

PIERO LEONARDI

## CAUSE GEOLOGICHE DEL GRADUALE SPROFONDAMENTO DI VENEZIA E DELLA SUA LAGUNA

Nella mia qualità di geologo veneziano, non ho creduto di potermi esimere dall'accettare il gentile invito della Presidenza dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti a prendere parte con una mia breve relazione a questo convegno dedicato allo studio di problemi tanto importanti per l'avvenire della nostra carissima città. E ciò anche se, per precedenti impegni e circostanze varie, sapevo che mi sarebbe mancato il tempo necessario per occuparmi a fondo dell'argomento affidatomi, che richiederebbe l'esame accurato e meditato di una serie di dati ben più ampia di quella che mi è stato possibile procurarmi (<sup>1</sup>).

---

<sup>1</sup> L'argomento è stato oggetto di studio e di preoccupazioni da parte di parecchi studiosi fin da epoca abbastanza antica. Ricordo qui alcune tra le pubblicazioni più interessanti:

1. SABADINO C., *Ragionamenti fatti tra Giovanni de Ferrari, massaro dell' ufficio delle acque, et Santo Folegato, Fante di esso ufficio, del crescimento degli mari et della Laguna di Venetia ogn'anni cento*. In «Antichi scrittori dell'idraulica veneta», Vol. II, 1930, Parte I<sup>a</sup>, Pag. 14.
2. FILIASI C. G., *Memorie storiche dei Veneti primi e secondi*. I<sup>a</sup> ediz., Fenza, Venezia, 1796-98; II<sup>a</sup> ediz. Tipogr. Semin., Padova, 1811-14.
3. ZENDRINI A., *Sull'innalzamento del livello del mare*. Giornale dell'Italiana Letteratura, Padova, Vol. II, 1802.
4. FILIASI C. G., *Osservazioni sopra l'alzamento del flutto marittimo nelle lagune veneziane*. Andriola, Treviso, 1826.
5. CAMPILANZI E., *Sulla corrispondenza dei cangiamenti di livello del mare osservati negli avanzi del tempio di Serapide, con quelli avvenuti a Venezia*. Ann. Scienze Regno Lomb.-Ven., Vol., X, 1840, pagg.51-67.
6. CASONI G., *Memoria letta all'Istituto a dì 4 giugno 18,55 intorno alle scoperte fatte nell'Isola della Vergine a Castello*. Atti R. Ist. Ven. Sc. Lett. A., Vol. VI.

Prego quindi i gentili ascoltatori di tener presente che quanto verrò dicendo non ha un carattere definitivo, e può servire soltanto a dare un'idea generale del preoccupante fenomeno dello sprofondamento della zona lagunare veneziana e delle cause che lo determinano.

Sento poi il dovere di rivolgere un vivo ringraziamento al Prof. RODOLFO GALLO per le preziose indicazioni bibliografiche; gentilmente favoritemi.

## 1. - ENTITA' DELLO SPROFONDAMENTO.

Nel 1885 venne compiuto uno scavo di assaggio presso la base del Campanile di S. Marco, e si constatò <sup>(1)</sup> che la base stessa non era costituita soltanto dai due gradoni e mezzo (o tre sul lato opposto, poichè il vecchio campanile era lievemente inclinato) visibili sopra la pavimentazione dell'epoca, ma da 5, i quali evidentemente quando il campanile venne costruito, probabilmente a partire dal dogato di PIETRO TRIBUNO (888-912) <sup>(2)</sup>, dovevano emergere tutti dal suolo.

Inoltre, appena sotto la base del gradone inferiore, venne alla luce un tratto di una antica pavimentazione in ammattonato a spica (*opus spicatum*), la quale, individuata più recentemente anche in altri punti della piazza, dovrebbe essere quella fatta eseguire nel 1262 dal Doge RANIERI ZENO <sup>(3)</sup>, raffigurata nel famoso quadro di GENTILE BELLINI della Piazza con la processione della S. Croce <sup>(4)</sup>.

Ora, questa pavimentazione, sopra la quale ne vennero individuate altre pure in ammattonato a vari livelli durante i lavori eseguiti in epoche

---

7. COLBERTALDO B., *Dell'alzamento del flusso marittimo nell'Adriatico ed in specialità nella Laguna di Venezia*. Atti R. Ist. Ven. Sc. Lett. A., Vol. VIII, 1880, pagg. 704-712.

<sup>1</sup> BONI G., *Costruzioni e macerie*, in: *Il Campanile di S. Marco riedificato*. A cura del Comune di Venezia, Ferrari, Venezia, 1912, pagg. 29-32.

<sup>2</sup> MOLMENTI P., *La vita del campanile* in: *Il Campanile di S. Marco ecc. Op. cit.*, pag. 3.

<sup>3</sup> MIOZZI F., *Venezia nei secoli*. Venezia, 1957, Vol. II, pag. 380.

<sup>4</sup> BONI G., *Op. cit.*, pag. 30.

successive nella piazza <sup>(1)</sup> si trovava a circa 80 cm. al di sotto della pavimentazione attuale, ed a circa 10 cm. sopra il comune marino <sup>(2)</sup>.

Non sarà male ricordare, per inciso, che il «comune marino», che più opportunamente dovrebbe chiamarsi «comune alta marea», corrisponde al limite superiore della zona verde algosa visibile al piede degli edifici prospicienti i canali e la laguna, limite che a sua volta corrisponde alla media aritmetica di tutte le maree autunnali <sup>(3)</sup>.

Anche il livello stradale dell'antica Riva degli Schiavoni, sepolta sotto l'attuale e assai più stretta di questa, la quale fu costruita nel secolo XIII, si trova a 80 centimetri di profondità sotto la pavimentazione attuale <sup>(4)</sup>, e un pavimento in «altinelle» venne pure rinvenuto alla profondità di cm. 80 presso il sottoportico di S.Silvestro verso la casa Ticozzi, su una superficie di mq. 10 <sup>(5)</sup>.

Durante l'escavazione del Rio Nuovo, compiuta fra il 1931 e il 1933, vennero rinvenuti i resti di una palificata che da studiosi che la esaminarono venne ritenuta di età romana e che si trovava a 3 metri al di sotto del piano stradale attuale <sup>(6)</sup>.

Una fundamenta certamente assai antica venne individuata nel 1822 dall'Ing. G. CASONI nell'Isola delle Vergini a Castello, e da qualcuno <sup>(7)</sup> pure attribuita all'epoca romana. Tra i presunti segni corrispondenti al comune marino su detta fundamenta e il comune marino del 1822 si sarebbe constatato un dislivello di metri 2,45 <sup>(8)</sup>.

---

<sup>1</sup> MIOZZI E., *Op. cit.*, Vol. II, pag. 387, fig. e notizie verbali gentilmente favoritemi.

<sup>2</sup> BONI G., *Op. cit.*, pag. 31.

<sup>3</sup> BULLO C., *Il lento e progressivo abbassamento del suolo nella Venezia marittima*. Ateneo veneto, 1907, fasc. marzo-aprile, pag. 171.  
*L'ingegneria a Venezia nell'ultimo ventennio - Il porto di Lido*. Allegato II, a cura di F. C. Rossi, Naratovich, Venezia, 1887, pag. 42.

<sup>4</sup> MIOZZI E., *Op. cit.*, Vol. I, pag. 150.

<sup>5</sup> BULLO C., *Op. cit.*, pag. 187.

<sup>6</sup> MIOZZI E., *Op. cit.*, Vol. I, pag. 29, nota I<sup>a</sup>.

<sup>7</sup> MARZEMIN G., *Le origini romane di Venezia*. Fantoni, Venezia, 1937, pagg 125-131.

<sup>8</sup> MIOZZI E., *Op. cit.*, Vol. I, pag. 148.

Sempre nel sottosuolo della città di Venezia, vennero rinvenute a varie profondità oscillanti da 6 a 4 metri sotto l'attuale piano stradale, oggetti vari riferibili ad epoche preistoriche <sup>(1)</sup>.

Per esempio quando venne (sciaguratamente!) ricostruito il Fontego dei Turchi sul Canal Grande, a metri 4,50 sotto il comune marino, ossia a m. 6 sotto il piano stradale <sup>(2)</sup>, vennero rinvenuti in uno strato torboso vari oggetti preistorici, tra cui ricorderò:

- 1) ramo di corno di cervo tagliato a piccone
- 2) ramo di corno di cervo adattato a manico d'ascia
- 3) due punte di freccia litiche ad alette
- 4) due vasi di terra cotta, dei quali uno lavorato al tornio «con ansa rialzata» <sup>(3)</sup>
- 5) due armille di bronzo.

E in occasione di scavi compiuti sotto il Palazzo Papadopoli in Canal Grande, alla profondità di metri 4 circa sotto il comune marino <sup>(4)</sup> vennero raccolti i manufatti seguenti:

- 1) corna di cervo lavorate «ad uso di lisciatoi» <sup>(5)</sup>
- 2) accetta di diorite nera levigata
- 3) accetta di cloromelanite nero-verdastra
- 4) ascia di bronzo
- 5) ornamento di bronzo di forma circolare con due appendici ricurve.

Non ho potuto esaminare personalmente gli oggetti elencati ed altri di minore importanza, pure citati da G. PAVANELLO e da altri, che dovrebbero essere conservati al Museo di Torcello <sup>(6)</sup> e non mi è possibile quindi stabilirne l'età esatta. A giudicare dal complesso essi dovrebbero essere riferibili ad un periodo che può risalire indietro al massimo al

---

<sup>1</sup> PAVANELLO G., La storia della Laguna fino alla conquista romana. In: La Laguna di Venezia, Vol. II, Parte III, tomo VI, 1935, pagg. 8-9.

<sup>2</sup> URBANI DE GELTHOF G. M., Venezia preistorica. Bull. Arti, Ind. e Curios. venez., 1880, pag. 136.

<sup>3</sup> Ibidem, pag. 137.

<sup>4</sup> Ibidem, pag. 137.

<sup>5</sup> Ibidem, pag. 137.

<sup>6</sup> BULLO C., Op. cit., pag. 189. URBANI DE GELTHOF G. M., Venezia preistorica. Bull. Arti, Ind. e curios. Venez., 1880, pag. 136.

Neo-Eneolitico e giunge (con il vaso lavorato al tornio) alla seconda Età del Ferro. Poichè tutti gli oggetti citati per il Fontego dei Turchi, piuttosto eterogenei, vennero rinvenuti nello stesso strato, è il caso di domandarsi se in realtà sono coevi, o se si tratta di materiale di trasporto proveniente da stazioni diverse.

Un corno di cervo levigato probabilmente preistorico venne rinvenuto anche durante lo scavo per le fondazioni del Ponte degli Scalzi a 4 metri sotto il piano stradale <sup>(1)</sup>.

Oltre un centinaio di oggetti preistorici ricavati da corna di cervidi e qualche selce scheggiata sarebbero stati rinvenuti secondo U. BATTAGLINI anche nel sottosuolo di una barena vicino alla Isola di S. Adriano di Torcello <sup>(2)</sup>. Ma questo materiale, che aveva avuto il riconoscimento favorevole di R. BELTZ, a quel tempo direttore del Museo archeologico di Schwerin <sup>(3)</sup>, non venne invece ritenuto preistorico da L. PIGORINI, che, per la associazione di vasi di pietra oliare, li attribuì ad età barbarica <sup>(4)</sup>. Non essendoci nelle pubblicazioni citate di U. BATTAGLINI dati precisi sulla stratigrafia del deposito e non conoscendo riproduzioni del materiale in questione, è difficile esprimere un giudizio in proposito. Comunque il ritrovamento non ha interesse agli effetti del nostro argomento non essendo nota la quota del rinvenimento.

Dai rinvenimenti fin qui ricordati si ricaverebbe l'impressione che il suolo della città si sia sprofondato da 6 a 4 metri a partire dall'epoca preistorica, 3 metri circa dall'epoca romana (se in realtà romane sono le opere attribuite a quest'epoca) e 80 centimetri dal secolo XIII.

Ritengo che queste conclusioni siano da prendere con una certa cautela, perché almeno alcuni dei dati suesposti sono necessariamente approssimativi, e in alcuni casi non si hanno dati precisi sulle condizioni stratigrafiche dei ritrovamenti: per esempio secondo C. BULLO assieme ai resti preistorici rinvenuti sotto il Fontego dei Turchi, allo stessa quota di m.

---

<sup>1</sup> MIOZZI E., *Op. cit.*, Vol. I, pag. 29.

<sup>2</sup> BATTAGLINI U., *Scoperta di oggetti di epoche preistoriche nell'estuario di Venezia*. Arch. Veneto, S. II, Vol. XXX, parte II, 1885, pagg. 516-517.

<sup>3</sup> *Ibidem*, pag. 520.

<sup>4</sup> PIGORINI L., *Nuove scoperte preistoriche fatte a Torcello nelle barene di S. Adriano*. Arch. Veneto, S. II, Vol. XXXI, parte I, 1886, pag. 293.

4, si sarebbero rinvenuti anche «bronzi, fibuline ecc. dell'epoca romana»<sup>(1)</sup>. Ma questa affermazione, a dire il vero, non trova giustificazione nelle notizie dettagliate fornite dallo scopritore G. M. URBANI DE GELTHOF<sup>(2)</sup>.

Comunque, a giudizio dei vari Autori, risulterebbe che basandosi sulla differenza di quota tra quella attuale di vari antichi monumenti e testimonianze culturali veneziane e quella che essi verosimilmente ebbero all'epoca in cui vennero costruiti o depositi sulla superficie del suolo, lo sprofondamento della zona urbana e lagunare veneziana sarebbe in ragione di 10 cm. per secolo, ossia di 1 mm. per anno<sup>(3)</sup>.

Conclusioni perfettamente corrispondenti si hanno secondo B. ACCORDI dallo studio dei sedimenti quaternari che costituiscono il sottosuolo della bassa pianura padana. Nel Delta Padano, secondo altri Autori, l'affondamento risulterebbe alquanto maggiore, corrispondendo a valori medi di circa 0,3÷0,6 centimetri anno<sup>(4)</sup>.

Sembra poi che l'entità dello sprofondamento sia andata aumentando nei tempi più recenti, e bisogna tener presente che, all'abbassamento del suolo si somma il contemporaneo innalzamento del livello marino, che pure sembra aver avuto negli ultimi decenni un aumento preoccupante.

Risulta infatti che negli ultimi 60 anni si è avuto uno sprofondamento medio decennale di cm. 1,7 a Venezia (S. Stefano) e di cm. 2 al Lido<sup>(5)</sup>. Ma è da notare che nel decennio 1931-40 a Venezia S. Marco il suolo risulta abbassato di ben cm. 3<sup>(6)</sup>.

---

<sup>1</sup> BULLO C., *Op. cit.*, pag. 189.

<sup>2</sup> URBANI DE GELTHOF G. M., *Op. cit.*, pag. 136.

<sup>3</sup> BULLO C., *Il lento e progressivo abbassamento del suolo nella Venezia marittima.*

Ateneo Veneto, 1907, fasc. marzo-aprile, pag. 189.

GUTEMBERG B., in ALBANI G., *Studi recenti sulle variazioni del livello marino.* Boll. Soc. Geogr. Ital., Ser. VII, Vol. XII, 1947, pag. 91.

<sup>4</sup> BOAGA G., MORELLI C., PUPPO A. e SELLI R., *Necessari chiarimenti sui fenomeni di affondamento della zona del Delta Padano.* STEDIV, Padova, 1957, Pag. 8.

<sup>5</sup> Secondo dati di S. POLLI, riportati in: DAL PIAZ Gb., *Il bacino quaternario polesano-ferrarese ecc.*, I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale, Acc. Naz. Lincei, Roma, 1959, pag. 459, e in GORTANI M., *Gli ultimi abbassamenti del Delta Padano.* Natura e Montagna, Vol. V, 1958, pag. 4 dell'estr.

<sup>6</sup> DAL PIAZ Gb., *Ibidem.* GORTANI M., *Op. cit.*, pag. 5 dell'estr.

Quanto all'aumento del livello marino, secondo S. POLLI, risulta dall'esame dei dati forniti da tutte le stazioni mareografiche, che nel settantennio 1871-1940 l'aumento medio per tutti i mari terrestri è stato di circa cm. 1,1 per decennio <sup>(1)</sup>. Secondo altri sarebbe di cm. 1,5 <sup>(2)</sup>.

Ma nel decennio 1931-40 - sempre secondo S. POLLI l'aumento generale del livello marino è salito a cm.1,9 dimodochè sommando lo sprofondamento del suolo (cm. 3) e l'innalzamento del livello marino (cm. 1,9), si è constatato a Venezia S. Marco un totale di ben 4,9 cm. nel solo decennio citato <sup>(3)</sup>.

Risulta dunque chiaramente, non soltanto dai dati approssimativi forniti dagli edifici e pavimentazioni di cui si è constatato lo sprofondamento nel corso dei secoli, ma anche dai dati precisi ricavati dalle misurazioni condotte secondo i più esatti metodi di ricerca scientifica, che lo sprofondamento della zona lagunare veneziana (come di tutta la bassa zona padana) è veramente in atto, con una progressione che è senza dubbio preoccupante.

È ben vero che il fenomeno presenta a Venezia una gravità sensibilmente meno rilevante che in certe zone del Delta Padano, dove risulta, in base ai rilevamenti dell'Istituto Geografico Militare, che si sono avuti tra il 1951 e il 1956 sprofondamenti che raggiungono i cm. 65 a Casa Mazzoni e addirittura i cm. 74 a Corbola <sup>(4)</sup>, ma anche nei limiti sopra segnalati per la zona veneziana, lo sprofondamento, soprattutto tenendo conto del suo progressivo aumento in questi ultimi anni, è tale da destare serie preoccupazioni.

## II. - ORIGINE DELLA LAGUNA VENEZIANA.

Non è direttamente pertinente all'argomento di questa mia relazione, e non intendo trattarne a fondo anche perché altri se ne stanno occupando

---

<sup>1</sup> Secondo i dati di S. POLLI riportati in DAL PIAZ Gb., *Op. cit.*, pag. 458. È interessante rilevare che questa cifra corrisponde esattamente a quella calcolata per il Mediterraneo da E. CAMPILANZI (*Op. cit.*, pag. 66) già nel 1840.

<sup>2</sup> BOAGA G., MORELLI, C., PUPPO A., SELLI R., *Op. cit.*, pag. 8.

<sup>3</sup> DAL PIAZ Gb., *Op. cit.*, pag. 458.

<sup>4</sup> DAL PIAZ Gb., *Op. cit.*, pag. 457.

ufficialmente, ma non credo di poter fare a meno di accennare al fatto che se lo sprofondamento rappresenta oggidi un grave pericolo per la città e la laguna di Venezia, in altri tempi esso è stato fra le cause principali del formarsi della laguna medesima e del sorgere della città di Venezia in quanto, rifugio delle popolazioni venete contro gli attacchi delle orde barbariche e in generale degli invasori della terraferma veneziana.

Ritengo infatti molto probabile che almeno nella tarda Preistoria e nel periodo protostorico l'attuale zona lagunare sia stata zona emersa e che alcuni dei canali che la intersecano con i loro caratteristici meandri (tipico fra tutti il Canal Grande di Venezia) corrispondano ad antichi corsi fluviali. Soltanto recentemente -usando il linguaggio geologico - in causa dello sprofondamento della zona, il mare invase l'area oggi lagunare, varcando (probabilmente in corrispondenza delle foci fluviali) il grande cordone di dune litoranee corrispondente all'odierno Lido e sommergendone quasi completamente altri minori più interni, dei quali probabilmente, come giustamente pensa il collega G. MORANDINI, molti isolotti lagunari rappresentano i residui delle parti più elevate.

A questa convinzione mi induce il confronto con ciò che ormai conosciamo circa le lagune di Comacchio dopo i brillanti risultati delle ricerche condotte con tanto entusiasmo e spirito di sacrificio dall'amico NEREO ALFIERI, nelle prosciugate Valle Trebba e Valle Pega, ricerche che condussero recentemente alla individuazione della greco-etrusca città di Spina (<sup>1</sup>).

E' noto che già da vari anni nell'area delle valli prosciugate, sulla sommità di dossi allungati disposti più o meno in direzione nord-sud, ossia di successivi cordoni dunosi litoranei paralleli alla linea di spiaggia sempre più spinta ad oriente dall'avanzare del delta padano, si vanno esplorando antiche necropoli comprendenti migliaia di tombe spesso fornite di splendidi corredi funebri che formano oggi la ricchezza del Museo nazionale di Spina a Ferrara (<sup>2</sup>).

---

<sup>1</sup> ALFIERI N., *Spina e le nuove scoperte - Problemi archeologici e urbanistici*. Atti I° Conv. Studi Etruschi, *Spina e l'Etruria Padana*. Firenze, 1959. Pag. 25.

<sup>2</sup> AURIGEMMA S., *Il R. Museo di Spina in Ferrara*. II edizione, Ferrara, 1936.



È noto pure che grazie agli studi di N. ALFIERI e alla fotografia aerea è stato possibile finalmente individuare l'esatta ubicazione della città di Spina o meglio di un complesso di nuclei abitati il cui insieme, caratteristico esempio di « sinecismo » <sup>(1)</sup> costituiva questo antico centro commerciale greco-etrusco che ebbe nell'evo antico la funzione di tramite tra oriente e occidente che più tardi assunse la Regina dell'Adriatico, la nostra Venezia.

Ora è evidente che non soltanto le ricche necropoli, ma nemmeno i nuclei abitati di Spina vennero certo creati sul fondo di aree lagunari. Dico anche i nuclei abitati, perché contrariamente all'opinione espressa da Altri <sup>(2)</sup>, quanto ho visto personalmente nello scavo di assaggio compiuto da N. ALFIERI nell'area del principale nucleo abitato spinetico mi induce a ritenere probabile che - almeno in quel punto - le abitazioni non siano state erette su palafitte, ma con le basi delle pareti direttamente poggianti sul suolo, che conseguentemente risulterebbe essere stato emerso.

È dunque chiarissimo che le lagune di Comacchio ebbero origine in epoca relativamente recente per graduale sprofondamento del suolo successivo alla esistenza della città di Spina e delle sue necropoli.

Che ciò sia avvenuto in epoca relativamente recente e gradualmente è dimostrato dal fatto che se le più recenti ceramiche delle necropoli appartengono - come gentilmente mi riferisce l'amico ALFIERI - al III secolo a. C., indizi vari, tra cui la presenza di oggetti di pietra ollare sui dossi sommersi, induce a ritenere probabile che almeno i più elevati di questi siano stati abitati o almeno frequentati addirittura fino al periodo tardo-romano e barbarico.

Assai significativo il fatto, anch'esso gentilmente comunicatomi da ALFIERI, che la Valle del Mezzano, la più occidentale delle lagune di Comacchio, si è estesa verso il retroterra nel secolo XVII invadendo una zona prativa che veniva difesa con argini.

E sono tante e così convincenti le analogie tra le caratteristiche testè sommariamente citate delle lagune di Comacchio - particolarmente della zona spinetica - e quella delle nostre lagune veneziane, che mi sembra

---

<sup>1</sup> Atti I° Conv. Studi Ftruschi, *Spina e l'Etruria Padana*, pag. 45

<sup>2</sup> ALFIERI N., *Op. cit.*, pag. 38, tav. VI, fig. 8.

abbastanza fondato il mio convincimento che analoga ne sia stata anche l'origine.

### III. - CAUSE DELLO SPROFONDAMENTO.

Le cause dello sprofondamento dell'arca lagunare veneziana (e in generale della bassa pianura padano-veneta) sono numerose e corrispondenti a fenomeni naturali e artificiali di indole assai varia.

Tra le *cause naturali* vanno citati:

- a) l'aumento del livello del mare (eustatismo) ;
- b) la subsidenza del suolo, dovuta alla costipazione dei materiali alluvionali e marini e a fenomeni tettonici profondi.

Tra le possibili *cause artificiali* ricorderò:

- c) l'estromissione dalla laguna dei corsi d'acqua e la conseguente mancanza di nuovi apporti alluvionali che compensino lo sprofondamento del fondo lagunare;
- d) l'eccessivo sviluppo delle costruzioni (per quanto riguarda l'area urbana di Venezia);
- e) l'estrazione eccessiva di acque dolci dal sottosuolo mediante pozzi artesiani.

Passiamo brevemente in rassegna queste varie cause.

#### a) *Innalzamento del livello del mare.*

Contrariamente a quanto possono pensare i profani, il livello del mare non è immutabile nel corso dei tempi, ed è dimostrato che per cause varie si sono avute nelle ere geologiche e si hanno tuttora variazioni di livello anche notevoli (<sup>1</sup>).

Una tra le cause meglio conosciute di queste variazioni è il rapporto tra il volume delle acque marine terrestri e quello delle masse di ghiaccio

---

<sup>1</sup> KUENEN P. H., *Sea Level and Crustal Warping*. Geol. Soc. America, Spec. pag. 62, 1955 pagg.193-204.

costituenti le calotte polari - soprattutto quella antartica <sup>(1)</sup> -, l'attuale *inlandsis* della Groenlandia, le minori masse glaciali di altre terre circumpolari artiche, e i ghiacciai delle maggiori catene montuose, che nell'era neozoica o quaternaria si estesero in successive glaciazioni (alternate a fasi di ritiro dette interglaciali) fino a costituire imponenti calotte glaciali, come quelle che occuparono tutta l'Europa settentrionale e tutto il Canada e la zona dei grandi laghi nell'America settentrionale.

È evidente che se in un periodo glaciale le masse di ghiaccio aumentano, proporzionalmente si riducono le acque marine, mentre se le masse glaciali si ritirano aumenta proporzionalmente il livello del mare. Sono queste variazioni di livello che costituiscono il fenomeno dell'«eustatismo glaciale», e «oscillazioni eustatiche» si chiamano le variazioni di livello suddette <sup>(2)</sup>.

In corrispondenza della glaciazione würmiana, l'ultima delle quaternarie, risulta da ricerche di vari Autori che il livello del mare Adriatico si abbassò di circa 100 metri, col risultato che la pianura padano-veneta si estese a tutto l'alto Adriatico giungendo con la linea di costa fin sotto Ancona <sup>(3)</sup>.

Viceversa, attualmente le masse glaciali sono in fase di ritiro, come dimostra anche ai profani il confronto tra fotografie della fronte di uno stesso ghiacciaio eseguite oggigià e qualche tempo fa, e conseguentemente sta aumentando il volume delle acque marine, il cui livello va salendo,

---

<sup>1</sup> In quella artica infatti, essendo essa costituita da ghiacci galleggianti, ed essendo noto che la maggior parte dello spessore dei ghiacci medesimi è sommersa, lo scioglimento non porta sensibili variazioni al volume dell'acqua marina. Ciò tanto più dato che anche lo scioglimento dei ghiacci emergenti è almeno parzialmente compensato dalla diminuzione di volume dell'acqua passante dallo stato solido a quello liquido.

<sup>2</sup> BLANC A. C., *Variazioni climatiche ed oscillazioni della linea di riva del Mediterraneo centrale durante l'era glaciale. Geologie d. Meere u. Birmengewasser*, Bd. 5, H. 2, 1942, pagg. 137-219.

<sup>3</sup> DE MARCHI L., *Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza colle espansioni glaciali*. Atti Acc. Scient. Ven. Trent. Istr., Vol. XII-XIII, 1922.  
CASTIGLIONI B., *Carta dell'Italia settentrionale durante la glaciazione würmiana*. In: DAINELLI G., *Atlante Fisico-Economico d'Italia*. T.C.I., 1940, Tav. 3.  
LEONARDI P., *Carta dell'Italia durante la glaciazione würmiana*. *Ibidem*.

come già si è detto (secondo i dati dell'ultimo settantennio relativi a tutti i mari del mondo riferiti da POLLI) in ragione di cm. 1,1 per decennio.

È da sperare che questa fase di ritiro non giunga fino al totale scioglimento dei ghiacci attualmente esistenti (come si è verificato a quanto sembra nei periodi interglaciali quaternari), perché in tal caso, secondo calcoli fatti, il livello del mare aumenterebbe ancora in tutto il mondo di ben 30 metri, il che vorrebbe dire che non soltanto la nostra Venezia, ma tutte le città marittime della terra verrebbero in buona parte o addirittura totalmente sommerse !

#### b) *Subsidenza.*

Vi sono zone della superficie terrestre, in corrispondenza delle quali è dimostrato che nel corso dei tempi geologici si è verificato (e in vari casi si sta tuttora verificando) un graduale sprofondamento del suolo.

Un caso tipico di questo fenomeno si ha appunto nella bassa pianura padano-veneta, compresa la nostra zona lagunare veneziana.

Risulta infatti dai numerosi sondaggi compiuti in questi ultimi tempi per le ricerche di idrocarburi, che in questa zona la serie sedimentaria cenozoica recente e neozoica, costituita da depositi marini e da alluvioni fluviali, raggiunge una potenza di oltre 6.000 metri <sup>(1)</sup>, mentre dall'esame dei materiali sedimentari marini risulta che essi si deposero in ambiente neritico-litorale e più precisamente in un bacino marino che probabilmente non superò mai i 100 metri di profondità <sup>(2)</sup>.

Gli studiosi non sono ancora del tutto concordi nella interpretazione dei dati che noi possediamo sulla natura dei depositi che costituiscono il sottosuolo della zona in discorso.

Per quanto riguarda in particolare il sottosuolo della città di Venezia, le nostre conoscenze si limitano a uno spessore di sedimenti abbastanza esiguo, giungendo esso - per quanto mi consta - ad un massimo di 208 metri, a tale profondità essendo giunte le terebrazioni per pozzi artesiani <sup>(3)</sup>.

---

<sup>1</sup> DAL PIAZ Gb., *Op. cit.*, pag. 449

<sup>2</sup> DAL PIAZ Gb., *Op. cit.*, pag. 436.

<sup>3</sup> GALLO R., *Come fu risolto a Venezia il problema dell'acqua potabile* Riv.mens. Città di Venezia, Vol.II, 1923, pag.252, nota 1.

Anzi devo aggiungere che precise conoscenze si hanno soltanto per uno spessore di m.50, arrestandosi - per quanto mi consta - a questa profondità le serie stratigrafiche dei vari pozzi che sono state rese pubbliche da R. GALLO <sup>(1)</sup>. Si tratta dovunque di alternanze di argille e sabbia (prevalente l'argilla) con letti di torba, ma purtroppo non è specificato se si tratta di depositi fluviali o marini, nemmeno nei casi in cui viene citata la presenza di «conchiglie». Secondo R.GALLO almeno la parte superiore di questi depositi sarebbe di origine fluviale <sup>(2)</sup>.

Ciò risulterebbe confermato dal confronto con i dati relativi a una terebrazione eseguita a Pellestrina (Campiello dei Tre Gobbi), la quale pure ha rivelato una alternanza di sabbie e argille con letti di torba che secondo P. MODERNI sarebbe costituita da materiali alluvionali in massima parte riferibili al Brenta e molto subordinatamente al Piave <sup>(3)</sup>.

Per quanto riguarda la bassa pianura padano-veneta in generale, secondo alcuni Autori si avrebbe - in conseguenza delle citate oscillazioni eustatiche - una alternanza di depositi marini e continentali (fluviali) con prevalenza dei primi <sup>(4)</sup> ; secondo altri invece depositi continentali si avrebbero soltanto nella parte più superficiale e recente, mentre per quanto riguarda la quasi totalità della rimanente serie terziaria recente e quaternaria, raggiungente come si è già detto una potenza di circa 6.000 metri, non si avrebbero sicure testimonianze di intercalazioni continentali <sup>(5)</sup>.

---

<sup>1</sup> GALLO R., *Natura geologica del sottosuolo di Venezia*. Riv. mens. Città di Venezia, Vol. IV, 1925.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

<sup>3</sup> MODERNI P., *Contributo alla conoscenza del sottosuolo dell'estuario veneto*. Boll. R. Com. Geol., Vol.XLIII, 4, 1912, Roma, 1913.

<sup>4</sup> ACCORDI B., *Banchi continentali pleistocenici nel sottosuolo di Porto Tolle (Rovigo)*. Atti del IV Congr. INQUA, 1955.

<sup>5</sup> RUGGERI G. e SELLI R., *Il Pliocene e il Postpliocene dell'Emilia*. Giorn. Geolog. Ser. 3, Vol. XX, 1948, Bologna 1949.

SELLI R., *Le conoscenze geologiche nel Quaternario gassifero del Polesine e del Ferrarese settentrionale*. Atti VI Conv. Naz. Metano Padova, giugno 1949, pag. 515.

PERCONIG E., *Il Quaternario nella pianura padana*. Actes IV Congr. INQUA, (1953), Roma, 1956, pag. 481.

Personalmente sono favorevole alla opinione di ACCORDI, ma, comunque sia, risulta ben chiaro, come già dicevo, che - essendo questi depositi di mare assai poco profondo o addirittura alluvionali - non si sarebbe potuta formare una serie così potente se il depositarsi degli strati sedimentari non fosse stato costantemente compensato da un abbassamento del fondo del bacino padano-veneto.

## CAUSE DELLA SUBSIDENZA.

Le cause naturali di questo progressivo abbassamento sono di varia natura.

Abbiamo innanzitutto la graduale costipazione e compattizzazione dei materiali sia marini che alluvionali, che riduce progressivamente il volume dei sedimenti man mano depositantisi nella zona che ci interessa.

Questo fenomeno, che è funzione del carico, si manifesta con grande lentezza e con entità assai varia a seconda dei materiali implicati: per esempio la diminuzione di volume è minima nelle sabbie, mentre è rilevante nelle argille e nei letti torbosi. Anche la presenza o meno di acqua nei vari strati ha la sua influenza nello svolgimento del fenomeno (<sup>1</sup>).

Ma le proporzioni del fenomeno inducono a ritenere che esso sia dovuto a cause di ben maggiore entità, di natura tettonica.

Risulta dalle già citate terebrazioni relative alle ricerche di idrocarburi (<sup>2</sup>), che i sedimenti che costituiscono il sottosuolo della bassa pianura padano-veneta non sono indisturbati come potrebbe indurre a pensare un esame della parte superficiale della serie.

È ormai ben noto che nel sottosuolo della zona in discorso esistono dislocazioni anche di notevole entità e di varia natura che si possono fondatamente ritenere in relazione con la causa principale del fenomeno di subsidenza in atto.

Come ottimamente riferisce Gb. DAL PIAZ nella sua già citata relazione, « la subsidenza durante il Pliocene e il Quaternario ... sarebbe avvenuta attraverso flessure e stiramenti passanti spesso a vere e proprie

---

<sup>1</sup> BOAGA G., MORELLI C., PUPPO A., SELLI R., *Op. cit.*, pag. 9.

<sup>2</sup> A.G.I.P. e A.G.I.P. MINERARIA, *Relazione geologica e mineraria sulla Pianura Padana*. I giacim. Gass. Eur. Occid., Acc. Naz. Lincei, Roma 1959, Vol. II.

faglie. L'entità di queste dislocazioni è tale (a nord di Cremona esistono faglie con rigetti di 3.000 m.) che bisogna di necessità ammettere che fessure e faglie rappresentino le manifestazioni superficiali di un fenomeno molto più profondo, interessante il basamento stesso della pianura».

«Ciò trova conferma nei risultati delle indagini geofisiche. Difatti, nella pianura padana a sud del Po sono state registrate anomalie negative della gravità talmente forti (fino a 150 mgal presso Reggio E.) che per questa zona non si può più parlare di una avanfossa appenninica, anche molto pronunciata, ma si deve addirittura pensare a una specie di inghiottimento (*Verschluckung*) delle parti più profonde della crosta terrestre. Con ragione quindi C. WIEDENMAYER <sup>(1)</sup> afferma che in questa zona le condizioni non sembrano molto diverse da quelle note per gli archi esterni dell'Insulindia» <sup>(2)</sup>.

In particolare per quanto riguarda la nostra zona, risulta da ricerche condotte recentemente dall'A.G.I.P. Mineraria con metodo sismico, che a SE di Padova esiste una struttura a gradinata discendente verso la Laguna Veneziana, dovuta a una serie di faglie normali <sup>(3)</sup>.

In questi fenomeni profondi va ricercata con ogni probabilità, come già si diceva, la causa principale della subsidenza che da millenni si sta verificando nella bassa pianura padano-veneta e anche nella zona lagunare veneziana, dove essa, collegandosi coll'innalzamento del livello del mare dovuto allo scioglimento dei ghiacci, conduce al preoccupante abbassamento e alla graduale sommersione della nostra città.

## CAUSE ARTIFICIALI.

In misura assai più limitata contribuiscono al lamentato fenomeno anche alcune cause dovute all'attività umana, di cui è noto il valore come fattore di alterazione della naturale morfologia della superficie e della struttura della parte più elevata della crosta terrestre.

---

<sup>1</sup> WIEDENMAYER C., *Geologie des Appenninen Nordrandes und der angrenzenden Po-Ebene*. 14 Jahresvers. d. V.S.P. in Friburg, 7-8 juni 1947.

<sup>2</sup> DAL PIAZ Gb. *Op. cit.*, pagg. 449-50

<sup>3</sup> DAL PIAZ Gb. *OP. cit.*, pag. 449.

c) È noto innanzitutto che i Veneziani nel corso dei secoli estromisero quasi totalmente i corsi d'acqua un tempo sfocianti nella laguna, onde evitare l'inevitabile interramento di questa ad opera dei materiali solidi trasportati dai corsi d'acqua medesimi. Ciò per scopi diversi: per evitare l'impaludamento della laguna e le relative conseguenze igieniche, per mantenere questa naturale difesa della città contro eventuali azioni nemiche dalla terraferma e soprattutto perché, come diceva un vecchio detto veneziano, «gran laguna fa gran porto».

Ciò fu senza dubbio assai saggio da parte del governo della gloriosa Repubblica, ma d'altra parte ne venne di conseguenza che l'estromissione dei fiumi impedì alle torbide fluviali di compensare nell'area lagunare (naturalmente non nelle aree emerse) gli effetti della subsidenza e dell'innalzamento eustatico del livello marino.

d) Un'altra probabile causa artificiale dello sprofondamento, particolarmente per quanto riguarda le aree abitate, può essere indicata nell'eccessivo sviluppo (e conseguente appesantimento) delle costruzioni edilizie. È questa una causa che non sarebbe difficile eliminare o almeno contenere entro limiti tollerabili, qualora si considerasse non soltanto questo motivo, ma anche il danno gravissimo che deriva alla nostra città, sia dal punto di vista estetico che da quello igienico, dalle troppo frequenti sopraelevazioni di fabbricati esistenti e dalla costruzione di nuovi edifici sull'area di orti e giardini.

e) Ricorderò infine che anche l'eccessivo sfruttamento delle falde acquifere del sottosuolo veneziano può contribuire - secondo qualche Autore - allo sprofondamento della città e della zona circostante, qualora l'emungimento risulti superiore al naturale rifornimento idrico delle falde suddette e si giunga ad una diminuzione della pressione negli strati porosi «attivando quindi un richiamo e passaggio di acqua da contigui strati argillosi imbevuti, che perciò verrebbero a contrarsi» <sup>(1)</sup> e contribuendo in definitiva alla costipazione dei sedimenti.

Anche secondo G. FERRO «l'emungimento di grandi quantità d'acqua può provocare differenze di carico idrostatico fra i vari strati acquiferi con

---

<sup>1</sup> GORTANI M., *Gli ultimi abbassamenti del Delta Padano. Op. cit.*, pag. 10 dell'estr.



movimenti di acqua, conseguenti pressioni di filtrazioni ed emungimenti d'acqua dagli strati argillosi in consolidamento» (1).

Come riferisce M. GORTANI, in Giappone si sarebbero constatati abbassamenti di un certa entità in piane alluvionali deltizie assai estese (per esempio nelle zone di Tokyo e Osaka) in conseguenza di forti estrazioni idriche per usi industriali o per irrigazione (2).

Lo stesso Autore però fa rilevare che i risultati di studi approfonditi inducono a ritenere che in questi casi la contrazione sia limitata per la maggior parte agli strati superficiali e quindi è da ritenere non vada imputata allo sfruttamento delle falde acquifere profonde.

Secondo GORTANI «nessun abbassamento del suolo si è lamentato finora dove fortissime portate artesiane furono e sono utilizzate per alimentare grandi acquedotti» (3).

Comunque - poiché sono attualmente in corso studi su questo controverso argomento - è meglio attendere al riguardo dati più sicuri, e mi limiterò a rilevare che - qualora risultasse che effettivamente l'emungimento di acque artesiane contribuisca alla costipazione dei sedimenti del sottosuolo veneziano, questa causa artificiale di sprofondamento sarebbe pure suscettibile di eliminazione o almeno di riduzione qualora si ricorresse a una opportuna regolamentazione dello sfruttamento delle acque sotterranee.

Purtroppo non si può dire altrettanto per quanto riguarda le cause naturali, le quali, corrispondendo a grandiosi fenomeni fisici, sono completamente al di fuori della portata dei nostri limitatissimi mezzi d'azione.

Non resta quindi che augurarci da un lato che almeno l'aumento eustatico del livello del mare venga a cessare per un ripreso naturale sviluppo delle masse glaciali, e dall'altro che gli Enti Pubblici, con l'ausilio dei Tecnici - fra i quali l'Istituto Veneto di Scienze Lettere e Arti conta alcuni dei propri membri più illustri - pensino seriamente e senza rinvii alla difesa attiva della Regina dell'Adriatico contro l'inevitabile sommersione provvedendo a mantenere artificialmente a opportuno costante livello le acque del bacino lagunare.

---

<sup>1</sup> FERRO G., *Alcuni problemi geotecnici del Veneto*. Geotecnica, anno VII, 1960, pag. 59.

<sup>2</sup> GORTANI M., *Ibidem*.

<sup>3</sup> GORTANI M., *Ibidem*.

## BIBLIOGRAFIA

ACCORDI B. (1952), *Estensioni e limiti delle formazioni quaternarie nel sottosuolo del Delta padano*, . «Metano», anno VI, n. 5, Padova, maggio. (1955), *Banchi continentali pleistocenici nel sottosuolo di Porto Tolle (Rovigo)*. Atti del IV Congr. INQUA.

ACCORDI B. e SOCIN C. (1949-50), *Le formazioni quaternarie del pozzo di Correzzola (Padova)*. « Boll. Soc. Adriatica di Sc. Nat. », Trieste, Vol. XLV.

A.G.I.P. e A.G.I.P. MINERARIA (1959), *Relazione geologica e mineraria sulla Pianura Padana*. I giac. Gass. Eur. Occid., «Acc. Naz. Lincei», Roma, Vol. II.

ALBANI D. (1947), *Studi recenti delle variazioni del livello marino*. « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Ser. VII, Vol. XII, pagg. 88-96.

ALFIERI N. (1959) *Spina e le nuove scoperte - Problemi archeologici e urbanistici*. « Atti I° Conv. Studi Etruschi », *Spina e l'Etruria Padana*. Firenze.

AURIGEMMA S. (1936), *Il R. Museo di Spina in Ferrara*. II edizione, Ferrara.

AUTORI VARI (1887), *L'ingegneria a Venezia nell'ultimo ventennio - Il porto di Lido*, allegato II, a cura di F. C. Rossi. Naratovich, Venezia, pag. 42.

BATTAGLINI U. (1885), *Scoperta di oggetti di epoche preistoriche nell'estuario di Venezia*. «Arch. Veneto», Ser. II, Vol. XXX, parte II, pagg. 516-517.

BIANCHI F., ( 1956 ), *Il preoccupante abbassamento dei terreni e l'innalzamento delle acque nelle bonifiche idrauliche*. « Il giornale dell'Ingegnere», Vol. IV, Milano, n. 23.

BLANC A. C. (1942), *Variazioni climatiche ed oscillazioni della linea di riva del Mediterraneo centrale durante l'era glaciale*. Geologie d. Meere. u. Birmengewasser, Bd. 5; H. 2, pagg. 137-219.

BOAGA G. (1957), *Sugli abbassamenti del Delta Padano*, Rivista « Metano Petrolio e Nuove Energie », anno XI, Padova, pag. 319.

BONI G. (1912), *Costruzioni e macerie in Il Campanile di S. Marco riedificato*. A cura del Comune di Venezia, Ferrari, Venezia pagg. 29-32.

BOAGA G., MORELLI C., PUPPO A. e SELLI R. (1957), *Necessari chiarimenti sui fenomeni di affondamento della zona del Delta Padano*. STEDIV, Padova.

BULLO C. (1907), *Il lento e progressivo abbassamento del suolo nella Venezia marittima*. «Ateneo veneto», fase. marzo-aprile.

CAMPILANZI E. (1840), *Sulla corrispondenza dei cangiamenti di livello del mare osservati negli avanzi del tempio di Serapide, con quelli avvenuti a Venezia*. «Ann. Scienze Regno Lom.-Ven.», Vol. X, pag.51-67.

CASONI G. (1855), *Memoria letta all' Istituto a dì 4 giugno 1855 intorno alle scoperte fatte nell'isola della Vergine a Castello*. « Atti R. Ist. Ven. Sc. Lett. A. », Vol. VI.

CASTIGLIONI B. (1940), *Carta dell'Italia settentrionale durante la glaciazione würmiana*. In: DAINELLI G., *Atlante Fisico Economico d'Italia*, T.C.I., 1940, Tav. 3.

COLBERTALDO B. (1880), *Dell'alzamento del flusso marittimo nell'Adriatico ed in specialità nella Laguna di Venezia*. «Atti Ist. Ven. Se. Lett. A.», Vol. VIII, pagg. 704-712.

DALPIAZ Gb. (1959), *Il bacino quaternario polesano ferrarese ecc.*, I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale, «Acc. Naz. Lincei», Roma.

DE MARCHI L. (1922), *Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza colle espansioni glaciali*. «Atti Acc. Scient. Ven. Trent. Istr.», Vol. XII-XIII.

DORE P. (1942), *L'anomalia regionale della gravità nell'Appennino e nell'avampaese appenninico Bolognese*. «Mem. Acc. Scienze Bologna», 9, pag. 124.

FERRO G. (1960), *Alcuni problemi geotecnici del Veneto*. «Geotecnica», anno VI.

FILIASI C. G. (1796-98), *Memorie storiche dei Veneti primi e secondi*. I<sup>a</sup> Ediz., Fenza, Venezia; (1811-14) - II<sup>a</sup> Ediz. Tipogr. Semin. Padova.

FILIASI C. G. (1826), *Osservazioni sopra l'alzamento del flutto marittimo nelle lagune veneziane*. Andriola, Treviso.

FISKH. N., McFARLAN E. JR., KOLB C. R. e WILBERT L. J. JR, (1954), *Sedimentary Framework of the modern Mississipi delta*, «Journal of Sedimentary Petrology», Vol.24, n. 2, June, pagg. 76-99.

GALLO R. (1923), *Come fu risolto a Venezia il problema dell'acqua potabile*. «Riv. mens. Città di Venezia», Vol. II.

GALLO R. (1925), *Natura geologica del sottosuolo di Venezia*. « Riv. mens. Città di Venezia », Vol. IV.

GORTANI M. (1958), *Gli ultimi abbassamenti del Delta Padano*. «Natura e Montagna», Vol. V.

GUTEMBERG B. in ALBANI G. (1947) *Studi recenti sulle variazioni del livello marino*. « Boll. Soc. Geogr. Ital. » Ser. VII, Vol. XII.

KUENEN P. H. (1955) *Sea Level and Crustal Warping*. Geol. Soc. America, Spec. Pag. 62, pagg. 193-204.

LEONARDI P. (1934), *La formazione a Strombi e la cronologia pleistocenica*, «Boll. Soc. Veneziana di Storia Nat.», Vol. I.

LEONARDI P. (1940), *Carta dell'Italia durante la glaciazione würmiana*. In: DAINELLI G., *Atlante Fisico-Economico d'Italia*, T.C.I., tav. 3.

- MARZEMIN G. (1937), *Le origini romane di Venezia*. Fantoni, Venezia.
- MARTINIS B. (1957), *Bibliografia geologica ragionata del sottosuolo della pianura padana e veneta*, edita dall'A.G.I.P. Mineraria in occasione del Conv. sui Giacim. Gass. Europa occidentale, organizzato dall'Accademia Naz. Lincei e dall'Ente Naz. Idrocarburi, Milano.
- MIOZZI E. (1957), *Venezia nei secoli*, Venezia.
- MODERNI P. (1913), *Contributo alla conoscenza del sottosuolo dell'estuario veneto*. «Boll. R. Com. Geol.», Vol. XLIII, 4, 1912. Roma.
- MOLMENTI P. (1972), *La vita del Campanile*, in: *Il Campanile di S. Marco riedificato*. A cura del Comune di Venezia, Ferrari, Venezia.
- MORELLI C (1951), *Rilievo gravimetrico e riduzione isostatica dell'Italia nord-orientale*, «Tecn. Ital.» 3, 4, Trieste.
- PALEOCAPA, P. (1884), *Considerazioni sulla costituzione geologica del Bacino di Venezia e sulla probabilità che vi riescano i pozzi artesiani*. Cecchini, Venezia.
- PAVANELLO G. (1935) *La storia della Laguna fino alla conquista romana*. In: *La Laguna di Venezia*, Vol. II, parte III, tomo VI.
- PERCONIG E. (1956), *Il Quaternario nella Pianura Padana*, «Actes du IV Congrès Intern. du Quaternaire», Rome-Pise (1953), Roma.
- PIGORINI (1886), *Nuove scoperte preistoriche fatte a Torcello nelle barene di S. Adriano*, «Arch. Veneto», Ser. II, Vol. XXXI, parte I.
- POLLI S. (1946), *Il graduale aumento del livello del mare a Venezia, Trieste e Pola*, «Geofisica pura e applicata», Vol. IX, fase. I-2, Milano.
- POLLI S. (1947), *Gli attuali movimenti verticali delle coste italiane*, .Tecnica Italiana «Rivista d' Ingegneria e Scienze», N.S. II, 4, Trieste.
- POLLI S. (1948), *Registrazione dei bradisismi costieri*. «Geofisica pura e appl.», Vol. XII, fase. 3-4.
- POLLI S. (1952), *Misura dei lenti movimenti verticali della superficie terrestre*, «Annali di Geofisica», Vol.V, n. 3.
- POLLI S. (1952), *Gli attuali movimenti verticali delle coste continentali*, «Annali di geofisica», Vol. V, n. 4.
- POLLI S. (1954). *L'attuale aumento del livello del mare lungo le coste del Mediterraneo*, «Geofisica e Meteorologia», Vol. II, n. 12.
- Puppo A. (1956), *Il problema dell'affondamento del Delta Padano*, «Metano», anno X, n. 11.
- PUPPO A. (1951), *L'affondamento del Delta Padano: primi lineamenti di una cinematica del fenomeno*. «Metano, Petrolio e Nuove Energie», Vol. XI.

PUPPO A., (1951), *L'estrazione delle acque metanifere nel territorio del Delta Padano e l'affondamento del suolo: ricerca di correlazioni*, «Metano, Petrolio e Nuove Energie», anno XI, n. 11, Padova.

PUPPO A. (1958), *L'abbassamento del suolo nel Delta Padano, secondo i risultati delle livellazioni eseguite nel 1951 e alla metà del 1958*. «Metano, Petrolio e Nuove Energie», Vol. XIII.

Rocco T. (1942), *Progressi della sismica a riflessione nella esplorazione petrolifera dell'A.G.I.P. nella Pianura Padana*, «Rivista Ital. Petrolio», Roma, marzo.

RUGGIERI G. e SELLI R. (1949), *Il Pliocene e il Postpliocene dell'Emilia*, «Giornale di Geologia», Ser. 3, Vol. XX (1948), Bologna.

RUSSEL R. J. e RUSSEL R. D. (1939), *Mississippi River Delta Sedimentation*, in «Recent Marine Sediments - A Symposium » edited by P. D. TRASK, published by the Amer. Assoc. of Petroleum Geol., Tulsa, Okl.

SABADINO C. (1930), *Ragionamenti fatti tra Giovanni de Ferrarii, massaro dell'uscio delle acqua, et Santo Folegato, Fante di esso ufficio, del crescimento degli mari et della Laguna di Venetia ogn'anni cento*. In «Antichi scrittori dell'idraulica veneta», Vol. II, parte I, pag. 149.

SACCOMANI B. (1957), *La conferenza stampa sull'abbassamento del Delta Padano tenuta a Milano l'otto gennaio dall'avv. Bruno Saccomani, Presidente del Consorzio Italiano Metano*, «Metano, Petrolio e Nuove Energie», anno XI, n. 12, pag. 743.

SELLI R. (1949), *Le conoscenze geologiche sul Quaternario gassifero del Polesine e del Ferrarese settentrionale*, «Atti VI Conv. Naz. Metano», Padova, giugno, pag. 515.

TORTAROLO G. e SULLAM A. (1954), *L'erosione del Litorale nell'alto Adriatico e la difesa del territorio. Convegno bonifiche venete. 27 maggio*. Sorteni, Venezia.

UMBROGROVE J. H. F. (1950), *Symphony of the Earth*. Martinus Nijhoff - The Hague.

URBANI DE GELTHOF G. M. (1880), *Venezia preistorica*. Bull. Arti. Ind. e curios. venez., pag. 136.

UZZIELLI G. e LUCIANI T. *Oscillazioni del suolo d'Italia*. Opuscolo s.i.d.

WIEDENMAYER C. (1947), *Geologie des Appenninen Nordrandes und der angrenzenden Po-Ebene*, Vortrag gehalten an der 14 Jahresversammlung der V.S.P. in Fribourg am 7 und 8 Juni.

ZENDRINI A. (1802), *Sull'innalzamento del livello del mare*. Giornale dell'Italiana Letteratura, Padova, Vol. II.

ZENDRINI A. (1845), *Esame di alcuni fatti geologici giudicati da taluno conducenti a dimostrare l'invariabilità del livello del mare*. Meni. R. Ist. Ven. Sc. Lett. A., Vol. II, pag. 213.

ZILLE G. (1950), *L'erosione della spiaggia veneta*. Giorn. econ. Cam. Comm. pagg. 557-69