AGENZIA
REGIONALE PER LA
PROTEZIONE AMBIENTALE
DELLE MARCHE

Il presente Rapporto è stato realizzato nell'ambito della Convenzione tra la Regione Marche e l'ARPAM per lo svolgimento di "Analisi ambientali finalizzate alla redazione del Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere", con lo scopo di definire lo stato di qualità dei sedimenti costieri superficiali del litorale marchigiano.
E' stato redatto con l'apporto dei 4 Dipartimenti ARPAM di Pesaro, Ancona, Macerata e Ascoli Piceno che, per quanto di propria competenza, hanno collaborato alla realizzazione di tutte le analisi ambientali richieste.

Il coordinamento è stato svolto dalla Dott.ssa Manuela Ercolessi, con la collaborazione del personale dell'U.O. Mare del Dipartimento Provinciale ARPAM di Pesaro.

La parte cartografica è stata realizzata da: Dott. Raffaele Cantarini (Dipartimento ARPAM Pesaro)
La stesura del testo è stata realizzata da Dott.ssa Anna Lisa Grucci (Dipartimento ARPAM Pesaro)

SOMMARIO

Premessa 3
1. Granulometria 5
1.1 Introduzione 5
1.2 Metodiche analitiche di riferimento 6
1.3 Risultati 7
2. Metalli 10
2.1 Introduzione 10
2.2 Metodiche analitiche di riferimento 10
2.3 Risultati 11
3. Saggi biologici 18
3.1 Introduzione 18
3.2 Metodiche analitiche di riferimento 18
3.3 Risultati 20
4. Idrocarburi totali e Policlorobifenili (PCB's) 25
4.1 Introduzione 25
4.1 Metodiche analitiche di riferimento 26
4.2 Risultati 31
5. Batteri coliformi e spore di clostridi 39
5.1 Introduzione 39
5.2 Metodiche analitiche di riferimento: 41
5.3 Risultati 42
6. Sostanza Organica 50
6.1 Introduzione 50
6.2 Metodiche analitiche di riferimento 50
6.3 Risultati 51
7. Criteri di valutazione della qualità dei sedimenti 55
8. Valutazioni conclusive 61

Premessa

Qualsiasi intervento di tutela e gestione dell'area costiera non può prescindere dall'analisi e dalla conoscenza attenta e precisa dell'intero ecosistema litoraneo; in quest'ottica è nata l'esigenza da parte della Regione Marche di potere usufruire di uno studio più approfondito della costa affidando all'ARPAM l'incarico di svolgere analisi ambientali lungo il litorale marchigiano.

L'incarico prevedeva l'elaborazione di 3 rapporti, dei quali quello sulla balneabilità e sulle biocenosi sono già stati consegnati alla Regione Marche a febbraio 2003 e quest'ultimo, sulla caratterizzazione dei sedimenti superficiali, che viene presentato adesso.

Per definire lo stato di qualità dei sedimenti costieri lungo il litorale marchigiano si è ricorso ad una batteria di analisi che considerano sia l'aspetto chimico, che quello microbiologico e tossicologico, dato che i sedimenti marini costituiscono il recettore finale di tutti i contaminanti dispersi nella colonna d'acqua.

I parametri determinati per la caratterizzazione dei sedimenti sono stati scelti dall'ARPAM ispirandosi a quelli proposti dal D.M. 24 gennaio 1996 ed introducendo il parametro Vibrio Fisheri che indaga sulla tossicità.

Per ogni campione sono state effettuati le seguenti determinazioni:

- Granulometria (ghiaia, sabbia e pelite)
- Metalli Pesanti (Pb, Cu, Cr, Cd, Ni, Hg)
- Organo Clorurati (PCB,s)
- Sostanza Organica
- Oli minerali
- Vibrio Fisheri
- Coliformi e Spore di Clostridi

I punti di prelievo sono stati scelti dalla Regione Marche in funzione dei precedenti studi che rientrano nel Piano di Gestione della Costa: sono stati individuate 67

stazioni distribuite lungo tutto il litorale regionale e localizzate nella spiaggia sommersa in prossimità delle opere marittime.

I prelievi sono iniziati il 20 gennaio 2003 e sono terminati il 5 giugno 2003.

Il rapporto conclusivo è stato suddiviso in paragrafi, ciascuno dedicato ad un parametro; i commenti e le elaborazioni sono stati redatti a cura del personale del Dipartimento incaricato ad effettuare le analisi per il parametro considerato. Detto rapporto termina con un paragrafo contenente le valutazioni finali complessive che forniscono un giudizio comparato dei 3 Rapporti.

1. Granulometria

t.p.a. Mauro Alvaro Diotalevi (ARPAM Dipartimento Provinciale di Pesaro)

1.1 Introduzione

L'equilibrio dinamico di un area costiera è alquanto delicato; esso è determinato dal rapporto apporti/perdite di sedimenti. L'apporto viene assicurato quasi esclusivamente dai fiumi e torrenti che trasportano il materiale sedimentario (ghiaie, sabbie, particelle argillose) fino alla foce. Tali sedimenti, soprattutto le sabbie, senz'altro le più utili al ripascimento naturale delle spiagge, vengono distribuiti lungo il litorale dalle correnti di deriva che si muovono parallelamente alla costa. Le perdite di sabbia si verificano essenzialmente ad opera del moto ondoso, soprattutto durante le mareggiate della stagione invernale

Nell'area costiera marchigiana le sabbie si spingono dalla costa fino ad una profondità di 5/7 m ed il loro spessore diminuisce verso il largo. Allo sbocco dei fiumi il carico sedimentario trasportato tende a disperdersi verso Nord- Est ma poi, non molto al largo domina la corrente del circuito Adriatico che trasporta i sedimenti più fini (il 77% del carico del Po è costituito da Silt e Argilla) verso Sud alimentando la stretta fascia limosa caratteristica di tutta la piattaforma adriatica.

I fattori naturali regolano la dinamica e l'equilibrio del sistema costiero, ma ad essi si associa l'effetto di tutti i pesanti interventi antropici che hanno alterato la normale evoluzione dei processi naturali. Il transito sedimentario viene quindi costantemente interrotto dalle numerose opere marittime, in particolare i porti, i pannelli e le barriere frangiflutto

Il sedimento agisce come un assorbente naturale in grado di legare un gran numero di composti organici ed inorganici; la conseguenza dell'antropizzazione e dello sfruttamento eccessivo delle risorse ha portato ad un incremento di concentrazione degli inquinanti e dei nutrienti negli strati più superficiali dei sedimenti marini cioè nei primi centimetri che sono a contatto con la massa d'acqua. I composti sono

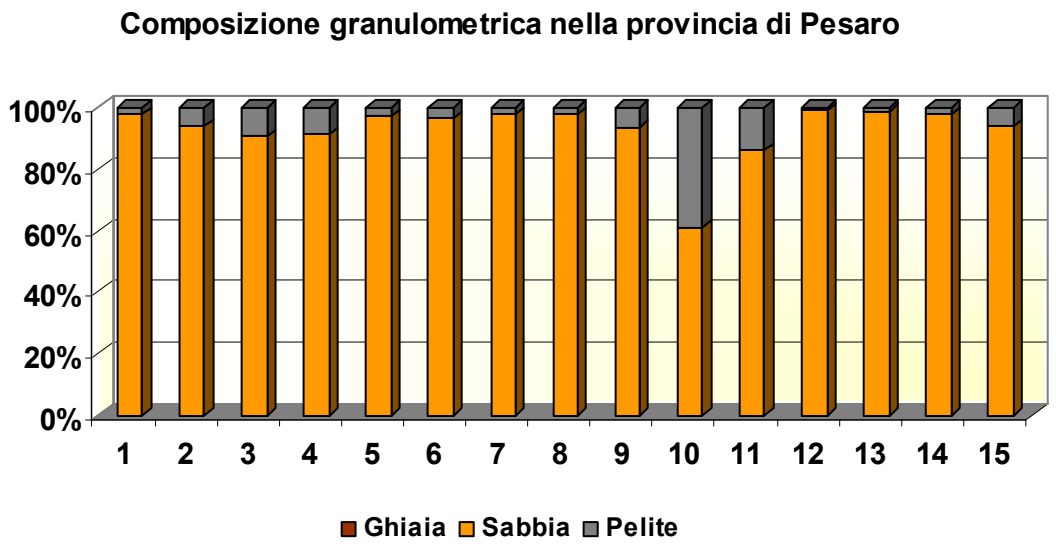
adsorbiti, precipitati, chelati o diversamente associati con le particelle in funzione delle loro dimensioni e quindi della tessitura del sedimento, pertanto l'analisi granulometrica riveste un ruolo importante nello studio delle interazioni fra sedimenti e contaminanti presenti e permette di individuare correttamente il tipo di sedimento che caratterizza quel sito

1.2 Metodiche analitiche di riferimento

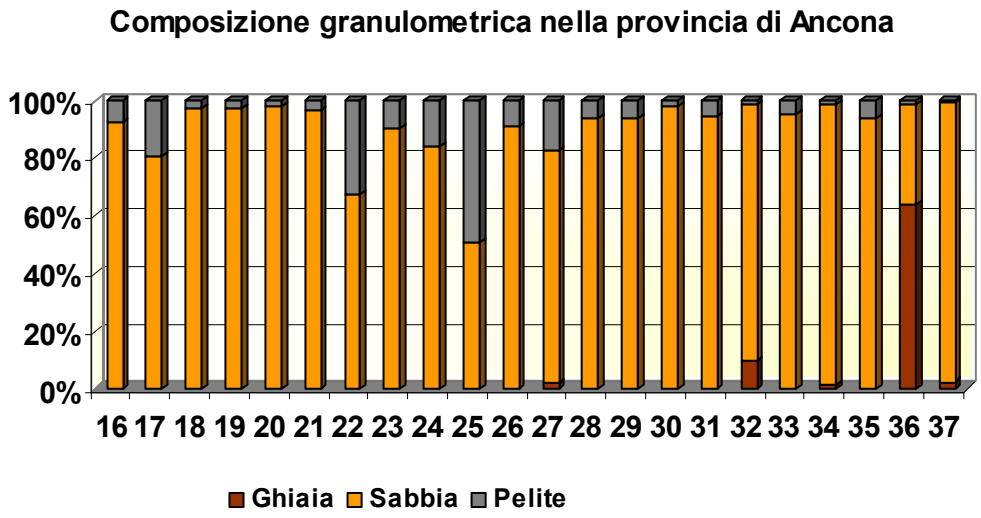
Per la determinazione delle caratteristiche granulometriche il campione viene trattato con una soluzione di perossido d'idrogeno al 16% per 48 ore a temperatura ambiente per facilitare la separazione dei granuli, di seguito si separa ad umido la frazione pelitica su setaccio a maglia da 63 μm.
La frazione > 63 μm viene vagliata con pile di setacci da –1 a 4 phi con un intervallo di 0.5 phi della serie ASTM e quindi pesate la varie frazioni.
Le classi granulometriche vengono così suddivise:
ghiaia > 2 mm, sabbia tra 2 mm e 0.063 mm, pelite da 0.063 mm a diametri inferiori a 0.004 mm.

1.3 Risultati

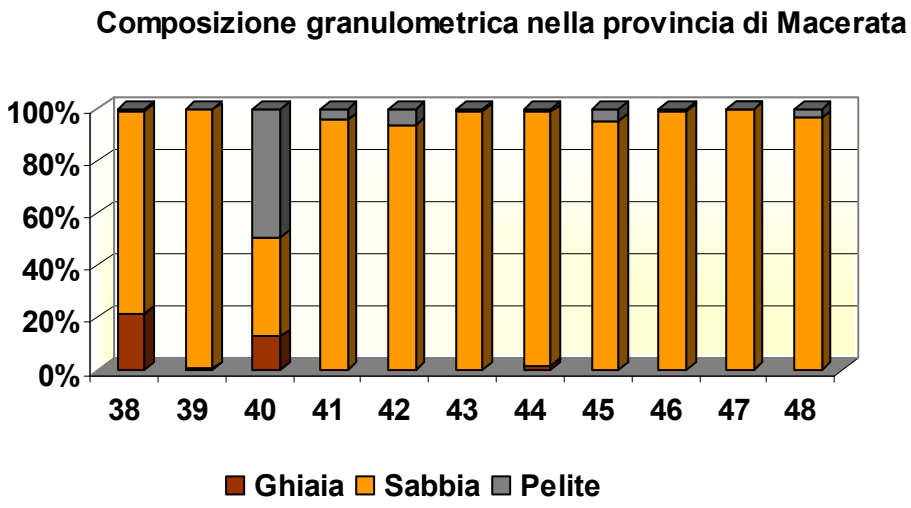
I risultati ottenuti dalle analisi granulometriche hanno evidenziato che nei sedimenti della provincia di Pesaro la frazione granulometrica predominante è rappresentata dalla sabbia in tutti i punti considerati. Questo andamento sembrerebbe indicare che i prelievi sono stati effettuati ad una certa distanza delle barriere frangiflutti, nell'area interna ad esse. In genere infatti a ridosso delle scogliere la frazione pelitica tende ad aumentare.



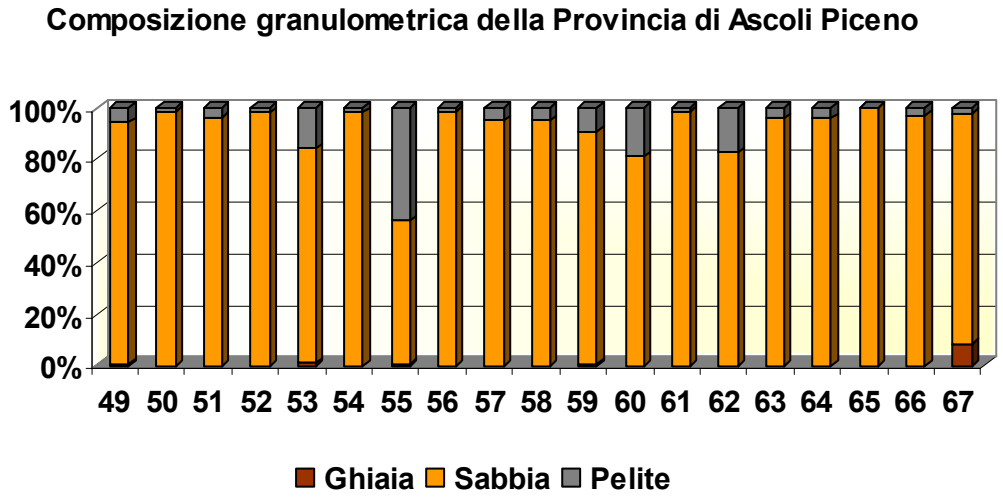
Come si può osservare dal grafico di seguito riportato, nei punti di prelievo della provincia di Ancona la composizione granulometrica dei sedimenti non si discosta da quella riscontrata per la provincia di Pesaro-Urbino: anche in questo tratto di costa la frazione sabbiosa è risultata predominante sia sulla pelite che sulla ghiaia in tutti i punti considerati, ad eccezione del punto 36, situato tra Sirolo e Numana, in cui la ghiaia ha raggiunto il 63.9%. Nel punto n° 25 situato a Falconara M.ma, frazione pelitica e sabbiosa si equivalgono.



Nella provincia di Macerata il punto n° 40 è risultato caratterizzato dalla presenza di sedimenti costituiti da sabbia (37,96%), pelite (49,17%) e ghiaia (12,87%); tutti gli altri punti considerati sono risultati costituiti prevalentemente da sabbia.



Per quanto riguarda la provincia di Ascoli Piceno ad eccezione del punto n° 55 in cui la pelite ha costituito i sedimenti per il 43,73% tutti gli altri punti campionati sono risultati essere costituiti prevalentemente da sabbia.



Per una visione più dettagliata delle granulometrie si rimandano le osservazioni all'allegato al presente elaborato.

2. Metalli

Dr. Bernardino Principi, D.ssa Giuseppa Mariotti (ARPAM Dipartimento Provinciale di Macerata)

2.1 Introduzione

La concentrazione dei metalli nei sedimenti marini è in parte costitutiva, in funzione delle caratteristiche mineralogiche-geochimiche, e in parte dovuta ad un contributo di origine antropica. I sedimenti marini costituiscono il principale deposito per i metalli pesanti nell'ambiente acquatico. Numerose variabili, quali il pH, il potenziale redox, l'ossigeno disciolto, la concentrazione di leganti complessanti, il contenuto in carbonio organico ed inorganico, influenzano i fenomeni di adsorbimento ed in particolare gli scambi tra i sedimenti e gli strati d'acqua sovrastanti. E' inoltre rilevante il ruolo svolto dalla concentrazione di solfuri nel legare in forma stabile i metalli. L'adsorbimento dei metalli, oltre che dalle variabili chimico-fisiche descritte, è influenzato anche dalle comunità batteriche, generalmente anaerobiche, presenti nei sedimenti. Al variare delle condizioni ambientali, i sedimenti possono liberare i composti adsorbiti, specie in aree fortemente inquinate. I metalli sono presenti in differenti frazioni del sedimento stesso e in particolare solo alcune di esse sono mobilizzabili; in sedimenti non inquinati i metalli sono normalmente legati a silicati o a minerali primari formando specie relativamente immobili nella fase solida, in presenza di inquinamento recente, invece, sono legati ad altre fasi solide e sono generalmente più mobili.

2.2 Metodiche analitiche di riferimento

I campioni omogenei dei sedimenti sono stati conservati in contenitori di polipropilene alla temperatura di 4° C fino al momento dell'analisi. Il metodo di mineralizzazione adottato prevede la digestione totale del sedimento con una miscela di acidi forti, a caldo, mediante mineralizzatore a microonde. Il contenuto dei metalli è stato determinato per spettrometria di emissione atomica mediante plasma

induttivamente accoppiato (ICP-AES) utilizzando il sistema di nebulizzazione adultrasuoni. Per il dosaggio del mercurio è stata applicata la tecnica dello strippaggio con vapori freddi previa riduzione del metallo con soluzione di cloruro stannoso.

2.3 Risultati

Le distribuzioni delle concentrazioni superficiali ottenute sono elencate nella tabella allegata al testo.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si evidenzia che le concentrazioni dei metalli diminuiscono drasticamente a sud del promontorio del monte Conero. Tuttavia i tenori dei contaminanti inorganici ricercati sono, per la quasi totalità, abbondantemente inferiori ai limiti della colonna A, tab. 1 del documento del Ministero dell'Ambiente "Criteri di sicurezza ambientale per gli interventi di escavazione trasporto e reimpiego dei fanghi estratti dai canali di Venezia" del marzo 1993.

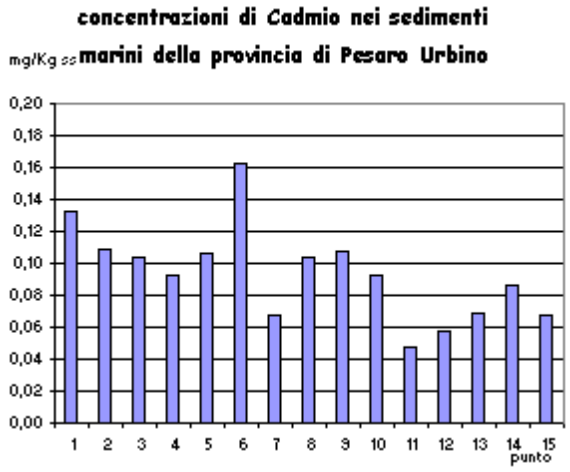
Mettendo a confronto le concentrazioni medie dei metalli nei sedimenti lungo il litorale marchigiano, rilevati nel presente rapporto, con quelle rilevate negli anni 2001-2003, ai fini della classificazione della qualità delle acque marino costiere nei transetti in corrispondenza delle foci dei fiumi, prelevati alla distanza di 1.000 m dalla costa, si evidenzia una netta differenza. Come riportato nella tabella seguente le concentrazioni dei metalli nei sedimenti prelevati sottocosta sono inferiori di un fattore compreso tra 1,4 (per il piombo) e 3,6 (per il rame) rispetto quelle dei sedimenti campionati in corrispondenza della fascia di sedimentazione della frazione pelitica (circa 1000 m).

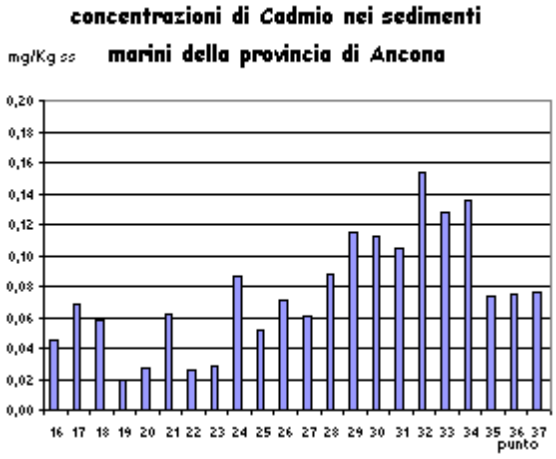
	Cd mg/Kg ss	**Cr mg/Kg ss**	**Cu mg/Kg ss**	**Hg mg/Kg ss**	**Ni mg/Kg ss**	**Pb mg/Kg ss**	**Pelite %**
Valori medi riscontrati	0,069	7,88	3,86	0,032	7,65	3,90	7,95
Medie nei sedimenti "classificazione della qualità delle acque marino costiere" '01-'03	0,107	20,67	13,75	0,069	18,40	5,31	44,17

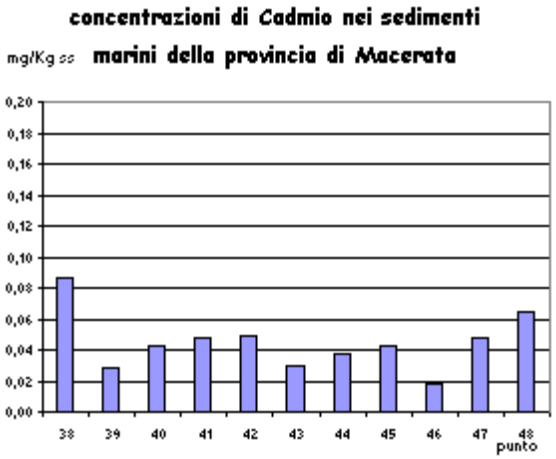
Cadmio

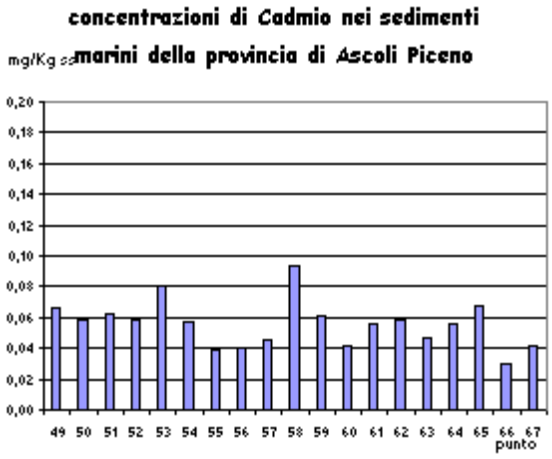
Il Cadmio viene largamente utilizzato per la produzione di batterie, per la produzione di pigmenti, per rivestimenti protettivi ed è una materia prima per la produzione di concimi fosfatici.

Questo elemento si trova in natura prevalentemente allo stato di solfuro o di carbonato. Nei sedimenti analizzati lungo la costa della regione la concentrazione è risultata sempre molto bassa; infatti il valore medio (0,069 mg/kg ss) risulta un ordine di grandezza inferiore a quello indicato come inferiore (1,0 mg/kg ss). Il valore massimo, pari a 0,162 mg/kg ss, è stato riscontrato nel punto 6, tuttavia il livello di contaminazione è paragonabile a quello del fondo ambientale.





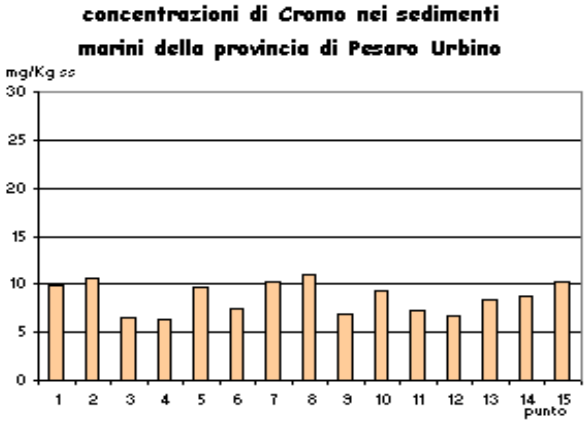


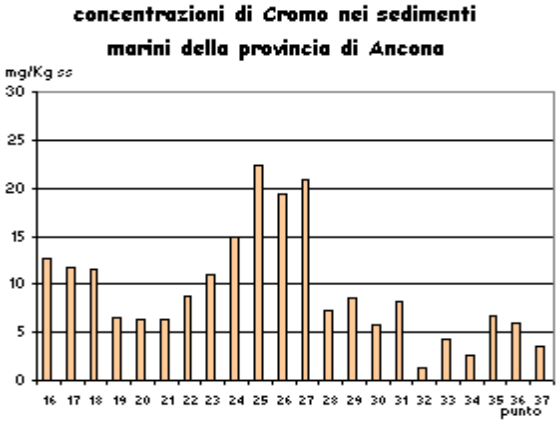


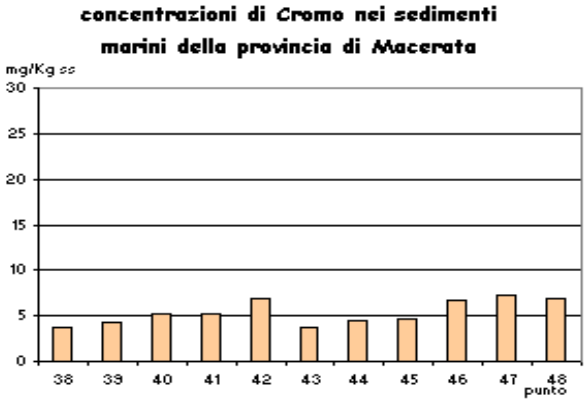
Cromo

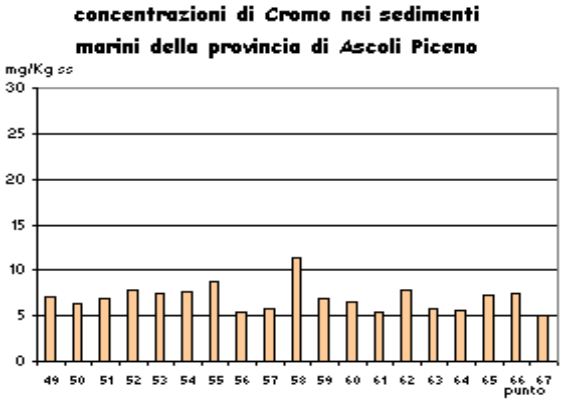
Il Cromo viene utilizzato in molti processi industriali nella produzione di leghe ed acciai, nella produzione di vernici, inchiostri, gomme, ceramiche, fungicidi e nella concia delle pelli. Questo metallo è presente in numerosi minerali, il principale è la cromite ($FeCr_2O_4$), ma si ritrova in piccole quantità negli organismi vegetali ed animali.

Come è evidenziato dai grafici seguenti, nelle provincie di Pesaro Urbino, Macerata ed Ascoli Piceno gli andamenti risultano regolari, con concentrazioni quasi sempre inferiori a 10 mg/kg ss e comprese nel primo livello (<20 mg/kg ss). Tassi nettamente superiori ai valori di base della regione sono stati rilevati in alcune zone della provincia di Ancona. In particolare i punti di prelievo 25 e 27 sono rientrati nel secondo livello (da 20 a 100 mg/kg ss) in quanto la concentrazione è risultata rispettivamente pari a 22,40 e 20,83 mg/kg ss, indicando un apporto antropico di Cromo.







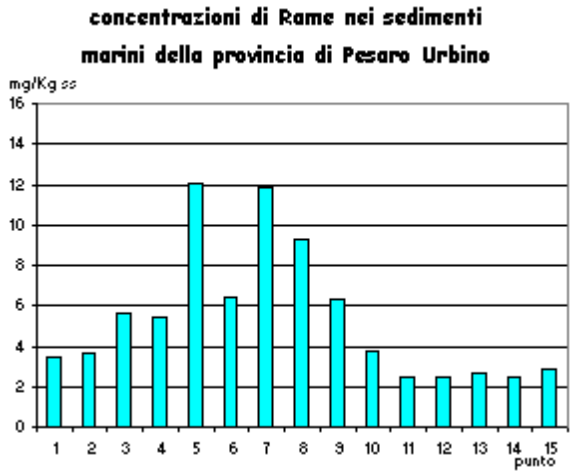


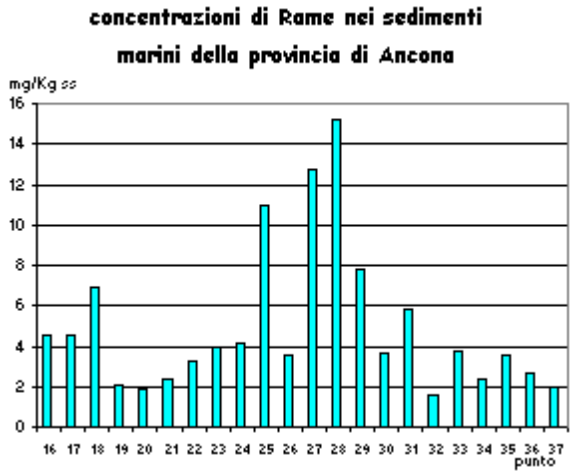
Rame

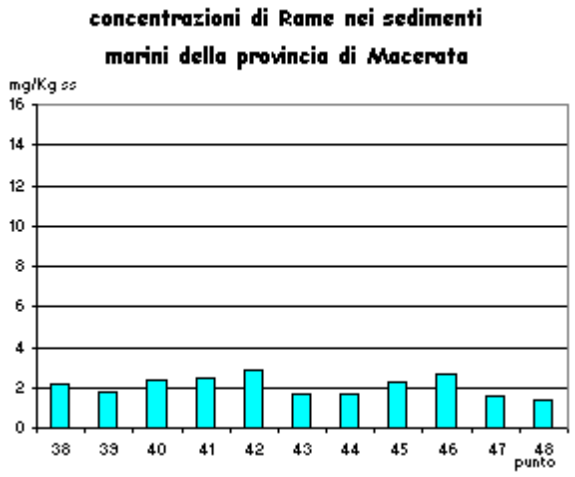
Il rame viene utilizzato per la produzione di leghe, come conduttore elettrico, nella fabbricazione di tubi o di oggetti ornamentali e in edilizia. I suoi composti sono inoltre i principi attivi di alcuni fungicidi, alghicidi e battericidi.

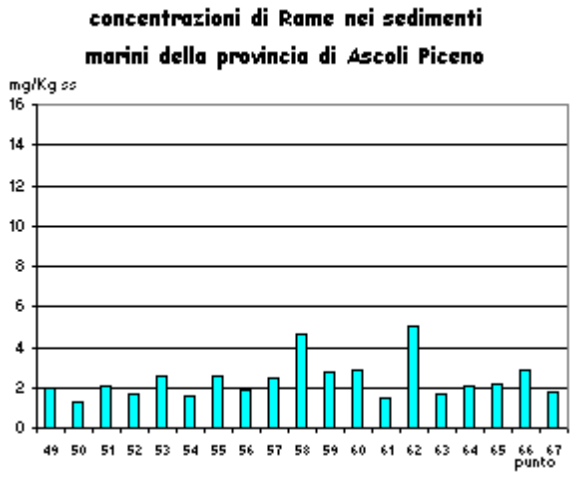
Il rame è un elemento essenziale per piante e animali ed è presente naturalmente sulla crosta terrestre.

I valori delle concentrazioni di rame nella regione risultano abbondantemente inferiori al limite del livello 1 (40 mg/kg ss). Gli andamenti leggermente irregolari evidenziati nella provincia di Pesaro Urbino ed Ancona mostrano livelli di contaminazione riconducibili ad impatti antropici limitati rispetto al fondo ambientale adottato.







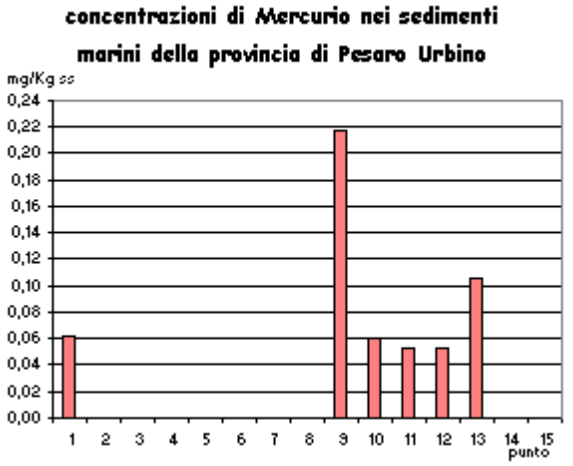


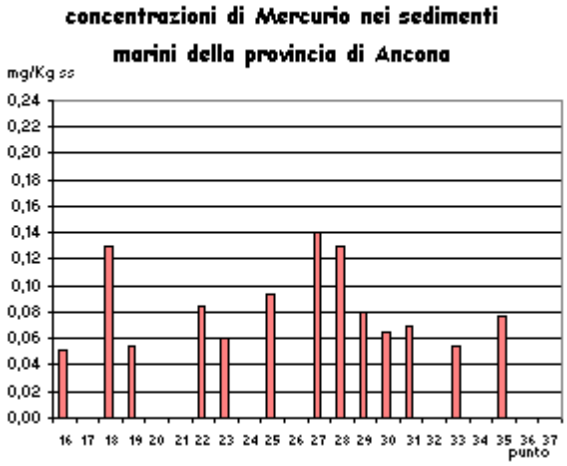
Mercurio

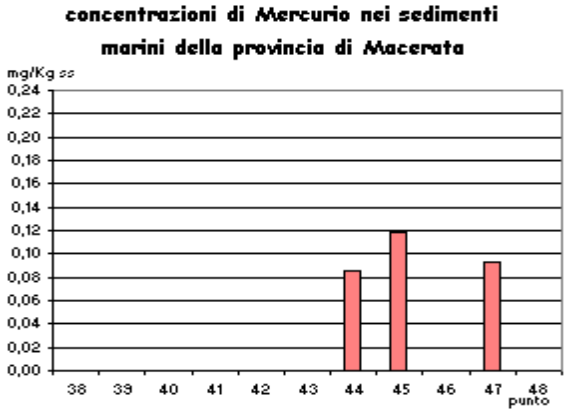
Il mercurio viene utilizzato principalmente per la produzione di antiparassitari, fungicidi e unguenti antisettici, per la fabbricazione di batterie e di lampade a vapori di mercurio, per la produzione di apparecchi di misura e per la produzione di pigmenti.

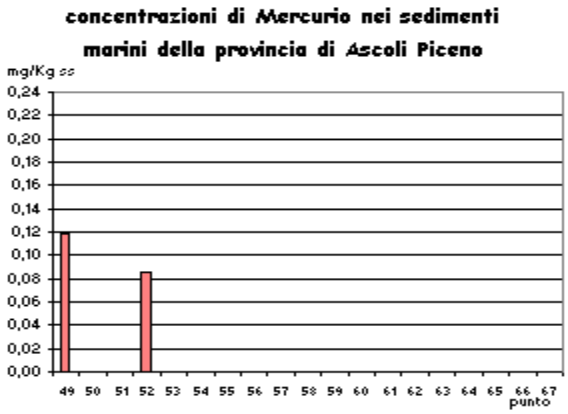
In natura è presente principalmente come solfuro di mercurio (cinapro) e, in tenori minori, in altri minerali. Il mercurio non è un elemento molto diffuso tuttavia i suoi composti sono altamente persistenti nell'ambiente. Questo elemento si trova spesso associato al sedimento e solo una minima parte rimane in fase disciolta.

I sedimenti analizzati rientrano tutti, per le concentrazioni di mercurio, nel livello più basso, riconducibile ad un limitato impatto antropico. Il tenore di mercurio ha superato il limite di determinazione del metodo solamente in ventiquattro campioni dei sessantasette analizzati, con valori inferiori a 0,140 mg/kg ss; l'unica eccezione è rappresentata dal punto 9, in cui la concentrazione rilevata è stata di 0,217 mg/kg ss.







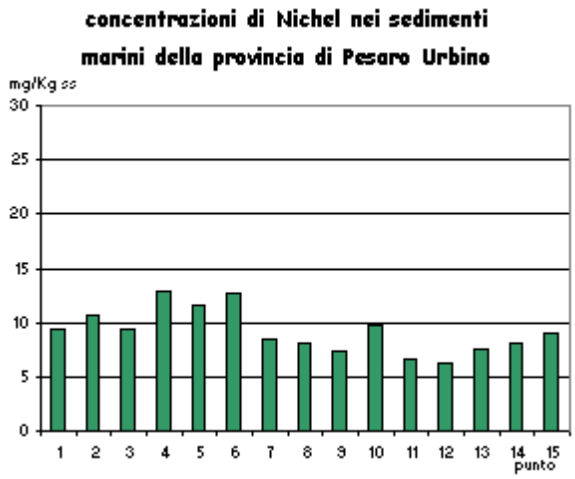


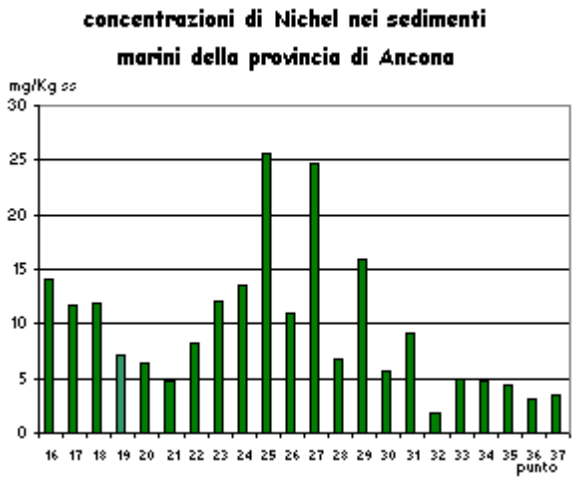
Nichel

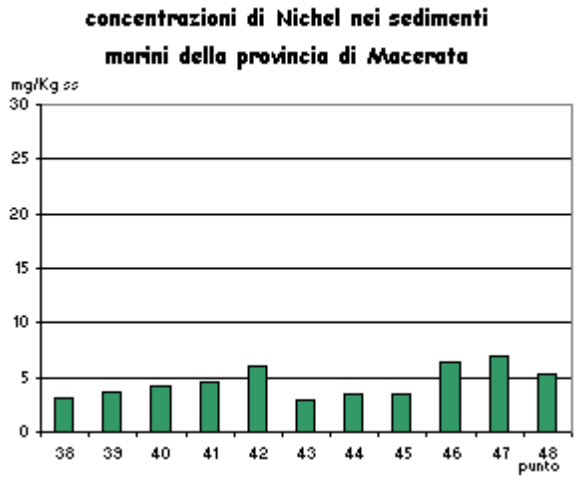
Il nichel viene utilizzato per la fabbricazione di acciai, leghe, per rivestimenti protettivi di metalli sensibili alla corrosione e di pile.

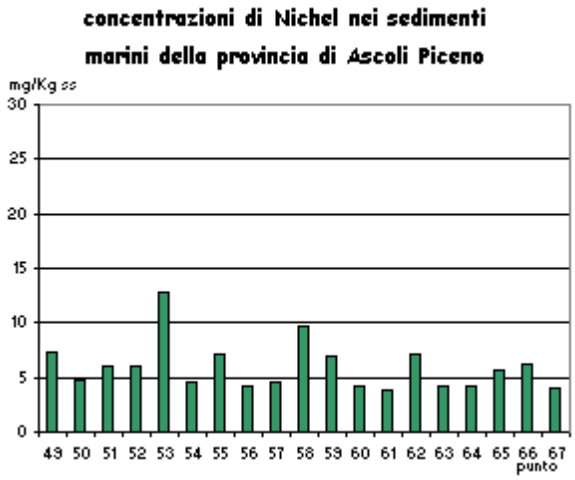
E' un elemento piuttosto diffuso sulla crosta terrestre, lo si ritrova infatti in molti minerali principalmente come solfuro e come silicato.

E' evidente come gli andamenti regionali delle concentrazioni di nichel siano sovrapponibili a quelli delle concentrazioni di cromo, con valori massimi negli stessi punti di prelievo (25 e 27); tuttavia le concentrazioni di nichel rientrano tutte nel primo livello (< 45 mg/kg ss).







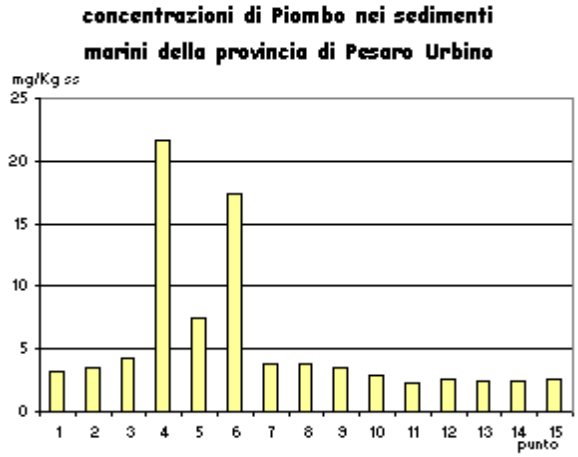


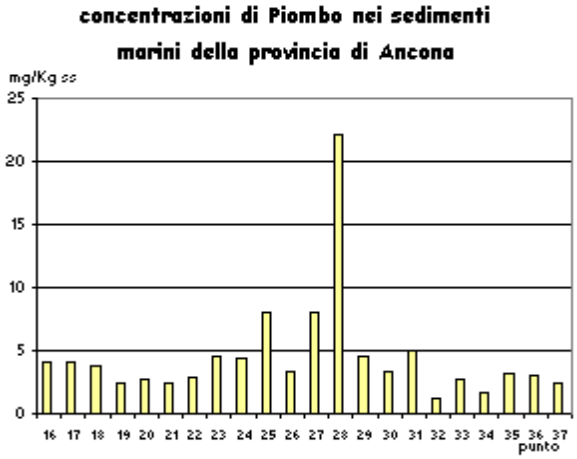
Piombo

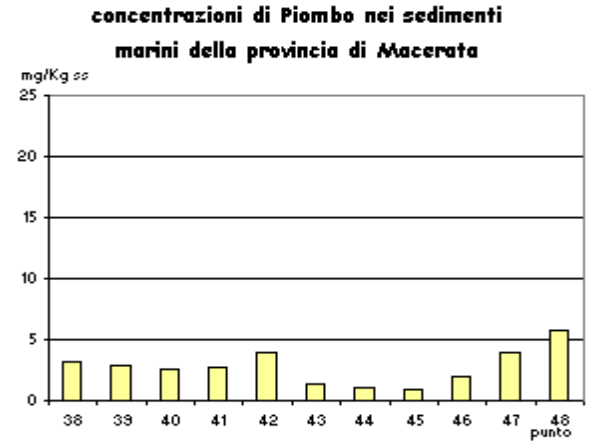
Fino a pochi anni fa la principale sorgente di contaminazione diffusa di piombo era costituita dalle emissioni di gas di scarico degli autoveicoli alimentati a benzina, addizionata con piombo tetraetile come antidetonante. Il piombo viene usato inoltre per la produzione di leghe, di accumulatori, di munizioni e di pigmenti per coloranti.

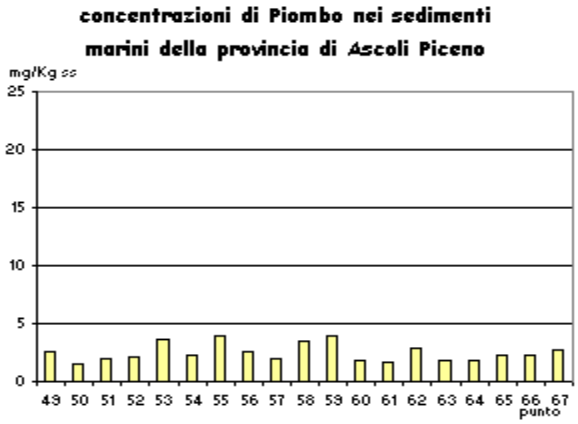
In natura non si trova allo stato puro ma come solfuro (galena), carbonato (cerusite), solfato (anglesite) ossido o silicato.

Le concentrazioni di piombo nei sedimenti della costa marchigiana sono risultate mediamente inferiori di un ordine di grandezza, rispetto al valore limite del primo livello adottato per la classificazione dei sedimenti stessi (45 mg/kg ss). Come evidenziato dai grafici seguenti, svettano solamente tre punti (4, 6 e 28), con concentrazioni di piombo significativamente maggiori ai valori di fondo regionali che fa presupporre un apporto antropico di tale elemento, pur rimanendo a livelli comunque bassi (rispettivamente 21,6 , 17,4 e 22,1 mg/kg ss).









3. Saggi biologici

Dott. Tristano Leoni (ARPAM Dipartimento Provinciale di Macerata)
t.p.a. Luisa Liuti, (ARPAM Dipartimento Provinciale di Macerata)
t.p.a. Adriano Renzi, (ARPAM Dipartimento Provinciale di Macerata)
t.p.a. Stefania Sarcina (ARPAM Dipartimento Provinciale di Macerata)

3.1 Introduzione

E' noto che nell'ambito della valutazione ecotossicologica dei sedimenti per cogliere quante più sfumature possibili è sempre auspicabile il ricorso ad una batteria di prove ecotossicologiche che consideri più specie animali e vegetali in saggi sia acuti che cronici ma, per ragioni di ordine pratico ed economico, ed essendo questo anche il primo studio in ambito regionale di questo tipo, si è deciso di applicare il solo saggio con Vibrio fischeri sul sedimento intero.

L'utilizzo di una sola prova può in verità comportare in alcuni casi sovra o sottostime degli effetti di non facile interpretazione, però queste limitazioni sono in parte mitigate dal fatto che la metodica analitica prescelta è sufficientemente sensibile, standardizzata e ripetibile, ed inoltre ben si presta per valutazioni di screening in studi, come questo, in cui deve essere analizzato un discreto numero di campioni.

3.2 Metodiche analitiche di riferimento

Per la determinazione della tossicità del sedimento intero è stato utilizzato uno stipite di V. fischeri e la lettura della luminescenza è stata effettuata con il lumimometro M 500 (sistema Microtox, Azur Environmental).

La metodica originale messa a punto dalla ditta che commercializza il prodotto è stata oggetto di revisione da parte di ICRAM (bib.) ed è questa variante che è stata applicata per lo studio in questione.

Per l'analisi di questa matrice solida è richiesta una procedura di filtrazione con apposita provetta filtro prima di effettuare la lettura della luminescenza residua sul surnatante liquido, che risulta essere inversamente proporzionale alla tossicità del sedimento.

Durante questa fase possono restare intrappolati nel sedimento dei microrganismi in quantità proporzionale alla concentrazione di pelite per cui, soprattutto nei campioni in cui questa componente è elevata, possono verificarsi importanti dubbi interpretativi.

Per evitare questo normale fenomeno è stato utilizzato un algoritmo che riesce a scorporare dalla tossicità complessiva del sedimento la componente naturale (non legata a composti tossici) determinata dalla presenza di pelite:

$$\mathbf{y = 0.26 + 3.46 \ x \ X}$$

dove:

y = tossicità naturale

X = % pelite sedimentaria

I risultati sono stati espressi come **STI** (sediment toxicity index) dove

$$\mathbf{STI} = \frac{\text{Tossicità complessiva}}{\text{Tossicità naturale}}$$

Tenuto conto che in letteratura (bib.) il cut off per l'STI è pari a 3, in base a questo dato sono state individuate 3 fasce di valori corrispondenti ad altrettanti livelli di tossicità come esposto nella sottostante tabella.

STI	**Tossicità**
fino a 3	essente
da 3 a 6	media
maggiore di 6	alta

3.3 Risultati

Come evidenziato dai grafici 1, 2, 3 e 4, i valori di tossicità riscontrati nei vari campioni sono da considerare, tranne alcune eccezioni che saranno commentate a parte, complessivamente bassi.

Tra i vari fattori che hanno contribuito a questo risultato generale, contraddistinto da una notevole piattezza, è da ricordare la scarsità di pelite che ha caratterizzato molti campioni.

In particolare i campioni N° 32, 36, e 38 sono stati addirittura esclusi dall'analisi in quanto ritenuti non idonei a causa della composizione granulometria troppo grossolana.

Dal punto di vista della contaminazione dei sedimenti molti microinquinanti, sia organici che inorganici, si legano con un'elevata efficienza alle componenti più fini che le sequestrano quindi dall'ambiente acquatico diminuendone la biodisponibilità per gli organismi acquatici.

Nei casi in cui la granulometria sedimentaria è fortemente rappresentata da sabbie grossolane e ghiaie, la funzione segregante del sedimento è proporzionalmente ridotta

e ragionevolmente si può pensare che i contaminanti restino più facilmente confinati nella matrice acquosa con una conseguente più bassa tossicità della frazione solida.

Relativamente ai singoli risultati, i campioni ricadenti nelle Provincie di Pesaro (1-15) e Ancona (16-37) hanno fatto registrare valori di STI sempre inferiori a 3, corrispondente a livelli di tossicità non significativi.

Per quanto riguarda la Provincia di Macerata, l'unico punto degno di nota è il N° 47 con un STI pari a 7.78 che corrisponderebbe ad una tossicità elevata.

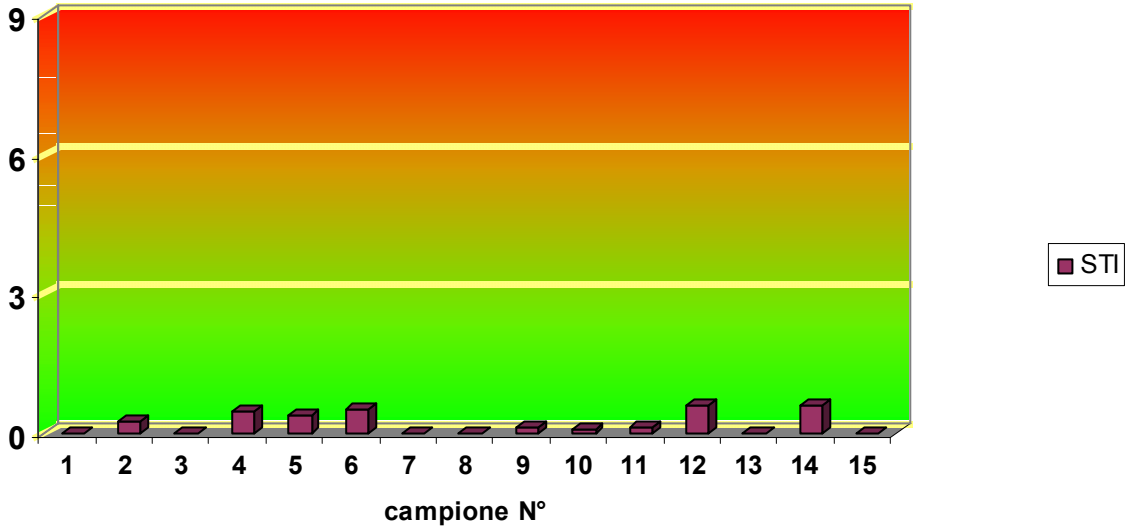
In effetti, a parte la evidente positività del risultato, c'è da rilevare che in questo campione la percentuale di pelite pari a 0 ha determinato una esasperazione dell'algoritmo utilizzato per la normalizzazione pelitica determinando di conseguenza una parziale sovrastima del risultato di tossicità ottenuto.

Questa ipotesi sembra confermata dai valori non altissimi della percentuale grezza di effetto rispetto al controllo.

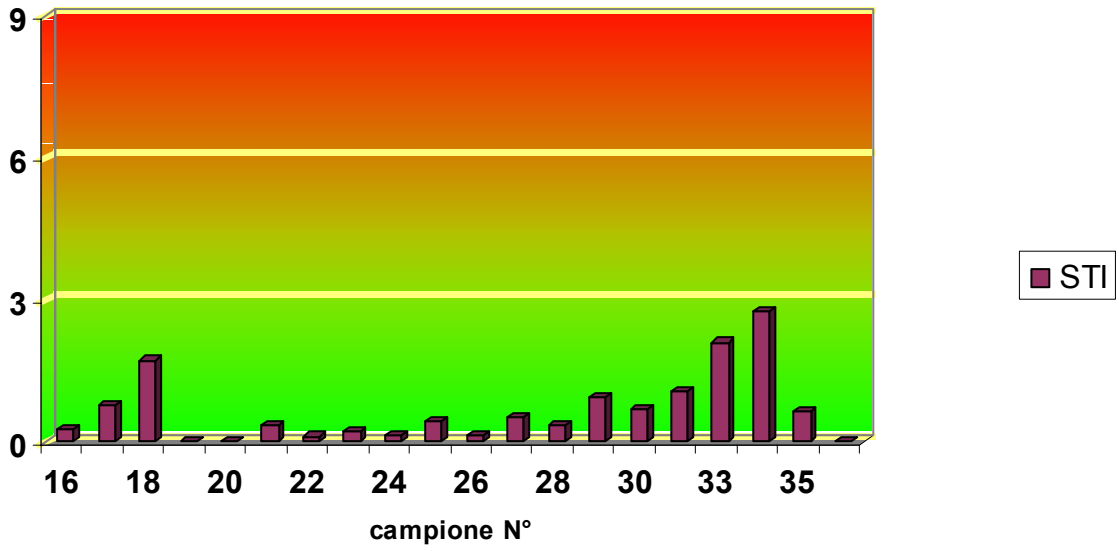
Infine relativamente alla Provincia di Ascoli Piceno hanno fatto registrare un STI superiore a 3 i campioni N° 58 e 65.

In particolare per il secondo, ove la percentuale di pelite è risultata essere anche qui pari a 0, valgono le considerazioni evidenziate sopra per il campione 47.

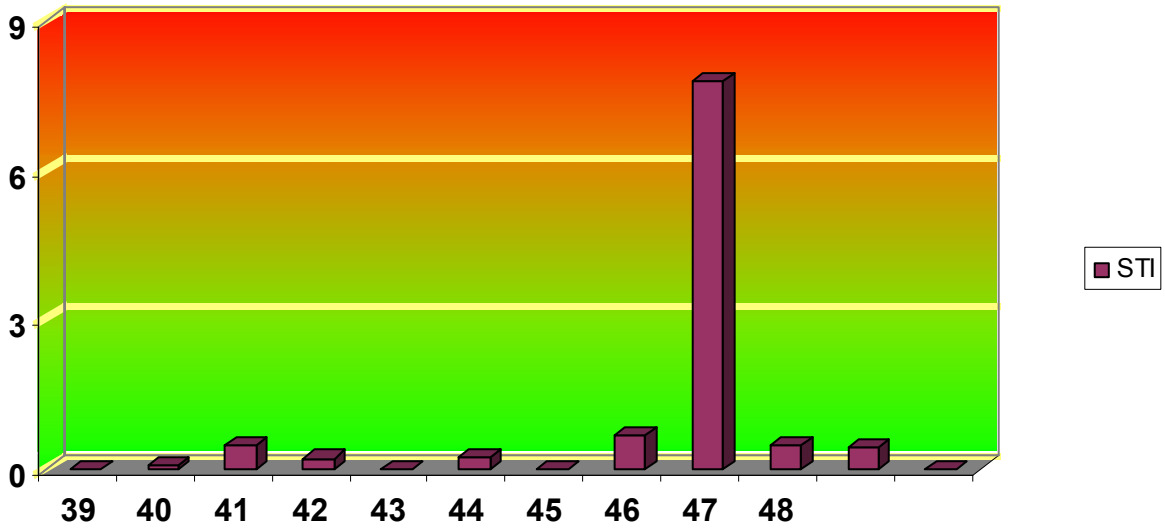
Andamento dell'STI nei campioni delle Prov. di Pesaro



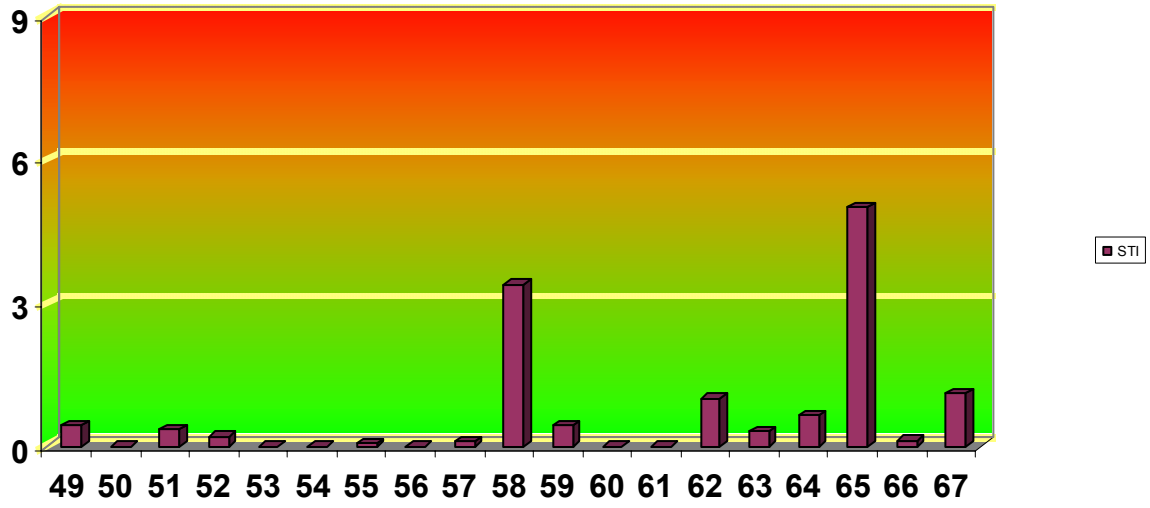
Andamento dell'STI nei campioni della Prov. di Ancona



Andamento dell'STI nei campioni della Prov. di Macerata



Andamento dell'STI nei campioni della Prov, di Ascoli Piceno



Bibliografia:

1)-ASTM “E 1391–94” – Collection, storage, charaterization, and manipulation of sediment for toxicological testing.

2)- Azur Environmental: Microtox Acute Toxicity - Solid phase test procedures.

3)- Onorati F. et al.: Informazioni fornite dalle diverse matrici da testare con i saggi biologici: applicabilità di *Vibrio fischeri.* Biologia Marina Mediterranea - vol.8 - 2001

4)- Onorati F. et al.: Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox^{R} in fase solida, la normalizzazione pelitica. Acqua Aria, 6:83-91

5)- Pellegrini D. et al.: Utilizzo di una batteria di saggi biologici sui sedimenti marini e valutazione dei risultati: un caso studio. Biologia Marina Mediterranea - vol.8 - 2001

4. Idrocarburi totali e Policlorobifenili (PCB's)

T.P.A. Silvana Celani, T.P.A.Aurelio Costantini, Dott.ssa Marisa Mirti (ARPAM Dipartimento Provinciale di Ascoli Piceno)

4.1 Introduzione

Gli Idrocarburi totali sono composti di carbonio e idrogeno, essi provengono dal petrolio grezzo e sono utilizzati come combustibili, lubrificanti, solventi e materia prima per l'industria chimica. In generale non dovrebbero essere presenti nei sedimenti, non esistono al riguardo delle indicazioni di riferimento ad eccezione del DM 471/99.

I PCB (policlorobifenili) sono una miscela di cloro-composti (fig 1)

In natura non esistono risorse naturali di PCB; si tratta di prodotti artificiali, usati solitamente come refrigeranti e lubrificanti nei condensatori e altre apparecchiature elettriche, grazie alle loro caratteristiche per cui non bruciano facilmente e sono buoni isolanti. La possibilità di biodegradazione di tali composti diminuisce all'aumentare del contenuto di cloro.

In ambiente acquatico la maggior parte dei PCB è legata al particolato inerte, a quello organico e ai sedimenti, per mezzo di processi di adsorbimento.

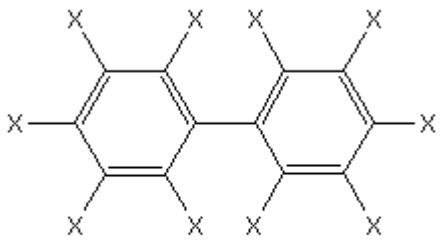


Fig.1: formula di struttura dei bifenili policlorurati (PCB) in cui X può essere H o Cl.

4.1 Metodiche analitiche di riferimento

Sono stati determinati gli Idrocarburi Totali frazione con C>12 e i PCB's (sommatoria dei policlorobifenili) con una procedura analitica correntemente adottata dall' ARPAM Dipartimento di Ascoli Piceno:

Un aliquota di 5 gr di campione, previamente sgocciolati, vengono posti in beker di vetro da 100 ml e addizionati di 30 ml di acetone puro per analisi e sonificati per 10 min.

Si filtra il surnatante con tubo di vetro provvisto di setto sinterizzato G3 e si ripete l'operazione di estrazione altre 2 volte con porzioni da 50 ml di diclorometano;

Gli estratti, posti in un imbuto separatore da 250 ml, vengono addizionati di 50 ml di acqua distillata, si agita e si lascia stratificare;

L'estratto, filtrato attraverso un letto di solfato di sodio anidro, viene raccolto in un palloncino da 250 ml e portato a piccolo volume tramite evaporatore rotante, si trasferisce in vials da 3,5 ml lavando 2 volte con porzioni da 1 ml di cloruro di metilene;

Si porta a piccolo volume sotto flusso di azoto e si procede alla purificazione su lastra di gel di silice da 0,5 mm; il campione viene depositato su un fronte di 3 cm ed eluito con una miscela di esano-toluene 50-50;

Dopo la corsa cromatografica di 12 cm, si osserva la lastra alla luce di Wood (360 nm) e si individua la macchia fluorescente dovuta alla presenza di IPA ;

Si gratta la sovrastante porzione di gel di silice contenente gli Idrocarburi Totali (IT) e i policlorobifenili (PCB) (fig.2);

La porzione di gel di silice ridotta in polvere con una spatola di acciaio flessibile, si versa in un tubo di vetro con setto poroso di vetro sinterizzato G3 e si fluisce con 3 porzioni da 1 ml di diclorometano, raccogliendo l'eluato in vials da 3,5 ml ;

Si porta a secco l'eluato sotto flusso di azoto e si riprende con cicloesano per la determinazione gascromatografica;

Gli estratti purificati sono stati trattati con trucioli di rame prelevati con HCl 1 N, per eliminare lo zolfo eventualmente presente nel campione, che interferisce nella determinazione dei PCB (Fig. 6)

Gli Idrocarburi Totali (IT) con C > 12 sono stati quantificati per via ponderale utilizzando l'estratto cicloesanico purificato dopo analisi gascromatografica, il limite di determinazione di tale procedura analitica è di 25 mg/Kg ss.
La determinazione degli Idrocarburi Totali per via gascromatografica ha un limite di determinazione di 5 mg/Kg ss ed è stato utile per mettere in evidenza la presenza nel campione.
(Fig. 4)

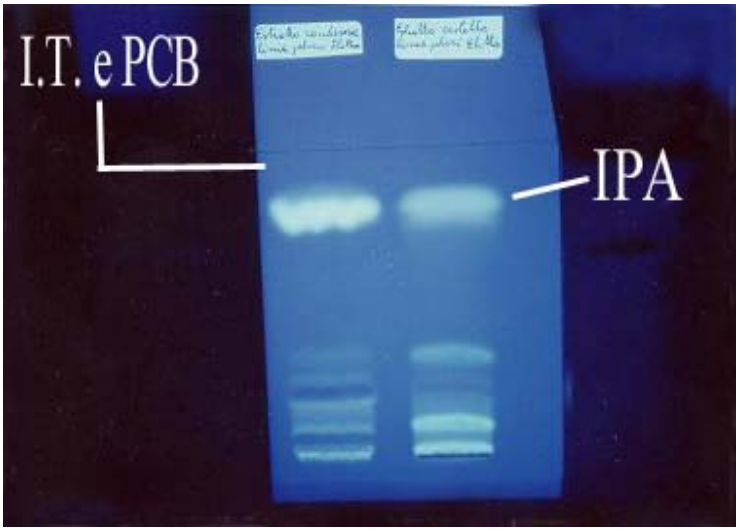


Fig.2: Separazione |3 cm| per TLC delle varie classi di sostanze (PCB, IPA, I.T.) presenti negli estratti grazzi metilenici.

Condizioni operative gas-cromatografiche:

Gas-cromatografo: MEGA 2 Carlo Erba strumentazioni

Iniezione: 1 µl

Colonna capillare: SPB-1 30 metri, Ø 0.32 mm, film 0.25µm

Programma Termico	85° C	25°\min	180°C	8°\min	300°C
	1'	→	0'	→	15'

FID: Att. x 8

EDC: Att.x 32

I tracciati gas-cromatografici relativi a soluzioni standard di I.T. e PCB sono riportati rispettivamente nelle fig. 3 e 4.

Il limite di determinazione dei PCB's è di 0,3 µg/Kg ss.

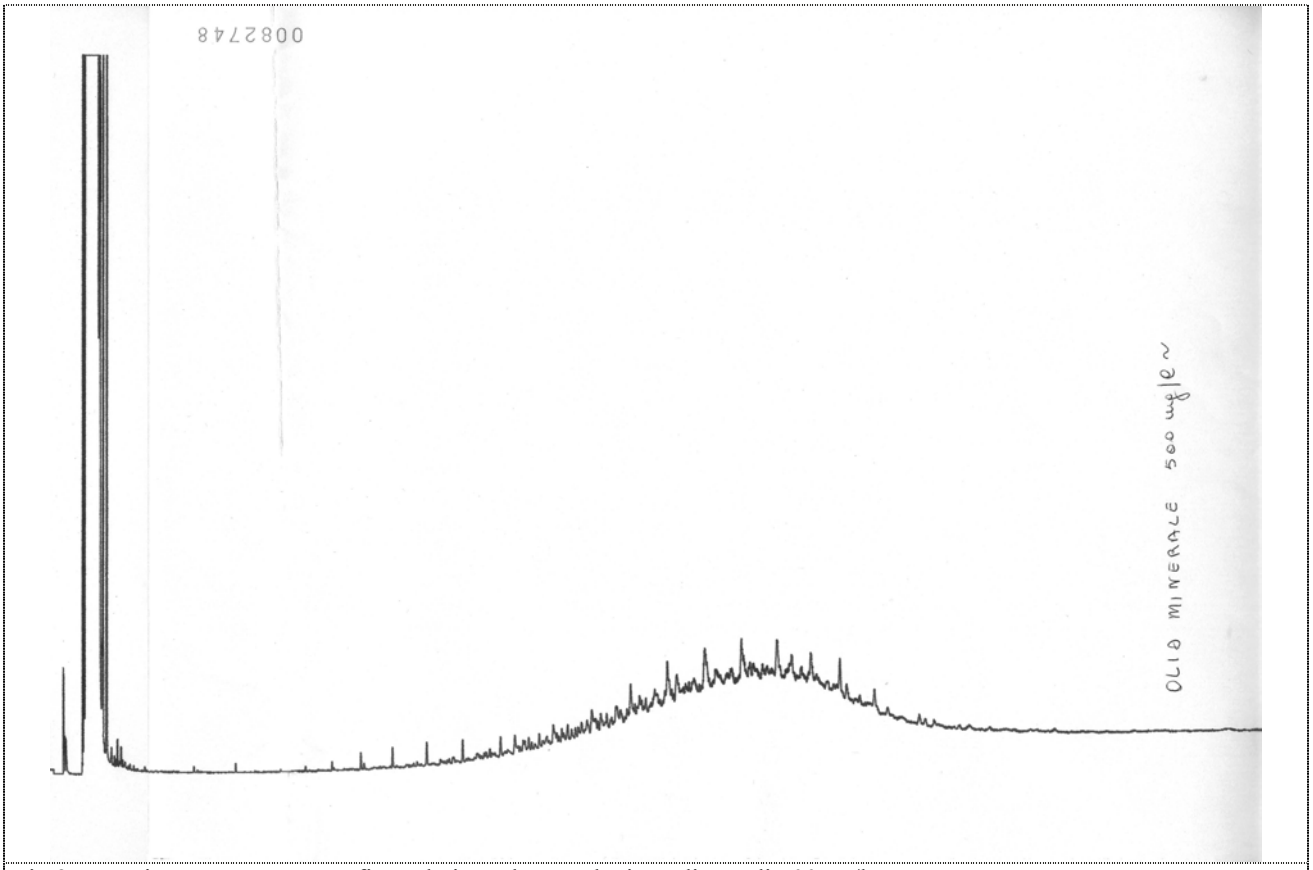


Fig.3: Tracciato gas-cromatografico relativo ad una soluzione di I.T. di 500mg/l

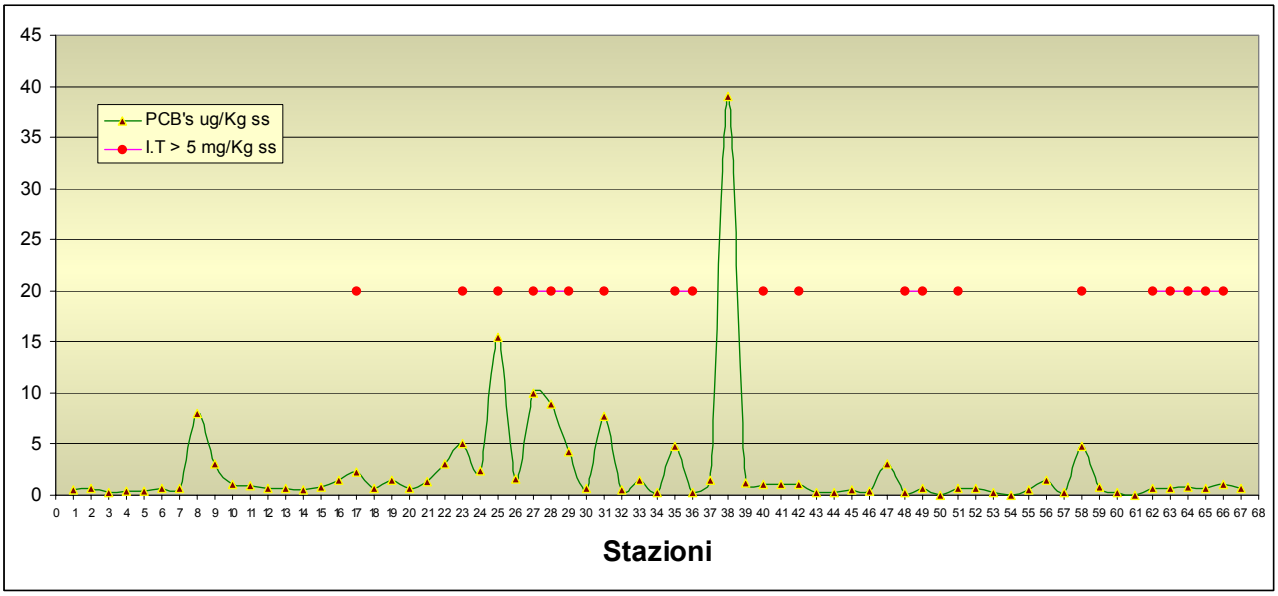


Fig 4: * Stazioni con tracciato gascromatografico caratteristico della presenza di I.T > 5 mg/Kg ss

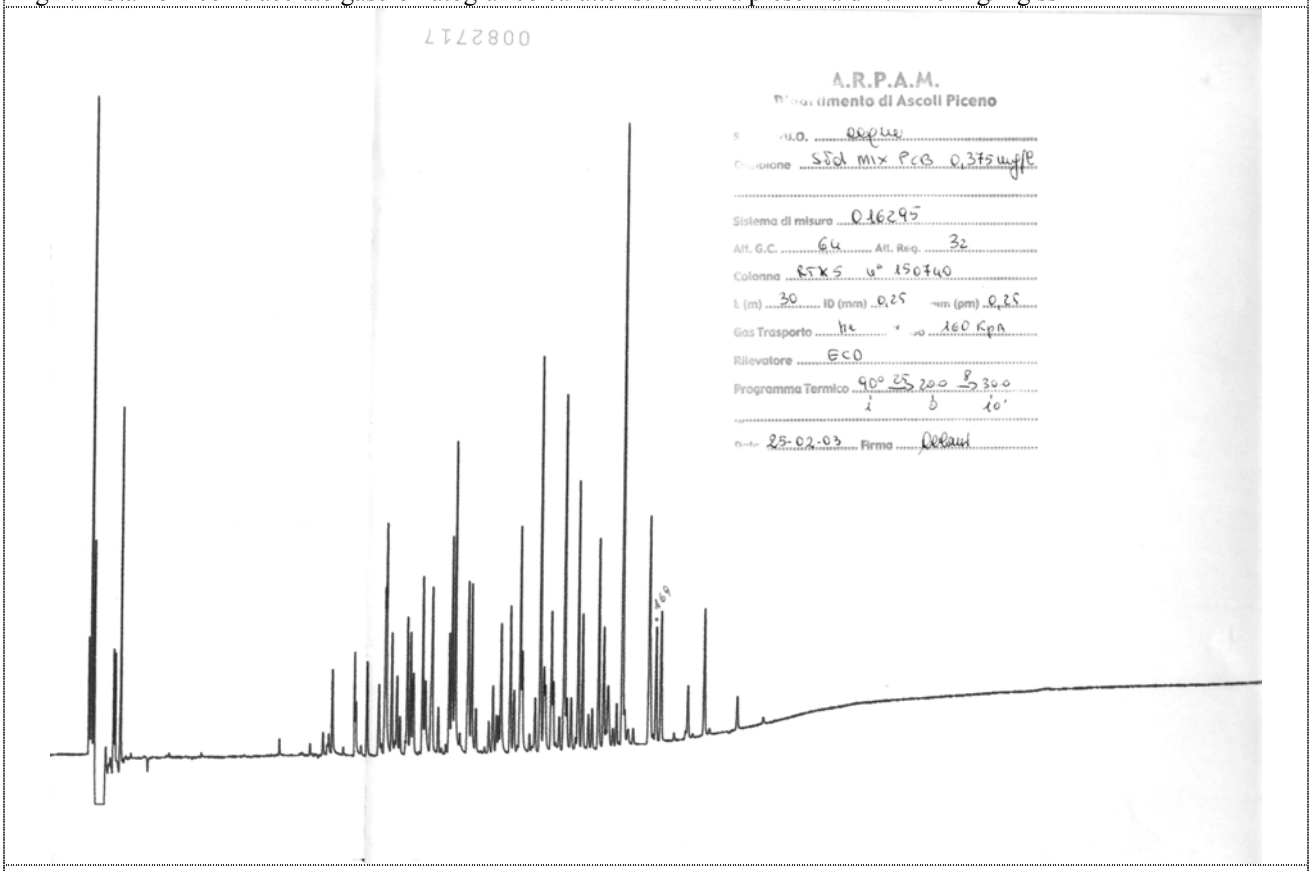


Fig.5: Tracciato gas-cromatografico relativo ad una soluzione standard di PCB's 0,37 mg/l

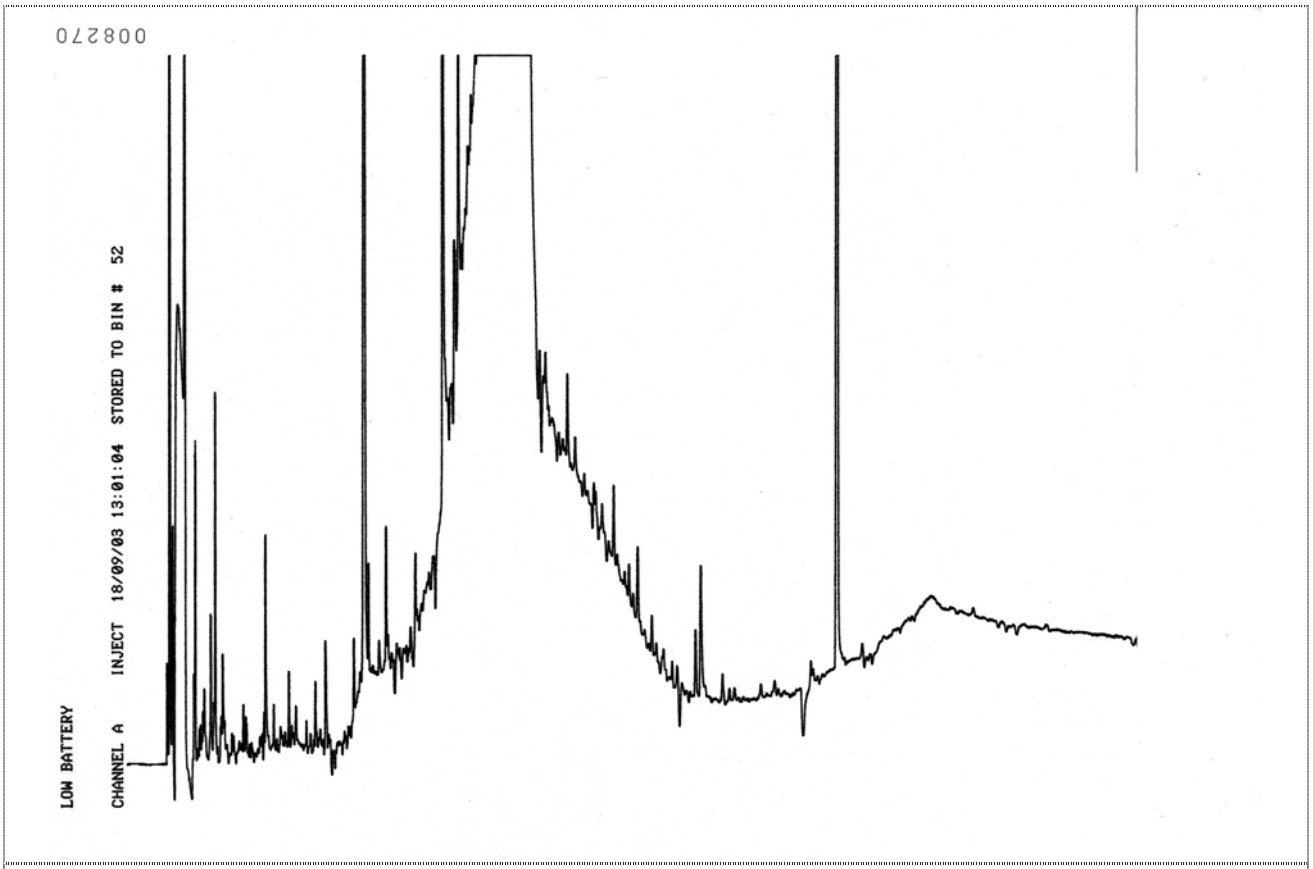


Fig.6: Tracciato gas-cromatografico relativo alla daterminazione dei PCB su un campione di sedimento contenenti zolfo.

4.2 Risultati

IDROCARBURI TOTALI

Tutti i campioni esaminati mostrano un contenuto di I.T. inferiore a 25mg\Kg ss; l'esame del tracciato gas-cromatografico evidenzia la presenza di I.T. al di sopra dei 5 mg\Kg ss solo nei campioni contrassegnati con * nel grafico di fig 4.
Gli idrocarburi totali non dovrebbero essere presenti nei sedimenti sono generalmente riconducibili a pressione antropica; non esistono al riguardo nemmeno delle indicazioni di riferiemento ad eccezione del DM 471/99. Tale norma presenta una tabella relativa ai valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo, in riferimento alla specifica destinazione d'uso del sito da bonificare.
Ovviamente l'indagine effettuata non rientra nel campo di applicazione del DM 471/99, ma è possibile riferirsi a titolo puramente indicativo, ai limiti proposti dalla tabella A relativa ai siti destinati ad uso verde pubblico, privato, residenziale. Tale limite è di 50 mg\Kg ss per la frazione di IT con C > 12.
Visti i dati ottenuti e tenuto conto dell'ubiquitarietà di tali classi di sostanze, si può ragionevolmente affermare che i campioni esaminati non risultano contaminati da I.T.

POLICLOROBIFENILI

Dal momento che è stato effettuato soltanto un prelievo, risulta difficile trarre conclusioni definitive. La complessa idrologia delle coste influiscono non solo sulla qualità delle acque ma anche su quella dei sedimenti, soprattutto se questi sono presenti in fondali bassi (< 1 metro).

I dati di PCB's ottenuti sono riassunti nel grafico fig. 7

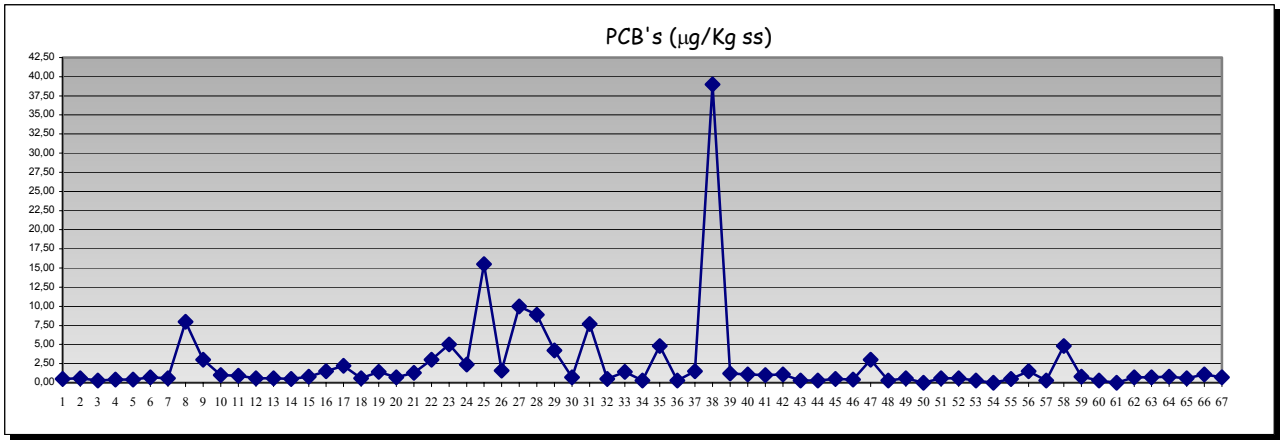


Fig. 7: PCB's dei sedimenti marini

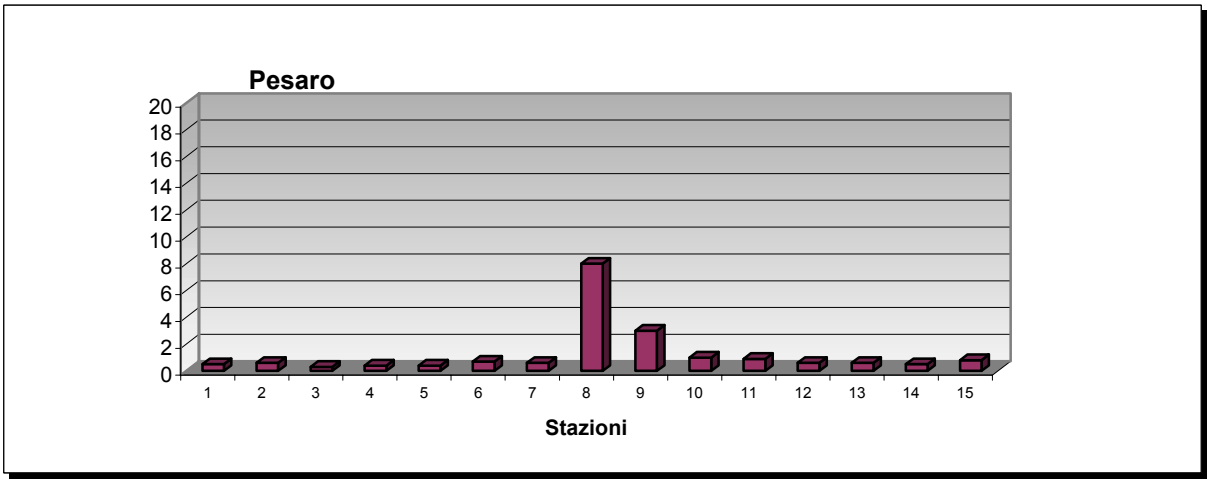


Fig n. 7-a: PCB's (µg/Kg ss) nei sedimenti della provincia di Pesaro

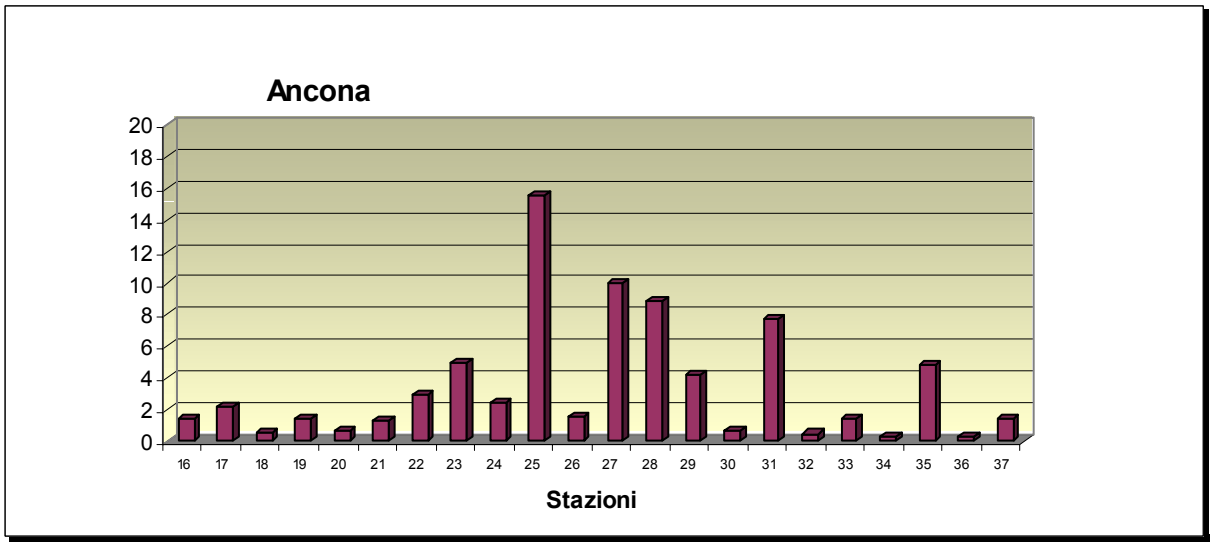


Fig. 7-b: PCB's (µg/Kg ss) nei sedimenti della provincia di Ancona

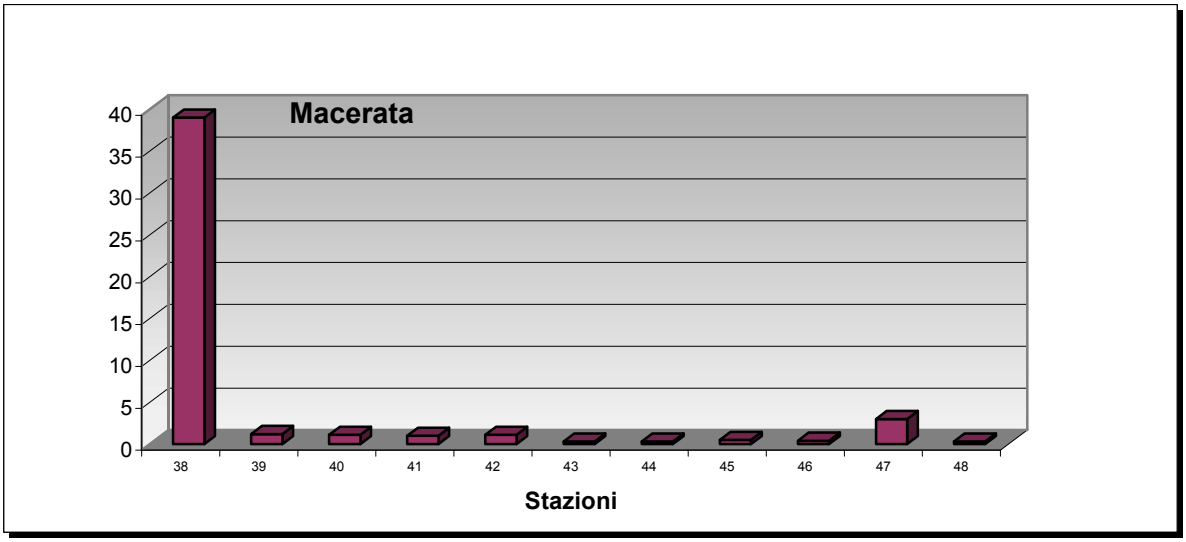


Fig 7-c: PCB's (µg/Kg ss) nei sedimenti della provincia di Macerata

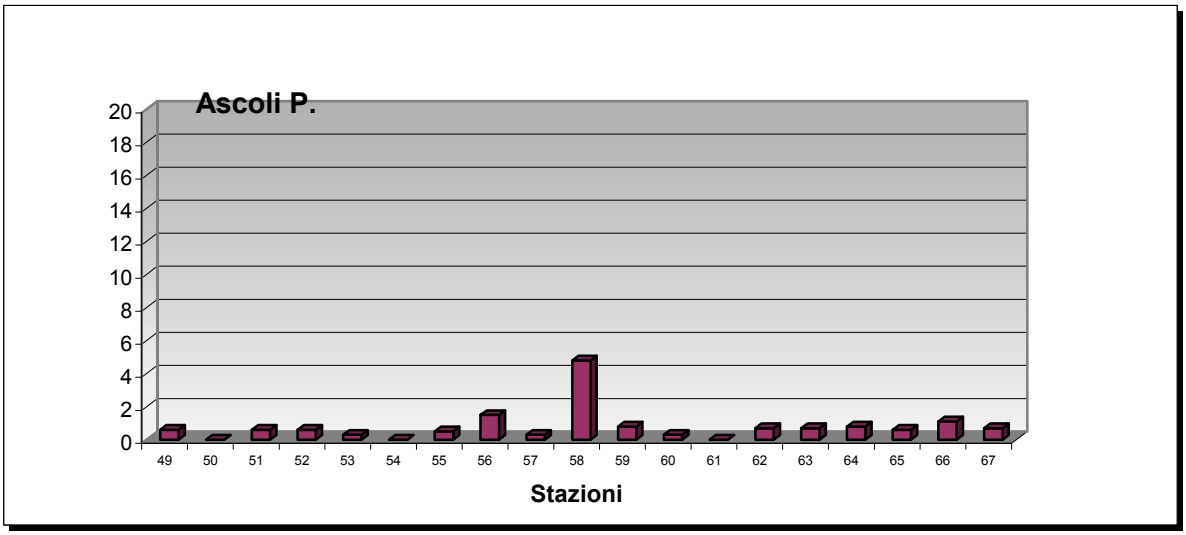


Fig 7-d: PCB's (µg/Kg ss) nei sedimenti della provincia di Ascoli P.

Al fine di agevolare la lettura e favorire l'interpretazione , i dati dei PCB's riportati in tabella sono stati ordinati in senso crescente come rappresentato dall'istogramma di fig.8

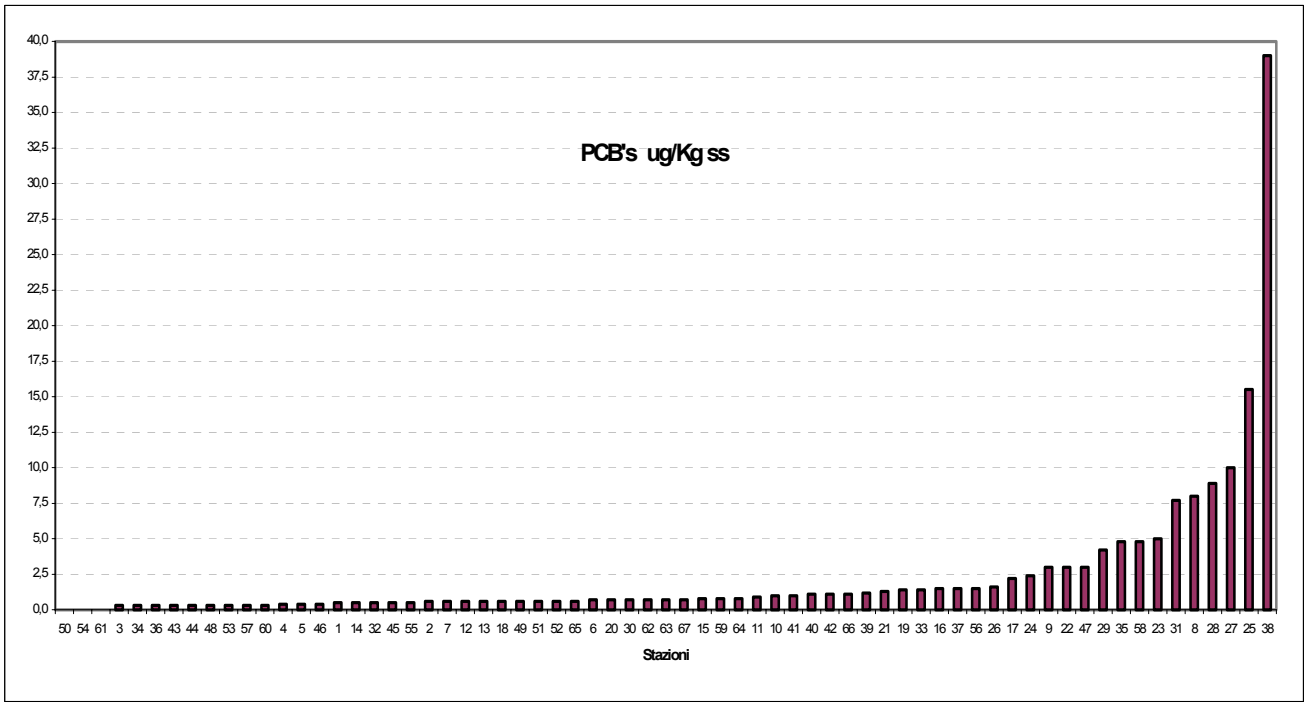


Fig.8: valori di concentrazione dei PCB's riscontrati nei 67 campioni di sedimenti disposti in ordine crescente.

Dall'esame dei dati rappresentati in fig.9 e dei relativi tracciati gas-cromatografici (Fig. 10,11,12 e 13) è possibile raggruppare i dati ottenuti in tre livelli:

I° Livello: con valori di PCB's compresi nell'intervallo tra 0.1 e 2,5 µg/Kg ss; valori di concentrazioni che possono essere considerati come di fondo;

II° Livello: intervallo tra 2,6 e 10 µg/Kg ss,contaminazione apprezzabile e quantificabile per via strumentale;

III° Livello: con concentrazioni di PCB's maggiore di 10 µg/Kg ss, contaminazione meritevole di attenzione sotto il profilo quali-quantitativo.

Dalla fig 7 emerge che i sedimenti di III° livello sono quelli relativi alla stazione n. 25 e 38, mentre quelli della stazione 23, 27 e 28 sono risultati contaminati anche da PoliCloroTrifenili (PCT).

Dalla fig. 7 si evince che i campioni maggiormente contaminati da PCB's sono concentrati nella parte centrale del litorale della Regione Marche, tra la stazione 22 e 40.

Il grafico della fig. 9 mostra come la maggior frequenza dei valori di concentrazione di PCB's riscontrati ricadono sul I° livello, al di sotto di 2,5 µg/Kg ss, con un valore medio di 0,8 µg/Kg, perfettamente allineato con il limite stabilito dal DM 471/99 tabella A che è di 1 µg/Kg ss.

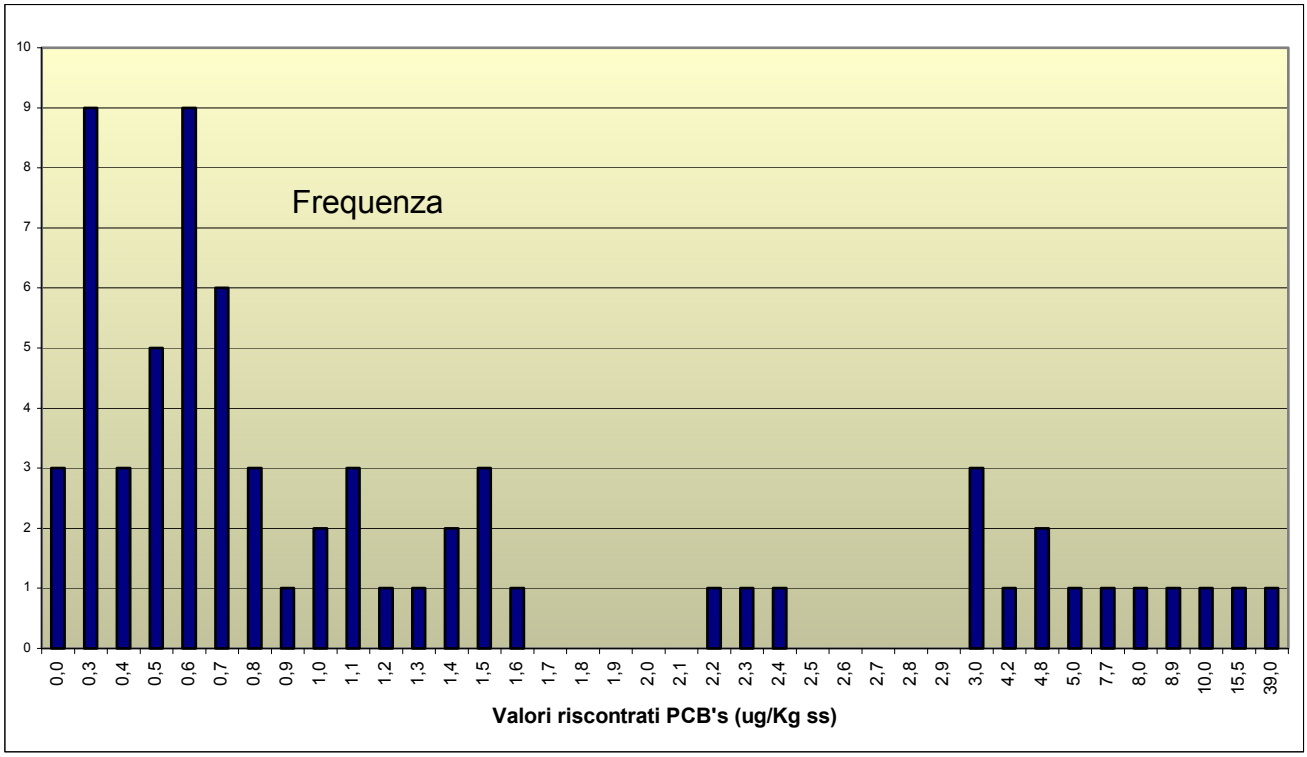


Fig 9: Frequenza dei valori ottenuti di PCB's

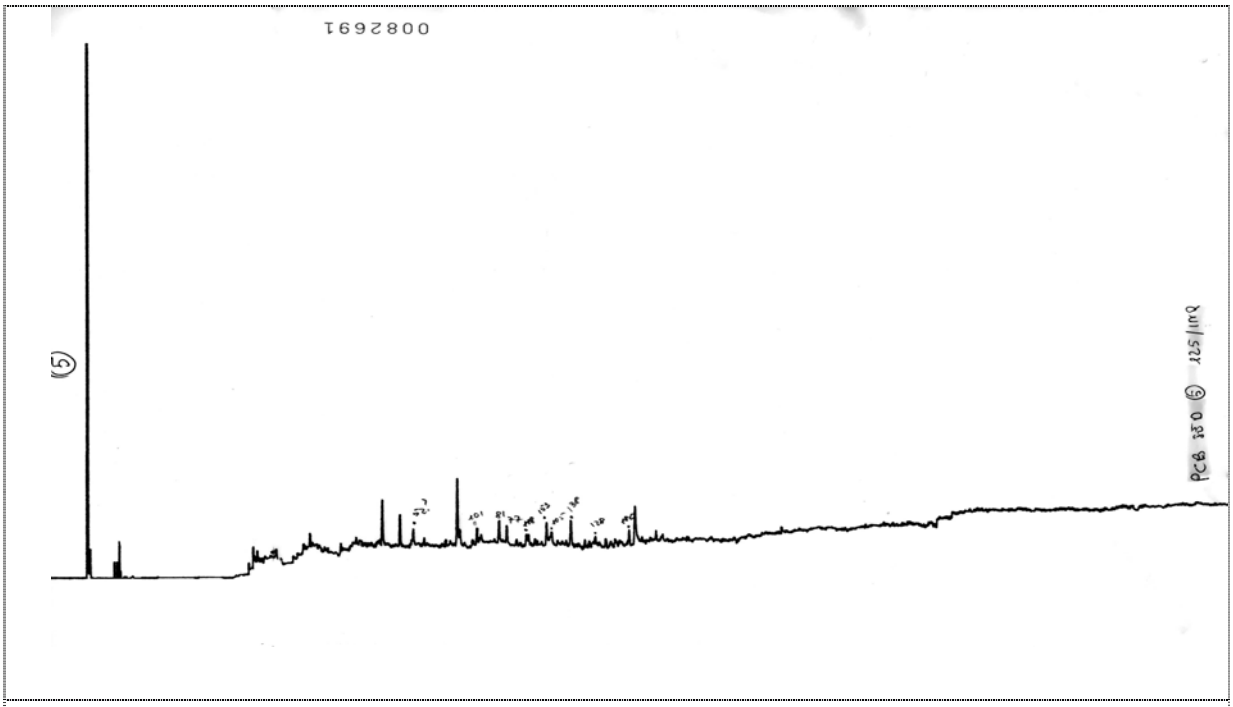


Fig.10 Tracciato gas-cromatografico relativo alla determinazione dei PCB presenti nel campione 5 (I°livello).

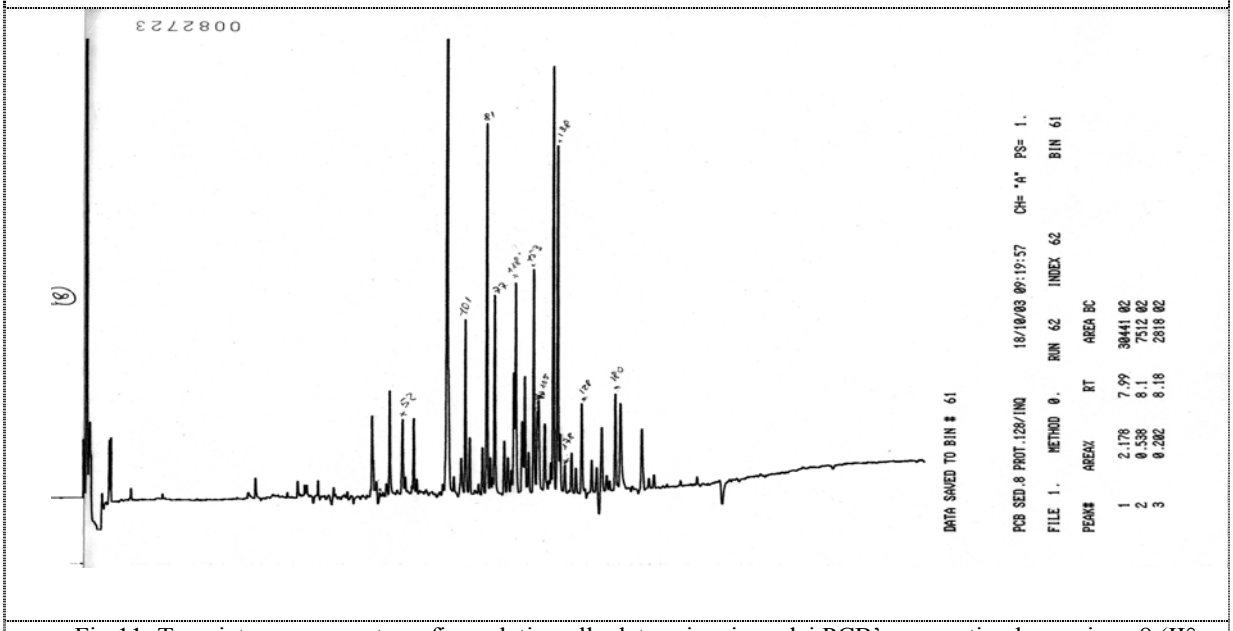


Fig.11; Tracciato gas-cromatografico relativo alla determinazione dei PCB's presenti nel campione 8 (II° livello).

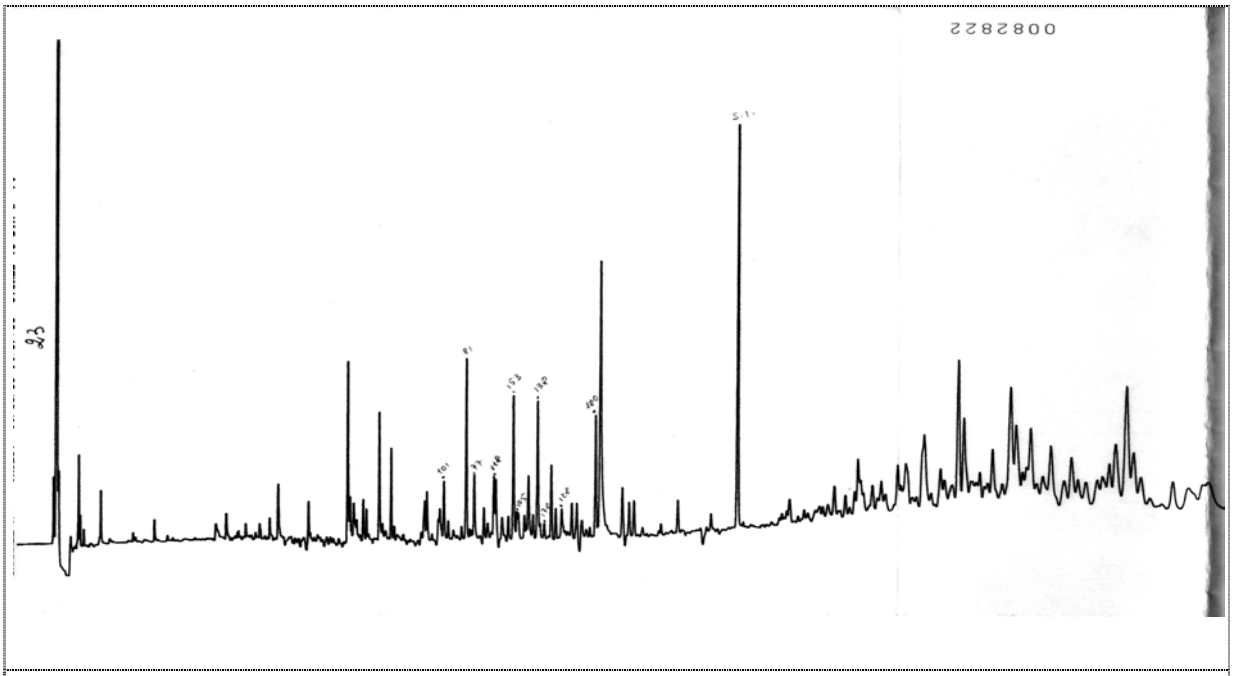


Fig.12; Tracciato gas-cromatografico relativo alla determinazione dei PCB's presenti nel campione 23 (II° livello). Nel campione sono presenti anche policlorotrifenili (PCT).

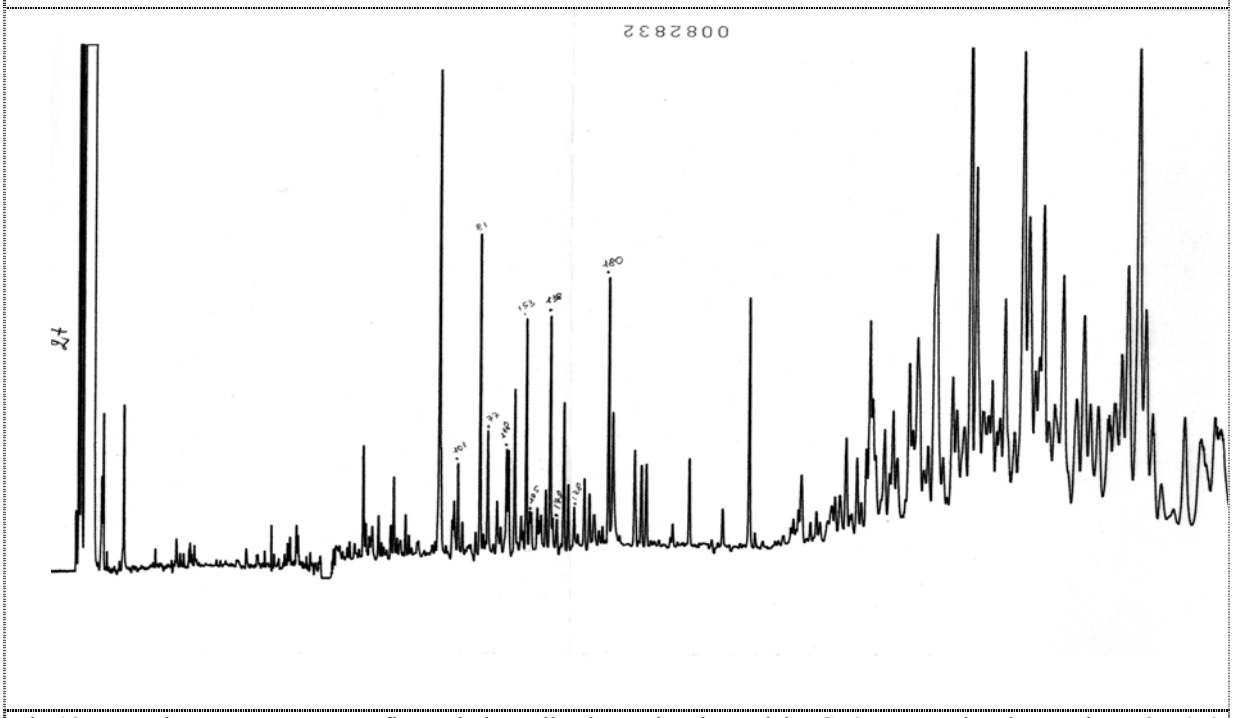


Fig.13; Tracciato gas-cromatografico relativo alla determinazione dei PCB's presenti nel campione 27 (II° livello). Nel campione sono presenti anche policlorotrifenili (PCT).

Sono stati ricercati inoltre nove PCB congeneri, indicati nel D.Lgs n. 152/99: PCB 28,77, 81, 101, 105, 118, 128, 138, 153, 169, 178 e 180 180.

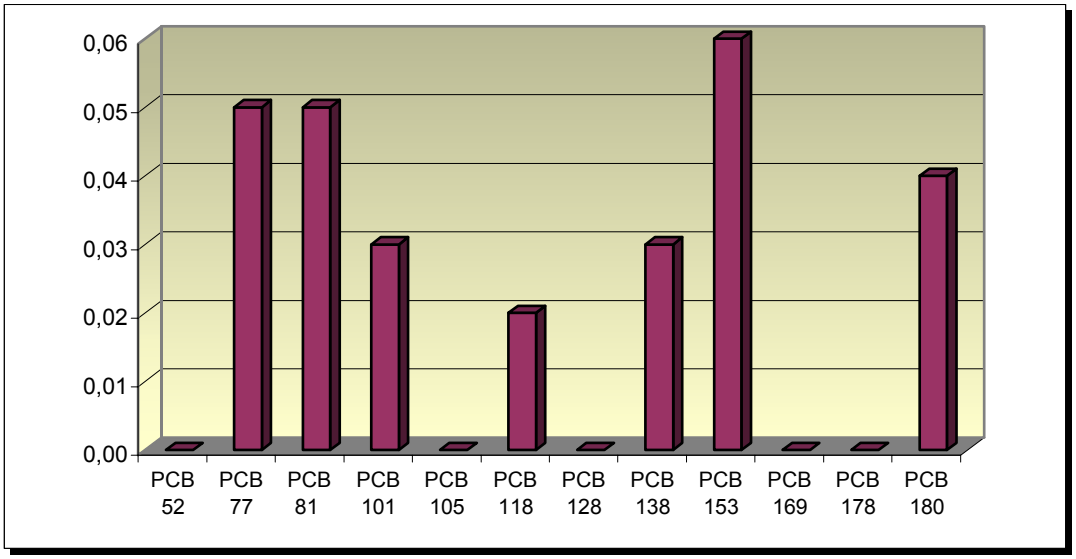


Fig 14: mediana dei congeneri rilevati

Dall'istogramma di fig 14 risulta che il congenere presente nei sedimenti a concentrazione più elevata è quella del PCB 153, mentre risultano non rilevabili

(< 0,01 µg/Kg ss) i PCB 52, 105, 128, 169e 178. Tra i congeneri rilevati ne esistono cinque classificati come "diossina-simile" per quanto riguarda la tossicità e sono: PCB 77, 81, 118, 105 e 169, di cui i primi tre presenti in concentrazioni apprezzabili sui campioni risultati contaminati.

Per quanto riguarda i campioni n. 58 e 65, su cui è stata riscontrata una tossicità positiva, si fa presente che tali stazioni si trovano la prima a sud della foce del fiume Aso e la seconda a sud del porto di San Benedetto del Tronto e del torrente Albula.

5. Batteri coliformi e spore di clostridi

Dott.ssa Gabriella Giorgi, (ARPAM Dipartimento Provinciale di Pesaro)
t.p.a. Luisa Belpassi, t.p.a. Lauro Banini (ARPAM Dipartimento Provinciale di Pesaro)
p.i. Franco Moglie (ARPAM Dipartimento Provinciale di Ancona)
Dott.ssa Fabiola Serenelli (ARPAM Dipartimento Provinciale di Macerata)
t.p.a. Giuseppe Costantini (ARPAM Dipartimento Provinciale di Ascoli Piceno)
Dott.ssa Anna Maria Cosentino (ARPAM Dipartimento Provinciale di Ascoli Piceno)

5.1 Introduzione

I sedimenti marini sono in grado di offrire un habitat idoneo alla sopravvivenza e moltiplicazione di microrganismi di varia natura. Gli strati sabbiosi più superficiali sono quelli più idonei ad alloggiare batteri che aderiscono al materiale particolato, acquisendo una resistenza maggiore ai fattori ambientali.

Fra i parametri microbiologici sono stai presi in considerazione i Coliformi ed i Clostridi solfitoriduttori perchè indicatori di contaminazione fecale.

La determinazione dei parametri microbiologici nei sedimenti marini costituisce un importante contributo di valutazione degli aspetti igienico sanitari; essi infatti, essendo legati alla presenza di materiale fecale, costituiscono dei buoni indicatori di inquinamento di natura organica (Quad. ICRAM).

Definire dei livelli di contaminazione per i Coliformi nei sedimenti è abbastanza complesso. A tutt'oggi non esistono in Italia riferimenti normativi né linee guida indicative per quanto riguarda i valori soglia per i parametri microbiologici. L'aspetto microbiologico assume rilevanza se il sedimento è destinato al ripascimento degli arenili.

Ai Coliformi totali appartiene un gruppo di batteri bastoncellari, gram negativi,
capaci di svilupparsi ad una temperatura di 36°C: essi presentano una larga distribuzione nel suolo, nelle piante e nell'intestino dei mammiferi. In genere non sono patogeni ma vengono considerati indicatori di inquinamento perché alla loro presenza può essere associata quella di batteri patogeni o virus.

I Coliformi fecali, rappresentati essenzialmente da *Escherichia coli* e *Klebsiella pneuminiae,* costituiscono la parte termotollerante dei coliformi totali, capaci di svilupparsi a 44 °C. Essi sono indicatori di contaminazione fecale recente.

Altri indicatori di fecalizzazione e di rischio teorico sono le spore di Clostridi solfito riduttori. I Clostridi sono microrganismi anaerobi obbligati in grado di produrre spore termoresistenti. Le spore, resistenti a condizioni ambientali sfavorevoli, non si riproducono nell'ambiente e, sopravvivendo a lungo, possono dare indicazioni su condizioni di contaminazione pregressa.

Secondo quanto riportato nel testo "Analisi e recupero dei sedimenti marini" (F. Bona *et Al.*) i valori di carica batterica riscontrabili nei primi 3-4 cm di sedimento molle interessato da scarichi urbani e domestici, possono variare da 1×10^6 a 1×10^7 n°organismi /g per i Coliformi totali, Streptococchi fecali e spore di Clostridi, e da 1×10^5 a 1×10^6 n° organismi /g per i Coliformi fecali.

Sulla base di questi riferimenti si può constatare che i valori riscontrati nei sedimenti analizzati sono tutti considerevolmente più bassi, pertanto è possibile definirli microbiologicamente non contaminati.

5.2 Metodiche analitiche di riferimento:

Coliformi totali

Tecnica dei tubi multipli (MPN, Most Probabile Number): viene determinato il numero più probabile di Coliformi totali presenti in 1 gr del campione in esame, calcolato sulla base delle tabelle statistiche di Mc Crady. Il terreno colturale è il Brodo Lattosato a concentrazione normale e al doppio e il Brodo al Verde Brillante. La temperatura di incubazione è di 37° C. Per l'allestimento delle diluizioni è stata usata una soluzione fisiologica.

Coliformi fecali

Tecnica dei tubi multipli (MPN, Most Probabile Number): viene determinato il numero più probabile di Coliformi totali presenti in 1 gr del campione in esame, calcolato sulla base delle tabelle statistiche di Mc Crady. Il terreno colturale è il Brodo Lattosato a concentrazione normale e al doppio e il Brodo al Verde Brillante. La temperatura di incubazione è di 44° C. Per l'allestimento delle diluizioni è stata usata una soluzione fisiologica.

Spore di Clostridi solfo-riduttori

Il metodo si basa sul conteggio diretto delle colonie utilizzando la tecnica dell'inclusione in terreno colturale agarizzato. La procedura consiste di più fasi: preparazione della sospensione con acqua fisiologica tamponata, inattivazione del campione a 80° C per 10 minuti, inseminazione del campione con la tecnica dell'inclusione in agar SPS, conteggio ed identificazione delle colonie sviluppate.

5.3 Risultati

Sulla base dei valori di riferimento riportati su "Analisi e recupero dei sedimenti marini" (F. Bona *et al.*), si può constatare che i valori riscontrati nei sedimenti analizzati sono risultati tutti considerevolmente più bassi.

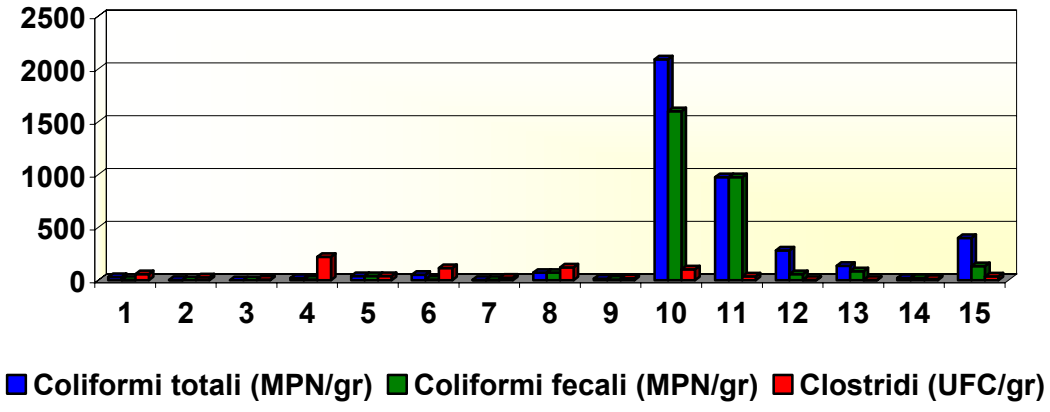
Provincia di Pesaro-Urbino

La tabella ed il diagramma di seguito riportati, riassumono i valori di coliformi totali, coliformi fecali e spore di clostridi riscontrati nei punti analizzati per la provincia di Pesaro-Urbino.

Tab. 1: microbiologia nei sedimenti della provincia di Pesaro

Pesaro	località	Coliformi totali (MPN/gr)	Coliformi fecali (MPN/gr)	Clostridi (UFC/gr)
1	Gabicce	30	1,8	58
2	Gabicce	2,5	0,9	27
3	Fiorenzuola di Focara	0,9	0,2	5
4	Santa Marina	21	5,4	221
5	Pesaro	38	38	39
6	Pesaro	50	5,7	115
7	Pesaro	4	2,7	24
8	Pesaro	70,8	70,8	121
9	Fano	14	5,3	19
10	Fano	2091	1600	102
11	Fano	975	975	37
12	Torrette di Fano	282	56	4
13	Torrette di Fano	135,6	83,8	4
14	Marotta	22	22	13
15	Marotta	400	133	35

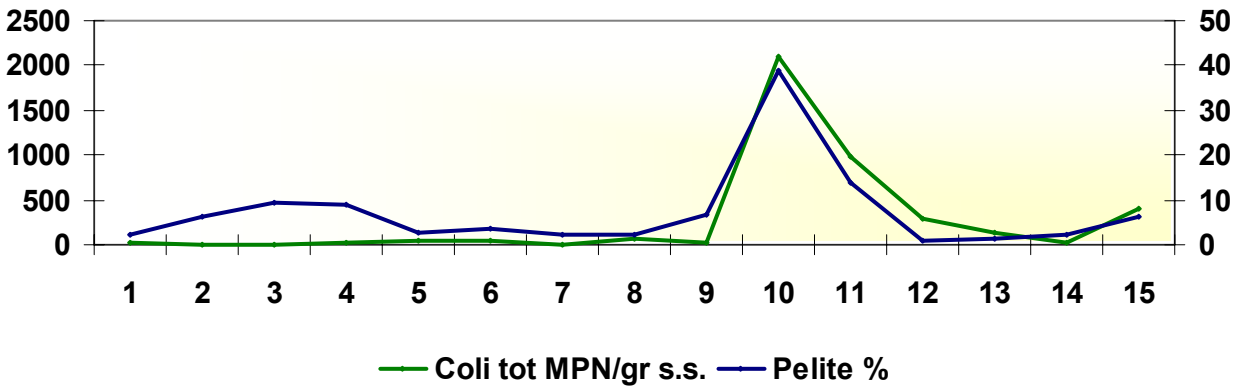
Graf. 1: concentrazione di coliformi e spore di clostridi nei sedimenti di Pesaro



Come si può osservare, sono stati rilevati analiticamente dei "rialzi" di concentrazione di coliformi totali e fecali nei punti 10 e 11, situati rispettivamente a Nord ed a Sud della foce del fiume Metauro. Tali valori sono comunque nell'ordine di 10^3. L'aumento della concentrazione di coliformi in questi punti è quasi certamente correlabile agli apporti del fiume Metauro, che tra i fiumi della provincia di Pesaro è quello con la portata maggiore.

Gli altri punti analizzati sono risultati tutti con valori di coliformi e spore di clostridi molto bassi. È interessante notare la corrispondenza lineare tra la percentuale di pelite nella composizione granulometrica dei sedimenti considerati e la concentrazione di coliformi totali.

Graf. 2: relazione tra pelite e coliformi totali nei sedimenti di Pesaro



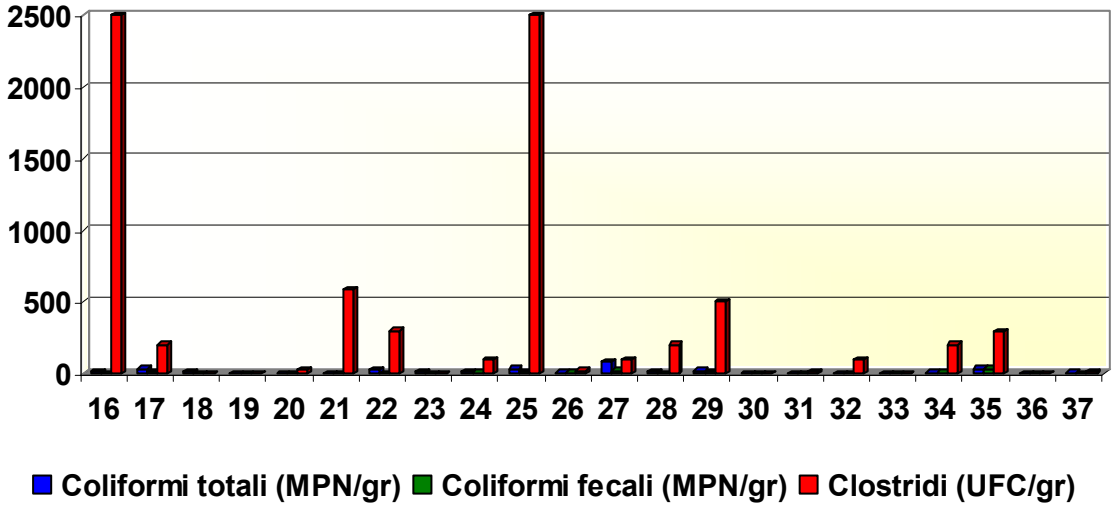
Provincia di Ancona

La tabella ed il diagramma di seguito riportati, riassumono i valori di coliformi totali, coliformi fecali e spore di clostridi riscontrati nei punti analizzati per la provincia di Ancona.

Tab. 2: microbiologia nei sedimenti della provincia di Ancona

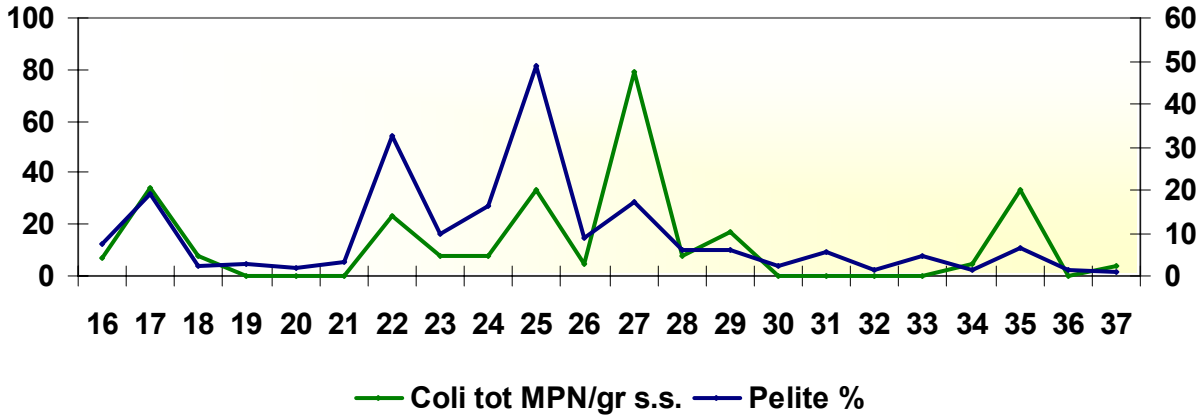
Ancona	località	Coliformi totali (MPN/gr)	Coliformi fecali (MPN/gr)	Clostridi (UFC/gr)
16	Senigallia	7	0	3200
17	Senigallia	34	11	200
18	Senigallia	8	0	0
19	Marzocca	0	0	0
20	Montemarciano	0	0	30
21	Montemarciano	0	0	581
22	Falconara M.ma	23	0	300
23	Falconara M.ma	8	0	0
24	Falconara M.ma	8	5	100
25	Falconara M.ma	33	13	3909
26	Falconara M.ma	5	5	20
27	Torrette di Ancona	79	17	100
28	Ancona	8	0	200
29	Ancona	17	13	500
30	Ancona	0	0	0
31	Portonovo	0	0	10
32	Sirolo	0	0	100
33	Sirolo	0	0	0
34	Sirolo	5	5	200
35	Numana	33	33	290
36	Numana	0	0	0
37	Marcelli di Numana	4	0	10

Graf. 3: concentrazione di coliformi e spore di clostridi nei sedimenti di Ancona



Nella provincia di Ancona i valori di coliformi totali e fecali sono risultati sempre molto bassi, mentre le spore di clostridi hanno raggiunto valori dell'ordine di 10^3 nei punti 16 e 25, situati rispettivamente a Senigallia e Falconara. Essendo le spore di clostridi delle forme di resistenza, sono in grado di sopravvivere più a lungo ed in ambienti ostili, quindi potrebbero essere indicatrici di un inquinamento fecale pregresso. Anche in questo tratto di costa si è riscontrata una corrispondenza tra la percentuale di pelite nella granulometria dei sedimenti e la concentrazione di coliformi totali.

Graf. 4: relazione tra pelite e coliformi totali nei sedimenti di Ancona



I punti caratterizzati da una maggiore percentuale di pelite sono quelli in corrispondenza della foce del fiume Esino.

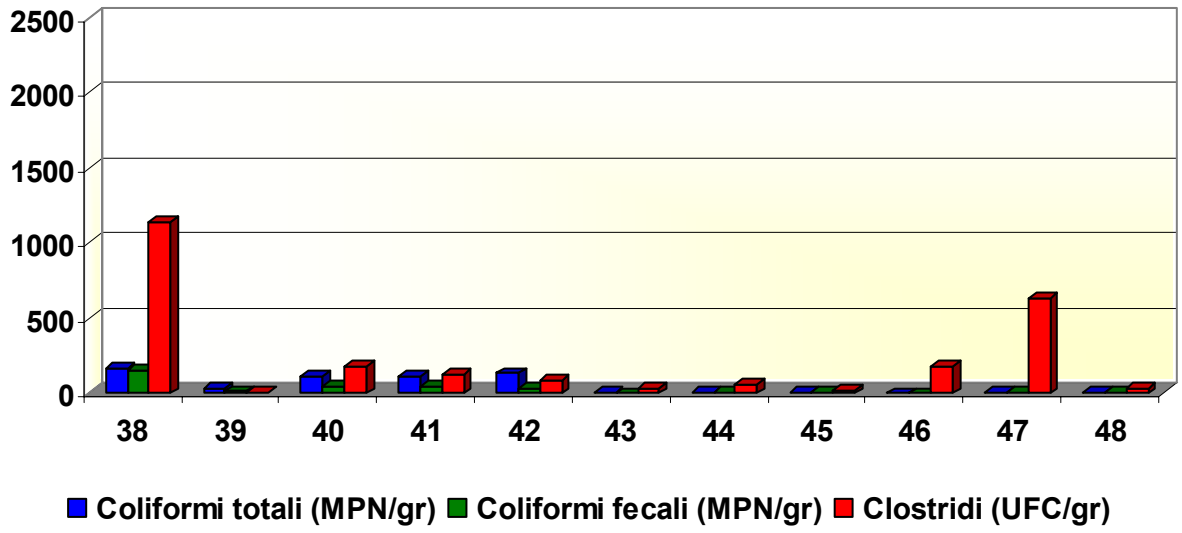
Provincia di Macerata

La provincia di Macerata è risultata caratterizzata da sedimenti poveri di coliformi e spore di clostridi. Queste ultime hanno raggiunto valori dell'ordine di 10^3 solo in corrispondenza del punto 38, situato 1,5 Km a Nord della foce del fiume Musone e caratterizzato dall'assenza di barriere frangiflutti.

Tab. 3: microbiologia nei sedimenti della provincia di Macerata

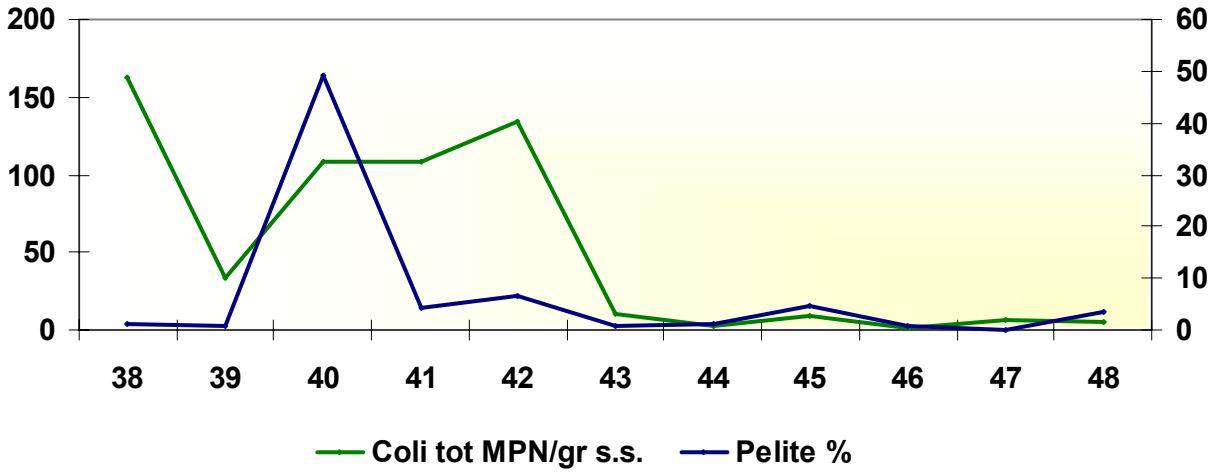
Macerata	località	Coliformi totali (MPN/gr)	Coliformi fecali (MPN/gr)	Clostridi (UFC/gr)
38	Portorecanati	162	150	1136
39	Portorecanati	33	12	11
40	Portorecanati	108	45	184
41	Portorecanati	109	48	125
42	Portorecanati	134	30	84
43	Porto Potenza P.	10	0	30
44	Porto Potenza P.	3	3	58
45	Porto Potenza P.	9	9	18
46	Civitanova M.	1	1	181
47	Civitanova M.	7	7	630
48	Civitanova M.	5	5	36

Graf. 5: concentrazione di coliformi e spore di clostridi nei sedimenti di Macerata



La corrispondenza tra concentrazione di pelite e coliformi totali si osserva solo da Porto Potenza Picena a Civitanova Marche.

Graf. 6: relazione tra pelite e coliformi totali nei sedimenti di Macerata



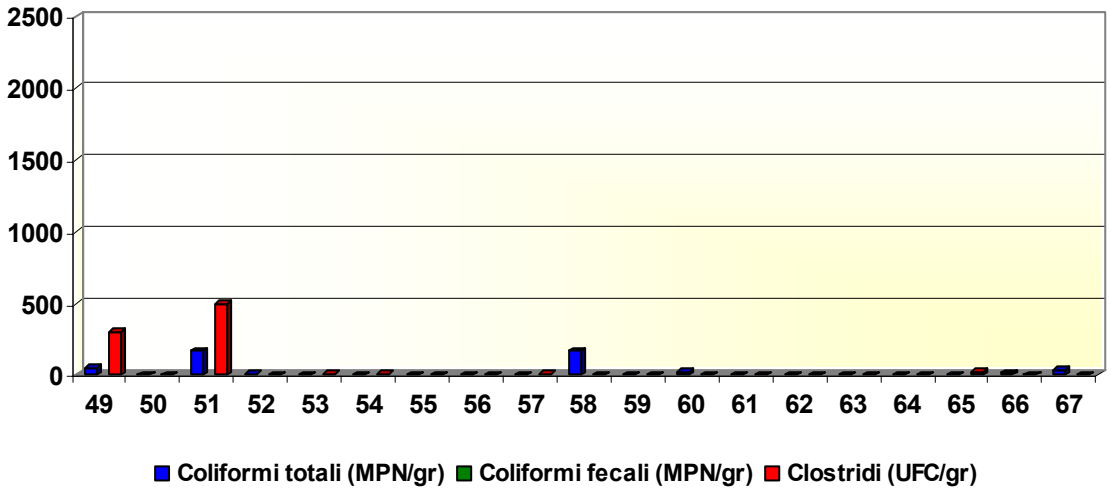
Provincia di Ascoli Piceno

Nella provincia di Ascoli Piceno, sia i valori di coliformi totali che i valori delle spore di clostridi sono risultati molto bassi. Le spore di clostridi sono spesso risultate inferiori a 10 UFC/gr s.s.

Tab. 4: microbiologia nei sedimenti della provincia di Ascoli Piceno

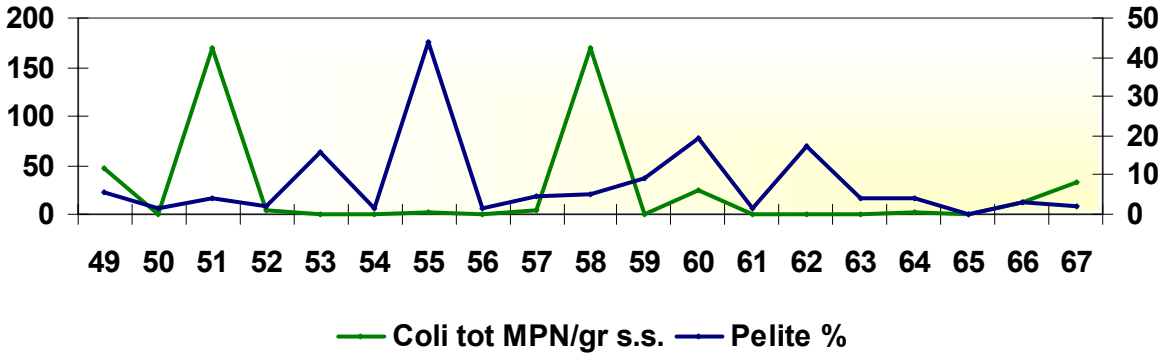
Ascoli Piceno	località	Coliformi totali (MPN/gr)	Clostridi (UFC/gr)
49	Porto S.Elpidio	46	300
50	Porto S.Elpidio	<1.8	<10
51	Porto S.Elpidio	170	500
52	Lido di Fermo	4,5	<10
53	Porto San Giorgio	<1.8	10
54	Fermo	<1.8	10
55	Fermo	2	<10
56	Altidona	<1.8	<10
57	Altidona	3,3	10
58	Pedaso	170	<10
59	Pedaso	<1.8	<10
60	Campofilone	25	<10
61	Cupramarittima	<1.8	<10
62	Cupramarittima	<1.8	<10
63	Grottammare	<1.8	<10
64	Grottammare	2	<10
65	San Benedetto T.	<1.8	20
66	Porto D'Ascoli	12	<10
67	Porto D'Ascoli	33	<10

Graf. 7: concentrazione di coliformi e spore di clostridi nei sedimenti di Ascoli Piceno



Nei punti analizzati nella provincia di Ascoli Piceno non si osserva corrispondenza tra la percentuale di pelite e la concentrazione di coliformi.

Graf. 8: relazione tra pelite e coliformi totali nei sedimenti di Ascoli Piceno



6. Sostanza Organica

Dott. Paolo Ambrosini (ARPAM Dipartimento Provinciale di Ancona)
Dott. Gianluca De Grandis (ARPAM Dipartimento Provinciale di Ancona)
T.P.A. Fabio Principi (ARPAM Dipartimento Provinciale di Ancona)

6.1 Introduzione

Il carbonio può essere presente nei sedimenti sia in forma inorganica che organica.
La sostanza organica totale è costituita da tutti i composti che contengono carbonio in forma organica.
La sostanza organica è un parametro indicatore della presenza, nel sedimento, di composti derivanti da:

- residui vegetali ed animali;
- biomassa degli organismi viventi;
- humus ovvero sostanze complesse derivanti da decomposizione.

6.2 Metodiche analitiche di riferimento

Principio del metodo: la metodica analitica utilizzata è quella riportata nel CNR IRSA Met. 5 Q. 64 Vol. 3 1985. Il metodo consiste nell'ossidazione della sostanza organica contenuta nel sedimento con una soluzione di bicromato di potassio alla temperatura di 160 °C in ambiente acido per acido solforico. L'eccesso di bicromato è titolato successivamente con soluzione di solfato ferroso ammonico.

Interferenze: le sostanza ossidabili nelle condizioni di operatività descritte, tipo cloruri, costituiscono interferenza. Questa può essere eliminata mediante aggiunta di solfato d'argento

Procedimento di analisi: si determina inizialmente la quantità di ione cloruro presente nel sedimento secondo quanto riportato nella metodica CNR IRSA Met. 13 Q. 64 Vol. 3 1985 per eliminare la possibile fonte di interferenza. Successivamente il campione di sedimento viene essiccato in stufa a 150 °C, macinato e omogeneizzato. Un'aliquota di campione si introduce nel pallone di reazione insieme a: solfato d'argento solido nella quantità di 4,4 mg per ogni mg di cloruro presente, bicromato di potassio (mediante buretta) e acido solforico concentrato. Si riscalda sino alla temperatura di 160 °C per 20 minuti sotto agitazione. Si raffredda a temperatura ambiente e si porta la soluzione a volume con acqua bidistillata. Si lascia eventualmente sedimentare. Si preleva un'aliquota della soluzione limpida in una beuta a cui si aggiungono, mediante buretta, solfato ferroso ammonico, 2 ml della miscela fosfosolforica e qualche goccia di indicatore fenantrolina. L'eccesso di solfato ferroso si titola con una soluzione di bicromato di potassio fino a viraggio del colore dal blu verde al rosso bruno.

Viene fatta un'analisi del bianco impiegando gli stessi reagenti e le stesse quantità impiegate nel metodo omettendo naturalmente la presa del campione.

La sostanza organica viene espresse come % Corg.

6.3 Risultati

Si definiscono n. 3 livelli di concentrazione della sostanza organica (Bibliografia[1]):

- Livello 1: concentrazione in % Corg inferiore a 0,7;
- Livello 2: concentrazione in % Corg compresa tra 0,7 e 2,0;
- Livello 3: concentrazione in % Corg superiore a 2,0.

I risultati delle analisi effettuate sui sedimenti marini, riportate nelle tabella 1, 2, 3, 4, riferite a ciascuna Provincia, evidenziano una situazione nel complesso omogenea.

[1] Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero della Regione Marche in Convenzione con il Ministero dell'Ambiente biennio 2001 e 2002
Protocollo Relativo ai criteri di campionamento e valutazione dei materiali destinato a ripascimento stagionale degli arenili – ARPAL Dicembre 2002 (ultima revisione 01/07/2003)

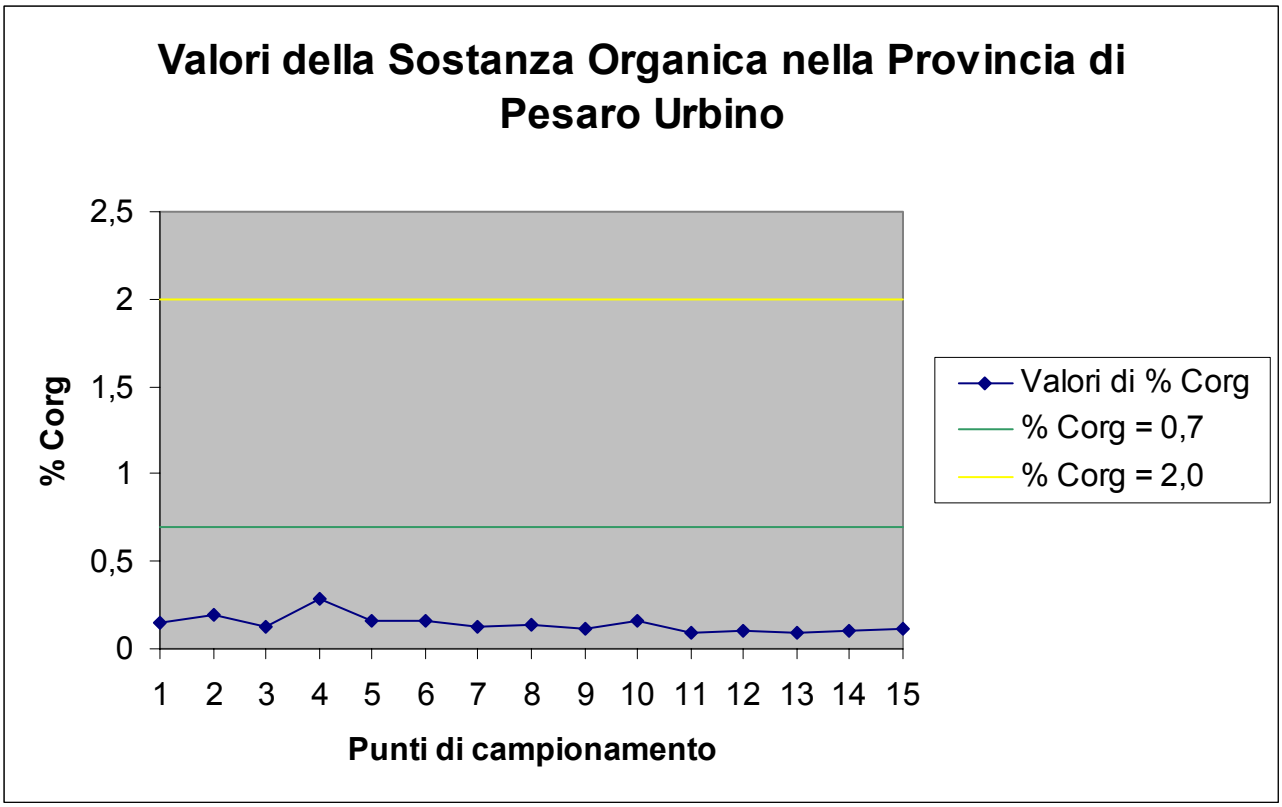


Tabella 1

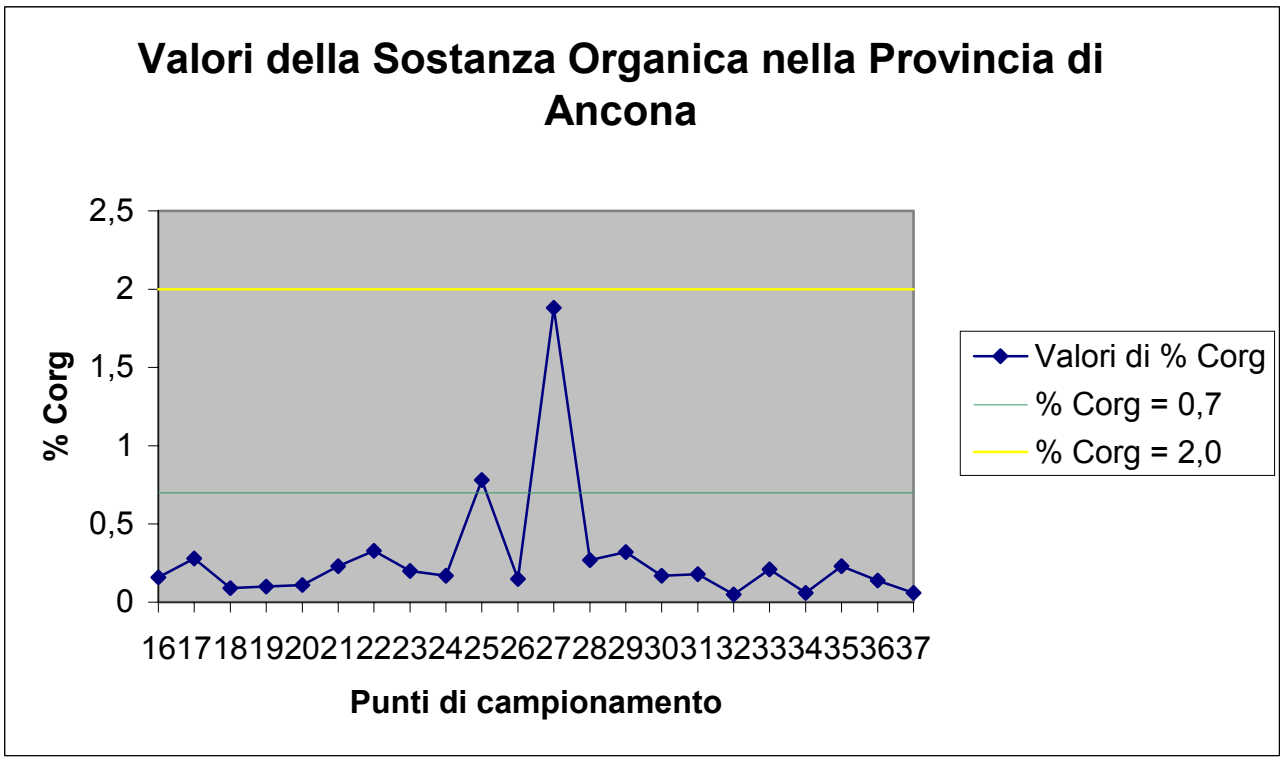


Tabella 2

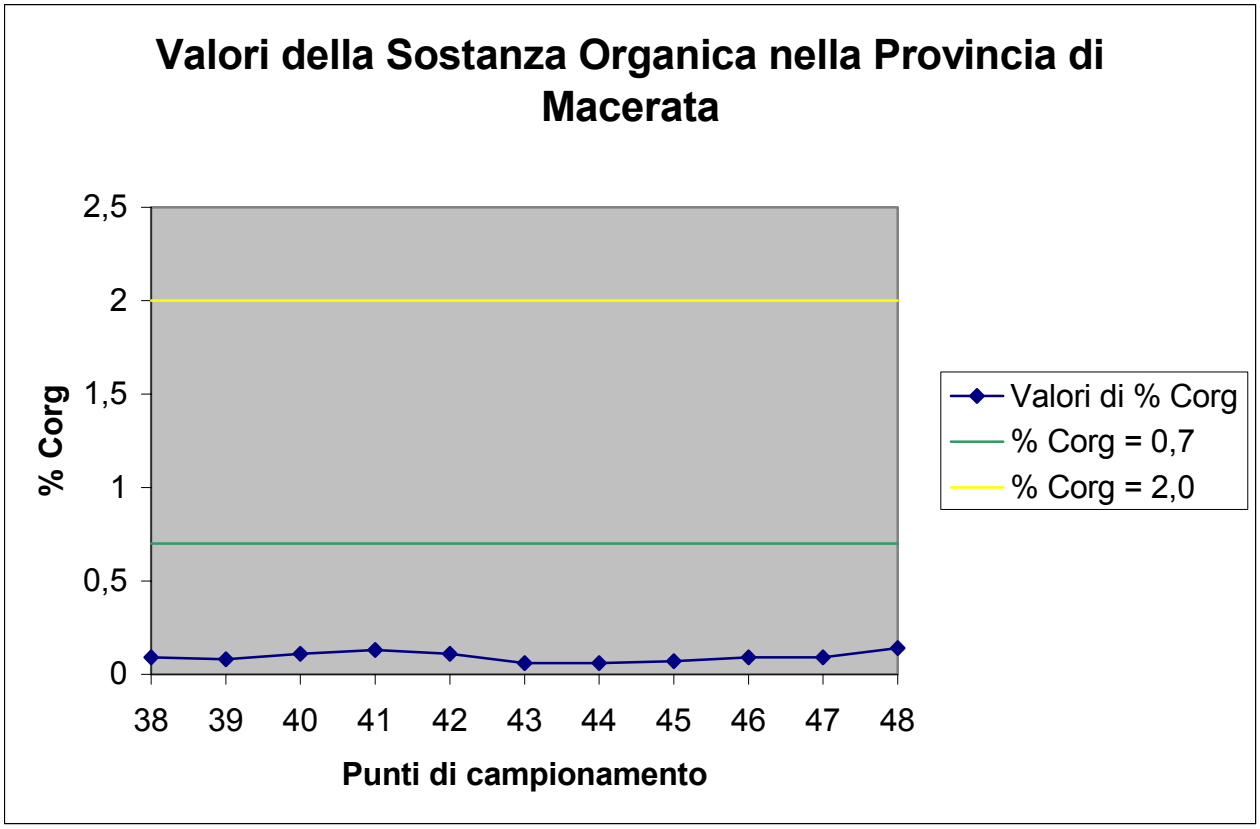


Tabella 3

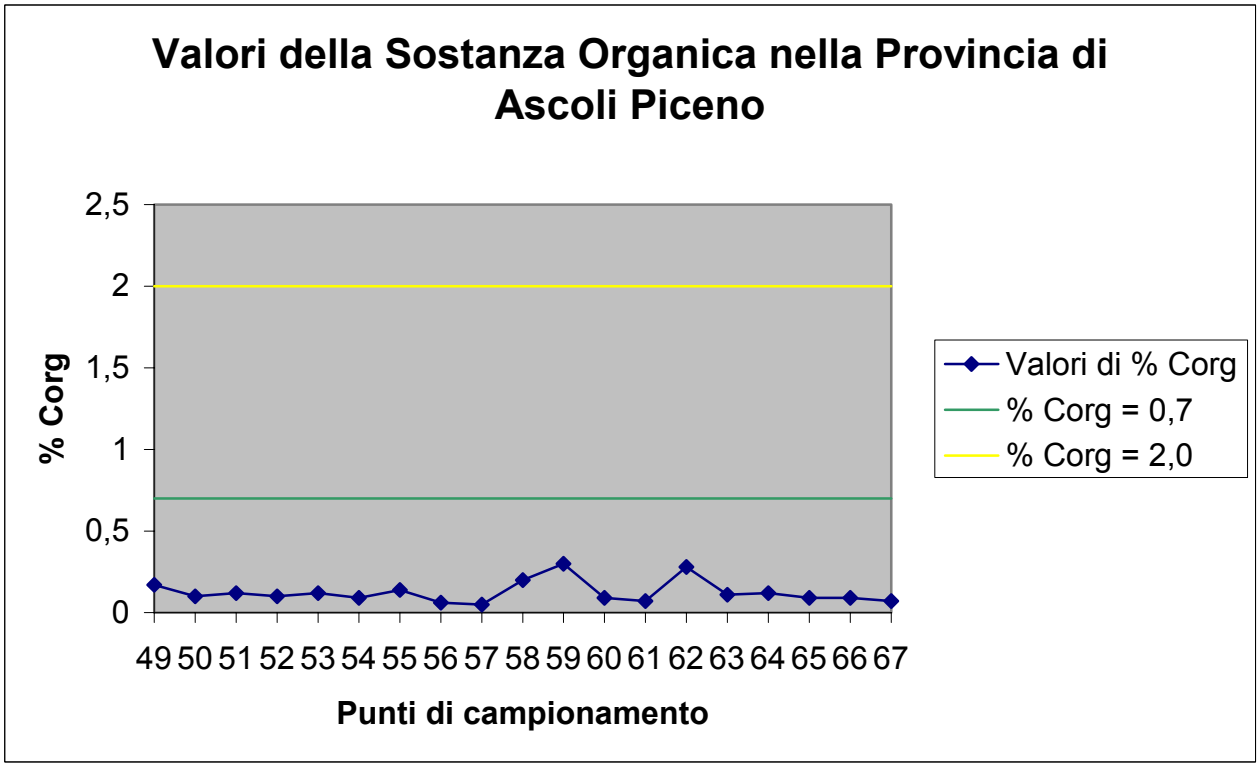


Tabella 4

La % di carbonio organico rilevata nei sedimenti ricade, nella stragrande maggioranza dei casi, nel livello 1 ovvero con valori inferiori a 0,7.
Nei dati relativi alla Provincia di Ancona, si osservano due valori ricadenti nel livello 2: il punto di campionamento 25 (Falconara M.ma confine API sud) e il punto 27 (porticciolo di torrette) con valori rispettivamente di % Corg 0,78 e 1,88; i sedimenti in questione rappresentano zone a basso ricambio di acqua quindi probabile forte stagnazione anche di Sostanza Organica.
La distribuzione della Sostanza Organica confrontata con gli altri parametri analizzati nella presente indagine, ad esempio pelite, metalli, PCB non mostra andamenti significativi.

E' auspicabile un'attività di monitoraggio, almeno una volta all'anno, della Sostanza Organica nei sedimenti marini al fine di una migliore interpretazione dei fenomeni legati allo stato delle coste della Regione Marche.

7. Criteri di valutazione della qualità dei sedimenti

Al momento non esistono nella normativa italiana criteri generali per definire la qualità dei sedimenti. La recente pubblicazione del Quaderno ICRAM sulle problematiche inerenti la gestione dei sedimenti di dragaggio portuale ci conferma che non esistono dei "valori chimici standard" per valutare la qualità del materiale dragato, anche perché esiste nelle regioni italiane una considerevole differenziazione nella composizione geochimica dei fondali marini. I valori "di fondo" di zone teoricamente non inquinate possono variare da un sito all'altro in funzione della collocazione geografica e geolitologica. Non si può quindi mai generalizzare sulla condizione di fondo, la cosiddetta naturalità, ma essa deve essere individuata per ciascuna zona. In mancanza di criteri generali, per valutare i livelli di concentrazione dei contaminanti riscontrati nei 67 campioni prelevati nella costa marchigiana ed effettuare una prima classificazione dei sedimenti marini superficiali, si è fatto riferimento, per i parametri chimici, al Protocollo del Ministero dell'Ambiente del 1993 inerente i "Criteri di sicurezza ambientale per gli interventi di escavazione, trasporto e reimpiego dei fanghi estratti dai canali di Venezia".
I valori di riferimento riportati nella tabella 1 di tale protocollo sono:

ELEMENTI E COMPOSTI	A	B	C
Mercurio	0,5	2	10
Cadmio	1	5	20
Piombo	45	100	500
Arsenico	15	25	50
Cromo	20	100	500
Rame	40	50	400
Nichel	45	50	150
Zinco	200	400	3000
Idrocarburi totali	30	500	4000
IdrocarburiPolicicliciAromatici	1	10	20
PoliCloroBifenili	0,01	0,2	2
Pesticidi org. Clorurati	0,001	0,02	0,5

*le concentrazioni sono espresse in mg/Kg di sostanza secca

E' stato scelto come riferimento tale Protocollo in quanto rappresenta un documento ufficiale del Ministero dell'Ambiente, anche se riferito a sedimenti di origine lagunare.

I valori di riferimento per i saggi tossicologici sono stati desunti dai quaderni ICRAM "Aspetti tecnico scientifici per la salvaguardia ambientale nelle attività di movimentazione dei fondali marini: dragaggi portuali".

Per i parametri microbiologici ci si è riferiti ai "*Criteri per la definizione della qualità e del possibile smaltimento di sedimenti marini e fluviali*" (Volterra L., Maffiotti A.). Come riportato nel testo, i valori di carica batterica riscontrabili nei primi 3-4 cm di sedimento molle interessato da scarichi urbani e domestici, possono variare da 1×10^6 a 1×10^7 n° /g per i Coliformi totali, Streptococchi fecali e spore di Clostridi, e da 1×10^5 a 1×10^6 n°/g per i Coliformi fecali.

Inoltre, un recente studio sulla qualità microbiologica delle sabbie marine di una spiaggia ad uso libero del Lazio, condotto dal Laboratorio di Igiene Ambientale dell'Istituto Superiore di Sanità, sottolinea il fatto che le concentrazioni di indicatori di contaminazione fecale (*Escherichia coli* e Streptococchi) riscontrate sulla battigia, sono risultate basse (per i Clostridi il valore massimo rilevato è stato di $4{,}8 \times 10^2$ n°/g). Pertanto nella tabella di riferimento è stato preso il valore di 1×10^4 n° /g come limite inferiore per poter ipotizzare una situazione di contaminazione fecale.

In relazione a tali riferimenti, sono stati definiti 3 livelli di qualità per i sedimenti:

- Livello 1: livello di base, in cui tutti i parametri analizzati presentano valori normalmente riscontrabili nella fascia costiera oggetto di studio e che rientrano al di sotto dei valori della colonna A della tabella 1 del protocollo del Ministero dell'Ambiente;
- Livello 2: livello che si discosta leggermente dalla naturalità, in cui almeno un parametro presenta valori superiori al livello di base, e compresi tra la colonna A e la colonna B della tabella 1 del protocollo del Ministero dell'Ambiente

- Livello 3: livello di contaminazione, in cui almeno uno dei parametri indagati supera i valori di riferimento della colonna B della tabella 1 del Ministero dell'Ambiente.

PARAMETRI	LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3
PCB (µg/Kg)	da 0.1 a 2.5	da 2.5 a 10	>10
Sost. Organica (% C. Org.)	< 0.7	da 0.7 a 2	>2
Cadmio (mg/Kg s.s.)	<1	da 1 a 5	>5
Cromo (mg/Kg s.s.)	<20	da 20 a 100	>100
Rame (mg/Kg s.s.)	<40	da 40 a 50	>50
Mercurio (mg/Kg s.s.)	<0,5	da 0,5 a 2	>2
Nichel (mg/Kg s.s.)	<45	da 45 a 50	>50
Piombo (mg/Kg s.s.)	<45	da 45 a 100	>100
STI	<3	da 3 a 6	>6
Coliformi totali (n°/g)	$<1 \times 10^4$	da 1×10^4 a 1×10^5	$>1 \times 10^5$
Clostridi solfitoriduttori (n°/g)	$<1 \times 10^4$	da 1×10^4 a 1×10^5	$>1 \times 10^5$

Dall'analisi dei risultati ottenuti è possibile affermare che questa prima campagna di indagini sui sedimenti superficiali non ha evidenziato nel complesso situazioni di particolare emergenza: la maggior parte dei campioni analizzati (59 su 67) presenta valori che rientrano nel livello 1 di base, mostrando una ottima qualità.

Nella cartografia allegata viene riportato, per ogni punto di prelievo, il livello di qualità e la granulometria per permettere di correlare la presenza della frazione pelitica con il livello di contaminazione.

Di seguito vengono commentati solo quei punti i cui sedimenti sono risultati anche minimamente compromessi rispetto alla condizione di naturalità.

Tali punti sono risultati essere:

- Punto n°8: i sedimenti in questo punto sono risultati di livello 2 per la presenza di PCB (policlorobifenili) con una concentrazione di 8 µg/Kg .

I parametri microbiologici, il carbonio organico ed i metalli sono risultati in concentrazioni trascurabili.

Il punto di prelievo è collocato all'esterno delle scogliere radenti.

- Punti n°22 e n°23: anche in questi 2 punti, i sedimenti appartengono al livello 2 per la presenza di PCB in concentrazione rispettivamente pari a 3 e 5 µg/Kg.

Sono localizzati al confine nord della Raffineria API di Falconara Marittima e all'interno di scogliere.

L'area costiera è influenzata, dal punto di vista dello stato ambientale, dagli apporti del Fiume Esino che raccoglie, lungo il suo corso, numerosi scarichi civili e industriali. La bassa valle dell'Esino è stata dichiarata area ad elevato rischio di crisi ambientale. I parametri microbiologici sono risultati nella norma.

- Punto n°25: questo punto è risultato appartenere al livello 3 per la presenza di PCB in concentrazione pari a 15.5 µg/Kg. Sono risultati superiori ai valori di riferimento base anche le concentrazioni di Cromo e Carbonio Organico.

Il punto di campionamento è situato al confine sud della Raffineria API di Falconara Marittima e all'interno di scogliere.

L'area costiera è influenzata, dal punto di vista dello stato ambientale, dagli apporti del Fiume Esino che raccoglie, lungo il suo corso, numerosi scarichi civili e industriali. La bassa valle dell'Esino è stata dichiarata area ad elevato rischio di crisi ambientale.

E' inoltre presente, all'interno della proprietà API, uno scarico a mare del fosso Rigatta che raccoglie acque reflue del depuratore di Falconara e altri scarichi industriali. Gli studi condotti dall'IRPEM di Ancona sulle biocenosi marine bentoniche in questo tratto di costa hanno inoltre evidenziato la presenza dell'anellide polichete *Magelona papilicornis* presente tipicamente su sedimenti fangosi ed inquinati. Per quanto riguarda la qualità delle acque di balneazione i risultati riportano un giudizio insufficiente immediatamente a Nord della foce dell'Esino.

- Punto n° 27: è risultato appartenere al livello 2 per la presenza di Cromo e PCB in concentrazioni superiori al livello di base.

Il punto di campionamento è situato all'interno del porticciolo turistico di Torrette di Ancona.
La zona, definita permanentemente non idonea alla balneazione per inquinamento, presenta numerosi punti di immissione a mare di scolatori di troppo pieni.
La qualità ambientale è inoltre influenzata dagli scarichi delle numerose imbarcazioni da diporto.

- Punto n° 28: è risultato di livello 2 per la presenza di PCB in concentrazione superiore al livello di base (8,9µg/Kg).

Il punto di campionamento si trova a sud del Porto di Ancona, in prossimità del cantiere navale Fincantieri.

- Punto n° 29: appartiene al livello 2 per la presenza di PCB in concentrazione superiore al livello di base (4.2µg/Kg).

Il punto di campionamento è situato in zona a bassa densità demografica e scarsamente industrializzata, caratterizzata dall'assenza di barriere frangiflutti all'interno del Parco Regionale del Conero.
In quest'area costiera la qualità delle acque risulta ottima e la concentrazione degli altri parametri indagati è trascurabile.

- Punto n° 31: anche questo punto appartiene al livello 2 per la presenza di PCB in concentrazione superiore al livello di base (7.7µg/Kg).

Il punto di campionamento è situato all'estremo nord della baia di Portonovo all'interno del Parco Regionale del Conero.
Le sole attività antropiche presenti sono quelle legate alla ricettività turisitica estiva.

- Punto n° 35: appartiene al livello 2 per la presenza di PCB in concentrazione pari a 4.8µg/Kg.

Il punto di campionamento si trova a nord del porticciolo di Numana, in un tratto di litorale protetto da scogliere emerse e soffolte.

- Punto n° 38: appartiene al livello 3 per la presenza di PCB in concentrazione pari a 39 µg/Kg.

Il punto di campionamento è situato a sud della foce del fiume Musone in assenza di barriere artificiali.

L'area costiera è influenzata, dal punto di vista ambientale, dall'apporto inquinante del fiume Musone che lungo il suo corso riceve numerosi scarichi civili e industriali e effluenti quali l'Aspio che scorre in un distretto altamente industrializzato.

In questo tratto di costa la qualità delle acque di balneazione risulta da insufficiente a pessima e lo studio delle biocenosi marine bentoniche evidenzia la presenza dell'anellide polichete *Magelona papilicornis* ampiamente diffuso nei fanghi inquinati ricchi in sostanza organica.

- Punto n° 47: Questo punto, collocato immediatamente a Nord del porto di Civitanova Marche, appartiene al livello 3 per la tossicità pari a 7,78 STI.
- Punto n° 58: appartiene al livello 2 per la presenza di tossicità pari a 3.4 STI e per la presenza di PCB pari a 4.8 µg/Kg. Il punto è collocato all'interno delle barriere frangiflutti nella località di Pedaso.
- Punto n° 65: appartiene al livello 2 per la presenza di tossicità (5 STI). Il punto è collocato all'interno delle barriere frangiflutti.

8. Valutazioni conclusive

Il lavoro condotto dall'ARPAM per la caratterizzazione della qualità della acque e dei sedimenti all'interno delle scogliere lungo il litorale marchigiano rappresenta il risultato di varie indagini, sperimentali ed acquisite e costituisce un primo screening di base per ulteriori approfondimenti.

I 3 rapporti elaborati dall'ARPAM hanno valutato aspetti diversi dell'ecosistema costiero: la qualità delle acque, la qualità dei sedimenti e le biocenosi, ciascuno dei quali ha fornito preziose indicazioni. In ciascuno dei 3 elaborati è stato definito un livello di qualità delle aree costiere indagate e sono stati individuati i tratti di costa con caratteristiche di criticità.

- Nel rapporto sulla **balneabilità** è stato definito lo stato di qualità delle acque all'interno delle barriere frangiflutti prendendo in considerazione uno dei parametri microbiologici previsti dal D.P.R. 470/82 e cioè il livello di Coliformi fecali calcolato come media delle analisi di 5 anni (1998-2002).

Sono stati definiti 4 diversi livelli di qualità corrispondenti a 4 diversi giudizi: ottimo, sufficiente, insufficiente e pessimo.

Coliformi fecali	Giudizio	Colore
Da 0 a 20 UFC/100ml	ottimo	azzurro
Da 21 a 100 UFC/100ml	sufficiente	verde
Da 101 a 400 UFC/100ml	insufficiente	ocra
> 400 UFC/100ml	pessimo	rosso

Anche se nel suo complesso la qualità delle acque marine della Regione Marche è buona rispetto ai livelli medi nazionali, esistono situazioni ben diversificate nell'ambito delle 4 province. Dalla media dei risultati ottenuti in 5 anni di analisi,

facendo riferimento alle 4 classi di qualità previste, è emerso che i tratti di costa con maggiore criticità per la balneabilità ricadono per la maggior parte nella provincia di Macerata, mentre i tratti di costa con i risultati migliori sono nel territorio provinciale di Ancona e Pesaro Urbino. Il limite di tale classificazione sta nel fatto che ci si è basati sulla valutazione analitica storica di un parametro, che può non corrispondere a pieno con lo stato di qualità attuale, soprattutto dove recenti interventi hanno contribuito a mitigare gli interventi antropici ed a migliorare la qualità dell'acqua.

- Da quanto emerso dalla raccolta bibliografica svolta per lo studio delle **biocenosi,** si può affermare che, nel complesso le biocenosi sommerse sono caratterizzate dalle specie tipiche dei fondali sabbiosi, ad eccezione delle aree marine antistanti il promontorio del Monte San Bartolo ed il Promontorio del Monte Conero, i cui fondali rocciosi ospitano biocenosi più diversificate. È tuttavia doveroso puntualizzare che i dati riportati sono riferiti a studi svolti da vari Enti (Università e Centri di Ricerca) in anni diversi e che nessun dato raccolto, ad eccezione di uno studio in un tratto di costa della provincia di Pesaro, è riferito a ricerche condotte all'interno delle scogliere frangiflutti. I dati raccolti sono risultati spesso insufficienti alla formulazione di un giudizio di qualità dell'area indagata: sarebbe quindi opportuno verificare sperimentalmente i risultati ottenuti dalla raccolta bibliografica, quanto meno nei tratti di costa definibili "critici" sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi sui sedimenti.

Per quanto riguarda le biocenosi emerse, si evince che il litorale marchigiano conserva ancora numerose fitocenosi di notevole pregio logistico-vegetazionale. Si tratta per lo più di fitocenosi residuali, distribuite su aree piuttosto ristrette per le quali devono essere attuate le norme di tutela previste trattandosi quasi sempre di aree protette.

Va rilevato che anche in questo caso, molti dei lavori consultati si riferiscono agli anni passati e che durante il tempo intercorso molte condizioni ambientali sono considerevolmente mutate sia per le attività antropiche (mancato rispetto delle norme di tutela), sia a causa di eventi naturali come le recenti mareggiate.

Di conseguenza la situazione che emerge dai dati bibliografici, non può essere considerata esaustiva per lo stato attuate dell'ambiente, ma richiede una verifica sul territorio.

- L'ultimo studio presentato, quello condotto sui **sedimenti superficiali** è senza dubbio quello che fornisce indicazioni preziose dato che essi costituiscono il recettore finale di tutti i contaminanti dispersi in area marina.

Nel complesso, dai risultati ottenuti, possiamo affermare che i sedimenti analizzati nella fascia costiera marchigiana sono di ottima qualità: la maggior parte dei campioni prelevati infatti sono stati classificati nel livello 1, cioè il livello naturale, di base, privo di contaminazione antropica, per i quali non sono stati evidenziati effetti di tossicità.

In ogni caso è bene fare alcune considerazioni al fine di evidenziare i limiti che in parte potrebbero aver contribuito alla produzione dei risultati ottenuti.

Innanzitutto è da ricordare che il campionamento, prima fase della procedura analitica, è un passo particolarmente critico, soprattutto quando si esamina un sedimento, per via delle complesse relazioni chimico fisiche che si instaurano tra i suoi costituenti normali e gli inquinanti. In particolare sono da considerare le variazioni dovute alla eterogeneità che una determinata area, apparentemente omogenea, può mostrare in merito alla composizioni dei propri sedimenti. Tali variazioni possono essere mitigate attraverso il prelevamento di più subcampioni (3-5) nell'ambito della stessa area. Inoltre sarebbe opportuno individuare più stazioni di prelievo, poste lungo i transetti dalla riva alle barriere frangiflutti. La composizione granulometrica del sedimento può anch'essa pesare notevolmente sui risultati, essendo, sia la tossicità che le concentrazioni di alcuni contaminanti, fortemente legate alla quantità delle frazioni più fini (pelite).

Le analisi chimiche forniscono informazioni qualitative e quantitative sulla distribuzione degli inquinanti, ma non permettono di prevedere l'effetto che la sommatoria di questi contaminanti esercita sull'ecosistema.

Infine per quanto riguarda i test tossicologici in linea generale si può affermare che quando una data matrice ambientale, in questo caso un sedimento, è contaminato da composti tossici, ci si aspetta che esso fornisca risultati positivi anche sul fronte della tossicità. Nella pratica questo non sempre avviene poiché non tutto il quantitativo dei contaminanti presenti si dimostra biodisponibile per le specie usate nei saggi.

In ultima analisi è possibile affermare che lo studio della costa marchigiana prodotto dall'ARPAM nasce dall'approccio integrato di diverse componenti: qualità delle acque, caratterizzazione dei sedimenti, presenza di biotopi, e rappresenta certamente il modo più completo per affrontare e comprendere le problematiche relative alla gestione delle aree costiere.

BIBLIOGRAFIA:

Bona F., Maffiotti A., Volterra L., -*Analisi e recupero dei sedimenti marini* -1997

Pellegrini David, Onorati Fulvio, Virno Lamberti Claudia, Merico Giuseppe, Gabellino Massimo, Ausili Antonella – *Aspetti tecnico-scientifici per la salvaguardia ambientale nelle attività di movimentazione dei fondali marini: dragaggi portuali.*- Quaderni ICRAM 2002.

ARPAL- *Protocollo relativo ai criteri di campionamento e valutazione del materiale destinato al ripascimento stagionale degli arenili*.- Dicembre 2002.

n°	data	GBX	GBY	località	comune	prov	Coli tot MPN/gr s.s.	Coli fec. MPN/gr s.s.	Clostidi UFC/gr s.s.	Ghiaia % S.S.	Sabbia % S.S.	Pelite % S.S.	Cd (mg/Kg ss)	Cr (mg/Kg ss)	Cu (mg/Kg ss)	Hg (mg/Kg ss)	Ni (mg/Kg ss)	Pb (mg/Kg ss)	STI	C Org (%)	PCBs µg/Kg ss	Idrocarburi mg/Kg ss
1	20-gen-03	4870959	2339798	Gabicce	Gabicce Mare	Provincia di Pesaro Urbino (PU)	30	1,8	58	0.26	97,39	2,35	0,132	9,87	3,44	0,062	9,39	3,26	< 0,05	0,15	0,5	< 25
2	21-gen-03	4870616	2340989	Gabicce	Gabicce Mare		2,5	0,9	27	0	93,93	6,07	0,109	10,69	3,65	0,046	10,73	3,54	0,27	0,19	0,6	< 25
3	22-gen-03	4867952	2347236	Fiorenzuola di Focara	Pesaro		0,9	<0,2	5	0	90,64	9,36	0,104	6,46	5,59	0,045	9,35	4,23	< 0,05	0,12	0,3	< 25
4	23-gen-03	4867208	2348667	Santa Marina	Pesaro		21	5,4	221	0	91,18	8,82	0,092	6,42	5,48	0,031	12,97	21,59	0,48	0,28	0,4	< 25
5	24-gen-03	4865532	2351321	Pesaro	Pesaro		38	38	39	0	97,19	2,81	0,106	9,77	12,07	0,049	11,60	7,42	0,39	0,16	0,4	< 25
6	25-gen-03	4865161	2352497	Pesaro	Pesaro		50	5,7	115	0	96,41	3,59	0,162	7,39	6,39	0,041	12,65	17,42	0,50	0,16	0,7	< 25
7	26-gen-03	4862066	2355333	Pesaro	Pesaro		4	2,7	24	0	97,78	2,22	0,068	10,33	11,83	0,044	8,49	3,86	< 0,05	0,13	0,6	< 25
8	27-gen-03	4859146	2358172	Pesaro	Pesaro		70,8	70,8	121	0	97,95	2,05	0,104	10,99	9,30	0,041	8,10	3,85	< 0,05	0,14	8,0	< 25
9	28-gen-03	4857685	2359866	Fano	Fano		14	5,3	19	0	93,45	6,55	0,107	6,95	6,34	0,217	7,41	3,51	0,14	0,11	3,0	< 25
10	21-feb-03	4855775	2362651	Fano	Fano		2091	1600	102	0	61,00	39,00	0,093	9,26	3,75	0,060	9,71	2,92	0,08	0,16	1,0	< 25
11	22-feb-03	4854346	2364226	Fano	Fano		975	975	37	0	86,24	13,76	0,047	7,24	2,42	0,053	6,61	2,30	0,13	0,09	0,9	< 25
12	23-feb-03	4852759	2365651	Torrette di Fano	Fano		282	56	4	0	98,90	1,10	0,058	6,79	2,48	0,053	6,21	2,53	0,58	0,1	0,6	< 25
13	24-feb-03	4851826	2366579	Torrette di Fano	Fano		135,6	83,8	4	0	98,70	1,30	0,069	8,32	2,63	0,106	7,53	2,41	< 0,05	0,09	0,6	< 25
14	25-feb-03	4850303	2368067	Marotta	Mondolfo-Marotta		22	22	13	0	97,71	2,29	0,086	8,69	2,43	0,048	8,06	2,40	0,61	0,1	0,5	< 25
15	21-gen-03	4846398	2372476	Marotta	Mondolfo-Marotta		400	133	35	0	93,88	6,12	0,067	10,34	2,87	0,038	8,97	2,54	< 0,05	0,11	0,8	< 25
16	21-gen-03	4844277	2374773	Senigallia	Senigallia	Provincia di Ancona (AN)	7	0	3200	0	92,50	7,50	0,045	12,75	4,53	0,051	14,03	4,08	0,28	0,16	1,5	< 25
17	21-gen-03	4842750	2376395	Senigallia	Senigallia		34	11	200	0	80,82	19,18	0,068	11,68	4,59	0,049	11,74	4,16	0,76	0,28	2,2	< 25
18	26-feb-03	4840180	2379044	Senigallia	Senigallia		8	0	0	0	97,52	2,48	0,058	11,63	6,95	0,130	11,83	3,78	1,73	0,09	0,6	< 25
19	26-feb-03	4837438	2382504	Marzocca	Senigallia		0	0	0	0	97,20	2,80	0,020	6,59	2,06	0,054	7,08	2,41	< 0,05	0,1	1,4	< 25
20	26-feb-03	4835244	2385657	Montemarciano	Montemarciano		0	0	30	0	98,01	1,99	0,027	6,35	1,88	0,043	6,41	2,68	< 0,05	0,11	0,7	< 25
21	26-feb-03	4834849	2386467	Montemarciano	Montemarciano		0	0	581	0	96,62	3,38	0,062	6,34	2,41	0,044	4,83	2,35	0,36	0,23	1,3	< 25
22	26-feb-03	4834089	2387788	Falconara M.ma	Falconara M.ma		23	0	300	0	67,45	32,55	0,026	8,78	3,25	0,085	8,28	2,88	0,12	0,33	3,0	< 25
23	26-feb-03	4833703	2388460	Falconara M.ma	Falconara M.ma		8	0	0	0	90,18	9,82	0,028	10,97	3,92	0,061	12,06	4,51	0,22	0,2	5,0	< 25
24	26-feb-03	4833226	2389630	Falconara M.ma	Falconara M.ma		8	5	100	0	83,88	16,12	0,086	14,83	4,15	0,036	13,47	4,34	0,15	0,17	2,4	< 25
25	26-feb-03	4832710	2390234	Falconara M.ma	Falconara M.ma		33	13	3909	0	51,01	48,99	0,052	22,40	10,96	0,093	25,57	8,09	0,43	0,78	15,5	< 25
26	26-feb-03	4830662	2393514	Falconara M.ma	Falconara M.ma		5	5	20	0	91,32	8,68	0,071	19,33	3,53	0,036	10,96	3,29	0,13	0,15	1,6	< 25
27	26-feb-03	4829753	2395650	Torrette di Ancona	Ancona		79	17	100	1,94	80,68	17,38	0,061	20,83	12,74	0,140	24,68	7,99	0,52	1,88	10,0	< 25
28	27-feb-03	4831112	2400803	Ancona	Ancona		8	0	200	0	94,11	5,89	0,088	7,22	15,24	0,130	6,78	22,10	0,34	0,27	8,9	<25
29	27-feb-03	4828171	2403553	Ancona	Ancona		17	13	500	0	94,01	5,99	0,115	8,60	7,84	0,080	15,97	4,58	0,95	0,32	4,2	<25
30	27-feb-03	4826248	2404457	Ancona	Ancona		0	0	0	0	97,71	2,29	0,112	5,77	3,63	0,065	5,69	3,33	0,69	0,17	0,7	<25
31	27-feb-03	4824537	2405929	Portonovo	Ancona		0	0	10	0	94,37	5,63	0,104	8,11	5,85	0,069	9,06	4,99	1,06	0,18	7,7	<25
32	27-feb-03	4822433	2409166	Sirolo	Sirolo		0	0	100	9,44	89,24	1,32	0,154	1,35	1,61	0,036	1,87	1,25	N.D.	0,05	0,5	<25
33	27-feb-03	4820991	2408615	Sirolo	Sirolo		0	0	0	0	95,15	4,85	0,128	4,27	3,76	0,054	5,00	2,80	2,11	0,21	1,4	<25
34	27-feb-03	4820286	2408669	Sirolo	Sirolo		5	5	200	1,04	97,34	1,62	0,135	2,54	2,34	0,030	4,72	1,71	2,77	0,06	0,3	<25
35	27-feb-03	4818624	2408905	Numana	Numana		33	33	290	0	93,47	6,53	0,073	6,74	3,55	0,077	4,36	3,17	0,64	0,23	4,8	<25
36	27-feb-03	4817704	2408710	Numana	Numana		0	0	0	63,9	34,72	1,38	0,075	5,98	2,68	0,039	3,16	3,07	N.D.	0,14	<0,3	<25
37	27-feb-03	4816773	2409060	Marcelli di Numana	Numana		4	0	10	2,39	96,67	0,94	0,076	3,51	1,99	0,040	3,49	2,35	< 0,05	0,06	1,5	<25
38	10-mar-03	4815788	2409549	Portorecanati	Portorecanati	Provincia di Macerata (MC)	162	150	1136	21,58	77,41	1,01	0,086	3,78	2,16	0,024	3,11	3,18	N.D.	0,09	39,0	<25
39	10-mar-03	4811936	2411182	Portorecanati	Portorecanati		33	12	11	0,39	99,01	0,60	0,029	4,31	1,80	0,033	3,67	2,89	< 0,05	0,08	1,2	<25
40	10-mar-03	4810793	2411703	Portorecanati	Portorecanati		108	45	184	12,87	37,96	49,17	0,043	5,23	2,40	0,033	4,21	2,53	0,07	0,11	1,1	<25
41	10-mar-03	4809935	2412030	Portorecanati	Portorecanati		109	48	125	0	95,81	4,19	0,048	5,20	2,48	0,042	4,55	2,76	0,50	0,13	1,0	<25
42	10-mar-03	4808260	2412583	Portorecanati	Portorecanati		134	30	84	0,28	93,33	6,39	0,049	6,96	2,83	0,030	5,98	3,90	0,22	0,11	1,1	<25
43	10-mar-03	4804935	2413564	Porto Potenza P.	Porto Potenza P.		10	0	30	0	99,15	0,85	0,030	3,67	1,63	0,036	2,93	1,35	< 0,05	0,06	0,3	<25
44	15-apr-03	4802179	2414528	Porto Potenza P.	Porto Potenza P.		3	3	58	1,49	97,37	1,14	0,037	4,50	1,63	0,086	3,47	1,08	0,25	0,06	0,3	<25
45	15-apr-03	4800204	2415063	Porto Potenza P.	Porto Potenza P.		9	9	18	0	95,40	4,60	0,042	4,62	2,25	0,118	3,47	0,92	< 0,05	0,07	0,5	<25
46	15-apr-03	4797676	2416138	Civitanova M.	Civitanova M.		1	1	181	0	99,15	0,85	0,018	6,67	2,64	0,026	6,36	2,02	0,70	0,09	0,4	<25
47	15-apr-03	4796457	2416906	Civitanova M.	Civitanova M.		7	7	630	0,18	99,82	0,00	0,048	7,33	1,56	0,093	6,92	3,95	7,78	0,09	3,0	<25
48	15-apr-03	4794971	2417900	Civitanova M.	Civitanova M.		5	5	36	0,18	96,44	3,38	0,065	6,89	1,39	0,02	5,29	5,76	0,49	0,14	0,9	<25
49	15-apr-03	4793094	2418590	Porto S.Elpidio	Porto S.Elpidio	Provincia di Ascoli Piceno (AP)	46		300	0,79	93,51	5,70	0,066	7,09	1,97	0,119	7,23	2,62	0,43	0,17	0,6	<25
50	15-apr-03	4788113	2420555	Porto S.Elpidio	Porto S.Elpidio		<1,8		<10	0	98,61	1,39	0,058	6,25	1,32	0,025	4,76	1,49	< 0,05	0,1	<0,3	<25
51	15-apr-03	4786870	2421098	Porto S.Elpidio	Porto S.Elpidio		170		500	0	96,09	3,91	0,062	6,81	2,07	0,024	5,97	2,03	0,34	0,12	0,6	<25
52	15-apr-03	4784793	2421490	Lido di Fermo	Fermo		4,5		<10	0	98,19	1,81	0,058	7,76	1,69	0,085	6,09	2,19	0,20	0,1	0,6	<25
53	15-apr-03	4780908	2422789	Porto San Giorgio	Porto San Giorgio		<1,8		10	1,18	83,02	15,80	0,08	7,52	2,61	0,029	12,74	3,58	< 0,05	0,12	0,3	<25
54	15-apr-03	4779455	2423416	Fermo	Fermo		<1,8		10	0	98,27	1,73	0,057	7,59	1,55	0,016	4,55	2,29	< 0,05	0,09	<0,3	<25
55	15-apr-03	4777237	2424175	Fermo	Fermo		2		<10	0,76	55,51	43,73	0,039	8,84	2,60	0,024	7,21	3,94	0,05	0,14	0,5	<25
56	15-apr-03	4775010	2425075	Altidona	Altidona		<1,8		<10	0	98,59	1,41	0,04	5,44	1,83	0,019	4,19	2,53	< 0,05	0,06	1,5	<25
57	15-apr-03	4773620	2425565	Altidona	Altidona		3,3		10	0	95,17	4,83	0,045	5,84	2,48	0,029	4,59	1,90	0,10	0,05	0,3	<25
58	15-apr-03	4772742	2425923	Pedaso	Pedaso		170		<10	0	95,05	4,95	0,093	11,31	4,66	0,027	9,62	3,52	3,40	0,2	4,8	<25
59	15-apr-03	4772183	2426046	Pedaso	Pedaso		<1,8		<10	0,65	90,16	9,19	0,061	6,94	2,78	0,021	6,97	3,90	0,43	0,3	0,8	<25
60	15-apr-03	4769551	2426341	Campofilone	Campofilone		25		<10	0	80,83	19,17	0,042	6,60	2,89	0,018	4,29	1,79	< 0,05	0,09	0,3	<25
61	05-giu-03	4765733	2427073	Cupramarittima	Cupramarittima		<1,8		<10	0	98,37	1,63	0,056	5,47	1,53	0,009	3,88	1,71	< 0,05	0,07	<0,3	<25
62	05-giu-03	4764306	2427307	Cupramarittima	Cupramarittima		<1,8		<10	0	82.60	17,40	0,058	7,79	5,02	0,022	7,21	2,85	0,99	0,28	0,7	<25
63	05-giu-03	4760423	2428150	Grottammare	Grottammare		<1,8		<10	0	95.95	4,05	0,047	5,79	1,66	0,005	4,26	1,75	0,30	0,11	0,7	<25
64	05-giu-03	4757684	2428785	Grottammare	Grottammare		2		<10	0	95,91	4,09	0,056	5,66	2,08	0,016	4,20	1,76	0,64	0,12	0,8	<25
65	05-giu-03	4755249	2429550	San Benedetto T.	San Benedetto T.		<1,8		20	0	100,00	0,00	0,067	7,31	2,13	0,015	5,60	2,34	5,00	0,09	0,6	<25
66	05-giu-03	4753332	2430264	Porto D'Ascoli	San Benedetto T.		12		<10	0	97,00	3,00	0,03	7,53	2,88	0,012	6,13	2,25	0,12	0,09	1,1	<25
67	05-giu-03	4750010	2431515	Porto D'Ascoli	San Benedetto T.		33		<10	8,49	89,25	2,26	0,042	4,95	1,82	0,006	4,07	2,75	1,10	0,07	0,7	<25