

INFLUENZE METEOROLOGICHE SUL LIVELLO DELLE MAREE  
NELLA LAGUNA VENETA.  
ANALISI DI ALCUNE SITUAZIONI PARTICOLARI

FERNANDO CERASUOLO

Capo dell'Ufficio Meteorologico Alleato di Vicenza

È noto a tutti il fenomeno della cosiddetta « acqua alta » che si verifica di frequente nella laguna di Venezia, generalmente nei mesi che vanno dall'ottobre al marzo. Sono altresì note le cause che determinano il fenomeno e, pertanto, se ne omettono l'elencazione e soprattutto l'esame che esula dallo scopo della presente nota. Occorre invece rammentare il ruolo importante che, nell'insorgere del fenomeno, rivestono i fattori meteorologici. Ben se ne è reso conto il dr. Silvio Polli in un suo pregevole studio del 1961; il dr. Polli, però, pone, giustamente, in particolare rilievo l'importanza delle sesse ed è, certo, auspicabile che si proceda al più presto ad un accurato studio di tale importante fenomeno, come egli suggerisce.

Il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Italiana non è direttamente interessato al problema oggetto del presente convegno; tuttavia, esso si rende conto della sua importanza e desidera apportare il suo contributo. Tale contributo è per ora molto modesto in quanto non si è ancora avuto il tempo necessario per formulare un piano di investigazioni e di studio.

Scopo della presente nota è quello di esaminare alcune particolari situazioni meteorologiche che si sono verificate nei giorni in cui si sono avuti colmi eccezionali. Si sono esaminate dieci situazioni e fra esse se ne sono scelte due di particolare interesse. Esse sono quelle che vanno dal 16 al 10 ottobre e dal 7 al 14 novembre del 1961. In tali periodi si sono avuti

colmi eccezionali che hanno raggiunto la punta massima il 7 ottobre e il 12 novembre.

Passiamo ora all'analisi delle situazioni.

Il giorno 6 ottobre sulla carta delle ore 0600/Z si nota una vasta area ciclonica, con un minimo piuttosto intenso (998 mb), a ovest delle Isole Britanniche interessa tutta l'Europa occidentale. A tale area è collegato un sistema frontale il cui ramo più avanzato è costituito da un fronte occluso che interessa già la Spagna e la Francia centrale.

La direttrice di spostamento del minimo barometrico e del fronte ad esso collegato è decisamente orientato per ESE.

La situazione al suolo e l'analisi sinottica ora descritta trovano ampia conferma nelle topografie ai livelli 850,700 e 500 millibar anzi, particolarmente significative sono le isoipse del livello 700 mb.

I venti sono di intensità moderata ma decisamente meridionali. Il tempo sull'Italia è ovunque molto nuvoloso e nella parte occidentale dell'Italia settentrionale si verificano già precipitazioni aventi deciso carattere temporalesco.

Alle ore 19 dello stesso giorno la situazione ha subito l'evoluzione che, date le premesse, era logico attendersi. Il fronte occluso di cui si è detto dianzi cammina ora quasi per meridiano ad ovest della Sardegna. I venti sull'Adriatico sono da SE. Il carattere violento delle precipitazioni si è andato intensificando. Il minimo principale delle Isole Britanniche si è leggermente approfondito. Le isoipse ai vari livelli confermano l'analisi al suolo.

Alle ore 06 del successivo giorno 7 la situazione barica presenta una profonda saccatura derivante dal minimo atlantico col due assi il più orientale dei quali attraversa l'Italia centrale e l'Adriatico settentrionale da Ancona a Trieste. A tale asse corrisponde il fronte occluso già presente il giorno 6. I venti sull'Adriatico sono tutti da SE ed hanno raggiunto velocità dell'ordine di 20-25 nodi. Il mare mosso nel basso Adriatico è ancora quasi calmo nell'alto Adriatico.

L'analisi della situazione descritta conduce alla seguente prognosi:

- formazione nella tarda mattinata di un minimo secondario sull'Italia, al cui asse corrisponderà il ramo principale del sistema frontale. Tutte le manifestazioni accessorie del tempo perturbato si manterranno

inalterate almeno sino alla mezzanotte del successivo giorno 8. Tale previsione trova conferma nella situazione realmente avvenuta.

Nei giorni 7 ed 8 si verificano inoltre i colmi eccezionali registrati nel mareogramma.

L'esame del mareogramma mostra una progressione lineare fra i primi accenni della già descritta situazione meteorologica e l'insorgere della acqua alta. Nella fase decrescente invece la progressione non è lineare; si direbbe che vi è una specie di isteresi di marea. Dal giorno 9 ottobre in poi, al ritorno alla normalità delle condizioni meteorologiche corrisponde un ritorno alla normalità nel regime delle maree.

La seconda situazione tipica esaminata va dal 7 al 14 novembre 1961. In tale periodo si è ripetuta la situazione prodottasi nell'ottobre.

Nel periodo dal 7 al 14 novembre si è constatato l'arrivo di tre sistemi frontali distanziati l'uno dall'altro di cinque giorni nel tempo, ciascuno collegato ad un minimo barometrico che nell'istante dell'acqua alta si trovava sempre localizzato fra la Sardegna e il Golfo Ligure. L'esame del mareogramma nel periodo suddetto conduce alle considerazioni già fatte in precedenza e cioè: progressione lineare sull'insorgere del fenomeno e isteresi nella fase di ritorno alla normalità.

Le conclusioni che si possono trarre da quanto sinora esposto sono le seguenti:

1) una situazione di «acqua alta» è sempre legata ad una particolare situazione sinottica e ad un particolare regime dei venti (col termine «acqua alta» naturalmente si vuole intendere una marea veramente eccezionale).

2) L'istante in cui si verifica il colmo precede il passaggio dell'asse della saccatura di un periodo che va dalle 12 alle 20 ore.

3) L'intensità del vento non incide sull'entità del fenomeno, almeno nella fase iniziale; è invece determinante la direzione del vento.

4) Una accurata analisi sinottica può condurre ad una previsione dell'acqua alta con un anticipo di 15-16 ore rispetto al suo effettivo verificarsi.

Quest'ultima conclusione è, ovviamente, la più significativa. Essa è stata da noi verificata con un accurato esame a posteriori di molte situazioni, delle quali, qui se ne sono descritte solo due fra le più tipiche. Occorre però

notare che nella situazione esaminata sono sempre intervenuti, in concomitanza ai fattori meteorologici, tutti o quasi tutti gli altri fattori che incidono sul fenomeno. Ad ogni modo si può con buona attendibilità concludere che il Servizio Meteorologico della Aeronautica può certamente dare un notevole contributo alla soluzione del problema per quanto attiene alla previsione dell'insorgere del fenomeno. E' auspicabile quindi che gli studiosi del benemerito Istituto Talassografico Sperimentale di Trieste, i soci di codesto sodalizio che ha promosso il presente convegno, il Magistrato alle Acque di Venezia, il Servizio Meteorologico della Aeronautica e quanti si occupano del problema a qualsiasi titolo, fissino al più presto le basi di una fattiva collaborazione per la soluzione del problema nei suoi vari aspetti.

## DISCUSSIONE

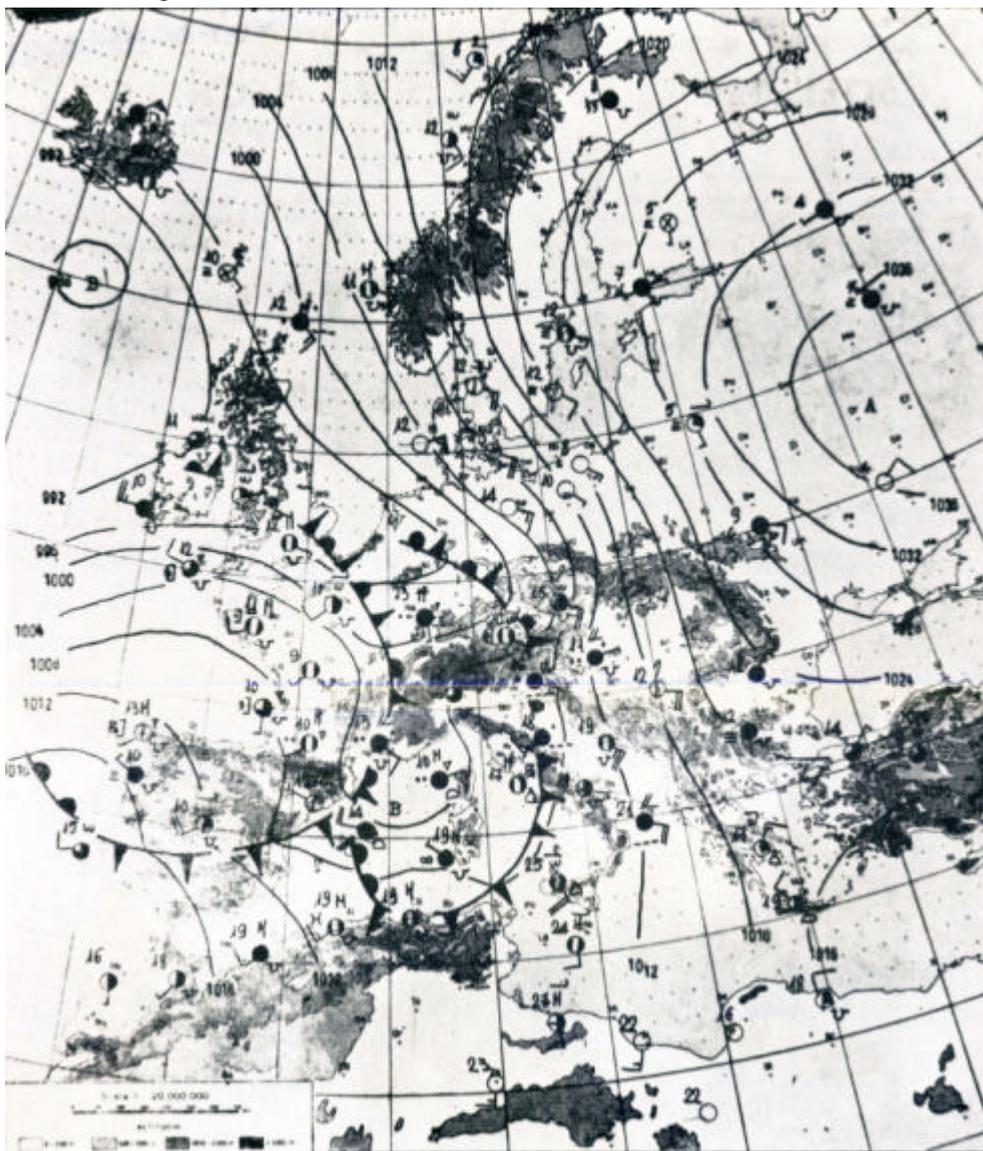
**PRESIDENTE:** Ringrazio il Col. Cerasuolo per questa sua interessante comunicazione e chiedo se qualcuno desidera intervenire nella discussione.

**MORANDINI:** Vorrei dire al Col. Cerasuolo che non occorre che si giustifichi di aver scelto delle particolari e ben precise situazioni-base, in quanto anche gli studiosi, per esempio di climatologia dinamica che sono oggi all'avanguardia nel campo della climatologia, vanno a cercare determinate situazioni che chiamiamo tipiche o che si presentano con maggior frequenza. Ragion per cui ripeto che occorre procedere all'esame di tutte le situazioni, ma che le situazioni che vanno esaminate per prime sono quelle che si producono nei momenti in cui si possa in qualche modo prevedere il fenomeno dell'acqua alta.

**POLLI:** Sono perfettamente d'accordo con il Col. Cerasuolo sull'importanza che potrà avere la previsione meteorica per il caso dell'acqua alta ; anzi, il problema sta tutto qui: la previsione dell'acqua alta dipenderà sostanzialmente da quella meteorica. Solamente una domanda mi permetto di fare al Colonnello: si sente Lei di far suonare le campane per l'acqua alta in base alle Sue previsioni, 15 anche 10 ore prima?

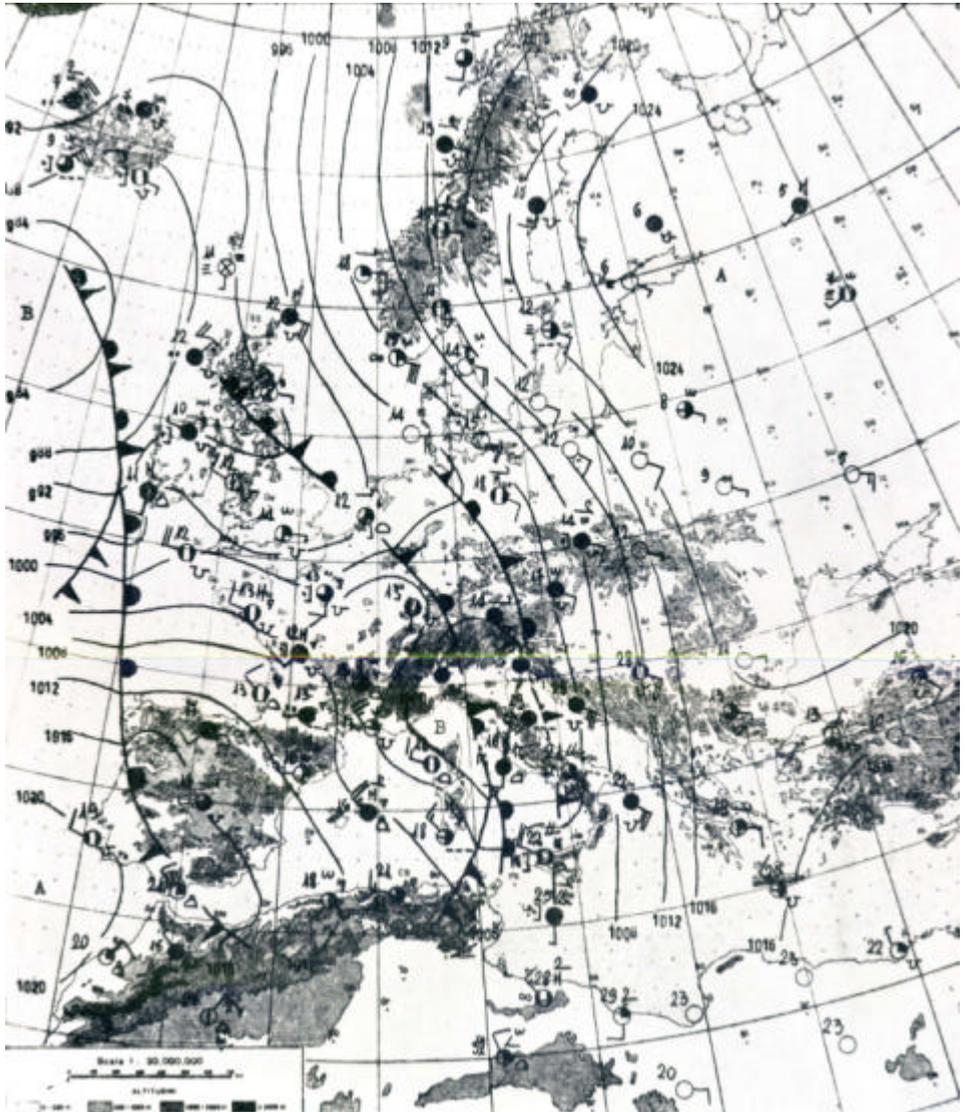
**CERASUOLO:** E' una domanda trappola quella del Prof. Polli. Comunque io mi sentirei di farlo. La meteorologia non sarebbe discredita da uno eventuale sbaglio in questo campo, come non lo è stata anche quando i risultati da essa raggiunti sono stati inferiori all'attesa. Io so che da qualche tempo in qua pur continuando a fare dello spirito sull'argomento, la gente - parlo dell'uomo della strada - comincia a darci grande credito, perchè si è accorta che i nostri studi, i nostri sforzi, oltre che essere basati su solidi fondamenti scientifici, approdano

Situazione generale alle ore 7 del 7 Ottobre 1961.

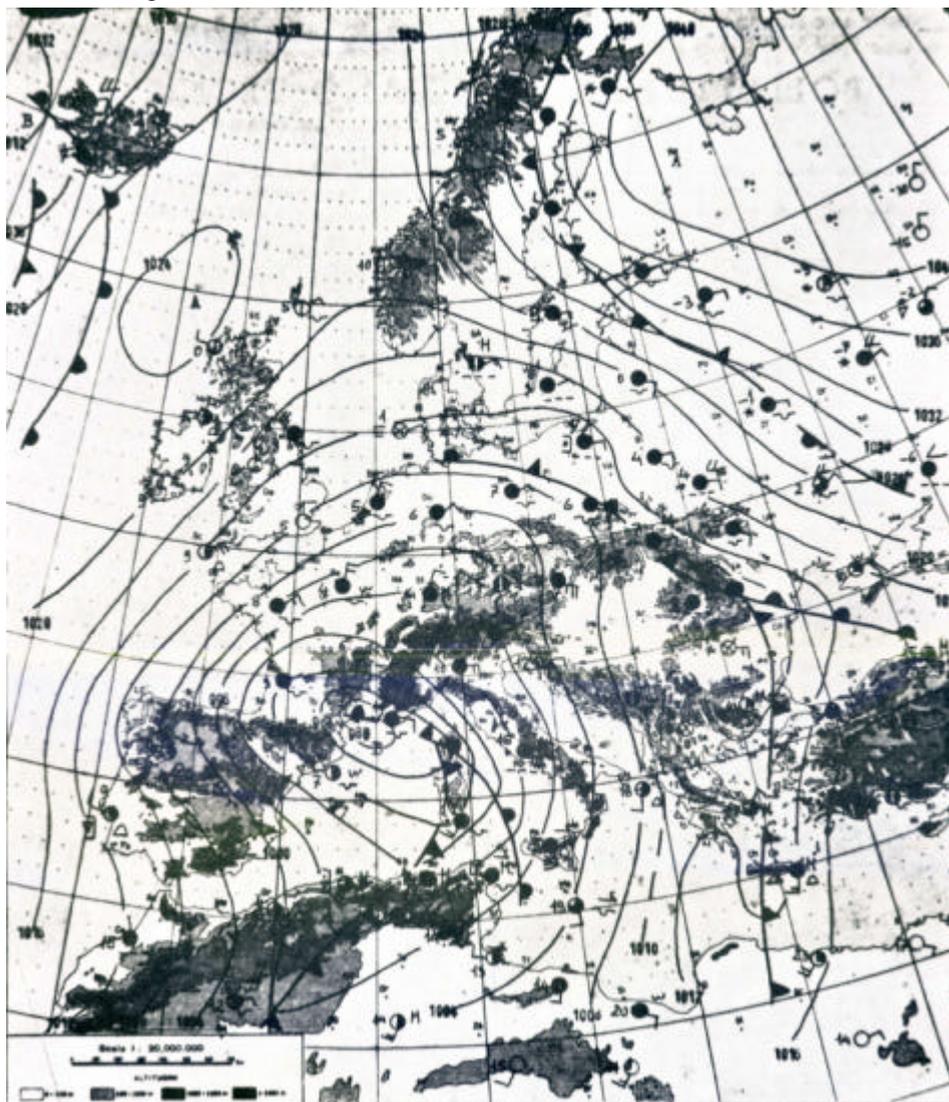


*Tempo sull'Italia:* sulle Regioni Centro Settentrionali molto nuvoloso o coperto con piogge sparse e temporali. Sulle Regioni Meridionali la nuvolosità è andata rapidamente aumentando, nel pomeriggio ha dato luogo a piogge e temporali. La temperatura è diminuita al centro e al nord. E' aumentata al sud. Venti in prevalenza forti meridionali. Mari molto mossi o agitati. (Par.).

Situazione generale alle ore 19 del 7 Ottobre 1961.



Situazione generale alle ore 7 del 12 Novembre 1961.



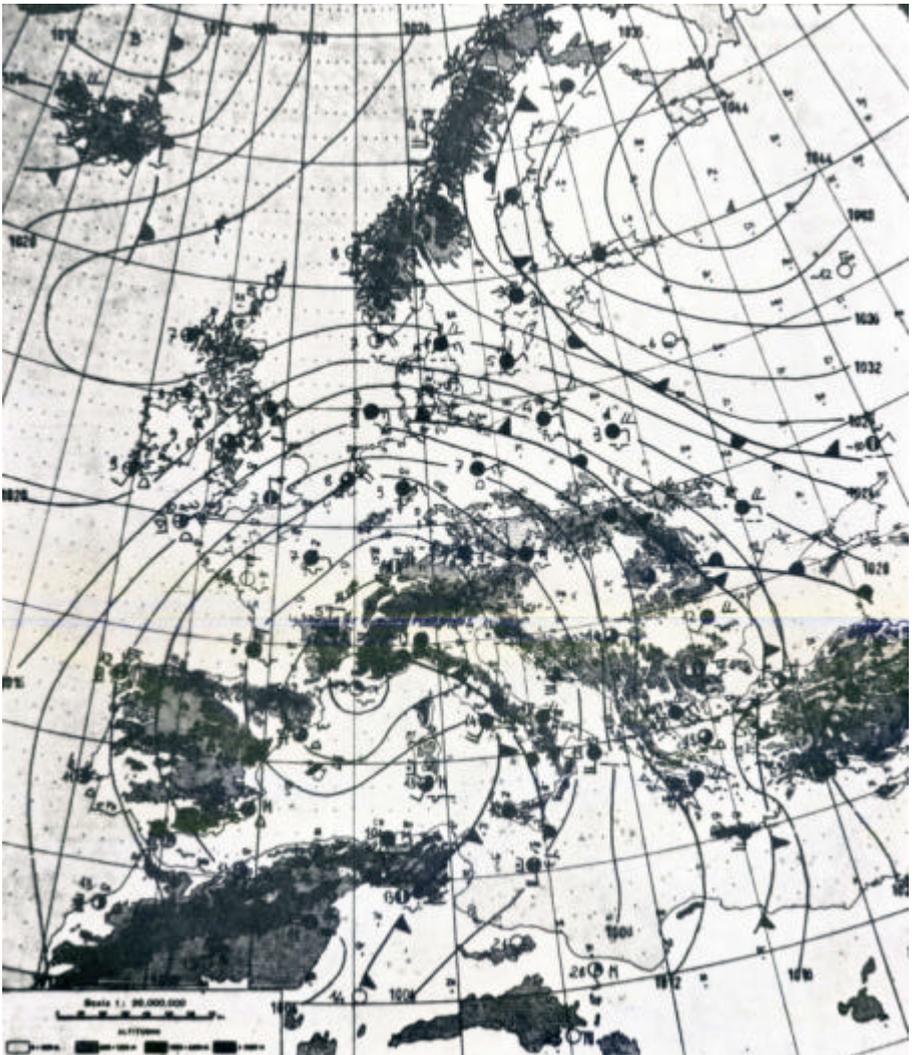
*Tempo sull'Italia:* sulle Regioni Centro-Settentrionali e sulla Sardegna molto nuvoloso o coperto con piogge estese e persistenti che hanno assunto carattere temporalesco specie sul versante Tirrenico. Nevicate sparse sulle Alpi e sull'Appennino Centro-Settentrionale. Sulle Regioni Meridionali e sulla Sicilia nuvoloso con piogge isolate.

La temperatura è diminuita di qualche grado quasi ovunque.

Venti: sulle Regioni Tirreniche e su quelle Ioniche e del Basso Adriatico molto forti meridionali; altrove moderati variabili.

Mari: molto mossi o agitati. (Dep.)

Situazione generale alle ore 19 del 12 Novembre 1961.



a qualche cosa di notevolmente pratico. Il Prof. Polli sa certamente che oggi le previsioni del tempo hanno un grado di attendibilità molto vicino al 100%. Le previsioni aeronautiche sono certamente valide al 100%; le previsioni del tempo locale sono molto difficili, in quanto dipendono da un'infinità di fenomeni; e, inoltre, come il Prof. Polli sa benissimo, la micrometeorologia è estremamente difficile. Tuttavia il fenomeno dell'acqua alta non è un fenomeno che non si possa prevedere con sufficiente attendibilità, perchè ci sono molti segni indicativi che ricorrono con regolare frequenza; pertanto, in linea di massima io penso che un servizio accurato di allerta basato su uno intenso studio meteorologico, darebbe dei risultati positivi.

Risponderò quindi in maniera decisa al Prof. Polli, dicendo che mi sentirei anche di suonare le campane. Naturalmente non c'è bisogno di suonarle letteralmente, ma si potrebbe trovare un sistema meno drastico per avvertire la popolazione. Comunque occorre cominciare, tentare. Inoltre non è detto che debba essere soltanto la Meteorologia dell'Aeronautica Italiana a fare questo lavoro.

Ho detto prima che la Meteorologia può contribuire alla soluzione di questo problema e quindi si augura che tutti gli altri che hanno già studiato il problema e che hanno maggiore esperienza in proposito, vogliano indicarle i limiti della sua contribuzione e dirle che cosa può fare, e che cosa vogliono da lei. Noi siamo sempre pronti a dare la nostra collaborazione.

POLLI: Ringrazio il Colonnello e ripeto che il problema della previsione dell'acqua alta verrà proprio risolto dal meteorologo; su questo, sono d'accordo, perchè il fenomeno dell'acqua alta è legato strettamente a quello meteorico. Sono d'accordo che le previsioni meteoriche si possono fare con 24 ore e anche con qualche giorno di anticipo; ma una cosa è prevedere il tempo e un'altra è prevedere l'acqua alta. Questo è un fenomeno complesso e affinché esso avvenga è necessario - e qui insisto - lo sviluppo ampio di almeno una delle sesse adriatiche. La previsione meteorica, anche di 24 ore, potrà essere perfetta ma, se non saranno soddisfatte determinate condizioni di risonanza, idrodinamiche e di maree, la sessa non si formerà; l'acqua si eleverà ma non traboccherà. La previsione meteorica è condizione necessaria ma non sufficiente per la previsione dell'acqua alta.

Ad ogni modo io mi auguro la collaborazione e sono persuaso che appunto per questa via si giungerà alla previsione del fenomeno.

CERASUOLO: Un attimo solo. Quando ho parlato di collaborazione, intendevo proprio questa. Ho richiamato l'accento sulla necessità che Lei ha prospettato dello studio sistematico e accurato delle sesse. Quindi io sono perfettamente d'accordo con Lei.

Penso perciò che una collaborazione fra l'Istituto Talassografico di Trieste e il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica potrebbe portare a conclusioni utili.

POLLI: Auguriamocelo. Grazie.

PRESIDENTE: Un momento ancora. A me pare che lo scopo del nostro Convegno, a parte la trattazione teorica dei problemi oceanografici e meteorologici, sia proprio quella di addivenire a delle proposte concrete sulle possibilità di previsione.

Ora mi pare che in base a quanto ha detto il Colonnello Cerasuolo, si tratti di un problema di coordinazione di servizi; perché c'è un servizio meteorologico che agisce per conto proprio, ci sono dei servizi di previsioni mareografiche che agiscono per conto

proprio - ognuno ignora l'altro. Se questi servizi verranno coordinati e, in base a questa coordinazione si potrà annunciare la previsione dell'acqua alta, avremo ottenuto un risultato d'importanza pratica per Venezia. Se poi non ci sarà l'acqua alta, tanto di guadagnato. Ma se nove volte su dieci la previsione sarà utile, credo che sarà già un ottimo risultato.

**BULLO:** Molto interessante quanto ho ascoltato oggi. Mi permetto però aggiungere che il problema di Venezia non può essere considerato disgiunto dalle isole del suo estuario e dalla sua laguna.

A noi non interessa solo lo studio teorico dei fenomeni che sono stati oggi qui esposti, ma interessa anche di prevedere il futuro, perchè se continueranno ad aumentare le alte maree ed il moto ondoso, assisteremo, come è già avvenuto in questi ultimi anni, alla distruzione delle isole dell'estuario di Venezia. Solo noi veneziani lo sappiamo: vi sono isole scomparse ed isole che stanno scomparendo!

Il fenomeno dell'alta marea se nuoce alla città di Venezia che lentamente si abbassa, nuoce altresì alle isole dell'estuario ove fra qualche decennio non sarà più possibile intervenire con opere di riparazione.

Mentre Venezia è invasa dalle acque anche venti volte all'anno, le isole del suo estuario non resistono più all'azione deleteria del moto ondoso durante le alte maree, azione deleteria che distrugge le difese arginali sino a sommergerle; e Venezia senza le sue isole e la sua laguna non avrebbe più ragione di sopravvivere.

E allora ? Perché non pensiamo di suggerire di ridimensionare questa nostra laguna, sino ad arrivare a fermare fuori di essa le eccezionali alte maree, in modo che Venezia possa vivere ancora molti e molti secoli ?

Il Porto industriale di Marghera sarà quanto prima collegato direttamente, a mezzo di un grande canale, con il porto-canale di Malamocco ; si potrebbe in questa occasione separare con un grande argine la laguna di Venezia, quella alimentata dal porto di Lido, da quelle di Malamocco e di Chioggia; così Venezia con le isole del suo estuario verrebbe alimentata solo dal porto del Lido, porto attraverso il quale si potrebbe costruire una chiusa manovrabile per impedire l'ingresso alle alte maree eccezionali. Solo così facendo Venezia con il suo estuario e la sua laguna potrà vivere per molti e molti secoli ancora.

Dico questo perchè noi tecnici ci sentiamo in dovere di pensare al domani, per non essere un giorno accusati di non aver impostato il problema per la salvezza di Venezia nei secoli futuri.

**PRESIDENTE:** Grazie. Allora domani concluderemo con le relazioni annunziate ed io mi auguro che alla conclusione si arrivi con qualche formulazione di proposte concrete. La seduta è rinviata a domani mattina alle ore 9.