

ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI
Commissione di studio dei provvedimenti
per la conservazione e difesa della laguna e della città di Venezia.

RELAZIONI STATISTICHE SU DATI DI VELOCITÀ
DI CORRENTE RILEVATI CON METODO INDIRETTO
ALLE BOCHE DELLA LAGUNA DI VENEZIA

PAOLO CANESTRELLI

Centro previsioni e segnalazioni maree - Comune di Venezia

GIANCARLO TARONI

Amministrazione Provinciale di Venezia

RENATO TOSI

Istituto di Costruzioni Marittime e di Geotecnica - Università di Padova

Estratto da: « *Rapporti e Studi* » - VOL. IX - 1984

RELAZIONI STATISTICHE SU DATI DI VELOCITÀ
DI CORRENTE RILEVATI CON METODO INDIRETTO
ALLE BOCCHE DELLA LAGUNA DI VENEZIA

PAOLO CANESTRELLI

Centro previsioni e segnalazioni maree - Comune di Venezia

GIANCARLO TARONI

Amministrazione Provinciale di Venezia

RENATO TOSI

Istituto di Costruzioni Marittime e di Geotecnica - Università di Padova

SOMMARIO

Si forniscono alcune relazioni statistiche dedotte dall'interpolazione della velocità di corrente alle bocche lagunari di Lido e di Malamocco in funzione dell'ampiezza e della durata di flusso/riflusso della marea a Punta della Salute.

Lo scopo dell'indagine è la stima della velocità media estrema alle bocche in corrispondenza di eventi di marea caratterizzati da particolari valori delle due variabili H , T .

I dati di corrente utilizzati si riferiscono ad una campagna di misure continuative effettuata nel periodo settembre 1970 - febbraio 1971 da parte dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, impiegando una particolare versione del metodo elettromagnetico (GEK).

ABSTRACT

Some statistical relationships are determined from interpolation of current velocity at two mouths of the Venice Lagoon (Lido and Malamocco) as a function of amplitude H and duration T of the flood/ebb tide at an internal mareographical station (Punta della Salute).

The object of this research is the estimation of the average velocity in presence of tidal phenomena characterized by particular values of the two variables H, T.

The tidal data utilized refer to continuous measurements carried out in 1970-71 by the Osservatorio Geofisico Sperimentale of Trieste employing a particular application of the electromagnetic method (GEK).

1. INTRODUZIONE

La struttura della Laguna di Venezia è caratterizzata, com'è noto, da una rete di canali che hanno origine alle tre bocche di porto e si diramano all'interno. Questi canali attraversano aree di basso fondale, alcune delle quali risultano emergenti nei periodi di bassa marea e sommerse quando vi è alta marea. All'interno del bacino esistono aree permanentemente emerse che costituiscono il contorno interno del sistema (Venezia, isole minori, zone industriali, etc.).

L'utilità arrecata da queste tre bocche della Laguna è molteplice. Per prima cosa, naturalmente, esse consentono il passaggio delle navi, vale a dire mettono Venezia in grado di assolvere il compito di grande porto, quale è stato nella storia e quale ambisce ad essere oggi e domani. Ma indubbiamente la loro più importante funzione è di ordine idraulico. In effetti, la Laguna di Venezia deve alle sue bocche di porto di essere marittima e viva, cioè percorsa e risanata due volte al giorno dal flusso della marea.

Per la conoscenza del comportamento idraulico della Laguna in relazione alle vicende di marea del mare esterno è di primaria importanza, accanto ai rilievi mareografici, la misura delle velocità di corrente attraverso le bocche di porto e lungo i maggiori canali.

Lo scopo di questa nota è di presentare i risultati di elaborazioni statistiche su una serie relativamente lunga di dati di corrente, rilevati dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste con metodo indiretto (elettromagnetico) alle bocche di Lido e di Malamocco nel periodo settembre 1970 - febbraio 1971.

2. LA MISURA DELLE VELOCITÀ DI CORRENTE NELLA LAGUNA DI VENEZIA

Il rilievo delle velocità di corrente nella Laguna di Venezia ha avuto inizio oltre settant'anni fa e da allora è stato effettuato con una frequenza spesso anche annuale — salvo negli anni '40 e '50 in cui cessò quasi completamente — dando luogo a circa una tren-

tina di campagne di misura. Una buona metà di queste campagne ha riguardato le tre bocche di porto e/o i relativi nodi idraulici.

La tecnica di rilievo più comunemente utilizzata nel corso delle diverse campagne è stata quella classica delle misure dirette mediante correntometri in punti opportunamente scelti a varie profondità e su opportune verticali. Nella maggior parte dei casi le misure hanno avuto una durata non superiore a 1-2 giorni, e solo dopo il 1930 si sono cominciati ad effettuare rilievi operando contemporaneamente lungo più di una verticale per sezione, almeno nei maggiori canali. La tecnica normalmente usata per la determinazione, a partire dai valori locali di velocità osservati, dei valori « mediati » sulla sezione è descritta in una memoria di L. Dorigo [4] e discussa criticamente in una nota di uno degli AA. del presente lavoro [7], nella quale sono altresì presentati i risultati di una elaborazione più accurata dei dati originali riguardanti le misure alle bocche di porto nel periodo 1962-69.

Una descrizione sintetica delle varie campagne di misure dirette di corrente effettuate in Laguna viene data nel quadro riportato in Appendice, nel quale sono indicate località, epoca e durata dei singoli rilievi ed altre particolarità di possibile interesse per il lettore. Esso è stato redatto sulla base delle notizie contenute in due memorie del citato L. Dorigo [3,4] per quanto concerne le campagne effettuate a tutto il 1962, su materiale inedito messo gentilmente a disposizione dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque per quelle relative agli anni 1963 e 1965, e su relazioni interne del recentemente soppresso Consorzio Obbligatorio per il nuovo ampliamento del porto e della zona industriale di Venezia-Marghera e dell'Assessorato ai Lavori Pubblici del Comune di Venezia per quelle del periodo 1967-74.

In anni recenti sono state effettuate in Laguna misure di corrente con metodi diversi da quello tradizionale mediante correntometri, e precisamente rilievi di velocità con apparecchi basati sull'effetto Faraday (metodo elettromagnetico) e rilievi delle velocità superficiali col metodo aerofotogrammetrico.

Con quest'ultima tecnica sono state effettuate nel periodo 1973-75 tre brevi ma vaste campagne di misura nei bacini centrale, settentrionale e meridionale della Laguna, aventi come scopo l'acquisizione degli elementi necessari per la taratura di un modello matematico bidimensionale dell'intera Laguna sviluppato dall'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova [5].

Con il metodo elettromagnetico è stata effettuata una campagna di rilievi della durata di circa 5 mesi (settembre 1970-febbraio 1971) alle bocche di porto di Lido e di Malamocco, per

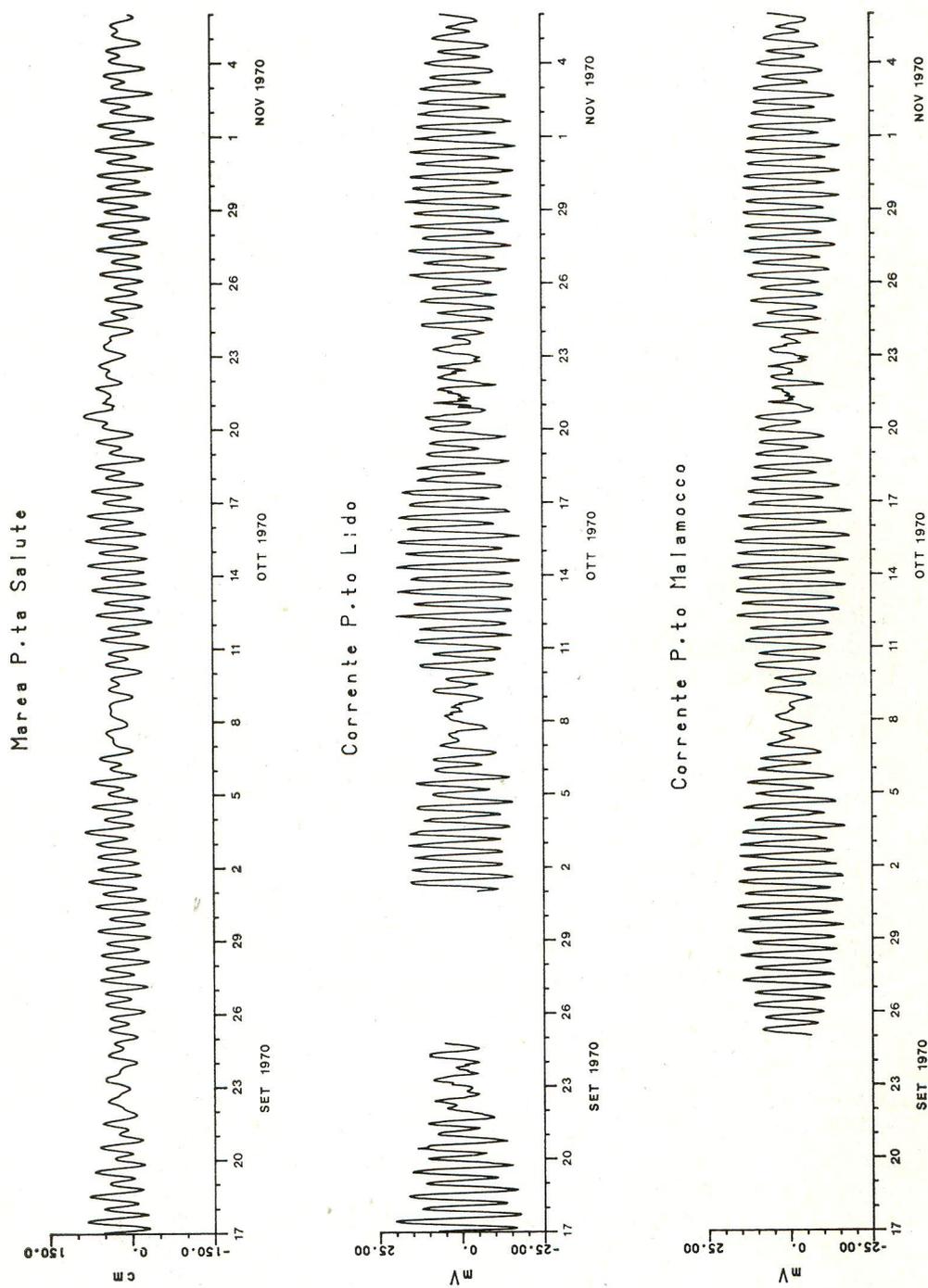
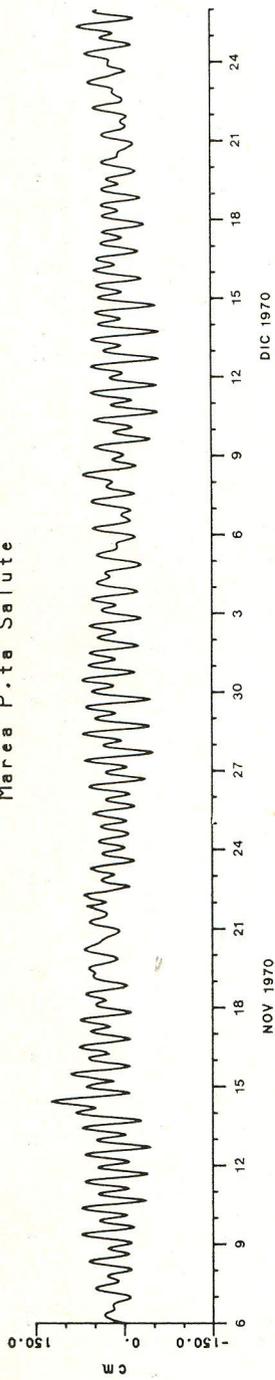


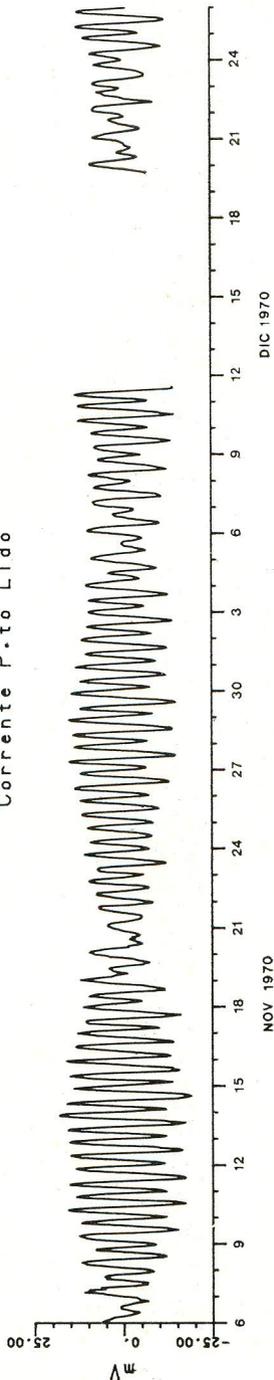
Fig. 1 - Registrosi elettromagnetiche di corrente alle bocche di porto e corrispondente marea a Punta della Salute (rilievi originali dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste).

seguito

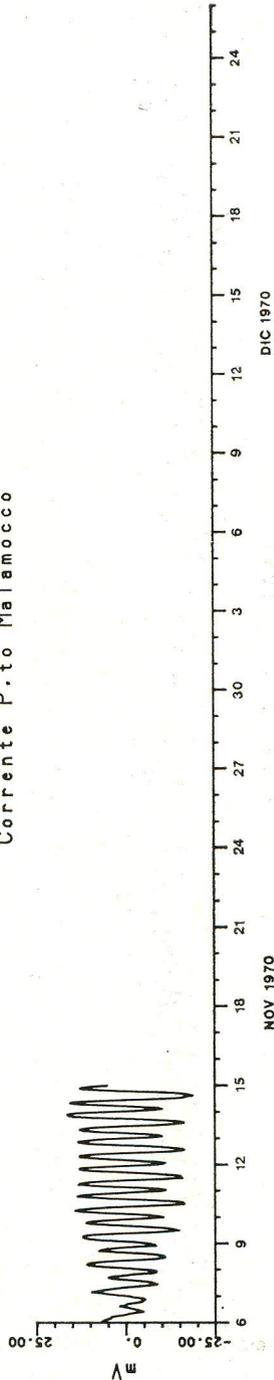
Marea P.ta Salute



Corrente P.to Lido

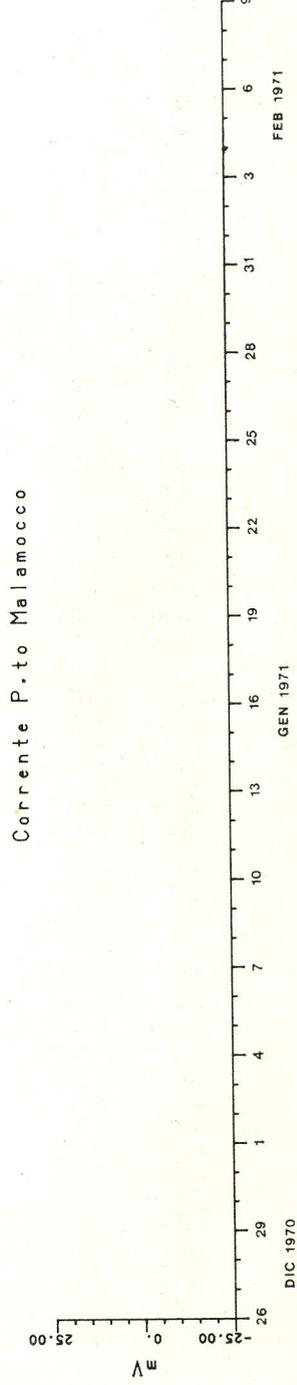
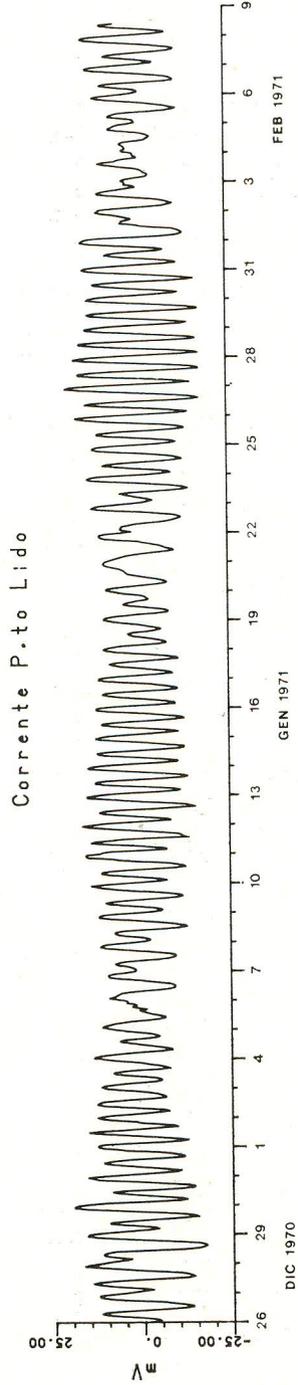
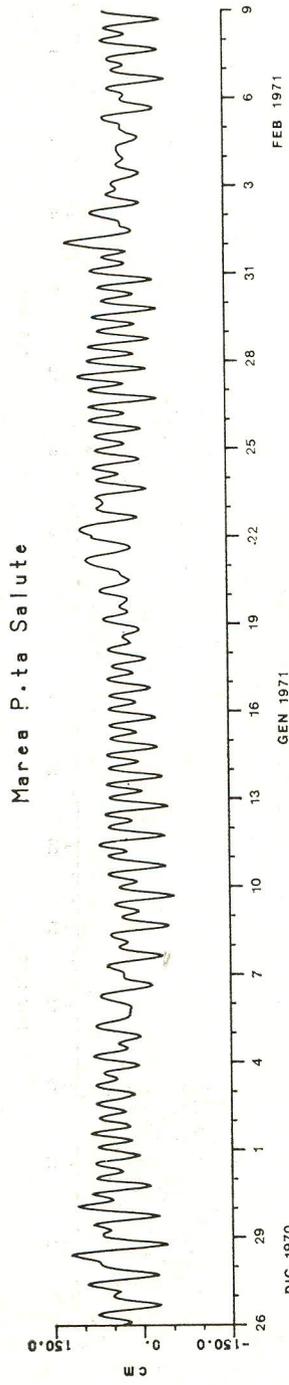


Corrente P.to Malamocco



andras

seguito



studiare le possibilità di un particolare metodo di previsione dell'acqua alta a Venezia proposto dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste [1, 2, 6].

In fig. 1 sono riportate le curve delle velocità medie, in mV, rilevate nelle anzidette località e la corrispondente curva di marea registrata a Punta della Salute⁽¹⁾.

3. METODOLOGIA STATISTICA

I fenomeni naturali sono così complessi che è praticamente impossibile descriverli quantitativamente in funzione di quelle variabili che si presume siano ad essi correlate. Ne segue che per lo studio del fenomeno considerato spesso è possibile soltanto una interpretazione statistica, non certamente completa. Requisito essenziale per l'applicazione del metodo statistico è la disponibilità di lunghe serie temporali di dati.

La disponibilità di una serie di circa 5 mesi di osservazioni di velocità di corrente alle bocche di porto della Laguna, effettuate dall'Osservatorio Geofisico di Trieste, ha suggerito l'applicazione di un'analisi multivariata intesa alla determinazione dei valori di massimo della corrente stessa in flusso entrante e uscente, in funzione dei soli parametri di marea, altezza e durata di flusso, di Punta della Salute.

La serie dei valori osservati V_m , H , T (espressi rispettivamente in cm/s, cm, ore) si è interpolata tramite le due funzioni seguenti:

$$f_1 = a_0 + a_1H + a_2T + a_3HT + a_4H^2 + a_5T^2 + a_6H^2T + a_7HT^2 + a_8H^3 + a_9T^3$$

$$f_2 = b_0 + b_1H + b_2/T + b_3H/T + b_4H^2 + b_5/T^2 + b_6H^2/T + b_7H/T^2 + b_8H^3 + b_9/T^3$$

nelle quali H , T e loro trasformate costituiscono le variabili indipendenti, V_m la dipendente.

Non tutti i termini considerati nelle due funzioni sono significativi per la riduzione della varianza della variabile dipendente V_m . Per non trascurare nulla si è troncato il procedimento quando

⁽¹⁾ Per passare da corrente in mV a corrente in cm/s va applicato un fattore di conversione che in prima approssimazione si può assumere pari a 6.81 cm s⁻¹/mV. Tale valore è stato calcolato dall'Osservatorio Geofisico comparando i valori medi orari della corrente misurata col metodo diretto durante un ciclo di marea — e limitatamente a Malamocco — con i corrispondenti valori lisciati del segnale fornito dal misuratore elettromagnetico.

il coefficiente di determinazione (rapporto tra varianza della variabile dipendente e varianza risultante dalla regressione) ha cominciato a decrescere.

Dall'esame analitico dei valori campionari sui quali si sono applicate le due funzioni interpolanti si è notata una forte variabilità nei valori di V_m . Infatti in taluni casi, a parità di H e T, si sono riscontrate oscillazioni nei valori di velocità osservati. Tutto questo sta a dimostrare l'esistenza di una variabilità naturale insopprimibile di V_m , non spiegabile in funzione delle sole quantità H e T. In altre parole H e T spiegano solo parzialmente il comportamento di V_m , dipendendo queste oscillazioni da altre variabili fra le quali in primo luogo quelle di tipo meteorologico. A parziale conferma si sono calcolate le relazioni lineari esistenti tra la velocità di corrente ed il livello di marea osservato a Punta della Salute, suddividendo il campione totale in sottocampioni con componente meteorologica omogenea (Tab. 1). Si nota che in situazioni di modesto contenuto meteorologico (compreso tra +20 e -20 cm) il coefficiente di correlazione semplice r è mediamente più alto di quello rilevato in situazioni meteorologiche caratterizzate da un contributo più elevato. Ciò è ancora più evidente se si effettua il calcolo dell'espressione $\frac{1}{2} \sqrt{n-2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right)$ che indica la significatività del coefficiente di correlazione.

4. ANALISI DEL RISULTATI

Nelle tabelle 2 e 3 sono riportati i coefficienti significativi delle funzioni f_1 e f_2 , nonché gli errori medi percentuali.

4.1. *Struttura della f_1*

Nel punto \bar{H} e \bar{T} dei valori osservati il primo modello di interpolazione f_1 stima lo sviluppo in serie di Taylor della quantità V , in funzione di H e T, troncata ai termini del terzo ordine.

Non tutti i termini di tale sviluppo sono necessari statisticamente per ottenere un buon accostamento tra i valori calcolati tramite la f_1 e quelli osservati sperimentali. Si nota comunque che nei quattro casi analizzati le variabili più significative in termini del coefficiente di determinazione multipla R sono risultate costantemente H e HT (Tab. 4). Infatti dalla terza variabile in poi non compare un comune ordinamento.

TABELLA 1 - Coefficienti di correlazione tra marea a Punta della Salute e velocità di corrente alle bocche di porto, relativi a sottocampioni con componente meteorologica omogenea. Tra parentesi è indicato il numero di osservazioni orarie di ciascun sottocampione

Bocca di porto	Contributo meteor.				
	≥ 40 cm	40 ÷ 20 cm	20 ÷ 0 cm	0 ÷ - 20 cm	- 20 ÷ - 40 cm
LIDO	.56 (124)	.64 (439)	.66 (1434)	.72 (1115)	.51 (45)
MALAMOCCO	.69 (26)	.81 (64)	.79 (551)	.85 (570)	.81 (10)

TABELLA 2 - Funzione f_1 : coefficienti significativi ed errore medio percentuale.

Variable Bocca di porto	Costante	H	T	HT	H ²	T ²	H ² T	HT ²	H ³	T ³	ϵ %
Lido flusso entrante	2.03	0.312		-3.23 · 10 ⁻²		1.43 · 10 ⁻²		1.08 · 10 ⁻³			19.6
Lido flusso uscente	-0.462	0.434		-5.18 · 10 ⁻²	3.54 · 10 ⁻⁴			2.18 · 10 ⁻³			25.8
Malamocco flusso entrante	0.438	0.345		-1.55 · 10 ⁻²	-1.67 · 10 ⁻³				8.08 · 10 ⁻⁶		6.6
Malamocco flusso uscente	-1.38	0.392		-5.35 · 10 ⁻²				2.47 · 10 ⁻³			7.9

TABELLA 3 - Funzione f_2 : coefficienti significativi ed errore percentuale.

Variable Bocca di porto	Costante	H	1/T	H/T	H ²	1/T ²	H ² /T	H/T ²	H ³	1/T ³	ϵ %
Lido flusso entrante	3.329	7.80 · 10 ⁻²	-5.415	0.177				1.798			19.5
Lido flusso uscente	-2.448		8.914	1.048					-1.37 · 10 ⁻⁶	-6.478	23.4
Malamocco flusso entrante	0.354		1.850			-7.30 · 10 ⁻³	-2.467	0.428			6.6
Malamocco flusso uscente	-1.537		1.101		14.499	2.71 · 10 ⁻³			2.18 · 10 ⁻⁶		7.6

TABELLA 4 - Ordine di importanza delle variabili del modello f_1 e () relativo coefficiente di determinazione multipla.

Variable	H	T	HT	H ²	T ²	H ² T	HT ²	H ³	T ³
Bocca di porto									
Lido flusso entrante	1° (.857)		2° (.877)		4° (.886)		3° (.885)		
Lido flusso uscente	1° (.846)		2° (.906)	3° (.911)			4° (.913)		
Malamocco flusso entrante	1° (.938)		2° (.958)	3° (.959)				4° (.960)	
Malamocco flusso uscente	1° (.948)	4° (.978)	2° (.977)				3° (.978)		

TABELLA 5 - Ordine di importanza delle variabili del modello f_2 e () relativo coefficiente di determinazione multipla.

Variable	H	1/T	H/T	H ²	1/T ²	H ² /T	H/T ²	H ³	1/T ³
Bocca di porto									
Lido flusso entrante	2° (.885)	4° (.886)	1° (.871)				3° (.885)		
Lido flusso uscente		3° (.913)	1° (.906)					2° (.910)	4° (.914)
Malamocco flusso entrante			1° (.951)			3° (.959)	2° (.958)	4° (.960)	
Malamocco flusso uscente			1° (.977)		2° (.979)	4° (.979)		3° (.979)	

4.2. *Struttura della f_2*

Nel secondo modello di interpolazione, ad almeno una delle variabili esplicative si può dare un preciso significato fisico. La variabile H/T ha infatti la dimensione di una velocità.

Nella tabella 5 si riporta l'ordine di importanza delle variabili, sempre con il relativo coefficiente di determinazione multipla tra parentesi.

Si può osservare che in questo secondo modello il termine H/T presenta la stessa importanza, in termini di R^2 , delle prime due variabili, H e HT , del modello precedente. Per contro si nota una maggiore irregolarità nell'ordinamento delle variabili dalla seconda in poi. Sembrerebbe quasi che nella variabile H/T si accumulino gli effetti delle variabili H e HT del modello precedente.

5. CONCLUSIONI

Le campagne di misura di corrente effettuate fino ad ora nella Laguna di Venezia hanno avuto solo in un caso una durata tale da poter essere oggetto di sintesi interpretativa.

Questo lavoro, con i limiti inevitabili in ogni approccio di tipo statistico, è volto a chiarire gli aspetti sintetici del fenomeno in esame.

Le tecniche statistiche impiegate hanno permesso la descrizione della velocità media estrema in funzione dell'altezza e durata del flusso/riflusso della marea. Infatti, prefissate le coppie di valori H e T rappresentativi di una particolare situazione di marea, è possibile ricavare immediatamente la velocità media estrema associata alla fase considerata.

Le relazioni funzionali medie ottenute sperimentalmente presentano un certo interesse se si intende analizzare il fenomeno in un lungo periodo temporale e non a scala istantanea.

Le tecniche statistiche utilizzate sono indubbiamente affinabili, ad esempio suddividendo il campione complessivo in sottocampioni caratterizzati da un contributo meteorologico omogeneo, come ricordato nel par. 3.

Riconoscimenti

Si ringraziano vivamente l'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, nella persona del Direttore pro-tempore prof. F. Mosetti, per avere gentilmente messo a disposizione le registrazioni di corrente elaborate nel presente lavoro e l'ENEL - CRIS di Mestre per i plottaggi mediante elaboratore.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ACCERBONI, E., F. MOSETTI, 1971, *Sulla possibilità di previsione del livello marino e dell'acqua alta nella Laguna di Venezia mediante la misura continua della corrente marina nei canali di accesso col metodo elettromagnetico*. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, vol. XIII, 3-17.
- [2] ACCERBONI, E., F. MOSETTI, 1972, *Sulla possibilità di previsione dell'acqua alta a Venezia con le misure elettromagnetiche di corrente nei canali di accesso alla Laguna*. Atti dell'Istituto Veneto S.L.A., Anno acc. 1971-72, tomo CXXX, cl. scienze mat. nat., 393-400.
- [3] DORIGO, L., 1961, *Le correnti di marea nei porti e nella laguna di Venezia*. Ist. Veneto S.L.A. - Commissione di studio dei provvedimenti per la conservazione e la difesa della Laguna e della città di Venezia - Vol. I: Rapporti preliminari. Venezia, 127-175.
- [4] DORIGO, L., 1966, *Il bacino lagunare del porto di Lido. Rilievi e misure di corrente eseguiti nell'anno 1962*. Ist. Veneto S.L.A. - Commissione di studio dei provvedimenti per la conservazione e la difesa della Laguna e della città di Venezia - Vol. III: Rapporti e studi. Venezia, 87-128.
- [5] MINISTERO LL.PP. - COMITATO PER LO STUDIO DEI PROVVEDIMENTI A DIFESA DELLA CITTÀ DI VENEZIA ED A SALVAGUARDIA DEI SUOI CARATTERI AMBIENTALI E MONUMENTALI, 1979, *Le correnti di marea nella Laguna di Venezia*. A cura dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova.
- [6] OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE - TRIESTE, 1971, *Risultati delle misure elettromagnetiche di corrente e metodologie di previsione*. In: « Sulle cause dell'acqua alta a Venezia e sui sistemi di previsione », 281-307 (Relazione interna).
- [7] TOSI, R., 1970, *Ricerche sul regime delle correnti di marea nei canali-porto della Laguna di Venezia*. Atti e Memorie dell'Accademia Patavina S.L.A., Anno acc. 1969-70, vol. LXXXII, parte II, 383-407.

APPENDICE. — CAMPAGNE DI MISURE DI CORRENTE EFFETTUATE NELLA LAGUNA DI VENEZIA

anno	località	stazioni di misura	durata ed epoca delle misure
1913	bocca di porto di Lido	n. 1	in genere un semi-ciclo di marea al giorno, nel periodo dal 3 al 6 settembre.
1914	bocca di porto di Lido e località varie della parte centro-meridionale del bacino lagunare del Lido	n. 20, di cui una fissa di riferimento alla bocca di porto e le rimanenti volanti	in genere un ciclo di marea al giorno, per un totale di 30 giornate di misura nell'arco di circa 6 mesi (29 gennaio - 13 luglio). Durante 8 delle anzidette giornate vennero effettuati rilievi contemporanei alla bocca di porto ed in una delle seguenti località: canali S. Clemente, Giudecca, S. Secondo, delle Navi, degli Angeli, S. Giacomo di Poveglia, Sacca Sessola e la Nave.
1915	porto di Lido	n. 1	in genere un semi-ciclo di marea al giorno, per un totale di 31 giornate di misura nell'arco di circa 6 mesi (3 febbraio - 20 luglio). Durante 4 delle anzidette giornate vennero effettuati rilievi anche nel canale di Treporti.
	porto di Malamocco	n. 20, distribuite nello specchio d'acqua compreso tra il pennello delle Ceppe e gli imbocchi dei canali Rocchetta, Fisolo e Spignon	un ciclo di marea al giorno: per una metà delle stazioni nel periodo dal 4 al 16 agosto e per l'altra metà tra il 26 ed il 30 agosto.
1919	canale di S. Nicolò	n. 1	un ciclo di marea al giorno durante ciascuno dei due giorni centrali del novilunio di agosto.
1920	canale delle Navi	n. 1	un ciclo di marea, in uno dei giorni immediatamente successivi al plenilunio di marzo.
1921	bocca di porto di Lido	n. 1	un ciclo di marea al giorno durante ciascuno dei sette giorni successivi al plenilunio di ottobre.
1927	bocca di porto di Lido	n. 3	un ciclo di marea al giorno: per una delle stazioni nel periodo dal 16 maggio al 2 giugno, e per le altre due, rispettivamente, dal 2 al 3 giugno e dal 15 al 17 giugno.

anno	località	stazioni di misura	durata ed epoca delle misure
1930	nodo idraulico del porto di Lido	n. 22, di cui 7 attraverso la bocca di porto e le rimanenti in corrispondenza degli imbocchi dei canali di Treporti e S. Nicolò	un semi-ciclo di marea durante ciascuno dei tre giorni centrali del novilunio di novembre.
1932	canali dell'area urbana circostante il costruendo rio Nuovo	n. 9	un ciclo di marea, durante il plenilunio di marzo.
1933	canali dell'area urbana circostante il rio Nuovo	n. 9	un ciclo di marea, durante il novilunio di giugno.
1937	bocca di porto di Chioggia	n. 5, in corrispondenza a due diverse sezioni della bocca di porto	un ciclo di marea, durante il novilunio di giugno. Limitatamente ad una stazione vennero effettuati rilievi anche durante il novilunio di luglio.
	canale delle Navi	n. 3, in prossimità dell'innesco nel canale di S. Nicolò	un ciclo di marea, durante il plenilunio di novembre.
1938	nodo idraulico canale delle Navi - canale di S. Nicolò	n. 3; una all'imbocco del canale delle Navi e le altre lungo l'asse del canale di S. Nicolò	un ciclo di marea, durante il plenilunio di marzo.
1939	canale delle Navi	n. 10, distribuite nello specchio d'acqua antistante i bacini di carenaggio	un ciclo di marea, durante la prima quadratura di agosto.
	canali delle Navi e di S. Nicolò	n. 10, di cui tre nello specchio d'acqua sopraccitato e le rimanenti distribuite nel canale di S. Nicolò, in una zona circoscritta antistante l'imbocco del canale delle Navi	un ciclo di marea, durante la seconda quadratura di agosto.
1951	canali di S. Giobbe, S. Secondo e Noale	n. 3	un ciclo di marea, durante il plenilunio di dicembre.
1952	canale Rezzo	n. 1	un ciclo di marea, durante il plenilunio di agosto.

anno	località	stazioni di misura	durata ed epoca delle misure
1962	nodo idraulico del porto di Lido	n. 22, di cui 7 attraverso la bocca di porto e le rimanenti in corrispondenza agli imbocchi dei canali di Treponti, S. Erasmo e S. Nicolò	un ciclo di marea, durante il plenilunio di febbraio. I rilievi in corrispondenza agli imbocchi dei canali interni vennero effettuati il giorno 19, quelli attravverso la bocca di porto il giorno successivo.
	canali e rii interni di Venezia	n. 40, di cui 4 fisse di riferimento (canale delle Fondamenta Nuove, della Giudecca, Canal Grande alla Salute e a S. Chiara) e le rimanenti volanti	un semi-ciclo di marea il 3 maggio ed uno il 5 successivo.
1963	bocca di porto di Malamocco	n. 6	un semi-ciclo di marea, durante il novilunio di ottobre (giorno 17).
	nodo idraulico canale Melison - canale Molini	n. 7, di cui 3 all'imbocco del canale Molini	un semi-ciclo di marea, durante il novilunio di ottobre (giorno 18).
1965	nodo idraulico del porto di Malamocco	n. 25, di cui 6 attraverso la bocca di porto e le rimanenti in corrispondenza agli imbocchi dei canali Rocchetta, Fisol, Spignon e S. Pietro	un ciclo di marea, durante il plenilunio di luglio (giorni 28 - 29).
	nodi idraulici della porzione centrale del bacino lagunare di Malamocco	n. 18 per il nodo canali Fisol - Molini - Melison, n. 16 per il nodo canali Molini - Lussariol - Coda del Rischio - Maggiore, n. 13 per il nodo canali Melison - Tagliata Nuova - Piovego - Gorne	un ciclo di marea per ciascun nodo durante il plenilunio di luglio (rispettivamente, giorni 27-28, 29-30 e 30-31).
1967	nodo idraulico del porto di Malamocco	n. 25, di cui 6 attraverso la bocca di porto e le rimanenti in corrispondenza agli imbocchi dei canali Rocchetta, Fisol, Spignon e di S. Pietro	un ciclo di marea, durante il plenilunio di luglio.
1968	bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia	n. 25	un ciclo di marea, durante il plenilunio di luglio.

anno	località	stazioni di misura	durata ed epoca delle misure
1969	nodo idraulico del porto di Malamocco	n. 25, di cui 6 attraverso la bocca di porto e le rimanenti in corrispondenza agli imbocchi dei canali Rocchetta, Fisolto, Spignon, Malamocco - Marghera e di S. Pietro	un ciclo di marea, durante il novilunio di settembre.
	bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia	n. 25	un ciclo di marea, durante il plenilunio di luglio (giorni 28 - 29).
	nodo idraulico del porto di Malamocco	n. 25, di cui 6 attraverso la bocca di porto e le rimanenti in corrispondenza agli imbocchi dei canali Rocchetta, Fisolto, Spignon, Malamocco - Marghera e di S. Pietro	un semi-ciclo di marea, durante il plenilunio di luglio (giorni 29 - 30).
1970	nodi idraulici del canale Malamocco - Marghera	n. 26, di cui 23 in corrispondenza agli incroci del canale Malamocco-Marghera con i canali Spignon e Melison e le rimanenti all'imbocco del porto di S. Leonardo	un semi-ciclo di marea, durante il plenilunio di luglio (giorni 30 - 31).
	bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia	n. 25	un ciclo di marea, durante il plenilunio di settembre (giorno 15).
	nodo idraulico del porto di Lido	n. 25, di cui 11 attraverso la bocca di porto e le rimanenti in corrispondenza agli imbocchi dei canali di Treporti, S. Erasmo e S. Nicolò	un ciclo di marea, durante il plenilunio di settembre (giorno 16).
1974	nodi idraulici della zona settentrionale del bacino lagunare di Lido	n. 13 per il nodo canali di Treporti - S. Felice - S. Lorenzo - di Burano e n. 12 per i nodi canali di Burano - S. Antonio - Silone - Dese - Grevan, canali di S. Felice - dell'Ancora - Cenesa - Trelera e canali di S. Felice - Rigà - dei Bari - Civola - Pordelio	un ciclo di marea per ciascun nodo durante il plenilunio di ottobre (rispettivamente, giorni 1 - 2 - 3 - 4).

