

FIERRO G.¹ GABETTA M.¹ TUCCI S.¹

Studio di componenti organiche dei sedimenti
marini litorali nella Liguria occidentale
(Arenzano - Capo Noli)



RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati di analisi tessiturali e compostionali effettuate sui sedimenti superficiali prelevati nella piattaforma continentale del Mar Ligure Occidentale. Si è potuto così estendere a questo settore le conoscenze sedimentologiche, con particolare riferimento alla presenza di idrocarburi nei fondali. Risulta dimostrata l'influenza delle aree portuali soggette ad intenso traffico cisterniero sui sedimenti di limitrofi tratti di piattaforma.

ABSTRACT

Results of textural and compositional analyses carried out on surface layers collected from the continental shelf of the western Ligurian Sea are recorded herein.

Sedimentological knowledge has thus been extended to this sector, with peculiar reference to the presence of hydrocarbons at bottom levels.

The influence of harbour areas subject to heavy traffic of oil tankers on sediments of adjacent stretches of the shelf has been demonstrated.

INTRODUZIONE

Nell'ambito del programma di ricerche ecologiche ed oceanografiche svolto dal G.R.O.-G. (Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova), al fine di completare le conoscenze già acquisite, per quanto riguarda la geomorfologia e le condizioni di alterazione dell'ambiente di fondo della piattaforma continentale ligure, è stata effettuata nel 1974 una campagna di campionamenti nella zona di mare prospiciente il tratto di costa presso Finale Ligure compreso tra Voltri e Capo Noli (Fig. 1).

Per conoscere la dinamica dei materiali sedimentari sulla piattaforma è stata svolta un'indagine sedimentologica sui campioni superficiali che erano stati prelevati mediante benna Van Veen; sono state quantizzate le componenti organiche per stabilire le relazioni tra queste ultime e la percentuale di idrocarburi presenti. I due diversi tipi di studio sono stati ritenuti necessari in quanto si completano a vicenda: infatti è stato provato che i sedimenti fini possono agire come abbattenti nei riguardi degli idrocarburi (Muzzi, Borgioli; 1968 - Fanucci, Fierro, Grosso, Piacentino; 1973) e, d'altro canto, che la conoscenza del contenuto in bitumi può essere utilizzata come indice della dispersione dei sedimenti (Brambati; 1972).

¹ ISTITUTO DI GEOLOGIA UNIVERSITÀ DI GENOVA

Come già evidenziato in letteratura, questo genere di inquinamento è comune a numerosi tratti di costa del Mediterraneo ed è dovuto all'intenso traffico cisterniero dei prodotti petroliferi (*Fierro*; 1973 - *Fierro*; 1977). Le operazioni ad esso relative provocano inevitabilmente perdite di materiale che possono essere tenute sotto controllo, ma difficilmente eliminate in modo completo senza considerare il rischio di inquinamento massivo per incidenti.

Ad eccezione della rada di Vado, in cui il trasporto e la sedimentazione sono fortemente condizionati dalla particolare morfologia (*Fanucci, Fierro, Grosso, Piccazzo*; 1974), lungo tutto il tratto di costa in esame i sedimenti lutitici provengono da Est, seguendo la circolazione della corrente generale del Mediterraneo. Le indagini sismiche effettuate in parallelo completano l'indagine conoscitiva evidenziando le differenze di accumulo sedimentario, prevalentemente lutitico, esistenti tra le varie zone (*Fanucci, Fierro, Genesseaux, Rehault, Tabbò*; 1974 - *Corradi Fanucci, Gallo, Piccazzo, in stampa*).

TECNICHE IMPIEGATE

Lo studio della composizione granulometrica dei sedimenti è stato eseguito mediante setacciatura con maglie di 74 μm . I diversi litotipi sono stati classificati (Fig. 2), mediante il criterio proposto da *Kruyt* nel 1954 e da noi modificato (*Fanucci e coll.*; 1973). Il contenuto in carbonati è stato determinato mediante l'uso del calcimetro volumetrico De Astis ed i valori ottenuti sono stati riportati in Fig. 3.

L'analisi degli idrocarburi presenti è stata effettuata mediante estrazione con benzene e susseguente rapporto ponderale. Si è inoltre provveduto al calcolo della sostanza organica secondo la metodologia proposta da *Gross* nel 1971 e modificata come segue: dieci grammi di sedimento sono stati trattati con 10 cc di acqua ossigenata a 120 volumi e successivamente con 50 cc fino a cessazione dell'effervescenza; si sono aggiunti poi altri 50 cc e si è trattato a caldo ripetendo quest'ultima operazione fino a che una ulteriore aggiunta di acqua ossigenata non provocasse più alcuna effervescenza; dopo filtrazione si è ottenuta la percentuale di sostanza organica per differenza di peso.

Tutti i dati sperimentali sono stati riportati in *Tav. 1*.

RISULTATI DELLE ANALISI

Le analisi granulometriche tendenti a determinare la percentuale $< 74 \mu\text{m}$ sono state sintetizzate nella carta di distribuzione dei sedimenti (Fig. 2). Si evidenzia l'esistenza di una zona a sedimentazione lutitica localizzata lungo l'areale antistante Varazze ed Arenzano; l'estensione della zona sembra non mostrare alcuna relazione con le batimetriche relative. Ad ovest di Varazze si evidenzia una corrispondenza tra le foci del Letimbro, del Quiliano e del Segno e l'accumulo di sedimenti detritici; tale accumulo sembra essere giustificato dalla situazione idrografica e geologica della zona in esame; i tre corsi d'acqua, che presentano caratteri tipici di regime torrentizio con sviluppo breve dell'alveo e forte pendenza, attraversano

litotipi quali graniti, gneiss e scisti non facilmente erodibili, effettuando un trasporto di materiale essenzialmente grossolano (*Cosma, Drago, Piccazzo, Scarponi, Tucci, in stampa*).

I corsi d'acqua ad est di Varazze, pur presentando le stesse caratteristiche fisiografiche, agiscono su serpentine fratturate e calcescisti, rocce più soggette a fenomeni erosivi; ne risulta un trasporto in mare anche di materiale fine che si aggiunge agli apporti dovuti al trasporto in sospensione est-ovest dei sedimenti drainati dai più importanti corsi d'acqua dell'areale genovese (*Bisagno e Polcevera*),

La zona a lutiti nella baia di Vado è certamente influenzata « dall'effetto baia » dovuto alla deviata e ridotta velocità delle correnti litorali.

Per quanto concerne i valori percentuali dei carbonati essi sono generalmente legati alla granulometria del sedimento; questo fatto è messo in evidenza da un confronto tra le due carte di distribuzione (*Figg. 2 e 3*), da cui si può notare che in tutta la zona a sedimentazione prevalentemente lutitica, compresa tra le foci dei torrenti Cerusa e Letimbro, si hanno dei valori in carbonati compresi tra 9% e 12%.

Nel settore litorale ad ovest di Varazze, caratterizzato da una sedimentazione più variata, l'andamento del contenuto in carbonati non è sempre direttamente legato al litotipo, ma può essere fortemente influenzato dalle particolarità morfologiche della costa e dei fondali. Da un esame della *Fig. 3* risulta una tendenza all'aumento del contenuto in carbonati al crescere della distanza dalla costa. Detta relazione è notevole soprattutto per quanto riguarda i campioni prelevati a profondità inferiori a cento metri; a partire da tale batimetria il tenore in carbonati tende a stabilizzarsi. Risultati simili sono stati riscontrati anche da (*Valette; 1975*). I campioni 145 e 156 mostrano un valore particolarmente elevato in carbonati dovuto alla presenza di detriti conchigliari.

L'affioramento calcareo dolomitico che costituisce la falesia di Capo Noli e quella di Bergeggi non influenza il contenuto in carbonati dei sedimenti marini antistanti che, pur presentando alcuni valori più alti rispetto alla media, lo devono esclusivamente alla presenza di una maggiore frazione conchigliare come è stato riscontrato mediante analisi ottica.

Le analisi relative al contenuto in idrocarburi hanno consentito di redigere una carta di distribuzione riportata in *Fig. 4*; i valori sono particolarmente elevati in quattro zone ben definite situate in prossimità della costa di fronte ad Arenzano, Varazze, Savona-Vado e Noli. La prima di tali zone può essere considerata un prolungamento verso Ovest dell'area portuale genovese, che è già stata oggetto di studi analoghi (*Fanucci, e coll. 1974*).

I valori più elevati, superiori alle 1000 ppm, si riscontrano nell'area prospiciente il porto di Savona e si possono perciò considerare, in prima analisi, dovuti almeno in parte all'inquinamento originato dal porto.

Poiché il contenuto in idrocarburi può avere una doppia origine: da inquinamento e naturale, sarebbero necessarie analisi qualitative atte a definire tale distinzione (*Blumer, Snyder; 1965 - Blumer, Ehrhardt, Jones; 1972 - Blumer, Sass; 1972 - Giger, Reinhard, Schaffner, Stumm; 1974*); è possibile comunque effettuare alcune

considerazioni dai risultati ottenuti in relazione al contenuto in sostanza organica totale ed alla frazione granulometrica. Rapportando i valori in sostanza organica totale con il contenuto in idrocarburi riscontrato nei campioni stessi otteniamo dei coefficienti che possono essere adottati con indicatori — in linea generale — della situazione ambientale indipendentemente dal valore assoluto riscontrato nei sedimenti. I coefficienti ottenuti (*Tav. 1*); risultano più omogenei per i campioni aventi granulometrie maggiori mentre le lutiti presentano valori variabili. Pertanto nel grafico di (*Fig. 5*) sono stati riportati i rapporti tra la percentuale in sostanza organica totale e quella in idrocarburi per i campioni aventi oltre il 90% di frazione $< 74\mu$.

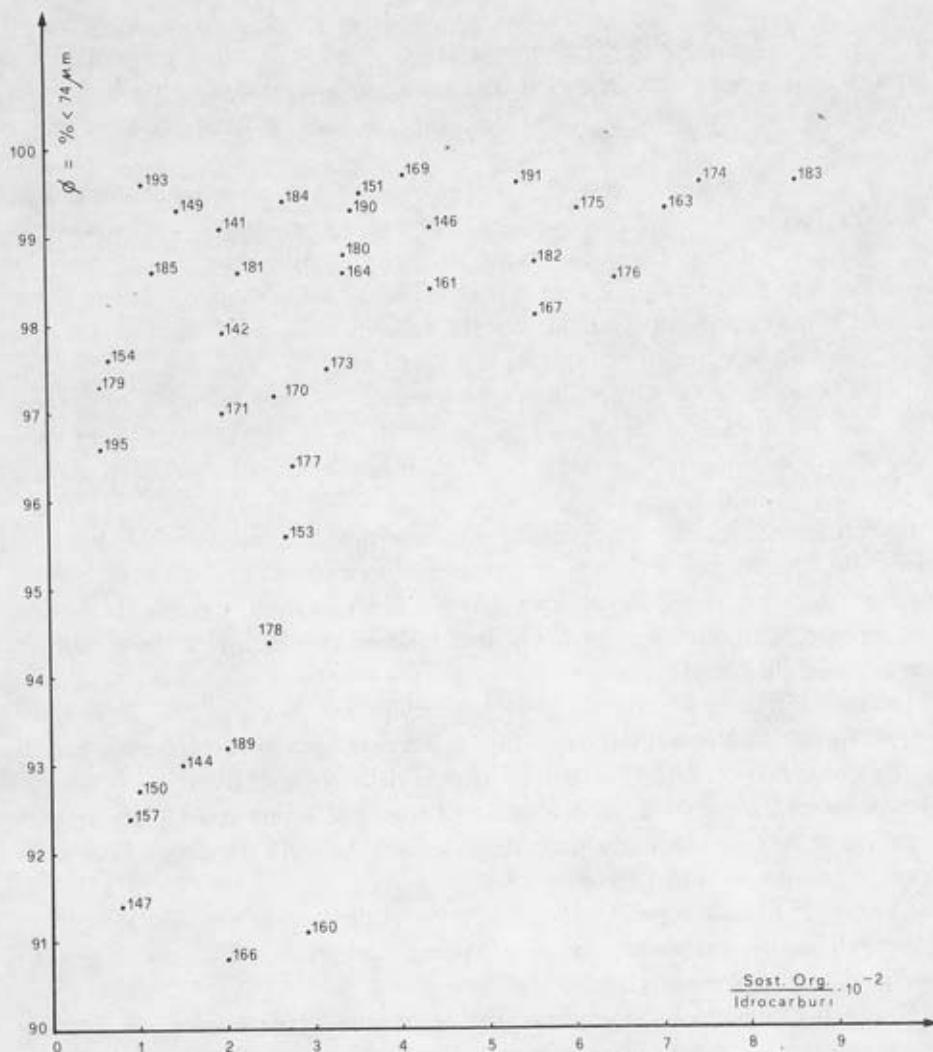


Fig. 5: Diagramma relativo ai campioni lutitici (oltre 90% di frazione $< 74\mu$).

Risulta evidente il comportamento dei sedimenti con valori oscillanti in un intervallo compreso tra $1 \cdot 10^{-2}$ e $3 \cdot 10^{-2}$; solo campioni quasi totalmente lutitici (più del 98% < di 74μ) mostrano una forte influenza della sostanza organica rispetto al contenuto in idrocarburi. Tali campioni, che risultano essere localizzati alle massime batimetrie nella zona lutitica ad est di Savona e che presentano ridotti valori in idrocarburi, permettono di definire la zona come poco influenzata da fenomeni di inquinamento da prodotti oleosi.

La localizzazione dei campioni aventi valori nettamente minori del rapporto medio riscontrato ($2,8 \cdot 10^{-2}$) individua una zona compresa tra Savona e Spotorno; tale zona, caratterizzata da campioni con altri valori assoluti in idrocarburi e valori medi in sostanza organica, mostra la possibile influenza di un apporto inquinante che possiamo individuare nell'area portuale di Savona. Una seconda zona viene ad evidenziarsi nella fascia costiera da Varazze ad Arenzano; l'arricchimento in idrocarburi in tali campioni, caratterizzati da forte percentuale di sedimento fine, può trovare spiegazione nella proprietà del sedimento lutitico di adsorbire gli idrocarburi provenienti da levante facilitandone la sedimentazione.

CONCLUSIONI

Le analisi granulometriche hanno permesso di distinguere due zone a sedimentazione diversa; ad Est di Varazze la piattaforma continentale presenta sedimenti lutitici mentre ad Ovest la situazione risulta essere eterogenea, con prevalenza di litotipi più grossolani, a causa dell'influenza di vari fattori contaminanti quali la litologia e l'idrografia dei bacini di sedimentazione e la morfologia e l'idrologia della piattaforma continentale.

Si è inoltre potuto confermare come — per la piattaforma continentale — vi sia una tendenza all'aumento del contenuto in carbonati al crescere della batimetria di prelievo.

Particolarmente interessante è il confronto tra il rapporto contenuto in idrocarburi/sostanza organica totale e la composizione granulometrica del sedimento. I campioni più significativi per un'analisi ambientale sono risultati quelli con percentuali di frazione lutitica maggiore del 90%; è stato così possibile individuare due zone inquinate localizzate rispettivamente ad ovest di Savona e di Ge-Voltri; su entrambe sembrano avere una forte influenza le aree portuali che vi insistono. Analogamente si è potuto definire che i campioni del margine continentale dello stesso settore ad Ovest di Ge-Voltri presentano limitati apporti in idrocarburi derivati dal petrolio.

Stazione N°	Lat. N	Long. E	Profond. (m)	Granulom. % < 74 μ m.	Carbonati %	Sost. Org. Tot. (S.O.T.) %	Idrocarburi ppm	S.O.T. - 10 ⁻² Idrocarburi
136	44° 10.0'	08° 24.3'	62	57.1	15.9	4.00	180	2.2
137	44° 09.8'	08° 25.2'	93	58.8	21.0	6.85	347	2.0
138	44° 10.7'	08° 26.1'	95	49.7	18.8	3.65	138	2.6
141	44° 12.2'	08° 25.7'	41	99.1	9.6	4.15	202	2.0
142	44° 12.7'	08° 26.0'	65	97.9	6.0	8.45	425	2.0
144	44° 13.2'	08° 26.8'	30	93.0	4.0	4.20	274	1.5
145	44° 13.4'	08° 27.2'	75	12.1	59.7	2.60	141	1.8
146	44° 13.2'	08° 28.9'	222	99.1	9.9	5.35	120	4.4
147	44° 14.2'	08° 28.2'	90	91.4	8.9	2.35	288	0.8
148	44° 14.5'	08° 27.4'	35	48.6	15.9	3.90	248	1.6
149	44° 14.8'	08° 28.7'	266	99.3	10.8	5.55	367	1.5
150	44° 15.4'	08° 27.8'	67	92.7	2.5	5.30	532	1.0
151	44° 15.8'	08° 29.0'	313	99.5	11.0	9.40	263	3.6
152	44° 15.4'	08° 27.0'	47	69.0	2.0	4.50	421	1.0
153	44° 16.3'	08° 27.6'	71	95.6	6.0	10.20	381	2.7
154	44° 16.4'	08° 28.5'	80	97.6	12.0	3.20	453	0.7
155	44° 16.2'	08° 31.2'	100	87.2	13.8	5.30	280	1.9
156	44° 16.7'	08° 29.6'	51	11.0	61.5	3.70	128	2.9
157	44° 17.7'	08° 28.3'	40	92.4	4.4	14.25	1567	0.9
158	44° 17.4'	08° 29.3'	40	69.2	17.5	5.90	472	1.2
159	44° 17.1'	08° 30.0'	45	70.1	10.8	5.00	339	1.5
160	44° 17.4'	08° 30.8'	72	91.1	8.8	4.60	160	2.9
161	44° 16.5'	08° 32.8'	219	98.4	10.8	6.75	152	4.4
162	44° 16.9'	08° 33.9'	187	59.7	10.8	5.30	130	4.1
163	44° 17.7'	08° 33.8'	133	99.3	11.8	10.30	145	7.1
164	44° 18.0'	08° 32.3'	84	98.6	10.9	5.85	172	3.4
165	44° 18.3'	08° 30.1'	37	75.3	5.0	5.55	1010	0.5
166	44° 19.1'	08° 31.7'	37	90.8	4.0	6.45	318	2.0
167	44° 18.8'	08° 33.9'	85	98.1	9.9	5.70	101	5.6
169	44° 17.8'	08° 35.0'	215	99.7	11.8	8.15	199	4.1
170	44° 18.7'	08° 36.5'	131	97.2	11.9	9.55	363	2.6
171	44° 20.1'	08° 33.7'	53	97.0	6.9	7.95	400	2.0
172	44° 19.7'	08° 35.5'	75	78.8	17.9	4.80	169	2.8
173	44° 19.4'	08° 37.0'	104	97.5	12.7	4.20	130	3.2
174	44° 18.8'	08° 39.2'	204	99.6	11.9	7.85	104	7.5
175	44° 19.4'	08° 40.6'	176	99.3	11.9	4.80	78	6.1
176	44° 19.8'	08° 38.8'	101	98.5	11.9	6.45	99	6.5
177	44° 20.0'	08° 38.0'	85	96.4	11.9	6.80	240	2.8
178	44° 20.7'	08° 36.6'	67	94.4	10.9	8.85	358	2.5
179	44° 20.8'	08° 35.3'	48	97.3	6.9	3.45	595	0.6
180	44° 21.7'	08° 37.3'	61	98.8	8.9	5.65	168	3.4
181	44° 20.9'	08° 38.7'	77	98.6	11.9	10.60	475	2.2
182	44° 20.1'	08° 40.3'	108	98.7	11.8	8.95	160	5.6
183	44° 19.8'	08° 43.5'	197	99.6	9.8	9.60	112	8.6
184	44° 21.4'	08° 39.7'	88	99.4	12.3	4.50	168	2.7
185	44° 21.4'	08° 38.9'	68	98.6	10.9	5.85	481	1.2
189	44° 21.5'	08° 41.2'	93	93.2	14.0	7.65	372	2.0
190	44° 21.3'	08° 42.9'	100	99.3	11.8	8.00	227	3.5
191	44° 21.4'	08° 42.8'	91	99.6	11.8	4.30	79	5.4
193	44° 22.7'	08° 42.7'	65	99.6	11.4	5.75	500	1.1
195	44° 23.7'	08° 42.2'	55	96.6	9.9	5.85	891	0.6

Tav. 1: Localizzazione dei campioni; analisi granulometriche, valori dei carbonati, sostanza organica totale, idrocarburi e rapporto sostanza organica totale/idrocarburi.

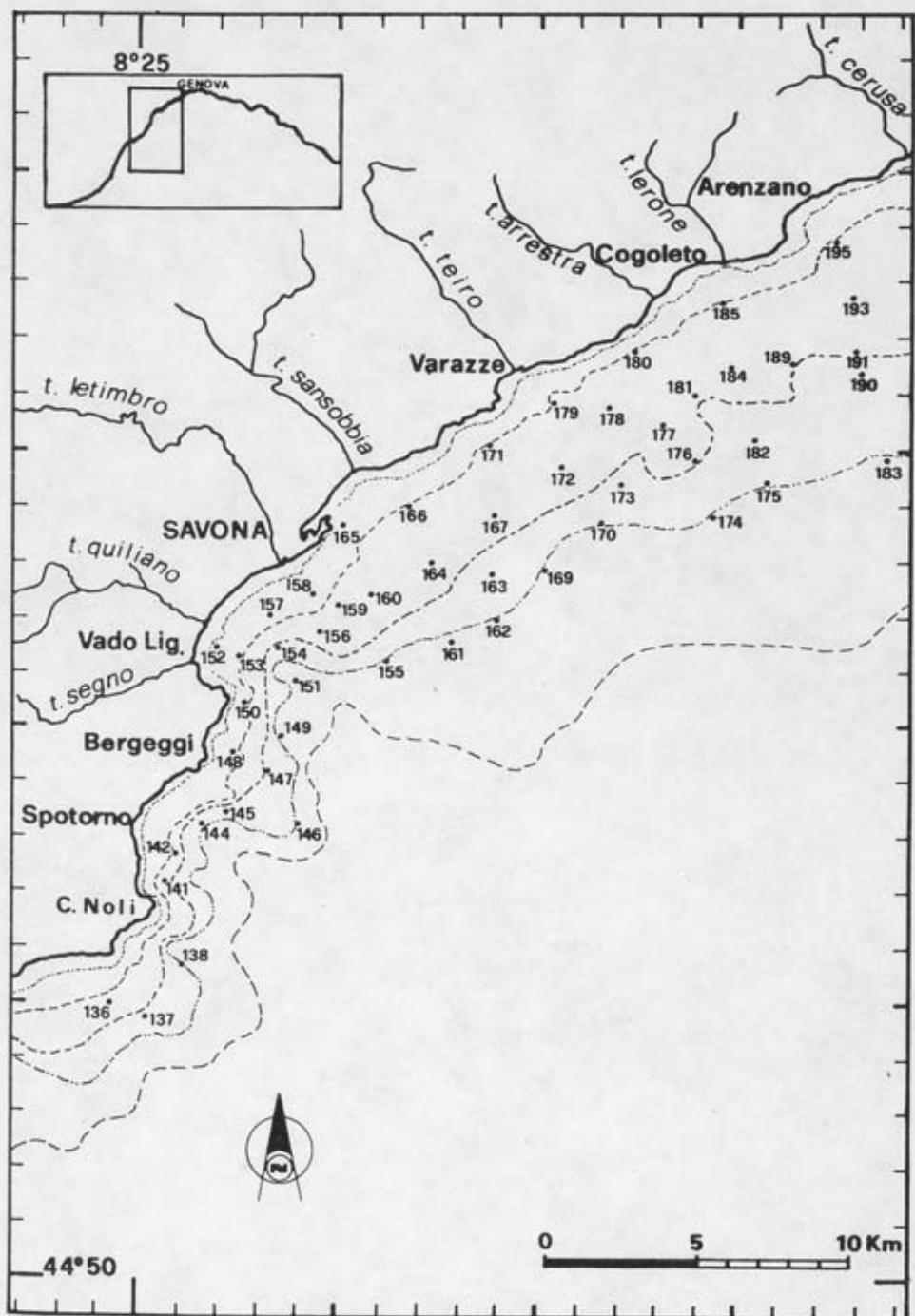


Fig. 1: Ubicazione dei campioni

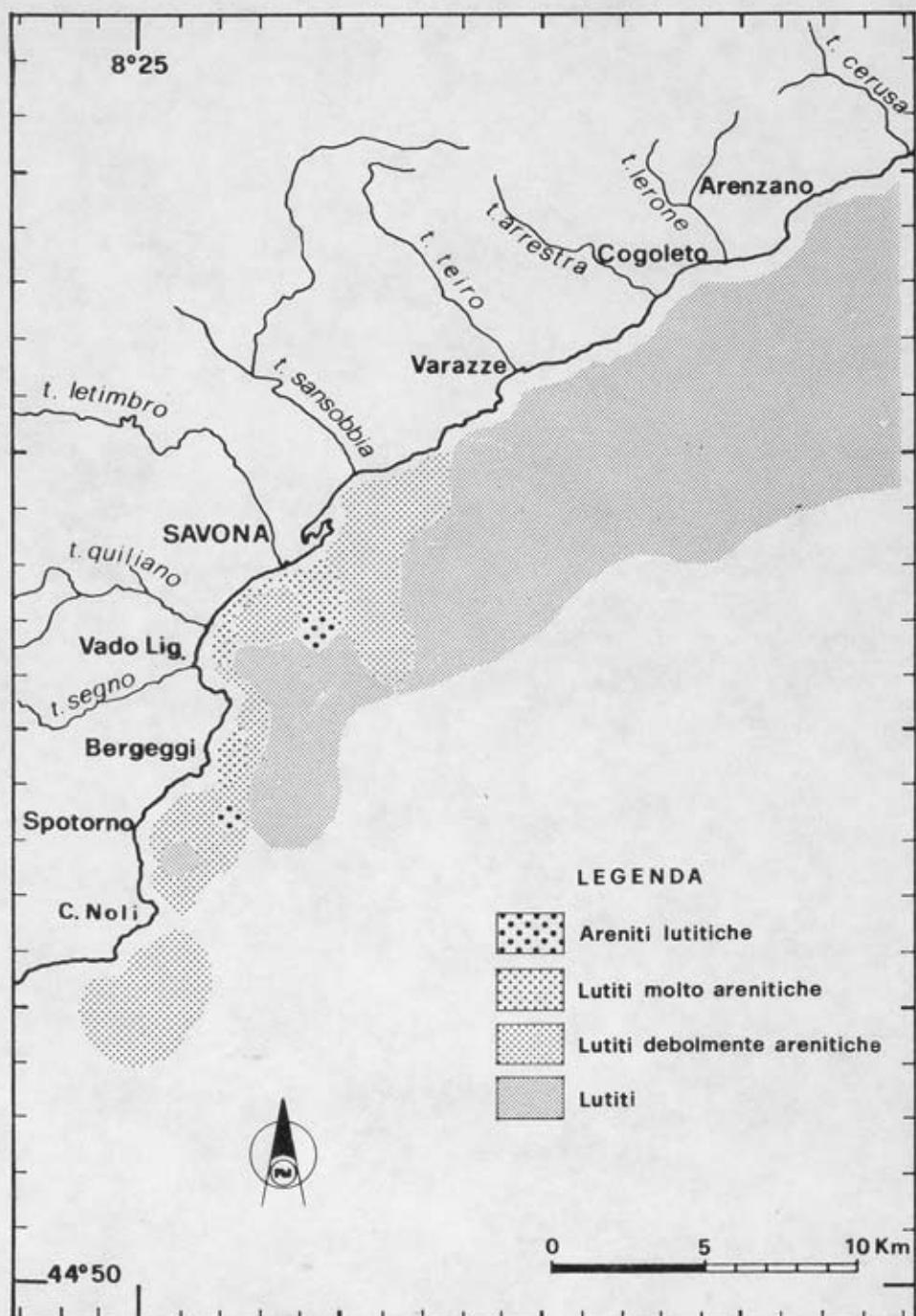


Fig. 2: Carta di distribuzione dei sedimenti.

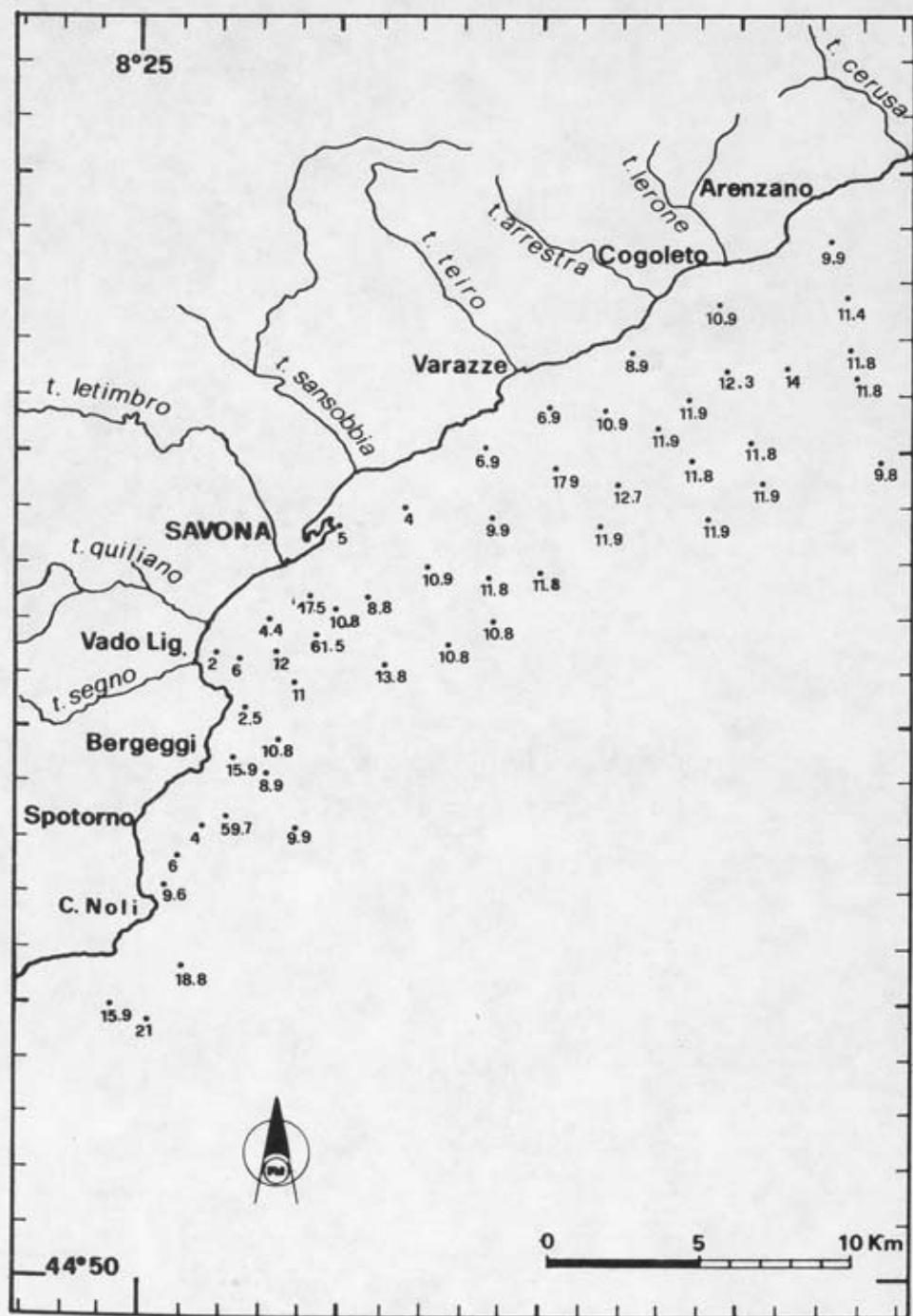


Fig. 3: Carta del contenuto percentuale in carbonati.

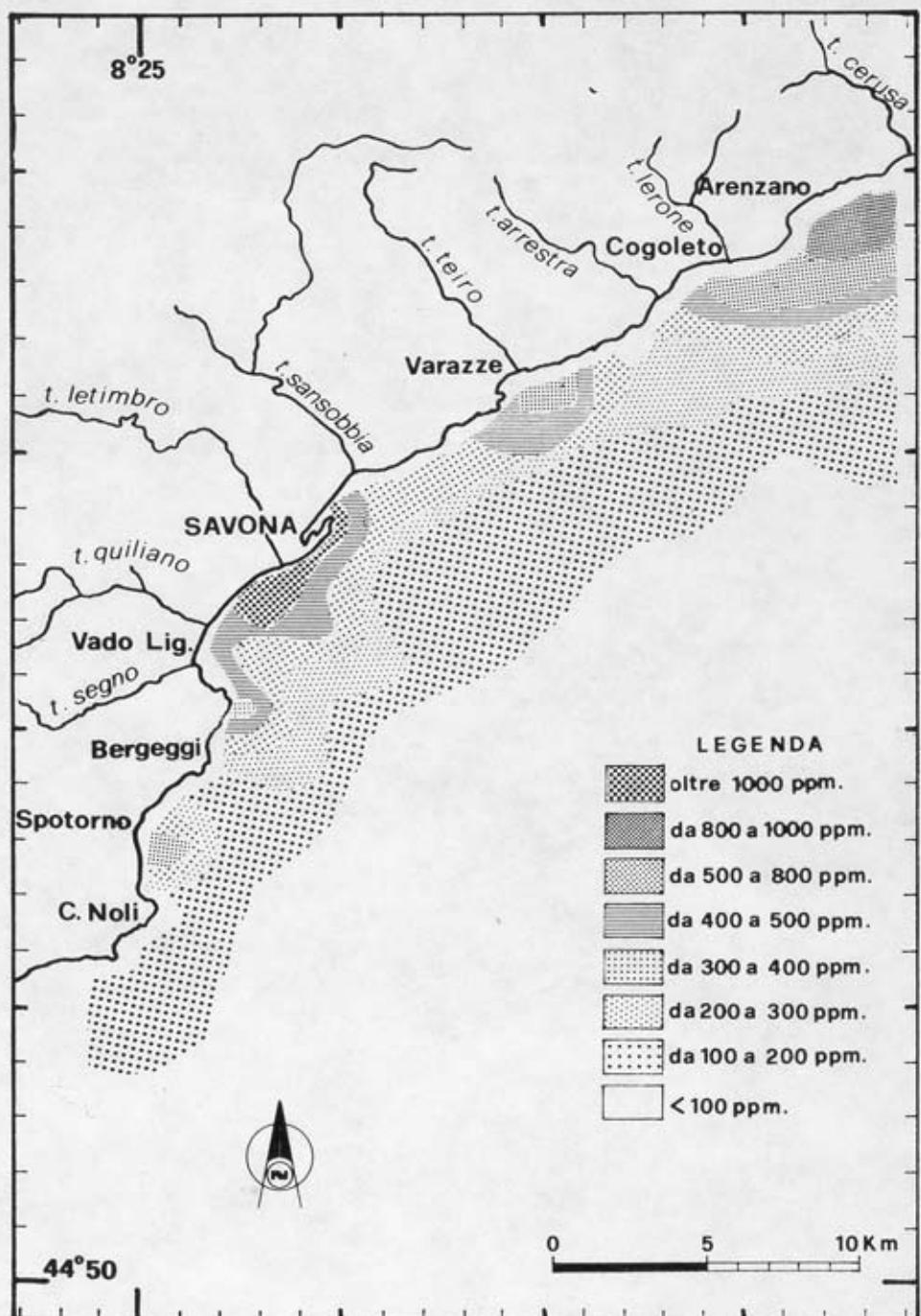


Fig. 4: Distribuzione dei valori del contenuto in idrocarburi nei sedimenti.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

BOEHM, P. D., QUINN, J. G. 1978 Benthic hydrocarbons of Rhode Island Sound. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 6, 471 - 494.

BLUMER, M., EHRHARDT, M., JONES, J. H., 1972. The environmental fate of stranded crude oil. *Deep Sea Res.*, 20, 239 - 259.

BLUMER, M., SASS, J., 1972. Indigenous and petroleum-derived hydrocarbons in a polluted sediment. *Marine Pollution Bulletin*, 3, (6), 92 - 94.

BLUMER, M., SASS, J., 1972. Oil pollution: persistence and degradation of spilled fuel oil. *Science*, 176, 1120 - 1122.

BLUMER, M., SNYDER, W. D., 1965. Isoprenoid hydrocarbons in recent sediments: presence of Pristane and probable absence of Phytane. *Science*, 150, 1588 - 1590.

BRAMBATI, A., 1972. Sedimentology and pollution in the Mediterranean: a discussion. *The Mediterranean Sea, a natural sedimentation on laboratory*, 711 - 721.

CORRADI, N., FANUCCI, F.; GALLO, G., PICCAZZO, M. La sedimentazione olocenica della piattaforma continentale ligure (Portofino - Capo Mortola). In corso di stampa.

COSMA, B., DRAGO, M., PICCAZZO, M., SCARPONI, G., TUCCI, S. Heavy metals in ligurian sea sediments. Distribution of Cr, Cu, Ni and Mn in superficial sediments. In corso di stampa.

FANUCCI, F., FIERRO, G., GENESSEAU, M., REHAULT, J. P., TABBO, S., 1974. Indagine sismica sulla piattaforma litorale del savonese (Mar Ligure). *Boll. Soc. Geol. It.*, 93, 421 - 435.

FANUCCI, F., FIERRO, G., GROSSO, F., PIACENTINO, B. B., 1973. Contributo di un'indagine sedimentologica e ricerche ecologiche nel Golfo di La Spezia. *Istituto Idrografico della Marina, F. C.* 1050.

FANUCCI, F., FIERRO, G., GROSSO, F., PICCAZZO, M., 1973. Contributo alle conoscenze geologiche ed ecologiche dei fondali antistanti l'area urbana genovese. *Istituto Idrografico della Marina, F. C.* 1057.

FARRINGTON, J. W., TRIPP, B. W., 1975. A comparison of analysis methods for hydrocarbons in surface sediments. A. C. S. Symposium Series No. 18 *Marine chemistry in the Coastal Environment*.

FIERRO, G., 1973. Problemi dell'inquinamento marino nel mar Ligure. *Atti Acc. Lig. Sc. Lettere*, XXX, 43 - 50.

FIERRO, G., 1977. Inquinamento marino da idrocarburi con particolare riferimento al Mediterraneo. *Atti Acc. Lig. Sc. Lettere*, XXXIV, 1 - 6.

GADEL, F., 1975. Distribution de la matière organique sur le plateau continental Catalan: le carbone et l'azote. *Vie Milieu*, XXV, (1), B, 141 - 156.

GIGER, W., REINHARD, M., SHAFFNER, C., STUMM, W., 1974. Derivati del petrolio ed idrocarburi naturali nei sedimenti recenti del Lago Zug, Svizzera. *Environmental Science and Technology*, 8, 454 - 455.

KRUIT, C., 1954. Proposal for a descriptive classification of sediments in stereomicroscopic studies. *Inedito*, Amsterdam.

MUZZI, A., BORGIOLO, A., 1968. Inquinamento marino da prodotti petroliferi, *Istituto di Igiene, Università di Roma*.

SAAD, K., EL-WAKEED and MAHMOUD, Kh., EL-SAYED, 1978. The texture mineralogy and chemistry of bottom sediments and beach sands from the Alexandria region, Egypt. *Marine Geology*, 27, 137 - 160.

VALETTE, J. N., 1975. Etude géochimique de la baie de Pozzuoli (Italia). Premier résultats. *Annali Istituto Universitario Navale Napoli*, XLIII - XLIV.