

Le collezioni museali naturalistiche come fondamentale risorsa nella ricerca scientifica: distribuzione spazio-temporale dei reperti di grandi vertebrati marini nei musei italiani

MARTINA PASINO*, ALESSIA CARIANI, VALENTINA CROBE, MARIA VITTORIA IACOVELLI, ALEXIA MAZZINI, ENRICO MARIA PERLINI, FAUSTO TINTI*

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, Ravenna, Italia

*Autori per la corrispondenza: martina.pasino2@unibo.it, fausto.tinti@unibo.it

ELISABETTA CILLI

Dipartimento di Beni Culturali, Università di Bologna, Ravenna, Italia

LUIGI ELIO ALESSANDRO BUNDONE

Dipartimento di Filosofia e Beni Culturali, Università Ca' Foscari, Venezia, Italia

TATIANA FIORAVANTI, VINCENZO CAPUTO BARUCCHI

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

ENRICO ARNERI¹, ANDREA BELARDINELLI¹, GIAN MARCO LUNA¹, STEFANIA BAGELLA², MARCO ZEDDA², ROBERTO BALZANI³, ANNALISA MANAGLIA³, ROBERTO BASSO⁴, ENRICO BELLIA⁵, FABRIZIO CANCELLELLI⁶, ANDREA BENOCCI⁶, GIUSEPPE MANGANELLI⁶, LETIZIA MARSILI⁶, ELENA BONACCORSI⁷, DAMIANO MARCHI⁷, SIMONE FARINA⁷, MARZIA BREDI⁸, PAOLA NICOLOSI⁸, PIERGIULIO CAPPELLETTI⁹, ROBERTA IMPROTA⁹, RICCARDO CASTIGLIA¹⁰, GIORGIO CATALDINI¹¹, GIULIANO DORIA¹², LUCA GHIRALDI¹³, GIANNI INSACCO¹⁴, OMAR LODOVICI¹⁵, CECILIA MANCUSI¹⁶, STEFANO MARETTI¹⁷, STEFANO MAZZOTTI¹⁸, LUCA MIZZAN¹⁹, MARCO MURGIA²⁰, ANNAMARIA NISTRI²¹, ANNAMARIA NOCITA²¹, MICHELA PODESTÀ²², SUSANNA SALVADORI²³, SARA FERRANDO²⁴, STEFANO SCHIAPARELLI²⁴, GIANNANTONIO ZANATA SANTI²⁵, DANIEL ZOBOLI²⁶

Network Musei e Istituzioni Italiani (vedi elenco a calce dell'articolo)

RIASSUNTO

Il patrimonio culturale marino italiano ha per tradizione e storia un'imponente ricchezza di collezioni museali naturalistiche, con migliaia di reperti ossei e tassidermizzati di vertebrati marini, costruite in oltre due secoli di attività. I reperti museali rappresentano la conoscenza primaria ed unica della biodiversità organismica ed ecosistemica storica del Mediterraneo e costituiscono un ampio archivio di tessuti e dati scientifici potenzialmente sfruttabile grazie alle nuove tecnologie biomolecolari per comprendere pattern, processi e possibili cause della perdita di biodiversità, degrado degli ecosistemi e declino delle popolazioni.

Con l'obiettivo di ricostruire le traiettorie evolutive ed ecologiche di specie e popolazioni di grandi predatori marini del Mediterraneo (cetacei ed elasmobranchi) abbiamo costituito un network di 25 collezioni osteologiche museali (universitarie e civiche) e private italiane, da cui abbiamo ottenuto oltre 500 campioni (fotografie geometriche e tessuti biologici di crani, rostri, mascelle, vertebre e denti) di individui storici di *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Carcharodon carcharias*, quattro specie di pesce sega dei generi *Pristis* e *Anoxypristis*, otto specie di cetacei mediterranei e la foca monaca (*Monachus monachus*).

Il presente lavoro descrive i risultati, in termini di numero e di distribuzione, dei reperti di alcune specie di grandi predatori marini e mette in evidenza il valore storico, culturale e scientifico delle collezioni museali, in particolar modo per gruppi di organismi di particolare interesse conservazionistico.

Parole chiave: Cetacei, delfini, Elasmobranchi, foca monaca, pesci sega, squalo bianco

ABSTRACT

Naturalistic museum collections as a fundamental resource in scientific research: spatio-temporal distribution of finds of large marine vertebrates in Italian museums

Italian marine cultural heritage boasts an extensive collection of naturalistic museum artifacts, encompassing bone and taxidermied marine vertebrates curated over centuries. These exhibits embody invaluable knowledge about the historical biodiversity of the Mediterranean, forming an extensive repository of tissues and scientific data. Advancements in biomolecular technologies offer the potential to unlock insights into biodiversity loss, ecosystem degradation, and population decline patterns.

In pursuit of understanding the evolutionary and ecological paths of Mediterranean's large marine predators, including cetaceans and elasmobranchs, a network of 25 Italian museums (both academic and civic) and private osteological collections was established. Over 500 specimens, comprising geometric photographs and biological tissues such as skulls, rostrums, jaws, vertebrae, and teeth, were obtained from historical individuals of species like *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Carcharodon carcharias*, four species of sawfish from *Pristis* and *Anoxypristis* genera, eight species of Mediterranean Cetaceans and the monk seal (*Monachus monachus*).

This study presents numerical and distributional findings of selected large marine predator species. It emphasizes the profound historical, cultural, and scientific significance of these museum collections, particularly for organisms of special conservation interest. The research underscores the vital role these collections play in advancing our understanding of marine biodiversity and highlights their importance in ongoing conservation efforts.

Keywords: Cetaceans, dolphins, Elasmobranchs, monk seal, sawfish, white shark

INTRODUZIONE

Le collezioni museali italiane

Il patrimonio culturale marino italiano ha per tradizione e storia un'imponente ricchezza di collezioni museali naturalistiche costruite in oltre due secoli di attività, con un numero enorme e oggi non quantificabile di reperti osteologici e tassidermizzati di vertebrati marini. Moltissimi di questi bioreperti rappresentano la conoscenza primaria ed unica della diversità organica ed ecosistemica storica del Mediterraneo e costituiscono un ampio archivio di tessuti referenziati da dati scientifici, potenzialmente sfruttabile grazie alle nuove tecnologie biomolecolari come l'analisi del DNA antico e degli isotopi stabili per comprendere pattern e processi ecologici ed evolutivi determinati dall'interazione con l'uomo e identificare le possibili cause della perdita di biodiversità, degrado degli ecosistemi e declino delle popolazioni, nonché, infine, per pianificare e implementare piani, azioni e strumenti di conservazione (ad esempio KEIGHLEY *et al.*, 2019; SMITH *et al.* 2021). Un catalogo dettagliato delle collezioni museali presenti sul suolo italiano, come quello pubblicato da Cagnolaro *et al.* (2014) sui cetacei, è uno strumento estremamente utile per il lavoro dei ricercatori e di grande rilevanza scientifica per costruire e sviluppare progetti di ricerca.

Qui presentiamo i risultati della fase di campionamento del progetto "Grandi Vertebrati Marini del Mediterraneo" il quale ambisce ad ottenere dati morfologici e biomolecolari quali-quantitativi da reperti museali di collezioni osteologiche e zoologiche di 17 specie target di Vertebrati marini appartenenti alle classi dei Condritti e dei Mammiferi. I risultati ottenuti, presentati in termini di distribuzione spazio-temporale dei reperti musealizzati in 25 musei universitari e civici, ambiscono a confermare il grande valore delle collezioni museali italiane per la ricerca scientifica marina e offrono enormi potenzialità per i ricercatori in termini di bioreperti da utilizzare nelle più avanzate applicazioni tecnologiche biomolecolari per ottenere dati unici su popolazioni storiche. Inoltre, l'illustrazione di risultati preliminari di 3 progetti di ricerca riguardanti 9 specie target dimostra l'adeguatezza e l'utilizzabilità dei bioreperti per ottenere misure di indicatori ecologici e evolutivi in grado di dare informazioni sui cambiamenti della biodiversità della componente dei predatori di vertice degli ecosistemi marini mediterranei.

I Grandi Vertebrati Marini

Delfinidi

I più comuni appartenenti alla famiglia Delphinidae nel Mar Mediterraneo sono il tursiope (*Tursiops truncatus*), la stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) e il delfino comune (*Delphinus delphis*). Le popolazioni di queste 3 specie hanno subito, nel corso degli ultimi secoli, profonde fluttuazioni e cambiamenti demografici (BEARZI *et al.*, 2004; RAGA *et al.*, 2008).

Secondo numerosi studi e testimonianze osteologiche pervenute nei musei italiani (BARONE, 1895; CAGNOLARO, 1996; POGGI, 1986), sembrerebbe che il delfino comune fosse una specie piuttosto abbondante nelle acque mediterranee fino ai tardi anni Sessanta. Successivamente viene riportata una drastica diminuzione della popolazione e recentemente è stata verificata e confermata una bassa abbondanza nella maggior parte dell'areale della popolazione mediterranea e un'assenza o quasi all'interno di aree che storicamente avrebbero ospitato questa specie, quali il mare Adriatico (BEARZI *et al.*, 2004; GENOV *et al.*, 2021) o il Golfo di Corinto, dove la specie è considerata in pericolo critico (BEARZI *et al.*, 2020; SANTOSTASI *et al.*, 2018). *Delphinus delphis* è oggi ancora abbondantemente presente solo nella zona occidentale del bacino mediterraneo, più precisamente nel mare di Alboràn, in stretta vicinanza dell'Oceano Atlantico (GIMÉNEZ *et al.*, 2018). La stenella striata è oggi il cetaceo più diffuso e abbondante nel Mediterraneo (Gnone *et al.*, 2021; Lauriano, 2021) e, proprio come conseguenza di un aumento in termini di abbondanza, la IUCN ha aggiornato lo stato conservazionistico di questa specie da *Vulnerable* a *Least concern* (LAURIANO, 2021). Facendo riferimento a lavori come quello proposto da Cagnolaro (1996), le acquisizioni osteologiche degli ultimi decenni presenti in diversi musei italiani riportano una situazione in cui la stenella striata era una specie minoritaria se confrontata con altre specie, quali il tursiope e il delfino comune. Il tursiope è considerato una specie comunemente presente nel Mar Mediterraneo (PILLERI E GIHR, 1969; CAGNOLARO *et al.*, 2015; NOTARBARTOLO DI SCIARA E DEMMA, 1994) ed è presente nella maggior parte delle acque costiere del bacino (BEARZI E FORTUNA, 2006). Nei secoli passati era considerato un concorrente dannoso per i pescatori e molti Paesi del Mediterraneo, tra cui l'Italia, incoraggiavano l'abbattimento dei delfini con ricompense in denaro e ciò ha portato a una riduzione della popolazione di oltre il 30% alla fine del secolo scorso (GNONE *et al.*, 2011).

La ricostruzione dell'ecologia storica delle popolazioni di queste specie è complessa e controversa a causa della carenza di dati a lungo termine su spiaggiamenti e avvistamenti. La letteratura più antica (GIGLIOLI, 1880; TORTONESE, 1965; ARBOCCO, 1969), fino alla metà del secolo scorso, riporta informazioni aneddotiche e in molti casi imprecise o errate. Inoltre, la tassonomia dei delfinidi è stata confusa per molto tempo e la somiglianza morfologica e genetica di queste 3 specie di delfini mediterranei ha reso complicato il loro riconoscimento e identificazione negli anni (HEYNING e PERRIN 1994; XIONG *et al.*, 2009; MURPHY *et al.*, 2013; LEE *et al.*, 2018; FARIA *et al.*, 2022).

Pesci sega

Negli ultimi anni la conservazione dei pesci sega per preservare le poche popolazioni restanti in tutto il mondo e per limitare la loro estinzione ha avuto un ruolo centrale nelle ricerche scientifiche di tutto il mondo. I pesci sega appartenenti alla famiglia Pristidae sono considerati tra le specie più vulnerabili e in pericolo tra gli elasmobranchi (DULVY *et al.*, 2014; SIMPFENDORFER & DULVY, 2017). Le 5 specie esistenti sono: *Anoxypristis cuspidata* (Latham, 1794); *Pristis pristis* (Linnaeus, 1758); *Pristis pectinata* (Latham, 1794); *Pristis clavata* (Garman, 1906) e *Pristis zijsron* (Bleeker, 1851) (FARIA *et al.*, 2013; LAST *et al.*, 2009; FRICKE *et al.*, 2022). I pesci sega hanno subito una drastica riduzione in abbondanza in tutte le coste del mondo a causa della riduzione dell'habitat, del sovrasfruttamento della pesca e dei loro tratti biologici che li rendono vulnerabili. In particolare, il loro rostro è la principale causa di morte, per cattura accidentale o volontaria, in quanto esso ha rappresentato e rappresenta tutt'ora un trofeo (DULVY *et al.*, 2014; DULVY *et al.*, 2016; YAN *et al.*, 2021; WUERINGER *et al.*, 2012).

La presenza nel Mar Mediterraneo di almeno due specie (*P. pristis* e *P. pectinata*) è stata a lungo discussa, ma recenti studi bibliografici e di ricerca museale hanno stimato la loro locale estinzione nei periodi 1975-1979 e 1966-1970 rispettivamente (FERRETTI *et al.*, 2016).

La ricostruzione della zoogeografia storica di queste specie nel Mar Mediterraneo è controversa e, a causa della loro locale estinzione, i rostri collezionati dai musei e nelle collezioni private hanno un ruolo cruciale per ottenere informazioni sulla loro ecologia storica. A seguito dell'enorme commercializzazione dei rostri come trofei è verosimile che molti di essi abbiano viaggiato sul pianeta insieme all'uomo e, verosimilmente anche tra le varie collezioni museali (DULVY *et al.*, 2016). Tutto questo ha portato ad una evidente carenza di dati scientifici dei rostri, con decine di bioreperti museali privi di luogo e anno di cattura, e con una attribuzione tassonomica spesso incerta (*Pristis* spp.) se non errata.

Analisi morfometriche tradizionali hanno già mostrato un'efficiente potenza nell'identificazione delle specie (FARIA *et al.*, 2013; WHITTY *et al.*, 2014; SEITZ & HOOVER, 2017; TRIF & VONICA, 2018), specialmente se integrata con approcci di tassonomia molecolare (MOFTAH *et al.*, 2011; CARIANI *et al.*, 2017; PETEAN *et al.*, 2020; BELLODI *et al.*, 2022; CARUGATI *et al.*, 2022). La corretta identificazione tassonomica di que-

sti individui attraverso un approccio integrato di tassonomia molecolare, morfometrica tradizionale e geometrica è di fondamentale importanza per la corretta catalogazione di questi reperti nei musei Italiani di Storia naturale e aumentarne il loro valore scientifico e storico.

Squalo bianco

Lo squalo bianco, *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS, 1758), è lo squalo più famoso al mondo ed ha un ruolo essenziale nel mantenimento e nel funzionamento degli ecosistemi costieri e pelagici (HUVENEERS *et al.*, 2018; BEVACQUA *et al.*, 2021). Individui di squalo bianco sono stati frequentemente osservati nel Mar Mediterraneo (COMPAGNO 1984, 2002; BOLDRICCHI *et al.*, 2017), soprattutto in aree dove la pesca di grandi pesci pelagici è intensa, come il Canale di Sicilia, il Mar Ligure e il Mar Tirreno (FERGUSON, 1996; STORAI *et al.*, 2005; LEONE *et al.*, 2020), evidenziando una possibile relazione trofica tra tonno rosso e squali bianchi nel bacino (IBORRA MARTIN & KEKEZ, 2009; BOLDRICCHI *et al.*, 2017). La cattura accidentale di molti giovani e nati nell'anno in Turchia, in Tunisia e nel Canale di Sicilia suggerisce che il Mediterraneo possa essere un'area di nursery per questa specie (FERGUSON, 1996; STORAI *et al.*, 2000; KABASAKAL & Gedikoğlu, 2008; LEONE *et al.*, 2020). Nel Mediterraneo, inoltre, lo squalo bianco è catalogato nella lista rossa della IUCN come "Critically Endangered" (FERGUSON *et al.*, 2005; MALAK, 2011; SOLDI *et al.*, 2016; BOLDRICCHI *et al.*, 2017) per alcune caratteristiche peculiari che lo rendono un bersaglio della pesca sportiva, un trofeo di caccia o un prodotto per il consumo umano. Inoltre, la bassa densità di popolazione di questo animale e la mancanza di siti di aggregazione convenzionali rendono difficile studiare i suoi movimenti nel bacino e nell'adiacente Atlantico nord-orientale (KLIMLEY & ANDERSON, 1996; MORO *et al.*, 2020).

I bioreperti collezionati nei musei (molte arcate mandibolari e alcune colonne vertebrali) assumono un ruolo fondamentale per studi sulla genetica e sull'ecologia storica di questa specie. LEONE *et al.* (2019) analizzando 18 bioreperti storici di squalo bianco ottenuti da collezioni museali e private hanno caratterizzato in modo ampio l'appartenenza della popolazione mediterranea alla linea evolutiva australo/pacifica, ricostruendone una probabile origine pliocenica da un processo di dispersione e vicarianza da paleo-popolazioni che hanno attraversato l'istmo di Panama prima che si chiudesse. Allo stesso modo, il progetto internazionale Genojaws (<https://projectgenojaws.wordpress.com/about/>) si prefigge la ricostruzione della variazione genetica spazio-temporale delle popolazioni di squalo bianco a livello globale. Le difficoltà di riuscire ad ottenere dati ecologici su migrazione e preferenze di habitat degli squali bianchi mediterranei da approcci diretti (ad es. Foto-identificazione e tagging elettronico; JENRETTE *et al.* 2023; MICARELLI *et al.* 2023) spingono ad utilizzare i numerosi bioreperti museali referenziati e approcci indiretti come l'analisi del DNA ambientale (JENRETTE *et al.*, 2023) e degli isotopi stabili (ANDREWS *et al.*, 2023) per ricostruire.

Foca monaca

La foca monaca (*Monachus monachus* Hermann, 1779) è il solo rappresentante del suo genere nel Mar Mediterraneo ed uno dei mammiferi marini maggiormente a rischio di estinzione (KARAMANLIDIS *et al.*, 2015). La specie era anticamente conosciuta dalle prime civiltà costiere del Mediterraneo con numerose testimonianze nel folklore e nell'arte tradizionale (JOHNSON & LAVIGNE 1999).

Diversi aspetti della sua bioecologia sono ancora basati su nozioni aneddotiche e speculazioni, sottolineando la necessità di ulteriori analisi su questo elusivo pinnipede (JOHNSON & LAVIGNE 1999; JOHNSON 2004; KARAMANLIDIS *et al.* 2015; GAUBERT *et al.* 2019).

La distribuzione storica si estendeva dal Mar Nero all'Oceano Atlantico Orientale, fra Gambia e Spagna Settentrionale, compresi gli arcipelaghi della Macaronesia (JOHNSON *et al.*, 2006). Nel corso dei millenni la specie è stata oggetto di una intensa pressione da parte delle popolazioni costiere e, a partire dal XIX secolo, l'intensificarsi dell'impatto antropico a scala regionale per il Mar Mediterraneo, compresa la fascia costiera (POLINOV, 2023), determinò una profonda contrazione nella distribuzione della foca monaca mediterranea, con conseguente alterazione delle dinamiche demografiche (SERGEANT *et al.* 1978; MARCHESSEAU 1989).

In Italia, ancora fino alla prima metà del XX secolo, la caccia alla foca veniva praticata come forma di turismo venatorio (BERTARELLI, 1918). Inoltre, esemplari vivi venivano spesso esibiti presso fiere locali (CARRUCCIO, 1893; TOSCHI, 1965)

o acquistati da giardini zoologici nazionali ed internazionali (DEL LUNGO, 1935; PRATESI, 1978; GIPPOLITI, 2017). Reperiti quali pelli, organi e parti ossee venivano invece conservati presso privati e Musei di Storia Naturale (CARRUCCIO, 1893). Attualmente viene stimata la presenza di circa 700 esemplari distribuiti prevalentemente nel Mediterraneo Orientale, a Cabo Blanco (Mauritania / Sahara Occidentale) e Madeira (KARAMANLIDIS *et al.*, 2015). Avvistamenti sporadici vengono riportati per diverse località dell'areale storico mediterraneo (BUNDONE *et al.*, 2019).

I bioreperti museali italiani e i dati documentali associati possono contribuire 1) a risolvere la struttura delle popolazioni mediterranee e determinare i cambiamenti temporali della diversità genetica (i.e. erosione genetica) in relazione ai processi di forte declino ed estinzione locale e 2) a ricostruire la distribuzione degli avvistamenti e delle catture riportate in Italia in epoca storica.

MATERIALI E METODI

Musei e Istituzioni italiane

Nella Tabella 1 sono elencati i musei e le istituzioni in Italia che hanno aderito al campionamento del progetto Grandi Vertebrati Marini del Mediterraneo.

Lo sforzo di campionamento ha riguardato:

– 3 specie della famiglia Delphinidae di piccole dimensioni, la

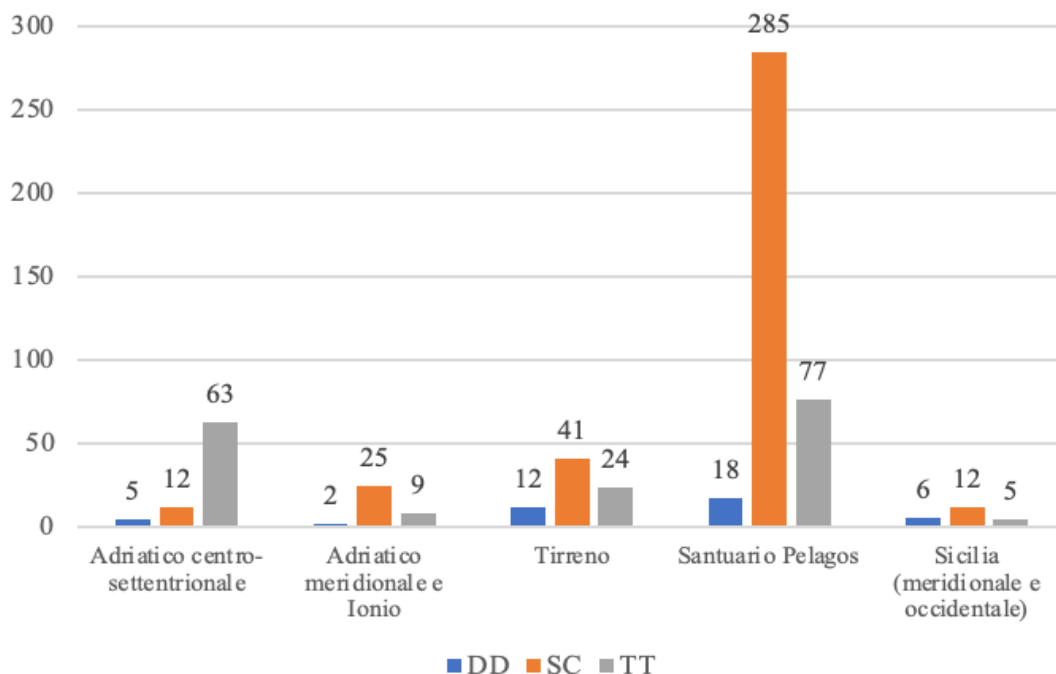


Figura 1. Distribuzione spaziale, divisa per aree, del numero di bioreperti museali di delfinidi: DD (*Delphinus delphis*), SC (*Stenella coeruleoalba*) e TT (*Tursiops truncatus*)

Museo/Collezione	Acronimo
Museo di Storia Naturale di Venezia “Giancarlo Ligabue”	MSNV
Museo Zoologico “Pietro Doderlein” dell’Università degli Studi di Palermo	UNIPA
Museo di Anatomia Comparata “Battista Grassi” dell’Università di Roma “La Sapienza”	UNIROMA
Sistema Museale di Ateneo dell’Università di Bologna	UNIBO
Centro di Ateneo - Museo di Storia Naturale dell’Università di Pisa	UNIPI
Museo Civico di Storia Naturale “Giacomo Doria” di Genova	MSNG
Museo di Storia Naturale di Milano	MSNM
Museo di Scienze Naturali “Enrico Caffi” di Bergamo	MSNB
Museo di Anatomia Comparata Università di Genova (DISTAV)	UNIGE
Museo di Storia Naturale dell’Accademia dei Fisiocritici di Siena	MSNS
Museo Civico e Museo del Mare di Gallipoli	MCMMG
Museo Civico di Storia Naturale di Comiso	MCSNC
Museo Civico di Storia Naturale di Jesolo	MCSNJ
Museo di Zoologia e di Anatomia Comparata dell’Università di Torino	UNITO
Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara	MCSNF
Museo di Storia Naturale dell’Università di Pavia	UNIPV
Collezione Zoologica “Giuseppe Scarpa” di Treviso	CZTV
Museo Zoologico di Cagliari	MZCA
Museo sardo di Geologia e Paleontologia “Domenico Lovisato”, Cagliari	MDLCA
Museo Zoologico di Napoli	MZNA
Museo Scientifico dell’Università di Sassari (mUNISS), Sassari, Italia	UNISS
Museo di Storia Naturale - Università di Firenze	UNIFI
Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Toscana, Livorno, ARPAT	ARPAT
CNR IRBIM di Ancona	CNRA
Gruppo Speleologico di Nuoro	GSNU

Tabella 1. Musei, collezioni e istituzioni aderenti al progetto Grandi Vertebrati Marini.

- stenella striata (*Stenella coeruleoalba*; SC), il delfino comune (*Delphinus delphis*; DD) e il tursiopo (*Tursiops truncatus*; TT);
- odontoceti di maggiori dimensioni, come il globicefalo (*Globicephala melas*; GM), il grampo (*Grampus griseus*; GG), lo zifio (*Ziphius cavirostris*; CZ), lo steno (*Steno bredanensis*; SB) e il capodoglio (*Physeter macrocephalus*; PM), tipicamente residenti nel Mediterraneo e la pseudorca (*Pseudorca crassidens*; PC), specie occasionale nel bacino;
 - la balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), l’unica specie della famiglia dei Mysticeti, residente nel Mediterraneo e la balenottera minore (*Balaenoptera acutorostrata*), specie occasionale nello stesso bacino, che verranno qui identificate come BAL (dal nome della famiglia a cui appartengono: Balenopteridae) i pesci sega, identificati con l’acronimo SAW, che comprende *Pristis pristis*, *P. pectinata*, *P. zijsron* e *Anoxypristis cuspidata*.
 - il grande squalo bianco (*Carcharodon carcharias*; GWS);
 - la foca monaca (*Monachus monachus*; MM).

Campionamento dei bioreperti museali

Il campionamento dei bioreperti delle specie target è stato svolto da Luglio 2022 a Gennaio 2023. Ciascun bioreperto

è stato fotografato digitalmente e in caso di una successiva applicazione analitica di tecniche di morfometria geometrica le fotografie bidimensionali sono state eseguite scalate e senza errore di parallasse.

Il campionamento tissutale è stato effettuato secondo un protocollo standard (LEONE *et al.*, 2020; MANUZZI *et al.*, 2022) in maniera differente in base alla specie/taxa d’interesse, alla natura del bioreperto e allo stato di conservazione dello stesso. Per i tessuti osteologici dei cetacei la zona di campionamento preferenziale è stata la rocca petrosa, una porzione del cranio vicino alle bulle timpaniche con tessuto osseo maggiormente denso, dove il DNA sembra conservarsi meglio e in quantità maggiore. Ove quest’area non sia presente oppure non sia accessibile (ad esempio in individui con scheletri montati) il campionamento viene eseguito a livello vertebrale, prediligendo le ultime vertebre della colonna.

Per quanto riguarda i pesci sega, il campionamento di tessuto cartilagineo è stato effettuato alla base ventrale del rostro lungo la sezione trasversale dello stesso, a livello dei due canali cartilaginei che percorrono longitudinalmente tutto il rostro. I bioreperti osteologici di squalo bianco sono per la maggior parte arcate mandibolari e in questo caso il campione tissutale

viene prelevato nella porzione interna della mascella, prevalentemente a ridosso della giunzione mediana. Altri bioreperti campionati per questa specie sono stati denti e vertebre.

Il campionamento tissutale di foca monaca è stato eseguito in 2 modi: prelevando un campione di epidermide da individui tassidermizzati oppure ottenendo tessuto osseo con lo stesso protocollo utilizzato per i cetacei. Contestualmente al campionamento tissutale, sono state raccolte fotografie degli esemplari per inserirli nell'apposito database e per svolgere analisi morfometriche.

Analisi morfometriche e biomolecolari

Ai campioni fotografici e tissutali dei bioreperti vengono applicate 3 tipi di tecniche analitiche con l'obiettivo di ottenere differenti informazioni e misure di parametri e indicatori ecologici ed evolutivi (Tabella 2).

Morfometria geometrica. Tale tecnica è definibile come un'analisi quantitativa delle differenze geometriche tra forme biologiche (FARIA *et al.*, 2013; NICOLOSI & LOY, 2021; SEITZ & HOOVER, 2017; WHITTY *et al.*, 2014). Le fotografie digitali bidimensionali dei bioreperti sono state utilizzate per le analisi di morfometria tradizionale e geometrica che permetteranno di identificare le specie, la diversità specifica ed eventuali fenomeni di ibridazione (evidenza ottenuta con un approccio integrato con il DNA antico).

DNA antico. I campioni tissutali sono stati successivamente sottoposti a estrazione di DNA antico (aDNA), utilizzando protocolli dedicati ad estrarre ed utilizzare un DNA degradato e frammentato ma in grado di fornire informazioni di carattere genetico e genomico (DABNEY *et al.*, 2013; ALLENTOFT *et al.*, 2015; DAMGAARD *et al.*, 2015). Tali analisi sono state condotte presso il Laboratorio di DNA antico del

Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna. Il DNA estratto dai bioreperti museali è stato utilizzato per condurre analisi genetiche e/o genomiche al fine confermare/ricostruire la tassonomia degli individui, i cambiamenti demografici e della distribuzione storica delle specie, della diversità specifica, genetica e riproduttiva delle stesse (ORLANDO *et al.*, 2021; CHEN *et al.*, 2023). Analisi genetiche sul DNA mitocondriale sono state eseguite sui campioni di cetacei, foca monaca e squalo bianco per identificare con certezza la specie oppure per assegnare quella corretta agli individui con attribuzione tassonomica incerta. Successive analisi genomiche sul DNA nucleare delle 3 specie di delfini verranno eseguite per valutare l'erosione o la stabilità genetica della diversità specifica nel tempo e per identificare le interazioni riproduttive interspecifiche, cioè identificare l'eventuale presenza di ibridi, precedentemente individuati tramite analisi morfometrica.

Isotopi stabili. Un altro approccio comune alla maggior parte dei taxa target è quello dell'analisi degli isotopi stabili (cioè la misura quantitativa del contenuto degli isotopi stabili e della loro proporzione rispetto agli atomi corrispondenti di carbonio, azoto, ossigeno, zolfo, zinco in tessuti duri come ossa, cartilagini, denti, scaglie; HUTCHINSON & TRUEMAN, 2006; NEWTON & BOTTRELL, 2007; HUSSEY *et al.*, 2012). Sulla base del processo differenziato di frazionamento di questi isotopi lungo la catena trofica degli ecosistemi e nell'ambiente marino, in particolare l'analisi del rapporto isotopico del carbonio (δC^{13}) dell'azoto (δN^{15}) e dello zolfo (δS^{34}) permette di ricostruire la posizione trofica, le abitudini alimentari e le preferenze di habitat o gli spostamenti dei taxa marini. Per questa analisi è stato campionato tessuto osseo e cartilagineo dei bioreperti ed estratto il collagene.

TECNICHE ANALITICHE	DELFINIDI	CETACEI (NON PICCOLI DELFINIDI)	PESCI SEGA	SQUALO BIANCO	FOCA MONACA
Morfometria geometrica	• Tassonomia	• Tassonomia	• Tassonomia		• Tassonomia
	• Diversità specifica	• Diversità specifica	• Diversità specifica		• Diversità specifica
	• Ibridazione*	• Ibridazione*			
DNA antico	• Tassonomia	• Tassonomia	• Tassonomia	• Tassonomia	• Tassonomia
	• Diversità specifica	• Diversità specifica	• Diversità specifica	• Diversità specifica	• Diversità specifica
	• Ibridazione*	• Ibridazione*			• Ibridazione*
	• Cambiamenti demografici				• Cambiamenti demografici
	• Erosione genetica	• Erosione genetica			• Erosione genetica
Isotopi stabili	• Ecologia trofica		• Ecologia trofica	• Ecologia trofica	• Ecologia trofica
	• Preferenze di habitat		• Preferenze di habitat	• Preferenze di habitat	• Preferenze di habitat
			• Provenienza	• Provenienza	

Tabella 2. Tecniche analitiche applicate ai taxa target dei Grandi Vertebrati Marini e indicatori ecologici ed evolutivi investigati

Acronimo	DD	SC	TT	DELPH	BAL	GG	GM	ZC	PM	SB	PC	GWS	SAW	SHARKS	MM	Totale
MSNV	1		5			1						2			1	10
UNIPA	2	1	2		3	2						4			1	15
UNIROMA	3	3	2		5							6		1	1	21
UNIBO	4	1	4									3				12
UNIPI	3	1	6		4							1			2	17
MSNG	10	23	13		4	10						3				63
MSNM	5	31	10		5	3					2		7			63
MSNB	1	1	1	2									2		1	8
UNIGE	1	1	7	4									3			16
MSNS	2	25	19		3	10	2	4					2		1	68
MCMMG	1	4	2		4	3		2	1							17
MCSNC	5	8	3		6	5		4		3		1				35
MCSNJ	1	16	3			1				1					1	23
UNITO	5		6	1	5		1						6		10	34
MCSNF	1		2		4		1					2			2	12
UNIPV	3		2		6								3		2	16
CZTV	1				1	2						1	7	6		18
MZCA	2		1		5		1	2							1	12
MDLCA			1					1								2
MZNA	4	6	4	1	5	1	1		2			1	14	1		40
UNISS			1	2	2	1									1	7
UNIFI												2				2
ARPAT												1				1
CNRA												3				3
GSNU															1	1
Totale	55	121	94	10	62	39	6	13	3	4	2	30	44	8	25	516

Tabella 3. Numero di campioni raccolti, suddivisi per taxa e per museo di provenienza (acronimi dei musei come in Tabella 1).

RISULTATI

Risultati del campionamento

Sono stati raccolti tessuti scheletrici cartilaginei e ossei, epidermici e campioni fotografici di 516 esemplari di Grandi Vertebrati Marini presenti in 25 musei e istituzioni italiani (Tabella 3), utilizzando cataloghi esistenti (ad es. CAGNOLARO *et al.*, 2014), informazioni estrapolate dalla letteratura (CARRUCCIO, 1893; DE MADDALENA, 2007), oppure reperendo dati direttamente dagli stessi curatori/direttori dei musei nel caso di bioreperti non censiti o la cui presenza non è pubblicata.

Collezioni italiane dei piccoli delfinidi

I musei e le istituzioni italiane possiedono ricche e biodiverse collezioni cetologiche, che hanno permesso di ottenere quasi

300 campioni tissutali di delfinidi delle specie *Delphinus delphis*, *Tursiops truncatus* e *Stenella coeruleoalba*. Sono stati campionati anche bioreperti di individui, presumibilmente della famiglia Delphinidae, la cui tassonomia specifica non era determinata.

La distribuzione e provenienza dei reperti campionati (Figura 1), dimostra una presenza di queste specie in tutti i mari italiani, con maggiore abbondanza nel Santuario Pelagos, chiamato anche “Santuario dei Cetacei”, riconosciuto come un hotspot di biodiversità nel Mediterraneo. Le musealizzazioni di questi animali risalgono all’inizio del XIX secolo fino ad oggi.

In particolare, dallo studio dei cataloghi museali (CAGNOLARO *et al.*, 2014) è emerso un aumento significativo delle musealizzazioni della stenella striata a partire dalla metà del XX secolo, che ha interessato in maniera minore anche il tursiope (Figura 2).

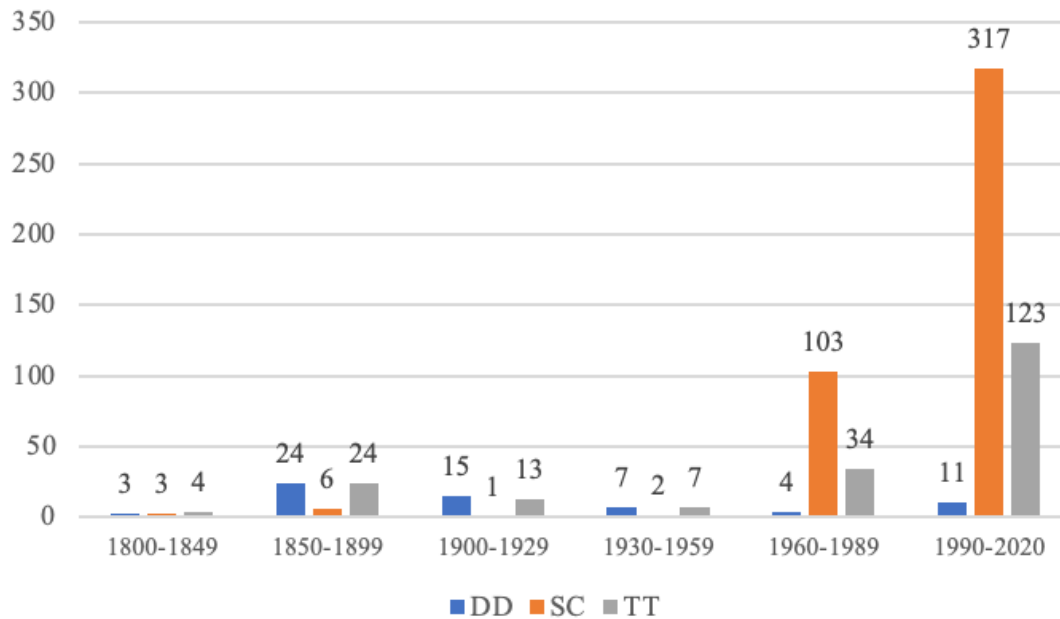


Figura 2. Numero di musealizzazioni di *Delphinus delphis* (DD), *Stenella coeruleoalba* (SC) e *Tursiops truncatus* (TT) nel tempo, suddivisi per periodi: 1800-1849, 1850-1899, 1900-1926 (periodo a cavallo della legge per la protezione della pesca del 1914, 1930-1959 (periodo ante calo demografico del delfino comune in Italia), 1960-1989 (periodo post calo demografico del delfino comune) e 1990-2020 (periodo che ha compreso 2 episodi di epizootia di Morbillivirus – 1990/92 e 2007- fino ad oggi).

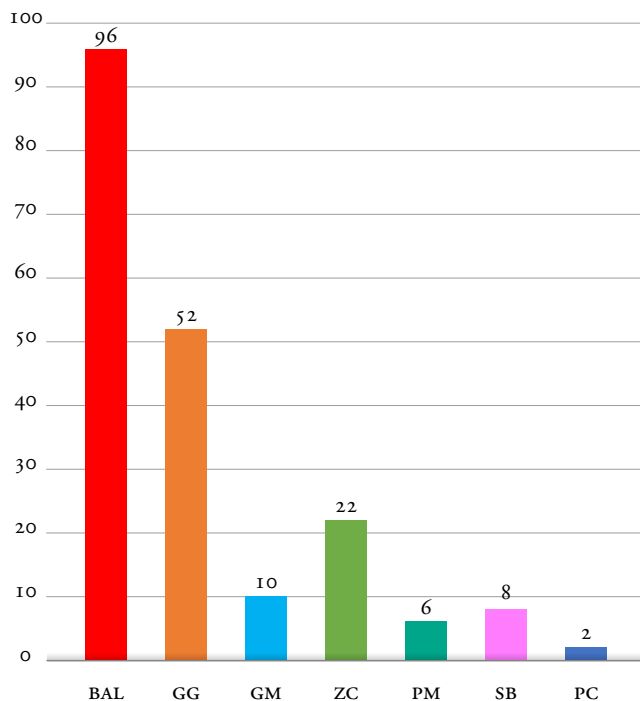


Figura 3. Numero di bioreperts di Cetacei (non piccoli delfinidi) per taxon di appartenenza raccolti nei musei italiani (acronimi dei taxa come in Tabella 3). BAL comprende: *Balenoptera physalus*, *Balenoptera acutorostrata* e altri Mysticeti non identificati a livello di specie.

Da un confronto preliminare tra l'assegnazione tassonomica degli individui e l'identificazione specifica tramite analisi di sequenza del DNA mitocondriale, utilizzando come marcatore una porzione del gene citocromo b e primer specifici per le specie di interesse (LOPEZ *et al.*, 2019), sono state rilevate alcune identificazioni errate a livello di specie ed è stata attribuita la corretta assegnazione tassonomica agli individui che ne erano sprovvisti. L'analisi di morfometria geometrica è stata condotta solo su 163 individui, di cui si disponevano fotografie digitali bidimensionali del cranio completo, in posizione dorsale. I restanti campioni sono stati scartati ai fini di questa analisi a causa dell'assenza di un cranio completo, di una corretta visione dorsale oppure perché trattasi di bioreperts di altra natura (vertebre, arti ecc.). Anche questa analisi si è dimostrata risolutiva nel determinare gli individui a livello di specie e, per alcuni esemplari, ha portato alla luce una discrepanza tra l'identificazione specifica con morfometria geometrica e con analisi del DNA. Tale discrepanza verrà approfondita con successive analisi sul DNA nucleare per identificare eventuali individui ibridi interspecifici e/o con introggressione di geni/genomi nelle popolazioni.

Collezioni italiane di Cetacei (non piccoli delfinidi)

Il fenomeno dell'ibridazione interspecifica è molto diffuso nei Cetacei ed è probabilmente favorito da somiglianze morfologiche, ecologiche e comportamentali tra le specie coinvolte. La maggior parte dei cetacei, inoltre, mostra un cariotipo uniforme con numero cromosomico ($2n=44$) che, determinando una riduzione delle barriere riproduttive post-zigotiche, aumenta le

probabilità di sviluppare prole ibrida fertile e di rincrocio. In rari casi l'ibridazione interspecifica può avere conseguenze positive portando ad esempio allo sviluppo di nuovi adattamenti o addirittura a speciazione (es. *Stenella clymene*, AMARAL *et al.*, 2014) ma, i suoi effetti sono principalmente negativi determinando lo sviluppo di morfologie anomale, perdita di potenziale adattativo e parziale o totale sostituzione dei genotipi di una delle specie parentali spingendola all'estinzione.

Effettuare una stima dell'estensione in natura del fenomeno di ibridazione tra i cetacei è difficile in quanto le specie coinvolte non sono facilmente osservabili e campionabili, inoltre la presenza di ibridi è spesso sottostimata poiché la loro identificazione è possibile solo in presenza di evidenti caratteri morfologici anomali. La recente identificazione del primo ibrido *Balaenoptera musculus* x *Balaenoptera physalus* in Mediterraneo (FIORAVANTI *et al.*, 2022) ha difatti messo in evidenza che, in assenza di caratteri morfologici intermedi evidenti, il riconoscimento degli ibridi è possibile solo attraverso l'analisi genetica di marcatori biparentali. Quindi come per i piccoli delfinidi anche per gli altri grandi cetacei si individua la necessità di stimare quali-quantitativamente questo fenomeno per ottenere informazioni utili ai fini di valutare al meglio lo stato di conservazione e il potenziale evolutivo delle specie di cetacei coinvolte in questi fenomeni.

A tale scopo, i bioreperti saranno analizzati in modo integrato con marcatori morfologici (applicati alle strutture scheletriche) e genetici, sia biparentali (SNPs o microsatelliti) per consentire l'eventuale identificazione di ibridi o rincroci in individui inizialmente attribuiti ad una delle due specie parentali, che uniparentali, (via materna: DNA mitocondriale; via paterna: cromosoma Y). L'utilizzo dei bioreperti di campioni

storici è indispensabile per ovviare alle difficoltà di campionare le specie in natura e per individuare eventuali cambiamenti avvenuti nelle popolazioni nel corso del tempo.

Per questo progetto sono stati raccolti bioreperti di *Balaenoptera* spp (N = 60), *Grampus griseus* (39), *Globicephala melas* (6), *Ziphius cavirostris* (12), *Steno bredanensis* (4), *Physeter macrocephalus* (3) e *Pseudorca crassidens* (2) (Figura 3)

Collezioni italiane di pesce sega

Campionamento e analisi morfometriche e biomolecolari di un primo gruppo di bioreperti di pesci sega (172 rostri) di 27 collezioni museali e private sono stati condotti precedentemente al progetto Grandi Vertebrati Marini (CROBE, 2022). Qui riportiamo i risultati parziali relativi ai soli rostri campionati e analizzati nel progetto Grandi Vertebrati Marini. Tutti i campioni e i relativi risultati sono stati inseriti in una pubblicazione in preparazione (CROBE *et al.*, in preparazione).

Nell'ambito di questo progetto, l'analisi documentale sui rostri presenti nelle collezioni museali italiane (Tabella 4) ha evidenziato che solo 19 su 44 presentavano un'identificazione a livello di specie. Dati riguardanti la provenienza erano disponibili solo per 8 individui, e per uno solo di questi ultimi è noto l'anno di ritrovamento.

Analisi di morfometria geometrica sono state svolte per 43 individui, mentre su un individuo di piccole dimensioni è stata svolta un'analisi molecolare, al fine di assegnare la corretta identificazione tassonomica.

L'approccio integrato di analisi molecolari e morfometriche ha portato ai seguenti risultati per identificazione tassonomica integrata e diversità specifica presente nelle collezioni di 8 musei italiani (Tabella 4): errata identificazione a livello di specie per

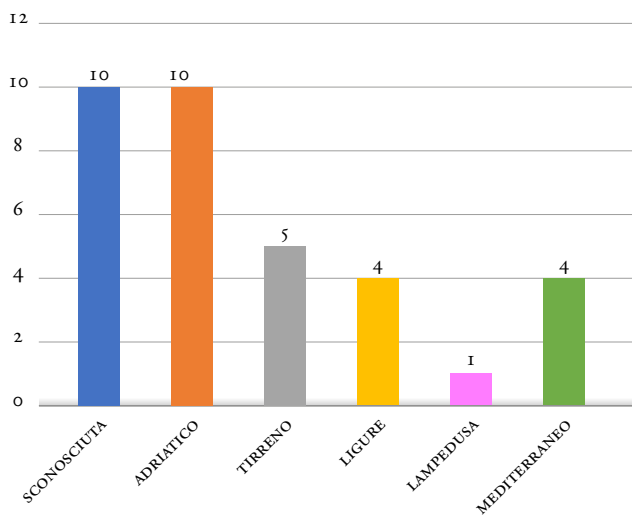


Figura 4. Numero di bioreperti di squalo bianco campionati nei musei italiani e area di provenienza

Museo/ Collezione	<i>Pristis pristis</i>	<i>Pristis pectinata</i>	<i>Pristis ziijon</i>	<i>Anoxypristis cuspidata</i>
MSNM	2	1	2	2
MSNB			2	
UNIGE			2	1
MSNS		2		
UNITO	1		5	
UNIPV		1	2	
CZTV	2		3	2
MZNA	5		6	3

Tabella 4. Numero di bioreperti di pesci sega, suddivisi per specie e museo di provenienza (acronimi come in Tabella 1). L'identificazione a livello specifico è avvenuta mediante analisi della morfometria geometrica.

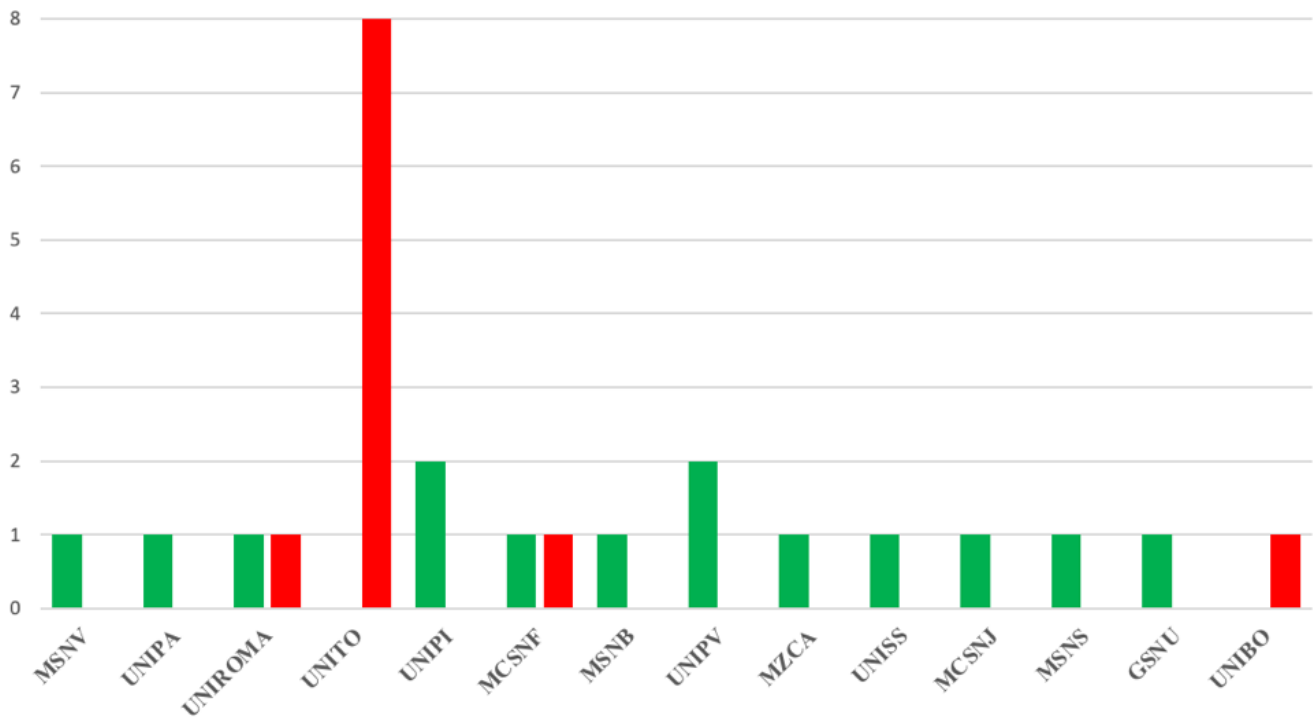


Figura 5. Numero di biorepertori di focii campionati (*M. monachus* e *Phocidae* spp) e museo di provenienza.

12 dei 19 individui con specie assegnata su base documentale e identificazione specifica per i restanti individui (25), identificati a livello documentale solo come *Pristis* spp. Nell'insieme i risultati di tassonomia integrata morfometrica-molecolare ottenuti hanno confermato quanto già osservato in precedenza e cioè che la diversità specifica presente nelle collezioni italiane di pesci sega include 4 delle 5 specie di pesci sega esistenti in natura.

Collezioni italiane di squalo bianco

I biorepertori di squalo bianco campionati sono in totale 34 (30 appartenenti alle collezioni dei musei e istituzioni italiani e 4 provenienti dalla Collezione Sella) e hanno la seguente distribuzione: 10 hanno provenienza sconosciuta, 10 vengono dall'Adriatico, 5 dal Tirreno, 4 dal Mar Ligure, uno da Lampedusa e 4 dal Mediterraneo, senza precisa località (Figura 4). Per 8 campioni la cui identificazione tassonomica era dubbia, è stato analizzato il DNA mitocondriale per identificarne la specie: 6 di questi (4 vertebre appartenenti alla collezione Sella, un dente proveniente dal museo di Treviso e un'arcata mandibolare dal CNR di Ancona) sono stati assegnati alla specie *Carcharodon carcharias*. La tassonomia molecolare del bioreperto (arcata mandibolare) dell'individuo del museo di Ferrara riportato squalo bianco su base documentale non è stata risolta in quanto l'amplificazione genica, seppur condotta con primers specie-specifici e le stesse condizioni di reazione di quelle usate per tutti gli altri campioni, non ha dato esito positivo. Infine, anche per un bioreperto (arcate mandibolari) di un individuo della collezione dell'Universi-

tà di Bologna, non è stata possibile risolvere la tassonomia molecolare a causa della scarsa qualità del DNA antico del campione.

Tutti i biorepertori sono stati campionati e analizzati anche per le analisi isotopiche di carbonio e azoto. I primi risultati riguardanti la posizione trofica confermano lo squalo bianco come un predatore apicale degli ecosistemi epipelagici mediterranei, mostrando i valori più elevati di carbonio e azoto quando confrontati con quelli di riferimento disponibili sia per le specie bentoniche che pelagiche (MAZZINI *et al.*, in preparazione).

Collezioni italiane di foca monaca

I 25 campioni ottenuti da biorepertori di foca monaca hanno permesso di ottenere un primo inquadramento delle collezioni di queste specie presso i musei di storia naturale italiani (Figura 5). Tuttavia, è stato possibile ricostruire che tale consistenza non si riferisce solo a biorepertori di individui provenienti da aree del Mediterraneo e italiane per le quali era documentata la presenza di nuclei di foca monaca negli ultimi secoli, ma anche a biorepertori di incerta tassonomia e di provenienza estera. Nell'ambito dei 25 biorepertori rinvenuti, per soli 5 di questi è stato possibile caratterizzare gli individui di foca monaca attraverso informazioni su origine geografica ed epoca di raccolta. Tre di questi sono datati al XIX secolo e provenienti dalla Dalmazia, Sardegna e Sicilia.

Un individuo di foca monaca è riconducibile con certezza al XX secolo e si tratta di un cranio conservato presso il Mu-

seo Civico di Jesolo appartenente ad una femmina catturata a Gallipoli, Puglia nel 18/08/1965 (KLINGER & PERCO 2013). Il solo esemplare subfossile campionato è stato recuperato dal Gruppo Speleologico di Nuoro presso la Grotta del Bue Marino, Golfo di Orosei, in Sardegna. Per i restanti 9 esemplari catalogati come *M. monachus*, i metadati a disposizione sono parziali o assenti, non permettendo una loro adeguata contestualizzazione. Infine, 11 esemplari hanno una dubbia od assente attribuzione tassonomica, data in parte dalla passata confusione degli esemplari giovanili di foca monaca con la foca comune (*Phoca vitulina* Linnaeus, 1758; BRUSINA, 1903). La riscontrata carenza di informazioni evidenzia importanti lacune conoscitive sulle collezioni italiane di pinnipedi, con un impatto sul possibile contributo che queste possono fornire alla ricerca scientifica.

CONCLUSIONI

I principali risultati del progetto Grandi Vertebrati Marini sono stati il numero di bioreperti campionati (516), numero di taxa ottenuti e numero di musei naturalistici universitari e civici e collezioni private aderenti (25). Nonostante lo sforzo di campionamento in termini di durata sia stato relativamente ridotto (7 mesi), la piena collaborazione del personale museale (curatori delle collezioni e direttori) e le modalità di campionamento con visita e lavoro in situ dei ricercatori nei musei in stretta collaborazione con i curatori ha permesso di ottenere campioni fotografici e tissutali idonei quali-quantitativamente idonei per analisi multidisciplinari (morfometriche, molecolari e chimiche) in grado di produrre dati e risultati relativi a indicatori ecologici e evolutivi utili per poter stimare i cambiamenti spazio-temporali di questa componente degli ecosistemi marini mediterranei in epoca storica (circa 200-250 anni) ed individuarne potenziali cause e impatti di natura antropogenica. Il successo della fase di campionamento del progetto Grandi Vertebrati Marini suggerisce in generale che iniziative che vedono coinvolti strutture museali e ricercatori possono contribuire a raggiungere l'obiettivo generale del Centro Nazionale di Biodiversità (<https://www.nbfc.it/>) di aumentare le conoscenze delle biodiversità del nostro paese per implementare una tutela e una conservazione più efficaci. Nell'ambito degli obiettivi specifici del NBFC ed in particolare tra quelli definiti per lo spoke 7, l'obiettivo di digitalizzare le collezioni museali naturalistiche italiane può essere implementato per alcuni taxa e numerose collezioni dalle attività di iniziative di ricerca che, come il progetto Grandi Vertebrati Marini, vedono coinvolti strutture museali accademiche e civiche con i loro curatori e direttori e ne prevedono lo studio puntuale dei bioreperti.

I bioreperti museali naturalistici, siano essi storici che archeologici, indagati con tecnologie analitiche che sono state sviluppate in epoca moderna offrono opportunità uniche e rilevanti per ricostruire e conoscere in modo più interdisciplinare e approfondito la paleo-biodiversità di ecosistemi naturali pristini oggi fortemente modificati da secoli se non millenni di attività

dell'uomo. Le tecnologie che sono in fase di applicazione sui campioni tissutali dei bioreperti museali hanno come target componenti della diversità animale di carattere organismico (tassonomia e diversità specifica), genetico (erosione genetica, struttura genetica, ibridazione) ed ecologico (declino demografico, dieta, preferenze di habitat). I risultati conclusivi attesi dalle analisi svolte renderanno ulteriormente tangibile l'inestimabile valore delle collezioni scientifiche e dell'attualità della mission dei musei naturalistici e di coloro che le hanno arricchite e curate per decenni e secoli.

NETWORK MUSEI ITALIANI

1. CNR IRBIM, Ancona, Italia
2. Museo Scientifico dell'Università di Sassari (mUNISS), Sassari, Italia
3. Sistema Museale di Ateneo dell'Università di Bologna, Italia
4. Museo Civico di Storia Naturale di Jesolo (VE), Italia
5. Museo Zoologico "Pietro Doderlein" dell'Università di Palermo, Italia
6. Museo di Storia Naturale dell'Accademia dei Fisiocritici di Siena, Italia
7. Centro di Ateneo - Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa, Italia
8. Museo della Natura e dell'Uomo - Università di Padova, Italia
9. Museo Zoologico di Napoli, Napoli, Italia
10. Museo di Anatomia Comparata "Battista Grassi", Università "La Sapienza", Roma, Italia
11. Museo Civico e Museo del Mare di Gallipoli
12. Museo Civico di Storia Naturale "Giacomo Doria" di Genova, Italia
13. Museo Regionale di Scienze Naturale di Torino, Italia
14. Museo Civico di Storia Naturale di Comiso (RG), Italia
15. Museo di Scienze Naturali "Enrico Caffè" di Bergamo, Italia
16. ARPAT - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Toscana, Livorno, Italia
17. Museo di Storia Naturale dell'Università di Pavia, Italia
18. Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, Italia
19. Museo di Storia Naturale di Venezia "Giancarlo Ligabue", Italia
20. Gruppo Speleologico di Nuoro, Italia
21. Museo di Storia Naturale - Università di Firenze
22. Museo di Storia Naturale di Milano, Italia
23. Museo Zoologico di Cagliari, Italia
24. Museo di Anatomia Comparata dell'Università di Genova (DISTAV), Italia
25. Collezione Zoologica "Giuseppe Scarpa" di Treviso, Italia
26. Museo sardo di Geologia e Paleontologia "Domenico Lovisato", Cagliari, Italia

FINANZIAMENTI

La fase di campionamento del progetto Grandi Vertebrati Marini è stata finanziata con fondi "Eredità Canziani" del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali

dell'Università di Bologna conseguiti su base competitiva da FT e AC e dai Musei attraverso il personale coinvolto.

BIBLIOGRAFIA

- ALLENTOFT, M.E., SIKORA, M., SJÖGREN, K.-G., RASMUSSEN, S., RASMUSSEN, M., STENDERUP, J., DAMGAARD, P.B., SCHROEDER, H., AHLSTRÖM, T., VINNER, L., MALASPINAS, A.-S., MARGARYAN, A., HIGHAM, T., CHIVALL, D., LYNNE-RUP, N., HARVIG, L., BARON, J., CASA, P.D., DĄBROWSKI, P., DUFFY, P.R., EBEL, A.V., EPIMAKHOV, A., FREI, K., FURMANEK, M., GRALAK, T., GROMOV, A., GRONKIEWICZ, S., GRUPE, G., HAJDU, T., JARYSZ, R., KHARTANOVICH, V., KHOKHLOV, A., KISS, V., KOLÁŘ, J., KRIISKA, A., LASAK, I., LONGHI, C., MCGLYNN, G., MERKEVICIUS, A., MERKYTE, I., METSPALU, M., MKRTCHYAN, R., MOISEYEV, V., PAJA, L., PÁLFI, G., POKUTTA, D., POSPIESZNY, Ł., PRICE, T.D., SAAG, L., SABLIN, M., SHISHLINA, N., SMRČKA, V., SOENOV, V.I., SZEVEŘÉNYI, V., TÓTH, G., TRIFANOVA, S.V., VARUL, L., VICZE, M., YEPISKOPOSYAN, L., ZHITE-NEV, V., ORLANDO, L., SICHERITZ-PONTÉN, T., BRUNAK, S., NIELSEN, R., KRISTIANSEN, K., WILLERSLEV, E., 2015. Population genomics of Bronze Age Eurasia. *Nature* 522, 167–172. DOI: 10.1038/nature14507
- AMARAL, A.R., LOVEWELL, G., COELHO, M.M., AMATO, G., AND ROSENBAUM, H.C. 2014. Hybrid speciation in a marine mammal: The Clymene dolphin (*Stenella clymene*). PLoS ONE 9: e83645. DOI: 10.1371/journal.pone.0083645.
- BARONE, G., 1895. Modificazioni delle abitudini del delfino comune (*Delphinus delphis*) osservate in Liguria e prodotte dal generalizzarsi della pesca intensiva. *Neptunia*, 10, 123–130, 156–164.
- BEARZI, G., BONIZZONI, S. AND SANTOSTASI, N.L., 2020. Common dolphin (*Delphinus delphis*): Gulf of Corinth subpopulation. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020(2). DOI:10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T156206333A170381113.en
- BEARZI, G., FORTUNA, C., 2006. Common bottlenose dolphin (Mediterranean subpopulation). In: *The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea*, Reeves RR, Notarbartolo di Sciarra G (compilers and eds). IUCN Centre for Mediterranean Cooperation: Malaga, Spain; 64–73. Disponibile al sito <http://www.iucn-csg.org/wp-content/uploads/2010/03/ReevesNotarbartolo2006.pdf>
- BEARZI, G., HOLCER, D., NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., 2004. The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem* 14, 363–379. DOI:0.1002/aqc.626
- BELLODI, A., BENVENUTO, A., MELIS, R., MULAS, A., BARONE, M., BARRÍA, C., CARIANI, A., CARUGATI, L., CHATZISPYROU, A., DESROCHERS, M., FERRARI, A., GUALLART, J., HEMIDA, F., MANCUSI, C., MAZZOLDI, C., RAMÍREZ-AMARO, S., REY, J., SCANNELLA, D., SERENA, F., TINTI, F., VELLA, A., FOLLESA, M. C., & CANNAS, R., 2022. Call me by my name: unravelling the taxonomy of the gulper shark genus *Centrophorus* in the Mediterranean Sea through an integrated taxonomic approach. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 195(3), 815–840. DOI: 10.1093/zoolin-nean/zlab110
- BERTARELLI, LV., 1918. *Sardegna. Guida d'Italia del Touring club italiano*, Milano. 61-62
- BEVACQUA, L., REINERO, F. R., BECERRIL-GARCÍA, E. E., ELORRIAGA-VERPLANCKEN, F. R., JUARISTIVÍDEGARAY, D., MICARELLI, P., ... & SPERONE, E., 2021. Trace elements and isotopes analyses on historical samples of white sharks from the Mediterranean Sea. *The European Zoological Journal*, 88(1), 132-141. DOI: 10.1080/24750263.2020.1853265
- BOLDROCCHI, G., KISZKA, J., PURKIS, S., STORAI, T., ZINZULA, L., & BURKHOLDER, D., 2017. Distribution, ecology, and status of the white shark, *Carcharodon carcharias*, in the Mediterranean Sea. *Reviews in fish biology and fisheries*, 27(3), 515-534. DOI: 10.1007/s11160-017-9470-5
- BRUSINA, S., 1903. Intorno alla cattura della *Phoca vitulina*. Bollettino del naturalista, collettore, allevatore, coltivatore, acclimatatore, supplemento mensile alla Rivista Italiana di Scienze Naturali ed al Giornale Ornitologico Italiano. Anno XXIII (3)
- BUNDONE, L., PANOU, A., MOLINAROLI, E., 2019. On Sightings of (Vagrant?) Monk Seals, *Monachus monachus*, in the Mediterranean Basin and Their Importance for the Conservation of the Species. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(4): 554-563. DOI: 10.1002/aqc.3005
- CAGNOLARO, L., 1996. Profilo sistematico e tipologico delle raccolte di cetacei attuali dei musei italiani. Supplemento *Museologia Scientifica*, 13, 193–212
- CAGNOLARO L., COZZI B., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. & PODESTÀ M., 2015. Fauna d'Italia. Mammalia IV - Cetacea. Calderini Editore, Bologna, 376 pp.
- CAGNOLARO, L., MAIO, N. & VOMERO, V., 2014. *Museologia Scientifica Memorie. Le collezioni di cetacei dei musei italiani. Prima parte (cetacei attuali)*. Collegno, 420.
- CARIANI, A., MESSINETTI, S., FERRARI, A., ARCULEO, M., BONNELLO, J. J., BONNICI, L., CANNAS, R., CARBONARA, P., CAU, A., CHARILAOU, C., OUAMARI, N. E., FIORENTINO, F., FOLLESA, M. C., GAROFALO, G., GOLANI, D., GUARNIERO, I., HANNER, R., HEMIDA, F., KADA, O., BRUTTO, S. L., MANCUSI, C., MOREY, G., SCHEMBRI, P. J., SERENA, F., SION, L., STAGIONI, M., TURSÌ, A., VRGOC, N., STEINKE, D., & TINTI, F. 2017. Improving the Conservation of Mediterranean Chondrichthyans: The ELASMOMED DNA Barcode Reference Library. *PLOS ONE* 12, e0170244. DOI: 10.1371/journal.pone.0170244

- CARRUCCIO, A., 1893. Su di un *Pelagius monachus* ♀ adulto e del suo feto presi a Capo Teulada nel Mediterraneo. *Bollettino della Società Romana per gli Studi Zoologici*, Roma, 2(7-8): 201-211
- CARUGATI, L., MELIS, R., CARIANI, A., CAU, A., CROBE, V., FERRARI, A., FOLLESA, M. C., GERACI, M. L., IGLÉSIAS, S. P., PESCI, P., TINTI, F., & CANNAS, R., 2022. Combined COI barcode-based methods to avoid mislabelling of threatened species of deep-sea skates. *Animal Conservation*, 25, 38–52. DOI: 10.1111/acv.12716
- CHEN, N., NEDOLUZHKO, A., 2023. Ancient DNA: the past for the future. *BMC Genomics* 24, 309 (2023). DOI: 10.1186/s12864-023-09396-0
- COMPAGNO, LJV., 1984. *FAO Species Catalogue*. Vol 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1: Hexanchiformes to Lamniformes. *FAO Fisheries Synopsis*, 125:1–249
- COMPAGNO, LJV., 2002. *Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date*. Volume 2: Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, Orectolobiformes). FAO, Rome
- DABNEY, J., KNAPP, M., GLOCKE, I., GANSAUGE, M.-T., WEIHMANN, A., NICKEL, B., VALDIOSERA, C., GARCÍA, N., PÄÄBO, S., ARSUAGA, J.-L., MEYER, M., 2013. Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments. *Proceedings of the National Academy of Science. U.S.A.* 110, 15758–15763. DOI: 10.1073/pnas.1314445110
- DAMGAARD, P.B., MARGARYAN, A., SCHROEDER, H., ORLANDO, L., WILLERSLEV, E., ALLENTOFT, M.E., 2015. Improving access to endogenous DNA in ancient bones and teeth. *Scientific Reports*, 5, 11184. DOI: 10.1038/srep11184
- DE MADDALENA, A. 2007. *Great White Sharks Preserved in European Museums*. Cambridge Scholars Publishing, Newcastle upon Tyne, 104 pp. ISBN: 1-84718-189-9
- DEL LUNGO, A., 1935. La foca monaca, *Monachus albiventer* Bodd., nei mari di Sardegna. *Rassegna Faunistica*, Roma, 2: 13-19
- DULVY, N. K., DAVIDSON, L. N. K., KYNE, P. M., SIMPFENDORFER, C. A., HARRISON, L. R., CARLSON, J. K., & FORDHAM, S. V., 2016. Ghosts of the coast: global extinction risk and conservation of sawfishes. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem*, 26, 134–153. DOI:10.1002/aqc.2525
- DULVY, N. K., FOWLER, S. L., MUSICK, J. A., CAVANAGH, R. D., KYNE, P. M., HARRISON, L. R., CARLSON, J. K., DAVIDSON, L. N. K., FORDHAM, S. V., FRANCIS, M. P., POLLOCK, C. M., SIMPFENDORFER, C. A., BURGESS, G. H., CARPENTER, K. E., COMPAGNO, L. J. V., EBERT, D. A., GIBSON, C., HEUPEL, M. R., LIVINGSTONE, S. R., SANCIANGCO, J. C., STEVENS, J. D., VALENTI, S., & WHITE, W. T., 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife*. 3, e00590. DOI:10.7554/eLife.00590
- FERGUSON, I. K., 1996. Distribution and autoecology of the white shark in the Eastern North Atlantic and the Mediterranean Sea. In: A. P. Klimley & D. G. Ainley (Eds.), *Great white sharks: The biology of Carcharodon carcharias* (pp 321–345). San Diego, CA: Academic Press.
- FERGUSON, I.K., COMPAGNO, LJV., MARKS, MA., 2005. Great White Shark *Carcharodon Carcharias*. In: Fowler SL, Cavanagh RD, Camhi M, Burgess GH, Cailliet GM, Fordham SV, Simpfendorfer CA, Musick CA (eds) *Sharks, rays and chimaeras: the status of chondrichthyan fishes*. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, pp 256–259
- FARIA, V. V., MCDAVITT, M. T., CHARVET, P., WILEY, T. R., SIMPFENDORFER, C. A., & NAYLOR, G. J. P. 2013. Species delineation and global population structure of Critically Endangered sawfishes (Pristidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 167, 136–164. DOI:10.1111/J.1096-3642.2012.00872.X
- FARIA, D.M., STEEL, D., BAKER, C.S., DA SILVA, J.M., DE MEIRELLES, A.C.O., SOUTO, L.R.A., SICILIANO, S., BARBOSA, L.A., SECCHI, E., DI TULLIO, J.C., DE OLIVEIRA, L.R., OTT, P.H., FARRO, A.P.C., 2022. Mitochondrial diversity and inter-specific phylogeny among dolphins of the genus *Stenella* in the Southwest Atlantic Ocean. *PLoS ONE* 17, e0270690. DOI:10.1371/journal.pone.0270690
- FERRETTI, F., VERD, G. M., SERET, B., ŠPREM, J. S., & MICHELI, F., 2016. Falling through the cracks: the fading history of a large iconic predator. *Fish & Fisheries*, 17, 875–889. DOI: 10.1111/faf.12108
- FIORAVANTI, T., MAIO, N., LATINI, L., SPLENDIANI, A., GUARINO, F. M., MEZZASALMA, M., PETRACCIOLI, A., COZZI, B., MAZZARIOL, S., CENTELLEGHE, C., SCIANCALEPORE, G., PIETROLUONGO, G., PODESTÀ, M., AND CAPUTO BARUCCHI, V. 2022. Nothing is as it seems: genetic analyses on stranded fin whales unveil the presence of a fin-blue whale hybrid in the Mediterranean Sea (Balaenopteridae). *The European Zoological Journal* 89: 590-600. DOI: 10.1080/24750263.2022.2063426
- FRICKE, R., ESCHMEYER, W.N., & VAN DER LAAN, R., 2022. *Eschmeyer's Catalog of Fishes*. California Academy of Sciences.
- GAUBERT, P., JUSTY, F., MO, G., AGUILAR, A., DANYER, E., BORRELL, A., DENDRINOS, P., ÖZTÜRK, B., IMPRONTA, R., TONAY, A.M., KARAMANLIDIS, A.A., 2019. Insight from 180 years of mitochondrial variability in the endangered Mediterranean monk seal (*Monachus monachus*). *Marine Mammal Science*, 35(4): 1489-1511. DOI: 10.1111/mms.12604
- GENOV, T., KOTNJEK, P., CENTRIH, T., 2021. Occurrence of common dolphins (*Delphinus delphis*) in the Gulf of Trieste and the northern Adriatic Sea. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem*, 31, 69–75. DOI:10.1002/aqc.3407
- GIGLIOLI, E.H., 1880. *Elenco dei mammiferi, degli uccelli e dei rettili ittiofagi appartenenti alla fauna italiana*. Firenze.

- GIMÉNEZ, J., CAÑADAS, A., RAMÍREZ, F., AFÁN, I., GARCÍA-TISCAR, S., FERNÁNDEZ-MALDONADO, C., CASTILLO, J.J., DE STEPHANIS, R., 2018. Living apart together: Niche partitioning among Alboran Sea cetaceans. *Ecological Indicators* 95, 32–40. DOI:10.1016/j.pocean.2021.102559
- GIPPOLITI, S., 2017. Historical notes on Mediterranean monk seal *Monachus monachus* in Italian zoos. *Der Zoologische Garten*, 86(1-6):102-10. DOI: 10.1016/j.zoolgart.2017.04.009
- GNONE, G., BELLINGERI, M., BONEL, N., CASSINA, G., FASCE, I., 2011. INTERCET- GIONHA: una piattaforma GIS su Web per lo studio dei Cetacei e delle tartarughe marine. *Biologia Marina Mediterranea* (2011), 18 (1): 156-158. Disponibile al sito <http://delfinimetropolitani.it/pdf/Gnone%20et%20al.%202011%20SIBM.pdf>
- GNONE, G., *et al.*, 2021. *TursioMed: Final Scientific Report*. The final scientific report of the TursioMed project, funded by Blue Planet Virginia Böger Stiftung (not published).
- HUSSEY, N.E., MACNEIL, M.A., OLIN, J.A., McMEANS, B.C., KINNEY, M.J., CHAPMAN, D.D., FISK, A.T., 2012. Stable isotopes and elasmobranchs: tissue types, methods, applications and assumptions. *Journal of Fish Biology* 80, 1449–1484. DOI:10.1111/j.1095-8649.2012.03251.x
- HEYNING, J.E., & PERRIN, W.F., 1994. Evidence for two species of common dolphins (genus *Delphinus*) from the eastern North Pacific. *Contributions in Science*, Natural History Museum of Los Angeles County, 442, 1–35. DOI: 10.5962/p.226804
- HUTCHINSON, J.J. AND TRUEMAN, C.N., 2006. Stable isotope analyses of collagen in fish scales: limitations set by scale architecture. *Journal of Fish Biology*, 69: 1874-1880. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2006.01234.x
- HUVENEERS, C., APPS, K., BECERRIL-GARCÍA, EE., BRUCE, B., WERRY, J.M., 2018. Future research directions on the 'elusive' white shark. *Frontiers in Marine Science* 5:455. DOI:10.3389/fmars.2018.00455
- IBORRA MARTIN, J., KEKEZ, L., 2009. *Fisheries in Croatia*. European Parliament Committee on Fisheries, Brussels.
- JENRETTE, J.F., J.L. JENRETTE, N.K. TRUETOVE, S. MORO, N.I. DUNN, T.K. CHAPPLE, A.J. GALLAGHER, C. GAMBARDILLA, R. SCHALLERT, B.D. SHEA, D.J. CURNICK, B.A. BLOCK, AND F. FERRETTI., 2023. Detecting Mediterranean white sharks with environmental DNA. In: *Frontiers in Ocean Observing: Emerging Technologies for Understanding and Managing a Changing Ocean*. E.S. Kappel, V. Cullen, M.J. Costello, L. Galgani, C. Gordó-Vilaseca, A. Govindarajan, S. Kouhi, C. Lavin, L. McCartin, J.D. Müller, B. Pirenne, T. Tanhua, Q. Zhao, and S. Zhao, eds, *Oceanography* 36(Supplement 1):87–89. DOI:10.5670/oceanog.2023.s1.28
- JOHNSON, W.M., LAVIGNE, D.M., 1999. Monk seals in antiquity. The Mediterranean monk seal (*Monachus monachus*) in Ancient History and Literature. *Nederlandse Commissie voor Internationale Natuurbescherming Mededelingen*, Vol. 35
- JOHNSON, W.M., 2004. Monk seals in post-classical history. The role of the Mediterranean monk seal (*Monachus monachus*) in European history and culture, from the fall of Rome to the 20th century. *Nederlandse Commissie voor Internationale Natuurbescherming Mededelingen*, Vol. 39
- JOHNSON, W.M., KARAMANLIDIS, A.A., DENDRINOS, P., FERNANDEZ, P., GAZO, M., GONZALEZ, L.M., GÜÇLÜSOY, H., PIRES, R., SCHNELLMANN, M., 2006. Monk seal fact files: Biology, behaviour, status, and conservation of the Mediterranean monk seal, *Monachus monachus*. *The Monachus Guardian*, Disponibile al sito <http://www.monachus-guardian.org>
- KABASAKAL, H., GEDIKOĞLU, S., 2008. Two new-born great white sharks, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) (Lamniformes; Lamnidae) from Turkish waters of the north Aegean Sea. *Acta Adriatica*, 49(2):125–135 ISSN: 0001-5113
- KARAMANLIDIS, A.A., DENDRINOS, P., DE LARRINOA, P.F., GUCU, A.C., JOHNSON, W.M., KIRA Ç SAD-AFAG, C.O., PIRES, R., 2015. The Mediterranean monk seal *Monachus monachus*: status, biology, threats, and conservation priorities. *Mammal Review*. ISSN 0305-1838: 92-105;
- KEIGHLEY, X., *et al.*, 2019. Integrating cultural and biological perspectives on long-term human-walrus (*Odobenus rosmarus rosmarus*) interactions across the North Atlantic. *Quaternary Research*, 108: 5-25. DOI: 10.1017/qua.2018.150
- KLIMLEY, A. P., & ANDERSON, S. D., 1996. Residency patterns of white sharks at the South Farallon Islands, California. In A. P. Klimley, & D. G. Ainley (Eds.), *Great White Sharks: The biology of Carcharodon carcharias* (pp. 365–373). San Diego, CA: Academic Press.
- KLINGER, W., PERCO, F., 2013. La Foca Monaca del Mediterraneo – sintesi delle conoscenze e segnalazioni recenti per il Golfo di Trieste e Mare Adriatico. *SBIC*: 1-28
- LAST, P. R., & STEVENS, J. D., 2009. *Sharks and rays of Australia*. Collingwood, Vic., CSIRO Pub.
- LAURIANO, G., 2021. *Stenella coeruleoalba* (Mediterranean subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*. Disponibile al sito <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T189865869A189865884.en>
- LEE, K., LEE, J., CHO, Y., SOHN, H., CHOI, Y.-M., LIM, S. R., KIM, J. H., 2018. Characterization of the complete mitochondrial genome and phylogenetic analysis of the common dolphin *Delphinus delphis* (Cetacea: Delphinidae). *Mitochondrial DNA Part B*, 3, 632– 633. DOI:10.1080/23802359.2018.1473720
- LEONE, A., PUNCHER, G. N., FERRETTI, F., SPERONE, E., TRIPEPI, S., MICARELLI, P., ... & TINTI, F., 2020. Pliocene colonization of the Mediterranean by Great White Shark inferred from fossil records, historical jaws, phylogeographic and divergence time analyses. *Journal of Biogeography*, 47(5), 1119-1129. DOI:10.1111/jbi.13794

- LOPEZ-OCEJA, A., LEKUBE, X., RUIZ, L., MUJICA-ALUSTIZA, J. A., AND DE PANCORBO, M. M., 2019. CYT B L15601 and H15748 primers for genetic identification of cetacean species. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 7(1), 771–772. DOI:10.1016/j.fsigss.2019.10.171
- MICARELLI, P., ROMANA REINERO, F., MARSELLA, A., VERNELLI, E., VITTORINI, E., MONTELEONE, L., VAILATI, M., MARSILI, L., TINTI, F., SPERONE, E., 2023. First documented attempts to tag and sample the great white shark, *Carcharodon carcharias* (Lamniformes: Lamnidae), along Italian coasts in the Mediterranean Sea, with Conservation purpose. *Acta Adriatica*, 64, DOI:10.32582/aa.64.2.6
- MALAK, DA., 2011. *Overview of the conservation status of the marine fishes of the Mediterranean Sea*. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain, pp 61
- MANUZZI, A., JIMÉNEZ-MENA, B., HENRIQUES, R., HOLMES, B.J., PEPPERELL, J., EDSON, J., BENNETT, M.B., HUVEENEERS, C., OVENDEN, J.R., NIELSEN, E.E., 2022. Retrospective genomics highlights changes in genetic composition of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) and potential loss of a south-eastern Australia population. *Scientific Reports*, 12, 6582. DOI:10.1038/s41598-022-10529-w
- MARCHESSAUX, D., 1989. Distribution et status des populations du phoque moine *Monachus monachus* (Hermann, 1779). *Mammalia*, 53(4): 621-642
- MOFTAH, M., AZIZ, S. H. A., ELRAMAH, S., & FAVEREAUX, A., 2011. Classification of Sharks in the Egyptian Mediterranean Waters Using Morphological and DNA Barcoding Approaches. *PLOS ONE*, 6, e27001. DOI:10.1371/journal.pone.0027001
- MORO, S., JONA-LASINIO, G., BLOCK, B., MICHELI, F., DE LEO, G., SERENA, F., ... & FERRETTI, F., 2020. Abundance and distribution of the white shark in the Mediterranean Sea. *Fish and Fisheries*, 21(2), 338-349. DOI:10.1111/faf.12432
- MURPHY S., PINN E.H., JEPSON P.D., 2013. The short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) in the North-East Atlantic: distribution, ecology, management and conservation status. *Oceanography and Marine Biology*, 51, 193. Disponibile al sito https://www.ascobans.org/sites/default/files/document/AC22_Inf_3.1_CommonDolphin.pdf
- NEWTON, R., & BOTTRELL, S., 2007. Stable isotopes of carbon and sulphur as indicators of environmental change: Past and present. *Journal of the Geological Society*, 164, 691–708. DOI:10.1144/0016-76492006-101
- NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., & DEMMA, M., 1994. *Guida dei mammiferi marini del Mediterraneo*. Franco Muzzio Ed., Padova.
- NICOLOSI P., LOY A., 2019. Geometric morphometric methods as complementary tools to investigate variability in common dolphins (*Delphinus* sp.) using museum specimens, *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst*. 1–14, doi. org/10.1002/aqc.3042
- ORLANDO, L., ALLABY, R., SKOGLUND, P. *et al.*, 2021. Ancient DNA analysis. *Nature Reviews Methods Primers* 1, 14. DOI:10.1038/s43586-020-00011-0
- PETEAN, F. F., NAYLOR, G. J. P., & LIMA, S. M. Q., 2020. Integrative taxonomy identifies a new stingray species of the genus *Hypanus* Rafinesque, 1818 (Dasyatidae, Myliobati-formes), from the Tropical Southwestern Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 97, 1120–1142. DOI: 10.1111/jfb.14483
- PILLERI G., GIHR M., 1969. Über adriatische Tursiops truncatus (Montagu, 1821) und vergleichende Untersuchungen über mediterrane und atlantische Tümmler. *Investigations on Cetaceans* 1:66–73.
- POLINOV, S., 2023. Increased Anthropogenic Activity in the Mediterranean Since the Opening of the Suez Canal. 217-219. In: Lutmar C, Rubinovitz Z 2023. *The Suez Canal: Past Lessons and Future Challenges, Palgrave Studies in Maritime Politics and Security*. Palgrave Studies in Maritime Politics and Security. DOI: 10.1007/978-3-031-15670-0_11
- POGGI, R., 1986. I Delphinidae fatti pervenire al Museo di Genova tra il 1914 e il 1917 dal Sindacato Peschereccio Ligure Sardo (Mammalia, Cetacea). *Annali del Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria"* 86, 1–11.
- PRATESI, F., 1978. *Esclusi dall'Arca, animali estinti e in via di estinzione in Italia*. Oscar Mondadori. Arnoldo Mondadori Editore, Milano
- RAGA, J.A., BANYARD, A., DOMINGO, M., CORTEYN, M., *et al.*, 2008. Dolphin morbillivirus epizootic resurgence, Mediterranean Sea. *Emerging Infectious Diseases*, 14, 471–473. DOI:10.3201/eid1403.071230
- SANTOSTASI, N.L., BONIZZONI, S., GIMENEZ, O., EDDY, L., BEARZI, G., 2021. Common dolphins in the Gulf of Corinth are Critically Endangered. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. DOI: 10.1002/aqc.2963
- SEITZ, J. C., & HOOVER, J. J., 2017. Taxonomic resolution of sawfish rostra from two private collections. *Endangered Species Research*, 32: 525–532. DOI:10.3354/ESR00833
- SERGEANT, D., RONALD, K., BOULVA, J., BERKES, F., 1978. The Recent Status of *Monachus monachus*, the Mediterranean Monk Seal. *Biological Conservation*, 14: 259–287
- SIMPENDORFER, C. A., & DULVY, N. K., 2017. Bright spots of sustainable shark fishing. *Current Biology* 27, R97–R98. DOI:10.1016/j.cub.2016.12.017
- SMITH, K. J. *et al.*, 2021. Stable isotope analysis of specimens of opportunity reveals ocean-scale site fidelity in an elusive whale species. *Frontiers in Conservation Science*, 2: 653766. DOI:10.3389/fcosc.2021.653766
- SOLDO, A., BRADAI, MN., WALLS, RHL., 2016. *Carcharodon carcharias*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T3855A2878674.en

- STORAI, T., MOJETTA, A., ZUFFA, M., & GIULIAN, S., 2000. Nuove segnalazioni di *Carcharodon carcharias* (L.) nel Mediterraneo centrale. *Atti Società Toscana di Scienze Naturali*, 107: 139–142. Disponibile al sito <http://www.stsn.it/images/pdf/serB107/Storai.pdf>
- STORAI, T., VANNI, S., ZUFFA, M., & BIAGI, V. 2005. Presenza di *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) nelle acque toscane (Mar Ligure meridionale e Mar Tirreno settentrionale; Mediterraneo): Analisi e revisione delle segnalazioni (1839–2004). *Atti Società Toscana di Scienze Naturali*, 112: 153–166. Disponibile al sito <http://www.stsn.it/images/pdf/serB112/03%20Storai.pdf>
- TORTONESE, E., 1965. *I pesci e i cetacei del mare ligure*. Mario Bozzi, Genova.
- TOSCHI, A., 1965. *Monachus monachus*. 396–400. In: Toschi, A. 1965. *Fauna d'Italia*. Edizioni Calderini, Bologna
- TRIF, N., & VONICA, G. 2018. Reassessment of the sawfish rostra taxonomy from the Natural History Museum in Sibiu. *Brukenthal Acta Musei* 13, 517–530.
- WHITTY, J. M., KELEHER, J., EBNER, B. C., GLEISS, A. C., SIMPFENDORFER, C. A., & MORGAN, D. L. 2017. Habitat use of a Critically Endangered elasmobranch, the large-tooth sawfish *Pristis pristis*, in an intermittently flowing riverine nursery. *Endangered Species Research* 34: 211–227. DOI:10.3354/esr00837
- WUERINGER, B. E. 2012. Electroreception in Elasmobranchs: Sawfish as a Case Study. *Brain, Behavior and Evolution*, 80: 97–107. DOI:10.1159/000339873
- XIONG, Y., BRANDLEY, M.C., XU, S., ZHOU, K., YANG, G., 2009. Seven new dolphin mitochondrial genomes and a time-calibrated phylogeny of whales. *BMC Evolutionary Biology* 9: 20. DOI:10.1186/1471-2148-9-20
- YAN, H. F., KYNE, P. M., JABADO, R. W., LEENEY, R. H., DAVIDSON, L. N. K., DERRICK, D. H., FINUCCI, B., FRECKLETON, R. P., FORDHAM, S. V., & DULVY, N. K. 2021. Overfishing and habitat loss drive range contraction of iconic marine fishes to near extinction. *Science Advance* 7: eabb6026. DOI:10.1126/sciadv.abb6026

SITOGRAFIA

- GENOJAWS PROJECT: <https://projectgenojaws.wordpress.com/about/>
- National Biodiversity Future Center: <https://www.nbfc.it/>