



MARITTIMO - IT FR - MARITIME  
TOSCANA - LIGURIA - SARDEGNA - CORSE

# GIONHA

GOVERNANCE AND INTEGRATED OBSERVATION  
OF MARINE NATURAL HABITAT

## FASE 2: Studio sullo stato ambientale e sulla tendenza evolutiva degli ecosistemi marino costieri caratterizzanti il Santuario dei cetacei

**Azione 5: Progettazione database relazionale e  
georeferenziato, floro-faunistico marino da integrare  
con gli archivi esistenti e agli archivi dei Sistemi  
Informativi Regionali Ambientali e della piattaforma  
INTERCET**

**ARPAT**

**Dicembre 2011**



## **Progetto GIONHA**

### **Popolamento del DataBase e applicativo GIS**

Sul sito web di Gionha è previsto un applicativo GIS che, attingendo ad uno specifico database, permette di visualizzare su base cartografica una vasta serie di informazioni ambientali e biologiche che si correlano in qualche modo alla presenza dei cetacei nell'area del Santuario Pelagos.

Il database è stato popolato con le informazioni disponibili, attingendole da vari altri archivi esistenti quali Arpalab, Biomart, Medlem, BDS, ecc.

Successivamente, man mano che ulteriori dati (es. Intercet) saranno disponibili verranno aggiunti al database.

Poiché l'obiettivo è quello di fornire una rappresentazione spaziale, le informazioni sono state aggregate sull'asse temporale utilizzando periodi di lunghezza variabile in base alla disponibilità di informazione relativamente ai diversi parametri.

In particolare i parametri rappresentati sono:

1. cetacei ( 14 specie, avvistamenti e spiaggiamenti)
2. tartarughe ( 3 specie)
3. squali competitori ( 5 specie)
4. pesci preda (32 specie)
5. fitoplancton ( totale + 2 taxa)
6. zooplancton ( totale + 2 taxa)
7. nutrienti ( P e N totali)
8. clorofilla
9. parametri fisici (temperatura e ossigeno superficiali)
10. rifiuti ( 600 punti)
11. rumore (dB e indice qualità su griglia di circa 16 km)
12. traffico marittimo (su griglia di circa 20 km)

Alcuni parametri sono solo costieri, altri estesi a tutte le acque territoriali, per lo più attualmente i dati sono solo della toscana, ma in alcuni casi (es cetacei, tartarughe, squali) coprono altre aree del santuario.

Ogni valore è georeferenziato con Latitudine e Longitudine WGS84. I valori dei parametri sono mediati (per lo più media geometrica) anche su 10-20 anni in quanto la variazione temporale è irrilevante rispetto a quella spaziale. In alcuni casi (es plancton, nutrienti, clorofilla) i valori sono stagionali utilizzando un semestre estivo (mesi aprile-settembre) e un semestre invernale (mesi ottobre-marzo).

La sintesi dei valori (media) è necessaria anche per disporre facilmente dei dati dalle altre regioni, in particolare Liguria e Sardegna, che li hanno certamente disponibili. Per ulteriori dettagli dei parametri si inserisce sul sito Gionha il link ai SIRA regionali

Nel database il core sono i 4 campi: parametro, latitudine, longitudine, valore. A questi ne sono aggiunti altri di supporto quali: fonte dei dati, anni, unità di misura, stagione, ecc.

I valori sono rappresentati sul GIS da “pallocchi” di dimensione lineare proporzionale alla radice quadrata del valore del parametro. Volendo amplificare le differenze la dimensione può anche essere direttamente proporzionale al parametro. In alternativa ai “pallocchi”, i valori possono essere meglio rappresentati con icone o clipart (pesce, tartaruga, termometro, foglia, lattina schiacciata ...)

In alcuni casi (es. avvistamenti) nell'applicativo GIS si può prevedere, oltre alla rappresentazione dei valori puntuali, un raggruppamento su una griglia per meglio evidenziare le aree di concentrazione.

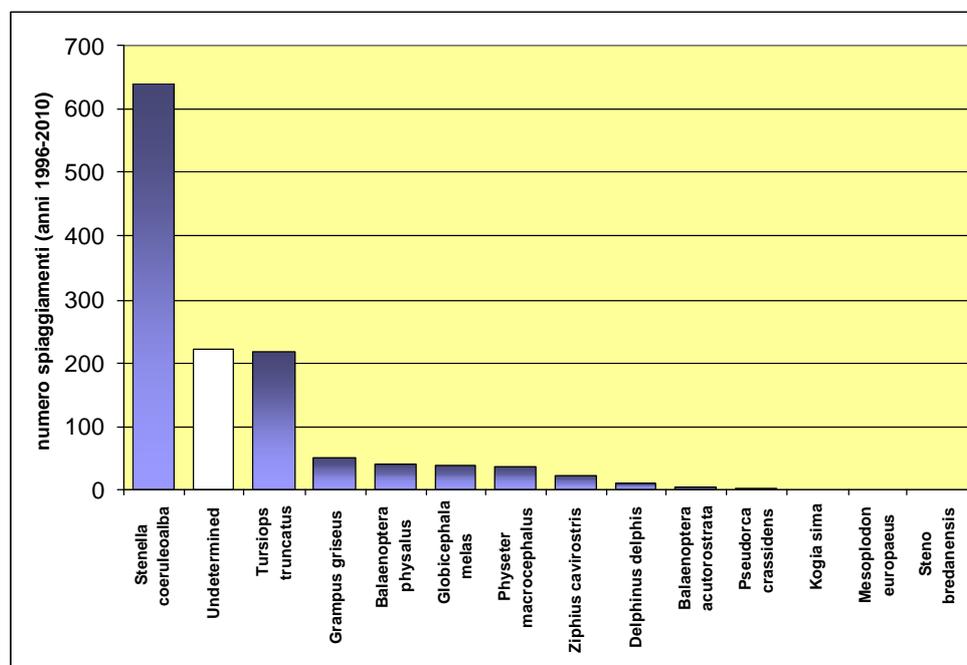
Similmente si può prevedere di integrare i dati di clorofilla, temperatura e ossigeno costieri con i parametri fisici superficiali derivati dai dati satellitari del Lamma.

Di seguito si analizzano in dettaglio tutti i parametri e si riportano alcune semplici simulazioni grafiche degli attuali spiaggiamenti/avvistamenti di cetacei nel santuario Pelagos e, in dettaglio per la toscana, di cetacei, plancton, alcune prede, competitori, ecc.

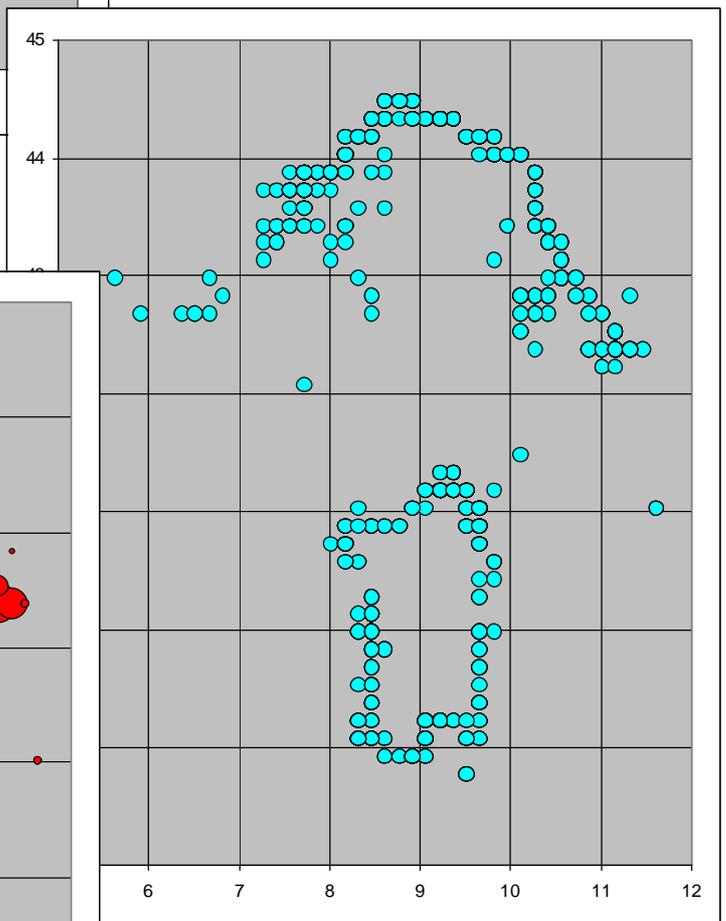
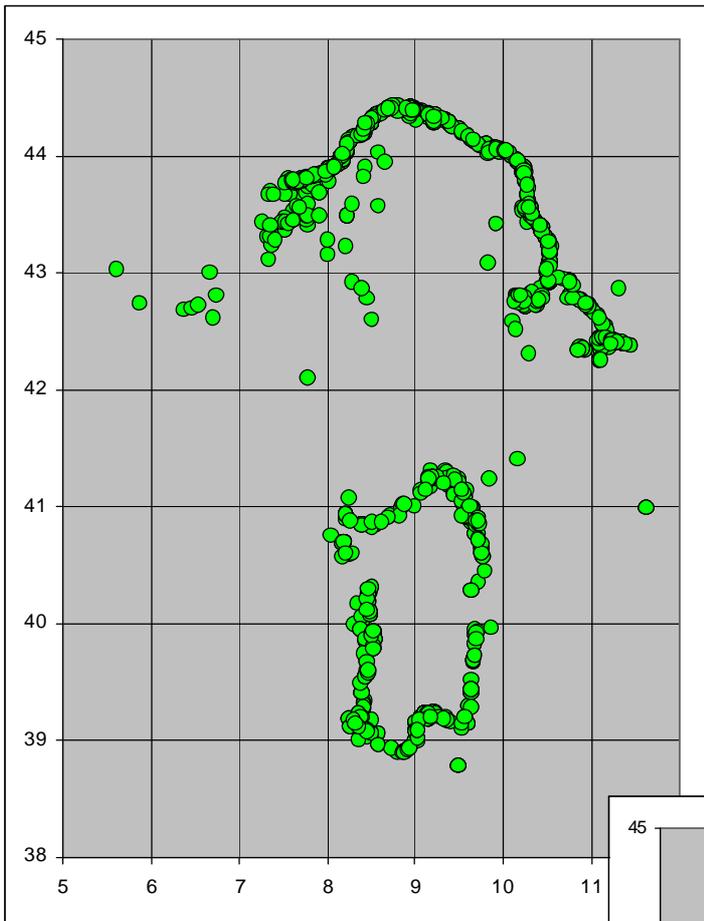
## 1 – 2 Cetacei e Tartarughe

Per i cetacei e le tartarughe spiaggiati estratti dalla Banca Dati Spiaggiamenti nazionale ([www-3.unipv.it/cibra/spiaggiamenti](http://www-3.unipv.it/cibra/spiaggiamenti)), le 14 specie (tra cui il gruppo di indeterminati) e i 1704 di individui inseriti sono riassunti nella seguente tabella. Poiché in molti casi le coordinate erano nominali, riferite a una determinata località, e coincidenti è stato inserito un random noise alla posizione mediamente di 100 m.

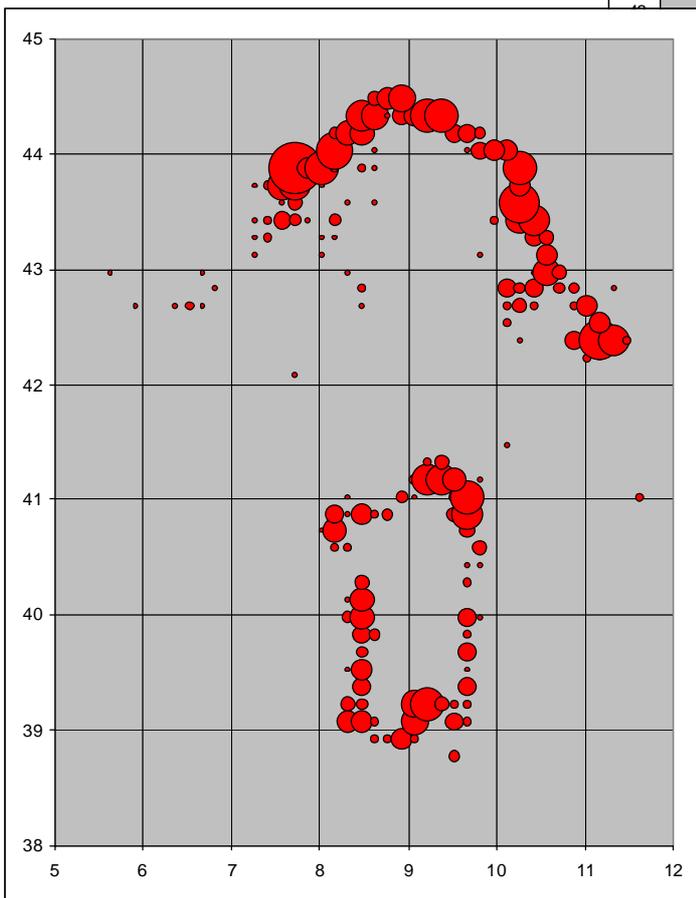
<b>SPECIE spiaggiata</b>	<b>Individui</b>
Balaenoptera acutorostrata	4
Balaenoptera physalus	42
Caretta caretta	388
Chelonia mydas	5
Delphinus delphis	11
Dermodochelys coriacea	7
Globicephala melas	39
Grampus griseus	50
Kogia simus	1
Mesoplodon europaeus	1
Physeter macrocephalus	38
Pseudorca crassidens	2
Stenella coeruleoalba	651
Steno bredanensis	1
Tursiops truncatus	216
Undetermined	224
Ziphius cavirostris	24
<b>Totale complessivo</b>	<b>1704</b>

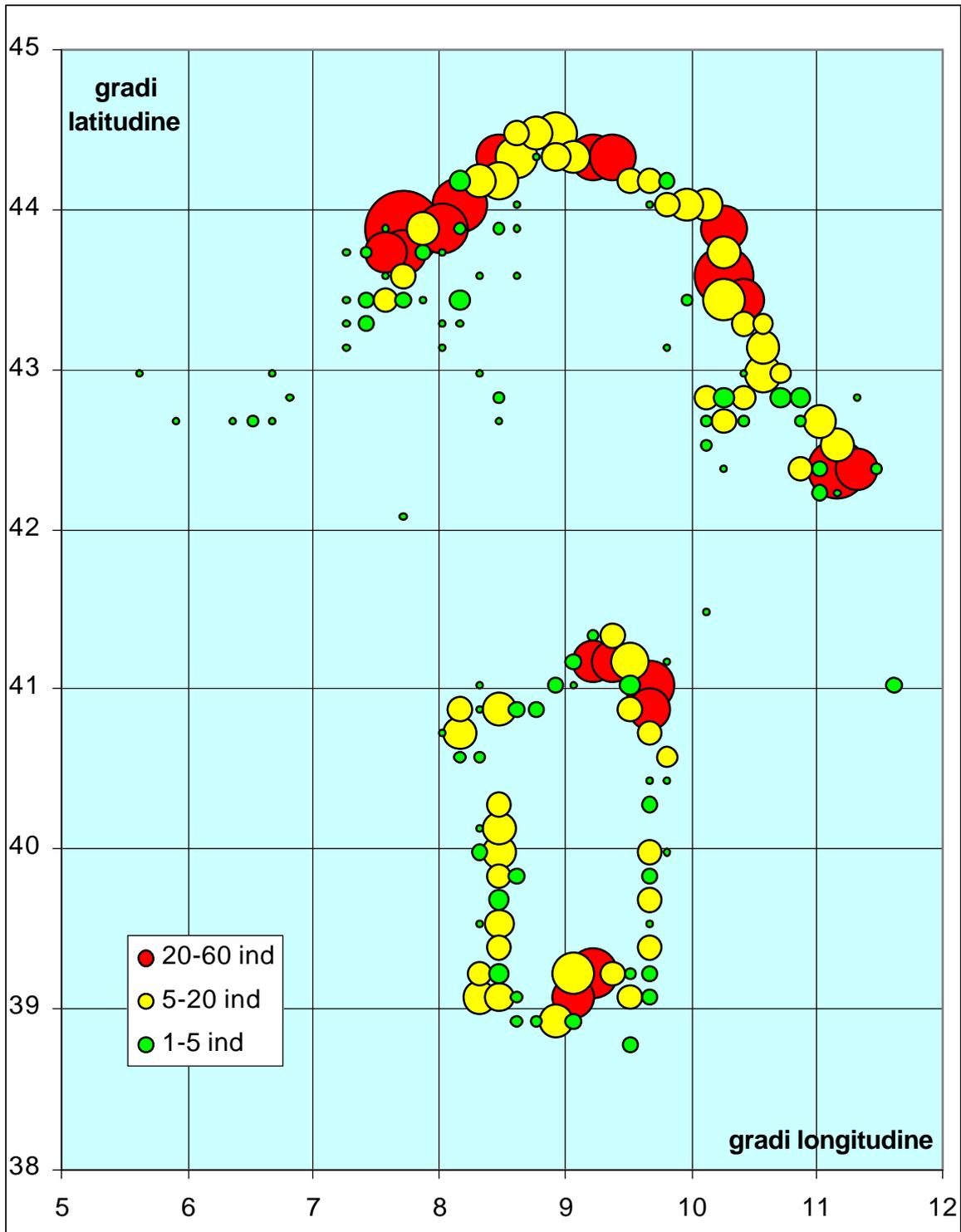


I dati originali sono stati anche raggruppati su una griglia di 0.25 gradi di longitudine e latitudine (circa 20 x 28 km). Nelle cartine seguenti sono riportate alcune elaborazioni complessive, senza suddivisione tra le specie, sia dell'area del santuario, sia della Toscana.

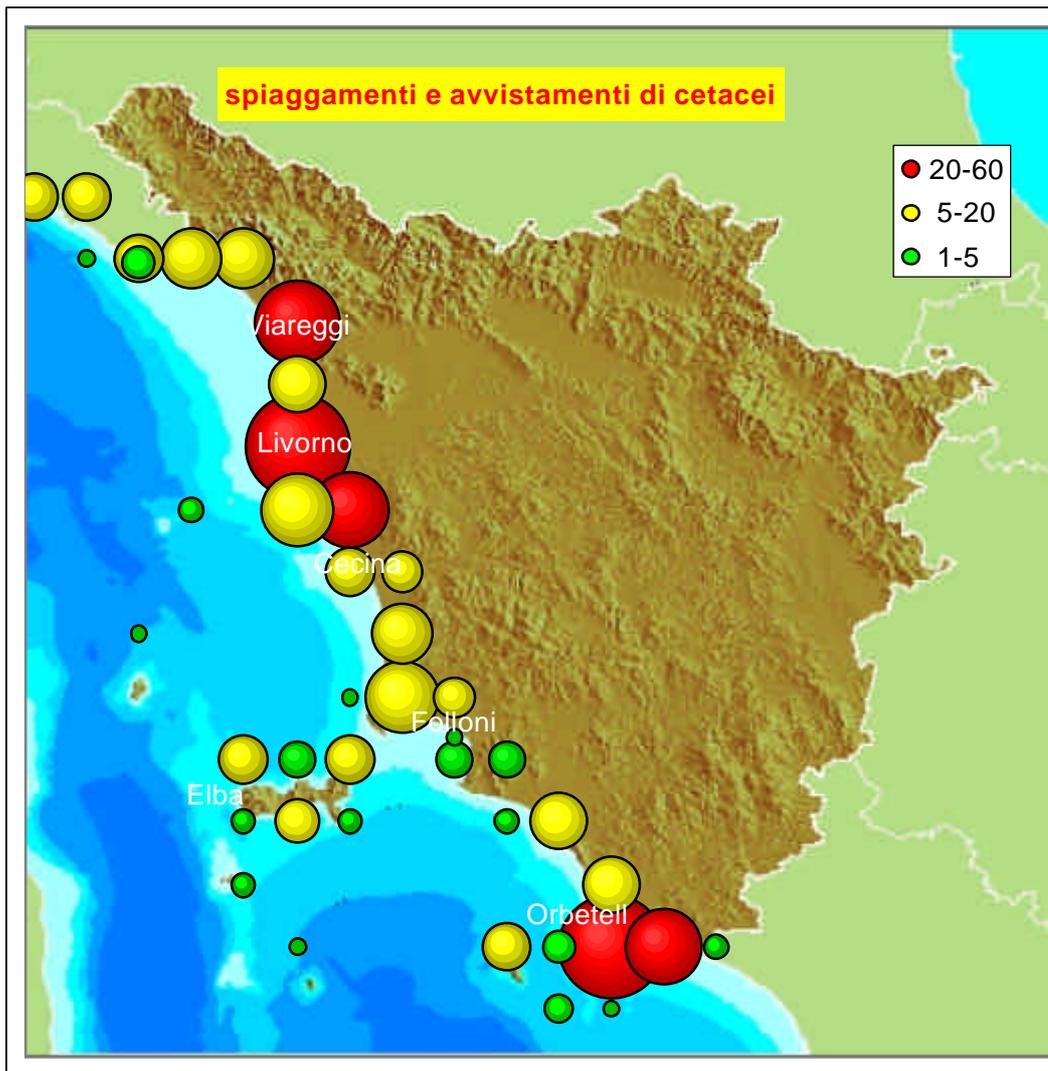


*Fasi del processo di aggregazione dei dati*

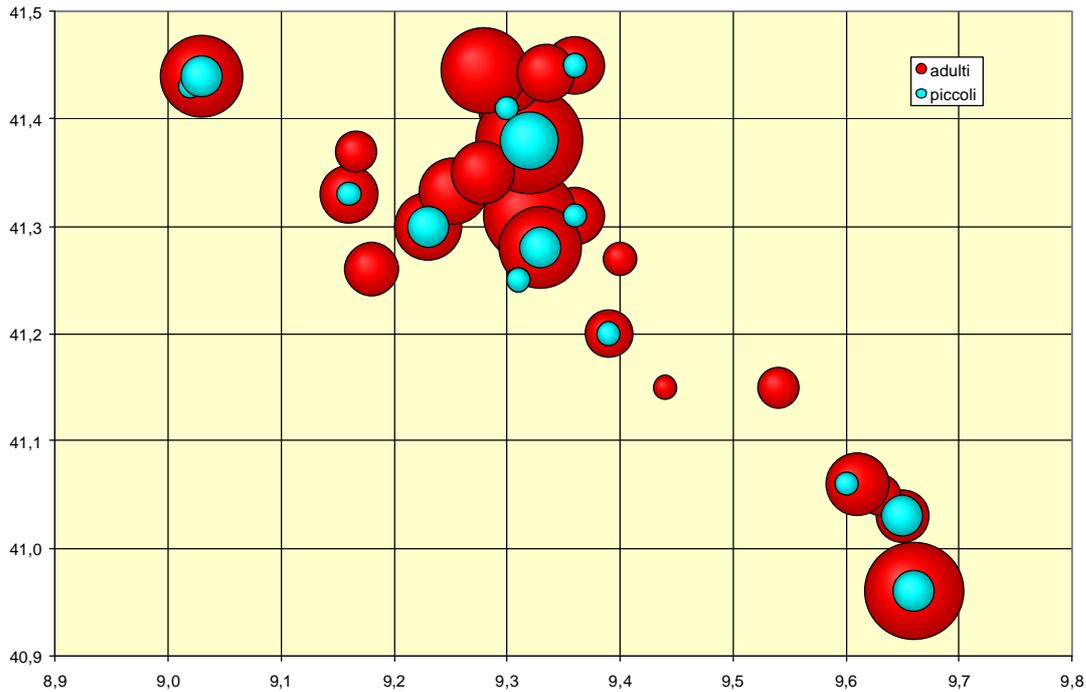




Da una elaborazione preliminare è evidente che gli spiaggiamenti di cetacei si concentrano in alcune zone particolari (Tolone, Portofino, Versilia, Argentario, Olbia, Cagliari) ed occorre indagare più approfonditamente l'eventuale correlazione di ciò con la presenza di nutrienti, plancton, prede, pesca, frequentazioni antropiche, ecc., anche in relazione alle diverse specie.



Un ulteriore tabella riguarda invece gli avvistamenti, che per ora si limita a contenere 224 individui di tursiope localizzati nell'area delle Bocche di Bonifacio durante 30 crociere condotte dal febbraio 2009 e agosto 2010: un esempio di localizzazione di giovani e adulti è figurato nello schema seguente (assi in WGS84). Altre campagne di acquisizione sono comunque tuttora in corso ed è prevedibile che questo set di dati sarà estremamente ampliato.

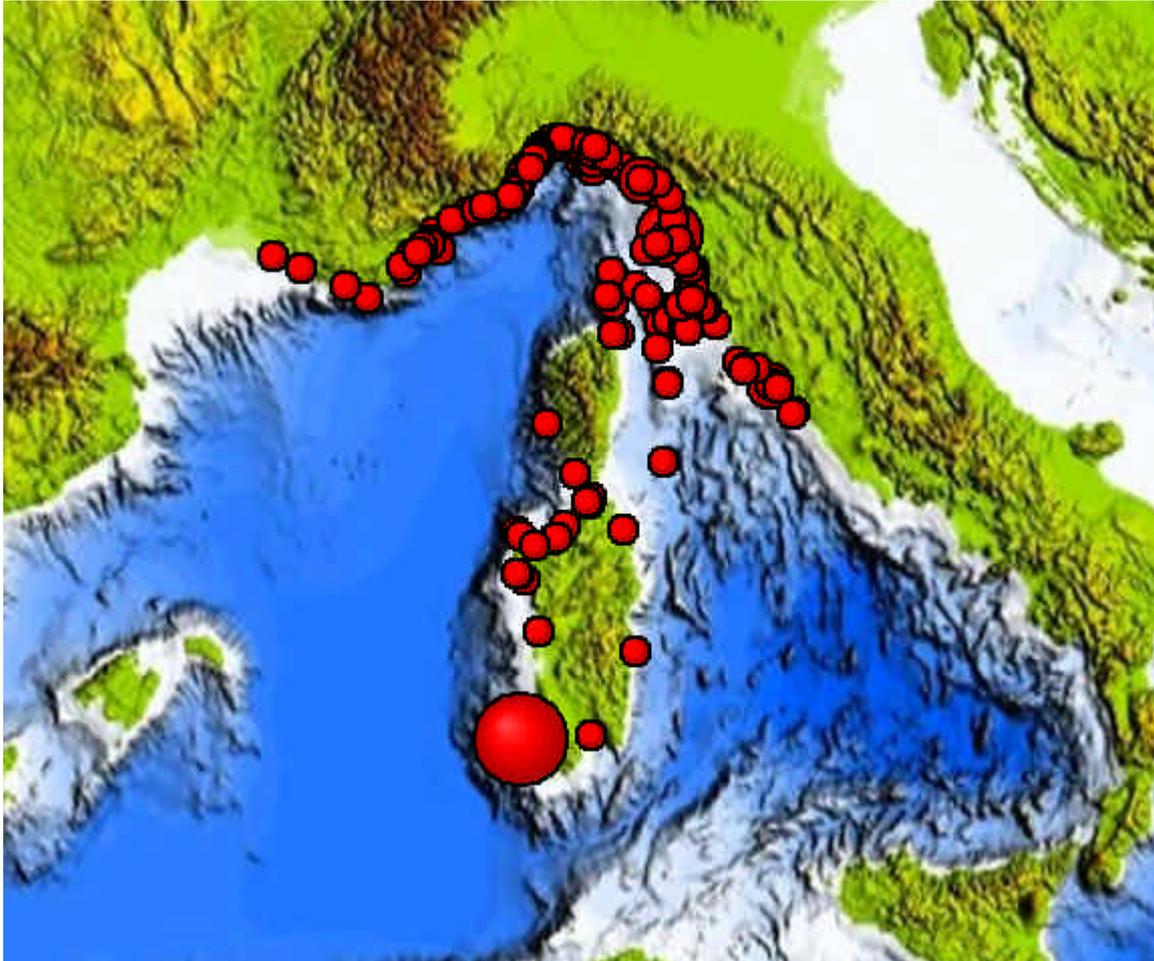


### 3 - Squali

Cinque specie di elasmobranchi ( 4 squali e 1 manta ) sono stati inseriti in quanto importanti competitori dei cetacei. I dati delle catture, spiaggiamenti o avvistamenti provengono dall'archivio Medlem ([www.arpat.toscana.it/progetti/medlem](http://www.arpat.toscana.it/progetti/medlem) ) e sono relativi 346 individui segnalati dal 1666 (a Livorno! ) fino al 2010. Specie e localizzazione sono rappresentati in tabella e carta seguenti.

Come per i cetacei è stato inserito un random noise di 0.002 gradi (circa 100 m) sulla localizzazione per evitare le coincidenze spaziali.

<i>Alopias vulpinus</i> (Bonnatere, 1788)	44
<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758)	47
<i>Cetorhinus maximus</i> (Gunnerus, 1765)	213
<i>Isurus oxyrinchus</i> Rafinesque, 1810	18
<i>Mobula mobular</i> (Bonnatere, 1788)	24
<b>totale records</b>	<b>346</b>



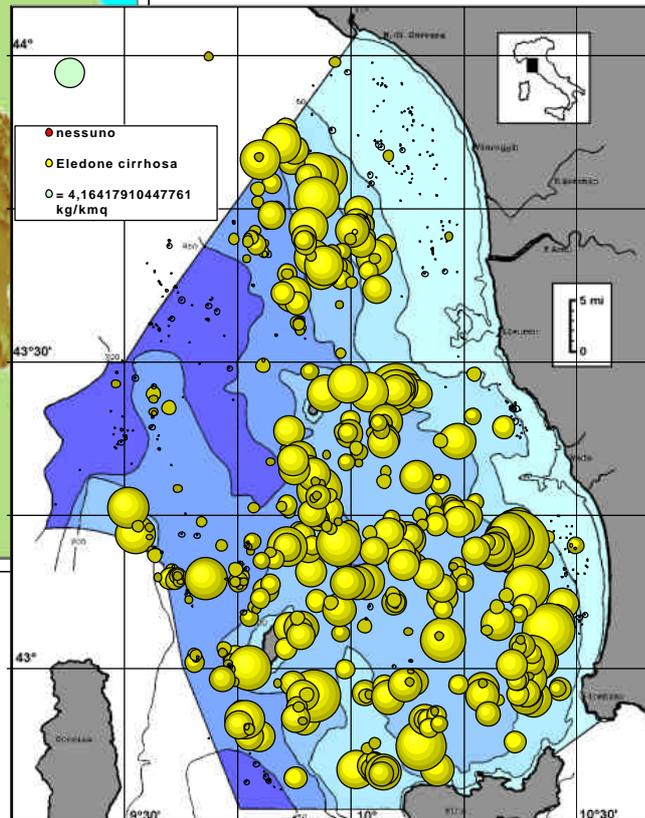
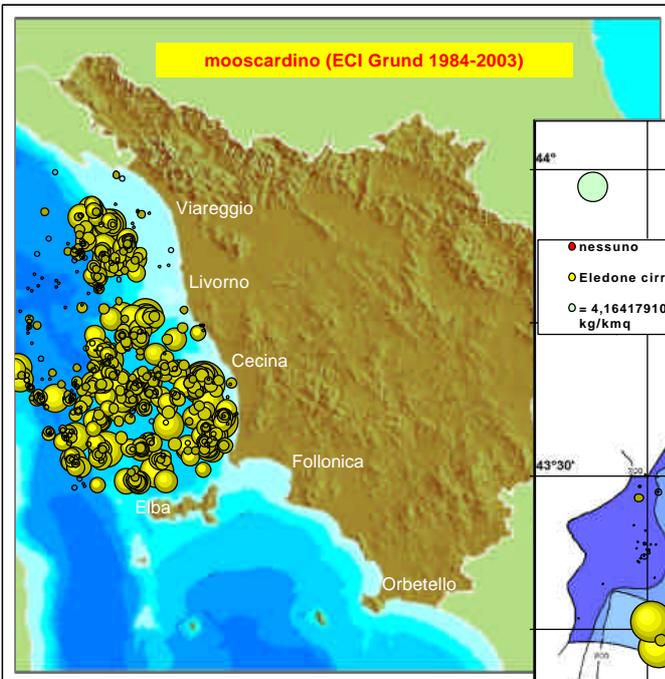
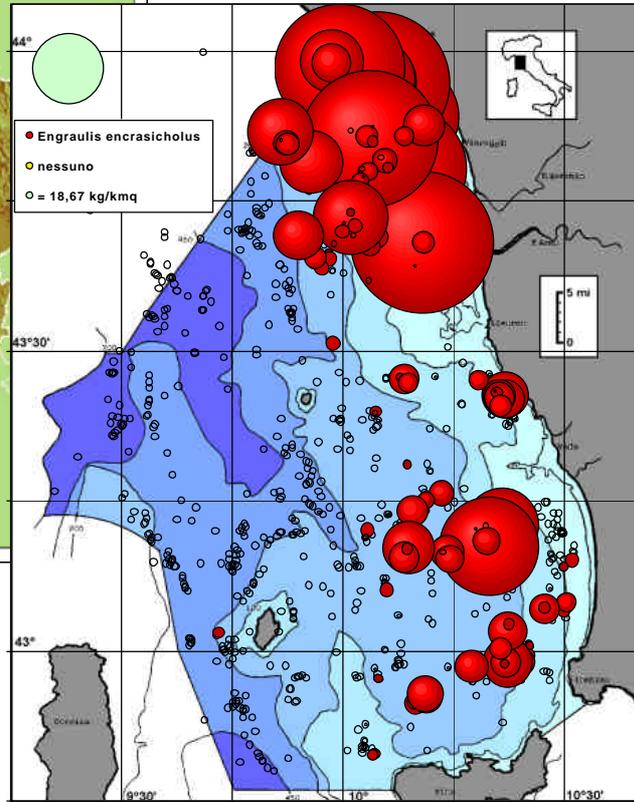
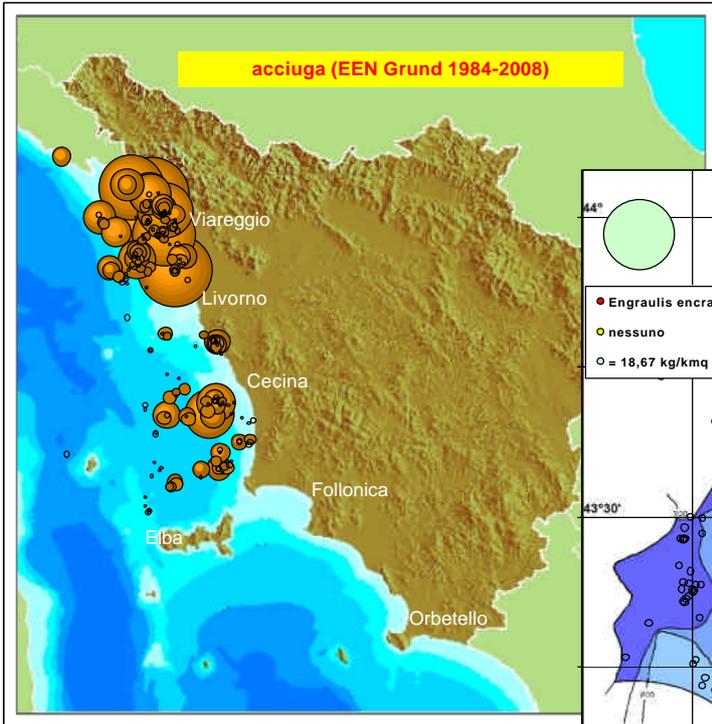
#### **4 - Pesci preda**

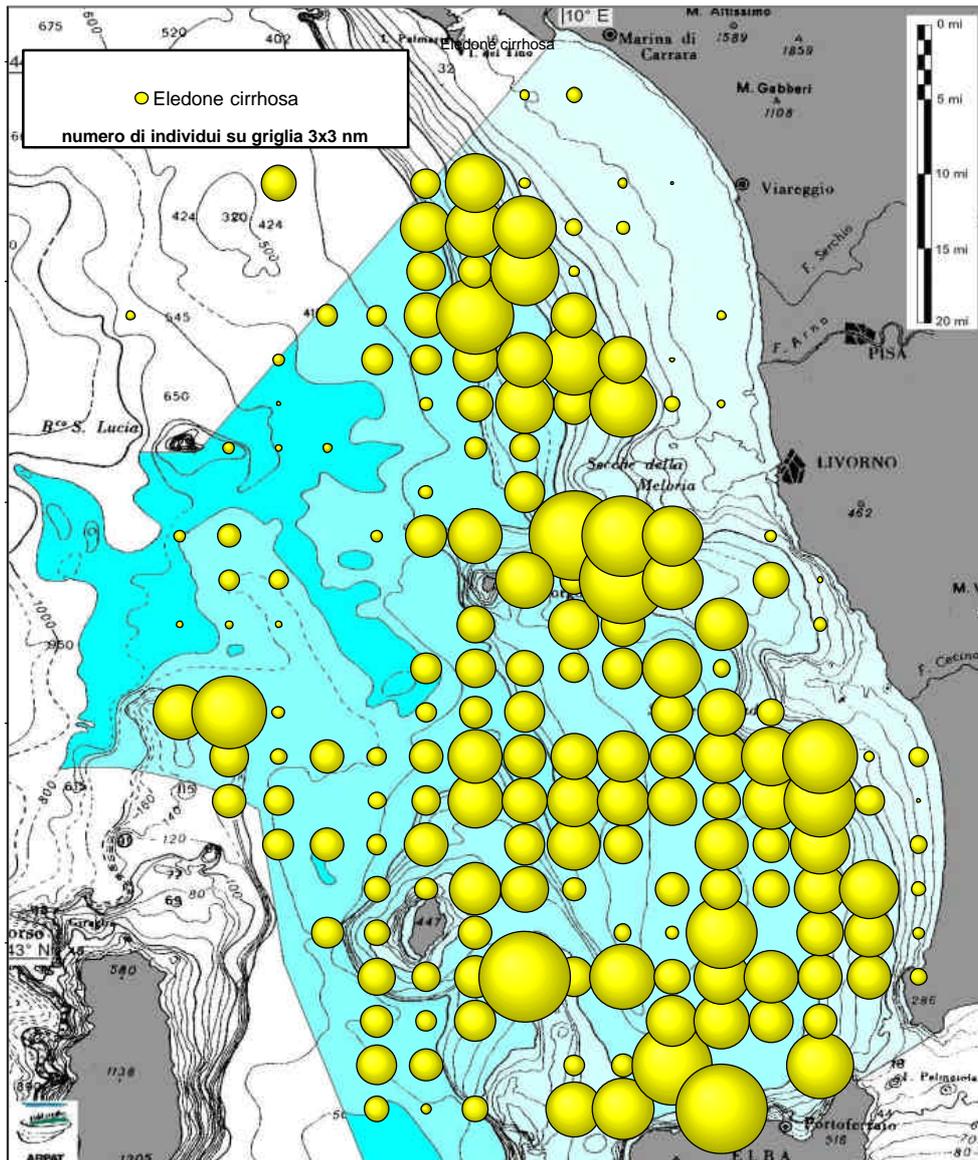
Dall'archivio Biomart, elaborato da Arpat per la Regione Toscana, sono state estratte 32 specie che sono certamente predate dai cetacei, elencati nella successiva tabella.

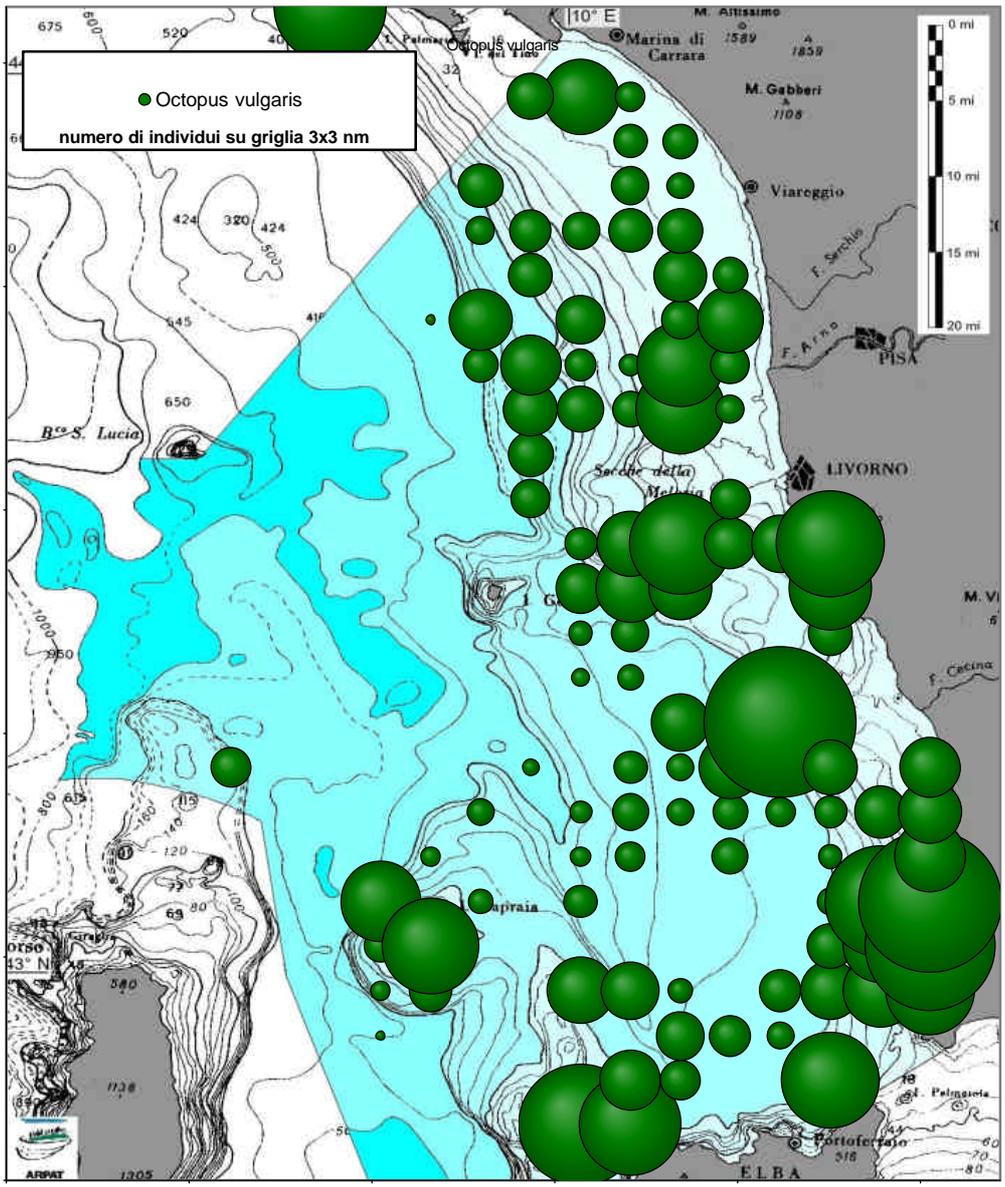
L'informazione sulla loro abbondanza (numero di individui per kmq) proviene da circa 900 rilevamenti in campagne scientifiche di pesca condotte dal 1984 al 2004, che sono stati interpolati su una griglia di 3x3 miglia nautiche.

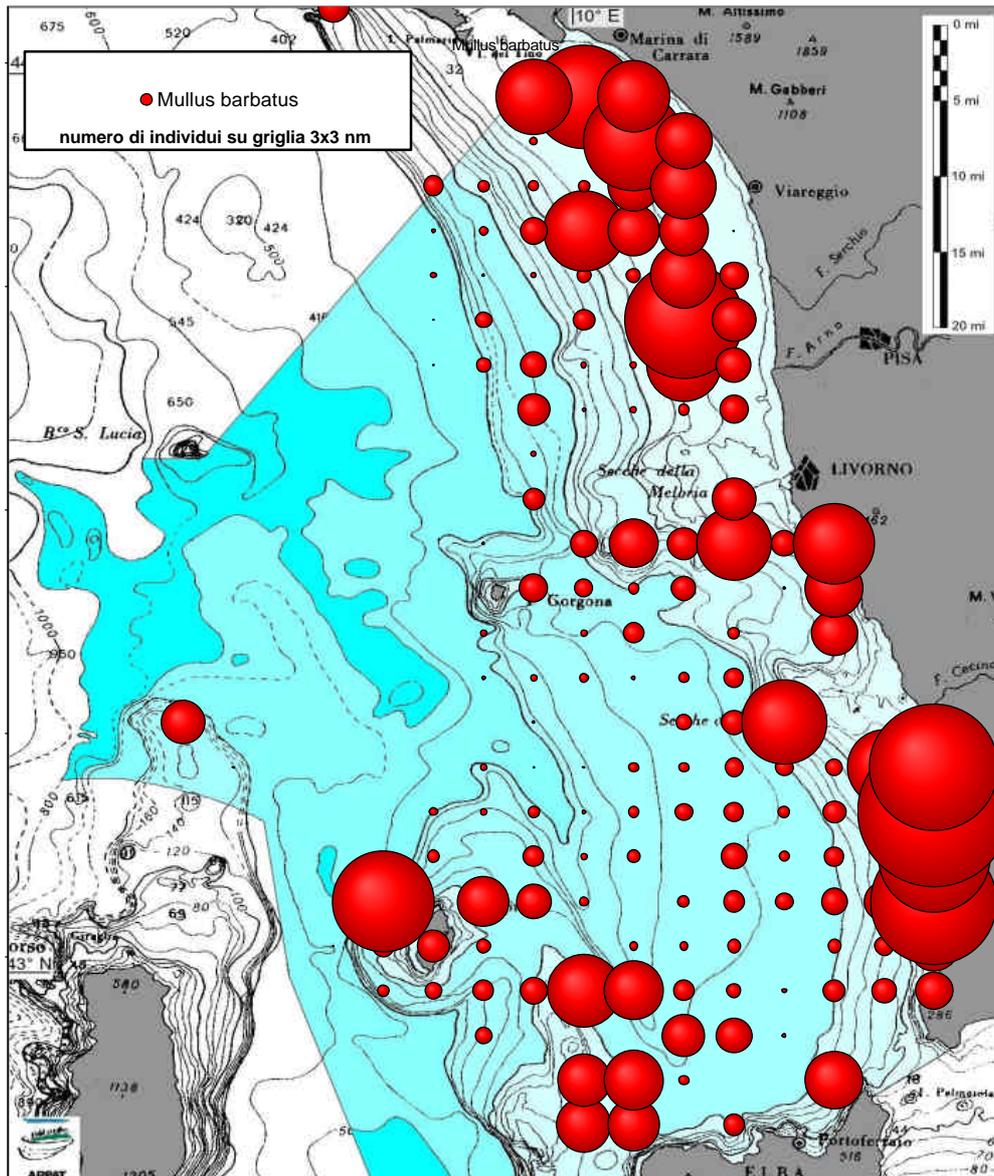
Seguono vari esempi di cartografia dell'abbondanza di alcune specie.

1	<i>Argentina sphyraena</i>	<b>ASP</b>
2	<i>Boops boops</i>	<b>BBO</b>
3	<i>Conger conger</i>	<b>CCO</b>
4	<i>Diplodus annularis</i>	<b>DAN</b>
5	<i>Eledone cirrhosa</i>	<b>ECI</b>
6	<i>Engraulis encrasicolus</i>	<b>EEN</b>
7	<i>Gadiculus argenteus</i>	<b>GAR</b>
8	<i>Gobius niger</i>	<b>GNI</b>
9	<i>Illex coindetii</i>	<b>ICO</b>
10	<i>Lampanyctus crocodilus</i>	<b>LCR</b>
11	<i>Lesuerigobius friesii</i>	<b>LFR</b>
12	<i>Liza ramada</i>	<b>LRA</b>
13	<i>Lesuerigobius sueri</i>	<b>LSU</b>
14	<i>Loligo vulgaris</i>	<b>LVU</b>
15	<i>Mullus barbatus</i>	<b>MBA</b>
16	<i>Merluccius merluccius</i>	<b>MME</b>
17	<i>Micromesistius poutassou</i>	<b>MPO</b>
18	<i>Myctophum punctatum</i>	<b>MPU</b>
19	<i>Mullus surmuletus</i>	<b>MSU</b>
20	<i>Octopus vulgaris</i>	<b>OVU</b>
21	<i>Pagellus erythrinus</i>	<b>PER</b>
22	<i>Parapenaeus longirostris</i>	<b>PLO</b>
23	<i>Serranus cabrilla</i>	<b>SCB</b>
24	<i>Spicara flexuosa</i>	<b>SFL</b>
25	<i>Symphurus nigrescens</i>	<b>SNI</b>
26	<i>Sardina pichardus</i>	<b>SPI</b>
27	<i>Spicara smaris</i>	<b>SSM</b>
28	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	<b>TLU</b>
29	<i>Trachurus mediterraneus</i>	<b>TME</b>
30	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	<b>TNI</b>
31	<i>Todarodes sagittatus</i>	<b>TSA</b>
32	<i>Trachurus trachurus</i>	<b>TTR</b>







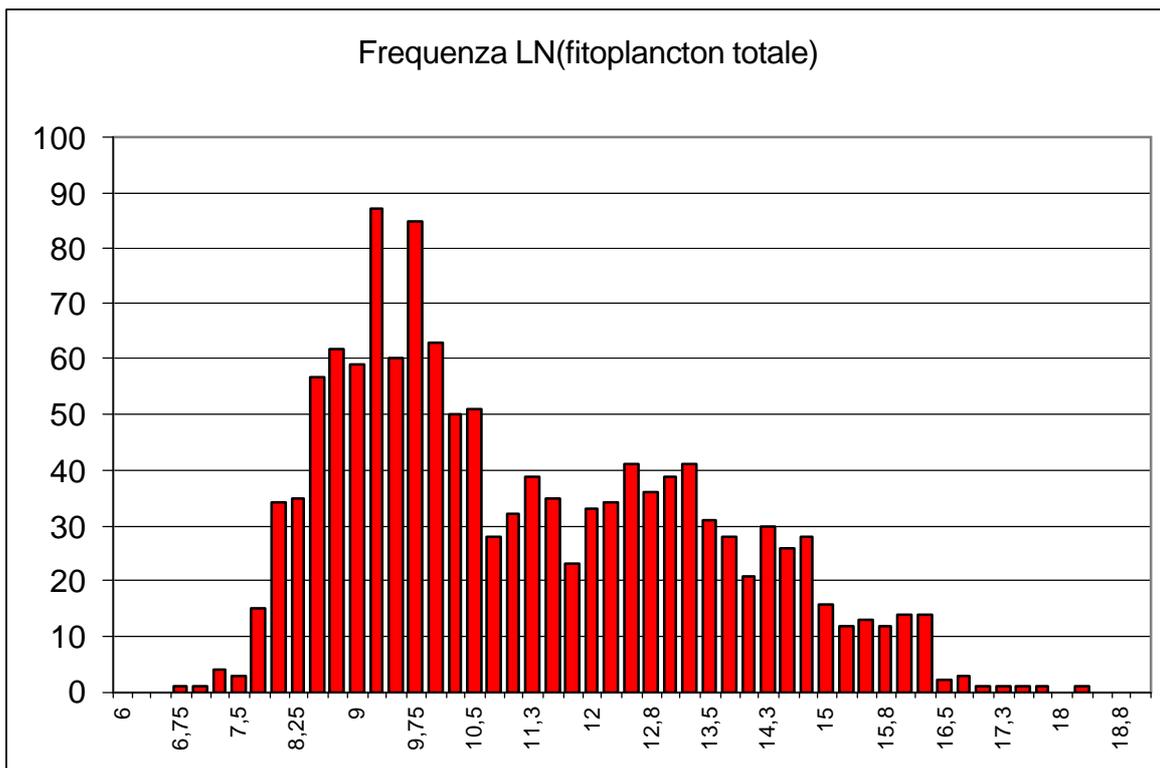


## 5 – Fitoplancton

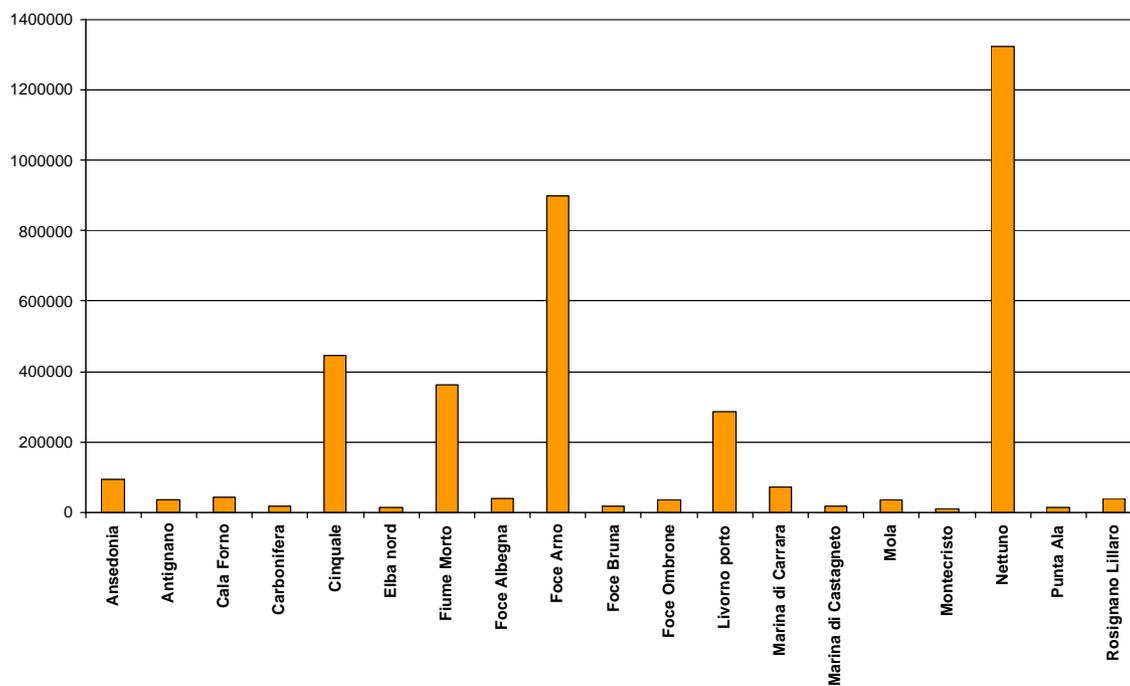
I 1303 dati del fitoplancton provengono dal monitoraggio marino costiero condotto da Arpat nel 2001-2010 in 19 stazioni localizzate lungo la costa toscana.

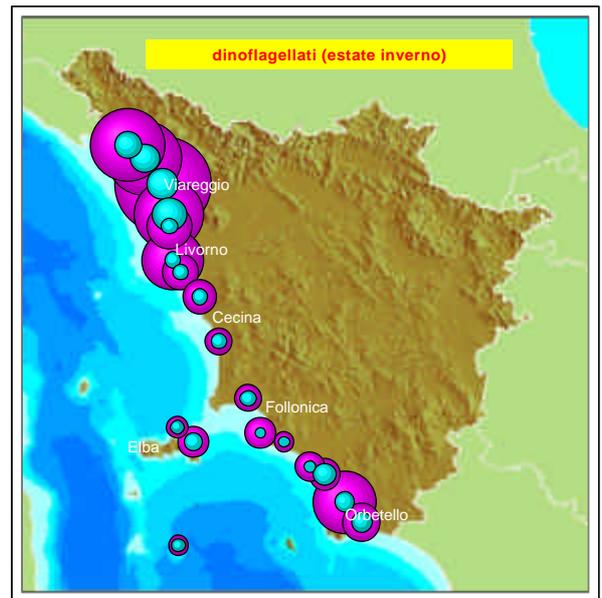
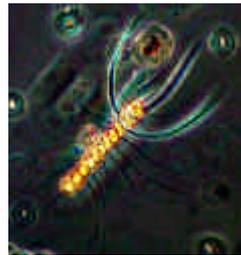
Dalla rappresentazione di frequenza dei dati (figura seguente) si evidenzia che la distribuzione statistica è costituita da due lognormali (Poisson), ovviamente relative al periodo estivo e invernale.

Pertanto tutte le elaborazioni sono state condotte utilizzando la media geometrica anziché quella aritmetica.



Le 57 concentrazioni medie di fitoplancton, espresse in numero di cellule per litro variano da qualche migliaia a oltre un milione di cellule per litro. Nelle figure seguenti alcune rappresentazioni relative ai due semestri del fitoplancton totale, delle diatomee (che costituiscono il 58% del fitoplancton) e dei dinoflagellati.

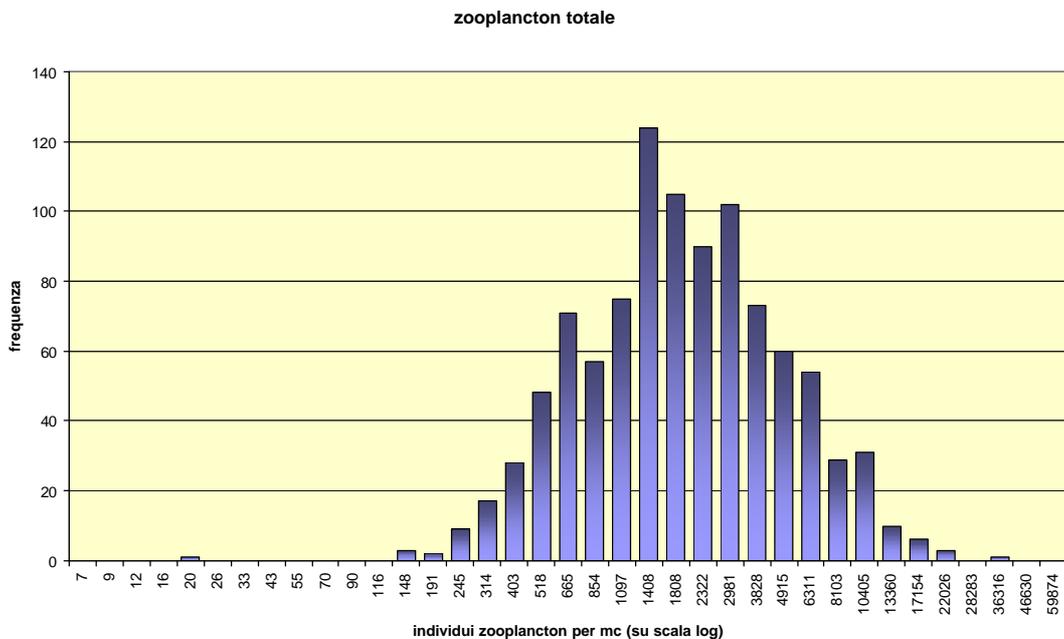




## 6 – Zooplancton

I 998 dati dello zooplancton provengono dal monitoraggio marino costiero condotto da Arpat nel 2001-2010 in 17 stazioni localizzate lungo la costa toscana.

Dalla rappresentazione di frequenza dei dati (figura seguente) si evidenzia che la distribuzione statistica è lognormale (Poisson) e pertanto tutte le elaborazioni sono state condotte utilizzando la media geometrica anziché quella aritmetica.



Le 34 concentrazioni medie di zooplancton, espresse in numero di individui per metro cubo variano da 300 a 6000. Nelle figure seguenti alcune rappresentazioni relative ai due semestri dello zooplancton totale, dei copepodi (che costituiscono il 69% dello zooplancton) e dei cladoceri.





## 7 – 8 – 9 Nutrienti, clorofilla, temperatura e ossigeno

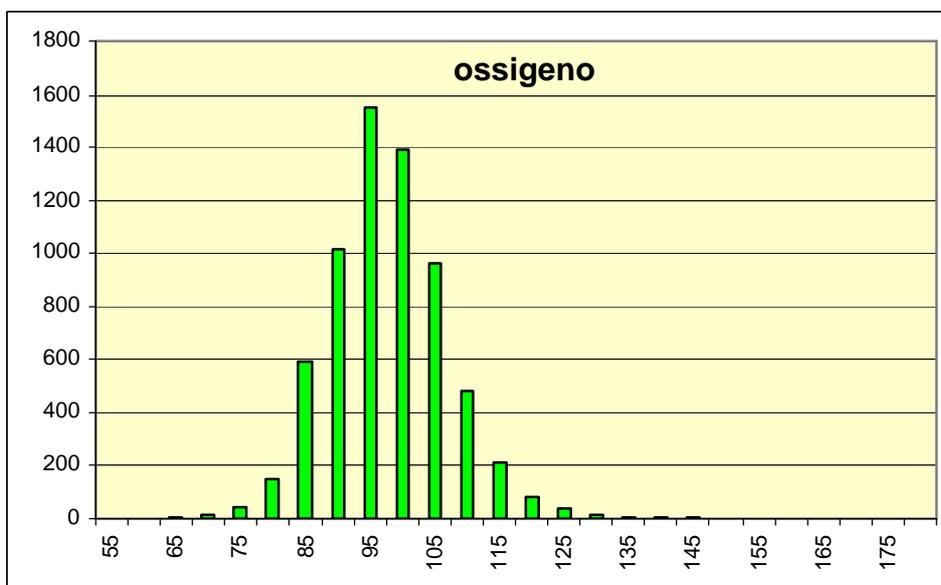
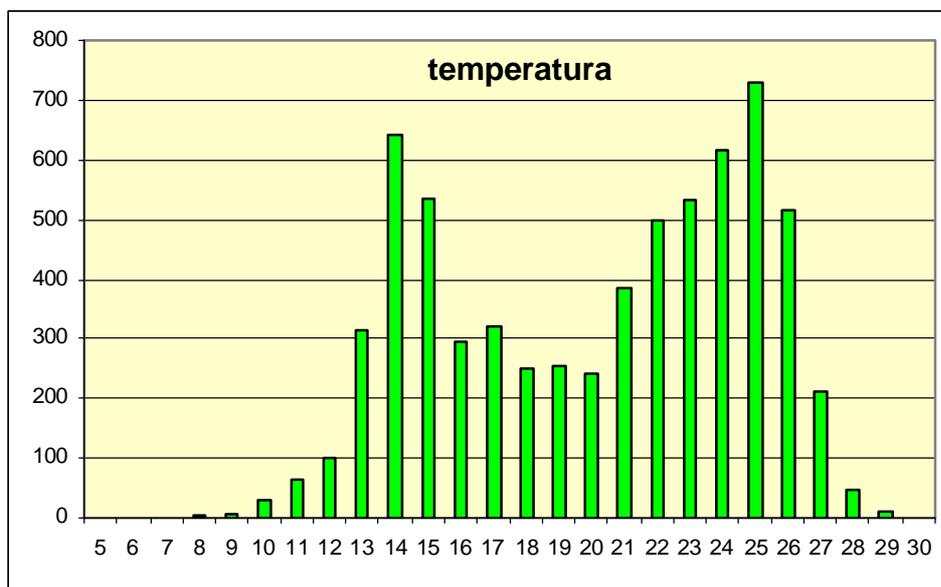
I circa 30000 dati chimico-fisici provengono dal monitoraggio marino costiero condotto da Arpat dal 1997 al 2010 in 54 stazioni localizzate lungo la costa toscana (vedi mappa seguente ed elenco da nord a sud). Ogni stazione è costituita da un transetto di tre punti che sono stati mediati tra loro, così come è stato fatto tra gli anni.

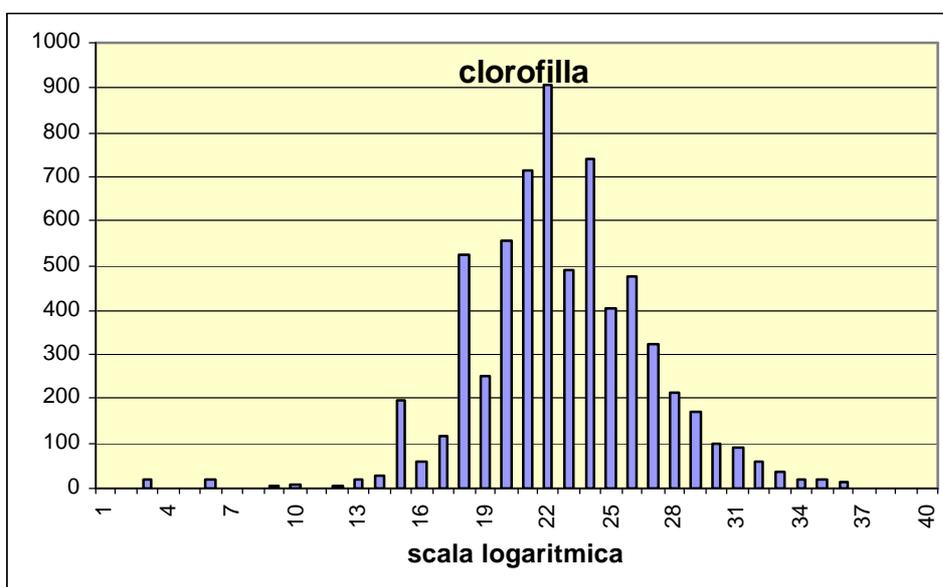
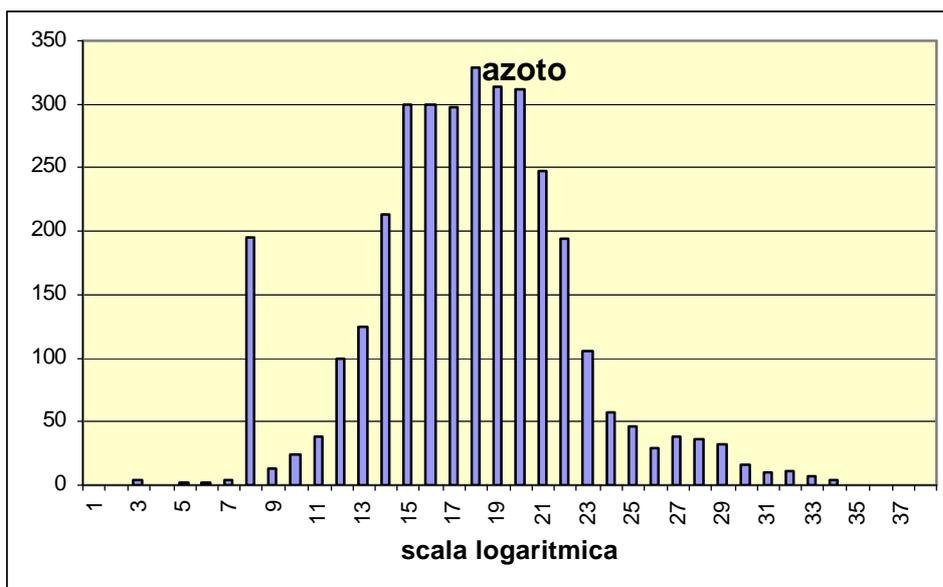


<b>Toponimi</b>	<b>LON Est</b>	<b>LAT Nord</b>
Marina di Carrara	10,04430	44,08798
Carrione	10,04355	44,01966
Cinquale	10,12703	43,96752
Motrone	10,19253	43,90771
Nettuno	10,22272	43,86021
Foce Serchio	10,24880	43,78333
Fiume Morto	10,25824	43,73439
Foce Arno	10,25442	43,68034
Tirrenia	10,26737	43,62789
Livorno Boa Luminosa	10,27187	43,53955
Livorno	10,27988	43,53445
Antignano	10,31605	43,48028
Rosignano Chioma	10,37273	43,44374
Rosignano Lillatro	10,41776	43,37796
Cecina	10,47064	43,29075
Marina di Castagneto	10,52243	43,18698
San Vincenzo	10,51708	43,10415
Baratti	10,50419	42,99418
Fosso alle Canne	10,48384	42,94926
Torre del Sale	10,60525	42,93871
Carbonifera	10,67670	42,93550
Piombino Porto	10,56780	42,92705
Follonica Gora	10,74618	42,90816
Fiumara	10,76557	42,88230
Cavo	10,42941	42,86103
Elba Nord (Rif.)	10,30982	42,82995
Hidalgo	10,73044	42,81797
S. Andrea	10,14366	42,81015
Portoferraio	10,33403	42,80561
Golfo di Procchio	10,24169	42,79353
Punta Ala	10,51238	42,78725
Mola (Elba)	10,39925	42,76048
Porto Azzurro	10,39429	42,75898
Golfo Stella	10,33848	42,75778
Chiessi	10,10930	42,75466
Foce Bruna	10,86582	42,74950
Golfo di Campo	10,24235	42,74385
Punta Rossa	10,41000	42,71185
Fosso San Rocco	10,96801	42,70534
Foce Ombrone	10,99688	42,64581
Cala di Forno	10,40183	42,61893
Poggio dell'Uccellina	11,07051	42,61717
Formiche	10,91660	42,55080
Spiaggia Fertilia	11,14523	42,54728
Foce Albegna	11,17257	42,50121
Porto Santo Stefano	11,11036	42,45056
Ansedonia	11,26915	42,40262
Lago di Burano	11,37638	42,38102
Isola Rossa	11,12304	42,37908
Giglio	10,87960	42,37430
Cala Galera	11,22386	42,36374
Montecristo	10,31674	42,30905
Giannutri	11,01060	42,26160
Bianco (Elba)	10,85330	42,23000

Dalla dall'analisi di frequenza dei dati (esempi belle figurr seguenti) si evidenzia che la distribuzione statistica è talvolta normale (Gaussiana) e talvolta lognormale (Poisson), come riassunto in tabella, nel caso della clorofilla e dei nutrienti, pertanto le elaborazioni sono state condotte utilizzando la media geometrica anziché quella aritmetica.

PARAMETRO	UDM	DISTRIBUZIONE	DATI
Azoto totale	µmoli/L	<i>Poisson</i>	3410
Clorofilla "a"	microgrammi per Litro	<i>Poisson</i>	6582
Fosforo totale	µmoli/L	<i>Poisson</i>	6380
Ossigeno disciolto mis, 1	% saturazione	<i>Gaussiana</i>	6603
Temperatura dell'acqua	gradi centigradi	<i>2 Gaussiane</i>	6607
			<b>29582</b>

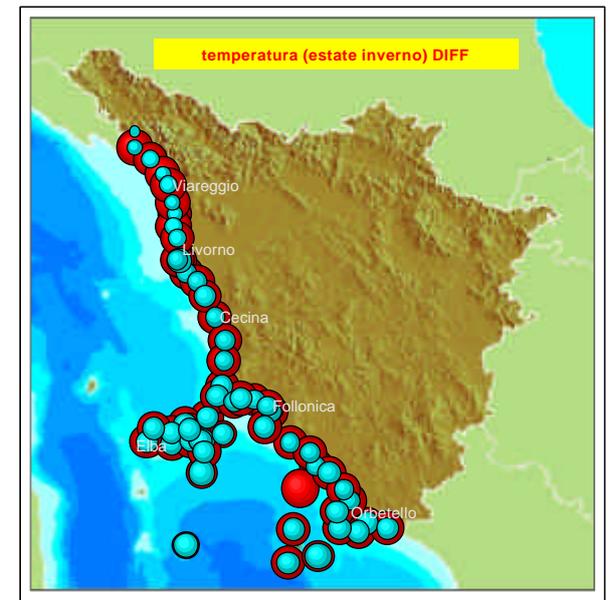
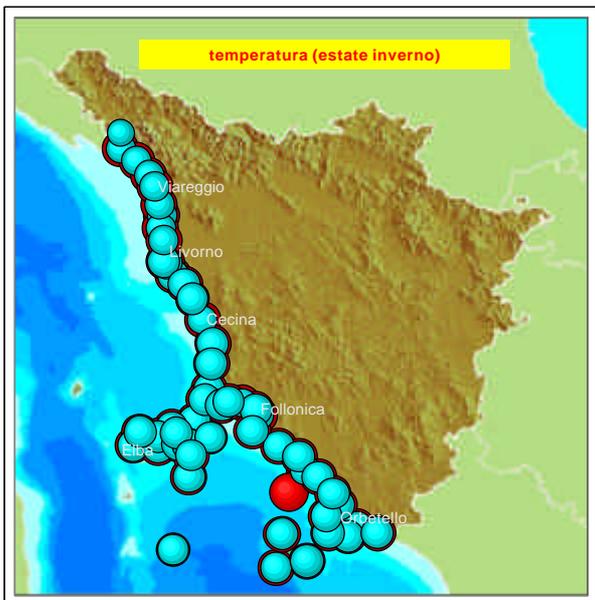
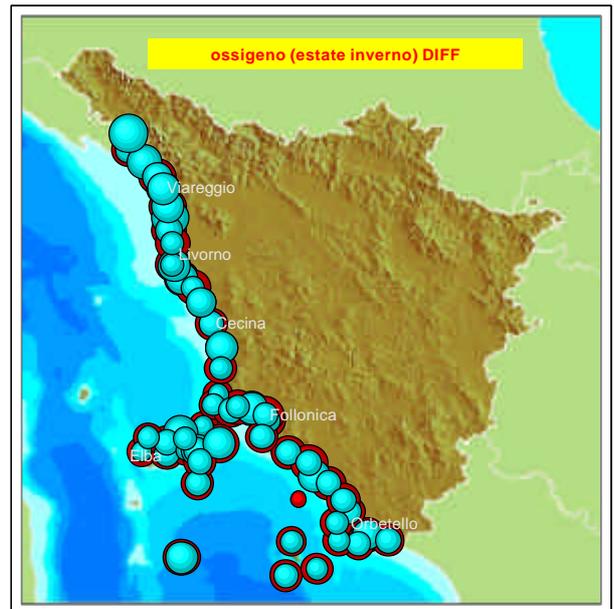
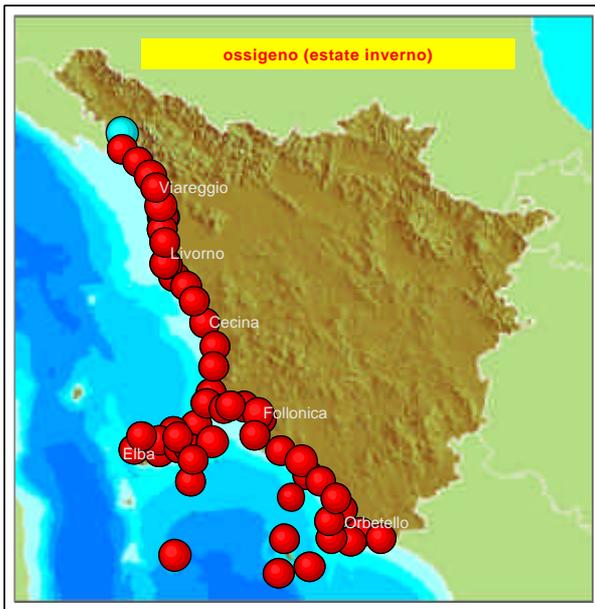




Per azoto e fosforo nei casi la concentrazione fosse sotto il limite di rilevamento strumentale è stato assegnato un valore pari a  $\frac{1}{2}$  della soglia (es. quando azoto totale  $< 0,36$  viene assegnato  $0,18$ ).

Le percentuali di saturazione medie dell'ossigeno risultano di  $95,9\%$  in estate e di  $91,0\%$  in inverno, senza evidenti differenze tra le stazioni.

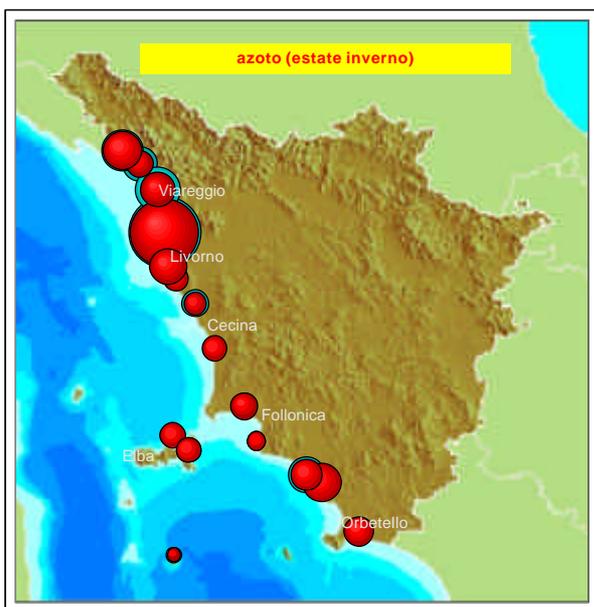
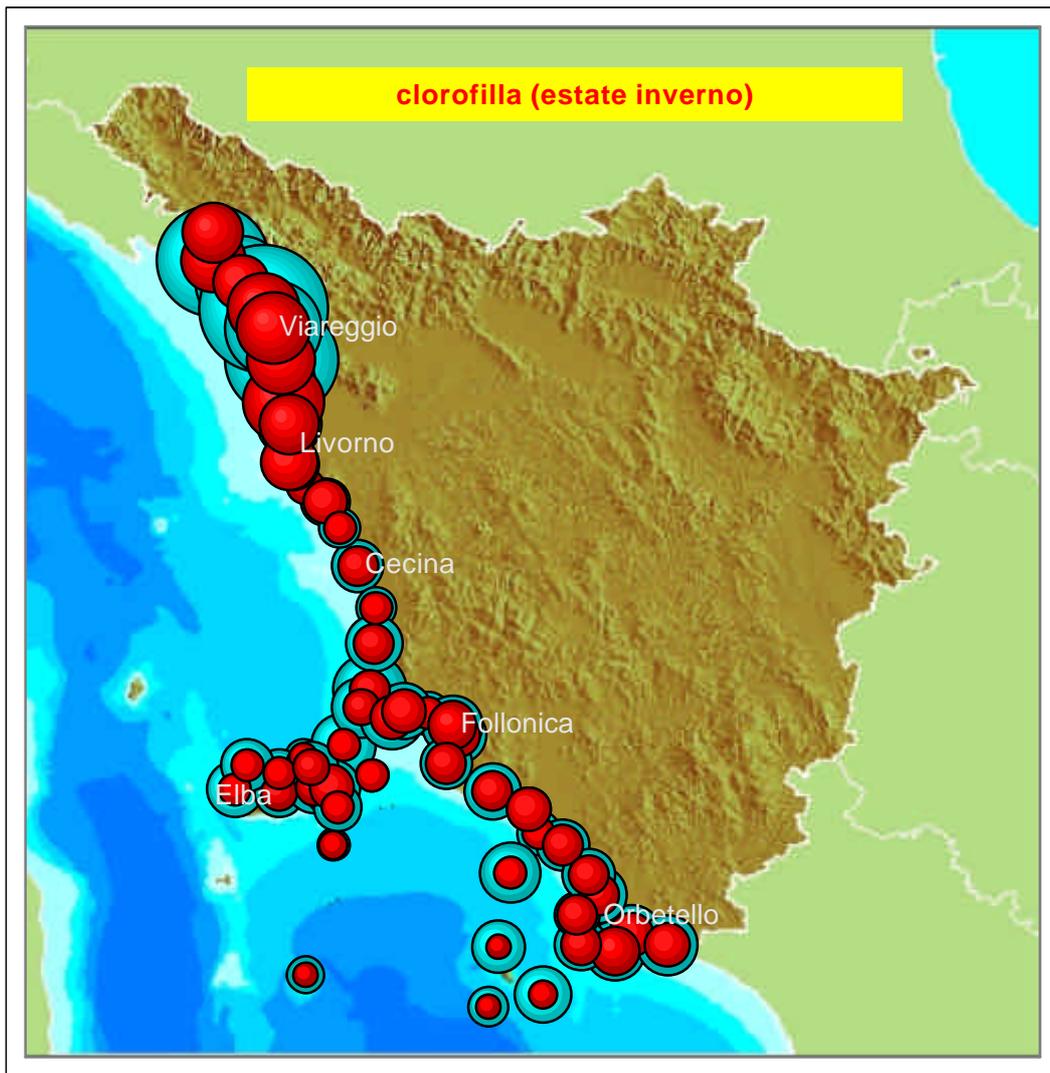
Similmente, le temperature medie risultano di  $22,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  in estate e di  $16,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  in inverno, senza grandi variazioni lungo la costa. Per evidenziare meglio le differenze stagionali si è provato a rappresentare i valori ridotti di  $-80\%$  e  $-12$ , ma comunque rimane una notevole uniformità.



Le concentrazioni medie di clorofilla risultano di 0,58 microgrammi per litro in estate e di 1,05 microgrammi per litro in inverno, con abbondanze maggiori lungo la Versilia, soprattutto in inverno.

Simile è la distribuzione dell'azoto totale: le concentrazioni medie risultano di 9,3 micromoli per litro in estate e di 10,4 micromoli per litro in inverno, con abbondanze maggiori lungo la Versilia.

Più uniforme è invece la distribuzione del fosforo totale: le concentrazioni medie risultano di 0,352 micromoli per litro in estate e di 0,366 micromoli per litro in inverno.

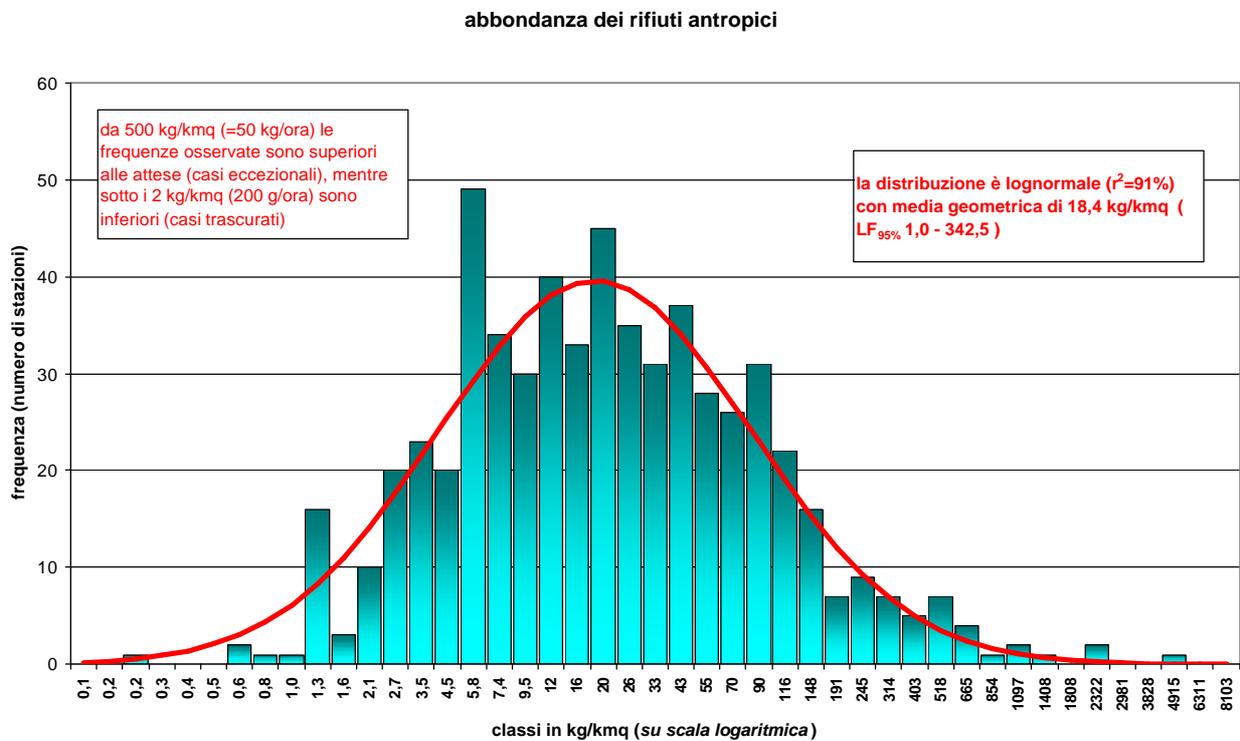


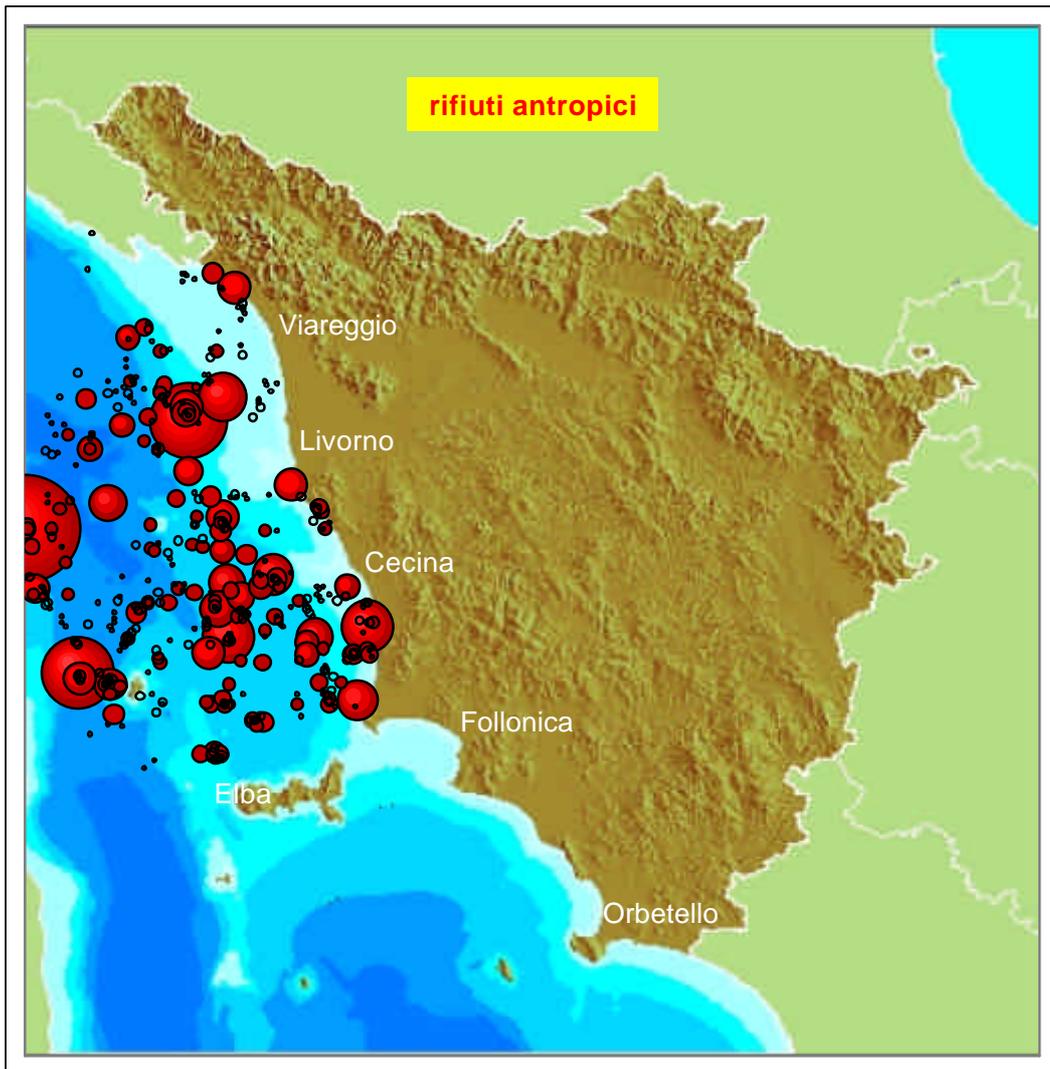
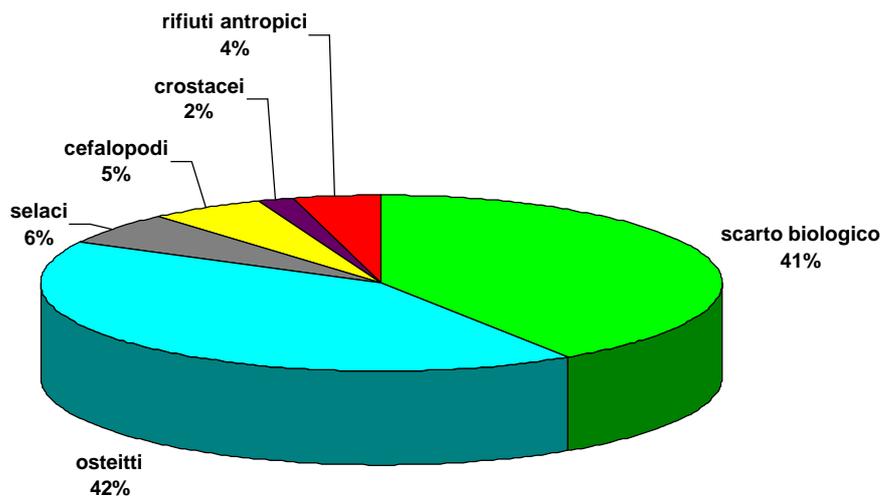
## 10 – Rifiuti antropici

I circa 600 dati dei rifiuti antropici derivano da oltre 900 pesche sperimentali realizzate con il programma di valutazione delle risorse demersali Grund; nelle rimanenti 300 il dato non è stato raccolto o, in pochi casi, i quantitativi erano trascurabili. Mediamente comunque la quantità di rifiuti di origine antropica è intorno a 18 kg per km quadrato e costituiscono il 4% del pescato totale.

I dati da collocare sul sito sono quindi abbondanze puntuali georeferenziate nel punto medio di prelievo (su una superficie di circa 3 miglia nautiche x 15 m).

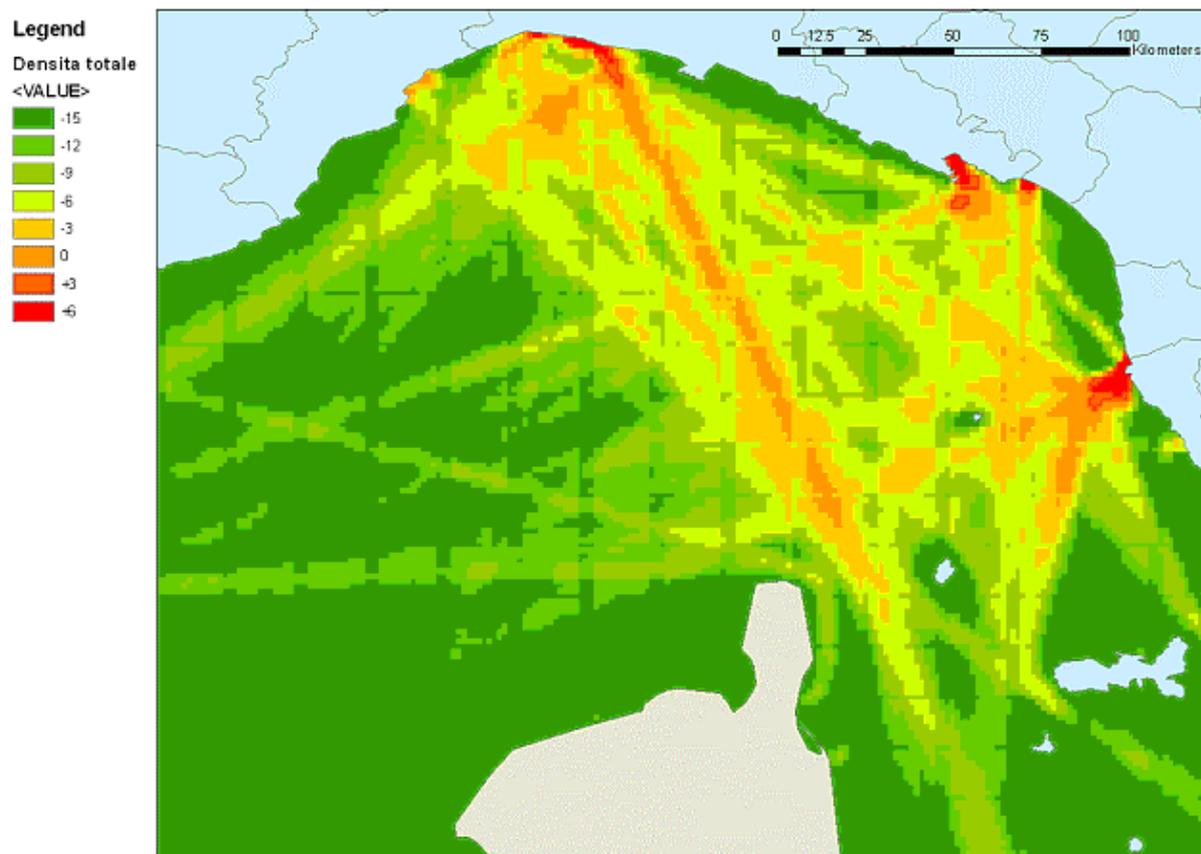
Poiché, come evidenziato da grafico seguente, la distribuzione statistica è lognormale, eventuali interpolazioni o elaborazioni non possono essere lineari.





## 11 – 12 Rumore e traffico marittimo

*(I dati provengono da Momar? Inserire la parte a cura dei fisici: segue un esempio di elaborazione del traffico.)*



Mapa della densità totale del naviglio nell'area di indagine.

# DATABASE GIONHA

Il database è composto dalle seguenti 10 tabelle:

- **aree\_indagine**: contiene le coordinate geografiche (WGS84);
- **lista\_specie**: contiene n° 55 specie (di interesse per il progetto);
- **parametri**: contiene i parametri indagati (temperatura, abbondanza media, livello acustico, O2%, etc.);
- **elaborazioni**: contiene i tipi di elaborazione effettuati sui dati (media aritmetica, media geometrica, etc.);
- **monit\_marino\_costiero**: contiene i dati superficiali relativi al monitoraggio marino costiero (temperatura, azoto totale, fosforo totale, etc.) effettuato da ARPAT nel periodo temporale 1997-2010;
- **campagne\_pesca**: contiene i dati relativi alle campagne di pesca (abbondanza media – num/Kmq) effettuati da ARPAT (fonte progetto BIOMART);
- **segnalazioni**: contiene i dati relativi a 2131 spiaggiamenti e 131 avvistamenti;
- **foto\_segnalazioni**: contiene le foto (in formato .jpg) relative alle segnalazioni. Per ogni segnalazione possono essere presenti zero o più foto (relazione uno-a-molti);
- **rifiuti**: contiene i dati relativi ai rifiuti (fonti ARPAT, CIBM e DIPTERIS);
- **rumore**: contiene i dati di rumore (relativi all'anno 2009).

Lo schema relazionale del database è il seguente:

