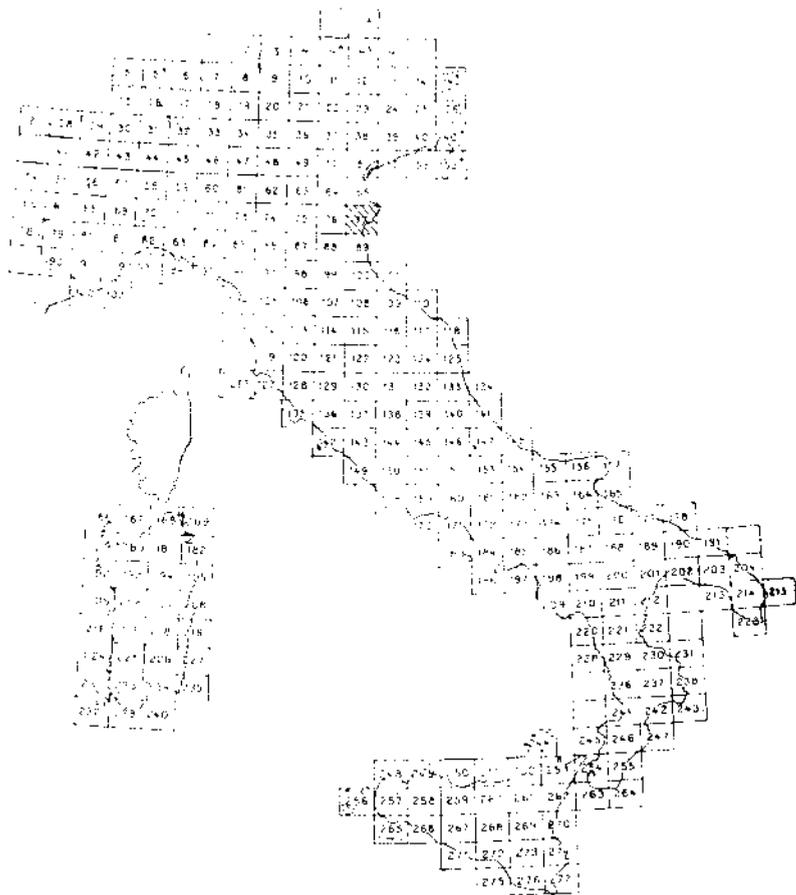


CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000



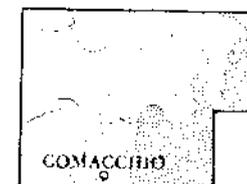
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 77
COMACCHIO

T. LIPPARINI



ROMA
LA LITOGRAF
1967



MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 77
COMACCHIO

T. LIPPARINI



ROMA
LA LITOGRAF
1967

SOMMARIO

I - PREMESSA	pag. 7
II - LA SUPERFICIE	» 8
III - STRATIGRAFIA	» 10
IV - TETTONICA	» 12
V - MORFOLOGIA	» 13
VI - GEOLOGIA APPLICATA	» 17
1) MATERIALI DA COSTRUZIONE	
2) IDROCARBURI	
3) ACQUE	
<i>Sorgenti</i>	
<i>Acque profonde</i>	
<i>Problemi idrogeologici connessi alla bonifica</i>	
<i>Le acque salate</i>	
<i>Condizioni igienico-sanitarie</i>	
VII - BIBLIOGRAFIA	» 25

I - PREMESSA

La geologia dell'area rappresentata in questo foglio, come nel contiguo foglio 89 « Ravenna » è di estremo interesse geologico e geomorfologico perché il Delta, e le « valli » connesse, sono tra le poche aree del territorio italiano nelle quali le azioni edificatrici prevalgono sugli agenti distruttori. Inoltre, sulla scorta delle informazioni che le ricerche per idrocarburi hanno fornito, è possibile tracciare un abbozzo del rapporto genetico, causale, tra le azioni profonde, tettoniche, e quelle superficiali, morfologiche.

Questa parte del territorio del Delta è situata in corrispondenza del « graben » interposto tra lo « horst » di Adria a Nord, e le strutture positive del sottosuolo di Ravenna a Sud. Il corso del f. Po appare richiamato, guidato entro una fossa tettonica diretta WNW-ESE, come del resto è noto dalle carte gravimetriche della pianura Padana.

Che le azioni tettoniche siano ancora attive, e negli stessi sensi positivi (strutture anticlinali, « horst ») e negativi (sinclinali, « graben ») è dimostrato dalla coincidenza delle isobate della base del Pliocene, della base del Quaternario, e delle isocinetiche di affondamento dei terreni di superficie nell'area del Delta (v. Carta Geologica); nonché dal fatto che nella grande struttura di Ravenna il piano della « tavola d'acqua » salata sottostante al gas non è orizzontale, ma acclinato a Nord (verso del piegamento) il che accuserebbe gli effetti di una dinamica tettonica in atto.

II - LA SUPERFICIE

Il Servizio Geologico non ebbe facoltà di rilevare direttamente i terreni di superficie; ciò avrebbe richiesto un tempo rilevante per la raccolta dei campioni, e per il loro esame granulometrico (per il che al Laboratorio del Servizio non erano stati concessi i mezzi e le attrezzature): pertanto, lo scrivente curò la raccolta dei dati pedo-granulometrici presso i Consorzi di Bonifica operanti nel territorio, presso gli Istituti di Chimica Agraria, di Geografia Economica, etc.; tutti questi enti furono generosi di informazioni, dati, carte parziali, e molti elementi utili alla compilazione del Foglio.

Non potendo quindi fondare la classificazione dei terreni di superficie su dati granulometrici, si sono adottati i termini in uso nella pratica di bonifica, risultandone le seguenti distinzioni:

- s - sabbie fluviali, o di elaborazione fluviale:
sabbie marine, o di elaborazione marina;
duna consolidata;
- ag-s - argille sabbiose e sabbie argillose;
- a - argille, e terreni prevalentemente argillosi;
- t - torba, e argille torbose.

Si noterà quindi una disformità nella litologia adottata rispetto a quella del contiguo Foglio 76 «Ferrara», e del Foglio 65 «Adria», rilevati da Istituti Universitari che ebbero a disposizione i mezzi di analisi e il tempo sufficiente a condurre l'indagine. Tuttavia, anche così espressi, i simboli dei terreni rappresentano bene la realtà naturale: le sabbie segnano i corsi, antichi o attuali, dei fiumi, le tracce dei loro tracimamenti, e i cordoni litorali dei successivi delta; le argille e le torbe ad esse associate segnano le «valli» di lungo ristagno; i terreni misti di sabbie e argille (in proporzioni grandemente variabili, sia verticalmente che orizzontalmente, e per-

ciò impossibili da esprimersi in cartografia) segnano le bande di transizione tra le aree di travaglio fluviale e quelle di ristagno vallivo. In gergo agrario questi sarebbero definiti terreni «di medio impasto», ma il termine non è chiaramente né concordemente definito: perciò non è stato usato per la carta, sostituito dalla dizione «argille sabbiose e sabbie argillose».

Un altro terreno avrebbe forse dovuto essere rappresentato cartograficamente, cioè il «terreno di bonifica», intendendo quello delle bonifiche «per colmata», dovuto all'intervento dell'uomo, e perciò artificiale. Ciò fu fatto per una parte Nord del Foglio 88 «Imola», dove particolari condizioni lo rendevano rappresentabile. Non così nel caso presente per troppe incertezze sulla genesi di molte aree (qui la bonifica fu iniziata cinque secoli fa dagli Estensi) e quindi sulla possibilità di cartografarlo.

I suoli originari. In quest'area di terreni in continua trasformazione morfologica, idraulica, e pedologica, esistono tuttavia aree di terreni preservati intatti nella loro composizione originaria:

a) le dune antiche, tra il bacino del Canale di Maléa e la Valle Giralda, coi loro prolungamenti a Nord dei dossi dell'Isola di Ariano;

b) il terreno del bosco della Mesola.

Il terreno delle dune antiche è prevalentemente sabbioso. L'analisi (G. SANDRI, 1953) rivela:

argilla	2	-	5,5%
limo	2,5	-	8,5%
sabbia	88	-	95%

La parte superficiale ha subito, attraverso il tempo, una forte decalcificazione; il CaCO_3 aumenta infatti con la profondità. Anche i terreni del bosco della Mesola sono prevalentemente sabbiosi. L'analisi (G. SANDRI, 1953) rivela:

argilla	2	-	8,5%
limo	2	-	10,5%
sabbia	82	-	93%

Anche qui si osserva la migrazione dei carbonati dagli strati superficiali verso quelli inferiori; si osserva anche migrazione dei sesquiossidi di Fe e di Al.

III - STRATIGRAFIA

I terreni. Al di sotto dei terreni di superficie *attuali* (e proprio nel senso che sono in via di formazione) distinguiamo:

Q₂-gh - *Alluvium*: sabbie, limi, argille, torbe, intercalati verso il basso da fasi marine. Di essi esistono scarse informazioni da dati di perforazioni e profili scientificamente studiati, perché *a*) le perforazioni per idrocarburi li attraversano senza carotarli, e *b*) le perforazioni per ricerche idriche non sono state ancora oggetto di studio sistematico mancando un'organizzazione della ricerca idrica profonda.

Q₁s - *Pleistocene post-calabriano*: identificato dalle perforazioni per ricerche di idrocarburi: sabbie prevalenti con qualche intercalazione di argilla sabbiosa.

Microfaune scarse: *Globigerina* spp., *Rotalia beccarii* (LINNÈ), *Cibicides lobatulus* (WALKER & JACOB).

Cal-s - *Calabriano*: sabbie prevalenti con qualche intercalazione argillosa.

Microfauna: *Anomalina balthica* (SCHROETER), *Globigerina pachyderma* (EHREMBERG).

Le informazioni A.G.I.P. non indicano se nel complesso dei terreni attribuiti al Calabriano è possibile distinguere suddivisioni come nel Calabriano appenninico.

Cal-P₃-s - *Calabriano-Pliocene superiore*: sabbie intercalate da strati argillosi.

Microfaune non indicative.

P₃-s - *Pliocene superiore*: sabbie in prevalenza, con frequenti intercalazioni di strati argillosi nella parte inferiore.

Microfauna: *Karreriella bradyi* (CUSHMAN), *Globigerinoides gomitulus* (SEGUENZA), *G. elongatus* (D'ORBIGNY), *Orbulina universa* (D'ORBIGNY).

Ps - *Pliocene s.l.*: sabbie, e strati argillosi intercalati.

Microfauna: *Globigerinita naparimaensis* (BRONN), *Bolivina usensis* (CONATO), *Cibicides boueanus* (D'ORBIGNY).
..... trasgressione

M₃-m - *Miocene medio, Tortoniano*: marne grigie talora siltose.

Microfauna: *Uvigerina flinti* CUSHMAN, *Bolivina arta* MACFADYEN, *Glandulina aequalis* REUSS.

Questa è la serie dei terreni rilevata al pozzo A.G.I.P. « Codigoro N° 1 »; gli spessori dei termini stratigrafici sono:

Alluvium	m.	0 - 240	spessore m.	240
Pleistocene-post-calabriano	m.	240 - 1010	»	m. 770
Calabriano	m.	1010 - 2191	»	m. 1181
Calabriano-Pliocene superiore	m.	2191 - 2345	»	m. 154
Pliocene superiore	m.	2345 - 2764	»	m. 419
Pliocene	m.	2764 - 3400	»	m. 636
Tortoniano	m.	3400 - 3518	»	m. 118

IV - TETTONICA

Lineamenti della tettonica profonda. Furono dedotti dall'esame del rilievo sismico a riflessione, profilo continuo, effettuato dall'A.G.I.P. (1954-55) che mise in evidenza una blanda anticlinale regolare interessante tutti gli strati a partire dalla profondità di m. 300 (e cioè con apparente esclusione della sola copertura alluvionale recente) fino a m. 4500 ⁽¹⁾.

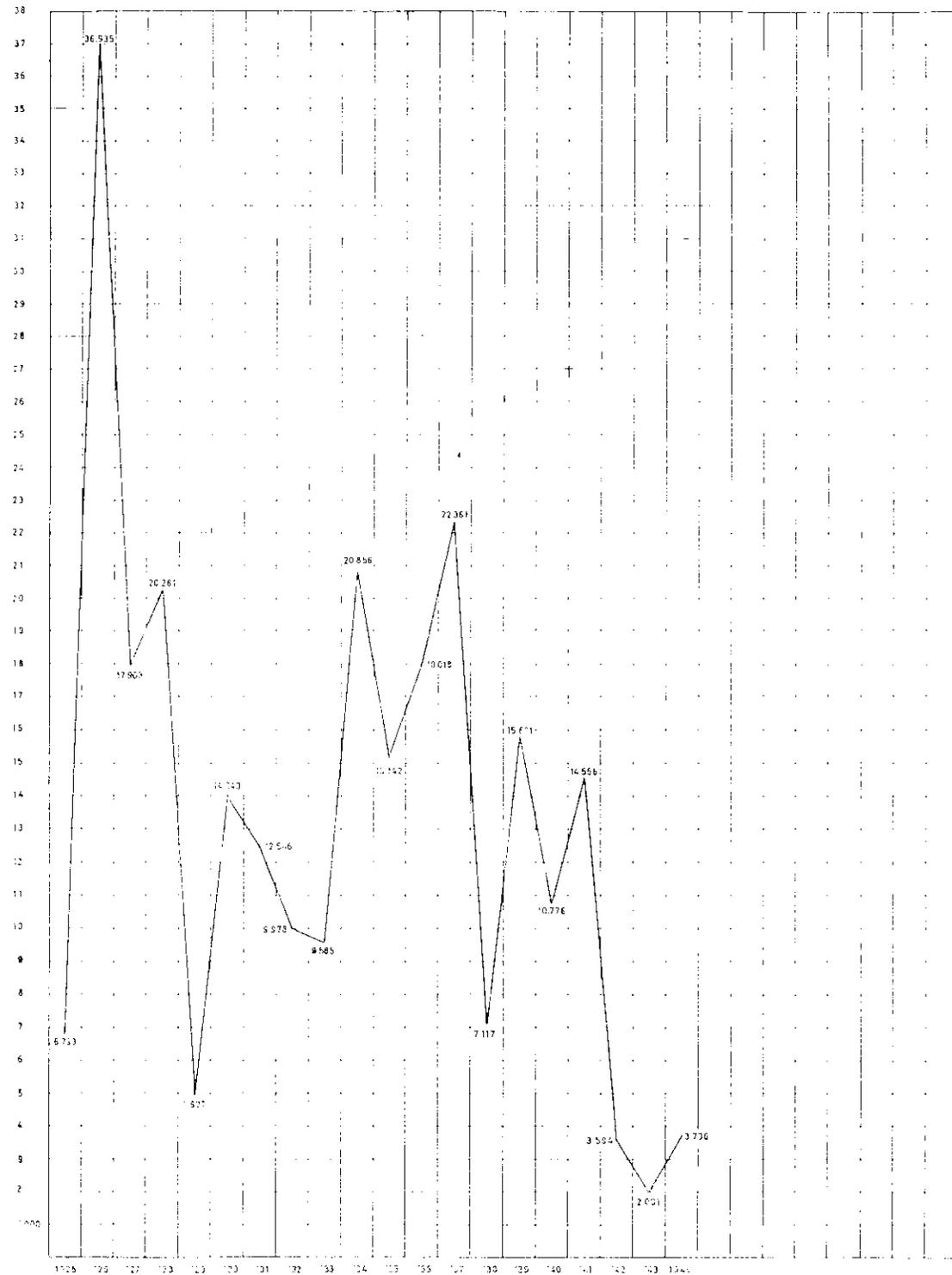
Il pozzo A.G.I.P. « Codigoro N° 1 », in colmo di struttura, spinto fino a m. 3518, ha confermato le indicazioni del rilievo sismico, permettendo di riconoscere la serie stratigrafica fino al Tortonianno incluso, ed un hiatus in corrispondenza del Messiniano.

Questo complesso di terreni, blandamente ondulati, è limitato a Sud dalla faglia SE-NW di Sant'Alberto, contro la quale si accavallano le pieghe del sottosuolo ravennate (v. Foglio 89 « Ravenna »), e, a Nord, dal muro meridionale del « horst » di Adria, tra i fiumi Po e Adige, sul cui tetto le formazioni mioceniche si elevano fino a 100 m. s.i.s., mentre a Nord si abbassano a oltre 2000 m., e a Sud, cioè nel sottosuolo dell'area di Comacchio, a circa 3500 m. s.i.s.

L'area di Comacchio coincide dunque con una parte di un « graben ».

I documenti sui quali si fondano le conoscenze del sottosuolo dell'area di Comacchio sono: « Schema strutturale della Pianura Padana 1:500.000 »; « Carta della base del Pliocene 1:500.000 »; « Carta semplificata della base del Pliocene della Pianura Padana 1:500.000 »; « Sezioni geologiche attraverso la Pianura Padana 1:100.000 »; « Descrizione dei campi gasiferi di Godigoro, Ravenna, Porto Corsini, Consandolo, etc. » dell'A.G.I.P.

(1) Se, come pare, la tettonica profonda è tuttora attiva, è probabile che anche la coltre alluvionale ne soffra qualche risentimento, anche se la natura dei suoi terreni non ne permette la constatazione diretta. Tale influenza sarebbe invece indicata da altri segni.



V - MORFOLOGIA

Riconosciuto nella dinamica tettonica profonda la causa *attuale* che guida la messa in sito del Delta, vediamo quali sono gli agenti esogeni che operano a determinarne la morfologia.

Attraverso il tempo hanno variamente operato *a)* i mutamenti del livello marino, *b)* le variazioni dell'accumulo solido, *c)* i mutamenti di sito dei vari bracci nei quali il corso principale si sbranca a Est di Ferrara, e il drenaggio operato dalle loro correnti.

Sul Delta, sua genesi, forma, variazioni, vi è una enorme letteratura dalla quale traiamo soltanto alcune indicazioni essenziali sulla natura e dimensioni delle principali cause agenti, e cioè:

1) *il flusso del f. Po* (Stazione di misura di Pontelagoscuro, Ferrara); dati per il periodo 1918-1950:

bacino kmq. 70091

portata massima/anno 8850 mc/sec.

portata media/anno 1460 mc/sec.

portata minima/anno 275 mc/sec.

« q » (litr./sec. \times kmq.) = 20,8

2) *l'apporto di torbida* (Stazione c.s.); quantità di torbida in sospensione per il ventennio 1925-1944:

1925	6.793	tonn/anno	1935	15.192	tonn/anno
1926	36.935	»	1936	18.018	»
1927	17.903	»	1937	22.361	»
1928	20.281	»	1938	7.117	»
1929	4.927	»	1939	15.821	»
1930	14.043	»	1940	10.776	»
1931	31.546	»	1941	14.556	»
1932	9.978	»	1942	3.594	»
1933	9.585	»	1943	2.091	»
1934	20.856	»	1944	3.736	»

(v. grafico fig. 1)

3) *l'incremento della terra sul mare*, valutato in 72 ettari/anno da G. MARINELLI per il periodo 1823-1893; 50-55 ettari/anno da O. MARINELLI per il periodo 1823-1924; 62 ettari/anno da M. VISENTINI in base all'analisi dei rilievi topografici del sec. XIX; 60 ettari/anno da D. ALBANI sui dati del quarantennio 1904-1944, integrati dall'esame dei rilievi aerofotogrammetrici.

M. VISENTINI rileva inoltre l'irregolarità del ritmo di accrescimento, evidentemente legato a cicli climatici, come qui esemplificato:

1811-1860	42,29 ettari/anno
1860-1866	225,27 »
1866-1896	96,20 »
1896-1905	90,60 »
1905-1935	71,30 »

D. ALBANI rileva:

1904-1924	55,15 ettari/anno
1924-1934	95,90 »
1934-1944	34,20 »

L'abbassamento del Delta. Noto da antico ⁽²⁾, poi accertato con misurazioni di alta precisione dall'I.G.M., che hanno permesso di tracciare una carta delle isocinetiche dell'affondamento sulla stessa carta geologica. Da esse risulterebbe che il fenomeno dell'affondamento interessa tutto il Delta, con un'area di massimo affondamento, 30 cm/anno, a Nord della Mesola, tra Cà Giustinian e Cà Vendramin.

(2) « ... quanto al fenomeno di graduale sprofondamento della pianura padana orientale, esso fu già segnalato dagli ingegneri della Repubblica Veneta sin dal secolo XVI, accennando essi che il livello dell'Adriatico si elevava rispetto alle coste del litorale; tale fatto risulta da vari dati d'indole sia storica, sia archeologica (osservati a Grado, ad Aquileia, a Venezia, a Ravenna, ecc.), sia geologica. Per es. la formazione delle valli di Comacchio, secondo lo STELLA, sarebbero iniziate sin dal periodo proto-storico su aree derelitte di deltazione padana, dietro un lido a dune di formazione posteriore all'abbandono del fiume » (v. F. SACCO, *La Valle Padana*. Mem. R. Accad. Agricoltura di Torino, v. 43, 1900, p. 222).



Aerophot. Valvassori, 11-5-1956

FIG. 2. - Nella fotografia aerea sono evidenti i segni dell'accrescimento progressivo dell'apparato deltizio sul quale l'abitato di Spina etrusca era insediato. Nel disegno schematico sono richiamate per evidenza le tracce del porto-canale, e dell'abitato etrusco, pure visibili nella fotografia.

Aerofotografia Valvassori (11 maggio 1956).
Per gentile concessione del prof. N. Alfieri.

E' da osservare che, pur riconoscendo alla tettonica attiva il ruolo di principale causa agente dell'abbassamento, una concausa di non lieve importanza deve essere indicata nella « compection » dei terreni del Delta stesso.

Su questo argomento è stato fatto un importante studio (STORER, RIZZINI, GENEDESE, 1957-1959) che riguarda la riduzione di volume dei sedimenti, anche marini, del bacino padano, con osservazioni sperimentali sulle « carote » del Terziario medio e superiore: la riduzione di volume raggiungerebbe il 26 per cento passando il sedimento da 500 a 3000 metri di profondità.

Ritengo che non si possa sottovalutare l'importanza della « compection » nello studio della genesi e delle forme del Delta, anche e soprattutto dal punto di vista pratico (canali, bonifiche, alluvioni).

L'effetto di tale complesso di cause è visibile nella forma del Delta, e in quel tanto della sua storia che è possibile ricostruire. Di questa storia è parziale esempio la ricostruzione dei « lidi » succedutisi dai tempi protostorici ad oggi.

Nella Carta Geologica abbiamo segnato le tracce dei delta (sette, secondo O. MARINELLI 1898, 1925)), e cioè: I e II protostorici; IV, V e VII storici (il VI è fuori foglio). Vedansi anche le ricostruzioni di M. VISENTINI & BORGHINI (1938), che rintracciano le linee di spiaggia dell'epoca etrusca (1000 a.C.); dell'epoca romana e volgare; quella del 1200 (dalla « Chronica parva ferrariensis »); quella dell'anno 1600 (da ZENDRINI ALEOTTI); quella dell'anno 1750 (BARUFFALDI).

Naturalmente, per chiarire i modi e l'estensione dei mutamenti del Delta sono di grande importanza le tracce degli antichi insediamenti umani, e primi tra tutti quelli etruschi. Sui quali esiste una sterminata letteratura, in particolare sul sito della leggendaria Spina, la città etrusca della quale non era mai stato determinato il luogo.

Con lo scavo di fossi di scolo nelle nuove terre che la bonifica guadagnò intorno a Comacchio vennero alla luce le necropoli etrusche di Valle Trebba e di Valle Pega; ma Spina fu ritrovata assai

più tardi, e soltanto con l'ausilio dell'analisi aerofotografica di aree recentemente (1950-1953) prosciugate (Fig. 2).

Le tombe sono situate su antichi cordoni dunosi, generalmente orientate NNW-SSE, spesso costruite con tronchi scavati di grandi querce tratti dalle foreste che allora coprivano la terraferma, e delle quali residua ora il solo Bosco di Mésola. Il luogo delle tombe è spesso marcato con cippi di pietra arenaria di forma ovoidale un poco schiacciata: non grossi ciottoli, ma concrezioni, « bocconi » naturalmente formati entro i sedimenti sabbiosi del Miocene superiore (Messiniano). I luoghi più prossimi dai quali esse potevano essere tratte, e facilmente trasportate, via mare, sono le colline della costa pesarese.

Nel « Museo Etrusco di Spina » in Ferrara, ho osservato due sarcofagi cinerari di marmo greco, di evidente importazione; e ciottoli « marcapunti » associati a dadi, di calcare verdino dell'Oligocene appenninico, probabilmente raccolti nelle ghiaie del t. Marecchia, o in quelle del f. Reno (dove abbondano), vie di terra attraverso le quali passava il traffico degli Etruschi.

Da G. MACIGA (1925) si ricava che le antiche bocche di Po sarebbero state sette, ma che al tempo degli Etruschi esse erano soltanto quattro:

SPINETICA, o di Primaro, a Sant'Alberto.

CAPRASIA, a Calvirolo.

SACIS, o SAGIS, a Paviero.

VOLANO, a Marozzo (Maris Ostium...).

La sparizione di Spina e delle necropoli etrusche fu conseguenza della rovina delle arginature e delle canalizzazioni che, pare, gli Etruschi avevano costruite, e che i Romani abbandonarono, determinandone così la cancellazione e la scomparsa. Dopo la sommersione di Spina, delle antiche strutture residuò la sola strada detta « Romea », insediata sui dossi sinuosi del II Delta.

1) MATERIALI DA COSTRUZIONE.

Sabbie: impiegate principalmente per gli impasti cementizi. Innumerevoli coltivazioni, non soggette a statistiche. Per la qualità si distinguono le sabbie delle alluvioni del Po, in parte di origine alpina, povere di calcio, ricche di minerali alpini e, a tratti, di carbonati di Mg, da quelle di provenienza appenninica, con CaCO_3 fino al 40 per cento.

Argille: sotto questa generica denominazione si intendono materiali di elaborazione alluvionale, e suoli composti da frazioni di sabbie fini e argille in proporzioni variabili, capaci di fornire impasti per laterizi che, in quest'area, sono generalmente di buona qualità. La statistica delle cave di materiali argillosi è insufficiente. In genere nei documenti relativi manca l'esatta indicazione di località, sostituita da un toponimo spesso irreperibile o, più sovente, dal nome del Comune in cui è sita la cava. Mancano inoltre i dati tecnici del materiale allo stato naturale, e dell'elaborato.

Materiale litoide: manca del tutto. Quello che si osserva negli edifici antichi (ponti, colonne, capitelli, chiese e palazzi) è di importazione, generalmente calcare « bianco d'Istria » e « rosso di Verona », molto usati in antico, e ora progressivamente abbandonati.

Sale: NaCl viene prodotto nelle saline di Comacchio.

2) IDROCARBURI.

La ricerca e la produzione di idrocarburi è stata compiuta da due distinti gruppi di ricercatori:

— le grandi società petrolifere (AGIP, SIN, SPI) che hanno impiegato i metodi geofisici per le indagini delle strutture di grande profondità, facendole seguire dalla perforazione profonda di stu-

dio. In tal modo i lineamenti stratigrafici e tettonici del sottosuolo sono stati delineati con sufficiente chiarezza;

— la miriade dei piccoli metanieri, che hanno perforato a piccole profondità sfruttando accumuli superficiali di gas, erroneamente attribuiti alle torbe, probabilmente invece sfuggiti dalle strutture profonde dei terreni terziari, e raccolti poi in corrispondenza di alcuni livelli porosi sufficientemente protetti.

L'attività dei piccoli metanieri ha consentito di produrre energia a buon mercato, e di aiutare validamente l'incremento della industrializzazione, specie per quanto riguarda l'agricoltura e le piccole industrie connesse. Ha anche creato seri problemi, e causato danni non indifferenti perché venivano estratti, insieme al gas, ingenti quantità di acqua salata che, dovendo essere smaltita, veniva avviata, talora abusivamente, lungo canali di scolo, clorurando ampie aree di terreno, con danno alle colture.

Le perforazioni dell'AGIP, finora limitate al solo pozzo « Codigoro 1 », non hanno dato risultati di produzione. Le perforazioni della SIN, nella zona tra Codigoro e Valle Gallare, pure non superando la profondità di m 1000, hanno dato una certa produzione.

Le coltivazioni dei piccoli metanieri hanno prodotto, attraverso migliaia di piccoli pozzi, ingenti quantità di gas. La statistica per le provincie di Rovigo, Ferrara, Venezia per gli anni 1938-1956 danno un totale complessivo di oltre due miliardi di mc (2.115.886.063).

3) ACQUE.

Sorgenti: Sorgente di S. Basilio, 4 km Est di Ariano. E' una tipica sorgente di duna. I dossi dunosi, sabbiosi, elevati fino a qualche metro sul piano, quasi sprovvisti di humus, e perciò soggetti a rapido raffreddamento notturno rispetto ai piani umosi, determinano una notevole condensazione notturna dell'umidità atmosferica, che viene assorbita e immagazzinata, analogamente a quanto avviene, su ben altra scala, nei deserti, dove la « precipitazione occulta »

alimenta da sola la falda freatica in regioni dove, in pratica, non piove mai. E' il caso della sorgente di S. Basilio: l'acqua di condensazione, percolando attraverso la sabbia, raggiunge un piano argilloso, che la sostiene.

Acque freatiche: le falde di acqua freatica, alimentate direttamente dalle piogge, costituiscono ancora la principale risorsa per l'alimentazione idrica, anche se dal punto di vista igienico questa acqua, ricca di flora batterica, e di sostanze derivate dalla soluzione dei fertilizzanti chimici e degli anticrittogamici, non sarebbe da considerarsi potabile.

Acque profonde: le falde profonde, contenute in livelli sabbiosi lentiformi, anastomosati tra loro, di porosità medio-bassa, e di bassa permeabilità, alimentano pozzi cosiddetti artesiani, dai quali, mediante pompaggio, si ricavano portate assai modeste, raramente superiori a 5 litri/sec. La qualità di queste acque è in genere scadente, per la presenza di abbondanti ossidi di Fe, tracce talora rilevanti di Cl e di Mg, e di Ammoniaca derivata da torbe.

Nonostante la regione sia fittamente perforata, la mancanza di un centro di raccolta e di documentazione idrogeologica non permette di esporre dati sistematici di valore scientifico.

E' da ritenere che il problema dell'alimentazione idrica non possa trovare soluzione nel sottosuolo dell'area in esame. Le sole soluzioni possibili sono: 1) impianti di raccolta e potabilizzazione delle acque freatiche là dove ne esistono quantità rilevanti e persistenti; 2) bacini di raccolta di acque piovane, e loro impiego previa potabilizzazione presso i centri più importanti; 3) adduzione mediante acquedotti da regioni lontane.

A titolo di esempio riporto il profilo di un pozzo artesiano di Migliarino (Zuccherificio del Volano) presso Massa Fiscaglia:

m	0	4	argilla
m	4	32	sabbia argillosa
m	32	70,50	sabbia

m	70,50	85	argilla
m	85	87	torba
m	87	88	sabbia conchigliare
m	88	95,50	argilla sabbiosa
m	95,50	99	argilla
m	99	101	sabbia
m	101	107	argilla
m	107	110	arenaria
m	110	120	sabbia (acquifero)
livello statico m — 1			
portata litr/sec 2			

Altro pozzo in località « Campanina » di Marmorta (Consandolo):

m	0	5	terreno « di riporto »
m	5	30	argilla sabbiosa
m	30	40	sabbia compatta
m	40	53	sabbia torbosa
m	53	83	sabbia
m	83	86	argilla
m	86	93	argilla sabbiosa
m	93	125	sabbia fine torbosa
m	125	140	sabbia molto fine
m	140	144	argilla torbosa
m	144	146	sabbia , acquifero
m	146	152	sabbia argillosa
artesiaiana			
portata litr/sec 10 ⁽¹⁾ .			

Problemi idrogeologici connessi alla bonifica. Sono noti i temi dei grandi problemi del Delta: la bonifica delle valli salse; l'acqua per l'irrigazione soprattutto estiva delle colture; l'acqua potabile. E'

(1) Dati gentilmente comunicati dalla Soc. « Bonariva » di Bologna.

attuale il problema della bonifica del suolo delle valli salse di Comacchio, attuata per esondazione, seguita da una fase di dissalamento dei terreni mediante dilavamento con acque derivate dal f. Po.

Ora, dal Po derivano già numerosi e grossi impianti di irrigazione che vanno moltiplicandosi di anno in anno; inoltre, è in fase di avanzata realizzazione il « Canale Emiliano-Romagnolo » che, derivando acqua dal Po presso Bondeno e conducendola attraverso la bassa pianura bolognese e romagnola in direzione del mare Adriatico presso Rimini, dovrebbe consentire l'irrigazione di ampie aree che non hanno risorse idriche né nei corsi d'acqua né nel proprio sottosuolo (LIPPARINI, 1963).

La sottrazione di grandi e sempre crescenti quantitativi di acqua dal Po (che a Pontelagoscuro, a 96 km dal mare, con quota 6 s.l.m., ha una portata minima estiva di 275 mc/sec) provocherebbe probabilmente una risalita delle acque marine lungo i rami del Delta. In tal modo i vantaggi delle bonifiche verrebbero scompensati dalla rovina di vasti tratti di terre già fertili lungo i tratti contaminati da acque salse.

Accenno a questi problemi che, se pure non direttamente geologici, coinvolgono un complesso di temi di idrogeologia che dovrebbero venir presi in considerazione per la determinazione di piani di coordinamento e di controllo nel quale il contributo delle scienze geologiche potrebbe essere di primaria importanza.

Le acque salate.

V. CHIOFFI (1949) e S. MORGANTE (1947, 1949) studiando i dati forniti dalla ricerca metaniera nell'area ferrarese e polèsine concludono che: *a)* il contenuto salino delle acque del sottosuolo presenta variazioni oscillanti tra 0,41 - 13,71 gr/litr; *b)* la salinità delle acque profonde aumenta in ragione diretta della profondità, e con l'avvicinarsi dell'area ferrarese al mare, e verso la parte centrale del Polèsine; *c)* il contenuto in Jodio delle acque profonde ferraresi ad alto residuo fisso è talora assai elevato (0,003 gr/litr), ma in alcu-

ne località come a Mèsola, non sembra esservi rapporto tra quantità di residuo fisso e contenuto in Jodio; d) mentre le acque profonde dell'area NE (foglio Ferrara) possono venire interpretate come mescolanze di acque dolci continentali e di acque marine, o come residui di acqua marina, verso Sud o SW esistono acque profonde ad alta salinità analoghe alle acque salate delle strutture petrolifere dell'Appennino emiliano.

Si ritiene perciò che per le acque salate del sottosuolo dell'area di Comacchio si debbano prospettare due distinte origini:

1) acque salate delle terre « vallive », sepolte e mai sufficientemente dilavate, progressivamente diluite per lenta mescolanza con acque dolci freatiche, o filtranti per falda da parte di terra, o da rami fluviali: acque quindi di origine esterna, e limitate alla parte superficiale delle terre del Delta;

2) acque salate migrate dalle strutture metanifere profonde insieme coi gas, e insediate nei livelli porosi superiori dai quali le acque dolci, o salmastre, possono essere state in parte scacciate, e sostituite.

Ovviamente, molte combinazioni sono possibili.

Condizioni igienico-sanitarie.

La progressiva bonifica delle « valli », l'esperienza igienica dei singoli, e l'incremento dell'organizzazione sanitaria, hanno ormai debellato la malaria, che nella zona delle valli di Comacchio e contermini presentava quadri impressionanti.

L'alimentazione idrica è ancora allo stadio primitivo per l'assenza, nelle falde profonde, di acque di buona qualità e di portate rilevanti; unica fonte di approvvigionamento in sito è la falda freatica, inquinata dai soliti germi di superficie, e dai prodotti di dilavamento del suolo agrario impregnato da quantitativi sempre crescenti di fertilizzanti, di anticrittogamici ad alto potere tossico, e di ormoni fitoagenti di sospetta o dubbia azione sull'organismo umano.

Si aggiunga al quadro la sempre crescente polluzione delle acque del Po, per sostanze chimiche varie derivate dalle industrie insediate sulle sue rive, tra cui particolarmente preoccupanti i prodotti delle industrie che producono sostanze « plastiche », e gli idrocarburi liquidi (MACCOLINI, 1960).

Manoscritto presentato nel 1963.

Ultime bozze restituite il: 15 settembre 1967.

VII - BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B. (1955), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia*, F° 76 « Ferrara ». « Serv. Geol. d'Italia », Roma.
- A.G.I.P. (1957-1959), *Esplorazione di Codigoro*. in: *I giacimenti gassiferi dell'Europa Occidentale*. A cura Accademia Naz. Lincei.
- A.G.I.P. (1957-1959), *Sezioni Geologiche della Pianura Padana*, tav. V, tav. VI. A cura Accademia Naz. Lincei.
- A.G.I.P. (1957-1959), *Gravimetria della Pianura Padana, Anomalie di Bouguer*, tav. I. A cura Accademia Naz. Lincei.
- ALBANI D. (1948), *Le foci del Po, secondo le ultime ricognizioni aeree*. « Riv. Geograf. Ital. ».
- ARMY MAP SERVICE U.S. ARMY (1944), *Aerofotografie della regione del Delta*.
- BARATTA M. (1907), *Sulle recenti trasformazioni del Delta del Po (1893-1904)*. « Riv. Geograf. Ital. », v. 14.
- BARATTA M. (1912), *Contribuzione allo studio delle trasformazioni idrografiche del Delta Padano avvenute nel secolo XIX*. « Boll. Soc. Geograf. Ital. », v. 46.
- BARATTA M. (1932), *Il sito di Spina*. « Athenaeum », Pavia, v. 20.
- BULLO C. (1907), *Il lento e progressivo abbassamento del suolo della Venezia marittima*. « Ateneo Veneto », v. I.
- CHIFFI V. (1949), *Le acque metarifere del Polesine*. « Ann. Chim. Applic. », Roma, v. 92.
- COMMISSIONE NAVIGAZIONE INTERNA (1905), « Atti del Comitato esecutivo », vol. I: *Valle del Po; il Delta del Po*. Roma.
- DE MARCHI L. (1904-1905), *La morfologia lagunare e il regime stazionario di marea*. « Atti R. Istit. Veneto », v. 64.
- DE MARCHI L. (1930), *Variazioni di spiaggia in corrispondenza a variazioni di clima*. « Mem. Istit. Geol. Univers. Padova », vol. 3.
- DE TONI A. (1912), *Studi geologici e morfologici sul lido di Venezia*. « R. Magistr. alle Acque », Pubblicazione n. 18.
- FERRARI C., FIANO E., SANDRI G. (1937), *I terreni della provincia di Ferrara*. « Ann. Speriment. Agraria », vol. 27.
- FOSCHINI A. (1879), *Le trasformazioni idrografiche del grande estuario adriatico dall'epoca romana ai nostri giorni*. « Giorn. Genio Civile ».
- GIANDOTTI M. (1933), *Le piene del Po e i provvedimenti di difesa*. « Comm. Ital. stud. Grandi Calamità », Firenze, v. 4, pt. I, Le Monnier ed.
- GORI-MONTANELLI L. (1937), *L'evoluzione del Delta padano*. Imola.

- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1934), *Rilievo aeroplanometrico del Delta Padano*.
- LIPPARINI T. (1956), *Notizie sul rilevamento geologico dei fogli (1:100.000) 75 «Mirandola», 77 «Comacchio», 89 «Ravenna»*. «Boll. Serv. Geol. Ital.», v. 78.
- LIPPARINI T. (1963), *Risorse idriche nel sottosuolo della provincia di Forlì*. «Giorn. d. Geol.», ser. 2^a, v. 31, Bologna.
- LOMBARDINI E. (1868), *Studi idrologici e storici sopra il grande estuario adriatico, i fiumi che vi confluiscono, e principalmente gli ultimi tronchi del Po*. «Giorn. Ingegn. Archt. Civ. e Meccan.», Milano, v. 16.
- LORGNA A. M. (1777), *Osservazioni e ricerche intorno al prolungamento della linea dei fiumi in mare*. Verona.
- MACCOLINI R. (1960), *Il fabbisogno idrico della regione emiliana e lo stato igienico dei maggiori corsi d'acqua*. «La Regione Emilia-Romagna», v. 5.
- MACCOLINI R., BASSI G., BISBINI P., CUTRUFELLI F., MENGOLI M., ZANETTI M. (1960), *Le acque superficiali della provincia di Bologna, la rete idraulica, e il suo grado attuale di inquinamento*. «La Regione Emilia-Romagna», v. 6.
- MACIGA G. (1925), *Cenni idrografici e storici sull'antico Delta Padano*. Tip. Zuffi, Ferrara.
- MAGRINI G. P., DE MARCHI L., GNESOTTO T. (1906-1907), *Ricerche lagunari*. «Atti R. Istit. Veneto».
- MARINELLI G. (1881), *Saggio sulla cartografia della regione veneta*. Venezia.
- MARINELLI G. (1898), *L'accrescimento del Delta del Po nel secolo XIX (1823-1893)*. «Riv. Geogr. Ital.», v. 5; (1901), «Institut. Géograph. Bruxelles». Publ. n. 6.
- MARINELLI O. (1925), *Le foci del Po secondo le ricognizioni aeree del 1924*. «L'Universo», v. 6, n. 5.
- MARINELLI O. (1925), *Poche osservazioni sullo stato attuale della foce principale del Po*. «Riv. Geograf. Ital.», v. 31.
- MARINELLI O. (1925), *Ancora sull'accrescimento della foce del Po*. «Riv. Geograf. Ital.», v. 31.
- MARINELLI O. (1948), *Atlante dei tipi geografici desunti dai rilievi al 25.000 e al 50.000 dell'I.G.M.* 2^a edizione, Firenze.
- MATTEI A. (1924), *Le bonifiche delle valli di Comacchio*. «Ann. LL.PP.» (già «Giorn. d. Genio Civile»), v. 42.
- MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE (Direz. Gen. Bonifiche) (1954), *La bonifica delle valli di Comacchio*. Arti. Graf. Calderini, Bologna.
- MELICCHIA A. (1939), *Variazioni climatiche nella pianura padana e loro rapporti col regime del Po*. in: *Ricerche sulle variazioni storiche del clima italiano*. (Comit. Naz. Geograf.), Bologna.
- MONTANARI T. (1926), *Sunto della storia del Po*. «Il Politecnico», Milano, serie 2^a, v. 74.
- MORGANTE S. (1947), *Ricerche geochimiche sulle falde idriche profonde della provincia di Ferrara*. «Rendic. Soc. Mineral. Ital.», Pavia, v. 6.
- MORGANTE S. (1949), *Ricerche geochimiche sulle falde idriche profonde della bassa pianura padana*. Atti VI Conv. Naz. Metano, Padova.
- PERCONIG E. (1953), *Il Quaternario nella pianura padana*. Act. IV Congr. Internat. Quatern.

- PUPPINI G. (1951), *Le bonifiche in Emilia e Romagna nell'ultimo secolo (1850-1950)*. Assoc. Naz. Bonif., Circoscr. Emilia-Romagna, Bologna.
- PUPPO A. (1957), *L'affondamento del Delta padano: primi lineamenti di una cinematica del fenomeno*. «Metano, Petrolio e Nuove Energie», Padova, v. 11.
- SACCO F. (1900), *La Valle Padana*. «Ann. R. Accad. Agricolt.», Torino, v. 43.
- SANDRI G. (1953), *I terreni del Bosco di Mésola*. «L'Italia Forest. e Mont.», v. 8.
- SANDRI G. (1953), *I terreni delle dune antiche del Delta Padano*. «L'Ital. Forest. e Mont.», v. 8.
- STELLA A. (1915), *Studi sulla idrologia sotterranea della pianura del Po*. «Mem. Descritt. Carta Geol. d'Italia», v. 17.
- STORER, RIZZINI, GENEDESE (1957-1959), *Costipamento dei sedimenti argillosi del bacino padano*. in: «Giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale», Milano.
- VISENTINI M. (1935), *Ricerche sperimentali sulle torbide portate in sospensione dal fiume Po*. «Annali LL.PP.» (già «Giorn. d. Genio Civile»), v. 53.
- VISENTINI M. (1938), *Le spiagge italiane da Portofossone a Cervia*. in: «Le spiagge padane», serie: «Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane», C.N.R., Comit. Geograf., Roma.
- VISENTINI M. (1953), *Le ultime grandi piene del Po. Elementi idrologici*. «Giorn. d. Genio Civile», Roma.
- VISENTINI M. & BORGHI G. (1938), *Le spiagge padane*. C.N.R., Comit. Geograf. Roma.