

ELEMENTI ED ASPETTI MORFOLOGICI DELLA LAGUNA VENETA

per Giuseppe MORANDINI

Elementi geografici.

Lungo le coste della regione italiana si notano particolari formazioni morfologiche dette lagune, che hanno l'aspetto di uno specchio d'acqua separato dal mare da cordoni litoranei o lidi più o meno frastagliati o continui. La più nota delle lagune d'Italia è certamente la laguna di Venezia sia per la Città che ne emerge, onusta d'arte e di storia, sia perchè gli studi e le indagini, antiche e recenti, di taluni problemi che la riguardano sono raccolti in una monumentale Monografia ancora in corso a cura del Comitato italiano della Commissione internazionale per l'Esplorazione scientifica del Mediterraneo. Dovendo della laguna lumeggiare qualche elemento geografico e morfologico: si nota che essa è certo una delle meglio conosciute sotto il profilo cartografico. Troppo lungo, sarebbe anche la sola menzione di una vasta serie di carte. Può essere sufficiente ricordare che la sua raffigurazione su basi geometriche, cioè con rappresentazione in scala e con indicazione anche della profondità, risale a circa un secolo e mezzo addietro, cosicchè anche sotto questo aspetto la Laguna di Venezia si differenzia dalle altre lagune italiane. Basterà a tal proposito citare la carta del DENAIX (1).

Carta di interesse ancora maggiore, quale mezzo di studio, è quella preparata dall'ufficio idrografico del magistrato alle Acque (2) a grandissima scala (1 : 5000), documento fondamentale per qualsiasi ricerca e interpretazione di ordine morfologico, anche perchè corredata da numerosissimi rilievi di dettaglio. Ai fini dello studio morfologico elementi di prezioso ausilio sono costituiti dal materiale proveniente dalle perforazioni eseguite nell'ambito della Laguna. Sono centinaia di profili, solo in piccolissima parte studiati, ma di molti dei quali è sempre possibile valersi, certamente con buoni o talora ottimi elementi di giudizio.

Tutto questo materiale di vario genere consente di affermare che si è già raccolta una documentazione abbastanza ampia per poter affrontare lo studio di un problema pur assai complicato.

La laguna di Venezia si estende su una superficie di circa 550 km² (548,89) tra il corso terminale del Brenta (foce di Brondolo) a mezzogiorno e il tratto finale, tortuoso del Sile (foce di Piave Vecchia a settentrione); verso terra i suoi confini sono oggi marcati da opere umane,

(1) Piano della laguna di Venezia della carta topografica idrografica militare della laguna di Venezia rilevata dal Capitano Augusto DENAIX negli anni 1809-10-11. (La carta è riportata nell'Atlante 1° della Monografia « La Laguna di Venezia ».)

(2) Carta della laguna di Venezia, scala 1 : 5000 edita a cura dell'Ufficio idrografico del Magistrato alle Acque con la collaborazione dell'Istituto geografico militare.

piuttosto che da elementi naturali. Gli estremi in latitudine variano da $45^{\circ} 10' 47''$ di Brondolo a $45^{\circ} 34' 35''$ di capo Sile; quelli in longitudine, riferiti Monte Mario, variano tra $0^{\circ} 19' 30''$ della Motta di Scirocco a occidente e $0^{\circ} 10' 54''$ di Iesolo ad oriente. Più significativi forse i valori della lunghezza della laguna che risulta all'incirca di 55 km e della larghezza di circa 13 km espresse non quale corrispondenti alle differenze di latitudine e di longitudine, ma prese la prima lungo un asse centrale allo sviluppo longitudinale e la seconda in direzione ad essa normale. La laguna può essere ripartita in tre porzioni dal punto di vista idrografico: le tre bocche di Chioggia, di Malamocco e del Lido (S. Nicolò) sottendono e determinano dei veri e propri bacini lagunari, che pur non essendo così nettamente suddivisi e ben identificabili come quelli terrestri da linee spartiacque, tuttavia hanno dei limiti abbastanza facilmente riconoscibili, tanto che in seguito si parlerà di « partiacqua », cioè di linee di conterminazione dei bacini. Indubbiamente il principale di questi bacini interni è quello di Lido che occupa un'area di 276,05 km², pari al 48 per cento della superficie totale; poco meno di un terzo dell'area totale occupa il bacino di Malamocco (km² 162,10, 31 per cento), mentre quello di Chioggia misura un'area di 110,74 km² pari al 21 per cento della superficie totale. Può interessare un rapido richiamo all'andamento delle linee « partiacqua » tra i tre bacini: quello di Lido occupa tutta la parte settentrionale della laguna, ivi compresa anche Venezia et è separato dal contiguo bacino di Malamocco da un « partiacqua » ad andamento all'incirca normale all'asse longitudinale della laguna, linea che si appoggia all'isola di Sant'Angelo della Polvere e tocca il sottile cordone del Lido in corrispondenza del Lazzaretto in prossimità del quartiere delle Quattro Fontane del Lido. Più complicato è l'andamento della linea « partiacqua » tra il bacino di Malamocco e quello di Chioggia in quanto il decorso dalla Motta di Scirocco al Casone Nuovo del Val Pierimpié corre quasi parallelo al Taglio Nuovissimo cioè alla conterminazione lagunare, lasciando quindi nel bacino di Malamocco una serie di valli (Morosina, Ghebbo Storto, ecc.); dalla località del C. Nuovo con andamento piuttosto tortuoso si dirige normalmente all'asse lagunare per raggiungere il cordone del Lido a circa metà strada tra S. Pietro in Volta e Pellestrina, in corrispondenza dello sbocco del canale della Cava in quello di Sant'Antonio.

Altro elemento di un certo interesse pregiudiziale sotto il profilo geografico e morfologico è il fatto che l'area lagunare non si presenta come uno specchio d'acqua continuo e uniforme. In tutti e tre i bacini si nota anzi una certa qual mescolanza tra zone emergenti costantemente, zone di barena, di cui meglio sarà chiarito più innanzi il carattere e zone di acque libere, le quali ultime prevalgono in via assoluta o quasi nella zona lagunare a ridosso del Lido. Le percentuali tra queste aree di differente significato morfologico sono

Zone emergenti	4,7	per	cento	pari	a	25,70	km ²
Barene	16,75	»	»	»	»	92,10	
Acque libere	78,65	»	»	»	»	431,09	

Questi valori, sia relativi che assoluti, riguardano l'area totale può essere interessante sottolineare che i valori percentuali restano quasi invariati anche qualora ci si riferisca alla superficie lagunare depurata di quella delle valli da pesca, la cui estensione totale raggiunge circa cento chilometri quadrati.

Le zone sopra distinte, che corrispondono a determinate formazioni lagunari di origine naturale, hanno funzioni particolari in vari casi; un fattore ha però assoluta predominanza su altri et cioè l'equilibrio tra i deflussi fluviali e l'azione del mare, cioè praticamente è prevalente in quello che è l'attuale conformazione morfologica lagunare l'azione dinamica in confronto alle condizioni statiche, cioè a condizioni preesistenti o legate più propriamente ad agenti e cause endogene in confronto a fattori esogeni, in particolare in questo caso riferibili all'azione delle acque incanalate (deflussi dei fiumi) e dal mare. Certamente grande importanza però ha avuto su tali questioni e nella Laguna veneta in particolare un altro fattore che normalmente non è preso in considerazione nel campo della morfologia, cioè l'opera d'ell'uomo. In laguna l'azione umana si è esplicata con opere di vario genere. Anzi tutto è da ricordare la diversione del Brenta, del Sile e del Piave, per non ricordare che i fiumi più importanti.

Con una serie di opere, a cominciare dal 1300 in poi, si sono effettuate una serie di imprese che il Pavanello non esita a definire « deviazione di giganti » in modo che l'uomo è intervenuto in maniera decisiva nell'equazione naturale fiumi — mare. Ma tale intervento non si è solo manifestato con la deviazione dei fiumi; altrettanto può dirsi delle canalizzazioni e di tutte le opere di rettifica e di sistemazione lungo il corso anche in tratti lontani dalla zona lagunare dei fiumi. E non vanno dimenticati a tal proposito anche i grandiosi interventi e le opere a volte fondamentali per la utilizzazione delle acque dei fiumi non tanto dal punto di vista idroelettrico, ma soprattutto sotto il profilo dell'irrigazione a scopo agricolo e per la navigazione.

Un altro aspetto certamente di notevole importanza è quello delle colmate e delle bonifiche che hanno certamente modificato il rapporto iniziale delle superfici d'acqua e di terra. Ed infine non è da dimenticare anche le opere umane intese a sistemare a regolare le cosiddette valli da pesca ⁽¹⁾, il cui meccanismo ha trovato in moderne e recenti soluzioni tecniche di taluni problemi una regolamentazione che certo ha influenzato le condizioni naturali della laguna.

Anche solo questi semplici e fugaci richiami consentono di affermare che nel caso della laguna di Venezia, ove l'uomo in circa un millennio e mezzo ha esercitato un'azione continua e progressivamente più efficace, tale fattore è stato decisivo o comunque assai importante e rappresenta un valore forse decisivo, cosicché A. PALLUCCHINI, profondo conoscitore dei problemi della laguna, poteva affermare in un suo scritto ⁽²⁾ che la laguna veneta « sarebbe attualmente terraferma, se l'opera dell'uomo non la conservasse artificialmente ». Per la verità si è arrivati anche a definire la laguna quale bacino artificiale ⁽³⁾; a tale affermazione si ritiene poter aderire, in quanto i fattori naturali esercitano ancora una loro azione. Ciò che si può constatare è che la Laguna di Venezia non ha più la stessa funzione di quelle nelle quali l'azione umana non è intervenuta e cioè l'azione di graduale trapasso da superfici d'acqua nettamente marine alla vera e propria terra ferma.

Le zone lagunari sono aree in equilibrio instabile, dovuto a due fattori naturali in concorrenza o talora in collaborazione; il meccanismo di tali fattori è però ancor oggi spiegabile solo in parte, perchè le variabili che entrano in gioco sono molto numerose e soprattutto riesce assai difficile la discriminazione degli effetti che possono imputarsi alle singole variabili.

Indubbiamente elemento fondamentale per la formazione delle lagune è la esistenza di dune costiere e ancora più di sistemi di cordoni, tomboli, la cui formazione non è necessariamente connessa con la formazione delle lagune. Ciò in altri termini significa che non tutte le spiagge sottili caratterizzate dall'esistenza di tomboli o di cordoni di dune sono necessariamente anche orlati da lagune. Ciò per effetto di cause diverse, due delle quali piuttosto evidenti. Anzitutto le dune costiere, riunite o meno in cordoni, sono costruzioni abbastanza facilmente soggette a distruzione per l'erosione marina, dovuta a cause varie delle quali il movimento di abbassamento per effetto del costipamento dei terreni è una causa di ordine piuttosto generale. Un secondo fattore che può intervenire in questo gioco è l'innalzamento del livello del mare che come ormai è stato dimostrato di recente può esser valutato in un ordine di grandezza di venti centimetri al secolo per il Mediterraneo, valore confermato da livellamenti trigonometrici di precisione dell'Istituto geografico militare e del Magistrato alle Acque, confermati anche da recenti rilievi ecometrici in laguna e nell'alto Adriatico. Naturalmente tali effetti dell'erosione o addirittura della demolizione dei cordoni può aver determinato un modellamento e un'erosione delle spiagge, problema che esula però dalla vera e propria morfologia lagunare. La formazione e l'esistenza delle lagune restano quindi condizionate all'esistenza di deflussi fluviali e al loro trasporto di materiali tali da contribuire alla formazione di specchi d'acqua a ridosso, verso terra, di cordoni non ancora distrutti o intaccati profondamente dall'erosione marina.

(1) Qualche chiarimento sulle « valli » sarà dato più innanzi.

(2) Rapporto presentato alla IV^a Assemblea generale dell'Unione geodetica e geofisica internazionale di Stoccolma, agosto 1930.

(3) FAGANELLI A. — Il trofismo della laguna veneta e la vivificazione marina, Venezia, 1954.

Aspetti della plastica lagunare.

Come si esprime lo ZILLE (1) la plastica della laguna può considerarsi come il « risultato del lento processo evolutivo naturale », cui si è sovrapposta l'effetto della dinamica delle acque della laguna e le modifiche operate dall'uomo per le esigenze del progresso e dello sviluppo sociale. Le forme di tale plastica, possono esser così individuate.

1^o) *Barene o meglio superfici barenicole.*

Si intende per esse caratteristiche formazioni, spesso rilevate rispetto al fondo lagunare, di area e forma alquanto varia, ma sempre contraddistinte da un bordo rialzato e da una parte centrale più depressa, quindi a catino la cui pendenza verso l'interno è assai debole, mentre lungo l'esterno essa può essere anche abbastanza accentuata fino al punto da consentire la formazione dei « ghebbi », cioè di solchi di erosione che talvolta lungo il bordo più pendente possono presentare delle cascatelle, quando la marea si ritira.

Carattere specifico di tali superfici è il fatto che normalmente sono soggette alla sommersione marina, solamente durante le alte maree di sizigia e naturalmente sono sommerse in caso di alte maree eccezionali.

Abbastanza ampia è l'area di distribuzione delle barene; essa corrisponde, in linea di massima ad un allineamento che segue il limite tra la laguna viva e la laguna morta, cioè tra la parte attiva idraulicamente funzionante in tempi di marea ritmici rispondenti a quelli delle bocche portuali e quella parte, separata e segregata in parte anche per effetto delle barene stesse che presenta ritardi nella propagazione del fenomeno della marea (2).

La zona attuale dove le barene conservano ancora la loro tipica struttura appare chiaramente nel bacino di Chioggia a contatto con la zona di bonifica del delta del Brenta e nella fascia intermedia tra la laguna aperta e le valli più interne. Più frammentaria è nella porzione interna del bacino di Malamocco, mentre in quello del Lido le barene si estendono un po' ovunque, fino ad arrivare nella parte più settentrionale ad appoggiarsi alla conterminazione verso terra da un lato e al Lido del Cavallino verso mare.

La formazione delle barene non è certo problema da risolvere in poche parole; sarebbe necessaria un'analisi molto attenta delle forme attuali da mettere in relazione con gli antichi apparati di foce di fiumi lagunari o a resti di antiche bonifiche. Anche dalle grandi linee della distribuzione odierna pare si possa affermare in primo luogo la grande importanza che hanno avuto gli apparati di foce dell'Osellin, del Dese, del Sioncello, ecc. La caratteristica forma a catino con bordi rialzati confermerebbe l'ipotesi che il fenomeno di costipamento si abbia più evidente nella parte centrale di tali zone di accumulazione deltizia, mentre i bordi più soggetti all'azione fluviale sarebbero stati « fortificati » da un fenomeno di deposito successivo e più continuo e di conseguenza potrebbero restare rialzati. E' solo una ipotesi di lavoro che viene qui espressa e che dovrebbe trovare conferma in ricognizioni dirette.

Una seconda ipotesi che si basa sulla attuale distribuzione è quello in base alla quale la formazione di barene è da mettere in rapporto con le bonifiche sia quelle più antiche della

(1) ZILLE G.G. — *Morfologia della Laguna*, in *Monografia della Laguna*, vol. I, Parte II, t. II, Venezia, 1955.

(2) VERCELLI F. nel suo volume *Il mare, i laghi, i ghiacciai*, UTET, Torino, 1951 scrive: « Nelle lagune alcune aree sono sempre sommerse; altre sono sommerse periodicamente durante le alte maree (*laguna viva o velma*); altre sono emerse e solo eccezionalmente invase dall'acqua (*laguna morta o barene*) ». La distinzione del VERCELLI non proprio del tutto accettabile da un punto di vista morfologico, è basata sul meccanismo della marea e riflette anche in qualche modo le condizioni fisico-chimiche e di conseguenza anche quelle biologiche della Laguna. Gli studi più recenti sotto questo profilo, condotti da vari autori nella Stazione idrobiologica di Chioggia della Università di Padova, diretta dal Prof. Umberto D'ANCONA consentono una più precisa e dettagliata definizione tra laguna viva e laguna morta.

prima metà del '500 (1507) e della seconda metà del sec. XVII^e (1683) sia di quelle recenti di Ca' Zane (1912), Ca' Deriva (1924) o più recenti ancora. E' infine tra le barene dovute alle opere umane possono essere ricordate i resti di barene entro le valli arginate (Valli Dogà, Grassabò, Dragojosolo, ecc.), ove possono essersi conservate proprio perchè le valli sono sottratte, per le caratteristiche stesse del loro funzionamento al ritmo alterno dell'azione di marea.

Per concludere si può quindi in linea generale annotare che il disgregamento e la attuale distribuzione delle superfici barenicole trova spiegazione in un duplice ordine di fattori *naturali* struttura e variazione nel tempo degli apparati fluviali, sulle cui condizioni non è mancata però in Laguna anche l'opera dell'uomo; *umane* per le modificazioni apportate in relazione a bonifiche e all'esercizio della pesca, che talvolta ha certo modificato la possibilità di propagazione della marea.

2^o) *Superfici paludive.*

Sono quelle aree che risultano soggette alle maree ordinarie; per tale loro carattere hanno una particolare funzione idraulica in relazione soprattutto al meccanismo delle maree e una notevole importanza dal punto di vista biologico in quanto rappresentano un caratteristico ambiente di vita, soprattutto biocenotico, in relazione alle loro condizioni fisico-chimiche.

Dal punto di vista morfologico le superfici paludive rispecchiano le barene, cioè la loro forma, nel profilo verticale e nell'andamento planimetrico presenta gli stessi caratteri a catino con bordi rialzati e con pendenza più accentuata verso l'esterno al confronto con l'interno. La differenza fondamentale con le barene va quindi ricercata nella diversa altezza assoluta in relazione a una qualsiasi quota di riferimento. E' quasi inutile osservare che in genere si tratta di aree soggette a ritmica sommersione, coperte di conseguenza da una lama d'acqua a periodo ritmico che può raggiungere al momento di massima e con maree normali poco più di mezzo metro di altezza.

La loro localizzazione nel territorio lagunare è piuttosto caratteristica e sembra che possa esser messa in relazione con le linee dei « partiacqua », cioè che le superfici paludive siano localizzate in depressioni che si trovano in relazione a tali linee. Tale constatazione trova conferma ad esempio nella localizzazione della fossa della Magra, dei Fondoni dei Sette Morti e del Vallone di Millecampi; la prima e i secondi sono praticamente attraversati dal « partiacqua », così come viene oggi tracciato, mentre il Vallone di Millecampi resta addossato alla medesima linea che lo limita verso settentrione e verso occidente. Una seconda area depressa si trova all'incirca a cavallo del « partiacqua » tra i bacini di Malamocco e del Lido in corrispondenza del triangolo coi vertici sull'Isola di S. Angelo della Polvere, sulla Sacca Fisola e sulla confluenza dei canali Freganzorzi e Perarolo. Finalmente una terza zona depressa è racchiusa tra il ponte della ferrovia e l'ex-canale Vittorio-Emanuele III.

Le forme di dettaglio di queste depressioni non sono ben note; per la verità furono eseguite ricerche di alta precisione da parte dell'Ufficio idrografico del Magistrato alle Acque, dalle quali risulta che la depressione è formata da un'area pianeggiante con profondità da 30 a 50 centimetri sotto il medio mare con « ghebbi » di profondità abbastanza sensibile di poco superiore ai due metri. Le « code » dei ghebbi immettono in aree di scarsa profondità (60 cm). In complesso la forma della depressione risulta piuttosto complessa con escavazioni (i ghebbi) che possono essere in relazione a formazione dunali di spiaggia sottile e con complicazioni in relazione all'azione di flusso e di riflusso dei grandi canali che, nel caso considerato della fossa Rosina, ne corrono ai bordi.

Sotto certi aspetti (forma, erosioni all'esterno, pendenza ecc.) sembra quindi vi sia una certa relazione tra le barene e le formazioni a palude, per quanto invece non appaia chiaramente la correlazione genetica e quella tra le barene, le depressioni paludine e le linee « partiacqua ». Un'altra netta differenza sta nel fatto che mentre le barene sono sommerse solo dalle maree di sizigia, le superfici paludive sono soggette al normale ritmo di marea; di conseguenza

l'azione del flusso e riflusso è di valore ben diverso nei due casi sia per la continuità nel tempo sia anche per la diversa entità della massa d'acqua. Di tali fatti andrebbe tenuto conto per il diverso risultato che vi può essere sulla porzione interna delle dune e delle oltre, non disgiunta dal fatto che ben differenti sono le loro condizioni biologiche, soprattutto dal punto di vista botanico. E' ben noto infatti dagli studi del BEGUINOT la composizione floristica e le diversità delle associazioni vegetali delle zone lagunari. L'esistenza di una copertura vegetale continua, e spesso piuttosto resistente, costituisce indubbiamente un fattore di cui il morfologo deve tener conto.

3^o) *Le Valli da pesca.*

Il termine di « valli » è caratteristico come ben si sa di determinate superfici, ove si esercita la pesca, che sono caratteristiche della costa occidentale dell'alto Adriatico, da taluni detto anche golfo di Venezia. Una più precisa localizzazione di esse può esser riferita alla laguna veneta e a quelle di Comacchio, per quanto non manchino anche in altre località d'Italia o della costa francese del Mediterraneo, però sono state introdotte dalla regione veneta con opportuni adattamenti di parte di specchi lagunari.

Come già si è detto le « valli » nella laguna di Venezia rappresentano una considerevole superficie, circa cento chilometri quadrati, pari a poco più di un quinto dell'area totale. Dai magistrali lavori di A. BULLO e degli studiosi che ne hanno seguito le orme si conoscono i caratteri e il meccanismo di funzionamento; dal punto di vista della morfologia lagunare vale forse la pena di ricordare soltanto che tre sono i tipi *Valli arginate* o chuisse, cioè i bacini che sono totalmente isolati dagli specchi d'acqua o dalle terre circostanti. In queste il regime idraulico è rigidamente controllato in quanto regolabile dall'uomo è l'afflusso di acqua dolce e di acqua salata. L'opera dell'uomo è in questo caso di assoluta prevalenza su quelli che possono essere i fattori naturali; pur tenendo conto che originariamente erano depressioni naturali della laguna, l'uomo ne ha modificato il regime idraulico col che è anche stata modificata certamente l'intensità delle azioni di carattere idraulico dovute alla marea, senza con ciò tener conto che nelle valli arginate spesso aree abbastanza rilevanti sono dedite all'orticoltura, alla costruzione di case di abitazione ed esercizio della pesca (*casoni*), allo scavo di canali con lavorieri e chiavi-chi e di peschiere, alla impostazione di argini e di canali di grande sviluppo, ecc. E' tutta una serie di opere umane di notevole entità che entrano nel novero dei fattori che contribuiscono a modificare sostanzialmente l'aspetto del paesaggio naturale e il gioco delle forze che di solito lo plasmano.

Le *valli semiarginate* sono invece quei bacini, ove la chiusura dai contigui specchi d'acqua o canali non è assoluta e completa. E' ovvio quindi che anche il regime idraulico non è artificiale e direttamente controllabile. Ne consegue che tali « valli », di solito situate nelle zone intermedie tra lo specchio lagunare libero (laguna viva) e le parti più entro terra, sono soggette a un certo regime naturale e per qualche caso si può anche indicare una corrispondenza tra queste valli e le superfici paludive o almeno con le porzioni più depresse delle superfici paludive. Tuttavia vi è da far presente che l'attività dell'uomo anche nelle valli semiarginate è abbastanza intensa, la pesca è redditizia e quindi non vi manca un influsso abbastanza sensibile, che del resto è già stato richiamato per le modificazioni delle zone barenicole.

Infine il termine di *valli aperte* è da riferirci a bacini ove l'azione dell'uomo è praticamente da escludersi; il regime idraulico lagunare si esplica quindi in pieno e, data la loro localizzazione spesso in corrispondenza della laguna viva, sono specchi lagunari in cui l'azione dell'uomo, almeno in forma stabile, è nulla.

Certo le « valli » della laguna costituiscono ambienti di un grande interesse e un carattere tipico della nostra Laguna, soprattutto per i perfezionamenti tecnici a cui i vallicultori hanno saputo arrivare, anche perchè spesso, se non sempre, hanno avuto fiducia nello studio e nella esperienza, per cui spesso non hanno lesinato i mezzi quando questi erano scarsi o mancanti.

Le arterie lagunari.

Anche la semplice consultazione di una carta della Laguna a modesta scala consente di rendersi conto dell'esistenza di una vasta rete di vie d'acqua di tipo e di entità molto differente. E' un sistema molto complesso dal punto di vista planimetrico, di origine fino ad oggi non ben chiara se non nelle sue linee fondamentali o in alcuni particolari. La funzione di tale sistema è forse oggi il problema più chiaro. Le osservazioni di oltre mezzo secolo più o meno sistematicamente condotte a cura del Magistrato alle Acque, lo studio e le conclusioni a cui si è arrivati sulla base di tali osservazioni sulla propagazione del moto di marea lungo i canali maggiori e minori, il meccanismo e il calcolo delle masse d'acqua che dal mare entrano in Laguna attraverso le bocche di Chioggia, di Malamocco e del Lido e dalla Laguna ne escono con la ritmica vicenda giornaliera, sono fatti abbastanza conosciuti e sui quali si può ragionare per giungere a certe conclusioni che esulano dei compiti di questa relazione. Così quasi inutile può apparire il richiamo alla navigazione interna della cui importanza è ben edotto chi anche poco conosca Venezia e la sua Laguna. Fatto primo però, cui più difficilmente si pensa, è la variabile profondità ed entità dei canali. Un primo richiamo può essere di un certo interesse. Le profondità maggiori, anche in condizioni naturali, si trovano all'interno delle bocche già ricordate, ove, sia pure in via eccezionale, si trovano delle vere e proprie « buche » che giungono fino a 30 metri di profondità sia pure in aree molto limitate. Sono punti limitati nello spazio e costituiscono delle eccezioni che gli autori (DE MARCHI, VERCELLI, ZILLE) hanno spiegato con cause locali, cioè come escavazioni imbutiformi, dovute a movimenti vorticosi delle acque marine e lagunari in corrispondenza di divaricazioni in vie d'acqua minori. A tale proposito merita certo un particolare richiamo la posizione di Venezia rispetto alla rete dei canali naturali. La Città appare situata tra depressioni lagunari piuttosto evidenti e la bocca di Lido, al centro quindi di una zona depressa alimentata dal flusso marine e direttamente interessata dal riflusso.

Se abbastanza evidente è la posizione di Venezia nel sistema di canalizzazioni della laguna può però apparire ancora spiegabile l'esistenza di canali che si internano nelle parti più remote dei tre bacini, quando si tenga presente che ivi non mancano specchi d'acqua piuttosto estesi, vallivi o paludivi, con uno spessore d'acqua talora abbastanza ragguardevole, alimentati in passato e ancor oggi da apporti d'acqua dolce di provenienza dall'esterno. Non difficile è desumere dal CUCCHINI o dal altri l'indicazione di tali apporti :

- a) acque fluviali di libero decorso (fiumi Osellin, Dese, Zero, ecc.; canale di Burano, ecc.);
- b) acque fluviali a corso regolabile anche in funzione della navigazione;
- c) acque fluviali a decorso eccezionale in caso di morbide o di piene dei collettori;
- d) acque di smaltimento dei territori di bonifica;
- e) relitti di antiche canalizzazioni (tagli o drizzagni delle barene).

Altro gruppo di canali che facilitano oggi l'azione del flusso e riflusso verso le parti più interne, al di là dello sbarramento delle barene, sono quelli costruiti o comunque rettificati dall'uomo; così le « scomenzere » (1), i canali allacciati, i canali litoranei interni e i canali artificiali quale conseguenza dello sviluppo della navigazione in Laguna.

La rete dendritica delle vie d'acqua naturali risulta oggi certamente e notevolmente modificata dall'uomo. Essa è ancora in certi casi abbastanza visibile soprattutto nelle ore di bassa marea e a tal proposito la veduta dal campanile della basilica di Torcello è assai istruttivo. Indubbiamente l'intervento dell'uomo è stato in questo campo assai ragguardevole ed ha certamente contribuito a modificare la naturale azione delle acque. Tuttavia non pare si possa paragonare l'azione umana su questo particolare aspetto della morfologia e quella ben imponente della diversione dei fiumi, della bonifica, dei banchinamenti di argini, della chiusura delle valli, ecc. aspetti questi dell'intervento umano che hanno certo avuto sulle forme attuali della Laguna ben più importanti ed evidenti effetti.

(1) Il termine è molto significativo anche da un punto di vista morfologico e idraulico, se, come presumibile deriva da « scomenzar », incominciare. Sembra significare che basta iniziare lo scavo per vederlo poi continuato dalle forze naturali. E' ovvio che occorre però una oculata scelta della posizione, subordinata ad una profonda conoscenza del regime idraulico, quale quella dei « Savi alle acque ».

Le isole.

Sono queste lembi di terraferma non soggiacenti alle alte maree di sizigia; esso possono essere sommerse da eccezionali alte maree. Il solito sguardo alla carta può rivelare l'esistenza di un certo buon numero di isole sparse un po' dovunque in laguna, ma vi è la possibilità di raggrupparle in due sistemi ben distinti per la loro origine.

Isole derivanti da antichi *relitti di dune* che possono esser riconosciute in due zone ben localizzate, l'una a SE di Chioggia (zona dell'abitato di Chioggia, I. Vignole, I.S. Felice, ecc.) l'altra nel bacino di Lido con estensione subparallela al cordone litoraneo esterno dalla Certosa a S. Erasmo, Tre Porti, Lileo Piccolo, Mesola; Lio Maggiore fino a Cavallino. Che possa trattarsi di resti di antiche dune appare abbastanza evidente dalla loro forma allungata, anche se oggi appaiono frammentate in vari tronconi; dalla loro distribuzione planimetrica appare anche chiaro che doveva trattarsi di uno o forse più sistemi di dune paralleli al lido attuale, cioè dovute a forze la cui risultanti delle direttrici sono ortogonali perchè ortogonale era la direzione del fiume o dei fiumi rispetto alla spiaggia. Pare anche di poter affermare che i fiumi particolarmente interessati possano considerarsi il Brenta e il Sile.

All'opera di deposizione dei fiumi sono però da ascrivere più propriamente altri gruppi di isole, così quelle su cui è sorta la Città di Venezia, la Giudecca e S. Giorgio, Burano, Mazzorbo, Torcello. La loro forma più compatta e la natura spesso dei depositi consentono di sostenere tale origine e di differenziare queste da quelle di relitti dunali e naturalmente la localizzazione di questi due sistemi di isole è un elemento assai importante per la interpretazione dell'evoluzione morfologica della Laguna. E' ben vero che anche in relazione a questo elemento morfologico l'opera dell'uomo è stata particolarmente importante con l'esecuzione in tempi recenti di vasti interrimenti e terrapieni soprattutto di preesistenti « sacche », di cui facile può essere citare qualche esempio (Porto Marghera, Stazione marittima di Venezia, ampliamento della Giudecca, ampliamenti di varie isole minori, ecc.).

Il litorale e i porti.

Resta da ultimo un elemento fondamentale della Laguna cioè il cordone naturale di dune più recenti e più resistenti che è elemento caratteristico e in un certo senso necessario alla esistenza o per lo meno a dare alla Laguna veneta un suo particolare aspetto. Basta infatti confrontare questa con le lagune di Caorle o di Grado per rendersi conto del significato di questo litorale quasi continuo rispetto al tipo della laguna. Pilastrini su cui esso si appoggia sono gli apparati di foce del Brenta a Sud e del Sile a Nord; il carattere di duna è ancora ben conservato e riconoscibile in taluni settori, dove l'opera dell'uomo non l'abbia del tutto o in gran parte trasformato. Tuttavia esso è sempre stato soggetto perchè nella posizione più esposta all'azione del mare. Di conseguenza si è provveduto a difese in varie epoche e con diversa intensità. La sistemazione attuale dei cosiddetti « murazzi » con veri e propri banchinamenti verso il mare e verso la Laguna risale a un progetto del Padre Coronelli, fervido di ingegno e di attività, progetto realizzato dallo Zendrin e completato in seguito. I porti attuali sono stati sistemati a più riprese sulle antiche bocche naturali e naturalmente questi hanno richiesto le più notevoli e attente cure sia per garantirne la loro efficienza sia per adeguarle al progresso dei mezzi di navigazione, che spesso e molto opportunamente possono arrivare a gettare le loro ancore nell'incomparabile bacino di San Marco. E' però chiaro che tale possibilità è legata all'efficienza del porto di Lido soprattutto che è la bocca attraverso la quale le imbarcazioni di maggior tonnellaggio accedono in Laguna. Nè si dimentichi lo sviluppo che ha preso il Porto di Venezia e il complesso industriale di Marghera, così ben illustrati negli scritti del CANDIDA ⁽¹⁾ per rendersi conto delle modificazioni sempre più notevoli e dei problemi sempre più imponenti connessi con l'efficienza del porto veneziano.

(1) CANDIDA L. Il porto di Venezia, Memorie del Centro Studi di Geografia economica, Vol. II, Napoli, 1950.

La Laguna oggi presenta anche un ultimo elemento morfologico, quello della sua *conterminazione*. Le lagune in genere presentano bordi naturali sfrangiati e naturali; quella di Venezia, lungo il cui perimetro sono state eseguite imponenti opere di bonifica, si presenta assai modificata e sistemata anche in relazione alla difesa contro la malaria, che un tempo costituiva una grave piaga dell'ambiente lagunare. Alla soluzione di questo problema ha portato un contributo molto notevole l'escavazione di fosse o canali circondari attraverso ai quali è quindi consentita una regolazione della salinità delle acque, fatto che costituisce una efficace arma contro l'infezione malarigena.

La Laguna proprio per le sue caratteristiche naturali e umane, per i suoi problemi sociali ed economici ha presentato e presenta tutt'ora un problema tecnico giuridico, regolato da tempo da oculate disposizioni di legge. Ne è venuta da ciò tra l'altro anche la necessità di determinare con esattezza la conterminazione sulla base di « cippi », che consentono la precisa individuazione del territorio di competenza giuridica dello Stato. E' l'ultimo elemento che ci segnala nel complesso dell'opera eseguita dall'uomo nell'equazione base del meccanismo naturale delle lagune.

Conclusione.

Per quanto le questioni relative alle forme, all'origine e agli attuali aspetti della Laguna sieno state talvolta appena accennati in questa relazione, giacchè ben più ampiamente e diffusamente sono stati trattati in precedenti scritti, ultimo dei quali quello di G. G. ZILLE (1), risulta però a sufficienza documentata la complessità del problema dal punto di vista delle forze naturali in gioco, giacchè sono da chiamare in causa problemi e questioni di ordine generale come i moti eustatici della crosta terrestre, la variazioni del livello del mare e i processi di sedimentazione e di costipamento dei terreni.

A questi fattori di ordine generale e che proprio per ciò sono sempre oggetto di discussione e di eventuale modificazione nell'interpretazione teorica si aggiungono fattori e cause locali da ricercarsi soprattutto nell'azione e quindi nel regime dei venti e del mare sulla costruzione dei sistemi di dune e dei cordoni litoranei e quindi di lidi che debbono aver avuto ben differenti situazioni e sviluppi attraverso l'ultimo periodo di storia della terra in cui le lagune si sono venute formando. L'azione marina in particolare si è venuta esplicando in due modi: erosione ed accumulo in funzione delle locali condizioni della dinamica marina del mare antistante e anche del mare avente libero ingresso nella laguna. E non si tratta solo di conoscere la dinamica del mare, ma anche le sue condizioni fisico-chimiche con cui la dinamica delle acque è strettamente connessa.

A queste cause di ordine locale va aggiunto l'altro termine dell'equazione e cioè l'azione dei fiumi diretta o indiretta su tutta l'area degli apparati di foce, direttamente o indirettamente interessanti il territorio lagunare. E poichè è ben noto da quali e quanti fattori dipenda il trasporto di materiali dei fiumi, facilmente ci si rende conto di quale complessità possa essere il problema anche sotto questo aspetto. La risoluzione è quindi basata su studi di dettaglio di notevole mole e impegno. Non solo occorre l'esame analitico delle barene, zone paludive, isole, sezioni dei canali naturali, ma anche ad esempio lo studio degli elementi granulometrici che li costituiscono per riconoscere in modo sicuro la loro origine. Solo in tal modo può essere possibile il riconoscimento degli elementi per la interpretazione delle forme della plastica lagunare.

A più riprese si è invocata l'azione esercitata dall'uomo, richiamandone diversi aspetti come la diversione di fiumi, la sistemazione della valli da pesca, le bonifiche, le opere portuali, l'apertura di canali, ecc. Se un carattere ha quest'opera umana è quello di esser limitatissima nel tempo in confronto a quella delle forze naturali. Ma alla limitazione nel tempo fa riscontro

(1) Commissione internazionale per l'Esplorazione scientifica del Mediterraneo. Delegazione italiana: La Laguna di Venezia. Vol. I, parte II, tomo II, G.G. ZILLE Morfologia della Laguna (Cap. IV). I rilievi geodetici topografici ed idrografici della Laguna dalla fine del secolo XVII ai giorni nostri (Cap. V); Le Carte (Cap. VI). Venezia, 1955.

il notevole peso per l'importanza degli interventi. Tuttavia è da sottolineare che pur essendo le opere di vario tipo, sono sempre state caratterizzate da un concetto fondamentale, quello di risparmiare e favorire il dinamismo lagunare naturale, direttiva resa possibile da una conoscenza assai profonda dei problemi. I *Savi delle Acque* della Serenissima tennero evidentemente in gran conto sempre l'osservazione diretta dei fatti; se non furono scienziati speculativi furono dei grandi studiosi delle condizioni naturali e proprio per questo mai, si può dire, ebbero a pentirsi dei provvedimenti eseguiti per risolvere un determinato problema.

Dal punto di vista degli studi morfologici, cioè delle forme della superficie terrestre, la plastica lagunare dimostra che l'uomo non è stato solo un agente modificatore, come di solito i geografi sono ormai abituati a considerarlo, ma un fattore determinante, cosicchè può affermarsi che la Laguna di Venezia è un caso particolarmente interessante e forse unico anche sotto questo particolare aspetto.

Istituto di Geografia. Università di Padova.
