

# Le risorse idriche

di Adriano Zavatti con la collaborazione di Brenno Pinotti  
ed il supporto di Alessandro Ghinoi e Rossella Rinaldi<sup>1</sup>

## Premessa

La realtà ambientale e territoriale modenese, soprattutto per quanto attiene il *ciclo dell'acqua*, presenta una notevole complessità per la stretta connessione tra fattori antropici di pressione diretta e cause, indirette o derivate, di decadimento quali-quantitativo della risorsa. Infatti, i fenomeni complessi, in una realtà ambientale e territoriale di dimensioni limitate, talora impediscono di catalogare rigidamente *fattori di pressione e impatti*, distinguendoli dalle condizioni di *stato*. Così, spesso, gli impatti divengono essi stessi fattori di pressione, o concause di accelerazione o di trasferimento su altre matrici ed esaltazione dei fenomeni degenerativi.<sup>2</sup> Peraltro, come spesso accade, i *determinanti* sono tra loro interrelati strettamente. L'urbanizzazione, la modifica degli stili di vita e dei consumi, lo sviluppo produttivo, l'uso dell'acqua e la sua restituzione ai corpi idrici superficiali e, indirettamente, a quelli sotterranei, le modifiche del paesaggio naturale e l'estrazione di materiale lapideo dagli alvei fluviali o extra-alveo, lo smaltimento dei rifiuti, la mobilità, le emissioni in atmosfera e le ricadute al suolo di loro componenti, etc., costituiscono altrettanti paragrafi di un racconto molto ampio ed articolato del divenire dell'ambiente e del territorio. Un racconto scritto dalle generazioni passate e da quelle attuali, nel quale le generazioni future leggeranno errori e sottovalutazioni, ma anche tentativi di difendere, anche a loro favore, la qualità delle diverse componenti ambientali e territoriali. Proprio l'insieme di quelle strette relazioni fa dell'elemento idrico un filo conduttore, seguendo il quale si possono ricostruire le evoluzioni del contesto socio-economico del territorio modenese, la cui definizione di "terra d'acqua" è quanto mai calzante.

Il ventesimo secolo in Italia, come nel resto del mondo sviluppato, ha visto un intervento del tutto eccezionale delle collettività sull'ambiente, rispetto ai secoli passati, grazie allo sviluppo di nuove e rivoluzionarie tecnologie, la cui utilizzazione ha significato produrre modifiche in ambito locale e globale, precedentemente inimmaginabili, ad un ritmo esponenziale di crescente trasformazione degli ecosistemi. Il nostro Paese, e Modena con esso, se ha avviato più tardi degli altri vicini europei questi processi, ha rapidamente bruciato le tappe, sia in senso positivo, con uno sviluppo economico straordinario nel secondo dopoguerra, sia in negativo, con un incremento del degrado ambientale correlato. Il mutamento è stato così rapido da impedire il parallelo, tempestivo avvio della presa di coscienza dei problemi ambientali e sanitari, e quindi di adeguate politiche di prevenzione delle cause ed attenuazione degli effetti. È pur tuttavia vero che, guardando in prospettiva storica l'insieme dei fenomeni, nel caso modenese, a confronto di altre realtà italiane, il maturare di una nuova consapevolezza e le azioni conseguenti sono state più pronte ed efficaci che altrove. Ne sono prova la sensibilità dimostrata dalle forze politiche e sociali nel cogliere i problemi, rispondendo alla domanda di qualità posta

1 A. Ghinoi e R. Rinaldi hanno collaborato alle ricerche iconografiche. Ringrazio Nadia Paltrinieri, per i consigli e la rilettura del testo e l'ampia integrazione bibliografica, e Giovanni Barrocu, per le preziose informazioni storiche sull'attività di Bernardino Ramazzini. Vedi scheda a p. 126.

2 Sul significato dei termini: pressione, impatti, stato etc., vedi nota 5 a p. 24.

dai cittadini e la capacità di confrontarsi con le realtà più evolute, a livello europeo ed extraeuropeo, imparando da esse con la necessaria modestia ed adottando le soluzioni tecnologiche ed organizzative più convincenti; nel contempo, sapendole adattare alle condizioni ed alle caratteristiche locali, in modo del tutto originale e spesso innovativo.

Del resto, per molti versi, è ciò che le nostre imprese nei distretti produttivi emiliano-romagnoli, hanno saputo fare nell'attività manifatturiera nel secondo dopoguerra, arrivando a costituire, a loro volta, punti di riferimento a livello mondiale. Si può, infatti, affermare che Modena e l'Emilia-Romagna, almeno per l'Italia, hanno rappresentato e ancora rappresentano, un modello di assoluto rilievo per l'omogeneità e la completezza delle modalità di approccio tecnico-scientifico ed amministrativo alle problematiche ambientali e territoriali, in un contesto socio-economico e relazionale con una solida tradizione di dialogo, partecipazione a tutti i livelli e condivisione delle scelte, pur nella dialettica talora vivace delle opinioni. È, infatti, sufficiente rileggersi gli atti delle discussioni nei consigli comunali e provinciale degli anni Ottanta, ad esempio in occasione dell'approvazione del Piano per la Tutela e l'Uso delle Risorse idriche o dei Piani di Risanamento dei fiumi Secchia e Panaro, per rendersi conto dell'alta qualità e della competenza espressa nel dibattito. Era il segno dell'avvenuto approfondimento dei temi, della decisa e non formale convinzione della necessità d'intervenire, che portavano spesso all'unanime consenso sui successivi provvedimenti finanziari e operativi, arricchiti dal dibattito.

L'articolazione dell'analisi è stata condotta suddividendo il Novecento in tre periodi: la prima metà del secolo, gli anni del boom economico e l'ultimo trentennio, nell'intento di ottenere una descrizione sufficientemente omogenea degli avvenimenti, seguendo il metodo analitico DPSIR<sup>3</sup>, malgrado la notevole non uniformità temporale delle informazioni disponibili. Ripercorrendo dunque il *secolo breve* nei tre periodi, cercheremo di fornire un quadro dei fenomeni e dei principali eventi nel loro divenire, rendendo oggettiva l'analisi, per quanto possibile, attraverso i documenti e la bibliografia esistente ed attingendo alla memoria diretta del testimone, almeno negli ultimi trent'anni.

## 1. 1900-1950: dal passato remoto alla soglia del cambiamento

Per la prima metà del secolo, una valutazione dello stato quali-quantitativo delle acque e dei fattori di pressione è certamente ardua. L'assenza di una forte industrializzazione, di un'agricoltura specializzata e intensiva e la limitata urbanizzazione fanno presumere il mantenimento di uno stato pressoché inalterato, rispetto alle condizioni di "artificialità naturale" consegnata dal lungo percorso di antropizzazione dell'area. Sono presenti situazioni di sofferenza puntuale, da individuare, in via indiretta, attraverso la ricostruzione storica di taluni insediamenti produttivi, quasi tutti oggi scomparsi.<sup>4</sup> I volumi idrici circolanti nella rete idrografica principale erano e sono dovuti alle precipitazioni meteoriche, allo scioglimento delle nevi, ai deflussi di fondo del massiccio appenninico, il che conferisce ai fiumi una forte stagionalità delle portate, praticamente azzerate nei mesi estivi o talora di valori elevati, prossimi o superiori a 2.000 m<sup>3</sup> al secondo.

Nella rete idrografica minore, oltre che dalle precipitazioni meteoriche, almeno fino alla metà del Novecento, le portate erano regolate prevalentemente dalle risorgenze della falda, di fatto non sfruttata e quindi saliente in tutta la pianura nella linea delle risorgive, coincidente con la chiusura delle conoidi alluvionali ghiaioso-sabbiose dei fiumi Secchia e Panaro e dei

---

3 Id.

4 Vedi V. Bulgarelli, C. Mazzeri, *La nuova città*, nel presente volume, p. 46.



Figura 1 - La Darsena sul Canale Naviglio con barcaioli, 1906. (da M. Favi, S. Villani e M. Dondi - *Modena. Ciliegie all'aceto balsamico, di foto in foto, di storia in storia, fatti e misfatti in agrodolce*, Modena, Edizioni Artestampa, 2007)

torrenti minori, nel passaggio ad una stratigrafia poco o per nulla permeabile, nelle località di Cittanova, Cognento, Modena Sud, San Donnino, Castelfranco Emilia, Manzolino.<sup>5</sup> Vi erano poi le derivazioni irrigue stagionali dai fiumi, tra cui ricordiamo il canale San Pietro dal Panaro ed il canale Maestro o di Modena dal Secchia, la cui escavazione è da collocarsi tra il tardo medioevo e l'età rinascimentale. D'altra parte, dalla regolazione idraulica del territorio operata nei secoli, è evidente la volontà di convogliare il maggior volume di acqua possibile nel canale Naviglio collettore finale di tutte le acque tra i due fiumi, soprattutto da fonti di portata certa e stabile, come le risorgenze della falda, rendendolo, per quanto possibile navigabile ed assicurando apporti costanti di almeno un metro cubo al secondo, anche nelle peggiori condizioni climatiche, come fu fino ai primi anni del Novecento (figure 1 e 2).

La particolare morfologia della pianura tra i due fiumi, con la stessa città a livello più basso

5 Con il termine *conoide* si indicano gli ampi ventagli di materiali grossolani (sabbie e ghiaie) trasportati e depositati dai corsi d'acqua al loro sbocco in pianura, in successivi eventi alluvionali, che via via si sono sovrapposti, con interposizione di orizzonti limo-argillosi, colmando l'antico bacino padano, assieme ai depositi del Po e dei fiumi alpini. La ricostruzione strutturale dei depositi alluvionali quaternari della pianura emiliano-romagnola, descrive quindi una stratigrafia costituita da potenti orizzonti sabbioso-ghiaiosi che, da un unico materasso, all'apice delle conoidi al margine collinare, si estendono, suddividendosi in più livelli separati da spessori limo-argillosi meno permeabili fino alla media pianura, all'altezza della via Emilia, ove si richiudono su un fronte dei sedimenti pressoché impermeabili, dando origine a numerose risorgive. I fiumi e torrenti appenninici, da cui originano i sedimenti, sono in connessione idraulica con le acque sotterranee che li permeano e, assieme alla dispersione dal suolo agrario, ne costituiscono la principale fonte di alimentazione.



Figura 2 - Modena: il Naviglio. (da M. Favi, S. Villani e M. Dondi - *Modena. Ciliegie all'aceto balsamico, di foto in foto, di storia in storia, fatti e misfatti in agrodolce*, Modena, Edizioni Artestampa, 2007)

degli alvei fluviali, formatasi nel quaternario e ancora in forte evoluzione in epoca storica, romana e alto-medioevale, costringeva le acque fluenti a transitare attraverso l'abitato modenese, causando frequenti esondazioni, prima di impaludarsi a valle della città, al cambio di pendenza nel passaggio dall'alta alla media pianura, prima della regolazione operata con la sistemazione del canale Naviglio<sup>6</sup> (figura 3).

Della difficoltà di deflusso delle acque è testimonianza lo strato romano, che a Modena, in Piazza Grande, si trova a sei metri di profondità. Fu ricoperto a più riprese, prima dell'anno Mille, dallo straripamento delle ondate di piena torbide, probabilmente dal modesto torrente Cerca, forse parte terminale del torrente Fossa di Spezzano, in qualche suo antico percorso, di cui oggi rimane traccia nel tortuoso alveo dell'omonimo canale scolante a Sud della città e nel Centro Storico, o di altro torrente minore. In età rinascimentale, per cercare di regolarizzare soprattutto le portate di piena, talora catastrofiche, in periodi particolarmente piovosi, si procedette, a più riprese, al "taglio" del bacino scolante del Naviglio, che si estende a monte della città fino alla pedecollina, ossia intercettando gran parte degli afflussi idrici con canali scolmatori artificiali e consentendo il deflusso dei colmi di piena nei fiumi e nei torrenti loro affluenti: il torrente Taglio (Maranello) e soprattutto la Fossa di Spezzano, che fu deviata nel Secchia. A confermare l'importanza che i modenesi, da sempre ed anche in epoca recente, hanno assegnato alla presenza dei corsi d'acqua, basta ricordare che, tra i pochissimi monumenti eretti in città (attività enfatica a cui il modenese sembra essere per carattere poco incline), vi è tuttavia quello dedicato ai fiumi Secchia (rappresentata in forma femminile, come allude la denominazione dialettale: bizzosa e imprevedibile nelle sue piene) e Panaro (maschile), nella fontana di Largo Garibaldi, opera del Graziosi (figura 4).

6 M. Pellegrini, A. Colombetti e A. Zavatti, *Idrogeologia profonda della pianura modenese*, in "Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque", n. 28 (7), Roma, 1976.



A parte queste notizie, che si ritiene di inserire a testimonianza della complessa situazione idraulica, di cui la popolazione è sempre stata ben consapevole, è da notare che le acque circolanti nella rete idrografica minore, e quindi nel centro città, sembra abbiano garantito uno smaltimento adeguato degli apporti inquinanti, con una diluizione sufficiente o quantomeno tale da non creare soverchi problemi igienico-sanitari. È ben vero che, tra i secoli XVII e XVIII, i canali transitanti nel centro urbano (che facevano assomigliare Modena ad una piccola Venezia o meglio a come si presenta ancora oggi la città di Lucca) furono via via ricoperti, proprio per ragioni igienico-sanitarie.<sup>7</sup> Essi costituivano la naturale via di smaltimento di tutti i residui urbani liquidi e solidi e, nonostante la relativa abbondanza dell'acqua fluente, presentavano pendenze assai limitate e una forte scabrezza dell'alveo, probabilmente con ristagni, soprattutto nella stagione secca. La copertura dei canali ha lasciato la tangibile eredità urbanistico-tipologica, della fitta rete di portici, frutto dell'avanzamento dei fronti degli edifici, dopo che, coperti i canali, si constatò l'eccessiva ampiezza delle strade risultanti, rispetto ai fronti primigeni, fino a 20-25 metri!<sup>8</sup>

Tornando all'epoca di nostro interesse, v'è da notare che, essendo stabile l'apporto idrico dalle risorgive e mancando, fino alla fine degli anni Trenta, una rete acquedottistica cittadina, e quindi in assenza di una significativa dotazione idrica pro capite, per una popolazione numericamente modesta e stabile, gli apporti antropici alla rete fognaria, a cui erano stati ricondotti gli antichi canali, erano limitati.<sup>9</sup> In tal modo la stessa qualità delle acque risultanti a valle del-



Figura 3 - Idrografia dell'alta pianura modenese (da *Piano per la Tutela e l'Uso delle Risorse Idriche*, Consorzio di Modena, 1981)  
 Legenda: 1) area collinare ove affiorano le formazioni prevalentemente impermeabili; 2) zone di alimentazione delle falde; 3) limite di comprensorio; 4) limite di affioramento delle ghiaie; 5) delimitazione con relativa numerazione delle 4 unità idrogeologiche che interessano il comprensorio di Modena.

7 O. Baracchi, A. Manicardi, *Modena: quando c'erano i canali*, Provincia di Modena, Modena, Artioli, 1985.

8 Qualcuno suggerisce che questa non fu una conseguenza, ma la causa della copertura, ossia la speculazione edilizia!

9 Icilio Bocchia, Medico Capo - Ufficiale Sanitario nella *Relazione definitiva sul rifornimento idrico potabile della Città di Modena*, Ufficio di Igiene e Sanità - Municipio di Modena, Modena, Premiata Cooperativa Tipografi, 1925, stima in 50-62 litri per abitante per giorno, la dotazione idrica disponibile prima dell'acquedotto. Vedi V. Bulgarelli, *L'ambiente che quasi non si vede*, in questo volume p. 161.



Figura 4 - G. Graziosi. Fontana dei fiumi Secchia e Panaro, Modena Largo Garibaldi. (foto A. Ghinoi)

la città non doveva essere molto scadente, se è vero che alcune foto d'epoca ritraggono lavandaie all'opera sul Naviglio (figura 5).

Testimonianze verbali e fonti documentali ricordano l'ubiquitaria presenza, anche a valle della città, di specie ittiche, crostacei e anfibi tipici di acque di buona qualità in tutta la rete idrografica minore, almeno fino agli anni Cinquanta.<sup>10</sup> Allo stesso modo, numerosi siti, posti nelle aree golenali dei fiumi Secchia e Panaro e dei torrenti minori, erano assai frequentati per la balneazione, a testimonianza della certo non inaccettabile qualità delle acque.

La ricca presenza di acque di falda è storicamente ben nota a Modena: nei trattati d'idrogeologia i pozzi per acqua perforati sono descritti come "artesiani" (da Artois-Francia) o "modenesi". Non è dunque un caso che lo stemma della città rechi, sottoposte allo scudo crociato, due *trivelle*, strumenti per scavare i pozzi, che compaiono per la prima volta nel 1525 e la dicitura "AVIA PERVIA", apparsa in un documento del 1598-99, che sembrerebbe potersi ricondurre proprio al raggiungimento di ciò che è occulto (l'acqua), aprendo la strada (i pozzi) dove non c'è.

Le acque sotterranee, salienti naturalmente ben oltre il piano di campagna, alimentavano una piscina pubblica a ridosso del Bastione San Pietro chiusa agli inizi del secolo e diversi lavatoi pubblici ancora presenti nei primi anni Cinquanta (figura 6).

Tutti questi elementi indicano chiaramente il mantenimento, fino a quel periodo, di un suf-

<sup>10</sup> Vedi il capitolo sulla biodiversità, in questo volume p. 223.



Figura 5 - Canale Naviglio: le lavandaie. (da M. Favi, S. Villani e M. Dondi - *Modena. Ciliegie all'aceto balsamico, di foto in foto, di storia in storia, fatti e misfatti in agrodolce*, Modena, Edizioni Artestampa, 2007).

ficiente carico idraulico a monte, in diretta connessione con le acque fluenti superficiali, non ancora intaccate dalle escavazioni e dai susseguenti fenomeni erosivi.<sup>11</sup> La presenza di oltre 5.000 pozzi per acqua, rilevati dall'Ufficio d'Igiene del Comune di Modena nel territorio comunale attorno agli anni Venti, garantiva una minima dotazione idrica alle abitazioni. Nel Centro Storico i 984 pozzi censiti presentano una scarsa qualità delle acque o, peggio, il loro inquinamento.<sup>12</sup> Nella sua *Relazione definitiva sul rifornimento idrico potabile della Città di Modena*, l'Ufficiale Sanitario Icilio Bocchia cita i numerosi controlli analitici di acque sotterranee della media e dell'alta pianura modenese, che interessano quasi tutte le *Ville* attorno alla città, altre numerose località a Sud e acque sorgentizie di diverse zone dell'Appennino, effettua-

11 Nella periferia Sud-Ovest della città (via Giardini – via Scaglia) c'era una risorgiva molto particolare, analizzata da Giambattista Moreali (1699-1785) nel 1750, che forniva acqua clourato-solfato-magnesiaca (*l'acqua subamara*), usata direttamente o derivandone il contenuto salino, come blando lassativo e ben nota ai modenesi. Si tratta di un'acqua del tutto dissimile, per caratteristiche chimiche da quelle sotterranee della conoide del Fiume Secchia, ricordata da una stele con lapide, ora traslata più a Sud, all'incrocio tra via Giardini e la Tangenziale Sud P.Neruda. Vedi: D. Dameri, A. Lodovisi, L. Longagnani, *Modena città sulle acque*, Provincia di Modena, 2006.

12 I. Bocchia, cit. Il censimento fu svolto nel 1898. Il controllo della salubrità delle acque era affidato, nei primi decenni del secolo all'Ufficio d'Igiene e Sanità comunale, che era dotato anche di un laboratorio di analisi, che fu dismesso negli anni 30, a favore dell'allora istituito Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi, che svolse tale funzione su tutte le matrici alimentari, fino al 1981, allorchè conflui, come Presidio Multizonale di Prevenzione, nel Servizio Sanitario Nazionale, assieme a tutte le strutture addette alla prevenzione collettiva degli allora Consorzi Socio-Sanitari, coincidenti con i territori dei comprensori (Carpi, Mirandola, Modena, Vignola, Sassuolo, Pavullo), per divenire infine, assieme alle strutture di controllo ambientale delle Unità Sanitarie Locali, parte dell'Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente (ARPA), nel 1996.

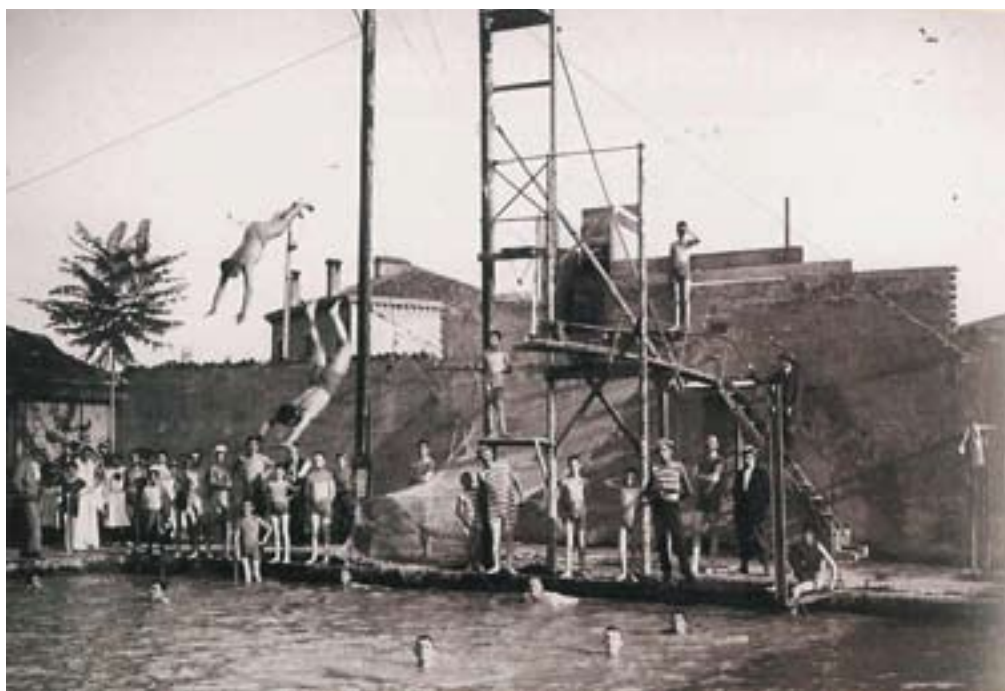


Figura 6 - La piscina pubblica con acque di risorgiva, primi anni del 1900. (foto Bandieri, Fotomuseo Giuseppe Panini, Modena)

ti per l'individuazione della migliore fonte di approvvigionamento per l'edificando acquedotto modenese.

Quasi tutti i dati analitici riportati si riferiscono a pozzi, molti dei quali prevalenti per un metro oltre il piano campagna, almeno nella media pianura, con profondità di poche decine di metri, ossia captanti la parte sommitale dei potenti acquiferi presenti, poi sfruttati in gran parte del loro spessore nei decenni successivi. La scarsa profondità dei pozzi non sfuggì a Bocchia, quale elemento di esposizione al rischio di inquinamenti, soprattutto nell'alta pianura, dove il suolo più permeabile avrebbe potuto consentire l'infiltrazione di composti indesiderati dai terreni agrari soggetti a concimazione.<sup>13</sup> Se è vero che, come più volte asserisce Bocchia, la remota origine fluviale di gran parte delle acque sotterranee della pianura era acquisita, l'analisi delle acque prelevate nelle varie località indagate ignora la presenza delle varie conoidi alluvionali riferibili ai corsi d'acqua superficiali (conoidi dei fiumi principali e conoidi dei torrenti minori), con caratteristiche strutturali, e quindi di disponibilità idrica, ed idrochimiche assai diverse. *La Relazione*, pur riconoscendo generalmente la buona qualità delle acque, quasi sempre prive di indicatori di inquinamento, mancando degli elementi conoscitivi relativi all'intero spessore acquifero e basandosi solo sulla parte più superficiale nota, scarta

13 I. Bocchia, cit.: "le acque in esame sono quasi sempre molto dure e soggette ad inquinamenti. Le malattie che trovano la loro via di diffusione mediante l'acqua – le dissenterie, le enteriti e soprattutto il tifo, doloroso re-taggio che da anni immemorabili accompagna le non molto fortunate condizioni igieniche sanitarie della città di Modena – ne sono conferma."



per vari motivi quasi tutte le località indagate, comprese quelle che, successivamente, a seguito degli studi degli anni Settanta ed Ottanta, si rivelarono particolarmente adatte. È di estremo interesse notare che le analisi chimiche dei pozzi saggiati di poche decine di metri di profondità, indicano, ad esempio, la totale assenza di composti azotati (Ammoniaca, Nitriti e Nitrati, a vario titolo indici di contaminazione) a testimonianza della impossibilità di dispersione di inquinanti dalla superficie, in un acquifero generalmente saliente oltre il piano campagna.<sup>14</sup>

## 2. Il tumultuoso sviluppo e la crisi ambientale

Nei vent'anni che seguono il secondo dopoguerra si ha il massimo sviluppo economico, urbanistico, insediativo della Provincia di Modena sia nel capoluogo, sia negli altri centri con l'incremento esponenziale delle attività industriali ed artigianali, la trasformazione della struttura produttiva dell'agricoltura e lo sviluppo di un vasto patrimonio zootecnico a gestione industriale, non più collegato alle produzioni agricole (figura 7). Contemporaneamente è anche il momento in cui si evidenziano le maggiori ricadute ambientali negative, con scarsa cognizione dei gravi effetti che scarichi inquinati, prelievo di acqua dalle falde, emissioni in atmosfera, smaltimento incongruo di rifiuti provocano sul suolo e sulla risorsa idrica. Una serie di dati sono riportati nell'Appendice statistica, pp. 367-375.

### 2.1. Le principali pressioni sulle risorse idriche

Un'accurata analisi dell'evoluzione ambientale e territoriale del modenese, che gli studi condotti dai primi anni Settanta ad oggi hanno consentito di realizzare, permette di evidenziare come i fattori di pressione abbiano generato un impatto ambientale negativo e che, a loro volta, essi stessi diventeranno ulteriori fattori favorevoli per lo scadimento quali-quantitativo delle risorse. Si osservino, a tale proposito, le sequenze riportate nella figura 8, nella quale sono sintetizzati una serie di eventi, che qui sarebbe troppo lungo descrivere dettagliatamente, ma che debbono essere tenuti in considerazione per una comprensione dei fenomeni a cui si è assistito e della loro evoluzione.

La totale assenza di un quadro normativo di tutela ambientale, almeno fino ai pri-

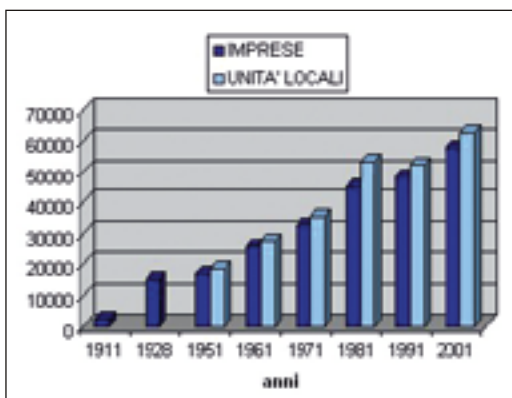


Figura 7 - Evoluzione della consistenza produttiva nella provincia di Modena 1911 – 2001.

14 Vedi V. Bulgarelli, *L'ambiente che quasi non si vede*, cit. p. 161. È da notare che i parametri su cui si basa il giudizio di potabilità dell'epoca sono assai diversi da quelli attuali, i riferimenti, non sempre univocamente condivisi, erano:

|                           |                                     |  |
|---------------------------|-------------------------------------|--|
| Temperatura, 7 – 14 °C    | Cloruri, 30 ppm                     | Sostanze organiche, 0,25 mg/L O <sub>2</sub> consumato |
| Residuo, 500 ppm          | Solfati, 96 ppm                     | Assenza di coliformi                                   |
| Durezza totale, 35° F     | Nitrati, 17 ppm                     | Germi saprofiti, 1000 /cm <sup>3</sup>                 |
| Durezza permanente, 12° F | Ammonio e Nitriti, assenti o tracce |  |

Talora i valori coincidono, talaltra sono eccessivamente restrittivi. In particolare Bocchia è preoccupato dalla temperatura, quasi sempre eccessiva, dalla salinità complessiva elevata e dalla durezza, alla quale vengono attribuiti effetti indesiderabili, se non nocivi per l'uomo e talune attività produttive.

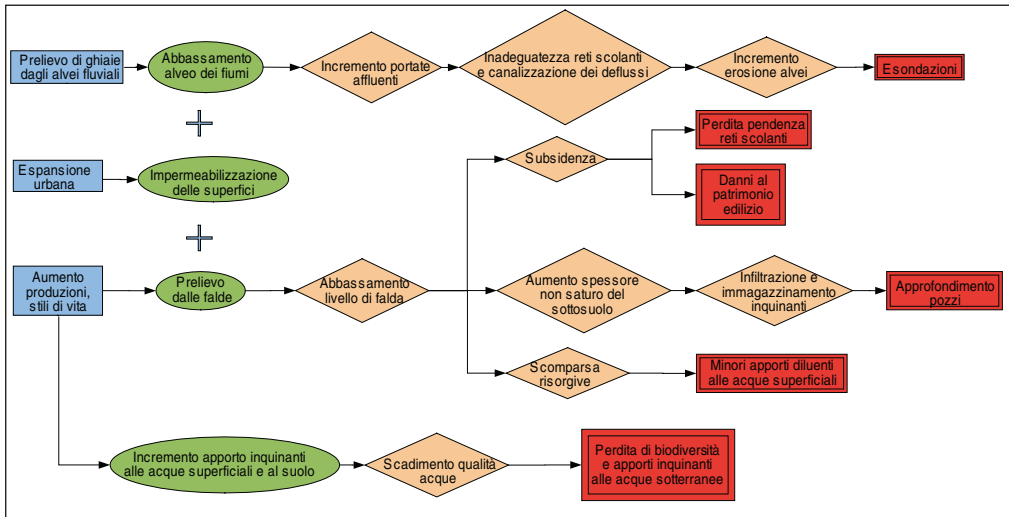


Figura 8 – Diagramma di flusso delle relazioni tra cause ed effetti delle principali trasformazioni della matrice idrica.

mi anni Settanta<sup>15</sup>, la scarsa o nulla conoscenza dei processi ambientali e quindi dello stretto rapporto tra fattori di pressione ed effetti sull’ambiente e sulla salute a media e grande scala, la scarsa consapevolezza da parte del pubblico e del privato di questi problemi, consentirono l’incremento incontrollato degli apporti inquinanti dalle varie fonti e l’innesco di una serie di dissesti ambientali, che ne esaltarono gli effetti. Il gran numero di attività produttive artigianali ed industriali di nuovo insediamento, impiegavano enormi quantità d’acqua, facilmente estraibili dal sottosuolo. Gli affollati e numerosi allevamenti zootecnici industriali venivano lavati allontanando le deiezioni suine con scarico diretto nei corsi d’acqua. La stessa agricoltura con l’utilizzo di concimi chimici ed antiparassitari e le migliorate condizioni di vita nei centri urbani, con l’uso di sostanze chimiche e di maggiori volumi idrici, produssero un eccezionale incremento delle quantità scaricate ed un contemporaneo peggioramento della loro qualità, non mitigato da alcun tipo di trattamento depurativo. Inoltre, l’incremento senza alcun controllo della domanda idrica, indusse alla perforazione di migliaia di pozzi, a profondità sempre maggiori (mediamente fino ai 100-150 m), spesso senza alcun rispetto per le normative vigenti, con prelievi di diverse decine di milioni di metri cubi di acqua per usi produttivi (industria, agricoltura, zootecnia) (figura 9).

Si prenda ad esempio l’allevamento suinicolo. Inizialmente gli allevamenti erano prettamente domestici, legati all’uso dei rifiuti alimentari, con integrazione di granaglie prodotte in loco e del siero di latte, scarto della produzione casearia, ampiamente diffusa in caseifici di piccole dimensioni, con al massimo alcune centinaia di capi.<sup>16</sup> I liquami di risulta erano di modesta quantità, facilmente integrabili nei normali cicli agronomici. In pochi anni la struttura de-

15 La prima legge nazionale sull’inquinamento dell’aria è del 1966, con i decreti applicativi datati dal 1971 in poi., mentre è del 1976 la “legge Merli” (n.319) sulla tutela delle acque dall’inquinamento, modificata nel 1979 e bisogna attendere fino al 1982 per una prima normazione dei rifiuti.

16 Si ricorda che la provincia di Modena è parte integrante dell’area di produzione tipica del formaggio Parmigiano-Reggiano.

gli allevamenti si trasforma, con l'incremento del numero di capi allevati per unità produttiva, fino a molte migliaia, e talora a decine di migliaia, con un'impostazione industriale e non più inserita nei cicli agronomici. La necessità di risparmiare sui tempi di lavaggio delle porcilaie e quindi di automatizzare il processo, su superfici sovra popolate di animali, portò a impiegare in media oltre 25 litri al giorno ossia 9 m<sup>3</sup>/anno, per ogni capo. L'attenzione preminente era rivolta agli aspetti quantitativi della produzione, con scarsa attenzione al benessere animale ed una certa indifferenza alla stessa qualità del prodotto. Poiché nella provincia di Modena stime realistiche indicano in circa un milione i capi allevati,<sup>17</sup> il volume idrico complessivo scaricato negli anni Settanta e Ottanta è valutabile in 9 milioni m<sup>3</sup>/anno. Salvo rare eccezioni, nessun allevamento era in grado di smaltire correttamente tali quantità, fortemente contaminate, né di stocarli per l'uso nei cicli agronomici nelle stagioni più idonee, né tanto meno di depurarli; pertanto lo scarico di acque luride nei corpi idrici superficiali (talora anche in quelli sotterranei!) era prassi normale. Non vi era corso d'acqua del reticolo idrografico che non recasse tracce evidenti di scarico di liquami zootecnici!<sup>18</sup>

Di notevole importanza, al fine di una valutazione dell'intero ciclo naturale dell'acqua a Modena, è la ricostruzione dell'andamento dei profili degli alvei fluviali dagli anni Cinquanta, dato l'innescarsi d'intensi fenomeni erosivi a seguito del prelievo di alcuni milioni di metri cubi di ghiaia direttamente dagli alvei dei fiumi, per la costruzione della A1, per le necessità della ricostruzione postbellica e della successiva espansione urbana. Il conseguente dissesto ha avuto una importanza determinante nelle gravi alluvioni succedutesi in questo periodo e per i primi anni Settanta, tra Modena, Campogalliano e nella Bassa Modenese. La strettissima connes-

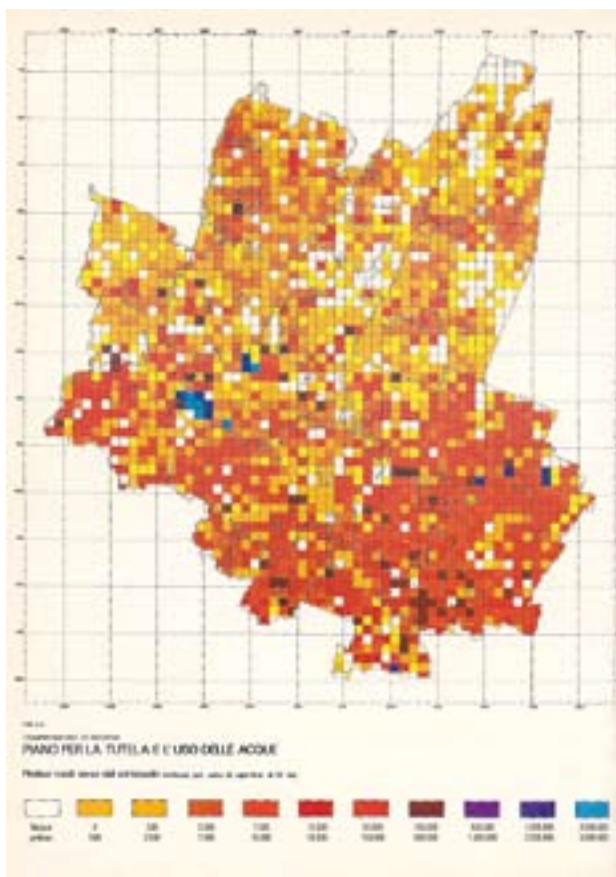


Figura 9 - Carta del comprensorio di Modena con la distribuzione dei prelievi medi di acque dal sottosuolo per aree di 25 ha. (da *Piano per la Tutela e l'Uso delle Risorse Idriche*, Comprensorio di Modena, 1981). Legenda: i colori rappresentano classi di prelievi medi annuali, in m<sup>3</sup> per una superficie di 25 ettari, in ordine crescente dal bianco all'azzurro (5.000.000 m<sup>3</sup>).

17 Ai dati statistici ufficiali si aggiungevano abitualmente quote variabili ma consistenti di capi non dichiarati.

18 M.Pellegrini e A.Zavatti, *Scarichi di deiezioni suine e qualità delle acque sotterranee. Il caso della pianura modenese*. Gen. Rur. Vol. XLII, 11, Bologna, 1979.

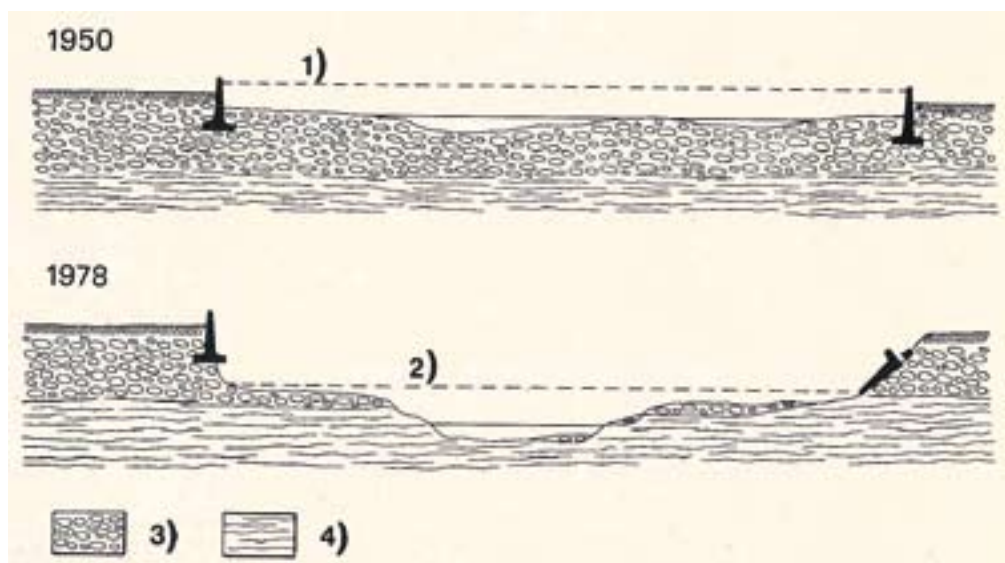


Figura 10 - Modificazione tipo subita dagli alvei di alcuni fiumi emiliani (Enza, Secchia e Panaro) nel tratto di alta pianura. In alto la situazione sino al 1950, in basso quella odierna (1978). Le arginature (muri in calcestruzzo) furono per lo più costruite prima del 1940, a difesa delle piene. Legenda: 1) quota di massima piena sino al 1950; 2) quota attuale (1978) di massima piena; 3) ghiaie e sabbie recenti e dell'alveo; 4) substrato limo-argilloso alle alluvioni attuali e recenti. (da M. Pellegrini, *Riflessi idrogeologici dell'attività estrattiva di materiali inerti in alveo ed extra-alveo nelle aree di conoide*. Dagli Atti del Convegno - *Attività estrattiva dei materiali inerti da costruzioni; effetti sugli ambienti e risorse alternative*, 1978)

sione tra acque di superficie e sotterranee esistente nelle pianure pedeappenniniche, unitamente al prelievo idrico da falda, ha contribuito, come vedremo, ad alterare profondamente l'equilibrio quali-quantitativo di tutte le risorse idriche, con conseguenze eclatanti. I livelli freatici e piezometrici sono, infatti, in larga misura regolati dal carico idraulico dei fiumi (per Modena soprattutto il Secchia; il Panaro per San Cesario, Spilamberto e Castefranco Emilia), della rete idrografica minore e dagli apporti della superficie topografica. L'abbassamento degli alvei, sovralluvionati almeno fino agli anni Cinquanta, ha raggiunto anche di 13-15 metri (!) facendo mancare quell'equilibrio, che si era mantenuto inalterato nei millenni (figura 10).

Elia Lombardini, nelle sue considerazioni sul regime idraulico del Fiume Secchia, fin dal 1840 aveva notato che l'asportazione di ciottoli dall'alveo, operato manualmente per rifornire i materiali con i quali pavimentare le vie cittadine, poteva innescare fenomeni erosivi.<sup>19</sup> L'abbassarsi dei livelli di falda ha provocato il clamoroso fenomeno di subsidenza del suolo, misurato in 80cm alla fine degli anni Settanta, con punte di velocità tra il 1960 e 1980 di oltre 4 cm/anno, contro gli 0,1-0,2cm/anno della naturale subsidenza dell'intera pianura padana. Il fenomeno è ora fortemente rallentato e si attesta sui valori cumulati di oltre 120cm nella città<sup>20</sup> (figura 11).

Allo stesso modo, l'abbassamento della tavola d'acqua per i livelli acquiferi freatici e della piezometria per quelli artesiani, ha creato uno spessore insaturo d'acqua nel primo sottosuolo fi-

<sup>19</sup> La località S. Michele dei Mucchiotti riprende nel toponimo i cumuli di ghiaia, che gli operai estrattori formavano nell'alveo estivo asciutto, con il materiale scavato, che poi caricavano sui birocci.

<sup>20</sup> *Piano per la tutela e l'uso delle risorse idriche*. Documento Comprensorio di Modena, 1981.



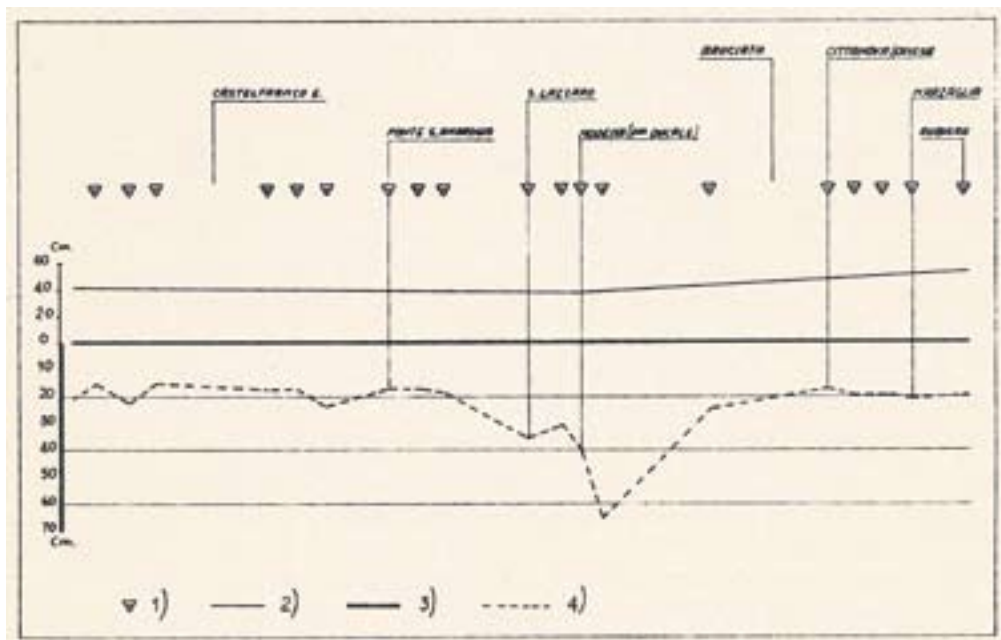


Figura 11 - Subsidenza a Modena: linea di livellazione lungo la via Emilia (1950 – 1974); oggi l’abbassamento è fortemente rallentato ed ha raggiunto una massima punta di ca. 120 cm complessivi. Legenda: rilievo dell’abbassamento del suolo lungo la direttrice della Via Emilia – 1) capisaldi; 2) livellazione I.G.M. fine secolo; 3) livellazione I.G.M. 1950; 4) livellazione catasto 1974; la linea tratteggiata rappresenta l’abbassamento del suolo nel periodo 1950 – 1974 lungo la linea di livellazione. (da *Piano per la Tutela e l’Uso delle Risorse Idriche*, Comprensorio di Modena, 1981)

no a 10 metri, nella parte distale delle conoidi alluvionali, permettendo l’infiltrazione di elementi e composti inquinanti, dilavati dalle periodiche escursioni della falda (nitrati) (figura 13).

L’impermeabilizzazione di ampie superfici nella pianura pedecollinare, nel comune di Sassuolo fino al 60 % del suo territorio di pianura, ha radicalmente ridotto gli apporti in falda dalla superficie topografica (figura 14).

A testimonianza dell’abbassamento generalizzato della falda, si ricorda che gli ultimi fontanili scomparvero alla fine degli anni Sessanta a sud della città, mentre alcuni erano ancora attivi a Castelfranco Emilia (Villa Melara), almeno fino ai primi anni Novanta e ancora altri a Montale Rangone (Castelnuovo Rangone.), connessi alle conoidi dei torrenti minori.<sup>21</sup> Un ulteriore pesantissimo fattore di pressione sulle acque sotterranee di tutta l’alta pianura modenese (e reggiana) era costituito dai rifiuti ceramici, prodotti nel comprensorio interprovinciale modenese e reggiano della ceramica, sia inerti (piastrelle cotte di scarto, che nei primi anni Sessanta non di rado erano il 90 % del prodotto), sia residui di smalti ed impasti vari (noti come *fanghi ceramici* con oltre il 50% in peso di Piombo) ricchi di sali di metalli pesanti, utilizzati come coloranti, molto pericolosi (talvolta radioattivi). Con tali materiali erano riempite cave abbandonate, come nella zona di via Ancora a Sassuolo o venivano realizzati i sottofondi dei nuovi insediamenti, soprattutto nelle stesse aree degli stabilimenti ceramici. In assen-

21 Ansaloni I., Simonini R. et altri: *La comunità macrozoobentonica del Fontanile di Montale* (Castelnuovo Rangone - Modena) relazione del Dipartimento di Biologia Animale, Università degli Studi di Modena.



Figura 12 - Il ponte di Spilamberto sul F. Panaro ad inizio secolo ed oggi (sullo sfondo Villa Rangoni). Si notino nella prima figura le prime modeste estrazioni di ghiaia, che, in modo ben più consistente, sarebbero avvenute nel secondo dopoguerra, innescando i fenomeni erosivi. Ad inizio secolo le pile del ponte risultano quasi totalmente sommerse dalla ghiaia, mentre oggi sono del tutto scoperte e solo la creazione della traversa ha impedito che esse fossero scalzate: si noti infatti il dislivello tra la base della traversa ed il culmine degli archi, misura dell'abbassamento totale dell'alveo. (da M. Pellegrini, *Riflessi idrogeologici dell'attività estrattiva di materiali inerti in alveo ed extra-alveo nelle aree di conoide*. Dagli Atti del Convegno – *Attività estrattiva dei materiali inerti da costruzioni; effetti sugli ambienti e risorse alternative*, 1978)

za di una specifica legislazione e della evidenziazione del fenomeno, ancora poco noto, questa prassi proseguì anche negli anni Ottanta. Una valutazione attendibile dell'entità della produzione di fanghi in questo periodo, condivisa anche dalle associazioni delle imprese ceramiche, portò a quantificarla in circa 500.000 tonnellate depositate nel primo sottosuolo. Dal 1986 al 2001, con le risorse degli enti pubblici e dei privati sono stati bonificati 81 siti inquinati nel distretto ceramico modenese e reggiano su un totale di 100 aree individuate. Questi interventi hanno permesso la rimozione e il corretto smaltimento di oltre 300 mila tonnellate di rifiuti e di terreni inquinati.<sup>22</sup>

## 2.2. Gli impatti e lo stato quali-quantitativo

Della subsidenza si è detto, mentre per quanto attiene l'impatto sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee e dell'andamento piezometrico si potrà far fede sui primi dati sistematici raccolti dal del Comune di Modena, Servizio Anti-Inquinamento, dal 1974 e soprattutto su quanto descritto sistematicamente nel *Piano per la Tutela e l'Uso delle Risorse Idriche del Comprensorio di Modena* (PTURI) terminato nel 1980. La realtà descritta dai dati, per le acque superficiali, era decisamente negativa sia nella rete idrografica secondaria, sia in quel-

<sup>22</sup> A. Zavatti., *Alcune considerazioni sulla concentrazione di piombo rilevato nelle acque sotterranee dell'alta e media pianura modenese*; in *Prevenzione, ricerche sugli effetti della contaminazione ambientale del Comprensorio delle ceramiche*: Amministrazione Prov. di Modena e Reggio E. e Regione Emilia-Romagna. Comprensorio Sassuolo - Scandiano 1978.

Un caso singolare fu scoperto dall'autore, nei primissimi anni '90, durante un sopralluogo di verifica delle condizioni idrogeologiche di rischio, nella zona pedecollinare, nell'area golenale di uno dei tanti corsi d'acqua minori qui presenti, e ne fu testimone la dott.ssa Nadia Paltrinieri, geologo del Comune, poi dirigente del Settore Ambiente della Provincia. Un'area apparentemente non alterata, presentava una copertura erbosa di una vivace colorazione rosa! L'erba evidentemente aveva assorbito i metalli coloranti da alcune migliaia di tonnellate di fanghi ceramici sepolti al di sotto. Successivamente l'area fu inserita tra quelle da bonificare nell'apposito piano provinciale. Nell'ottobre del 2001, dopo molte resistenze, sono stati stanziati dal Governo 25,6 miliardi di lire per completare la bonifica dei siti: (4 nella provincia di Modena, 13 in quella di Reggio Emilia), già avviata negli anni '90 con fondi stanziati dal Dipartimento della Protezione Civile nazionale a favore della Regione Emilia-Romagna.

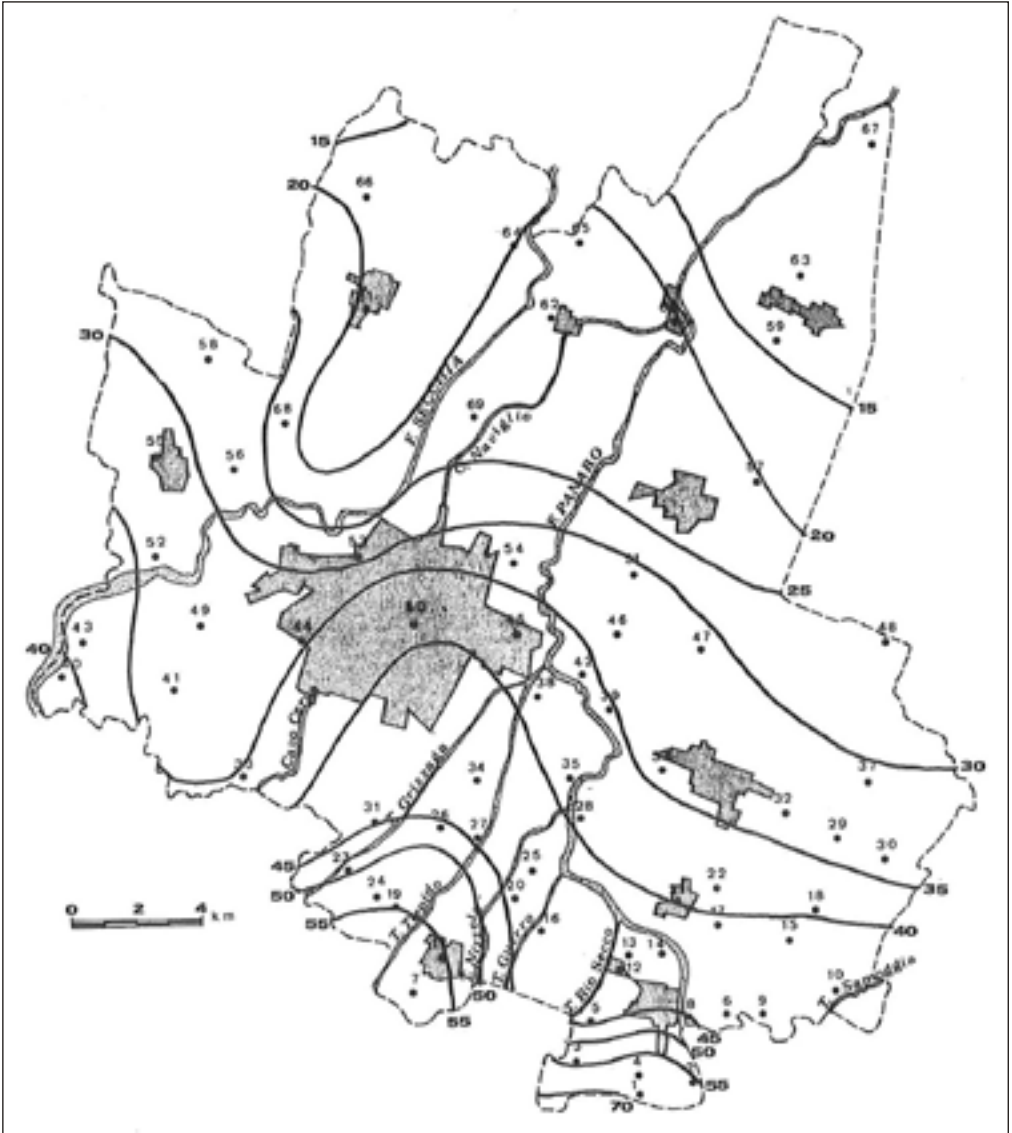


Figura 13 - Piezometria, autunno 1977. (da Piano per la Tutela e l'Uso delle Risorse Idriche, Comprensorio di Modena, 1981)

la principale, nelle sezioni considerate per i due fiumi principali. Negli ultimi vent'anni del secolo la qualità complessiva è stata in parte ripristinata, continuando tuttavia a permanere una situazione che gradualmente peggiora dalle sezioni di monte a quelle di valle. È evidente che i dati fotografano un quadro, fortemente dipendente dalle condizioni idrauliche discontinue, nelle portate dei fiumi influenzate dagli andamenti meteorici. I dati dei controlli a cadenza mensile, sono quindi condizionati dalle fluttuazioni nelle concentrazioni dei parametri e solo i trend su lungo periodo possono garantire una valutazione corretta (figura 19).

Lo scadimento della qualità era dunque generalizzata per tutte le acque fluenti, soprattutto nella rete idrografica secondaria, a causa della diffusione di insediamenti abitativi e produttivi dispersi e senza l'adozione di alcun tipo di impiantistica attenuativa. A ciò si sovrapponevano eclatanti situazioni di degrado localizzato, sia in corrispondenza dei principali centri abitati e di insediamenti industriali. A valle della città di Modena, il canale Naviglio, collettore storico dei reflui urbani e delle altre acque fluenti attraverso la città (colatizie dai terreni agrari a sud, acque irrigue di derivazione fluviale dal Secchia e Panaro), presentava una qualità assai scadente. Sul suo corso gravavano: lo scarico di acque nere domestiche della città e di altri centri abitati, fino alla pedecollina; quello delle accresciute attività industriali ed artigianali presenti nel tessuto urbano ed extra-urbano: metalmeccaniche, fusione dei metalli, macellazione e lavorazione delle carni, etc.; reflui zootecnici. Solamente l'attivazione del depuratore biologico sul finire degli anni Settanta attenuò i carichi rilasciati a valle, contribuendo al miglioramento della qualità delle acque del fiume Panaro, recettore finale.



Figura 14 - Aree urbanizzate nell'alta pianura modenese; in rosso le aree al 1935 ed in blu l'estensione alla metà degli anni settanta (Carta elaborata da A.Ghinoi dalle carte IGM - aggiornamenti 1933-1935, e CTR - prima edizione, 1978-1984).

La depurazione risultò particolarmente complessa proprio per l'afflusso, al punto di intercettazione, di acque di varia natura e provenienza, poiché il Naviglio è il frutto di diversi secoli di interventi idraulici e, per alcuni versi, è un vero e proprio "torrente", con un bacino che si estende fino alla pedecollina e raccoglie gran parte delle acque tra i due fiumi, bianche o nere che siano. La sua portata va da poche centinaia di litri al secondo, in magra, fino a raggiungere alcune decine di metri cubi in piena, con ricorrenti esondazioni. Allo stesso modo la qualità di alcuni torrenti minori risultava clamorosamente pessima: la Fossa di Spezzano raccoglieva gran parte dei reflui dal comprensorio ceramico e presentava acque con evidenti colorazioni e sedimenti ad altissime concentrazioni di metalli pesanti.<sup>23</sup> Analoghe situa-

23 L'alveo attuale del torrente è artificiale e rappresenta la deviazione del corso naturale, operata in età rinascimentale, scavando diversi metri del materasso ghiaioso delle alluvioni subaffioranti, immediatamente a nord di Sassuolo. Il fondo risulta quindi altamente permeabile, con dispersione di diversi litri al secondo per chilometro e si deve probabilmente solo alla scarsa solubilità dei composti dei metalli, nell'ambiente carbonatico debolmente basico delle acque, la mancata diffusione alle acque sotterranee. A. Zavatti: *Alcune considerazioni sulla concentrazione di piombo rilevato nelle acque sotterranee dell'alta e media pianura modenese*.



zioni si presentavano a valle di Campogalliano e Carpi, a causa dello scarico in cavi irrigui dei reflui di tintorie. Localmente attività industriali isolate (zuccherificio nel mirandolese, distillerie a Vignola, cartiere a S. Cesario e Castelfranco E., lavorazioni carni a Castelnuovo Rangone, Spilamberto, Castelvetro ed altre ancora) determinavano lo scadimento di altrettanti corsi d'acqua per diversi chilometri. È da notare che si constatò allora che i caratteri idrochimici peggiori, soprattutto nei corsi d'acqua principali, si avevano in occasione di morbide o piene, soprattutto dopo lunghi periodi siccitosi, per il dilavamento di tutto il bacino idrografico, operato dalle precipitazioni. Si ricorda un dato significativo per il Fiume Secchia: un valore di 250 mg/L di BOD<sub>5</sub><sup>24</sup> durante una media morbida, ossia pari al valore mediamente considerato per una fognatura di medio carico! Durante i periodi siccitosi, contrariamente, la qualità si presenta migliore, se non addirittura discreta anche nella media e bassa pianura.<sup>25</sup>

Le acque sotterranee, sia per le pessime condizioni delle acque superficiali alimentanti, sia per la dispersione dalle reti fognarie, sia infine per l'alimentazione dai suoli agrari fortemente concimati, evidenziavano sintomi di pesante compromissione, oltre che di significativo abbassamento dei livelli piezometrici, che, lasciando un potente strato di sottosuolo non saturo d'acqua, consentì l'infiltrazione in profondità di composti inquinanti. Il parametro più significativo risultò essere l'Azoto Nitrico, presente in diverse aree ben oltre il limite di potabilità (fissato per i Nitrati in 50 mg/L) nella zona a Sud di Modena, in molte aree tra Maranello e Castelnuovo Rangone e soprattutto a Spilamberto, a Sud dell'abitato, dove si evidenziò anche un'area con valori di Nitrati e Solfati di centinaia di mg/L. Si trattava della dispersione di acque acide (Acido Nitrico e Solforico), usate nella nitratura del cotone dallo stabilimento SIPE-Nobel<sup>26</sup>. L'inquinamento da Nitrati, di per sé assai rilevante, costituisce un indicatore di possibili interferenze tra attività insediative della superficie e acque sotterranee, tali da indurre estrema attenzione nella pianificazione del territorio e nel controllo delle attività potenzialmente inquinanti.

### 2.3. Si organizzano le prime risposte

È evidente che, come lo stato ambientale può essere valutato, per quanto attiene le acque e il suolo, solo su lungo periodo di monitoraggio, così le modifiche dovute agli apporti inquinanti si rivelano talora in tempi altrettanto lunghi. Le risposte, in termini di politiche, norme, atti amministrativi, informazione, sono attivate a valle dell'acquisizione delle conoscenze; per questo almeno fino ai primi anni Settanta, non si aveva netta la percezione dei problemi, salvo che in corrispondenza dell'insorgere di gravi situazioni e condizioni (odori molesti, morie

---

se, in *Prevenzione, ricerche sugli effetti della contaminazione ambientale del Comprensorio delle ceramiche*, Province di Modena e Reggio E., Regione Emilia-Romagna, Comprensorio Sassuolo – Scandiano, 1978.

- 24 BOD<sub>5</sub> (acronimo di *Biochemical Oxygen Demand*): domanda biochimica di ossigeno. Indica il contenuto di sostanza organica biodegradabile in un'acqua ed è misurato attraverso la quantità di ossigeno, in mg/L, consumata da adatti microorganismi, per demolire in 5 giorni gli inquinanti organici. Nelle acque naturali il contenuto di BOD<sub>5</sub> è normalmente di pochi milligrammi o frazioni di milligrammo per litro. In un'acqua naturale la concentrazione di ossigeno, in assenza di materia organica in decomposizione, raggiunge la saturazione (qualche mg/L in funzione della temperatura) e, qualora sia consumato da fenomeni di degradazione, viene ripristinato dalla riossigenazione naturale, tanto maggiore, quanto maggiore è la turbolenza dell'acqua. Se si ha un eccesso di materia organica da decomporre, il ripristino avviene in tempi (o spazi per le acque correnti) lunghi, con la caduta della concentrazione di ossigeno e conseguenze sulla vita acquatica.
- 25 D. Bertoni, E. Tacconi, A. Zavatti: *Indagine sullo stato dell'inquinamento delle acque superficiali e profonde del Comune di Modena*, 1975. Quaderni Servizio Antinquinamento del Comune di Modena, 2 (1975).
- 26 M. Pellegrini, D. Bertoni, L. Bettelli, A. Colombetti, G. Pollacci, E. Tacconi e A. Zavatti: *Modalità di diffusione di sostanze inquinanti nelle acque sotterranee nella conoide del Fiume Panaro (Provincia di Modena)*. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle acque, n. 34, (17) Roma, 1978.

di pesci) delle acque superficiali, che provocavano le lamentele della popolazione rivierasca e delle associazioni dei pescatori. La situazione quali-quantitativa delle acque superficiali e sotterranee fu infatti evidenziata a partire dai primi anni Settanta, attraverso una sistematica rilevazione ed il controllo delle fonti inquinanti, compiuto dai servizi comunali e sovracomunali dedicati, che si andavano allora costituendo e che rappresentavano essi stessi una prima risposta. È interessante evidenziare alcune delle scelte operate sul finire degli anni Settanta da alcune amministrazioni, con positivi effetti ambientali.

La sistemazione idraulica dei fiumi, finalizzata alla messa in sicurezza del territorio, fu avviata negli anni Settanta, intervenendo con i primi passi della progettazione delle Casse d'espansione sui due fiumi.<sup>27</sup> È del 1979 il *Piano delle Attività Estrattive* del Comune di Campogalliano, che prevede appunto la realizzazione delle "casce" e la Traversa di San Michele, per la regolarizzazione degli incili dei canali irrigui di Modena e Reggio Emilia, nei tratti interessati divenuti pensili, rispetto agli alvei fluviali, fortemente abbassati, quindi non in grado di ricevere le acque fluviali.

Il Comune di Modena decise l'installazione del primo inceneritore per rifiuti solidi urbani a Nord della città, avviando il superamento, almeno in parte, dello smaltimento in discarica del rifiuto tal quale, fino ad allora adottata. L'ubicazione contigua all'impianto di depurazione delle acque reflue urbane, consentì di confinare in una unica area i servizi certamente "ingombranti e impattanti", evitandone la frammentazione sul territorio e conseguendo più efficaci sinergie tecniche.<sup>28</sup> Nello stesso periodo i consigli comunali di Modena e di Formigine, assunsero la rilevante decisione, non solo in termini urbanistici, di non consentire l'insediamento di industrie per la produzione ceramica nel proprio territorio, concorrendo a ridurne l'impatto su aree già gravate.

### 3. Gli anni della consapevolezza e del cambiamento

Se fino a tutti gli anni Sessanta i problemi ambientali che affioravano e a cui si pose attenzione localmente, furono quelli dello smaltimento dei rifiuti e della difesa dalle alluvioni, con i decenni successivi si iniziò a dar forma ad un sistematico quadro di conoscenze, che innesco il circuito virtuoso della definizione delle compatibilità, a cui seguirono scelte coerenti, anche sulla base della consapevolezza acquisita con queste esperienze. Un tale indirizzo politico fu ampiamente condiviso nelle istituzioni locali e tra le forze politiche e sociali, dando risposte alla nascente cultura ambientalista, di cui fu anzi, almeno in parte, vero attivatore.<sup>29</sup> Le strutture tecnico-amministrative si andarono organizzando, a partire da quelle comunali del capoluogo e delle aziende municipalizzate per i servizi pubblici, fino a quelle provinciali, una volta che la Provincia fu individuata come ente intermedio di governo.<sup>30</sup> Particolarmente significativa fu allora l'acquisizione diffusa di concetti e conoscenze ambientali, decisamente specialistiche da parte di amministratori, forze politiche, imprenditori, sindacati e tecnici pubblici e privati, che

27 Vedi E. Nora in questo volume, p. 83.

28 Lo smaltimento in discarica è considerato, fin dalle prime norme europee e da quelle nazionali di recepimento vigenti, da superare in quanto il più dannoso per il suolo e quindi per le risorse idriche. Vedi A. Giuntini, *Un lungo cammino. Dai rifiuti ai servizi energetico ambientali*, nel presente volume a p. 197.

29 Vedi V. Bulgarelli, *L'ambiente come cultura*, in questo volume p. 304.

30 A Modena e in Emilia-Romagna l'ente di coordinamento intercomunale, dalla metà degli anni '60, era il Comprensorio, in particolare per quanto riguardava la pianificazione territoriale e ambientale. In coerenza con la legislazione nazionale, dalla seconda metà degli anni Ottanta, anche la Regione assunse la Provincia come *ente intermedio di governo*, superando i comprensori.

consentì un dialogo molto avanzato sulle scelte e sui vincoli necessari alla tutela delle acque.

Gli elementi qualificanti di questa visione furono almeno tre: una forte integrazione sinergica all'interno del sistema degli enti locali, coerentemente e consapevolmente orientate alla soluzione di problemi, per i quali un'unica *governance* è indispensabile, anche oltre i confini amministrativi territoriali; un lavoro quasi quotidiano tra professionisti di diversa formazione, con una grande disponibilità alla collaborazione e soprattutto alla acquisizione di linguaggi e conoscenze, per la creazione di un patrimonio comune, acquisito non solo personalmente, ma introiettato nel *know how* operativo quotidiano degli enti, attraverso indirizzi ed atti vincolanti. Non è da trascurare prealtro la formazione di un profondo convincimento etico, indispensabile ad affrontare i problemi ambientali, per loro stessa natura inter o transdisciplinari e di valenza politica, sociale e morale elevata. In quel periodo si realizzò infine il raccordo con tutte le competenze esterne all'ente locale: aziende municipalizzate (AMIU, AMCM), università ed enti di ricerca. A questo riguardo è indispensabile segnalare almeno il forte contributo dell'Istituto di Geologia (poi Dipartimento di Scienze della Terra) dell'Università di Modena e in particolare dei professori Rodolfo Gelmini, Paolo Fazzini, Maurizio Pellegrini, Mario Panizza, Alessandro Colombetti e di altri istituti universitari, tra cui da ricordare: Zoologia, Botanica, Anatomia Comparata, Igiene. A questo ultimo istituto si devono i primi studi e rilevazioni ambientali locali, già sul finire degli anni Sessanta e nei seguenti, per opera in particolare dei professori Romano Olivo, Gianfranco Vivoli, Gabriella Aggazzotti. Infine da segnalare l'Istituto Sperimentale Agronomico, Sezione di Modena, del Ministero Agricoltura e Foreste e in particolare del professore Valentino Boschi e del dottore Pasquale Spallacci.

Nel periodo considerato l'intero sistema dei *determinanti* si andò evolvendo sensibilmente. Dai primi anni Settanta fino alla prima parte degli anni Ottanta l'attività produttiva era spinta al massimo delle sue potenzialità, con una attenzione prioritaria alla massimizzazione delle rese produttive e scarsa sensibilità ai problemi ambientali, che si andò accentuando dalla metà degli anni Settanta in poi. Successivamente, la progressiva attenzione delle imprese alla qualità nelle produzioni, all'ambiente di lavoro, ai possibili impatti sull'ecosistema, in ottemperanza alle nuove leggi e grazie alla decisa azione degli enti locali, dimostrò concretamente la possibilità ed anzi i positivi ritorni, anche produttivi, della coniugazione economia-ecologia. Tra la fine degli anni Ottanta e l'inizio dei Novanta, con la crisi strutturale di alcuni settori produttivi e la crescita del terziario e dei servizi, nel confronto col mercato globale, molte attività industriali, a basso contenuto tecnologico e a scarso valore aggiunto, vennero delocalizzate o dismesse e si ridussero, in qualche caso, fino a scomparire. Si trattava spesso di quelle a maggiore impatto ambientale, con elevati consumi di acqua. Fu così per il settore siderurgico, fortemente sviluppato (acciaieria e fonderie di ghisa) che, oltre all'impatto sulla qualità dell'aria, consumava complessivamente negli anni Settanta non meno di 20 milioni m<sup>3</sup>/anno, prima dell'adozione, in particolare da parte dell'acciaieria, di impianti di recupero e riciclo dell'acqua, riducendone così a un decimo i consumi.<sup>31</sup>

L'evoluzione del **settore ceramico**, relativamente marginale rispetto all'areale modenese, ebbe significative ricadute socio-economiche ed ambientali di portata tale da non poter essere ignorate. Esso ha subito non meno di due grandi trasformazioni tecnologiche, con un forte

31 D. Bertoni, F. Bellei, E. Tacconi, A. Zavatti, *Indagine sull'inquinamento atmosferico nel Comune di Modena - 1974*, Quaderni del Servizio Antinquinamento del Comune di Modena, n. 1, 1974; D. Bertoni, A. Franchini, M. Magnoni, E. Tacconi, A. Zavatti: *Elementi per la valutazione dell'impatto ambientale delle Acciaierie di Modena. Un esempio di approccio complessivo*, Unità Sanitaria Locale n.16 di Modena, Servizio Igiene Pubblica - Settore Igiene Ambientale, Quaderno n. 8/1983.

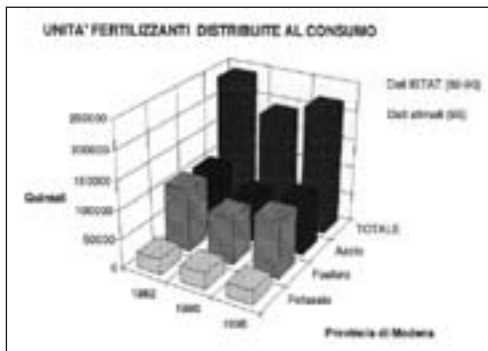


Figura 15 - Unità fertilizzanti distribuite al consumo nella provincia di Modena negli anni 1982, 1990, 1995.

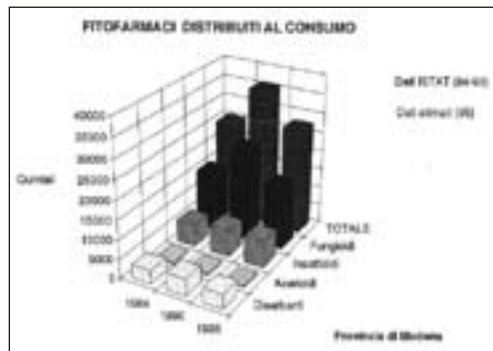


Figura 16 - Fitofarmaci distribuiti al consumo nella provincia di Modena negli anni 1982, 1990, 1995.

incremento della produzione, almeno fino all'avvio del processo di delocalizzazione negli anni Novanta. Se per questo settore e per tutti gli anni Settanta il prelievo idrico dal sottosuolo si era attestato sui 3 milioni di m<sup>3</sup>/anno, l'imposizione di impianti di trattamento e riciclo (legge 319/76 e successive) ha orientato al recupero totale delle acque e dei fanghi. Per questo ora il settore ha un impatto, riferibile a questi fattori, assai meno rilevante.

Il settore dell'**allevamento zootecnico**, suinicolo in particolare, raggiunse tra gli anni Settanta e Ottanta la sua massima espansione. L'adozione di obblighi rigorosi, come la riduzione dei volumi idrici utilizzati, lo stoccaggio e il riutilizzo agronomico dei liquami, l'avvio di una vasta azione di promozione dell'uso razionale delle deiezioni, associato ad un forte risparmio d'acqua, ha ridotto progressivamente la pressione del settore, peraltro fortemente ridimensionato dalla epidemia di afta epizootica del 1989 e da allora presenta una consistenza mediamente dimezzata. Infatti, dopo l'abbattimento forzato di 150.000 capi, molte strutture non idonee e quindi potenzialmente più inquinanti, non ottennero le necessarie autorizzazioni e scomparvero. La più rigorosa legislazione regionale di settore dell'Emilia-Romagna, a tutela del complesso delle risorse idriche regionali e del Po, rese, per alcuni operatori, più conveniente il trasferimento degli allevamenti in altre regioni non altrettanto severe.

L'**agricoltura** si andò specializzando e sempre più industrializzando, con l'uso di concimi chimici, antiparassitari, fungicidi, erbicidi etc., connotandosi in tal modo come attività a forte impatto ambientale sull'intera biosfera locale, oltre che, probabilmente, come fattore favorente il degrado qualitativo del suolo (figure 15 e 16).

Gli **insediamenti abitativi**, dopo la forte espansione edilizia degli anni Sessanta e Settanta, si andarono estendendo ulteriormente, con una edilizia meno intensiva, che occupava superfici sempre maggiori. Ciò ha comportato la impermeabilizzazione crescente delle aree agricole, nonostante i correttivi imposti dai più recenti strumenti urbanistici. Questi due fattori hanno creato difficoltà nella officiosità delle reti di smaltimento delle acque reflue. La maggior frequenza di eventi meteorici estremi, probabilmente anche connessi al *global warming*, ha ulteriormente evidenziato questo fenomeno, con frequenti alluvionamenti nel centro città e nelle aree a valle. L'azione degli enti pubblici locali per limitare i consumi idrici e soprattutto per ridurre delle perdite degli acquedotti ha contenuto i prelievi dalle falde a uso domestico.

Tra i fattori di *pressione*, parallelamente ai prelievi idrici da falda senza controllo, all'inizio degli anni Settanta si ebbe probabilmente il massimo livello di scarico incontrollato di ogni tipologia di reflui nelle fognature urbane o direttamente nei corpi idrici superficiali. L'assen-





Figura 17 - Rifacimento della rete fognaria nel centro storico, con la sostituzione di manufatti moderni alla rete dei canali storici coperti, ancora ben visibili nella foto. (da *La città che non si vede. Modena e l'acqua: sistema idraulico e fognario*, a cura di Giovanni Bartoli, Comune di Modena, 2003)

za di leggi di limitazione del fenomeno, del resto, impediva allora ogni intervento prescrittivi delle autorità locali.

Lo stesso stato delle reti fognarie, in quasi tutti i comuni, era rimasto pressoché identico a quello dei primi del Novecento e versava in uno stato assai precario. In molti casi all'espansione edilizia non aveva fatto seguito una adeguata infrastrutturazione. Ancora sul finire degli anni Sessanta furono realizzati tombamenti di antichi canali nel centro della città di Modena, continuando in una politica già avviata nel Centro Storico tre secoli prima, in epoca ducale, al solo scopo dell'allontanamento delle acque miste (figure 17, 18).

Non sussistendo alcun sistema di attenuazione del carico inquinante, se si eccettua l'obbligo di interposizione di "fosse biologiche", una sorta di semplice sedimentatore, prima dello scarico nel sistema fognario a bassa pendenza, quindi non certo ottimale nella sua struttura, i liquami venivano recapitati ai corpi idrici superficiali, con un carico assai incrementato in termini quali-quantitativi.

In condizioni analoghe erano gran parte degli antichi centri abitati a Nord e a Sud del capoluogo. Per questi ultimi, un'aggravante di questo stato di cose era rappresentato sicuramente dalla forte dispersione dei liquami fognari nel sottosuolo, talora con riscontri immediati e significativi sulla qualità delle acque sotterranee, anche a causa di scarichi industriali afferenti, come a Castelnuovo Rangone.

La rete idrografica scolante extra-urbana e quella irrigua erano rimaste quelle realizzate



Figura 18 - Uno dei grandi canali nel centro storico, coperti dal XVII secolo. (da *La città che non si vede. Modena e l'acqua: sistema idraulico e fognario*”, a cura di Giovanni Bartoli, Comune di Modena, 2003)

nell'arco di almeno mille anni<sup>32</sup>. Inoltre, la scarsa attenzione alla specializzazione delle reti, un tempo ben distinte in acque “alte” e “basse”, e la carenza di investimenti per realizzare adeguate strutture fognarie, spesso portarono allo scarico di reflui non trattati, o di liquami fognari tal quali, nei cavi irrigui derivati dai fiumi: da Secchia e Panaro nell'alta pianura e dal Po nella media e bassa. Si creavano così situazioni igienico-sanitarie localmente gravi, in particolare nella parte terminale dei bacini regionali, come, ad esempio, il Po di Volano (Ferrara)<sup>33</sup>, con condizioni insostenibili per le popolazioni.

A titolo di memoria, va ricordato che le condizioni strutturali nella montagna non erano difformi da quelle descritte per l'alta e media pianura. Tuttavia, la ridotta industrializzazione e la urbanizzazione scarsa, anche per il progressivo calo demografico, non mettevano in evidenza in modo diretto i problemi presenti, talora di costosa soluzione. Si dovranno attendere gli anni Novanta, per vedere realizzati i primi adeguati interventi. Ad esempio le perdite delle reti acquedottistiche raggiungevano e superavano il 50%, ed erano concausa, talora, dell'innescarsi di fenomeni franosi.

Del settore zootecnico si è accennato. Localmente lo sviluppo di industrie di trasformazione dei prodotti e sottoprodotti delle carni, in un primo tempo fortemente connessi all'allevamento locale e successivamente del tutto svincolati per l'apertura dei mercati europei ed extra-

32 O. Baracchi, A. Manicardi, cit.

33 Una curiosità significativa è rappresentata da un telegramma inviato al Sindaco di Modena da quello di Bomporto nei primissimi anni '70, di questo tono: *Popolazioni rivierasche minacciano disordini, causa condizioni igieniche Canale Naviglio et Fiume Panaro.*

europei, crearono situazioni assai precarie sia sotto il profilo dell'inquinamento idrico, sia per l'emissione di odori molesti, in particolare nei comuni di Formigine, Spilamberto e Castelnuovo Rangone.

Nella tabella 1 è riportato il numero delle autorizzazioni allo scarico, rilasciate in forma esplicita da Provincia e Comuni nei primissimi anni di applicazione della L. 319/76. Il numero è considerevole e ricopre, per l'intero ambito provinciale, tutte le tipologie produttive. Come ricordato, lo sfruttamento intensivo delle acque di falda fu limitato progressivamente nel periodo, partendo dalle prescrizioni inserite nelle autorizzazioni allo scarico di acque reflue, che imponevano il ricircolo delle acque di raffreddamento e l'installazione dei contatori volumetrici sui pozzi.

Il quadro sintetico dei *determinanti* e delle *pressioni* si evidenzia a livello di *impatti* e dello *stato* dell'ambiente rilevato. La situazione era sicuramente assai precaria, come evidenziato fin dai primi rilevamenti sistematici del 1974, che furono, come detto, la base di stabili reti di monitoraggio sulle acque superficiali, con sezioni tarate nell'ambito del PTURI tra il 1978 e il 1980, e sulle acque sotterranee della pianura, attraverso l'utilizzo di pozzi pubblici e privati, di varia profondità, che permettessero di sondare i diversi spessori acquiferi esistenti. Le reti vennero via via aggiornate a scala provinciale.<sup>34</sup> L'evoluzione qualitativa in senso positivo iniziò a partire dagli anni Ottanta, attraverso il processo di risanamento innescato dalla legge Merli e dagli strumenti normativi locali e regionali, a cui seguirono notevoli investimenti pubblici e privati. Per tutti gli anni Ottanta e Novanta la qualità delle acque superficiali è migliorata, fino a stabilizzarsi, anche se talora con deboli segnali di regresso, con un fisiologico progressivo scadimento della qualità nei fiumi dalla parte montana alla chiusura di bacino (figura 19 e tabella 2).

Col XXI secolo si è compiuto il primo significativo processo di riabilitazione quali-quantitativa, che tuttavia necessiterebbe, per le acque superficiali, di interventi, anche innovativi, per controllare gli apporti diffusi: dalla superficie agraria, dai dilavamenti delle reti fognarie – scolmatori, eventi meteorici estremi etc., avendo già agito in modo sufficientemente organico con sistemi di attenuazione sulle fonti puntuali. Per le acque sotterranee rimangono peraltro aperti numerosi problemi: incremento dei Nitrati, dovuto all'Azoto immagazzinato nello spessore insaturo d'acqua del sottosuolo, che impone una serie di misure a grande scala e fortemente innovative, finora solo abbozzate e che necessitano di un approfondito studio; comparsa di tracce di solventi clorurati, che allo stato, non è possibile controllare, se non attraverso un attento monitoraggio. Il problema di maggior rilevanza, che si evidenziò fin dai primi rilevamenti, fu proprio quello della progressiva contaminazione da Nitrati derivanti da concimi azotati e da liquami zootecnici, apportati al suolo agrario in forte eccesso, rispetto alle reali necessi-

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Modena                  | 244 |
| Vignola                 | 105 |
| Mirandola-Finale Emilia | 118 |
| Carpi                   | 33  |
| Sassuolo                | 136 |
| Pavullo                 | 103 |
| Totale                  | 739 |

Tabella 1 - Numero di aziende autorizzate allo scarico per comprensorio (1979) (L.319/76). (da *Noi e l'Ambiente*, Provincia di Modena, 1979)

34 D. Bertoni, E. Tacconi, M. Pellegrini, A. Colombetti, G.P. Vecchi, P. Borella Sola, M. Bergomi e A.Zavatti, *Caratteristiche chimiche e idrogeologiche delle falde acquifere della pianura modenese*. Quaderni del Servizio Antinquinamento Consorzio Socio Sanitario Modena, n.4 (1976).

V.Boraldi, L.Marino, N.Paltrinieri, E.Tacconi e A.Zavatti, *Qualità delle acque sotterranee nell'alta e media pianura modenese: anni 1990-1992; Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi*, 8, Quad. Tecn. Prot. Amb. 37, Bologna, Pitagora Edizioni 1994.

tà agronomiche.<sup>35</sup> Si resta altresì convinti che, soprattutto nella fascia pedecollinare fino ai margini Sud del comune di Modena, vi siano state, per lunghi periodi, immissioni dirette di liquami in falda. La grande diffusione del fenomeno, le numerose vie preferenziali di percolazione, come vecchi pozzi non più evidenti in superficie, ma ancora presenti come elementi di discontinuità nel sottosuolo e la distribuzione massiva su grandi superfici di liquami e concimi, ovvero su modesti appezzamenti, sotto il profilo agronomico “a perdere”, abbiano fortemente contribuito al formarsi di una situazione sanabile solo attraverso interventi innovativi, in tempi lunghissimi e difficilmente valutabili. I valori dei Nitrati nelle acque di falda, anche ad oltre 100 metri di profondità, si sono incrementati ed ancora oggi si incrementano, con concentrazioni talora ben oltre i limiti di potabilità, anche con valori di 140 mg/L, in larghe aree della fascia a Sud di Modena. Essi seguono proporzionalmente l’andamento sinusoidale della piezometria<sup>36</sup> e mettono a rischio le risorse idriche dell’acquedotto di Modena, nonostante le politiche adottate. Si tratta di migliaia di tonnellate di Azoto, immagazzinati nello strato non saturo del sottosuolo dagli anni Sessanta almeno fino a tutti gli anni Ottanta e forse tuttora. Pertanto oggi, oltre al mantenimento dei controlli preventivi e del monitoraggio, l’unica politica perseguibile è quella di una oculata gestione delle acque sotterranee e del suolo agrario, attraverso diverse metodologie di approccio: concimazione controllata sulla base del contenuto di Azo-

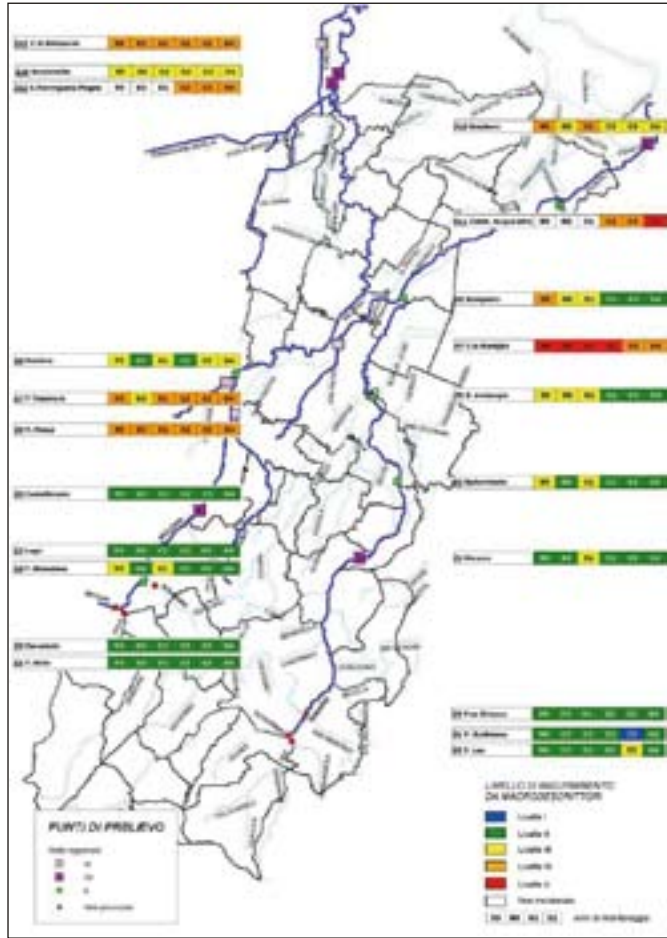


Figura 19 - Stato qualitativo delle acque dei fiumi Secchia e Panaro, a fine secolo. È evidente lo scadimento qualitativo da monte a valle. Il significato dei colori è spiegato nella didascalia di tabella 2. (ARPA)

to. Si tratta di migliaia di tonnellate di Azoto, immagazzinati nello strato non saturo del sottosuolo dagli anni Sessanta almeno fino a tutti gli anni Ottanta e forse tuttora. Pertanto oggi, oltre al mantenimento dei controlli preventivi e del monitoraggio, l’unica politica perseguibile è quella di una oculata gestione delle acque sotterranee e del suolo agrario, attraverso diverse metodologie di approccio: concimazione controllata sulla base del contenuto di Azo-

35 Oltre al già citato caso clamoroso di disperisione di Acido Nitrico e Solforico a Spilamberto dalla Sipe-Nobel, evidenziato alla fine degli anni Settanta. Eliminate le cause generatrici, il fenomeno è andato attenuandosi naturalmente fino quasi a scomparire dopo circa 30 anni, a testimonianza e monito della difficoltà di ogni azione di risanamento.

36 La risalita dei livelli, dopo i periodi di ricarica, dilava lo strato non saturo e porta in soluzione gli inquinanti ivi contenuti, aumentandone la concentrazione delle acque di circolazione sotterranea.



## Fiume Panaro

| Stazione                         | 1980 |         | 1990-93 |         | 2000 |         |
|----------------------------------|------|---------|---------|---------|------|---------|
|                                  | LIM  | Livello | LIM     | Livello | LIM  | Livello |
| Torrente Scoltenna               |      |         | 320     | 2       | 280  | 2       |
| Torrente Leo                     |      |         | 320     | 2       | 240  | 2       |
| F. Panaro – Ponte Chiozzo        |      |         | 340     | 2       | 320  | 2       |
| F. Panaro – Ponte di Marano      |      |         | 340     | 2       | 300  | 2       |
| F. Panaro – Ponte di Spilamberto | 210  | 3       | 330     | 2       | 270  | 2       |
| F. Panaro – Ponte S. Ambrogio    | 135  | 3       | 250     | 2       | 180  | 3       |
| Canale Naviglio – la Bertola     | 70   | 4       | 40      | 5       | 40   | 5       |
| F. Panaro – Bomporto             | 140  | 3       | 200     | 3       | 160  | 3       |
| F. Panaro – Bondeno              |      |         | 190     | 3       | 140  | 3       |

## Fiume Secchia

| Stazione                       | 1980 |         | 1990-93 |         | 2000 |         |
|--------------------------------|------|---------|---------|---------|------|---------|
|                                | LIM  | Livello | LIM     | Livello | LIM  | Livello |
| Torrente Dolo                  |      |         | 330     | 2       | 420  | 2       |
| F. Secchia – Cerredolo         |      |         | 330     | 2       | 270  | 2       |
| F. Secchia – Lugo              |      |         | 320     | 2       | 320  | 2       |
| F. Secchia – Torrente Rossenna |      |         | 140     | 3       | 320  | 2       |
| F. Secchia – Castellarano      |      |         | 280     | 2       | 300  | 2       |
| Torrente Fossa di Spezzano     |      |         | 145     | 3       | 95   | 4       |
| Torrente Tresinaro             |      |         | 160     | 3       | 135  | 3       |
| F. Secchia – Rubiera           | 135  | 4       | 185     | 3       | 260  | 2       |
| F. Secchia – Bondanello        |      |         | 180     | 3       | 170  | 3       |
| Canale Emissario               |      |         | 75      | 4       | 70   | 4       |

Tabella 2 - Andamento dei parametri macrodescrittori di inquinamento in alcune sezioni caratteristiche dei fiumi Secchia e Panaro per gli anni: 1980, 1990, 2000. Livelli di qualità da 1 (migliore) a 5 (peggiore). Le elaborazioni relative al 1980, sono state effettuate con i dati reperiti dal *Piano per la tutela e l'uso delle risorse idriche* del 1981, mentre l'elaborazione per il triennio 1990-93, deriva dal documento *Elaborazioni dei dati del periodo 1990-93 raccolti alle stazioni della rete di 1° grado dei bacini del Secchia e del Panaro* del 1995. (Elaborazioni di Arpa Emilia-Romagna, Sezione di Modena).

to del suolo e del fabbisogno culturale, anziché in modo indifferenziato, sulla base della vulnerabilità definita puntualmente, come previsto dai più recenti indirizzi dell'Amministrazione Provinciale. Opportuno è lo studio di interventi di ravvenamento artificiale delle falde, azione da valutare con grande attenzione, e l'estrazione controllata, per accelerare il dilavamento del non-saturo<sup>37</sup> (figure 20 e 21).

Sul finire degli anni Ottanta si sono manifestati, come già accennato, fenomeni di inquinamento da solventi clorurati, relativamente diffuso nella fascia pedecollinare, sia pure a livelli di concentrazione modesti, ma significativi. Ciò è da ritenersi l'esito della dispersione pregressa,

<sup>37</sup> ARPA Emilia-Romagna, *Report sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee della provincia di Modena (8° relazione biennale 2005-2006)* Arpa Modena

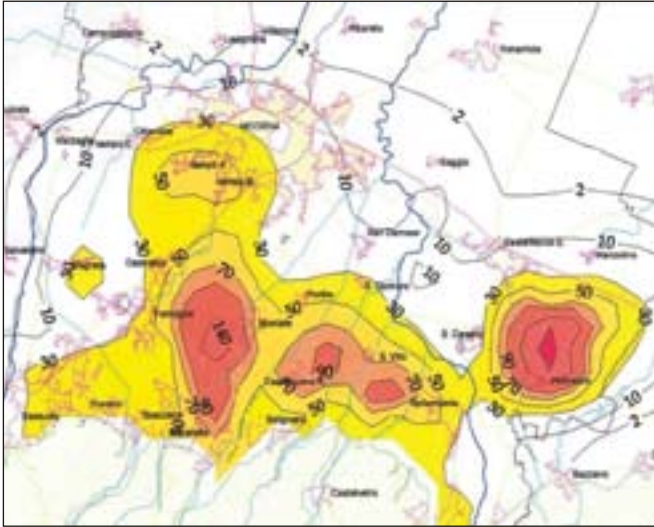


Figura 20 - Distribuzione dei Nitrati nelle acque sotterranee in una delle campagne di monitoraggio dell'anno 2003. (ARPA)

anche molto remota, di acque scolanti e fognarie, quando tali prodotti erano di larghissimo impiego nelle lavanderie a secco senza alcun recupero o trattamento degli scarichi, perciò almeno fino ai primi anni Ottanta. Questi composti, pressoché immiscibili con l'acqua e di densità maggiore della stessa, transitano attraverso l'acquifero, andandosi a collocare nei livelli impermeabili più profondi. La bonifica in questi casi è assai problematica.

Si è già accennato alla progressiva diminuzione dei prelievi da falda per usi industriali, oggi ridotti a pochi mi-

lioni di metri cubi, dalle decine di milioni iniziali. Ciò è avvenuto grazie alle politiche adottate e alla progressiva modifica della struttura produttiva. Di fatto, gli unici prelievi consistenti da falda, che devono essere attentamente pianificati, sono quelli per gli acquedotti e l'irrigazione, da contenere con nuove tecniche agronomiche ed irrigue.<sup>38</sup> La subsidenza del suolo ha così progressivamente rallentato il suo ritmo e oggi è tornata al suo procedere naturale: 1-2 mm/anno.

La prima e forse più significativa delle *risposte* fu la politica avviata dai primi anni Settanta, che testimonia della sensibilità delle Amministrazioni Locali, con la organizzazione di strutture tecniche proprie, sulle quali poter fare affidamento nel monitoraggio ambientale e nel controllo dei fattori di pressione, come supporto nella definizione dei nuovi strumenti di pianificazione e decisionali, necessari in un campo fino ad allora del tutto inesplorato e su cui gli stessi riferimenti scientifici a livello nazionale erano assai carenti. A questo riguardo, oltre all'attività tecnica del Servizio Anti-Inquinamento del Comune di Modena, successivamente di Igiene Ambientale, attivato nel 1973, e del Centro Anti-Inquinamento della Provincia istituito nel 1971,<sup>39</sup> è indispensabile segnalare anche e soprattutto, sotto il profilo politico-istitu-

38 Su tali questioni una significativa azione è stata e viene svolta dai Consorzi di Bonifica e dalle associazioni professionali, in attuazione di direttive e progetti regionali e provinciali.

39 Il Centro della Provincia è istituito per iniziativa dell'allora Assessore alla caccia e pesca Natale Lanzotti, presso il Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi, con Direttore Giovanni Bertolani. Il Servizio del Comune è fortemente voluto e promosso nel 1973 dall'allora Ufficiale Sanitario e per un certo periodo Medico Provinciale, Ermete Bortolotti; da ricordare anche per la lungimirante visione e attiva collaborazione nell'avviare consapevolmente i processi innovativi descritti in questo capitolo. A Bortolotti si deve la scelta di proporre l'inserimento nell'allora Ufficio d'Igiene comunale di figure tecniche qualificate a cui affidare le nuove incombenze di controllo ambientale, a partire dal censimento delle *industrie insalubri*, condotto da Daniele Bertoni ed Enzo Tacconi, ai sensi del Testo Unico delle leggi sanitarie del 1934. Il censimento fu realizzato e, anche se la decretazione di insalubrità non fu formalizzata, servì negli anni successivi ad identificare ed intervenire sui fattori di pressione puntuali di inquinamento, man mano che le normative ambientali venivano approvate.

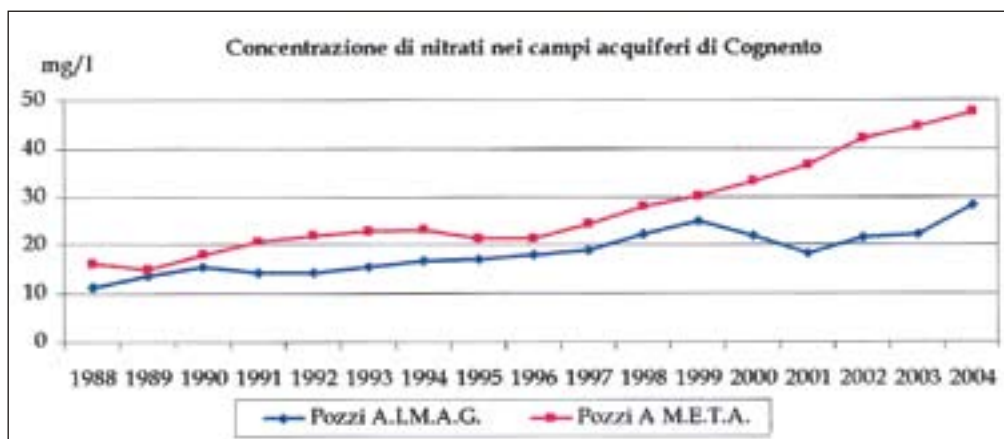


Figura 21 - Concentrazione di Nitrati nei campi acquiferi di Cognito (MO) di AIMAG (Mirandola) e META (Modena), ora HERA.

zionale, l'azione del Comprensorio di Modena con il Presidente Vittorino Morselli. Attraverso l'elaborazione, nella seconda metà degli anni Settanta, di importanti strumenti di pianificazione come: il **Piano attività estrattive**, il **Piano degli allevamenti suinicoli**, il **Piano per la Tutela e l'Uso delle Risorse Idriche (PTURI)** ed altri (fig. 22) segnò un momento di forte discontinuità proprio nella definizione delle politiche di "sostenibilità" - come oggi diremmo - agendo *ante litteram* secondo il modello *Pressioni - Stato - Risposte* ed *integrando strettamente le scelte socio-economiche con quelle ambientali*. Si ricordino, a tale proposito, le conferenze economiche comunali della città, nelle quali il *fattore ambiente* fu riconosciuto tra i determinanti dei processi evolutivi, spesso superando i ristretti confini comunali e comprensoriali, come la realtà ambientale, che si andava delineando, imponeva, assumendo una visione di *area vasta*.<sup>40</sup>

L'espressione più alta di questa concezione fu senza dubbio la elaborazione del citato PTURI che il Comprensorio, dopo una prima fase di avvio, affidò operativamente al Comune di Modena.<sup>41</sup> Il Sindaco Germano Bulgarelli, poi sostituito da Mario Del Monte e gli Assessori ai Lavori Pubblici Umberto Bisi, poi Giovanni Romagnoli, primo Assessore all'ambiente del Comune, si dedicarono con entusiasmo ad un compito di non certo ordinario impegno. Furono chiamati a contribuire tecnici ed esperti di diversi servizi di vari enti: comuni, Provincia, Aziende municipalizzate, Genio Civile, Comprensorio, oltre ad un gruppo di tecnici, che poi andò a costituire il primo nucleo del Settore ambiente del Comune di Modena. Al Piano diedero, a vario titolo, il loro apporto esperti universitari e una serie di altri enti pubblici e privati, che consentirono di acquisire ed elaborare una consistente mole di informazioni sull'intero ciclo dell'acqua. Vennero così definite le linee generali di progettazione del risanamento idrico del territorio, di gestione delle risorse idriche e di indirizzo delle norme, costituendo le prime *ban-*

40 Negli stessi anni la Regione, attraverso la propria società Idroser, redasse un primo "Piano Acque", che sia pure con contenuti, metodologie e finalità diverse, fu la base delle successive elaborazioni sul tema. Il Piano del Comprensorio di Modena, oltre ad essere il primo a tale scala territoriale, sviluppò in profondità l'acquisizione di conoscenze del tutto innovative.

41 L'elaborazione del Piano venne coordinata da Adriano Zavatti, autore di questo capitolo e si protrasse dal 1979 al 1981.

che dati su cui poi le amministrazioni avrebbero sviluppato i sistemi informativi ambientali e tutte le successive politiche di settore ed intersettoriali. Partendo dalla definizione del quadro ambientale, attraverso la ricostruzione delle componenti principali del ciclo dell'acqua, anche con studi specifici del tutto innovativi, si svilupparono ed estesero le reti di monitoraggio quali-quantitativo delle acque superficiali e sotterranee. Si costruiva così uno stabile e certo riferimento conoscitivo, aggiornato con la periodica rilevazione di una notevole massa di dati. Fu strutturata una rete geodetica di alta precisione per la misura delle quote del suolo, quantificando la sub-



Figura 22 - Alcuni dei più significativi Piani elaborati negli anni '70 ed '80 dal Comprensorio di Modena.

sidenza. L'elaborazione dei dati rilevati e l'incrocio con quelli relativi ai fattori di pressione, puntuali e diffusi, come: le caratteristiche e la localizzazione dei cicli produttivi, l'uso delle risorse, i rifiuti, gli scarichi, etc. consentirono di precisare i livelli di compatibilità ed i fattori degenerativi, individuando le politiche di risanamento. In particolare l'uso *razionale*, ovvero compatibile o sostenibile, delle acque, la prevenzione del degrado quali-quantitativo, fino alla individuazione dei criteri e dei vincoli progettuali delle opere idrauliche necessarie: fognature, impianti di depurazione, acquedotti, nuovi campi pozzi e loro gestione, e di quelle necessarie per il ciclo dei rifiuti e dei fanghi, civili e industriali.

Per sommi capi potremo qui sintetizzare le risposte più significative che gli enti locali svilupparono:

- monitoraggio sistematico quali-quantitativo delle acque superficiali e sotterranee, elaborazione e restituzione dei dati, quale supporto alle decisioni;
- pianificazione di settore integrata con altri strumenti di piano urbanistici ed economici;<sup>42</sup>
- programmazione degli interventi attraverso una *governance complessiva* di carattere *normativo*, con importanti anticipazioni delle norme regionali, a loro volta riferimento per

42 Oltre al già citato PTURI, si ricordano i *Piani di Risanamento dei fiumi Secchia e Panaro* (1984), elaborati dalla Provincia di Modena, assieme ad altri strumenti di protezione idrogeologica e di pianificazione nel campo dei rifiuti. Infine il *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale*, che recepì, fin dalla sua prima elaborazione (1997), tutti gli elementi e le cartografie di valutazione della vulnerabilità dei sistemi idrici, elaborate nel precedente decennio.

quelle nazionali e comunitarie<sup>43</sup>; *amministrativo* (come per le autorizzazioni allo scarico con prescrizioni alle imprese), *finanziario*, *infrastrutturale* e *gestionale*.

A testimonianza della coerenza delle risposte nel sistema delle Autonomie locali, sono da segnalare, per la particolare ed innovativa rilevanza, le normative e le politiche di risanamento e tutela preventiva adottate dalla Regione, in armonia con gli Enti locali, attraverso il pieno utilizzo dei finanziamenti nazionali e attraverso una programmazione basata su priorità derivanti dall'analisi ambientale. La legge Merli vide quindi le amministrazioni locali modenesi già molto impegnate nella volontà di risanamento idrico del territorio. La legge trovò rapida applicazione, in modo coordinato a livello provinciale, con il rilascio, come detto, delle autorizzazioni allo scarico ad oltre 700 attività produttive. Le autorizzazioni sfruttavano al massimo le potenzialità ordinarie, consentite dalla legge, vincolando il mantenimento dell'autorizzazione a prescrizioni dettagliate, quali: pozzetti d'ispezione, separazione delle varie tipologie di reflui, misuratori volumetrici sui pozzi, particolari interventi di risanamento dei sistemi fognari interni, raccolta e smaltimento corretto dei fanghi derivanti dagli impianti di depurazione, la cui installazione era vincolata ad una tempistica stringente. L'utilizzo della leva finanziaria, prevista dalla legge per il contenimento dei consumi idrici, consentì l'applicazione di adeguate tariffe agli scarichi produttivi nelle fognature. Questo rese in molti casi economicamente non conveniente l'utilizzo di ingenti volumi idrici ed indusse, in molti casi, alla modifica dei cicli produttivi od al riciclo delle acque. Quest'ultimo aspetto è di particolare rilevanza e va ricordato per il carattere innovativo ed esemplare, per omogeneità di approccio dell'impianto programmatorio, definito utilizzando a pieno le nuove norme, e per la sequenzialità delle politiche adottate, coerenti con il complesso quadro ambientale e territoriale che si veniva delineando. Le linee tecnico-normative adottate assunsero una visione integrata dei singoli fattori di pressione derivanti dalla stessa sorgente puntuale: uso delle acque, trattamento, scarico, emissioni aeriformi, produzione, raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti industriali. Anche sotto questo aspetto si anticiparono i metodi poi assunti dalla direttiva comunitaria IPPC<sup>44</sup>. In tal modo alcune imprese raggiunsero uno stadio di compatibilità ambientale molto prossima a ciò che oggi è concettualmente definito nell'ambito della certificazione EMAS.<sup>45</sup> Di alto valore politico fu la deliberazione del Consiglio Provinciale, che divenne la base dello specifico decreto ministeriale, che dichiarò l'area delle conoidi e di pianura: "area ad elevato rischio ambientale", in accordo con la Regione, consentendo interventi prioritari a più ampio respiro.<sup>46</sup>

Parallelamente a queste azioni di pianificazione, fu prestata grande attenzione alla diffusione delle conoscenze che via via si acquisivano, per una larga informazione e condivisione nel

---

43 È il caso del settore zootecnico in relazione alla Direttiva Nitrati 91/676CE. Il contenimento degli apporti azotati dagli allevamenti zootecnici, fu realizzato agendo armonicamente sulle fonti e sull'uso agronomico dei liquami, basato sulla vulnerabilità degli acquiferi – le cartografie di vulnerabilità messe a punto in via sperimentale dai ricercatori, divennero base normativa.

44 IPPC: *Integrated Pollution Prevention Control*; la direttiva 96/61 impone il rilascio ad una gamma di tipologie produttive di una AIA (*Autorizzazione Integrata Ambientale*) con prescrizioni ed obblighi di autocontrollo, nella quale si deve tenere conto in modo integrato di tutti i fattori di pressione dell'industria (acqua, aria, suolo, rifiuti, agenti fisici); essa mira all'adeguamento dei processi produttivi a specifiche e definite BAT (*Best Available Techniques*).

45 La certificazione ambientale EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme*) è stata creata dalla Comunità Europea, oggi in vigore con il Regolamento 196/2006, come strumento volontario a cui possono aderire organizzazioni, imprese, enti pubblici, per valutare e migliorare le proprie prestazioni ambientali e fornire al pubblico e ad altri soggetti interessati informazioni sulla propria gestione ambientale.

46 Vedi nota 17 a p. 32.



dibattito sulle scelte e sulle priorità pubbliche. Ciò oggi appare ovvio, ma allora la Provincia di Modena fu un sostenitore ed un anticipatore di metodologie ancora scarsamente adottate a livello nazionale.<sup>47</sup> È doveroso ricordare che a cavallo degli anni Ottanta si ebbero ripetute crisi sullo stato del mare a causa di fenomeni di eutrofizzazione.<sup>48</sup> La Regione Emilia-Romagna diede in vario modo forte impulso alla soluzione del problema. Avviò l'esemplare monitoraggio delle acque con la propria motonave-laboratorio *Daphne*, promuovendo la comprensione dei fenomeni e l'eliminazione, con legge nazionale, del Fosforo (identificato come il *fattore limitante*, ossia la principale causa del fenomeno) dai detersivi ed il suo abbattimento specifico nei depuratori; strategie che risultarono decisive. Alla scala regionale, nella quale vanno inquadrati le problematiche modenesi passate, presenti e future, si riferisce il *Piano di Tutela della Acque* predisposto nel 2004 dalla Regione Emilia-Romagna, a cura di Arpa Emilia-Romagna, da considerare importante caposaldo per le future politiche, frutto anche delle esperienze qui descritte.

Tra gli specifici interventi operativi di ampio respiro e fortemente innovativi, realizzati tra gli anni Ottanta e Novanta, per migliorare la qualità dell'acqua nel territorio modenese, è da ricordare la creazione di un Centro di raccolta, trattamento e smaltimento di rifiuti industriali a Modena<sup>49</sup>, a servizio non solo del comune, ma di tutta la provincia. Il progetto fu avviato sul finire degli anni Settanta con un censimento effettuato su 100 aziende di vari settori, finanziato da FIAT in convenzione col Comune e realizzato dal Servizio Igiene Ambientale comunale. Ancora in convenzione con FIAT furono costruite, nello stesso periodo, le prime vasche di raccolta per rifiuti tossici, successivamente utilizzate come stoccaggio: due ottimi esempi di collaborazione tra pubblico e privato. Per il settore ceramico venne ricostruita per via statistica la valutazione delle tipologie e delle quantità dei rifiuti prodotti. Furono così dimensionati gli impianti, poi realizzati con totale finanziamento pubblico, indirizzando le imprese ad utilizzarne onerosamente i servizi, nella allora quasi totale assenza di strutture simili a livello nazionale.<sup>50</sup> La scelta modenese di preoccuparsi anche dei rifiuti ceramici, sebbene il comune fosse estraneo al comprensorio interessato, era dettata dalla consapevolezza del rischio di contaminazione, cui erano esposte le falde idriche del proprio territorio, nel caso di scorretto deposito di tali materiali su superfici molto permeabili e per la continuità idrogeologica delle falde stes-

47 Si veda ad esempio la *Relazione sullo stato dell'ambiente nella Provincia di Modena*, cit. Tale *Relazione* ebbe larga diffusione tra addetti ai lavori ed in un pubblico più vasto, costituito dalle scuole, associazioni e cittadini. Per quanto attiene la risorsa idrica è da ricordare il volume *Conoscere l'acqua. L'acqua nella provincia di Modena*, Provincia di Modena, 1984, che rappresenta un testo di larga diffusione sull'argomento, per un pubblico non specialistico.

48 L'*eutrofizzazione* è un fenomeno tipico di bacini marini e lacustri a lento ricambio, come la parte settentrionale del Mare Adriatico ed altre limitate aree costiere italiane, del Mediterraneo e di altri mari e grandi laghi a livello mondiale. Deriva dall'eccesso di apporti di elementi nutrienti (Fosforo, Azoto) dall'entroterra, attraverso i corsi d'acqua, che, in particolari condizioni meteorologiche, contribuiscono all'abnorme crescita di microalghe (*bloom*), le cosiddette *maree rosse*. Alla morte delle alghe, la decomposizione dell'enorme massa di materia organica formatasi causa il consumo dell'ossigeno presente nell'acqua, non più sufficientemente reintegrato dalla normale riossigenazione (v. nota 25) con la caduta della sua concentrazione fino alla totale anossia. Si innescano allora fenomeni di decomposizione anaerobica (in assenza di ossigeno) ed eclatanti morie di pesci ed altre forme di vita superiore, che vengono sospinte a riva e, a loro volta, si decompongono, con emissione di odori nauseanti. Tali fenomeni avvengono con maggiore frequenza nei caldi periodi estivi, con conseguenze disastrose per il turismo.

49 Comune di Modena: *Impianti pubblici integrati di risanamento ambientale*, (1985)

50 I servizi avviati furono: trattamento delle miscele oleose da taglio, degli oli esausti e di altri rifiuti a base organica tramite forno di incenerimento ed un impianto di inertizzazione dei fanghi a base inorganica, soprattutto ceramici, sviluppato su brevetto belga.

se dell'area. Il Centro realizzato e affidato all'AMIU nei primi anni Ottanta, fu il fulcro di un processo di risanamento sostanziale per tutti i settori produttivi ed in particolare di promozione dell'innovazione tecnologica per il settore ceramico. Le iniziali 60.000 t/anno di fanghi tossici ceramici da smaltire furono praticamente azzerate in un decennio, mediante il loro recupero e riciclo. Al Centro furono avviati inoltre i fanghi derivanti dalle prime bonifiche dei siti contaminati, individuati nel comprensorio ceramico interprovinciale.<sup>51</sup>

L'impianto infrastrutturale relativo all'intero ciclo integrato dell'acqua, previsto dal PTURI fu realizzato con una visione di area vasta, che andava oltre i confini del comprensorio modenese, assumendo come riferimento l'intero territorio delle conoidi alluvionali. Lo imponeva l'omogeneità dei problemi e delle possibili soluzioni, circa il trattamento delle acque reflue, la gestione dei campi acquiferi e l'opportuna interconnessione delle reti idriche comunali.<sup>52</sup> In particolare fu previsto lo sviluppo del campo pozzi di Marzaglia e S. Cesario, individuate come le località più produttive e con qualità migliore. Questi interventi furono accompagnati dalla ideazione di un sistema di tutela delle aree: rafforzando le norme urbanistiche inibenti o fortemente vincolanti la localizzazione di attività a forte impatto e adeguando il dimensionamento delle aree di salvaguardia a cui associare un sistema di monitoraggio.<sup>53</sup> Alla domanda di acque per uso plurimo fu data risposta con la realizzazione di condotte convoglianti acque di superficie, derivate dal fiume Secchia: una in sponda reggiana, anche a servizio delle tintorie di Carpi; l'altra per le industrie ceramiche e della città di Modena.

I progetti definiti nel PTURI sono stati realizzati nel corso di oltre un ventennio ed in parte lo sono tuttora. Ne ricordiamo in sintesi solo alcuni:

- la modifica della Traversa ad acqua fluente di S. Michele dei Mucchietti, sul fiume Secchia, inizialmente progettata per ripristinare le quote degli incili dei canali di Modena e Reggio Emilia, introdotta per alimentare le due condotte ad uso plurimo;
- il progetto di "scolmatore" Martignana a Sud della città, per ridurre ulteriormente le portate di acque bianche di deflusso dai territori extraurbani, e quindi il sovraccarico idraulico della rete fognaria urbana e del depuratore, rafforzando gli storici interventi con lo stesso scopo;
- l'approntamento di un Piano generale di riordino della rete fognaria di Modena, prevedendo la realizzazione di un grande scolmatore (ora in costruzione il 3° stralcio del Collettore di Levante) e il risanamento dei corsi d'acqua extra-urbani (Cavo Argine, Cavo Minutara e Fossa Monda), attraverso la realizzazione del Collettore di nord-est, convogliante le loro acque direttamente al depuratore;
- il sistema di impianti di depurazione delle acque reflue urbane dell'intera alta pianura, dise-

---

51 Nell'esperienza personale dell'autore è vivo il ricordo, sul finire del 1979, di una riunione, convocata la mattina di un sabato, per il pomeriggio dello stesso giorno dal Sindaco del Comune di Sassuolo, Alcide Vecchi, con le Associazioni dei trasportatori e dei produttori di ceramica, dopo che gli erano stati documentati dallo stesso autore e dal prof. Maurizio Pellegrini, comportamenti impropri dei privati, nello scarico incontrollato di rifiuti ceramici nelle cave in fregio al fiume Secchia, avvenuti nella stessa mattina e di cui essi erano stati involontari testimoni, ponendo in tutta evidenza la gravità del rischio ambientale e sanitario. Il risoluto e consapevole impegno di Vecchi avviò un generale riordino del settore, ovviamente con una politica coordinata di tutte le istituzioni interessate e l'impegno delle stesse associazioni di categoria.

52 Unanimemente gli 11 Sindaci dei Comuni del Comprensorio modenese, tra le 5 ipotesi a loro presentate, che andavano dalla massima concentrazione dei reflui urbani in 2 impianti, con grandi adduttrici fognarie, a quella con impianti a valle di singoli centri abitati, scelsero una soluzione molto vicina a quest'ultima, in quanto più efficace nel breve periodo, a fronte della limitatezza delle risorse disponibili. L'unico collegamento fognario previsto era tra Formigine e Modena.

53 Rispettivamente individuate come "protezione statica" e "protezione dinamica".

gnato in modo organico, come detto, scegliendo la diffusione dei trattamenti a valle di ogni centro abitato con oltre duemila abitanti e raccogliendo con reti di adduzione solamente gli scarichi delle frazioni più prossime.

La modellazione matematica del regime idraulico sotterraneo, sviluppata successivamente, ha condizionato lo sviluppo dei campi acquiferi nella conoide del fiume Secchia e ha consentito di definire la perimetrazione delle aree e delle relative norme di salvaguardia. Attraverso la definizione degli elementi idrogeologici e idrochimici di base e dei criteri gestionali per l'individuazione delle *Aree di salvaguardia delle opere di captazione di acqua ad uso potabile*, inserite tra i vincoli dei piani regolatori di molti comuni (nel PRG del Comune di Modena del 1989) e su questa esperienza fu fondata la regolamentazione specifica a livello nazionale.<sup>54</sup>

Da ricordare l'istituzione, presso il Presidio Multizonale di Prevenzione dell'USL di Modena (poi ARPA) di una Unità Operativa del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (GNDCI-CNR).<sup>55</sup> L'unità ha operato dal 1987 al 2004 con un gruppo di lavoro composto da esperti dell'Università, di tutti gli enti territoriali e di aziende pubbliche, per la redazione di Carte di Vulnerabilità degli Acquiferi, per la pianura modenese e per tutta l'Emilia-Romagna, mettendo a punto metodologie inserite nei Dlgs 152/99<sup>56</sup>. Le carte divennero, primo esempio in Italia, parte integrante del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. Il loro utilizzo operativo evitò il rischio di un vero disastro ambientale nel 1989. Le carcasse dei 150.000 suini, abbattuti a seguito dell'epidemia di afta epizootica, non furono smaltite secondo le prassi consuete tramite interrimento nei pressi dell'allevamento, con o senza un sommario e inefficace abbruciamento.<sup>57</sup> Esse vennero avviate alla sanificazione e trasformazione in cicli produttivi idonei, attrezzati a tempo di record, impedendo l'inquinamento ambientale soprattutto delle falde, vista la localizzazione prevalente degli allevamenti in aree a elevata vulnerabilità. Provincia e Comune di Modena per tutti gli anni Ottanta si avvalsero della stretta collaborazione con l'Università e altri enti, come USL e Consorzi di Bonifica, tramite l'istituzione di un Comitato Tecnico-Scientifico che operò a supporto delle decisioni.<sup>58</sup>

54 GNDCI-CNR, *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle Opere di captazione di acque sotterranee*. Pubbl. GNDCI-CNR n. 75 a cura di V. Francani, sulla cui base fu sviluppato lo specifico "Accordo" nella Conferenza Stato-Regioni (2000).

55 L'autore ne fu il responsabile.

56 *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi*, Voll. 1- 15 - Quad. Tecn. Prot. Amb. 1990/2001 – a cura di A. Zavatti. Bologna, Pitagora Ed.

57 L'esperienza di chi, come l'autore, ebbe la ventura di partecipare alla commissione che gestì la crisi è sicuramente da ricordare: prima della individuazione della soluzione tecnologica adottata, furono esperiti vari tentativi di condurre lo smaltimento in modo ambientalmente "accettabile" o almeno razionale: in un primo tempo fu tentato l'abbruciamento totale, che, in assenza di impianti adeguati per tecnologia e dimensioni, si realizzò con un letto di pneumatici ed altri combustibili, predisposto secondo un progetto specifico: il pneumatico era l'unico combustibile idoneo a mantenere il focolaio attivo per almeno 24 ore e portare le carcasse di oltre 4500 suini alla reale distruzione totale. Si utilizzarono 15.000 pneumatici usati, raccolti in gran parte della pianura padana e della Toscana attraverso l'Esercito. Il piano confermò i risultati attesi, tuttavia si constatò l'impossibilità di proseguire in tale pratica, oltre che per evidenti motivi ambientali, per la carenza di gomme! Si tentò anche il seppellimento, con sfianto dei gas di decomposizione e raccolta dei percolati, in una cava di argilla abbandonata nel margine collinare, per un totale di 10.000 suini; anche in questo caso, constatando la assoluta insufficienza dei siti disponibili e l'insostenibilità dei costi. A. Zavatti, *Epidemia di Afta epizootica e problemi ambientali. Bilancio di una esperienza*. "Noi e l'ambiente", Provincia di Modena, 1/86).

58 Il Comitato era composto da: R. Gelmini, A. Muratori, L. Moratti, G.C. Pellacani, M. Pellegrini, P. Reggiani, P. Russo, A. Zavatti, R. Zunarelli.

Un intervento, sia pure di portata limitata, ma di particolare interesse per le modalità operative e per gli esiti prodotti, riguarda un caso di inquinamento del sottosuolo occorso a pochi metri dai pozzi dell'acquedotto di Cognento a metà degli anni Ottanta. Un incidente sulla A1 causò la dispersione di ortoxilolo sulla sede stradale, sul rilevato ghiaioso e, a seguito del dilavamento per il ripristino della viabilità, del primo sottosuolo. I rilevamenti condotti con estrema urgenza suggerirono la sua bonifica, ordinata dal Sindaco e realizzata dalla direzione del III Tronco della Società Autostrade. Sbancati 80 metri per metà della sede stradale, il suolo contaminato venne sostituito con terreno vergine, per uno spessore di circa 10 m ed un'area di circa 1 ha. Oltre all'intervento in sé, l'evento concorse a promuovere, col contributo di diversi studiosi, l'elaborazione delle linee guida sopra ricordate, per la protezione dei campi acquiferi destinati al prelievo per gli acquedotti.

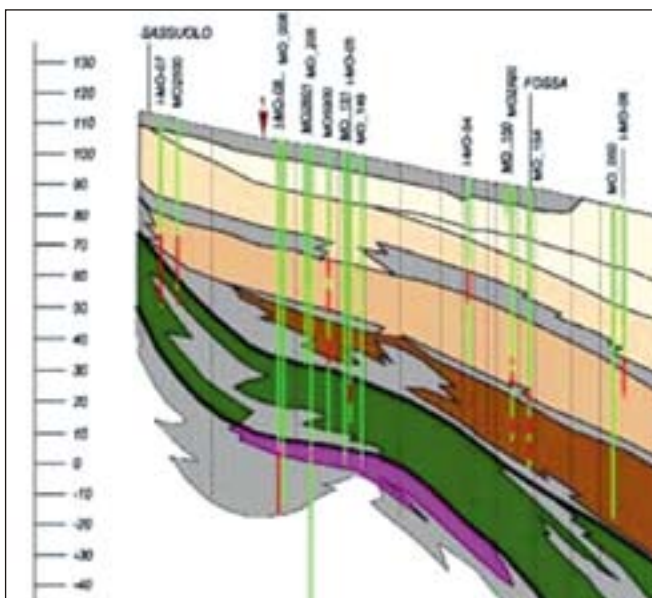


Figura 23 - Sezione idrostratigrafica dell'alta pianura modenese, trasversale (SW-NE) al territorio di Modena (NE a destra della figura). Paragonandola alla sezione idrogeologica del Ramazzini a p. 127, si noti come quest'ultima sia stata una sorprendente anticipazione della configurazione e della dinamica idrogeologiche dell'alta pianura modenese, verificata esattamente solo duecento anni più tardi, con la ricostruzione eseguita grazie alle stratigrafie dei pozzi per la ricerca petrolifera. Nella sezione idrogeologica del Ramazzini, infatti, le acque provenienti dall'Appennino si infiltrano nei sedimenti permeabili della pianura; nella sezione della Regione Emilia-Romagna, in modo analogo, gli acquiferi profondi, distinti da diverse colorazioni, ricevono le acque che si infiltrano agli apici delle conoidi all'altezza di Sassuolo. (da Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*, a cura di G. Di Dio, S.EL.CA., Firenze, 1998)

L'attenzione posta all'integrazione delle competenze disciplinari e istituzionali nella costruzione del quadro conoscitivo, della programmazione e nell'attuazione delle risposte, tra i tratti distintivi dell'esperienza modenese, non trascurava le strutture, che svolgevano una essenziale e innovativa attività parallela, del Servizio di Medicina del Lavoro del Comune, poi del Consorzio Socio-Sanitario e infine dell'USL.

## Scheda

a cura di Adriano Zavatti

### Bernardino Ramazzini

*Fondatore della medicina del lavoro e precursore dell'idrogeologia moderna*

Il testo è stato scritto dal professore Giovanni Barrocu dell'Università di Cagliari, che ci ha direttamente comunicato gli esiti di sue ricerche su Bernardino Ramazzini (Carpi 1633-Padova 1714), medico, studioso e docente all'Università di Modena poi a Padova. Le ricerche sull'idrologia nel modenese, condotte agli inizi del Novecento, hanno attinto dai suoi lavori e dalle successive elaborazioni. Questa scheda integra il quadro informativo proposto nel capitolo sulle risorse idriche.

Ringraziamo vivamente il professore Barrocu che scrive: «Ricercando [...] mi è risultato chiaramente, che il fondatore dell'idrogeologia moderna è stato un medico nativo di Carpi, Bernardino Ramazzini, laureato in medicina a Parma, il quale affermatosi con non poche difficoltà a Modena, fu chiamato come professore a Padova. Un grande studioso, riconosciuto universalmente come il fondatore della Medicina del Lavoro, che, mente speculativa, quando era a Modena cercò di spiegare anche perché l'acqua zampillasse dal terreno. Nel suo lavoro: *De Fontium Mutinensium Admiranda Scaturigine Tractatus Physico-Hydrostaticus*, pubblicato in Modena, Typis Haeredum Suliani Impressorum Ducalium, 1691 (2nd Edition, Padua, 1783), spiegò chiaramente il fenomeno dell'artesianesimo con il principio dei vasi comunicanti [...]. La spiegazione del Ramazzini interessò molto Charles Darwin. Il lavoro del Ramazzini, grazie al latino, si diffuse rapidamente in tutta Europa e in particolare in Francia, dove fu oggetto di un importante dibattito scientifico alla Société Philomatique di Parigi, e in Germania, soprattutto per opera di Leibniz, che andò a trovarlo e gli espresse grandi lodi in una lettera in latino che ho ritrovato. A Parigi, come in Germania, l'esperimento dei vasi comunicanti di Ramazzini fu ripetuto e la spiegazione si affermò definitivamente [...]. Ricordo qui solo Cassini, pubblico professore a Bologna e socio dell'Accademia Reale di Parigi, insigne astronomo e naturalista, il quale alla fine del XVII secolo introdusse in Francia le tecniche di perforazione, che egli aveva visto usare a Modena e a Bologna. Modena divenne così famosa e anche per questo si giustifica la presenza delle trivelle nello stemma della città.

I rapporti con Leibniz furono particolarmente intensi e duraturi.<sup>1</sup> In occasione della sua visita a Modena, aveva incoraggiato Ramazzini a continuare, insieme con le sue ricerche sulla medicina, anche quelle sulle scienze naturali e tecnologiche. Egli si occupava soprattutto della sperimentazione del movimento del mercurio nel tubo di Torricelli e delle sorgenti di Modena. In aggiunta alle sperimentazioni di fisica sul barometro, Ramazzini intraprese la ricerca sulle relazioni fra lettura barometrica, salute e benessere dell'uomo. Il suo diario barometrico, *Ephemerides barometricae Mutinensis* del 1694, fu pubblicato a Modena nel 1695, ma i principi proposti sono presenti nella corrispondenza con Leibniz del 1691. Infatti, nella sua lettera del 4 maggio 1691, Ramazzini ricorda che Leibniz durante la sua visita a Modena lo aveva esortato a misurare la temperatura dei pozzi locali al variare della quota: "*optabam enim ut tu praesens suaseras aliquot experimenta capere de horum Puteorum temperie secundum variam altitudinem*". Ramazzini dedicò una dettagliata ricerca alle problematiche dell'acqua di Modena. Nell'ottobre 1690 fu approfondito un pozzo e si poterono prendere le misure di temperatura e pressione at-

1 Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematischer, naturwissenschaftlicher und technischer Briefwechsel (Corrispondenza sulla matematica, le scienze naturali e la tecnologia)*, Akademie Verlag, Milano, Editore Hoepli 1946.



mosferica. Nel citato trattato del 1691 egli descrisse la superficie e la struttura geologica del terreno, la situazione e il movimento (le condizioni statiche e dinamiche) dell'acqua sotterranea, l'equipaggiamento dei pozzi artesiani, così come le misure di prevenzione dalla contaminazione. Il lavoro contiene ulteriori elenchi delle temperature del terreno a diverse profondità fino a 70 piedi. Si tratta in assoluto delle prime misure del genere prese in Europa. I pozzi di Modena fornirono una inesauribile fonte di acqua pura, appropriata anche per uso medicinale.

Per Ramazzini l'origine e la fonte prima di tutte le acque era il mare. Ipotizzava che l'acqua scorresse per canali sotterranei in serbatoi invisibili nelle montagne, dove per il grande calore veniva distillata e raggiungeva, attraverso differenti strati sabbiosi, Modena e dintorni. Leibniz si tenne informato delle ricerche e della stesura del trattato. Il 15 aprile 1690 Ramazzini gli aveva confessato: "*Post discessum tuum nihil amplius circa opus meum De fonti bus [...] meditatus sum, neque ullum experimentum de aquae ascensu in tubo intermedio pertentavi*" (III, 4 n. 250). Leibniz gli rispose incoraggiandolo a proseguire il suo lavoro. "Non ho dubbi che il tuo elegantissimo lavoro sulle vostre fonti stia procedendo" (III, 4 n. 266 in latino nel testo) Dopo la pubblicazione del trattato Ramazzini ritornò ancora una volta sull'esperimento che aveva manifestamente molto interessato Leibniz a Modena scrivendogli (n. 67): "Niente di nuovo rispetto a quanto vedesti, troverai in quell'ulteriore esperimento che mostra una diversa elevazione nei due tubi di vetro mentre l'acqua defluisce dal tubo intermedio. Seguendo il tuo consiglio ho aggiunto una tabella per far vedere, nel tempo estivo, l'effetto del raffreddamento al variare delle altitudini, ed anche della gravità dell'aria (pressione)". Il modello concettuale di Ramazzini per i pozzi doveva essere confermato da questo esperimento idrodinamico. Si trattava forse della prima misura della piezometrica di una linea di flusso.

Nelle ricerche sulle sorgenti d'acqua del Modenese, il medico e docente Ramazzini non mancò di rilevare le condizioni di lavoro degli operai nei pozzi. Così egli riferì a Leibniz il 4 maggio 1691 "Questa fonte fu costruita nel mese di ottobre ed essendo allora il tempo eccezionalmente estivo, gli addetti ai pozzi furono costretti ad interrompere il lavoro per la risalita del troppo vapore che li soffocava" (in latino nel testo). Le conoscenze conseguite in queste ricerche e nelle altre decine di osservazioni su altrettanti mestieri, furono esposte nel famosissimo e importantissimo *De morbis artificum diatriba* del 1700 (Diatriba sulle malattie dei lavoratori), con il quale Ramazzini definisce i principi fondativi della Medicina del Lavoro».

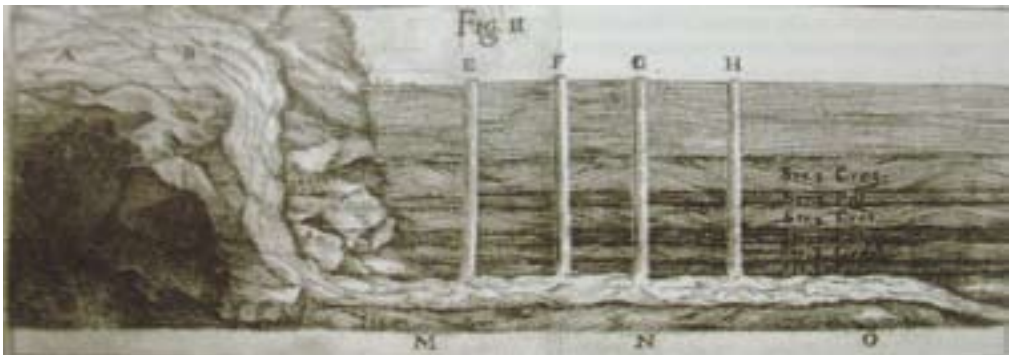


Figura 24 - La prima sezione idrogeologica della storia redatta da B. Ramazzini nel 1691 (cortesia prof. G. Barrocu). È impressionante la correttezza formale della descrizione grafica a fronte delle scarsissime conoscenze di cui Ramazzini disponeva. Si veda, al confronto, la più recente sezione stratigrafica del sottosuolo dell'alta pianura modenese, così come descritto dalla Regione Emilia-Romagna nella figura 23.

## Bibliografia

a cura di Nadia Paltrinieri

- AAVV, *Piano per la tutela e l'uso delle risorse idriche*, Comprensorio di Modena 1981
- N. PALTRINIERI, *Costruzione di carte tematiche nella pianificazione d'uso delle risorse ambientali*, in *Tecniche di protezione ambientale* – Bologna, Pitagora Editrice, 1982.
- C. ODORICI, N. PALTRINIERI, *Un esempio di bonifica ambientale per la protezione delle acque sotterranee*, in *Atti 1 Conferenza dell'ambiente*, 1983.
- D. BERTONI, N. PALTRINIERI, A. ZAVATTI *Acquiferi sotterranei e sorgenti in Relazione sullo stato dell'ambiente della Provincia di Modena*, 1983
- N. PALTRINIERI, E. TACCONI, A. ZAVATTI, *Emungimenti e ricarica degli acquiferi in Relazione sullo stato dell'Ambiente della Provincia di Modena*, 1983
- N. PALTRINIERI, *Le variazioni dei livelli piezometrici nelle falde idriche dell'alta e media pianura modenese*, in *Conoscere l'acqua- l'acqua in Provincia di Modena*, 1984.
- A. COLOMBETTI, R. GELMINI, M. PELLEGRINI, N. PALTRINIERI, A. ZAVATTI, *Land subsidence in the area of Modena, Po valley, Northen Italy* in atti del Third Intenational Symposium on Land Subsidence, Venezia, 1984.
- N. PALTRINIERI, *La subsidenza a Modena: analisi delle caratteristiche geologiche del sottosuolo*, in *Impianti pubblici integrati di risanamento ambientale*. Comune di Modena AMIU, 1985.
- G. BIAGI, A. MURATORI, N. PALTRINIERI, *Gestione di attività estrattive in aree di pianura: le cave di ghiaia nel Comune di Modena*, in *Atti 40 Convegno Nazionale su Attività estrattiva e difesa del suolo*, Saint Vincent, 1986.
- G. BIAGI, A. MURATORI, N. PALTRINIERI, *Progetto di recupero e valorizzazione del torrente Tiepido: primi lineamenti*, in *Atti del Convegno Scientifico I corsi d'acqua minori dell'Italia appenninica*, Aulla (MS), 1987.
- R. GELMINI, N. PALTRINIERI e altri, *Carta della Litologia di superficie e isobate del tetto del primo livello ghiaioso*, in *Progetto Ambiente per il P.R.G. del Comune di Modena*, Firenze, SELCA, 1988.
- N. PALTRINIERI, M. VITALI, A. ZAVATTI, *Qualità delle acque sotterranee degli acquiferi della pianura Modenese*, in *Relazione sullo stato dell'ambiente nella Provincia di Modena aggiornamento volume 10*, 1988.
- N. PALTRINIERI e altri, *Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento - Conoidi dei fiumi Secchia e Panaro*, CNR, GNDCI, Firenze, SELCA, 1989.
- N. PALTRINIERI, *Acque sotterranee-Analisi di scenario*, in *Relazione sullo stato dell'ambiente del Comune di Modena*, 1990.
- N. PALTRINIERI, *Il monitoraggio operato sulla rete dei pozzi campione: aspetti quantitativi*, in *Relazione sullo stato dell'ambiente del Comune di Modena*, 1990
- N. PALTRINIERI, *Le attività estrattive*, in *Relazione sullo stato dell'ambiente del Comune di Modena*, 1990.
- N. PALTRINIERI, *Il recupero-riuso della cassa di espansione del fiume Panaro*, in *Relazione sullo stato dell'ambiente del Comune di Modena*, 1990.
- C. ODORICI, N. PALTRINIERI, *Gestioni tecnico amministrative per la tutela delle acque sotterranee*, in *Relazione sullo stato dell'ambiente del Comune di Modena*, 1990.
- G. FRANZELLI, N. PALTRINIERI, *Uso e valorizzazione delle risorse naturali: analisi di scenario*, in *Relazione sullo stato dell'ambiente del Comune di Modena*, 1990.
- R. GELMINI, L. MARINO, A. MURATORI, N. PALTRINIERI, S. TAGLIAVINI, A. ZAVATTI, *La vulnerabilità degli acquiferi e la pianificazione del territorio*, in *Atti 20 Seminario di Cartografia Geologica Bologna*, 1990
- A. MURATORI, N. PALTRINIERI, *Il fenomeno subsidenza nella città di Modena*, in *Notiziario dell'ordine degli ingegneri della provincia di Modena*, 1990.
- N. PALTRINIERI, M. PELLEGRINI, A. ZAVATTI, *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi 2 -Alta e media pianura modenese*, Quad.Tecn. Protez. Ambient. 12, Bologna, Pitagora Editrice, 1990.
- G. BARELLI, C. ODORICI, N. PALTRINIERI, *La migrazione dei sali solubili attraverso lo strato insaturo del terreno: valutazione pratica mediante l'impiego di piezometri*, in *Atti 10 Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi*, Marano sul Panaro, 1990.
- G. BARELLI, L. MARINO, A. PAGOTTO, N. PALTRINIERI, *Indagine idrogeologica e progetto del nuovo campo acquifero di S.Cesario sul Panaro*, Azienda Municipalizzata Comune di Modena, 1990.
- G. BARELLI, R. GELMINI, L. MARINO, A. MURATORI, A. PAGOTTO, N. PALTRINIERI, *Pianificazione territoriale e analisi di impatto ambientale*, in *Atti Convegno Intemazionale Valutazione di impatto ambientale. Situazio-*

- ne e prospettive in Europa, Genova, 1991.
- N. PALTRINIERI e altri, *Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale Pianura emiliana delle Province di Parma, Reggio E. e Modena*, CNR, GNDCI, Firenze SELCA, 1993.
- R. ORI, N. PALTRINIERI, *Il Tiepido*, Provincia di Modena, Comuni di Serramazzone, Maranello, Castelvetro, Formigine, Castelnuovo Rangone e Modena, Comunità montana del Frignano, 1991.
- N. PALTRINIERI, D. PRETI, *Contributo alla conoscenza dei modelli di diffusione dei nitrati nelle acque sotterranee*, Genio Rurale n.11, Ed agricole, 1994.
- V. BORALDI, L. MARINO, A. PAGOTTO, N. PALTRINIERI, E. TACCONI, A. ZAVATTI, *Qualità delle acque sotterranee nell'alta e media pianura modenese -anni 1989-1992*, in "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi", 8, Bologna, Pitagora Editrice, 1994.
- Z. CATTINI, L. MARINO, N. PALTRINIERI, M. PELLEGRINI, S. TAGLIAVINI, C. VOLTOLINI, A. ZAVATTI, *Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale- Pianura emiliana delle Province di Parma, Reggio E. e Modena*, in "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi", 11 a cura di G.Giuliano, M.Pellegrini, A.Zavatti, Bologna Pitagora Editrice, 1995.
- N. PALTRINIERI, *Comune di Modena- Metodologia per la componente ambientale della variante generale al PRG*, in Atti del Convegno sulla Valutazione di impatto ambientale nella prospettiva europea - aspetti socio-economici - Bologna, 1993.
- N. PALTRINIERI, *Il monitoraggio delle acque sotterranee*, in Atti del seminario tecnico sul Monitoraggio ambientale, USL 16 Modena, 1993.
- N. PALTRINIERI, *Metodologia per l'elaborazione di una cartografia del rischio di inquinamento delle acque sotterranee in ambito urbano nel Comune di Modena*, in Atti del 2° Convegno internazionale di geoidrologia: *La Cooperazione con i Paesi in via di sviluppo e quelli dell'Est Europa*, Firenze, 1993.
- R. GELMINI, A. PAGOTTO, N. PALTRINIERI, A. ZAVATTI, *Un metodo di valutazione dell'impatto di tracciati autostradali su acquiferi vulnerabili*, in Atti del 2° Convegno internazionale di geoidrologia: *La Cooperazione con i Paesi in via di sviluppo e quelli dell'Est Europa*, Firenze 1993.
- V. BORALDI, L. MARINO, A. PAGOTTO, N. PALTRINIERI, E. TACCONI, A. ZAVATTI, *Evoluzione del contenuto di nitrati nelle acque sotterranee dell'alta e media pianura modenese*, in Atti del 2° Convegno internazionale di geoidrologia: *La Cooperazione con i Paesi in via di sviluppo e quelli dell'Est Europa*, Firenze, 1993.
- Z. CATTINI, L. MARINO, N. PALTRINIERI, M. PELLEGRINI, S. TAGLIAVINI, C. VOLTOLINI, A. ZAVATTI, *La carta di vulnerabilità dell'acquifero all'inquinamento della pianura delle province di Parma, Reggio E. e Modena (scala 1:100.000) - note esplicative* in Atti del 2° Convegno internazionale di geoidrologia: *La Cooperazione con i Paesi in via di sviluppo e quelli dell'Est Europa*, Firenze, 1993.
- N. PALTRINIERI, R. GELMINI, G. BARELLI, L. MARINO, A. PAGOTTO, A. MURATORI, *Draw-UP methodology of a groundwater pollution hazard mapping in the urban area of the municipality of Modena*, in Atti del 1° European congress on regional geological cartography and information systems, Bologna, 1994.
- N. PALTRINIERI, L. BIAGI, G. BARELLI, *Rapporto sulla subsidenza della città di Modena*, Atti 2° Convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee - Nonantola (Mo) Bologna, Pitagora Editrice, 1995.
- M. BENASSI, S. SIMONINI, C. ODORICI, N. PALTRINIERI, *Esperienze di bonifica di aree inquinate da idrocarburi presso stazioni di servizio e depositi di prodotti petroliferi*, Atti 2° Convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee, Nonantola (Mo), Bologna, Pitagora Editrice, 1995.
- D. BERTONI, V. BORALDI, L. MARINO, S. RIGHI, N. PALTRINIERI, E. TACCONI, A. ZAVATTI, *Evoluzione idrochimica degli acquiferi dell'alta e media pianura modenese: nuove evidenze dal monitoraggio (1993-1994)* Atti 2° Convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee, Nonantola (Mo), Bologna, Pitagora Editrice, 1995.
- F. BARALDI, G. CAMPANA, D. CASTALDINI, N. PALTRINIERI, P. SPALLACCI, A. ZAVATTI, *La capacità di attenuazione del suolo fra i fattori di valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi. Due esempi: area morenica mantovana e alta pianura modenese (Italia Settentrionale)*, Atti 2° Convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee - Nonantola (Mo), Bologna, Pitagora Editrice, 1995.
- M. CIVITA, G. FILIPPINI, G. MARCHETTI, N. PALTRINIERI, A. ZAVATTI, *Uso delle carte di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento nella pianificazione e gestione del territorio*, Atti 2° Convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee - Nonantola (Mo), Bologna Pitagora Editrice, 1995.
- N. PALTRINIERI, R. GELMINI, L. MARINO, A. PAGOTTO, *Possibilità di utilizzo delle carte di rischio di inquinamento delle acque sotterranee per l'ammissibilità degli interventi urbanistici*, Atti 2° Convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee, Nonantola (Mo), Bologna, Pitagora editrice, 1995.

- M. AVANZINI, G. P. BERETTA, A. PAGOTTO, N. PALTRINIERI, *Le serie spazio temporali di dati idrogeologici e idrochimici delle reti di monitoraggio e la gestione dei campi pozzi: l'esempio di Modena e Parma*, Atti 2° Convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee - Nonantola (Mo), Bologna, Pitagora Editrice, 1995.
- N. PALTRINIERI, *La cartografia di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento negli strumenti di pianificazione territoriale*, Monografia n°54, *Noi e l'ambiente* n°51, Provincia di Modena, 1995.
- Il Piano infraregionale delle attività estrattive* a cura di G. BARELLI, E. NORA, N. PALTRINIERI, Quaderni di documentazione ambientale - Provincia di Modena, 1995.
- V. BORALDI, N. PALTRINIERI, & A. ZAVATTI, *Groundwater protection: a Technical and Administrative Approach in the Province of Modena (Emilia Romagna) Italy*, Atti Second congress on regional cartography and information systems, Barcelona 1997.
- V. FRANCHI, A. PAGOTTO, V. BORALDI, A. M. MANZIERI, N. PALTRINIERI, *Acque in Rapporto sullo stato dell'Ambiente*. Comune di Modena, 1999.
- N. PALTRINIERI e altri, *Manuale di buona pratica agricola e di uso del suolo del territorio collinare e montano*, Quaderni di documentazione ambientale, Provincia di Modena, 2002.
- N. PALTRINIERI e altri, *La rete permanente dei centri di educazione ambientale della Provincia di Modena*, Quaderni di documentazione ambientale - Provincia di Modena, 2003.
- N. PALTRINIERI e altri, *Il recupero delle aree di cava nel territorio Modenese (1959-2001)*, in Quaderni di documentazione ambientale - Provincia di Modena, 2004.
- Comune di Modena, Atti del convegno, *La città che non si vede: Modena e l'acqua: sistema idraulico e fognario*, 5 giugno 2003.
- Collaborazione a *Qualità della tensione abitativa. Sintesi*, ricerca a cura della Fondazione Mario Del Monte, Modena 2007.
- Provincia di Modena, *La situazione dei fiumi Secchia e Panaro dopo l'alluvione di settembre*, Atti 1972.
- Documenti del Comprensorio di Modena 6, *Primi orientamenti per una politica di salvaguardia ed uso programmato delle risorse idriche*, 1976.
- Documenti del Comprensorio di Modena 7, *Progetto preliminare del piano territoriale di coordinamento*, 1976.
- L. MORATTI, M. PELLEGRINI, *Alluvioni e dissesti verificatesi nel settembre 1972 e 1973 nei bacini dei fiumi Secchia e Panaro*, Estratto da Bollettino dell'Associazione Mineraria Subalpina 2 giugno, 1977.
- Provincia di Modena, Atti seminario, *Catasto degli scarichi e censimento delle reti fognanti: finalità criteri di attuazione e modalità organizzative*, Collana studi e documentazione 15, 1980.
- Provincia di Modena, *Le alluvioni e i dissesti del 9, 10 e 14 novembre 1982*, Atti consiglio provinciale.
- Comune di Modena, *Progetti per la tutela e l'uso delle risorse idriche*, Seconda Relazione del comitato tecnico scientifico sui programmi di lavoro, gennaio 1983.
- L'uomo sporca, l'uomo pulisce*, supplemento al n.2 mensile Comune di Modena, febbraio 1985.
- Comune di Modena, *La situazione ambientale odierna e le risposte dell'Amministrazione Comunale nel biennio 1983/84*, stralcio dalla Relazione sullo stato dell'Ambiente presentata in C.C. il 18/03/1985.
- Provincia di Modena, Provincia di Reggio Emilia, *Primi lineamenti del Piano di risanamento dei fiumi Secchia e Panaro*, 1985.
- A. MURATORI, *Vincoli territoriali da imporre per la tutela delle opere di captazione e proposta di normativa*, in CNR GNDICI, *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*, pubbl-n.75 ed. Geo-Graph 1988.
- Atti del Convegno *Il rumore urbano e il Governo del territorio*, Comune Modena, USL n.16 di Modena, 1988.
- M. SOLDATI, G. TOSATTI, G. SOLDATI, *Le attività produttive e la vulnerabilità territoriale nelle zone di Pianura: il caso della provincia di Modena*, estratto da Selezione veterinaria 1990.
- AMCM, *La risorsa acqua a Modena- dieci anni di studi e ricerche*, a cura di A. Pagotto, 1990
- Comune di Modena, Relazione interna, *La subsidenza a Modena*, 1994.
- A. MURATORI, *La tutela ambientale preventiva nella pianificazione urbanistica: il Progetto Ambiente per la variante generale al PRG del Comune di Modena*, Atti Convegno Internazionale di Geoidrologia, Firenze 29.11-3-12.93 Pubblicazione n. 983 GNDICI-CNR
- Provincia di Modena, Società dei naturalistici e matematici di Modena, *Il percorso Natura, un itinerario lungo il Fiume Panaro*, 1995.