

ANPA

AGENZIA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE



La Radioattività Ambientale sulle Coste delle Regioni Basilicata e Calabria *maggio-giugno 1997*

*Dipartimento Stato dell'Ambiente,
Prevenzione, Risanamento
e Sistemi Informativi
Settore Laboratorio Misure*

1. Introduzione

Dal diverso tempo i mezzi di comunicazione hanno diffuso notizie sulla possibile presenza di sostanze pericolose, ed in particolare di materiali radioattivi, a bordo di relitti di navi affondate al largo delle coste calabre. Già nell'estate del 1995 l'ANPA, su richiesta delle autorità locali, era intervenuta per effettuare una serie di misure che, pur non potendo costituire una verifica diretta di quelle notizie, aveva consentito di escludere che gli eventuali affondamenti avessero prodotto conseguenze rilevabili sulla costa.

Successivamente, nel periodo maggio-giugno 1996, l'Agenzia aveva condotto una più ampia indagine radiologica, con la quale era stato ottenuto un quadro completo ed integrato della situazione della contaminazione dei litorali della regione Calabria. Le analisi condotte sulle spiagge, sulle acque costiere e sui sedimenti, nonché su alcuni campioni di pescato non avevano messo in evidenza la presenza di radionuclidi di origine antropica nella catena trofica dell'ambiente costiero calabrese, eccezion fatta per il ^{137}Cs che è il radionuclide artificiale ubiquitario nell'ambiente.

Non disponendo ancora di elementi definitivi circa l'effettiva presenza di materiale radioattivo nelle navi affondate, l'ANPA, per tenere sotto controllo la situazione e poter individuare tempestivamente eventuali aumenti anomali della radioattività nell'ambiente, ha deciso di ripetere anche quest'anno la campagna radiometrica sulle coste calabre, estendendola inoltre a quelle della regione Basilicata, anch'esse esposte all'eventuale impatto delle sostanze contaminanti.

2. Caratteristiche dell'indagine

La campagna radiometrica ha avuto come obiettivo la determinazione dei livelli di intensità di dose gamma assorbita in aria sulle spiagge della Basilicata e della Calabria, nonché dei livelli di contaminazione da radionuclidi artificiali delle spiagge, delle acque di mare e dei sedimenti superficiali prelevati lungo le coste delle due regioni.

E' stata inoltre effettuata una indagine sul pescato della regione Calabria, consultando le fonti bibliografiche ufficiali. Sulla base di tale indagine sono stati individuate le specie maggiormente presenti e tra queste sono state quindi campionate, in quattro porti della stessa regione, le specie che potevano dare indicazioni sulla contaminazione dei fondali. Sui campioni prelevati sono stati determinati i livelli di contaminazione da radionuclidi.

3. Misure di intensità di dose gamma assorbita in aria sulle spiagge e prelievi di sabbia

Per la pianificazione delle attività di prelievo di sabbia e di misura di intensità di dose sono stati utilizzati i seguenti criteri:

- per le misure di intensità di dose sulle spiagge calabre, trattandosi della ripetizione dell'indagine già effettuata nel 1996, la costa è stata divisa in tratti di lunghezza di circa 10 km ciascuno, il doppio cioè di quella dello scorso anno; tenendo conto dell'effettiva accessibilità delle spiagge, che ha ovviamente condizionato in alcuni casi la pianificazione teorica, circa 600 km.
- per lo stesso motivo, i prelievi di sabbia sulla costa calabrese sono stati effettuati su circa 50 km, circa il 20% della costa.
- per le coste della regione Basilicata, che non erano state incluse nella campagna del 1996, sono state effettuate misure di intensità dose gamma assorbita in aria ogni 5 km e prelievi di sabbia ogni 10 km.

Le misure di intensità di dose gamma assorbita in aria sono state effettuate, ad 1 metro dal suolo, mediante una camera di ionizzazione a pressione. Questo strumento dà una informazione globale del contributo della radioattività, la quale, sempre presente, è variabile da punto a punto, poiché dipende dalla composizione della sabbia e del substrato geologico del suolo e dalla presenza di



Camera Reuter Stokes in misura

eventuali radionuclidi artificiali. Per poter discriminare tra radionuclidi naturali ed artificiali occorre effettuare analisi spettrometriche su campioni di sabbia, che danno informazioni sul tipo e sulle quantità di radionuclidi presenti.

Mentre la misura dell'intensità di dose gamma assorbita in aria viene eseguita in campo, i campioni di sabbia devono essere trattati ed analizzati in laboratorio con rivelatori ad alta risoluzione che consentono di identificare i radionuclidi pre-

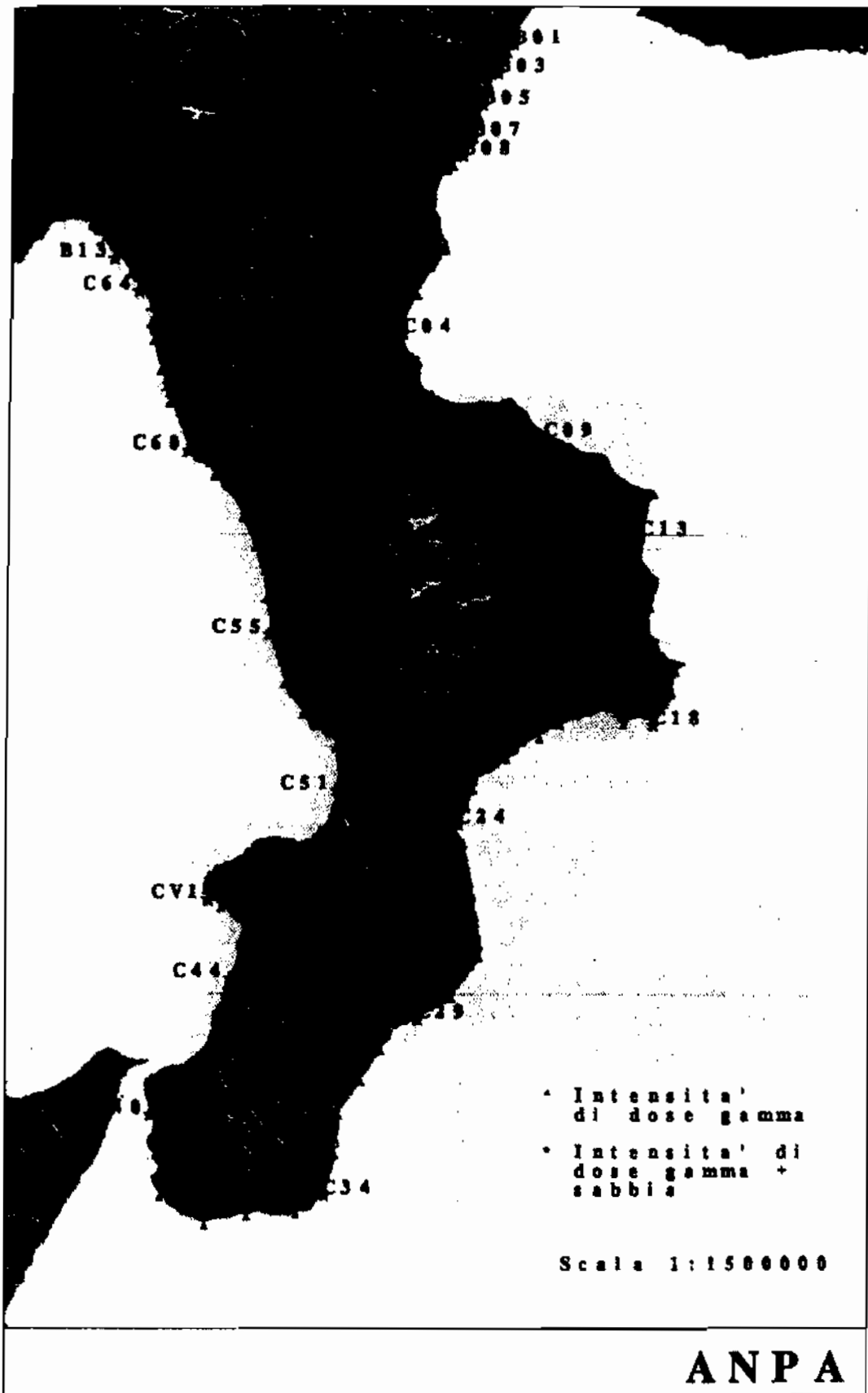


Fig. 1

Punti di misura dell'intensità di dose gamma assorbita in aria e di campionamento della sabbia

senti (in particolare l'attenzione si è concentrata sui radionuclidi artificiali). Questo tipo di misure richiedono per la loro esecuzione tempi piuttosto lunghi.

Nella figura 1 sono indicati i punti di misura di intensità di dose gamma e di raccolta dei campioni di sabbia.

Il campionamento è stato effettuato secondo lo schema indicato in figura 2. Si tratta di campioni composti, ottenuti mescolando la sabbia preleva-

ta nei 5 punti indicati a diverse profondità: 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm. In tal modo è possibile conoscere la distribuzione in profondità dei radionuclidi di interesse. In sostanza, ad ogni punto di raccolta delle sabbie corrispondono 5 misure, per un totale di 100 misure sui campioni raccolti lungo tutte le coste. In tabella 1 sono elencati i punti delle coste ove sono stati effettuati i prelievi dei campioni di sabbia.



Raccolta del campione di sabbia

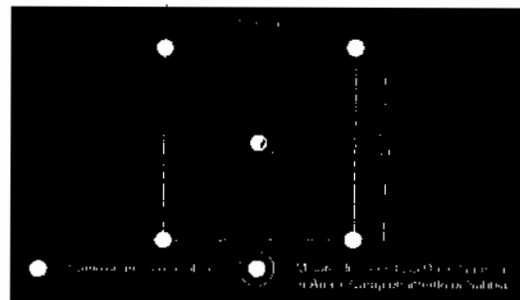


Fig. 2
Schema di campionamento della sabbia

Tab. 1
Punti di prelievi dei campioni di sabbia

Località	Data	Punto di Prelievo	Latitudine N	Longitudine E
Foce Fiume Bradano	12/05/97	B01	40 22,98	16 51,39
S. Teodoro Mare	13/05/97	B03	40 19,16	16 48,12
Lido di Scanzano	13/05/97	B05	40 15,34	16 45,32
Lido di Policoro	13/05/97	B07	40 11,37	16 43,17
Foce Fiume Sinni	13/05/97	B08	40 09,02	16 41,43
Fiunicello	13/05/97	B13	39 59,84	15 41,97
Villapiana Scalo	14/05/97	C04	39 47,17	16 29,22
St. PietraPaola Marina	15/05/97	C09	39 32,32	16 51,98
Torre Melissa Lido	15/05/97	C13	39 18,95	17 06,72
Capo Rizzuto	16/05/97	C18	38 54,30	17 06,10
Rocchetta Ionica	18/05/97	C29	38 19,09	16 23,82
Brancaleone Marina	18/05/97	C34	37 57,83	16 06,18
Gallico Marina	19/05/97	C40	38 09,62	15 38,96
Gioia Tauro	19/05/97	C44	38 26,22	15 53,37
Capo Vaticano	20/05/97	C51	38 36,79	15 50,80
Torre di Mezza Praia	21/05/97	C51	38 49,32	16 13,00
Fiumefreddo Marina	21/05/97	C55	39 10,13	16 03,79
Capo Bonifati	22/05/97	C60	39 34,32	15 52,10
Foce Fiume Noce	22/05/97	C64	39 55,18	15 45,51

4. Prelievi di acqua di mare e sedimenti

I prelievi di acqua di mare nei mari antistanti le regioni Calabria e Basilicata sono stati effettuati utilizzando la motovedetta "CC 803 G. Fava" del Nucleo Natanti Venezia dell'Arma dei Carabinieri. Sono stati effettuati nove campionamenti in stazioni di prelievo individuate a circa un miglio dalla costa. I punti di campionamento delle acque di mare sono riportati nella tabella 2 e nella figura 3.



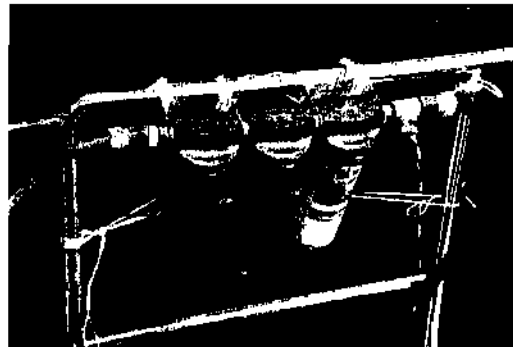
Motovedetta CC 803 G. Fava

Tab. 2
Punti di prelievo dei campioni di acqua di mare

Stazione N	Data	Latitudine N	Longitudine E	Profondità (m)	Litri
1	15/06/97	39 59,13	15 39,71	4	563
2	15/06/97	39 19,19	16 06,40	4	477
3	16/06/97	38 44,53	16 06,56	4	452
4	16/06/97	38 23,98	15 49,19	4	479
5	17/06/97	37 54,23	15 46,29	4	519
6	17/06/97	38 12,77	16 17,43	4	492
7	17/06/97	38 41,38	16 35,27	4	520
8	18/06/97	39 02,35	17 12,45	4	540
9	18/06/97	39 49,48	16 33,86	4	565



Campionamento dell'acqua di mare



Considerando che i livelli di concentrazione presenti nel mar Mediterraneo sono generalmente molto bassi, la misura dei radionuclidi presenti richiede il prelievo di grandi volum. d'acqua. In questo caso, per il rilevamento del ^{137}Cs sono stati predisposti dei campioni, trattando per ciascuno di essi, circa 600 litri di acqua.

Il primo filtro ha lo scopo di separare il materiale in sospensione, mentre le successive 2 cartucce, che sono quelle impregua-



Fig. 3
Punti di prelievo delle acque di mare

te di ferrocianuro di rame, trattengono il cesio. Una volta in laboratorio, i campioni vengono trattati e misurati per spettrometria gamma. Dalla misura separata delle due cartucce impregnate è possibile calcolare l'efficienza di filtrazione del sistema.

Per quanto attiene ai campioni di sedimento, essi sono stati prelevati direttamente da sommozzatori del Nucleo Subacquei dell'Arma dei

Carabinieri di Napoli, in 15 punti di campionamento (tabella 3 e figura 4), a profondità variabile tra 11 e 27 m. In ogni punto sono stati effettuati 4 prelievi, utilizzando carotatori in plastica di lunghezza e diametro di 10 cm. In laboratorio, dopo essiccazione a 105°C, i campioni sono stati analizzati per spettrometria gamma per la determinazione dei radionuclidi gamma emittenti.

Tab. 3
Punti di prelievo dei campioni di sedimenti marini

Stazione N	Data	Località	Latitudine N	Longitudine E	Profondità (m)
S1	15/06/97	Maratea	39 59.20	15 42.56	23
S2	15/06/97	Cittadella del Capo	39 33.05	15 52.29	16
S3	15/06/97	Marina di Falerna	38 58.44	16 08.01	22
S4	16/06/97	Vibo Valentia	38 43.62	16 08.03	18
S5	16/06/97	Capo Vaticano	38 36.86	15 49.91	24
S6	16/06/97	Mileto di Porto Salvo	37 54.30	15 46.96	27
S8	17/06/97	Siderno	38 15.83	16 17.62	15
S10	17/06/97	Capo Rizzuto	38 53.61	17 05.95	19
S10B	18/06/97	Crotone	39 01.96	17 12.27	27
S11	19/06/97	Torre Melissa	39 16.00	17 08.95	16
S12	19/06/97	Cariati Marina	39 30.37	16 56.53	15
S13	19/06/97	Trebisacce	39 51.43	16 32.60	16
S14	20/06/97	Irisaia	40 08.75	16 41.12	11
S15	20/06/97	Gimosa Marina	40 25.65	16 53.57	13

5. Risultati delle misure di dose gamma assorbita in aria sulle spiagge

Com'è noto, il livello di radiazione sulla superficie terrestre varia grandemente da un punto all'altro, dipendendo, oltre che dall'eventuale presenza di radionuclidi artificiali, dalla quota a cui si vive - a Città del Messico la radiazione cosmica è doppia di quella che si ha a livello del mare - e dalla natura geologica del suolo: ad esempio, in una parte dell'India, il Kerala la radiazione emessa dalla crosta terrestre è circa 20 volte superiore a quella della pianura padana. Se guardiamo al nostro paese, misure effettuate nel passato hanno dimostrato che esistono differenze tra le varie regioni anche di un fattore 10 volte [Cardinale et al, 1977].

Nelle tabelle 4 e 5 sono riportati i risultati delle misure di dose assorbita in aria sulle spiagge rispettivamente delle regioni Basilicata e Calabria. Per ogni punto di misura il valore indicato è il risultato della media di diverse letture effettuate in un intervallo di tempo di 15 minuti.

Le differenze tra i valori massimi osservati nelle due indagini (170 nGy h⁻¹ e 270 nGy h⁻¹) è imputabile alla variabilità del substrato nelle stazioni di misura. Per quantificare tale variabilità, a Capo Vaticano e a Montauro sono state effettuate misure su punti diversi della spiaggia; i risultati mostrano un intervallo di dose gamma assorbita in aria compreso tra 100 e 170 nGy h⁻¹ con un valore medio, su 4 punti diversi di misura, pari a 141 ± 29 nGy h⁻¹ a Capo Vaticano ed un intervallo compreso tra 95 e 300 nGy h⁻¹.

Nella figura 5 è riportato un confronto tra i risultati delle misure di intensità di dose gamma assorbita in aria ottenuti quest'anno e nell'indagine 1996, i dati 1997 confermano quanto rilevato lo scorso anno.

Nella gamma dei dati del 1997, si ha un intervallo di dose gamma assorbita in aria che è compreso tra 100 e 500 nGy h⁻¹ [Bronzi et al, 1997].

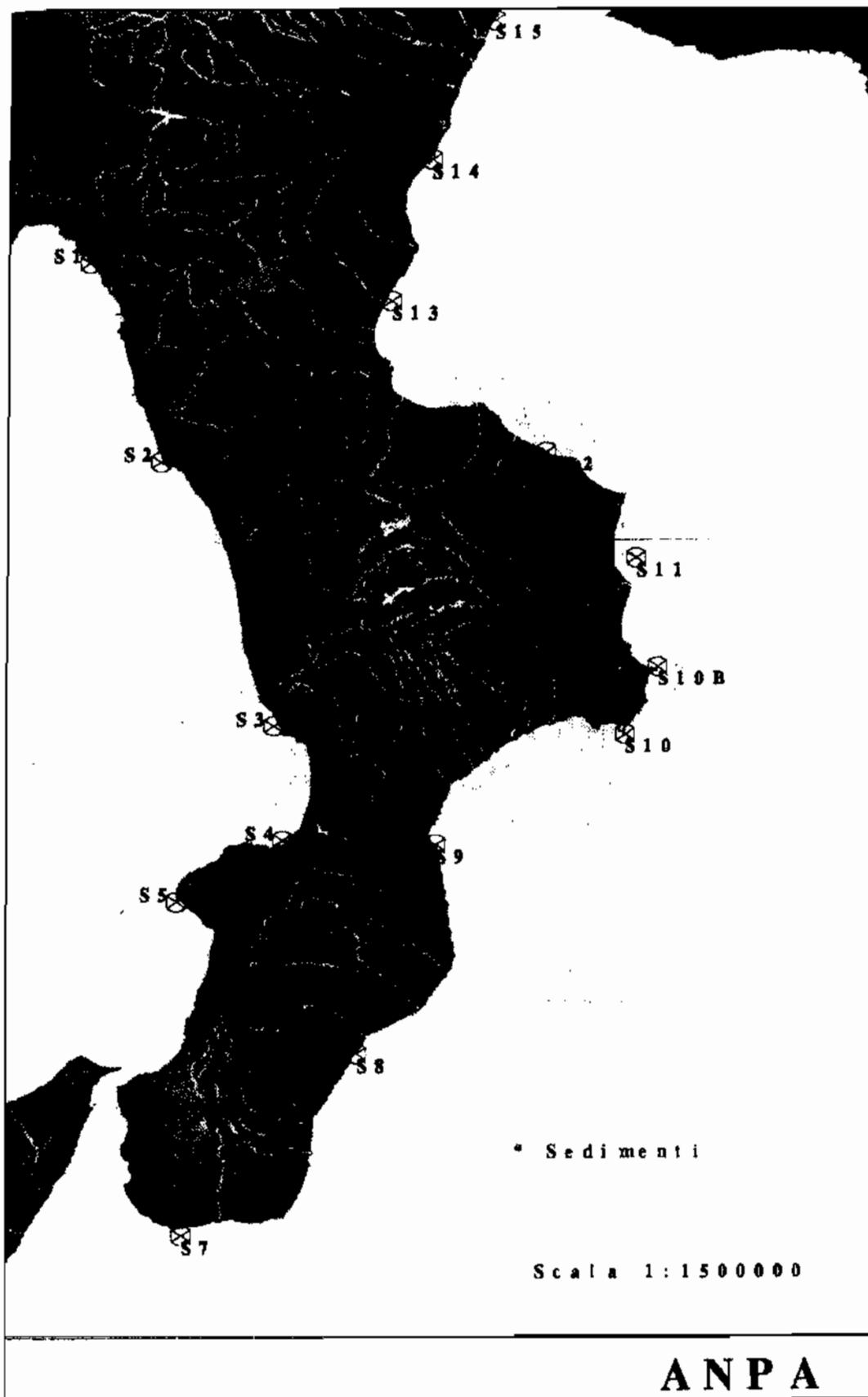


Fig. 4
Punti di prelievo dei sedimenti marini

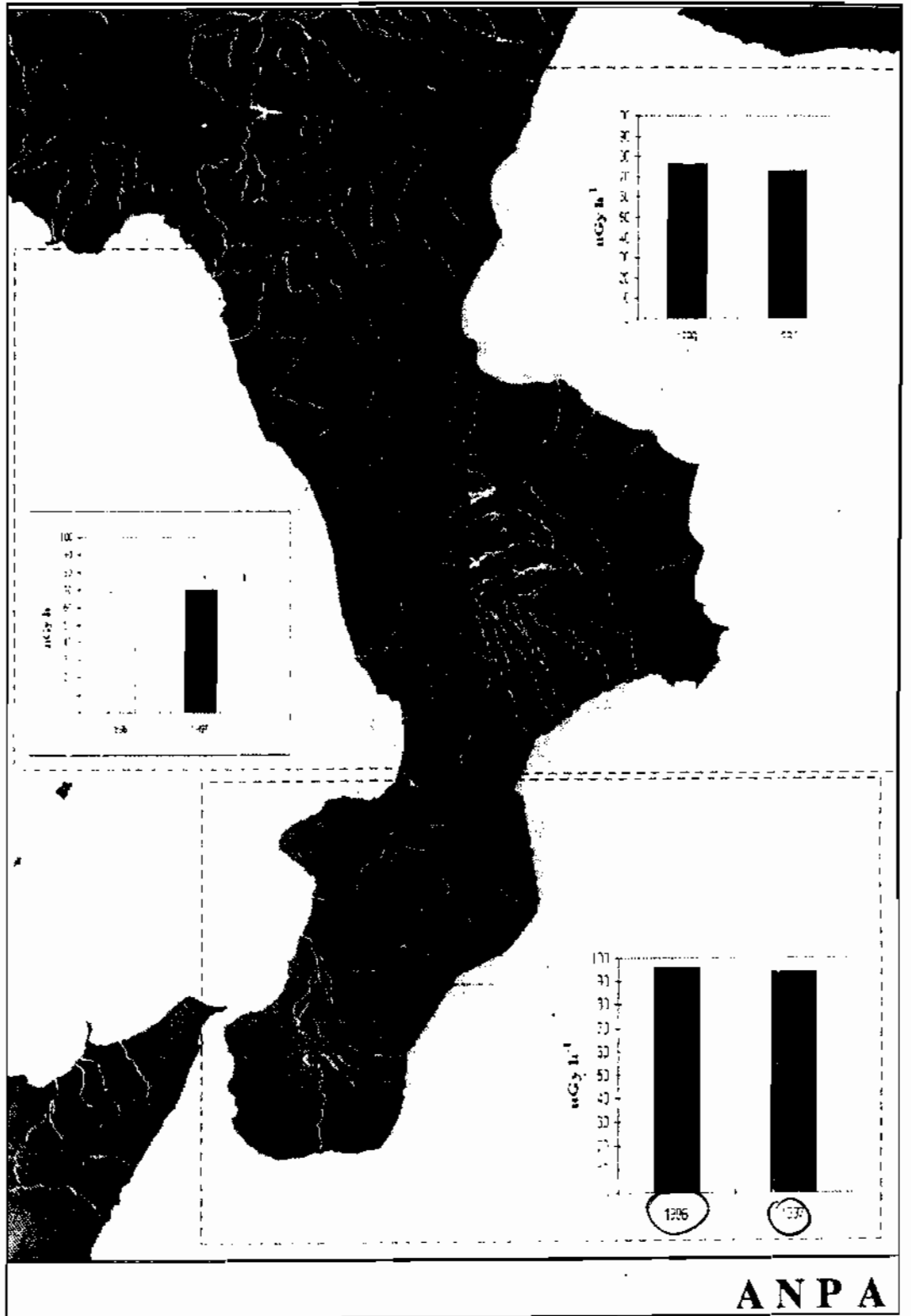


Fig. 5
 Confronto delle misure di intensità di dose gamma in aria misurate nel 1996 e nel 1997
 nelle coste della regione Calabria

Tab. 4
Valori medi dell'intensità di dose gamma assorbita in aria
misurati lungo le coste della Basilicata

Località	Latitudine N	Longitudine E	Punto prelievo	Substrato	Dose / (mGy h ⁻¹)
Foce fiume Bradano	40 22,98	16 51,39	B01	sabbia fine	53 ± 4
Metaponto Lido	40 21,47	16 50,10	B02	sabbia fine	53 ± 2
S. Teodoro Mare	40 19,16	16 48,12	B03	sabbia fine	54 ± 5
S. Basilio Marina di Pisticci	40 17,60	16 46,84	B04	sabbia fine	52 ± 5
Lido di Scanzano	40 15,34	16 45,32	B05	sabbia fine	54 ± 2
Lido di Bufaloria Scanzano	40 13,65	16 44,61	B06	sabbia fine	53 ± 2
Lido di Policoro	40 11,37	16 43,17	B07	sabbia fine	49 ± 1
Foce del Sinni	40 09,02	16 41,43	B08	sabbia fine	49 ± 5
Lido di Rotondella	40 07,97	16 39,97	B09	sabbia/ghiaia	49 ± 5
Lido di Nova Siri	40 07,29	16 38,94	B10	sabbia/ghiaia	60 ± 5
Acquafredda	40 02,15	15 40,09	B14	sabbia/ghiaia	64 ± 4
Fiumicello	39 59,85	15 41,97	B13	sabbia	70 ± 7
Marina di Maratea	39 57,45	15 44,11	B12	sabbia	80 ± 1
Maratea Castroreuccio	39 55,56	15 45,30	B11	sabbia	60 ± 2

Tab. 5
Valori medi dell'intensità di dose gamma assorbita in aria
misurati lungo le coste della Calabria

Località	Latitudine N	Longitudine E	Punto prelievo	Substrato	Dose / (mGy h ⁻¹)
Montegiordano	40 01,67	16 36,31	C01	sassi	60 ± 1
Stazione di Roseto	39 57,04	16 37,75	C02	sassi	64 ± 4
Trebisacce	39 51,97	16 32,08	C03	sassi	72 ± 3
Villapiana Scalo	39 47,17	16 29,22	C04	sabbia	62 ± 3
Laghi di Sihari	39 44,11	16 30,40	C05	sabbia gross.	72 ± 2
Marina di Schiavonea	39 39,03	16 33,15	C06	sabbia	80 ± 3
Seggio Romano	39 37,23	16 41,08	C07	sabbia	80 ± 4
Mirto Crosta	39 37,06	16 46,55	C08	sabbia/ghiaia	88 ± 2
Stazione PietraPaola	39 32,32	16 51,98	C09	sabbia/ghiaia	76 ± 2
Cariati Marina	39 29,67	16 57,90	C10	sabbia/ghiaia	71 ± 2
Crucoli Torretta	39 27,54	17 02,21	C11	sabbia/ghiaia	80 ± 7
Punta Alice	39 23,81	17 09,30	C12	sabbia/ghiaia	84 ± 2
Torre Melissa Lido	39 18,95	17 06,72	C13	sabbia fine	84 ± 4
Fasana	39 13,40	17 06,71	C14	sabbia fine	92 ± 3
Gabella grande	39 09,17	17 07,23	C15	sabbia fine	75 ± 3
Crotone	39 03,93	17 07,91	C16	sabbia fine	72 ± 2
Capo Colonna	39 00,87	17 10,91	C17	sabbia fine	52 ± 2
Capo Rizzuto	38 54,30	17 06,10	C18	sabbia fine	60 ± 3
Le Castella	38 54,58	17 01,22	C19	sabbia fine	56 ± 5
Botricello	38 55,10	17 50,97	C20	sabbia fine	80 ± 4
S.S. 106 km 201	38 53,90	16 47,02	C21	sabbia fine	84 ± 5
S.S. 106 km 193	38 51,28	16 41,54	C22	sabbia fine	100 ± 4
Roccelletto di Borgia	38 47,82	16 35,72	C23	sabbia fine	68 ± 4
S.S. 106 km 157 (S. Andrea)	38 37,68	16 35,06	C26	sabbia fine	85 ± 3
Monasterace lido	38 26,23	16 34,60	C27	sabbia	100 ± 3

segue

Località	Latitudine N	Longitudine E	Punto prelievo	Substrato	Dose γ (nGy h ⁻¹)
S.S. 106 km 123	38 21.33	16 29.46	C28	sabbia/ghiaia	88 ± 9
Roccella Ionica	38 19.09	16 23.82	C29	sabbia/ghiaia	88 ± 3
Siderno Marina	38 15.33	16 17.08	C30	sabbia/ghiaia	81 ± 8
Loeri Epizep.	38 11.79	16 13.72	C31	sabbia/ghiaia	80 ± 4
Bonanico	38 07.69	16 09.67	C32	sabbia/ghiaia	80 ± 4
Capo Bruzzano	38 02.62	16 08.58	C33	sabbia	72 ± 1
Brancaleone Marina	37 57.83	16 06.18	C34	sabbia/ghiaia	73 ± 4
Località Doccia	37 55.38	16 01.39	C35	sabbia/ghiaia	99 ± 6
Boya Marina	37 55.61	15 53.49	C36	sabbia/ghiaia	80 ± 4
Melito di porto Salvo	37 54.97	15 46.60	C37	sabbia/ghiaia	84 ± 7
Lazzaro	37 58.88	15 39.28	C38	sabbia/ghiaia	80 ± 5
S.Gregorio	38 04.07	15 39.09	C39	sabbia/ghiaia	84 ± 1
Gioia Tauro	38 26.22	15 53.37	C44	sabbia	78 ± 3
Palui Marina	38 22.91	15 51.56	C43	sabbia/ghiaia	92 ± 7
Favazzina	38 15.63	15 45.37	C42	sabbia/ghiaia	88 ± 2
Cannitello Marina	38 14.14	15 39.29	C41	sabbia/ghiaia	84 ± 4
Gallico Marina	38 09.62	15 38.96	C40	sabbia/ghiaia	82 ± 4
S.Ferdinando Foce E.Mesina	38 30.29	15 55.13	C45	sabbia	96 ± 6
Ioppolo	38 35.25	15 52.77	C46	ciottoli	76 ± 2
Scogli di Riace	38 40.27	15 52.15	C47	sabbia/ghiaia	105 ± 1
Marina di Zambone	38 42.27	15 57.86	C48	sabbia	100 ± 3
Briatico	38 43.44	16 02.93	C49	sabbia	108 ± 2
Pizzo	38 44.96	16 11.05	C50	sabbia	80 ± 4
Torre di Mezza Praia	38 49.32	16 13.00	C51	sabbia/ghiaia	73 ± 6
Lamezia Terme	38 54.77	16 13.19	C52	sabbia/ghiaia	68 ± 1
Campora S.Giovanni	39 03.57	16 05.49	C54	sabbia/ghiaia	76 ± 4
Torre del Lupo	38 59.44	16 08.14	C53	sabbia/ghiaia	72 ± 4
Marina di Belmonte	39 10.13	16 03.79	C55	ghiaia	68 ± 3
Fiumefreddo Marina	39 14.62	16 03.45	C56	sabbia/ghiaia	72 ± 5
Paola Marina	39 21.19	16 02.05	C57	sabbia/ghiaia	68 ± 4
Fuscado Marina	39 25.05	16 00.39	C58	sabbia/ghiaia	76 ± 3
Cetraro Marina	39 30.85	15 56.10	C59	sabbia/ghiaia	68 ± 3
Bonifati	39 34.32	15 52.10	C60	sabbia	68 ± 7
Diamante	39 40.43	15 49.51	C61	sabbia/ghiaia	72 ± 4
Staz.Crisolia Marina	39 44.98	15 48.19	C62	sabbia	64 ± 4
Staz.Crisolia Marina	39 48.71	15 47.22	C63	sabbia	64 ± 3
Foce E.Noce	39 55.18	15 45.51	C64	sabbia/ghiaia	66 ± 4
Capo Vaticano	38 36.79	15 50.80	CV1	sabbia/ghiaia	141 ± 29

Nella figura 6 è riportata la distribuzione percentuale dei valori misurati nel 1996 e nel 1997 che cadono nei differenti intervalli di intensità di dose gamma assorbita in aria. Dalla figura si può notare che sulla maggioranza delle spiagge calabresi e lucane l'intensità di dose gamma assorbita in aria è compresa tra 50 e 150 nGy h⁻¹. Considerando la variabilità osservata sul territorio nazionale, i valori misurati lungo le coste delle due regioni ricadono tra i valori medio bassi. Infatti in Italia l'intensità di dose gamma assorbita in aria è molto variabile a causa della diversa natura geologica del suolo; nelle città ad

esempio esistono differenze di circa un fattore 5 [tra Orvieto (circa 560 nGy h⁻¹) e Bologna (circa 120 nGy h⁻¹) e nella stessa Umbria paesi che si trovano a distanza di una decina di km presentano differenze di un fattore 3 [Campos Venuti et al, 1985]. Si ricorda infine che l'intensità di dose gamma all'interno delle abitazioni è molto variabile da un punto all'altro del nostro paese (70-250 nGy h⁻¹) con un valore medio di circa 140 nGy h⁻¹.

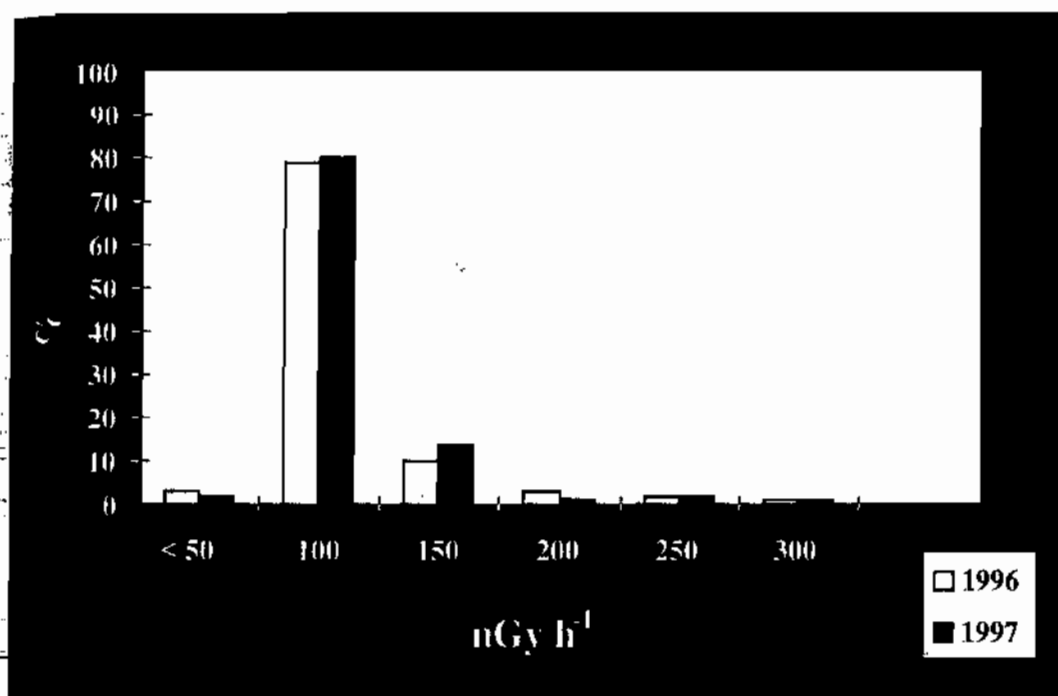


Fig. 6
Distribuzione percentuale delle misure di intensità di dose gamma assorbita in aria

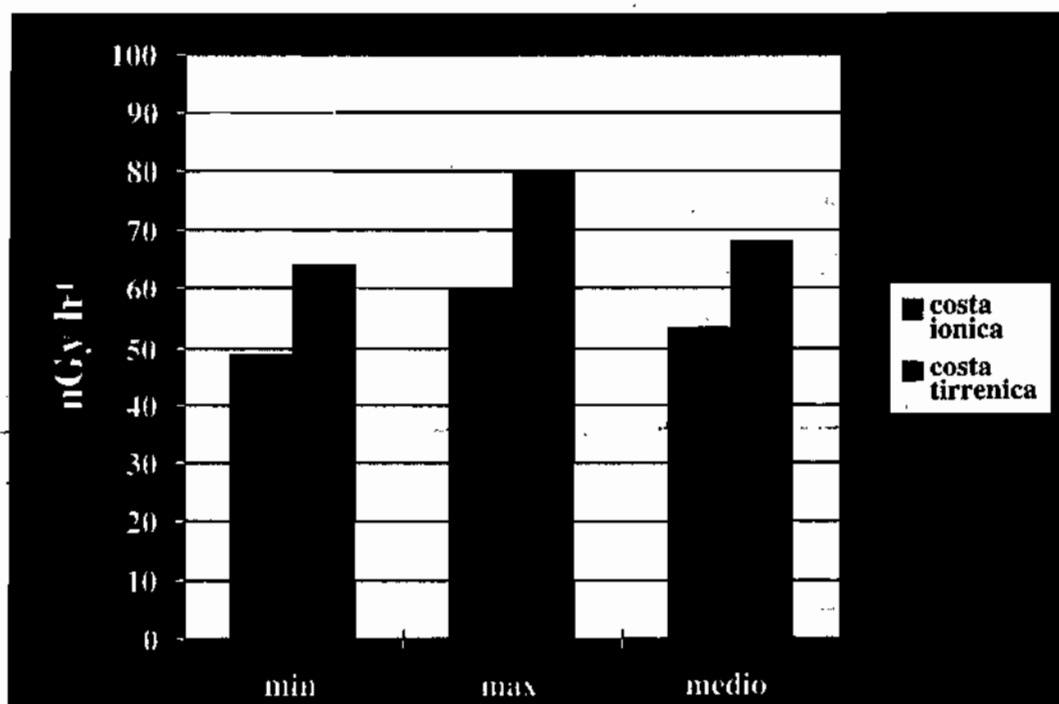


Fig. 7
Valori minimo, massimo e medio dell'intensità di dose gamma misurati lungo la costa ionica e tirrenica della Basilicata

Nella tabella 4 e nella figura 7 sono riportati i risultati delle misure di intensità di dose gamma assorbita in aria rilevate lungo le coste della regione Basilicata. I valori misurati sono compresi tra 49 ed 80 nGy h⁻¹ con un valore medio lungo tutte le coste della regione Basilicata pari a 57±9 nGy h⁻¹. I valori rilevati lungo la

costa ionica sono compresi tra 60 e 49 nGy h⁻¹ con un valore medio di 53±3 nGy h⁻¹, mentre lungo la costa tirrenica si hanno valori compresi tra 60 ed 80 nGy h⁻¹ con un valore medio di 68±9 nGy h⁻¹, dimostrando ancora una volta l'influenza del substrato geologico sull'intensità di dose rilevata sui due litorali.

6. Risultati delle misure di spettrometria gamma sulle sabbie

Nei campioni di sabbia prelevati lungo le spiagge, l'unico radionuclide artificiale rilevato dalle misure di spettrometria gamma è il ^{137}Cs . Questo radioelemento è stato depositato al suolo a seguito delle esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '60, e, soprattutto, dell'incidente di Chernobyl (1986). A causa della sua vita media di 30,2 anni e della sua bassa mobilità nell'ambiente, il cesio è ancora misurabile, in particolare nei terreni e nei sedimenti ed in alcune matrici alimentari generalmente provenienti da ambienti naturali, quali boschi e pascoli di montagna. I valori misurati lungo le coste calabre e lucane sono compresi tra $0,036$ e 1 Bq kg^{-1} con un valor medio di $0,3 \pm 0,3 \text{ Bq kg}^{-1}$.

L'analisi dei risultati mette in evidenza che il cesio si trova generalmente in quantità maggiori negli strati più profondi, mentre il ^{40}K , il cui contenuto nelle sabbie dipende dalla loro composizione mineralogica, è distribuito più omogeneamente nei diversi strati del suolo. A titolo di esempio nella figura 8 è riportata la distribuzione

ne, lungo il profilo verticale della sabbia, del cesio misurato nella zona di Villapiana Scalo, lungo la costa ionica calabrese.

Nella tabella 6 sono riportate le quantità di ^{137}Cs e ^{40}K espresse per unità di superficie e misurate su tutto il profilo di sabbia prelevato (0-20 cm). I risultati mostrano che il ^{137}Cs varia tra $<0,03$ e $0,8 \text{ kBq m}^{-2}$. Questo valore è in accordo con quanto trovato nell'indagine del 1996. Nella figura 9 è riportata la mappa delle deposizioni misurate in Italia a seguito dell'incidente di Chernobyl [De Cort, 1996]. Se confrontiamo i valori di cesio espresso in unità di superficie misurati in entrambe le indagini ANPA con le deposizioni misurate in Calabria ed in Basilicata a seguito dell'evento di Chernobyl, si osserva che tali valori sono in accordo.

I valori di potassio espressi per unità di superficie variano tra 125 e 1290 kBq m^{-2} e generalmente si trova che i valori più elevati di potassio sono associati alle spiagge con i valori di intensità di dose gamma assorbita in aria più elevati.

Dai risultati di spettrometria gamma si può concludere che sulle spiagge calabresi la dose gamma assorbita in aria è imputabile ai radionuclidi naturali contenuti nelle sabbie. La deposizione del ^{137}Cs è infatti irrilevante poiché il suo contributo al valore medio della dose gamma misurata è inferiore ad $1/100$.

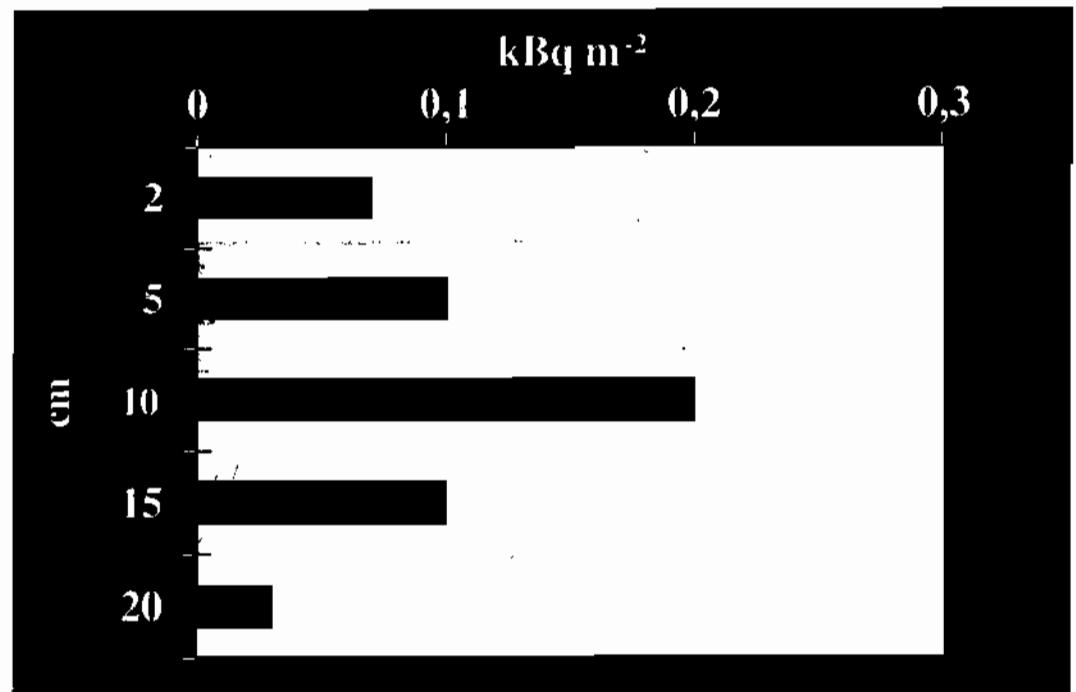


Fig. 8
Profilo verticale del ^{137}Cs in un campione di sabbia (Villapiana Scalo, CO4)

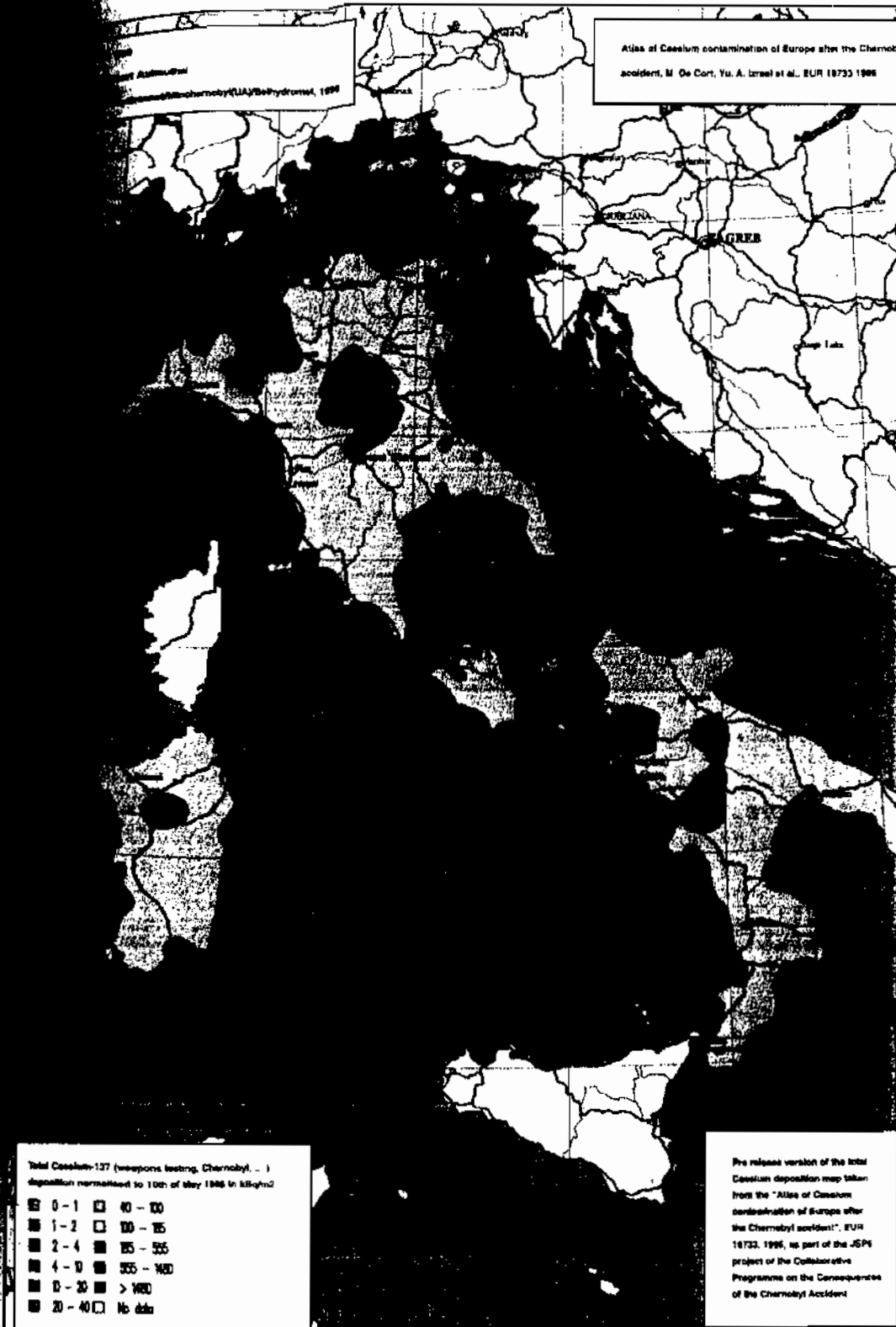


Fig. 9

Mappa delle deposizioni di ¹³⁷Cs sul territorio italiano a seguito dell'incidente di Chernobyl [De Cort, 1996]

Tab. 6
¹³⁷Cs e ⁴⁰K nei campioni di sabbia (kBq m⁻²)

Località	Punto di Prelievo	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
Foce Fiume Bradano	B01	0,1	545
S. Teodoro Mare	B03	0,2	498
Lido di Scanzano	B05	0,4	444
Lido di Policoro	B07	0,2	267
Foce Fiume Sinni	B08	0,1	253
Fiumicello	B13	0,8	543
Villapiana Scalo	C04	0,6	465
St. PietraPaola Marina	C09	0,2	952
Torre Melissa Lido	C13	0,2	1198
Capo Rizzuto	C18	<0,03	586
Roccella Ionica	C29	<0,03	1290
Brancaleone Marina	C34	0,03	904
Gallico Marina	C40	0,5	1004
Gioia Tauro	C44	0,6	1090
Capo Vaticano	C51	<0,03	958
Torre di Mezza Praia	C51	0,3	873
Fiumefreddo Marina	C55	0,2	500
Capo Bonifati	C60	0,1	479
Foce Fiume Noce	C64	0,2	125

7. Risultati delle misure di spettrometria gamma nell'acqua di mare

I risultati delle analisi di ¹³⁷Cs presente nell'acqua di mare sono riportati nella tabella 7. La concentrazione di cesio lungo le coste calabre e lucane ha un valore medio di $2,5 \pm 0,4$ Bq m⁻³ ed ha una distribuzione sostanzialmente omogenea in tutta l'area studiata. Tale valori confermano i dati misurati nell'indagine dello scorso anno, in cui il valore medio era $2,8 \pm 0,4$ Bq m⁻³.

Tab. 7
¹³⁷Cs nell'acqua di mare

Stazione N	¹³⁷ Cs (Bq m ⁻³)
1	2,9 ± 0,1
2	2,1 ± 0,2
3	2,4 ± 0,2
4	2,2 ± 0,1
5	2,2 ± 0,2
6	2,3 ± 0,1
8	2,9 ± 0,1
9	3,4 ± 0,1

8. Risultati delle misure di spettrometria gamma sui sedimenti marini

I risultati delle misure sui sedimenti marini sono riportati in tabella 8. Bisogna rilevare che rispetto all'indagine effettuata lo scorso anno, in cui i prelievi di sedimenti erano stati effettuati a profondità comprese tra 50 e 200 metri, i sedimenti nel 1997 sono stati prelevati a batimetrie più basse (come già detto, tra 11 e 27 metri), in quanto tali minori profondità, unitamente alle misure relative alle spiagge, sono più rappresentative ai fini della valutazione di eventuali espo-

sizioni durante la balneazione.

Nei campioni di sedimenti è stata evidenziata la sola presenza di ¹³⁷Cs come radionuclide artificiale. I valori trovati, compresi tra la minima attività rilevabile del sistema di misura utilizzato e 1,3 Bq kg⁻¹, risultano essere inferiori rispetto ai valori dell'indagine del 1996, che erano compresi tra 2 e 10 Bq kg⁻¹, con un valore medio di $5,8 \pm 3,2$ Bq kg⁻¹.

Tab. 8
Concentrazioni di ¹³⁷Cs e ⁴⁰K nei sedimenti marini

Staz. N°	Data	Località	¹³⁷ Cs (Bq kg ⁻¹ peso secco)	⁴⁰ K (Bq kg ⁻¹ peso secco)
S1	15/06/97	Maratea	< 0.2	91 ± 2
S2	15/06/97	Cittadella del Capo	< 0.4	594 ± 5
S3	15/06/97	Marina di Falerna	0.6 ± 0.1	811 ± 7
S4	16/06/97	Vibo Valentia	1.3 ± 0.1	598 ± 9
S5	16/06/97	Capo Vaticano	< 4	789 ± 7
S7	16/06/97	Meleto di Porto Salvo	0.6 ± 0.2	729 ± 12
S8	17/06/97	Siderno	< 0.4	719 ± 11
S10	17/06/97	Capo Rizzuto	< 0.3	84 ± 2
S10B	18/06/97	Crotone	0.2 ± 0.1	462 ± 7
S11	19/06/97	Torre Melissa	< 1	740 ± 7
S12	19/06/97	Cariati Marina	< 0.3	572 ± 8
S13	19/06/97	Trebisacce	0.6 ± 0.1	366 ± 7
S14	20/06/97	Trisaia	< 0.3	276 ± 4
S15	20/06/97	Ginosa Marina	< 0.4	422 ± 5

9. Indagine sul pescato della regione Calabria

L'indagine sul pescato della regione Calabria è stata effettuata consultando le fonti bibliografiche ufficiali al fine di:

- determinare la produttività regionale di specie eduli e quindi interessanti sotto il profilo dell'alimentazione umana, pescate nei principali porti dei versanti ionico e tirrenico della regione Calabria. Tale selezione di specie permetterebbe una valutazione dell'eventuale rischio sanitario conseguente all'ingestione di prodotti contaminati da radionuclidi di origine artificiale;
- selezionare, nel pescato dei mari antistanti la regione Calabria, di specie bentoniche o bentonectoniche rappresentative di eventuali fenomeni di contaminazioni da radionuclidi nelle aree di pesca.

Un'analisi dei dati ufficiali disponibili ha permesso di individuare la produttività regionale per gruppi di specie, per litorali e per sistemi di pesca e l'andamento della pesca nella regione Calabria. Il campionamento delle specie ittiche demersali allo sbarco è stato oggetto della collaborazione con l'ICRAM.

9.1 Produttività per gruppi di specie, per litorali e per sistemi di pesca

[REDACTED]

I dati ISTAT sulla produzione ittica complessiva (marina e lagunare) relativi al 1993 [ISTAT, 1996] evidenziano che tra le 15 regioni costiere italiane, la Calabria figura al 13° posto come quantitativo di pescato con 60.114 q. La regione più produttiva è la Sicilia con 952.455 q.



Lophius piscatorius
(Rana pescatrice)



Mytilus galloprovincialis
(Mitili)

Tab. 9
Produzione complessiva della pesca marittima e lagunare per gruppi di specie, compartimenti marittimi e litorali nella Regione Calabria- Anno 1993 (in quintali)
 Fonte: ISTAT - Statistiche sulla caccia e sulla pesca. Anno 1993

	Pesci				Molluschi	Crostacei	Tot. Gen.	
Regione Calabria	10.592	1.073	33.133	44.798	5.038	10.302	5.014	60.114
<i>Compartimenti marittimi</i>								
Vibo Valentia	917	31	3.618	4.566	530	1.179	174	5.096
Reggio Calabria	4.949	477	14.315	19.741	2.396	4.892	1.640	26.273
Crotone	4.803	582	16.044	21.429	2.398	4.825	3.295	29.549
<i>Litorali</i>								
Basso Tirreno	24.150	1.546	78.345	104.041	19.308	74.874	8.904	187.817
Ionico	10.932	725	48.880	60.537	10.926	24.336	10.365	95.238

La tabella 9 riporta i valori della produttività complessiva della Regione, dei compartimenti marittimi e dei litorali, riferiti ai maggiori gruppi di specie.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

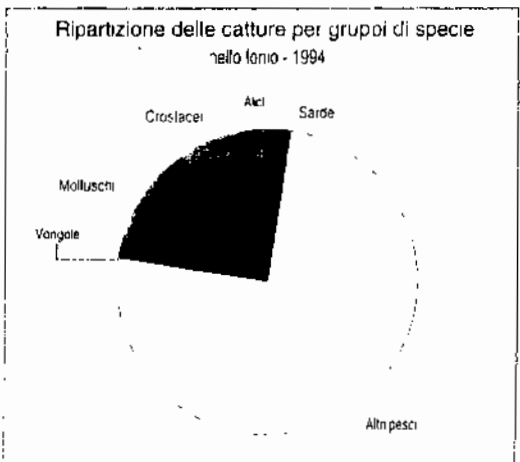
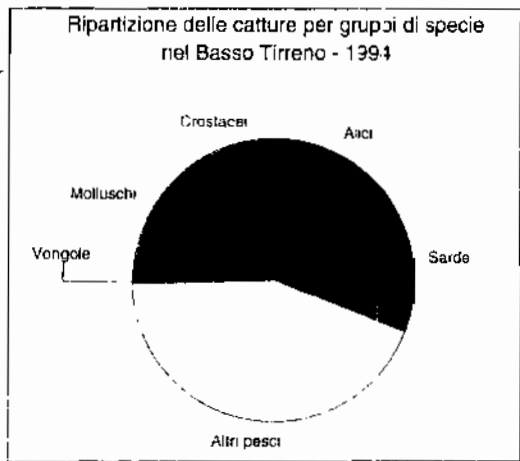
[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

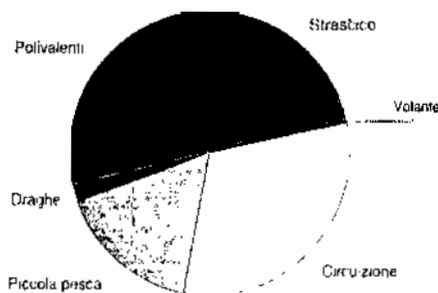
[REDACTED]

[REDACTED]

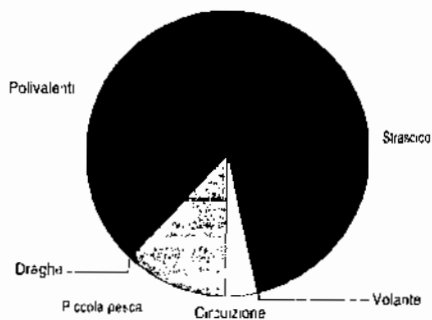


La distribuzione delle catture relative ai sistemi di pesca utilizzati nei due litorali Basso Tirreno e Ionio durante il 1994 viene riportata nelle successive figure (dati Osservatorio Pesca IREPA). I dati mettono in evidenza che nel Basso Tirreno le tecniche maggiormente utilizzate sono le reti a circuizione e a strascico, insieme ai sistemi polivalenti. Nel litorale ionico invece, le reti a strascico e i sistemi polivalenti sono i sistemi maggiormente in uso.

Ripartizione delle catture per sistemi di pesca nel Basso Tirreno - 1994



Ripartizione delle catture per sistemi di pesca nello Ionio - 1994



9.2. Le specie e gli andamenti della pesca in Calabria

La quota maggiore nella produzione ittica calabrese [ISTAT, 1996] è rappresentata dai pesci (74,5% del totale), in particolare dal cosiddetto 'pesce azzurro' (alici, sardine e sgombri), che riveste notevole importanza dal punto di vista economico. Le specie di pesce che contribuiscono significativamente alla produzione regionale sono le sardine (*Clupea pilchardus*), i merluzzi (*Merluccius merluccius*) e le triglie (*Mullus barbatus*), seguiti dalle boghe (*Boops*),

i sugherelli (*Trachurus trachurus*), le alici (*Engraulis encrasicolus*) e gli sgombri (*Scomber scomber*). Il gruppo 'altri pesci' contribuisce per il 18,3% alla produzione totale.

Per quanto riguarda i molluschi, rappresentano il 17,1% del totale della produzione regionale, mentre i crostacei solo l'8,3%.

Il totale complessivo della produzione ionica è circa alla metà di quella del Basso Tirreno. Tra i pesci, le specie che contribuiscono maggiormente alla produzione del Basso Tirreno sono le alici, i merluzzi, le triglie e le sardine, mentre per lo Ionio prevalgono i merluzzi, le boghe, le sardine e gli sgombri. Le vongole, i polpi e i mitili costituiscono il 57,2% della produzione di molluschi nel Basso Tirreno. Nello Ionio la produzione di molluschi risulta decisamente inferiore rispetto a quella dell'altro litorale e le specie più importanti sono i mitili, i polpi e le seppie. Per quanto riguarda i crostacei la produzione dello Ionio è lievemente superiore a quella del Basso Tirreno. La specie che contribuisce di più alla produzione di entrambi i litorali è il gambero bianco.

9.3. Selezione e campionamento allo sbarco di prodotti della pesca dei mari antistanti le coste calabre

Sulla base dell'indagine sul pescato precedentemente descritta, sono state individuate le specie maggiormente presenti nei mari antistanti la regione Calabria.

Inoltre, sulla base delle precedenti indagini dell'ICRAM [Vacchi et al., 1994] effettuate nella regione Calabria, sono stati individuati i principali porti in cui vengono utilizzate reti a strascico per la pesca e che quindi potevano essere scelti per il campionamento di specie di fondo. Nella Calabria tirrenica è presente una modestissima attività di pesca a strascico, presumibilmente intorno a 15-20 unità, concentrate nei porti di Amantea, Cetraro, Vibo Valentia e Gioia Tauro. Nella Calabria ionica sono presenti molte pescherecci che effettuano la pesca a strascico a Reggio Calabria, Catanzaro Lido, Crotona, Schiavonea e Trebisacce. Tra questi i principali sono Schiavonea e Crotona con un numero complessivo di circa 70-80 unità [Vacchi et al., 1994]. I porti di Vibo Valentia e Cetraro sulla costa tirrenica e quelli di Crotona e Schiavonea per la costa ionica sono stati quindi scelti per quest'indagine. Nel versante tirrenico ed in quello ionico a sud di Schiavonea l'attività a strascico è concentrata su

specie di notevole profondità, oltre 100-200 m fino a 500 m, quali nasello, gamberi bianchi, gamberi rossi, scampi, moscardini. Tra le specie pescate nelle diverse aree sono state individuate quelle meno mobili, che quindi sono maggior-

mente "rappresentative" dell'area di pesca di provenienza. In tabella 10 sono riportati i dati relativi ai campioni raccolti durante le attività di campionamento allo sbarco.

Tab. 10
Campioni di prodotti ittici

Località di campionamento (numero del campione)	Specie	Zona di pesca	Profondità (m)
Cetraro (C502)	<i>Mullus barbatus</i> (triglia di fango)	12 miglia da Cetraro	80
Cetraro (C509)	<i>Parapenaeus longirostris</i> (gambero bianco)	Cetraro-Diamante	290
Cetraro (C503)	<i>Eledone cirrhosa</i> (moscardino bianco)	12 miglia da Cetraro e 5 ngl da S.I. acido	250
Cetraro (C510)	<i>Helicolenus dact.</i> (scorfano di fondo) <i>Trigla lera</i> (cappone di fondo) <i>Lepidorombus boscii</i> (rombo di fondale)	10 miglia da Cetraro	300
Vibo Marina (C512)	<i>Helicolenus dact.</i> (scorfano di fondo)	12 miglia da Amantea	300
Vibo Marina (C501)	<i>Parapenaeus longirostris</i> (gambero bianco)	10 miglia da Amantea	340
Vibo Marina (C508)	<i>Eledone cirrhosa</i> (moscardino bianco)	12 miglia a largo di Vibo	-
Vibo Marina (C504)	<i>Mullus barbatus</i> (triglia di fango)	2 miglia da Vibo Marina	90
Crotone (C511)	<i>Eledone cirrhosa</i> (moscardino bianco)	9 miglia da Capo Rizzuto	200
Crotone (C507)	<i>Helicolenus dact.</i> (scorfano di fondo)	12 miglia da Capo Rizzuto	300-340
Crotone (C506)	<i>Parapenaeus longirostris</i> (gambero bianco) <i>Mullus barbatus</i> (triglia di fango) <i>Lophius pis.</i> (trana pescatrice)	12 miglia da Capo Rizzuto	290
Schiavonea (C513)	<i>Helicolenus dact.</i> (scorfano di fondo) <i>Murex sp.</i> (murice)	8 miglia da Schiavonea	200
Schiavonea (C505)	<i>Eledone cirrhosa</i> (moscardino bianco) <i>Lophius pis.</i> (trana pescatrice) <i>Helicolenus dact.</i> (scorfano di fondo)	10 miglia a nord di Schiavonea	200
Schiavonea (C514)	<i>Phycis bl.</i> (mostella bianca) <i>Lepidorombus boscii</i> (rombo di fondale) <i>Murex sp.</i> (murice)	8 miglia da Schiavonea	200
Schiavonea (C515)	<i>Parapenaeus longirostris</i> (gambero bianco)	8 miglia da Schiavonea	200-210

10. Risultati delle misure di spettrometria gamma sui prodotti ittici

Nella tabella 11 sono riportate le concentrazioni di cesio e potassio misurate sulla parte edule dei campioni di pesce. In solo due campioni si trovano tracce di cesio misurabili con livelli vicini ai limiti di rivelabilità della strumentazio-

ne utilizzata. In tutti gli altri i campioni i valori di ^{137}Cs sono inferiori ai limiti di rivelabilità. Questi dati confermano i risultati ottenuti lo scorso anno nei campioni di specie ittiche prelevati presso i pescatori dei porti di Reggio Calabria e Crotone. Ovviamente, in tutti i campioni analizzati è misurabile il ^{40}K , radionuclide di origine naturale, sempre presente in tutti gli organismi viventi in quantità che dipende dalla specie.

Tab. 11
Concentrazioni di ^{137}Cs e ^{40}K nei prodotti ittici

Località	Numero campione	Specie	^{137}Cs (Bq/kg peso fresco)	^{40}K (Bq/kg peso fresco)
				3
	C512	misto	$0,2 \pm 0,1$	126 ± 3
	C501	gambero bianco	$< 0,1$	108 ± 2
Vibo Marina	C508	moscardino bianco	$< 0,2$	84 ± 2
	C504	triglia di fango	$< 0,2$	119 ± 2
	C511	moscardino bianco	$< 0,2$	95 ± 2
Crotone	C507	scorfano di fondo	$< 0,4$	121 ± 3
	C506	gambero bianco	$< 0,1$	109 ± 2
	C513	misto	$< 0,2$	114 ± 2
	C514	misto	$< 0,2$	116 ± 2
Schiavonea	C505	moscardino bianco	$< 0,1$	94 ± 2
	C515	gambero bianco	$< 0,2$	102 ± 2

11. Conclusioni

Le analisi condotte sulle spiagge, sulle acque costiere e sui sedimenti, nonché su campioni di pescato consentono di affermare, come nel 1996, che

il livello di contaminazione delle acque costiere calabresi e siciliane è stabile per il momento. Le analisi condotte sulle acque costiere calabresi e siciliane, in seguito all'incidente di Chernobyl,

Si ricorda ancora una volta, come già rilevato nell'indagine dello scorso anno, che per i campioni nei quali la quantità di cesio è misurabile i valori ottenuti sono confrontabili con quelli misurati in altre regioni italiane e non hanno rilevanza sanitaria.

