

Cliente Enel SpA - GEM

Oggetto CENTRALE TERMOELETTRICA DI PORTO TOLLE (RO)

Integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale per la conversione a carbone/biomassa di tre gruppi. Componente idrologica

Ordine Accordo Quadro n. 6000010956 del 5 aprile 2006: Fornitura di servizi specialistici in campo ambientale, civile ed idraulico e diagnostica specialistica
Attingimento n. 4000124396 del 29/08/2006 (L47152N)

Note Rev. 0

PUBBLICATO A6023386 (PAD - 835673)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 18 **N. pagine fuori testo** 0

Data 18/07/2006

Elaborato Pastori Sergio (CESI-AMB), Meloni Maria Laura (CESI-AMB)
A6023386 3359 AUT

Verificato Stigliano Paolo Giuseppe (CESI-AMB)

Approvato Granata Tommaso (CESI-AMB)
A6023386 3744 APP

Mod. RAPP v. 01

Indice

1	SINTESI	3
2	ANALISI DEGLI IMPATTI SULL'ECOSISTEMA CONNESSI AGLI SCARICHI TERMICI	3
3	ANALISI DELL'INFLUENZA DELLA CENTRALE SUI FENOMENI DI RISALITA DEL CUNEO SALINO	4
	3.1 Caratterizzazione del cuneo salino nei rami del delta del Po	4
	3.2 Valutazione dell'influenza della centrale sulla risalita del cuneo salino.....	6
	3.3 Bibliografia citata o consultata.....	7
4	FIGURE	9

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	18/07/06	A6023386	Prima emissione

1 SINTESI

Enel SpA - GEM ha richiesto a CESI di predisporre alcune integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale relativo alla trasformazione a carbone della centrale termoelettrica di Porto Tolle (RO).

Nell'ambito di tale attività nel presente documento vengono affrontati i seguenti aspetti:

- analisi di dettaglio degli impatti sull'ecosistema connessi agli scarichi termici dell'impianto;
- verifica dell'eventuale incidenza del sistema di raffreddamento della centrale sui fenomeni di risalita del cuneo salino;
- analisi degli impatti sull'ecosistema acquatico, con particolare riferimento alla fauna ittica, derivanti dalla navigazione lungo i canali e il Po.

2 ANALISI DEGLI IMPATTI SULL'ECOSISTEMA CONNESSI AGLI SCARICHI TERMICI

Il pattern della dispersione del calore nei vari assetti previsti nella situazione impiantistica in progetto è sostanzialmente equivalente a quella attuale dal punto di vista della distribuzione spaziale dell'effluente. Tuttavia, si verifica rispetto all'esercizio attuale un sensibile alleggerimento del carico termico smaltito nei corpi idrici riceventi per effetto della riduzione della potenza della centrale.

Nell'assetto fiume-fiume, in particolare, il pennacchio termico si sviluppa lungo la riva destra del Po di Pila, che è ricoperta quasi completamente da canneto (*Phragmites spp.*, ecc.) semi-sommerso; tale habitat comunque risulta ampiamente diffuso lungo tutti i rami del delta, nei quali si può ritenere che costituisca l'ambiente prevalente. La sua biocenosi pertanto è ampiamente rappresentata nel contesto deltizio; quella in esame, in particolare, è soggetta attualmente ad un regime termico indotto dal refluo di raffreddamento della centrale, per cui ha già avuto modo di sviluppare i meccanismi adattativi per compensare le sollecitazioni indotte.

Nell'assetto futuro non si prevede che questa situazione vari sostanzialmente se non per il fatto che la riduzione del carico termico disperso permetterà alla comunità acquatica coinvolta di assorbire più agevolmente gli effetti indotti dallo scarico.

Nell'assetto con scarico a mare, il pennacchio termico attualmente si disperde sui fondali sabbiosi che superano la batimetria di 1.5 m a breve distanza dalla riva; in questa situazione, per effetto della densità dell'acqua tende a distribuirsi sulla superficie marina poco dopo il rilascio in mare. Pertanto, l'habitat interessato direttamente dall'impatto termico è costituito da una modesta superficie di fondale sabbioso immediatamente circostante lo sbocco del refluo in mare.

I fondali costieri sabbiosi superficiali, come è noto, sono fra gli habitat bentonici marini quelli meno produttivi; nel caso specifico la biocenosi coinvolta dall'impatto dell'effluente ha già avuto la possibilità di selezionare le specie termicamente più tolleranti.

Nell'assetto futuro, la riduzione del carico termico smaltito molto probabilmente comporterà una leggera riduzione della superficie di habitat direttamente a contatto con il pennacchio e quindi una restrizione dei popolamenti bentonici esposti agli effetti termici.

Per quanto riguarda l'eventuale ingresso nella sacca del Canarin di frange marginali del pennacchio, la situazione attuale riguarda un ambito spaziale circoscritto all'intorno della bocca a mare, peraltro

interessata da oscillazioni termiche, oltre che di qualità generale dell'acqua, anche per il fenomeno naturale delle maree.

Per il futuro, l'alleggerimento del carico termico smaltito dalla centrale permetterà alle comunità acquatiche coinvolte di assorbire più agevolmente gli effetti indotti.

3 ANALISI DELL'INFLUENZA DELLA CENTRALE SUI FENOMENI DI RISALITA DEL CUNEO SALINO

L'area del delta del fiume Po è stata oggetto di numerosi studi di caratterizzazione sia nella fase di progetto della centrale termoelettrica sia nella successiva fase di entrata in esercizio dell'impianto.

Tra i vari approfondimenti eseguiti, particolare riguardo hanno avuto gli studi relativi alla risalita del cuneo salino nell'area deltizia, necessari per definire l'estensione della "zona di foce" (dove la contaminazione di acque marine investe particolare importanza e quindi le acque fluviali vengono equiparate ad acque di mare) ai sensi della delibera del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento del 04/02/1977.

L'analisi in oggetto risultava di particolare interesse in quanto il definire l'ubicazione della centrale all'interno di una zona di foce (acque miste dolci e salate) avrebbe comportato differenti limiti di legge sulle concentrazioni allo scarico di alcuni parametri chimici dei reflui dell'impianto di trattamento acque di lavorazione (impianto ITAR).

Per tale ragione sono stati eseguite, nel corso degli anni, numerose campagne di caratterizzazione idrologica dei vari rami del delta del fiume Po tramite le quali è stato possibile definire che la "zona di foce" si estende più a monte dell'opera di presa della centrale termoelettrica.

Di seguito vengono riportati i risultati di alcuni studi di definizione della posizione del cuneo salino nell'area del delta del Po e, in particolare, nel tratto fluviale prospiciente l'impianto termoelettrico di Porto Tolle.

3.1 Caratterizzazione del cuneo salino nei rami del delta del Po

3.1.1 Premessa

Nei periodi di magra del fiume Po, il fenomeno di risalita dell'acqua salata lungo i rami del delta riveste particolare importanza.

Per quanto concerne l'esercizio della centrale termoelettrica di Porto Tolle, si verificano inconvenienti quali ad es. l'impossibilità di attingere acqua dolce dal fiume per alimentare il ciclo vapore e la conseguente necessità di trasportarla tramite autobotti.

Per questi e altri motivi, fin dagli anni '60 l'Ufficio Idrografico del Po prima e l'Enel poi svolsero indagini tese a valutare la distribuzione della salinità in senso longitudinale lungo i rami del delta.

Nell'ambito di tali studi, nel 1990, in occasione di una magra estiva del fiume Po, su richiesta della Regione Veneto, del Magistrato per il Po e del Consorzio Bonifica Delta Po-Adige sono state effettuate misure di approfondimento sulla risalita del cuneo salino e le informazioni ottenute sono state confrontate con quelle storiche ottenute nel 1931÷1934, nel 1950÷1961, nel 1974 e nel 1976.

3.1.2 Modalità di esecuzione delle misure

Le modalità di rilievo del cuneo salino sono consistite nel misurare la salinità in alcune sezioni fisse, nell'eseguire misure di portata del Po alla sezione di Pontelagoscuro e nell'inseguire la testa del cuneo salino nelle Buse del Po di Pila, lungo il ramo principale e nei rami di Tolle e di Gnocca fino al raggiungimento della sua massima estensione. Per ciascuna sezione l'esplorazione verticale della salinità è stata eseguita nel punto più profondo, infittendo i punti di misura nella zona di separazione tra acqua dolce e acqua salata e diradandoli invece laddove la salinità si manteneva costante oppure era nulla.

3.1.3 *Analisi dei risultati*

Già nelle misure effettuate negli anni 1972-73 si era constatato che il cuneo salino nei rami del delta è normalmente ben stratificato cioè con una netta separazione tra acqua dolce e acqua salata, talvolta parzialmente mescolato cioè con una zona di transizione fra i due liquidi a diversa densità e raramente, solo in occasione di accentuate magre, totalmente mescolato.

Si era constatato inoltre che la massima penetrazione del cuneo salino non si verifica in corrispondenza del massimo di marea (per i livelli della marea si è fatto riferimento alle registrazioni effettuate al Faro di Punta Maistra), ma all'inizio della fase decrescente e inoltre che l'onda salina si propaga più rapidamente laddove è minore la velocità della corrente.

Si era notato che per la Busa Dritta la risalita veniva ostacolata dalla presenza di una soglia all'altezza dell'incile della Busa di Scirocco e dal fatto che parte dell'onda salina era deviata verso la Busa di Scirocco, ove, viceversa, il cuneo salino avanzava molto lentamente, essendo il ramo molto stretto e poco profondo.

Oltre alla portata e alla variazione della marea assumeva un ruolo importante nella propagazione del cuneo salino la morfologia del fiume.

Le fosse sul Po della Pila all'altezza della località Case Ocaro costituivano una barriera all'avanzamento del cuneo salino che poteva essere superata solo eccezionalmente. Se tale evento era potuto accadere sia nel 1979 che nel 1976, era proprio a causa della già accennata magra del fiume. Tale effetto barriera tuttavia veniva a cessare allorché, nella fase di discesa della marea, le fosse non facevano a tempo a vuotarsi dell'acqua salata.

In figg. 1÷2 sono riportate le profondità delle isoaline 10‰ e 3‰ in funzione della distanza dalla foce per il ramo di Pila, relativamente ai giorni di misura 19, 20 e 26 luglio 1990 e, per il ramo di Tolle, relativamente solo al giorno 26.

Analoghe curve sono riportate per le Buse di Tramontana, di Scirocco e Dritta, dedotte da rilievi effettuati negli anni 1989-90 (figg. 3÷10).

In fig. 11 sono riportati alcuni profili verticali di salinità relativi all'ansa di case Ocaro, nel punto dove si innesta il taglio di Volta Vaccari.

Non sembra esistere una correlazione precisa tra la forma del profilo e la portata del fiume, indicata in calce alla figura. A determinare il profilo verticale di salinità intervengono infatti diversi fattori, oltre alla portata, quali la distribuzione verticale della velocità istantanea, la temperatura dell'acqua, la marea, etc.

Dagli andamenti longitudinali dell'isoalina 10‰ si può notare come nel periodo 19÷26 luglio '90, con portate a Pontelagoscuro di circa 430÷460 m³/s (dati forniti dall'Ufficio Idrografico del Po), la "testa" del cuneo salino abbia raggiunto i 12 Km dalla foce. La pendenza media dell'isoalina è stata intorno allo 0.5‰.

La pendenza media dell'isoalina 3‰ nelle Buse di Tramontana, Scirocco e Dritta (figg. 6, 8, 10, 12), con portate di oltre 600 m³/s, presenta valori compresi tra 0‰ e 1‰. Nell'ipotesi che la pendenza del cuneo si mantenga costante per tutto il segmento di risalita, tali valori comportano distanze di risalita superiori a 5÷6 Km.

In fig. 12 infine sono riportati i valori di conducibilità corretta a 20°C relativi al Po di Pila, misurati sempre nello stesso periodo 19÷26 luglio '90.

3.1.4 *Confronto con i dati storici*

La salinità media dell'1‰ era stata riscontrata nel 1959÷1960, per il ramo della Pila, fino a Case Ocaro, cioè a poco più di 6.5 Km dal Faro.

Nei rilievi del 1931÷1934 il limite di penetrazione del cuneo salino non andava oltre i 2500 m dalla foce anche nelle condizioni più favorevoli alla propagazione dell'onda, cioè in magra e con elevate escursioni di marea. Si comprende quindi come sia stato considerato evento eccezionale la risalita del cuneo salino oltre l'incile del Po delle Tolle avvenuta nell'agosto del 1974 con una portata del Po di poco superiore ai 900 m³/s. Ma appena due anni dopo, l'intrusione dell'acqua salata è andata notevolmente oltre, risalendo per circa 17 Km, misurati a partire dal Faro di Punta Maistra. La portata del Po in questa occasione era scesa infatti a soli 350 m³/s.

In fig. 13 sono indicati i profili longitudinali delle isoaline 10‰ relative a tali due eventi e i profili relativi ai rilievi effettuati nel luglio 1990.

Confrontando i risultati ottenuti negli anni 1979 e 1976 con quelli degli anni 1931÷1934 e 1958÷1961, si può vedere che il fenomeno dell'intrusione del cuneo salino ha assunto proporzioni molto più accentuate in questi 90 anni e questo è senz'altro dovuto all'abbassamento del delta che ha raggiunto in certi punti valori intorno ai 2.5 m.

Come conseguenza la pendenza del pelo liquido negli ultimi chilometri del delta è alquanto critica in magra, con profilo medio prossimo all'orizzontale se non addirittura con pendenza di segno negativo che favorisce quindi l'intrusione salina.

I risultati delle misure effettuate nell'estate 1990, per quanto riguarda la risalita del cuneo salino nel ramo principale del Po di Pila, sono riportati nella stessa fig. 13. I profili longitudinali appaiono molto vicini a quelli ottenuti negli anni 1974÷76. Ciò indica che, se tra il 1960 e il 1974 la situazione risulta notevolmente mutata in conseguenza del suddetto abbassamento dell'alveo, tra il 1979 e oggi, malgrado interventi quali la costruzione della centrale elettrica di Porto Tolle e il taglio dell'ansa di Volta Vaccari, le caratteristiche di risalita del cuneo salino non risultano modificate in modo sensibile.

A conferma di ciò in fig. 14 è riportata la curva $L = L(a)$ ottenuta dall'ENEL nel decennio 1970÷79 dalle numerose indagini effettuate in quel periodo: il punto relativo ai rilievi del luglio '90 si colloca in prossimità della curva. Per quanto riguarda infine il ramo Po di Gnocca, in fig. 15 sono riportati gli andamenti longitudinali dell'isoalina 3‰, rilevati nel 1981 e nel 1990.

Per il Po di Gnocca non è stata determinata una curva analoga a quella riportata in fig. 14, ma si può ben vedere che rispetto alle indagini del 1981, con una portata attuale pari a circa il 40% della portata del dicembre 1981, l'estensione del cuneo salino è più che raddoppiata, nonostante la presenza di uno sbarramento antintrusione installato per ostacolare la risalita del cuneo salino.

3.2 Valutazione dell'influenza della centrale sulla risalita del cuneo salino

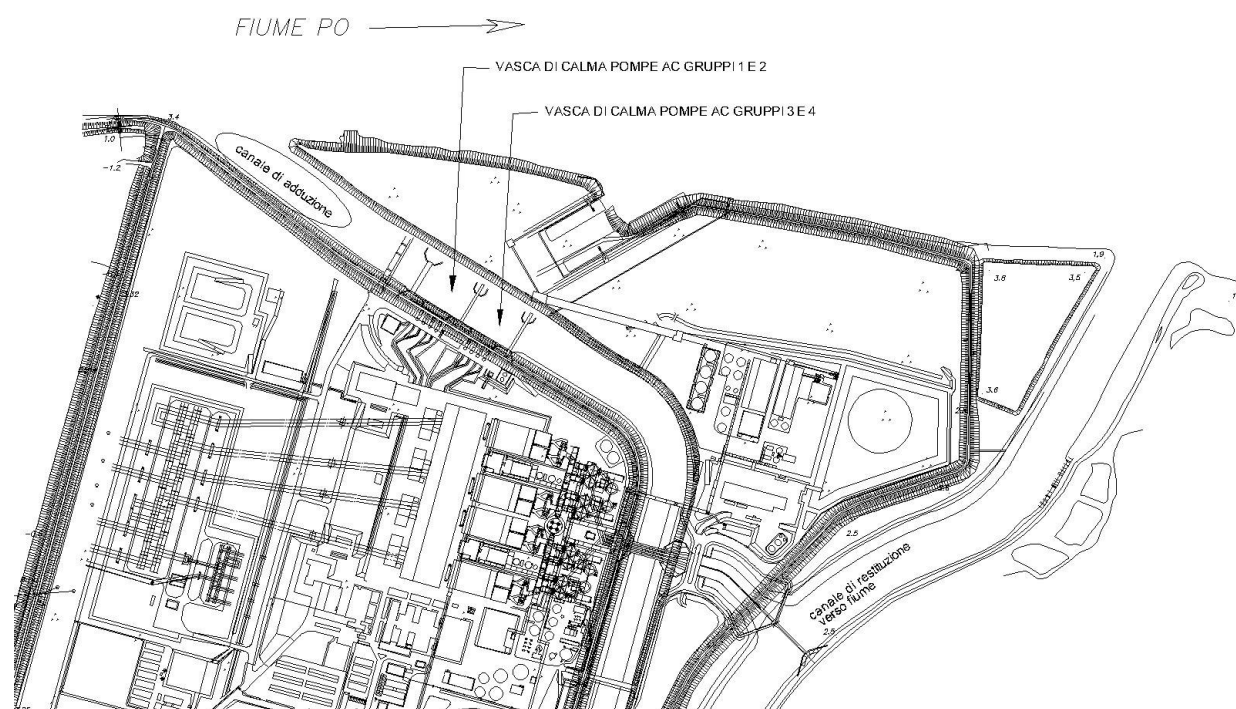
L'analisi dei dati storici di salinità nell'area deltizia ha permesso di ottenere numerose informazioni relative alla morfologia del cuneo salino, in particolar modo nel tratto di Po di Pila antistante la centrale termoelettrica Enel di Porto Tolle.

Gli studi hanno confermato il fatto che non sembrerebbe esistere una correlazione precisa tra la forma del profilo salino e la portata del fiume: a determinare il profilo verticale di salinità interverrebbero infatti diversi fattori influenzanti quali la portata fluviale, la distribuzione verticale della velocità istantanea, la temperatura dell'acqua, la marea, etc.

La risalita del cuneo salino avrebbe quindi subito, nel corso degli anni, un'estensione verso monte dovuta, in prevalenza, ai diffusi fenomeni di abbassamento dell'area del delta.

La centrale termoelettrica utilizza una portata massima di 80 m³/s per il raffreddamento dei condensatori dell'impianto che può venir prelevata sia da fiume che da mare.

Nell'ipotesi di funzionamento con presa a fiume, questa ha luogo tramite aspirazione della portata attraverso l'opera di presa a fiume che presenta un'incile in sponda destra in prossimità dell'impianto.



Il canale a pelo libero che costituisce l'opera di presa è costituito da un manufatto artificiale con soglia di imbocco, rispetto al ramo fluviale principale, a circa -3 m, a fronte di una profondità media del Po in prossimità della presa di circa -4 ÷ -5 m.

Analizzando infatti i profili alini misurati nel corso delle diverse campagne di caratterizzazione effettuate, la morfologia del cuneo salino presenta infatti una forma "a cuneo" con massimi valori di concentrazione (paragonabile a quella marina) in prossimità del fondo fluviale, assumendo invece valori decrescenti all'approssimarsi alla superficie fluviale.

Posto infatti che per "cuneo salino" si debba intendere una massa d'acqua a elevata concentrazione salina (almeno superiore al 25‰), le analisi effettuate consentono di verificare che tale formazione si ritrova solo nelle zone fluviali a maggiore profondità, e quindi, nell'area in esame (ramo del Po di Pila in prossimità della centrale termoelettrica) verso il centro del fiume.

Pur verificandosi, nelle condizioni conservative ipotizzate, la massima aspirazione da parte dell'opera di presa della centrale, vista la morfologia del canale di presa, il richiamo di flusso avviene in maniera prevalente dagli strati più superficiali del corpo idrico antistante la presa: rilievi di velocità eseguiti hanno permesso di evidenziare che la massima efficienza del sistema di aspirazione si attua nei primi due metri, con un forte abbattimento della velocità negli strati sottostanti.

A fronte di un'idrodinamicità locale di tale tipo, risulta pertanto evidente che solo gli strati più superficiali del fiume Po potranno essere interessati dai fenomeni di richiamo di flusso, mentre gli strati inferiori non subiranno alcun effetto di richiamo.

Poiché si è verificato che negli strati superficiali sono riscontrabili solo modeste concentrazioni saline (qualche ‰) e che solo gli strati più profondi sono invece interessati dalla presenza del cuneo salino, è evidente che la presenza dell'impianto termoelettrico, con la sua opera di presa a fiume, non potrà incidere in alcun modo sui fenomeni di risalita del cuneo salino.

3.3 Bibliografia citata o consultata

- "Andamenti spaziali di salinità e velocità della corrente nel tratto terminale del Po di Pila durante un ciclo di marea sizigiale". Enel DCO, doc PT00040ZSMPE132, 08/11/93

- “Centrale di Porto Tolle. Caratterizzazione del cuneo salino nei rami di Pila, Tolle e Gnocca. Confronto con dati storici”. Enel DSR - Enel DCO, doc. AmCA/31/90/F, 26/09/90
- “Centrale termoelettrica di Porto Tolle (RO). Rilievi morfobatimetrici e stima della quantità di materiale sedimentato nel canale di adduzione, nel canale di restituzione e nelle vasche di calma pompe a.c.”. Enel Produzione, doc. 212PT03693, 14/09/01
- “Centrale termoelettrica di Porto Tolle (RO). Canale dell’opera di presa a fiume: rilievi morfobatimetrici e di velocità di corrente”. Enel Divisione Produzione, doc. 212PT03657, 07/07/99

4 FIGURE

FIG.1 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 10‰ NEL PO DI PILA

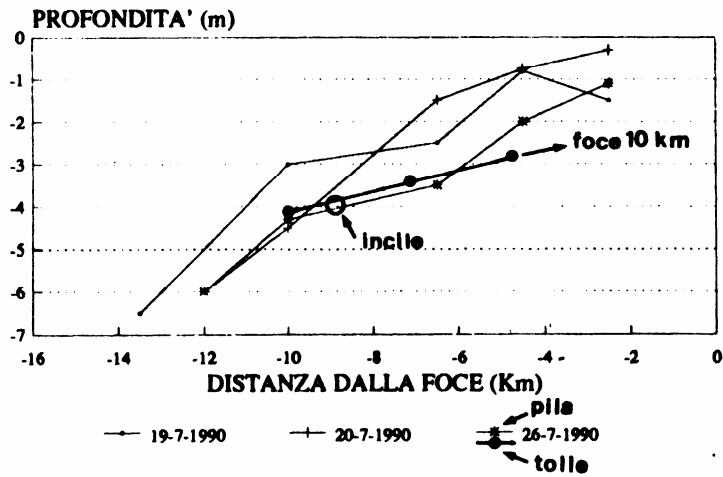
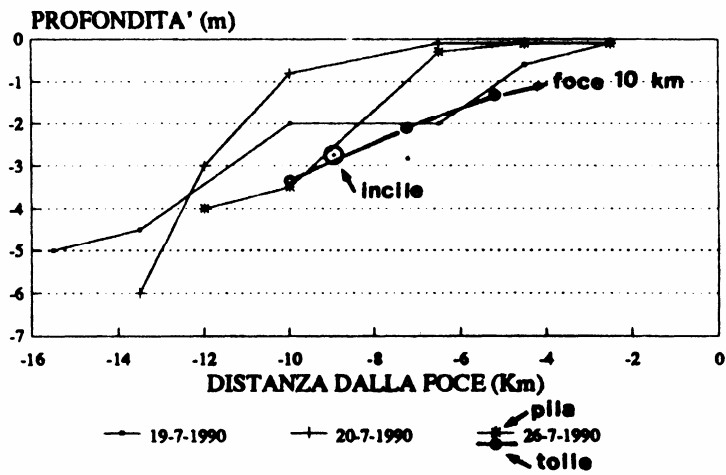


FIG.2 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 3‰ NEL PO DI PILA



7 ÷ 8 febbraio 1989

FIG. 3 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 10 ‰ NELLE DIVERSE BUSE

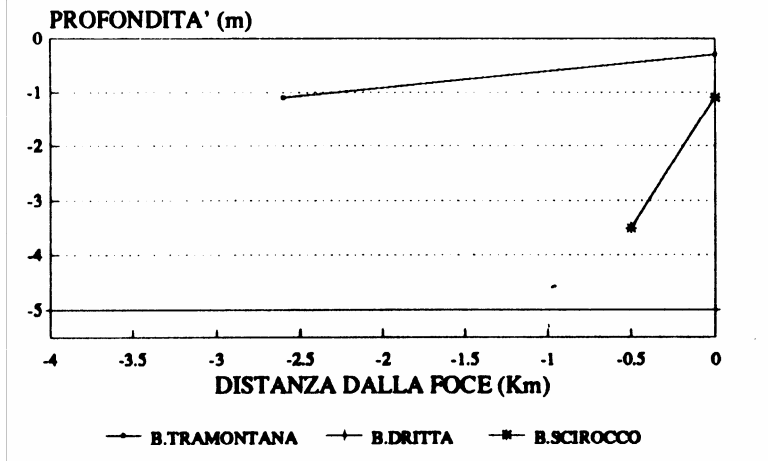
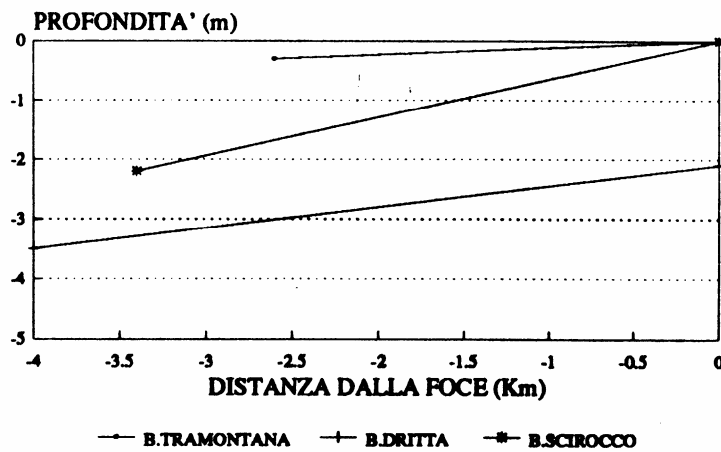


FIG. 4 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 3‰ NELLE DIVERSE BUSE



14 ÷ 15 febbraio 1989

FIG.5 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 10 ‰ NELLE DIVERSE BUSE

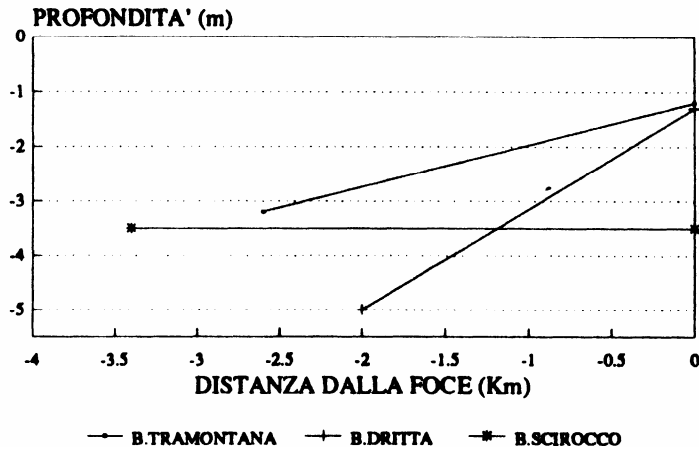
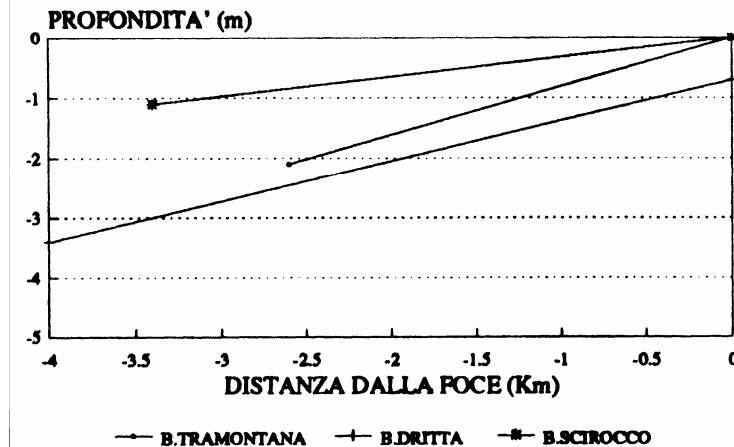


FIG.6 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 3‰ NELLE DIVERSE BUSE



Giugno 1989

FIG. 7 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 10 ‰ NELLE DIVERSE BUSE

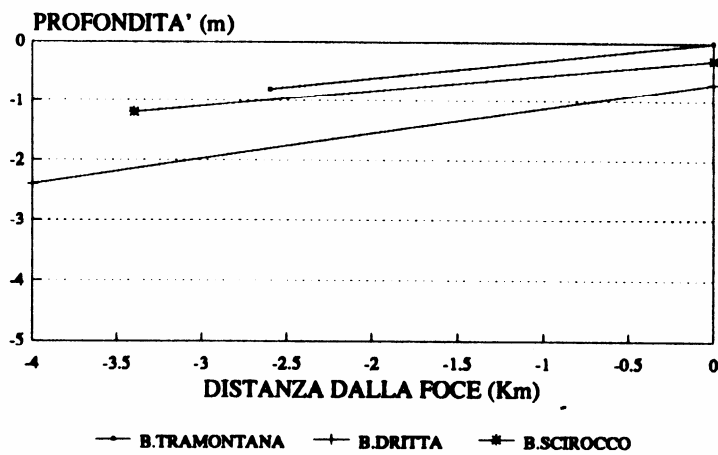
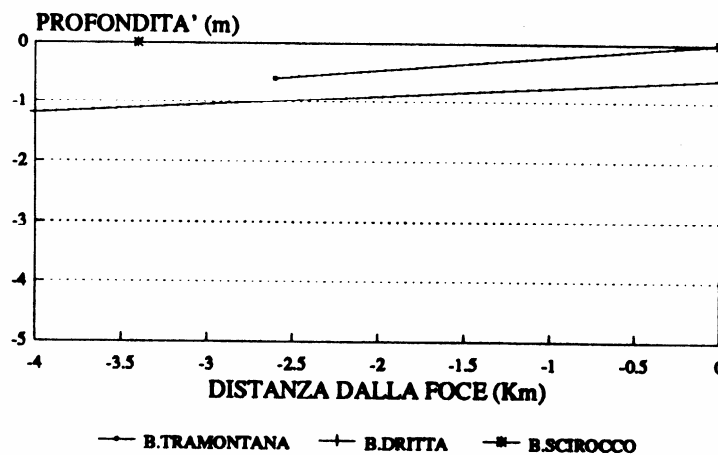


FIG. 8 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 3‰ NELLE DIVERSE BUSE



Gennaio 1990

FIG. 9 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 10 ‰ NELLE DIVERSE BUSE

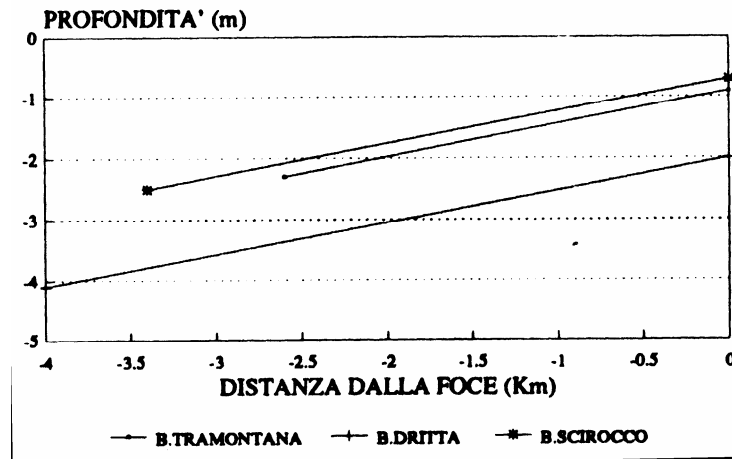


FIG. 10 ANDAMENTI LONGITUDINALI DELLE ISOALINE 3‰ NELLE DIVERSE BUSE

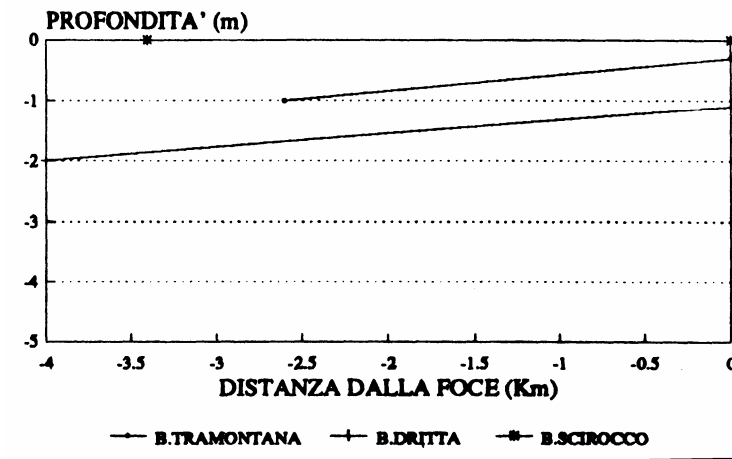
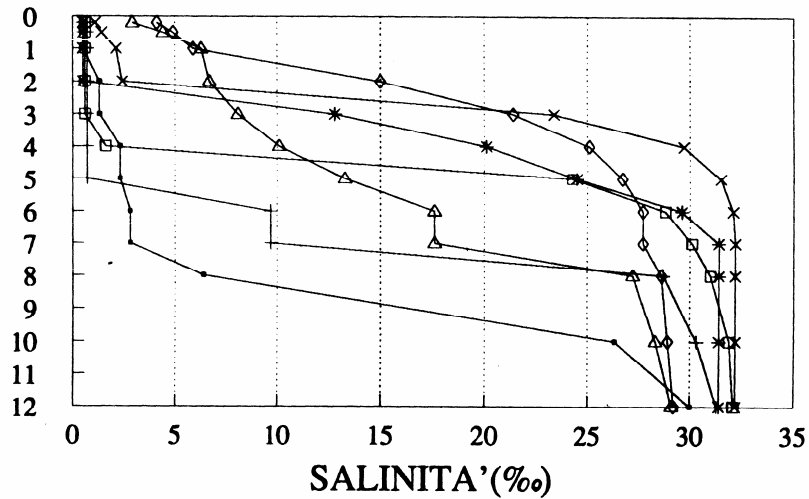


fig. 11—PROFILI VERTICALI DI SALINITA' A DIVERSE PORTATE - SEZIONE OCARO

PROFONDITA'(m)



- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| —●— 8-2-1989 | —+— 14-2-1989 | —*— 28-6-1989 | —□— 17-1-1990 |
| —x— 19-7-1990 | —◇— 20-7-1990 | —△— 26-7-1990 | |
| —●— 695 m ³ /s | —+— 682 m ³ /s | —*— 800 m ³ /s | —□— 643 m ³ /s |
| —x— 450 m ³ /s | —◇— 450 m ³ /s | —△— 450 m ³ /s | |

fig. 12 — PORTO TOLLE
RILIEVI DI CONDUCIBILITA' SUPERFICIALE —

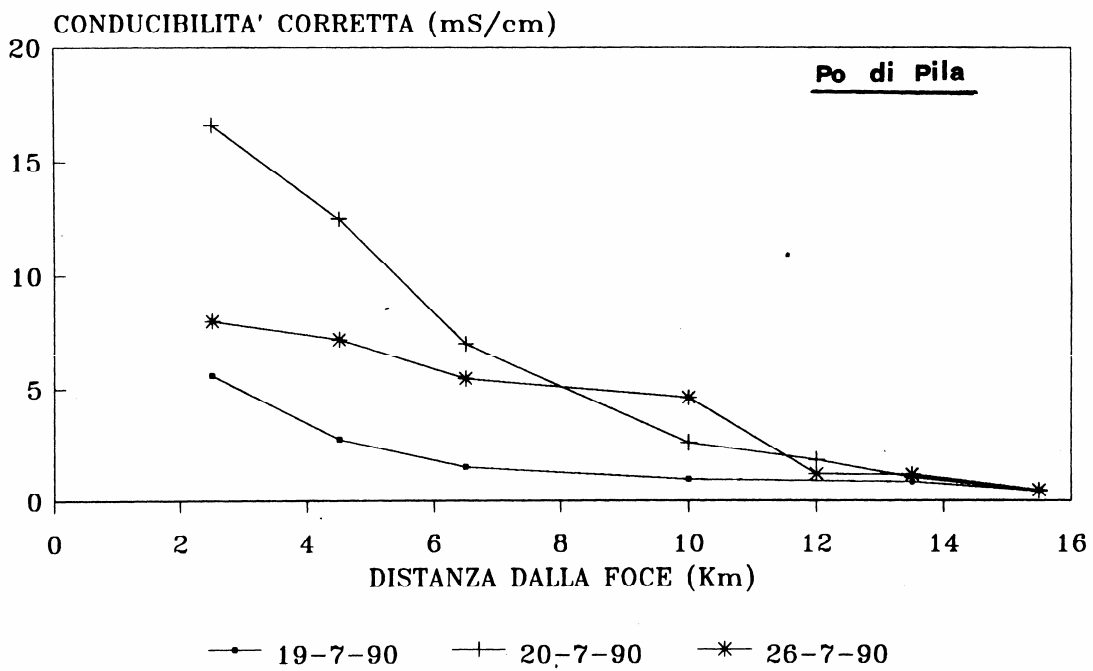


Fig. 13

andamenti longitudinali delle isoaline 10‰ in diversi periodi di magra

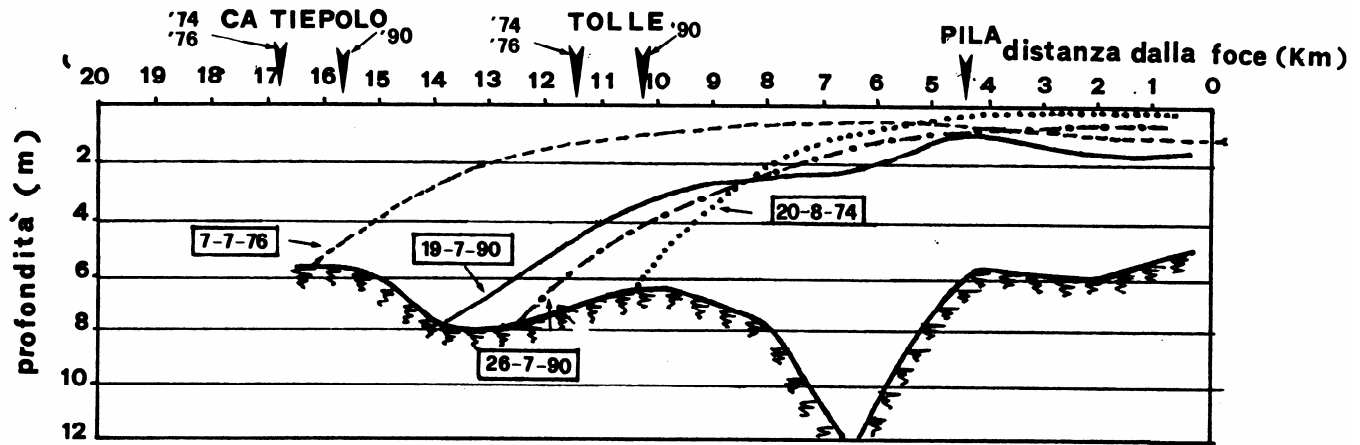


Fig. 14

Massima risalita del cuneo salino lungo il ramo principale del Po in funzione della portata a Pontelagoscuro, per marea iniziale

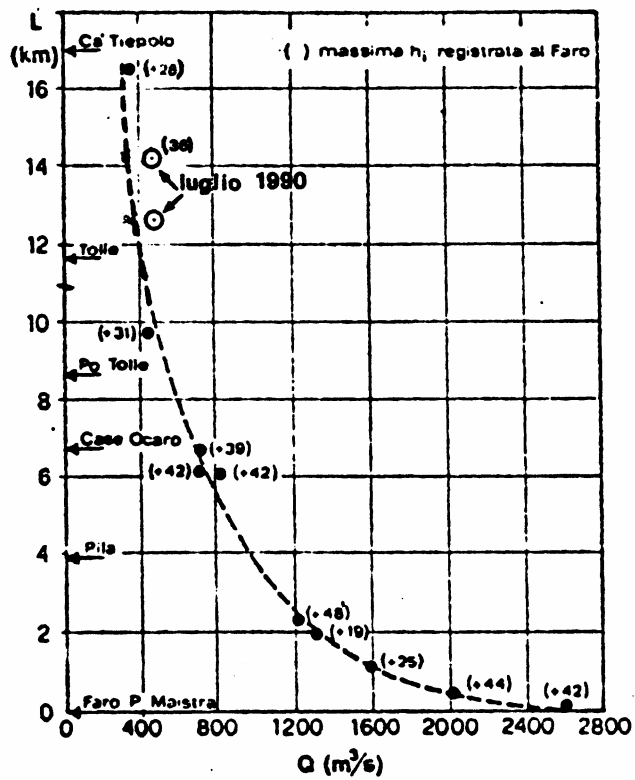


Fig. 15

Po di Gnocca

rilevi del cuneo salino del 26 luglio 1990
e confronto con precedenti rilievi del 1981

