

# Gli ultimi abbassamenti del delta padano

Fra le grandi calamità che negli ultimi anni si sono abbattute sul nostro Paese, le inondazioni del Polesine hanno un triste primato per impressionante estensione, entità di perdite, travaglio di gente, inusitato rinnovarsi dei disastrosi fenomeni.

È questo rinnovarsi che sopra tutto preoccupa, e ben a ragione; poichè, se a determinare la rotta del Po ad Occhiobello, causa precipua della grande inondazione del 1951, concorsero eventi meteorologici del tutto eccezionali, non fu così per i fenomeni più recenti; nei quali, per fatalità ancora nei medesimi territori, benchè su area più limitata ma con effetti non dissimili, si vide accomunata l'azione distruttiva del fiume e del mare.

Quando poi i geodeti riconobbero fondate le osservazioni del popolo su gli abbassamenti ineguali del delta Padano — archi di ponte accecati, canali a scolo invertito ecc., — all'impressione per l'imponenza dei danni e dei mezzi necessari a ripararli si aggiunse un allarme giustificato per il misterioso fenomeno. Ma la mente popolare da un mistero funesto rifugge, e tanto più volentieri si appaga, quanto più gliene si proponga una causa che a facile comprensione unisca il merito di riferirsi ad una attività umana e perciò suscettibile di venire raggiunta e colpita. Nel nostro caso l'ufficio di untore fu attribuito all'estrazione del metano; e la polemica è in corso.

Per esaminare la questione, che in realtà è molto più complessa e difficile, cominciamo dal riassunto dei dati finora acquisiti.

L'Istituto Geografico Militare, che aveva proceduto ad una livellazione geometrica di precisione nell'area del delta Padano alla fine del secolo scorso, la ripeté nel 1950-51, e poi ancora

nel 1956 lungo la linea Portomaggiore-Mestre. Appoggiata ai caposaldi di questa, una nuova livellazione venne eseguita nel 1957 per cura del Consorzio Italiano Metano. Dalla elaborazione dei dati, fatta con molta cura dal Prof. Agostino Puppo, è risultato:

1° che dal 1890 al 1950 la regione del basso Po tra Venezia e Rimini è stata oggetto di un abbassamento disforme, con un massimo accertato ad Adria, dove misura -187 mm., pari a una media di 3,1 mm. all'anno;

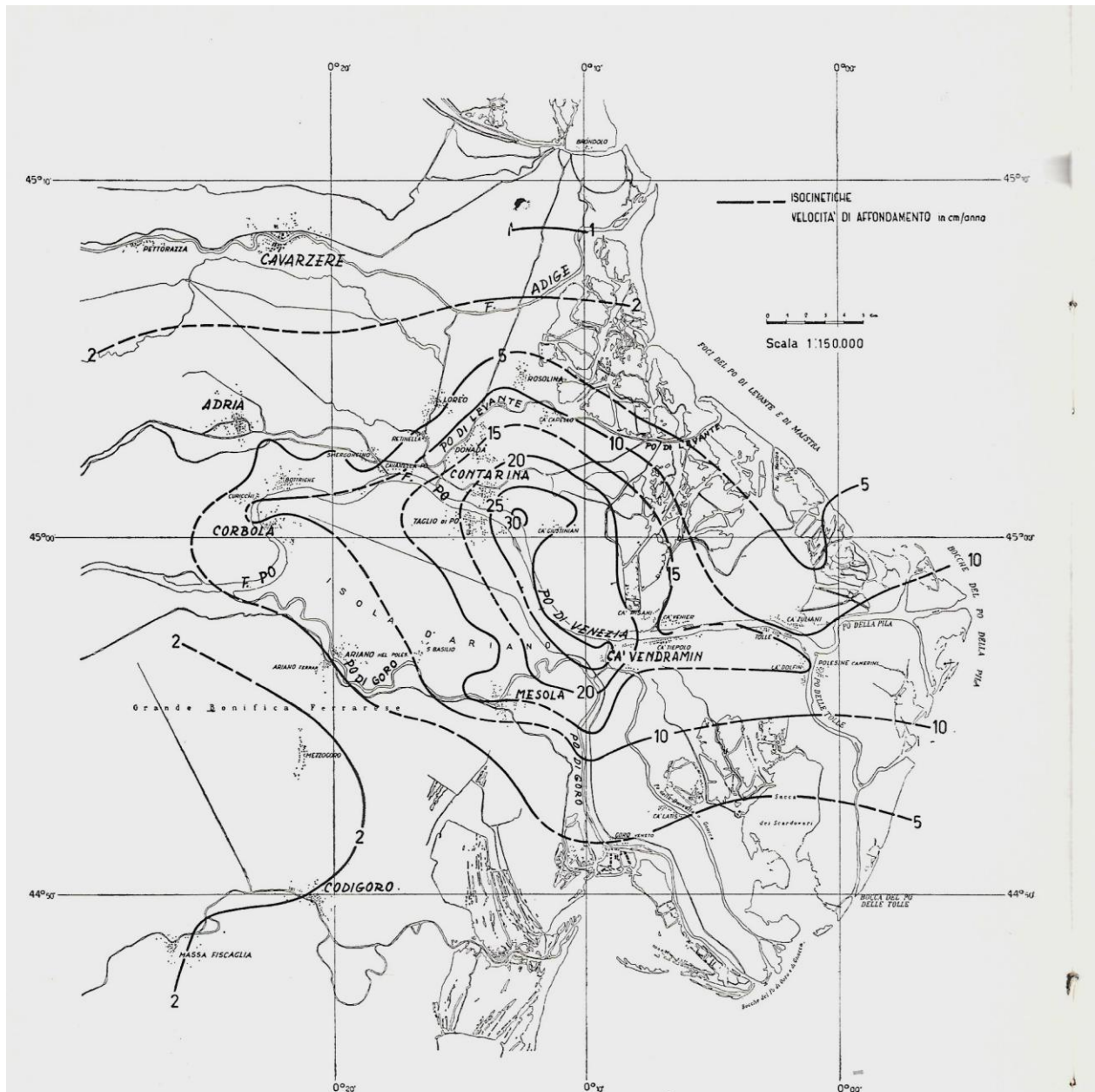
2° che dal 1950 al 1957 l'abbassamento si è molto accelerato in corrispondenza dell'attuale delta del Po, e in particolare fra il Po di Levante e il Po di Goro, con valori che arrivano a medie annuali fra -20 e -30 cm. da Contarina a Cà Vendramin;

3° che la zona di più forte subsidenza, di forma irregolarmente ovale, si trova a cavallo del Po di Venezia, ossia dell'attuale ramo mediano e più potente del delta Padano.

Sopra un'area che si allunga per quasi 40 km. con una larghezza di 20, si manifesta quindi un fenomeno di grande rilievo, che nella parte centrale asurge a valori straordinariamente elevati.

Si inserisce questo fenomeno locale in un quadro molto più vasto, nel quale entrano in gioco svariati elementi.

Fenomeno più generale, il graduale innalzamento del livello medio dei mari nel nostro secolo. Dall'analisi dei mareogrammi ricavati nei porti europei, il Prof. Silvio Polli dell'Istituto Geofisico di Trieste ha potuto dedurre che, in correlazione con il progressivo ridursi delle masse glaciali, il livello medio dei mari si è andato elevando in complesso di 1,1 mm. all'anno, media che si è raddoppiata nel decennio 1931-1940.



Cartina dimostrativa dell'abbassamento del Delta Padano fra gli anni 1950-51 e 1956. Le curve collegano i punti che in tale periodo ebbero la medesima entità di abbassamento (subsidenza espressa in centimetri all'anno). Scala ridotta a 1:350.000 (da A. PUPPO).

D'altra parte, e in aggiunta a questo, l'analisi delle medesime osservazioni ha permesso al Polli di constatare che nell'alto Adriatico si ha una lenta sommersione, più sentita sulla

costa occidentale, ove nello stesso decennio dai valori medi annuali di 0,7 mm. a Porto Corsini e 0,6 a Trieste si è saliti ai mm. 1,7 di Venezia S. Stefano e 2 di Venezia Lido, con una punta



massima di 3 mm. annui a S. Marco, spiegata con il maggiore costiparsi dei sedimenti sotto il peso delle costruzioni.

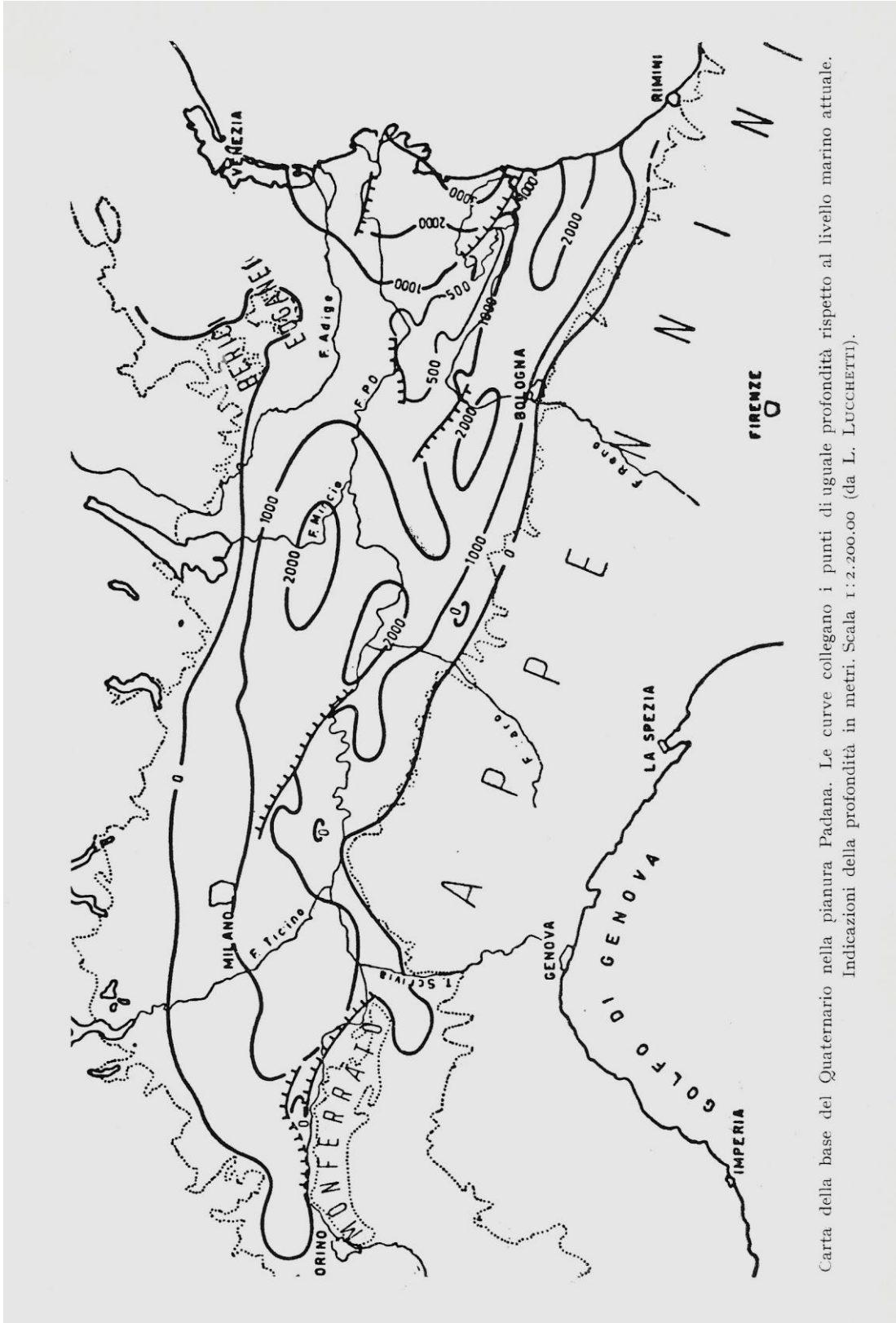
Se pure con accentuazione varia, il fenomeno si estende quindi a tutto il così detto Estuario Veneto, noto del resto come area di abbassamento millenario, dove le terebrazioni hanno dappertutto rivelato nel sottosuolo potenti serie di sedimenti sabbiosi e argillosi, di natura deltizia o strettamente costiera: palustri, o lagunari, o di mare molto basso. Si palesano legati fra loro in connessione stretta, come è ovvio, entità degli abbassamenti e spessore dei depositi, ed anche, aggunderi, percorsi fluviali e gettate deltizie: perciò valori massimi in corrispondenza del grande delta composto del Po, dove infatti i sondaggi e i risultati delle ricerche geofisiche interpretati con il loro aiuto hanno mostrato che la base degli strati quaternari si affonda sino ai 3.000 metri. Tremila metri, supposta di 600.000 anni la durata del Quaternario, e supposto un movimento univoco, darebbero una subsidenza media di 5 mm. all'anno. Media relativamente cospicua, anche se lontana dai valori massimi testè ricordati nel Polesine. Ma quale sarà stato il reale andamento del fenomeno? quali le pause, gli acceramenti, le oscillazioni anche in senso inverso? e quali le cause? Tutti interrogativi a cui non sappiamo dare risposta.

Sprofondamenti di questa portata, sia come entità, sia come durata, si riscontrano in quelle che i geologi chiamano fosse di subsidenza e di sedimentazione, e per esse ancora discutono sul contributo che il peso dei sedimenti che vi si accumulano può dare all'ulteriore abbassarsi del fondo. Sono striscie di crosta terrestre sovente comprese fra grandi linee di frattura, che sprofondano come se loro venisse meno il supporto; fenomeni che non procedono in modo uniforme e la cui origine si attribuisce a movimenti e squilibri delle interne masse profonde.

Ed anche nella nostra zona, cioè nella bassa valle Padana, geofisica e sondaggi hanno accertato la presenza di grandi fratture cui è legato lo sprofondamento, e le misure gravimetriche hanno constatato lungo la fascia marginale appenninica squilibri di eccezionale entità.

Su di un altro fenomeno è stata richiamata l'attenzione, e cioè l'abbassarsi della superficie del suolo per effetto delle opere di bonifica. Allontanamento delle acque e lavori agricoli attivano da un lato l'ossidazione delle sostanze organiche, dall'altro l'evaporazione nel suolo e nei primi strati del sottosuolo. Ne segue fatalmente una loro riduzione di volume, assai notevole nei letti con torbe o argille: quindi contrazioni e costipamenti che sommandosi fanno deprimere la superficie bonificata di anche 2 o 3 metri in pochi anni. Come è naturale, in questi casi l'entità degli abbassamenti dipende dalla natura, struttura e condizioni idrologiche del suolo e degli strati del sottosuolo prossimi alla superficie: indagini queste che avrebbero dovuto precedere la bonifica, ma che invece ignoriamo e dobbiamo acquisire.

Più in basso, nelle profondità del sottosuolo, ha pure luogo una costipazione, ma questa volta perchè i sedimenti sono premuti dal carico degli strati soprastanti. Anche qui le costipazioni maggiori si riscontrano nei terreni argillosi, oltre che nelle torbe sepolte. Il fenomeno è ancora poco studiato; ma i pochi dati che possediamo indicano all'ingrosso riduzioni fino a metà del volume primitivo nei depositi costieri argillosi, ad un quarto nei depositi argillo-sabbiosi, a un ottavo in quelli sabbiosi. Argille portate dai 500 ai 3000 metri di profondità accusano secondo il Long contrazioni che giungono fino a un totale del 25 %; e poichè al progressivo aumento della pressione corrisponde un sempre più debole ulteriore costipamento, se ne inferisce un valore assai più accentuato per le pro-



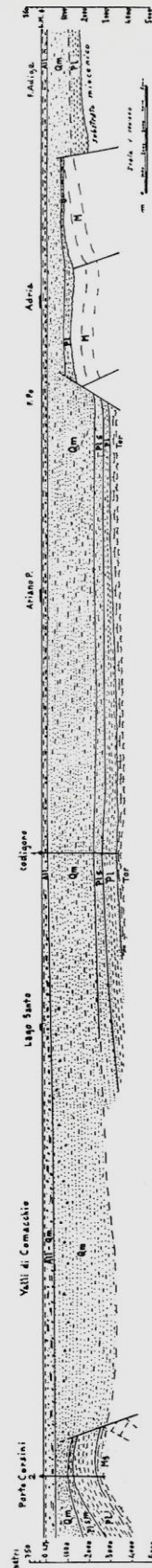
Carta della base del Quaternario nella pianura Padana. Le curve collegano i punti di uguale profondità rispetto al livello marino attuale. Indicazioni della profondità in metri. Scala 1:2.200.00 (da L. LUCCHETTI).

fondità minori, e massime dove si attua il passaggio dalle iniziali fanghiglie con porosità elevatissima all'argilla vera e propria. Nel delta del Mississippi la porosità delle fanghiglie oscilla secondo Meinzer fra 80 e 90%; scende nelle sabbie, secondo Lee, fra il 40 e il 50%. È lecito pensare a valori non troppo dissimili nelle gettate del Po.

È stata lanciata l'ipotesi che la grande inondazione del 1951, col peso delle sue acque, abbia potuto accelerare la subsidenza. Ma basta riflettere al rapporto fra il peso dei sedimenti e la sottile lama d'acqua che vi si è sovrapposta, per escludere che questa possa avere esplicato un'azione apprezzabile sull'affondarsi del delta per subsidenza del substrato o per costipazione degli strati profondi. Non si può invece escludere che la grande inondazione abbia potuto contribuire a un accelerato costiparsi dei primi strati, ed anche al deformarsi eventuale di quelli plastici superficiali, sottostanti o collaterali all'area inondata; specie banchi di fanghiglie argillose o argillo-sabbiose, che in ipotesi potrebbero anche aver subito sospingimenti o slabbramenti verso il mare. Non sarebbe il primo caso di ondulazioni per causa gravitativa in zone deltizie marginali, anche se a non sopravvalutarle ammoniscono la pendenza relativamente tenue della scarpa costiera del delta (1 %) e la piccola profondità dell'alto Adriatico. Vi può comunque essere anche a tale riguardo motivo di studio.

Veniamo infine al grande imputato: il metano.

Nella regione del delta Padano i pozzi metaniferi si affondano tra i 200 e i 650 metri, e le condizioni dei giacimenti non consentono l'estrazione del gas senza la fuoruscita di acque, nella misura media annuale di 2.000 mc. d'acqua per ettaro nelle condizioni attuali dell'industria. È una quantità non grandissima, ma neppure di poco conto, equivalento a un'altezza d'acqua di 20 cm. se distribuita in modo uni-

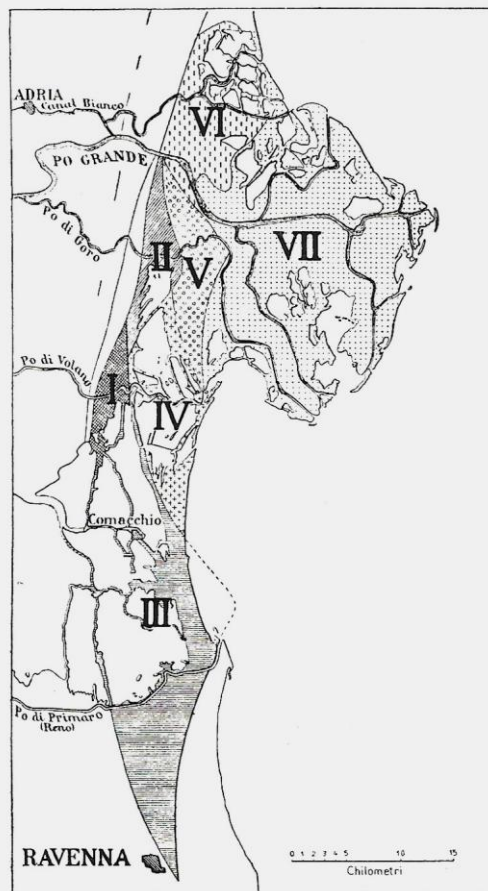


Sezione geologica attraverso il sottosuolo della bassa pianura Padana da Porto Corsini a Cavàzere. Scala delle lunghezze 1:3.333.333; altezze molto esagerate (vedi la scala grafica). Oltre l'Adige si ha una continua e graduale salienza verso le Alpi. (Dall'AGIP Mineraria).



forme sull'intera superficie. Piuttosto che sul gas, la cui pressione nei giacimenti non è superiore a quella idro-

zione di strati salini in profondità. Cade la prima accusa non appena si rifletta che le falde idriche sotterranee



Schema dei delta elementari del Po. I-II delta di età romana; IV e V delta medioevali; VI e VII delta moderni (il VII costruito dal 1600 in poi). Nei delta I-V la corrente fluviale era unica e il mare assettava le materie in lunghi cordoni sabbiosi ad essa perpendicolari; i delta VI e VII sono del tipo lobato, costruiti con la prevalente azione del fiume ramificato in varie correnti (sec. O. MARINELLI).

statica, le accuse si appuntano sulla sottrazione delle acque sotterranee; e qui è necessario soffermarsi.

Alcune accuse sono manifestamente infondate: così il presunto svuotarsi di serbatoi sotterranei, così il presunto costiparsi delle sabbie acquifere, così la temuta estrazione di sabbia insieme con l'acqua, così la presunta dissolu-

nei terreni alluvionali come in tutti gli strati porosi non sono il riempimento di cavità che possano afflosciarsi come una vescica, ma risultano semplicemente dall'insieme degli innumerevoli filetti idrici che lentamente si muovono lungo i pori, ossia i minutissimi interstizi esistenti fra granulo e granulo. D'altronde, una volta assesta-





ti i granuli formando sabbia compatta, come è negli strati che hanno subito un certo carico, la sabbia non è, in pratica, ulteriormente compressibile, e l'estrazione d'acqua non può quindi farne diminuire il volume. E neppure vi può esser luogo ad un convogliamento apprezzabile di sabbia nella fuoruscita di acqua ai pozzi, che prima si intaserebbero, ed ai quali affluiscono filetti idrici moventisi con velocità non superiore a pochi centimetri all'ora; del resto, analogo è il caso di tutti gli acquedotti che traggono alimento dalle falde artesiane della valle del Po. E quanto al sale, infine, se è vero che le acque metanifere nel Polesine hanno un contenuto salino, la composizione di esso mostra che proviene non già dalla dissoluzione di strati di sale sotterranei — la cui inesistenza è del resto provata dalle perforazioni, — bensì dal fatto che si tratta di acque « fossili », cioè di acque marine, o comunque di acque salmastre, rimaste a impregnare i sedimenti. È verosimile che nella nostra, come in altre zone deltizie (nella zona dei polders olandesi lo ha bene messo in luce il Volker) il gioco della subsidenza e della colmata, combinato altresì con le oscillazioni del livello marino legate alle fasi glaciali, abbia condotto ad alterni ritiri e avanzate del mare, con commistioni di acque e quindi impregnazioni idriche di salinità diversa; ma questo, se può contribuire a meglio intendere il vario grado di salsedine delle acque fossili, non ne cambia il significato.

La sottrazione di quantità forti di acqua da strati porosi potrebbe avere effetti sensibili, invece, facendo diminuire in essi la pressione e attivando quindi un richiamo e passaggio di acqua da contigui strati argillosi imbevuti, che perciò verrebbero a contrarsi. L'osservazione ha un certo peso. In Giappone il prof. Wadati ha potuto dimostrare che pianure alluvionali deltizie notevolmente estese hanno subito per tale causa abbassamenti non lievi,

nei periodi in cui furono soggette a forti estrazioni idriche per usi industriali (come nelle zone di Tokyo ed Osaka) o per irrigazione: ad Osaka sopra una area di 90 kmq. le ripetute livellazioni hanno accertati abbassamenti compresi fra -10 e -120 cm. nel decennio 1935-1944. Se non che lo studio approfondito ha messo in luce come le diminuzioni di volume delle argille impregnate d'acqua, a cui si devono gli abbassamenti, si siano riscontrate essenzialmente negli strati prossimi alla superficie, mentre diminuiscono rapidamente con la profondità: ad Osaka, p. es., più di metà della contrazione totale risultò fornita dalla parte del sottosuolo compresa fra il suolo ed i 33 metri di profondità. E nel Giappone stesso, dove abbassamenti si lamentano pure in zone metanifere dalle quali si estrae molta acqua col gas, come nella piana alluvionale del fiume Shinero, fra i 300 ed i 600 metri di profondità, appunto per tali ragioni ci si astiene dall'attribuirne la causa alla sottrazione dell'acqua ed il problema è tuttora in corso di studio.

Senza uscire da casa nostra, del resto, vari fatti ammoniscono ad esser guardinghi. Nessun abbassamento del suolo si è lamentato finora nè dove fortissime portate artesiane furono e sono utilizzate per alimentare grandi acquedotti, nè in tutte quelle altre parti della pianura Padana dove le sonde hanno provocato intense e prolungate fuoruscite d'acque dolci o salate dal sottosuolo profondo.

Nel Polesine stesso, dove le sonde sono distribuite in modo tutt'altro che uniforme, e la portata idrica è assai diversa da pozzo a pozzo, la carta diligentemente costruita dal Prof. Puppo mette in luce come non vi sia relazione fra entità di abbassamento ed entità di estrazione d'acqua dal sottosuolo. Non soltanto manca una coincidenza fra le due serie di valori, ma si notano persino plaghe di massima subsidenza con minimi di portata estratta, e altre di



estrazione intensa con minimi di abbassamento.

È vero che nulla sappiamo circa il ritmo degli abbassamenti, e poco di più circa la struttura del potente materasso sedimentario e l'esatta provenienza e il movimento delle sue acque più o meno profonde (che sarà opportuno distinguere secondo la quota a cui sono attinte). Ma tutto concorre a indicare che siamo in presenza di una questione grossa, articolata in tanti problemi di ardua soluzione e richiedenti studi lunghi, costosi e difficili.

Riassumendo le idee che siamo venuti esponendo, per formulare un giudizio su le cause che più fortemente hanno inciso sui recenti abbassamenti del delta Padano, occorre prima studiare:

a) la natura dei terreni del delta Padano in tutte le zone di bonifica;

b) la natura fisica e la costituzione strutturale del delta Padano in tutta la sua estensione e in tutto il suo spessore;

c) la sedimentologia attuale e passata del delta e dell'antistante sua parte sommersa;

d) entità e ritmo della diminuzione di volume dei vari tipi di suolo e sottosuolo nelle zone di bonifica;

e) possibilità di costipamento ulteriore degli strati argillosi, argillo-sabbiosi e sabbiosi profondi;

f) estensione, potenza e caratteri degli strati contenenti le acque salate, sotterranei movimenti di queste e meccanismo della loro sostituzione dopo il loro travaso all'esterno;

g) andamento complessivo della subsidenza in superficie, controllato mese per mese durante un periodo sufficientemente lungo;

h) andamento e valori della subsidenza a vari livelli, studiati con adatti accorgimenti tecnici in modo da poterli riferire a singoli gruppi di strati: quel-

li superficiali, quelli del complesso metanifero, e quelli ad esso sovrapposti o sottoposti.

Soltanto l'acquisizione di tali elementi renderà possibili una discussione proficua e una conclusione fondata su basi razionali, cioè sui dati di fatto necessari scientificamente coordinati.

Considerato l'enorme lavoro da compiere per indagare i molteplici aspetti del grave quesito e rispondervi a ragione veduta, vien fatto di pensare con malinconia a quella povera Commissione di valentuomini a cui il Ministero ha prescritto di dare entro pochi mesi il suo ponderato giudizio.

Occorrono, invece, mezzi adeguati, assai più ingenti di quanto si sarebbe portati a supporre, e anni di studio. Non si può nè si deve immaginare che il delta possa essere salvato con un colpo di bacchetta magica, nè con un atto di forza.

Veniamo incontro, frattanto, alle genti del martoriato Polesine. Si ricostruiscano gli argini abbattuti, si rafforzino e rialzino, dove sia necessario, gli altri; ma anche qui in modo organico, in base ad un piano formulato dopo gli studi necessari dai più eminenti idraulici nostri. E se per avventura qualche difesa risultasse troppo avanzata, si abbia il coraggio di ritirarsi in tempo, e di non esporre abitazioni ed impianti a troppo gravi e frequenti pericoli.

Ma speriamo che non ve ne sia la dolorosa necessità. Gli ultimi rilevamenti sui caposaldi della livellazione incoraggiano alla fiducia. Fiducia che il mito di Fetonte non sia l'intuizione di un incoercibile oscuro destino, ma il carro del Sole cadente nell'Eridano sia l'immagine della calda luce che illumina ogni anno il biondeggiar delle messi.

MICHELE GORTANI