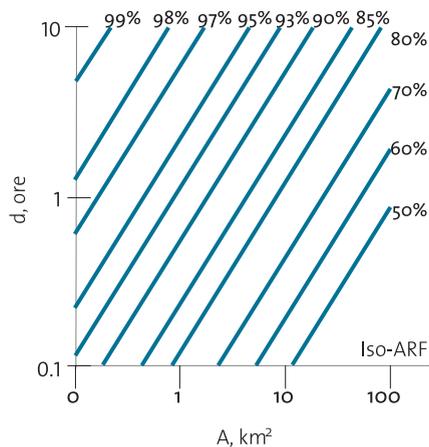


TABELLA 8.31
Servizi e capacità di fognatura
(indicatori del servizio fognature, aggiornati al 3 giugno 2002)
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente
su dati Servizio Fognature di Milano (2002)

SVILUPPO COMPLESSIVO	1.403.977,10 m	
COPERTURA DEL SERVIZIO	97 %	(rapporto tra ab. Serviti e ab. Residenti = 1.272.874 : 1.307.602)
UTENZE DOMESTICHE	36.497	35.262 (regolari) più 1.237 (provvisorie nuovi stabili)
UTENZE SCARICHI DIVERSI	1.654	
UTENZE TOTALI	38.151	
POPOLAZIONE SERVITA	1.272.874	
POPOLAZIONE FLUTTUANTE STIMATA	673.916	
LUNGHEZZA PRO-CAPITE DELLA RETE DI RACCOLTA	1,10 m/ab.s.	(rapporto tra lunghezza totale e ab. Serviti = 1.403.977,10 : 1.272.874)
LUNGHEZZA PRO-CAPITE DEI GRANDI COLLETTORI	0,17 m/ab.s.	(rapporto tra lunghezza dei collettori e ab. Serviti = 214.000 : 1.272.874)
TIPOLOGIE DI RETE	99 % NERE	
	0,5 % BIANCHE	
	0,5 % MISTE (UNITARIE)	
ETÀ MEDIA DELLA RETE	64	anni
ETÀ DEI CONDOTTI PIÙ ANTICHI	125	anni
IMPEGNO ENERGETICO	0,0002 kW/ab.s.	(rapporto tra kW impegnati e ab. Serviti = kW (120+15+105+15) : 1.272.874)
SCARICHI NON TRATTATI	100 %	(rapporto tra scarichi di fognatura privi di depurazione e totale degli scarichi)

INDICATORE

6

TIPOLOGIA

R

QUADRO DI RIFERIMENTO

L. 5 gennaio 1994, n. 36 (c.d. Legge Galli) "disposizioni in materia di risorse idriche".
L.R. 20 ottobre 1998, n. 21, organizzazione del servizio idrico integrato e individuazione degli Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) in attuazione della Legge 36/94.
D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento delle Direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE.
D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 (c.d. Acque bis), disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. n. 152/99

Servizi e capacità di depurazione

Fino a tutto il XIX secolo il problema della depurazione delle acque di Milano veniva risolto in modo efficiente con la depurazione biologica naturale che si realizzava nel comprensorio irriguo a valle della città: l'uso delle acque reflue per l'irrigazione vantava tradizioni molto antiche, in quanto praticato fin dal XII secolo quando i monaci cistercensi crearono nei pressi dell'Abbazia di Chiaravalle i primi campi marcitari alimentati con le acque della roggia Vettabbia che, già allora, raccoglieva le acque di rifiuto di Milano. Per la prevista realizzazione di tre impianti di depurazione, il territorio comunale si suddivide in tre bacini scolanti (bacino occidentale, di 10.130 ettari, servito dai due rami del collettore di Nosedo Destro e dagli Emissari Occidentali, interno ed esterno; bacino centro-orientale, di 6.900 ettari, servito dai collettori di Gentilino, Vigentino, Nosedo Sinistro e Ampliamento Est; bacino orientale, di 2.230 ettari,

servito dal collettore di Gronda Basso). Gli impianti di depurazione oggi in costruzione serviranno quasi certamente anche il Comune di Settimo Milanese, in quanto lo stesso già usufruisce del sistema di fognatura del Comune di Milano. La portata fognaria verrà convogliata interamente negli impianti di Milano Sud e di Peschiera Borromeo già a partire dal 2004, mentre l'impianto di Nosedo già entrato in funzione per quanto riguarda il primo lotto, servendo circa 350.000 abitanti equivalenti, andrà a regime nel 2004. Milano possiede una condizione piuttosto particolare, presentando parametri di valutazione dell'efficienza di depurazione molto variabili da stagione estiva a stagione invernale: per questo si è deciso di adottare un ingresso all'incirca pari al valore medio dei suddetti.

La numerosità degli allacciamenti disegna nel tempo un andamento tipicamente logistico, poiché avviene con tasso crescente nei primi 25 anni del secolo XX, con tasso costante nella parte centrale del secolo e

con un tasso decrescente negli ultimi vent'anni, quando il servizio raggiunge la quasi totalità degli abitanti (Figura 8.49).

FIGURA 8.49
Evoluzione del servizio di fognatura
Fonte: elaborazione Fondazione Lombardia per l'Ambiente su dati Servizio Fognature di Milano, dati non pubblicati (2002)

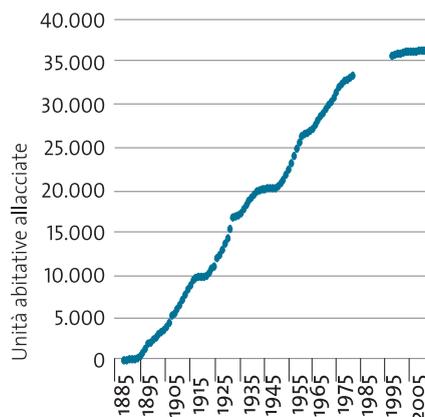


TABELLA 8.32
Impianti di depurazione: dati di progetto
Fonte: Servizio Fognature di Milano (2002)

IMPIANTO	PORTATA MEDIA GIORNALIERA IN PERIODO SECCO (Q_{24})	PORTATA MASSIMA DA ADDURRE IN PERIODO PIOVOSO (*)	POTENZIALITÀ (Ab. Equivalenti)	PORTATA MEDIA GIORNALIERA IN PERIODO SECCO	PORTATA MASSIMA AVVIATA AL TRATTAMENTO BIOLOGICO IN PERIODO PIOVOSO	PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA AVVIATA AI PRETRATTAMENTI
Milano Nosedo	5,00 m ³ /s	$Q_{MAX} = 3 \times Q_{24} =$ 15 m ³ /s	5 m ³ /s = 1.250.000	11 m ³ /s = 18.000 m ³ /h	15 m ³ /s = 39.600 m ³ /h	54.000 m ³ /h
Milano Sud	4,00 m ³ /s	$Q_{MAX} = 3 \times Q_{24} =$ 12 m ³ /s	1.050.000 (**)	4 m ³ /s = 14.400 m ³ /h	9 m ³ /s = 32.400 m ³ /h	12 m ³ /s = 43.200 m ³ /h
Peschiera Borromeo	1,10 m ³ /s	$Q_{MAX} = 3 \times Q_{24} =$ 3,3 m ³ /s	250.000	1,1 m ³ /s = 3.960 m ³ /h	3,3 m ³ /s = 11.880 m ³ /h	

(*) Le portate di pioggia superiori a tale valore raccolte dalla rete di fognatura vengono recapitate nei corsi d'acqua tramite scaricatori di piena.

(**) Comprende anche il Comune di Settimo Milanese

Indici climatici

Il cambiamento climatico all'interno di una vasta conurbazione si evidenzia sotto forma di ulteriore e accresciuta differenza di valori delle variabili meteorologiche rispetto alle aree rurali circostanti. L'isola di calore già presente sulle aree inurbate si esalta grazie a una situazione generale complessivamente favorevole, soprattutto in termini di aumento di temperature e tasso di precipitazione durante i nubifragi, ma anche con fenomeni di retroazione legati all'inquinamento atmosferico e alle fonti antropogeniche di calore puntuali e diffuse. Di conseguenza, cambiamenti climatici a scala globale e regionale possono esaltarsi a scala metropolitana.

*Per caratterizzare il clima di Milano, fra i numerosi indici di letteratura, si ritengono più significativi i seguenti sottoindicatori: i **poligoni di pioggia**, la **classificazione bioclimatica di Rivas-Martinez**, l'**indice di Gorczinsky**, l'**indice di Hargreaves** e l'**indice di intensità dei nubifragi**.*

I poligoni di pioggia evidenziano in modo immediato la distribuzione stagionale delle precipitazioni, sia in termini di numero di eventi che di quantità totale, all'interno dell'anno medio. L'indice bioclimatico di Rivas-Martinez classifica il clima secondo i parametri generalmente più diffusi sul territorio: temperatura e precipitazione;

è un indice molto recente (1999), particolarmente articolato, che consente un'ottima descrizione e caratterizzazione climatica. Le grandi divisioni risultano: A = climi della zona equatoriale e tropicale (sottodivisioni: equatoriale, eutropicale e subtropicale); B = climi mediterranei (aridi e umidi); C = climi temperati (eutropicale e subtropicale); D = climi boreali (freddi, aridi e subaridi); E = climi polari (subtemperato e freddo). L'indice K di Gorczinsky descrive la continentalità di un clima in funzione della differenza tra le temperature medie mensili del mese più caldo e più freddo a seconda della latitudine. Valori compresi tra 35 e 66 indicano la presenza di un clima continentale mentre valori tra 30 e 35 indicano un clima debolmente continentale. L'indice di Hargreaves porge l'evaporazione potenziale, come quantità media giornaliera, che viene integrata nel tempo a scala annuale (i valori restituiti risultano meglio approssimati di quelli valutabili con il metodo di Thornthwaite, perché calcolati anche rispetto alla radiazione). Quale indice di intensità dei nubifragi viene considerato l'andamento del valore atteso del massimo annuale di pioggia giornaliera, calcolato su una finestra mobile trentennale, particolarmente significativo per l'idrologia urbana.

L'analisi evidenzia il fatto che, pur rimanendo quasi invariate le quantità di precipitazione e il numero di giorni piovosi, si è manifestato negli ultimi anni un ulteriore aumento delle precipitazioni nella stagione autunnale, che comunque risulta la più piovosa anche nell'intera serie storica (Figura 8.50).

Il clima di Milano è descritto dal diagramma ombrotermico (Figura 8.51), che riporta l'andamento congiunto delle medie mensili di temperatura (linea azzurra, scala sinistra) e precipitazione (linea blu, scala destra). La variabilità interannuale di tempera-

tura e pioggia colloca il clima milanese a cavallo tra clima mediterraneo (classe B) e temperato (classe C). Il diagramma evidenzia una debole situazione di carenza idrica nei mesi estivi.

Sul medio periodo l'indice mostra una tendenza alla diminuzione, che negli ultimi anni si stabilizza intorno a un valore di circa 30, al limite della continentalità (Figura 8.52).

La stabilità della curva a lungo termine deriva dalla composizione di due periodi di massimo locale e uno di minimo locale. Tuttavia i valori elevati di questi ultimi

anni testimoniano la presenza di un clima più caldo, peraltro già sperimentato nella prima metà del secolo XIX, seppure con fluttuazioni allora più contenute di quelle attuali, soprattutto nei valori più elevati (Figura 8.53). L'indice mostra fluttuazioni quasi-cicliche, indicando come nel passato (metà del secolo XIX, inizio del secolo XX, metà del secolo XX) si siano manifestati periodi,

quale l'attuale, caratterizzati da un'elevata intensità dei nubifragi, assai superiore alla media di lungo periodo (Figura 8.54). In questa fase climatica, però, il tasso di crescita dell'indice appare più elevato che nel passato e, quindi, la rapidità del cambiamento attuale sembra peculiare.

FIGURA 8.50
Poligoni di pioggia (confronto tra i periodi dal 1934 al 2001 e dal 1990 al 2001)
Fonte: elaborazione Politecnico di Milano su dati Osservatorio di Brera (2002)

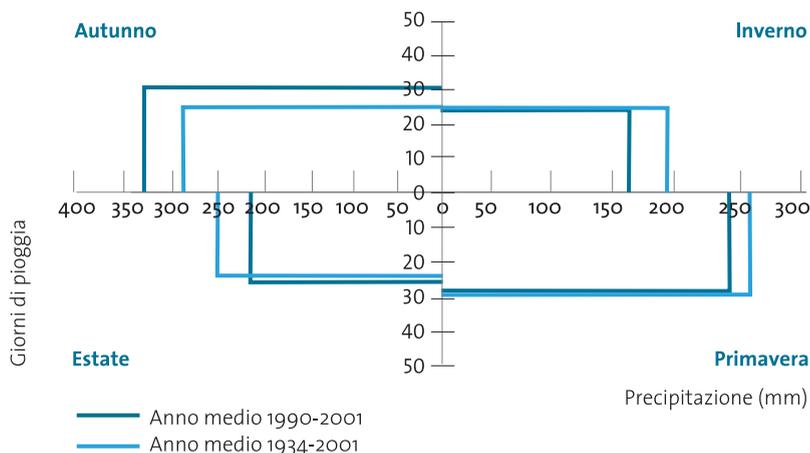


FIGURA 8.51
Indice climatico di Rivas-Martinez
Fonte: elaborazione Politecnico di Milano su dati Atlante climatico Rivas-Martinez (2002)

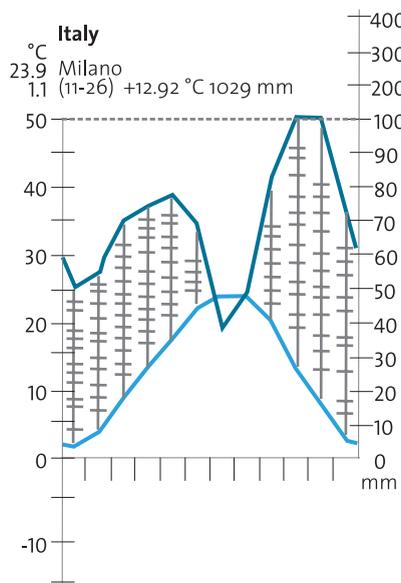


FIGURA 8.52
Indice di Gorzinsky
Fonte: elaborazione Politecnico di Milano su dati Osservatorio di Brera (2002)

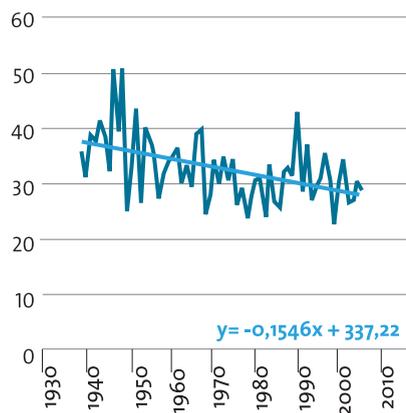


FIGURA 8.53
Indice climatico di Hargreaves
Fonte: elaborazione Politecnico di Milano su dati Osservatorio di Brera (2002)

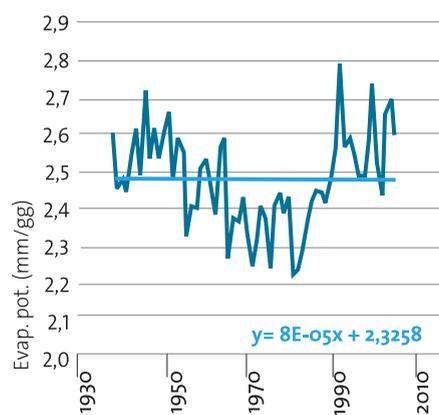
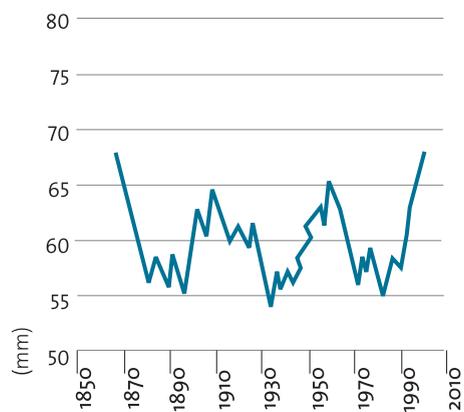


FIGURA 8.54
Indice di intensità dei nubifragi, in base metodo di De Michele et al. (1998)
Fonte: elaborazione Politecnico di Milano su dati Osservatorio di Brera (2002)



Bibliografia

BARTESAGHI, CASSITTO, MONTINI, *Recupero energetico da acque di falda in Comune di Milano*, Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 1999

DE MICHELE, KOTTEGODA C., N.T. & R. ROSSO, *The derivation of areal reduction factor of storm rainfall from its scaling properties*, *Water Resources Research* Vol.37, n.12, p.3247-3252, 2001

DE MICHELE, C., MONTANARI, A. & R. ROSSO, *The effects of non-stationarity on the evaluation of critical design storms*, *Water Science and Technology* Vol.37, no.11, p.187-193, 1998

GENTILE, A., BROWN, M. & G. SPADONI, *Viaggio nel sottosuolo di Milano tra acque e canali segreti*, Comune di Milano, 1990

M.M. S.P.A., *Interventi per il controllo della Falda*, 1999

MOTTA, V., *L'acquedotto di Milano*, Comune di Milano, 1981

PROVINCIA DI MILANO, *Sistema Informativo Falda (S.I.F.)*, sito web, 2002

Glossario

Acqua conturata: sinonimo di acqua volturata. Consumo di acqua (per usi domestici o produttivi) di un determinato utente, valutato dalla lettura periodica del contatore.

Acquifero: strato di roccia porosa o fessurata contenente acqua di falda. Esso può essere libero o in pressione: nel caso delle falde libere (o freatiche) la superficie superiore della falda acquifera ha la possibilità di oscillare, variando la quota in relazione alle diverse condizioni di alimentazione o di sfruttamento; nel caso di quelle in pressione, la superficie della falda è confinata superiormente da livelli impermeabili. In quest'ultimo caso, se la falda è raggiunta da pozzi, l'acqua può risalire fino ad una quota detta livello piezometrico.

Antiparassitari (fitofarmaci): sostanze o prodotti, spesso di origine sintetica, che esplicano una funzione medicinale nei confronti delle piante. A seconda del bersaglio cui sono destinati, i fitofarmaci si distinguono in insetticidi, erbicidi, fungicidi.

Atrazina: diserbante del gruppo delle s-triazine, usato in agricoltura (specialmente nelle coltivazioni di cereali, canna da zucchero e cotone); la sua percolazione nel terreno può provocare l'inquinamento delle falde acquifere.

Azoto (ammoniacale, nitroso, nitrico): nel testo si fa riferimento ad azoto ammoniacale, azoto nitroso (nitriti), azoto nitrico (nitrati). In pratica si differenziano per il diverso stato di ossidazione, e dunque le ripartizioni tra queste forme possono indicare situazioni di carenza di ossigeno nei corpi idrici. In presenza di ossigeno si ha normalmente il passaggio, ad opera di batteri, da azoto ammoniacale (NH_3) ad azoto nitrico (NO_3). Tale processo è detto nitrificazione. In carenza di ossigeno si hanno i passaggi contrari (denitrificazione) e, partendo da azoto nitrico si arriva ad azoto molecolare (N_2). L'azoto, insieme al fosforo, rappresenta una delle principali cause dell'eutrofizzazione.

Biota: vita animale e vegetale caratterizzante una regione. Si usa anche per indicare collettivamente la flora e la fauna.

BOD₅ (acronimo di Biological Oxygen Demand): domanda di ossigeno biologico. Indica il contenuto di sostanza organica biodegradabile in un effluente e misura la quantità di ossigeno, in g/l di effluente, consumata da adatti microorganismi, per demolire in 5 giorni gli inquinanti organici. Il test dura 7 giorni in caso di sostanze particolarmente resistenti all'azione dei microorganismi. Tale misura non tiene conto delle sostanze non biodegradabili, misurate dal COD (domanda di ossigeno chimico).

CMA: Concentrazione Massima Ammissibile, cioè la dose che, per legge, non deve essere superata.

COD (acronimo di Chemical Oxygen Demand): misura la quantità di ossigeno utilizzata per l'ossidazione (Ossidoriduzione) di sostanze organiche e inorganiche contenute in un campione d'acqua a seguito di trattamento con composti a forte potere ossidante. Questo parametro, come il BOD, viene principalmente usato per la stima del contenuto organico e quindi del potenziale livello di inquinamento delle acque naturali e di scarico. Il test viene eseguito utilizzando un ossidante chimico molto potente (bicromato di potassio). Un alto valore di COD di uno scarico comporta una riduzione dell'ossigeno disciolto nel corpo idrico ricettore e quindi una riduzione della capacità di autodepurazione e di sostenere forme di vita.

Composti organo-alogenati: vengono indicati come composti organo-alogenati i composti organici che contengono nella loro molecola almeno un atomo di alogeno (bromo, cloro, fluoro, iodio). Essendo largamente utilizzati nell'industria come solventi, sgrassanti e plastificanti, e in agricoltura come pesticidi, la loro presenza nei rifiuti è una delle principali cause di inquinamento delle acque. Fanno parte delle sostanze considerate tali da rendere tossici e nocivi tutti i rifiuti che le contengono. Per lo smaltimento delle acque di scarico il valore limite è di 1 mg/l.

Conducibilità: o conduttività, grandezza che misura l'attitudine di una sostanza a lasciarsi attraversare dalla corrente elettrica o dal calore. La conducibilità elettrica è un parametro che misura, indirettamente (e quantitativamente, non qualitativamente) la con-

Glossario

centrazione di sali disciolti; è dunque un metodo di misura utile (e rapido) per valutare genericamente una contaminazione.

Cromo esavalente (VI): forma di cromo derivante dagli scarichi industriali, in particolare dalle concerie. Il cromo VI è un sospetto cancerogeno.

Durezza: proprietà di certe acque che, per via dei sali di calcio e magnesio in esse disciolti, stentano a dar schiuma coi saponi e formano incrostazioni per ebollizione.

Escherichia coli: genere di Batteri della famiglia Enterobacteriaceae, caratterizzato da bastoncini piccoli (0,5-2,5 μm), gram-negativi, mobili o non. L'Escherichia coli con gli altri coliformi, costituisce gran parte della flora che vive normalmente nell'apparato digerente dell'uomo e di altri animali. Essa conduce vita saprofitica ed è capace anche di sintetizzare fattori vitaminici (vitamina K), diventando patogena solo quando penetra nei tessuti di vari organi: è infatti la causa più comune di infiammazioni alle vie urinarie (pielonefriti, uretriti, cistiti), nonché di diversi fatti infiammatori di tipo purulento (appendiciti, peritoniti, ascessi perirettali, ecc.).

Evapotraspirazione: insieme di due processi: evaporazione e traspirazione. L'evaporazione riguarda quella parte dell'acqua presente nel suolo che torna direttamente nell'atmosfera. La traspirazione avviene invece attraverso l'apparato fogliare delle piante e riguarda quella parte dell'acqua assorbita dalle radici.

Falda acquifera (vedi anche acquifero): parte di sottosuolo satura d'acqua e sufficientemente permeabile, utilizzata in genere come riserva di acqua potabile o di irrigazione.

Fontanile (o risorgiva): emergenza della falda freatica che avviene al contatto fra l'alta e la bassa pianura a causa delle differenze di permeabilità fra i sedimenti ghiaioso-sabbiosi, altamente permeabili, della prima e quelli sabbioso-limoso-argillosi, poco permeabili, della seconda. (resultive in Veneto; sortumi in Piemonte; fontanazzi, laghi, fontane o fontanoni in Emilia Romagna).

Fosforo: è una delle principali cause di eutrofizzazione dei corpi idrici superficiali. La sua origine è varia: da scarichi civili, industriali e da attività zootecniche.

IBE (Indice Biotico Esteso): si basa sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati che colonizzano le differenti tipologie fluviali. La presenza o assenza di determinati taxa permette di qualificare il corso d'acqua. L'IBE è un indicatore per la descrizione dello stato ambientale delle acque interne; le modalità di calcolo sono stabilite dalle recenti normative in materia di tutela delle risorse idriche (D.Lgs. 152/99 e 258/00)

Idrocarburi Policiclici Aromatici: larga classe di composti chimici formati da carbonio e idrogeno, la cui struttura molecolare comprende uno o più anelli di atomi di carbonio con sistemi di elettroni delocalizzati. Idrocarburi dall'odore tipico e gradevole, da cui il nome, gli aromatici sono presenti in natura nei greggi petroliferi e per distillazione passano in quantità variabili nelle varie frazioni (benzine, gasoli, ecc.). Alcuni aromatici sono tossici o sospettati tali (es. benzene).

Isopiezometrica: linea che unisce tutti i punti che hanno uguale altezza dell'acqua di falda, rispetto al livello del mare.

Metalli pesanti: sono così definiti i metalli con densità maggiore di 5. Fra questi, alcuni (piombo, cadmio, mercurio, antimonio, selenio, nichel, vanadio e altri) sono immessi nell'ambiente, sotto forma di ossidi o di solfuri, attraverso la combustione di olio combustibile, di carbone e/o rifiuti, che ne contengono tracce, oppure nel caso di processi industriali. Tali composti, dopo una certa permanenza in aria passano nel sistema acqua-suolo e possono entrare nella catena alimentare, dando luogo a pericolosi fenomeni di bio-accumulo negli organismi viventi.

Nitrati: sali dell'acido nitrico, solidi cristallizzati. I nitrati dei metalli alcalini e alcalino-terrosi sono facilmente solubili in acqua, quelli dei metalli pesanti invece si sciolgono difficilmente. L'apporto umano è considerevole: i nitrati derivano dagli scarichi (civili e industriali) nelle acque superficiali, nonché dall'utilizzo sempre più massiccio di fertilizzanti azotati in agricoltura (rag-

Glossario

giungendo le falde acquifere per lisciviazione). I nitrati hanno potere cancerogeno.

Nitriti: sali dell'acido nitroso. Vari nitriti sono usati in medicina e per la preparazione di sostanze coloranti.

Non conformi: alla voce campioni non conformi vengono riportati i risultati irregolari che, per questa ragione, hanno dato luogo a rapporto all'Autorità proposta ai provvedimenti amministrativi (es: ordinanze, sequestri, diffide, sanzioni, interruzioni di servizio, ecc.) o a specifiche relazioni all'Organo competente.

Piezometro (livello piezometrico): pozzo di piccolo diametro che filtra solo un breve tratto della falda. Viene utilizzato per misurare il livello piezometrico, cioè l'altezza dell'acqua di falda, rispetto al livello del mare. Viene utilizzato per applicazioni geotecniche, ambientali e idrogeologiche.

Plumes ("pennacchi" in lingua francese): indica l'area di diffusione in falda di un determinato inquinante, assumendo, il più delle volte, la classica forma di pennacchio (plume, appunto). La sua forma e le sue dimensioni areali dipendono strettamente dalle concentrazioni dell'inquinante e dalle caratteristiche idrogeologiche (permeabilità e trasmissività) della falda acquifera oggetto di contaminazione.

Soggiacenza: differenza di quota tra il livello superiore delle acque sotterranee rispetto alla superficie del suolo.

Valore Guida: livello che determina una buona qualità dell'acqua.

Finito di stampare nell'ottobre 2003