



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA VITA E
DELL'AMBIENTE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
BIOLOGIA MARINA

Analisi delle lesioni cutanee sui tursiopi (*Tursiops
truncatus*) della provincia di Agrigento

Analysis of skin lesions in bottlenose dolphins (*Tursiops
truncatus*) in the province of Agrigento

Tesi di Laurea Magistrale

di:

Arianna Losi

Relatore

Chiar.ma Prof.ssa

Emanuela Fanelli

Correlatore

Dott.ssa Jessica Alessi

Sessione Luglio 2022

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

RIASSUNTO	3
ABSTRACT	6
1. INTRODUZIONE	8
1.1 <i>Il Tursiope, Tursiops truncatus</i>	8
1.2 <i>Scopo della tesi</i>	13
1.3 <i>Lesioni cutanee</i>	13
1.3.1 <i>Tipologie di lesioni cutanee in Tursiops truncatus</i>	16
1.3.2 <i>Tipologie di campionamento della pelle</i>	26
2. MATERIALI E METODI	28
2.1 <i>Area di studio</i>	28
2.2 <i>Raccolta dati</i>	31
2.3 <i>Foto-Identificazione</i>	37
2.3.1 <i>Catalogo MeRiS</i>	40
2.4 <i>Analisi dei dati</i>	43
3. RISULTATI	48
3.1 <i>Tipologie di lesioni cutanee identificate</i>	49
3.2 <i>Prevalenza e persistenza</i>	51
3.3 <i>Abbondanza, ricchezza, distribuzione e severità</i>	55
3.4 <i>Dimensione ed estensione</i>	58
3.5 <i>Evoluzione e modificazioni</i>	60
4. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI	64
RINGRAZIAMENTI	72
BIBLIOGRAFIA	73
SITOGRAFIA	84

RIASSUNTO

Il tursiope, in Mediterraneo, è una specie considerata vulnerabile dalla lista rossa IUCN ed è protetta dalla Direttiva Habitat (92/43 CE), dalla Convenzione di Bonn, dal CITES, dalla Convenzione di Berna e dal Protocollo SPA/Bio della Convenzione di Barcellona. Questo lavoro di tesi si inserisce all'interno del progetto a lungo termine sullo studio della sub-popolazione di tursiopi nelle acque della provincia di Agrigento (Stretto di Sicilia) denominato *I Delfini del Mar d'Aragas*, condotta dalla associazione MeRiS – Mediterraneo Ricerca e Sviluppo. Le lesioni cutanee si manifestano frequentemente sul corpo dei cetacei e sono ampiamente diffuse in tutte le popolazioni del mondo. La loro presenza può essere causata da interazioni intraspecifiche ed interspecifiche, che comprendono le interazioni con le attività antropiche, l'insorgenza di infezioni patogene e i cambiamenti delle condizioni ambientali. Lo scopo di questa tesi è valutare l'incidenza delle lesioni cutanee nella sotto-popolazione di tursiopi che abita le acque della provincia di Agrigento (Sicilia). Le lesioni cutanee sono state rilevate tramite l'uso di fotografie ad alta qualità dei delfini identificati e inseriti nel catalogo sviluppato da MeRiS nel periodo dal 2016 al 2020, attraverso la tecnica della foto-identificazione. Tutte le fotografie presenti nel catalogo sono state sottoposte ad uno screening visivo per poter individuare le potenziali lesioni cutanee presenti. Sono state identificate un totale di quattordici tipologie di lesioni cutanee e di esse sono state esaminate la prevalenza, cioè quanto una determinata tipologia è presente all'interno della popolazione in studio, e il tempo di permanenza sul corpo degli animali. La composizione delle lesioni individuate è stata valutata secondo diversi parametri, come l'abbondanza, la ricchezza, la distribuzione e la severità in relazione a tutta la porzione del corpo

visibile, suddivisa in pinna dorsale e porzione dorso-laterale. Inoltre, è stata anche valutata la loro modificazione ed evoluzione in termini di estensione nel corso del periodo di studio, utilizzando lo strumento ImageJ. Il calcolo della prevalenza ha evidenziato che la lesione cutanea più frequente nella subpopolazione della provincia di Agrigento è quella definita come *white amorphous* (frequenza 49%), la quale sembra essere legata al processo di guarigione in seguito a traumi o infezioni. Essa possiede una più alta prevalenza sia sulla porzione dorso-laterale, sia sulla pinna dorsale. La maggior parte delle lesioni cutanee (92.8%) ha una permanenza temporanea sul corpo degli individui (permanenza < 4 anni), mentre la lesione denominata *ferita da arma da fuoco* è la sola lesione incontrata ad essere stata classificata come permanente (permanenza > 4 anni). Data la sua prolungata permanenza, essa è stata considerata come la lesione con la severità maggiore sia sulla pinna dorsale che sulla porzione dorso-laterale. I risultati hanno mostrato valori di abbondanza, ricchezza e distribuzione più alti a livello della porzione dorso-laterale rispetto alla pinna dorsale per la maggior parte dei disturbi della pelle, fatta eccezione per le lesioni chiamate *parassitismo* e *spotted* che prevalgono sulla pinna dorsale. Sulla base delle loro dimensioni, è possibile affermare che buona parte delle lesioni cutanee non ha subito particolari cambiamenti nel corso del tempo, mentre la restante parte ha subito una riduzione delle dimensioni, probabilmente legata ad una possibile guarigione. La foto-id si è rivelata essere un approccio efficiente ed economico per documentare l'incidenza delle lesioni cutanee nella popolazione di tursiopi, poiché permette il campionamento di tutti gli esemplari avvistati. Anche se non sembrano essere fatali, le lesioni cutanee osservate sono una manifestazione di problemi di salute dovuti principalmente ad interazioni intraspecifiche o alla presenza di patogeni, le quali possono peggiorare in presenza di cattive condizioni

ambientali. Attualmente le acque della provincia di Agrigento non godono di nessun tipo di protezione per i tursiopi, pertanto i risultati di questa tesi potrebbero offrire informazioni importanti per un futuro piano di gestione e conservazione.

ABSTRACT

The bottlenose dolphin is a species considered vulnerable in the Mediterranean by the IUCN Red List, and is protected under the Habitat Directive, the Bonn Convention, CITES, the Bern Convention, the SPA/Bio Protocol of the Barcellona Convention and the Bonn Convention. This thesis work is part of the long-term project on the study of the sub-population of bottlenose dolphins in the waters off the province of Agrigento (Strait of Sicily), named *I Delfini del Mar d'Aragas*, conducted by Associazione MeRiS – Mediterraneo Ricerca e Sviluppo. Skin lesions are very frequent on cetaceans' body, and they are widely distributed in all populations around the globe. Their presence can be caused by intra- and interspecific interactions, which also include interactions with human activities, by the onset of pathogenic infections and by changes in environmental conditions. The purpose of this thesis is to assess the incidence of skin lesions in the sub-population of bottlenose dolphins living in the waters of the province of Agrigento (Sicily). Skin lesions were detected with high-quality photographs of dolphins identified and included in the catalogue developed by MeRiS between 2016 and 2020, through the photo-identification technique. All photographs in the catalogue were visually screened to find all the potential skin lesions. Fourteen skin lesions were identified, and their prevalence and permanence time were examined; the prevalence is how much a particular typology is present inside the population under study. The pattern of skin disorders was assessed for the abundance, richness, distribution, and severity in two different body regions: dorsal fin and dorso-lateral region. In addition, their modification and evolution during the study period was also assessed, using ImageJ. The prevalence calculation showed that the most frequent skin lesion in the sub-population of

the province of Agrigento is the lesion defined as *white amorphous* (with a frequency of 49%). It seems to be linked to the healing process following trauma or infection. It has a higher prevalence both in the dorso-lateral region and in the dorsal fin. The majority of skin lesions (92.8%) have a temporary permanence on the body of individuals (permanence < 4 years), while the so-called *gunshot wound* is the only one to have been classified as permanent. Due to its prolonged permanence, it has been considered as the most severe lesion on both the dorsal fin and the dorso-lateral region. The results showed higher values of abundance, richness and distribution, in particular the lesion defined as *white amorphous*, in the dorso-lateral region than in the dorsal fin, with the exception of *parasitism* and *spotted*. Based on their size, most of the skin lesions did not undergo changes over time, while the remaining part faced a reduction in size related to a possible healing. The photo-id can provide an efficient and cost-effective approach to document the presence of skin lesions in bottlenose dolphin populations; it allows the sampling of all specimens sighted. Although they do not appear to be fatal, skin lesions observed may be indicative of the health status of the animals, which reflects the presence of poor environmental conditions or anthropogenic threats. Currently, the waters of the province of Agrigento do not benefit from any form of protection, therefore, the results presented here offer important information for a future management and conservation plan.

1. INTRODUZIONE

1.1 Il Tursiope, *Tursiops truncatus*

Tursiops truncatus (Montagu, 1821), più comunemente chiamato tursiope, è un cetaceo odontocete che fa parte della famiglia dei Delfinidi (Figura 7).



Figura 7: Tursiope fotografato a bordo di Associazione MeRiS © Dr. Jessica Alessi.

Morfologia

Il tursiope (*Tursiops truncatus*) presenta un corpo liscio, robusto e affusolato la cui dimensione può raggiungere i 3,5 m di lunghezza e i 300 kg di peso. Per quanto riguarda la livrea, esso è caratterizzato da una colorazione composta da sfumature di grigio che variano da un colore più scuro ad un colore più chiaro. Grazie a questa variazione è abbastanza semplice distinguere la parte dorsale, più scura, dalla parte ventrale, più chiara. La pinna dorsale ha una forma triangolare ricurva, definita falcata.

Riproduzione

Le femmine raggiungono la maturità sessuale tra i 6-12 anni e hanno una gestazione che dura 12 mesi; i cuccioli vengono alla luce tendenzialmente in primavera e in estate (Wells *et al.*, 2009), ma in base al luogo e alle condizioni dell'habitat, le nascite possono avvenire in tutti i periodi dell'anno. Viene dato alla luce un solo piccolo di circa 1 m che sarà svezzato in 18 mesi, ma che rimarrà al fianco della madre per almeno 3 anni (Wells *et al.*, 2009). Durante il periodo di svezzamento, il cucciolo si alimenta principalmente con il latte materno per il primo anno di vita, ma nel frattempo comincia ad abituarsi anche al consumo di pesce. Negli anni seguenti il cucciolo impara come cacciare, come comunicare con gli altri membri del gruppo e come essere indipendente.

Distribuzione ed Ecologia

Il tursiope è una specie cosmopolita che vive nei mari tropicali e temperati (Wells *et al.*, 2019) di tutto il globo, ad eccezione delle sole acque artiche ed antartiche (Figura 8).



Figura 8: Mappa della distribuzione globale del *Tursiops truncatus* (IUCN, 2019).

In Mediterraneo è considerato la specie di cetaceo più comune della piattaforma continentale (Bearzi *et al.*, 2008; Gonzalvo *et al.*, 2014). In Italia questo animale può essere osservato lungo tutte le coste; la sua presenza è continua dal Mar Ligure, al Tirreno, al Canale di Sicilia, fino a diventare la specie preponderante nell'Adriatico, in particolare nella parte settentrionale (Bearzi *et al.*, 2009). L'ambiente caratteristico delle popolazioni mediterranee è quello costiero prevalentemente entro i 100 m di profondità, in corrispondenza della piattaforma continentale. Tuttavia, non è da considerarsi un caso strano incontrarli anche in acque più al largo e profonde (Wells *et al.*, 2009). Infatti, esistono due tipologie di popolazioni di tursiopi di cui una vive in ambiente pelagico ed è di dimensioni leggermente maggiori rispetto alla seconda che vive in ambiente costiero. Nella provincia di Agrigento la presenza del tursiope è stata confermata sia tramite monitoraggi scientifici dedicati (Ranù *et al.*, 2022), sia dai progetti di Citizen Science (Alessi *et al.*, 2019). Inoltre, in queste acque la forte presenza della specie è stata documentata con un tasso di incontro totale elevato, attestatosi al 40%, rispetto al numero di monitoraggi effettuati (Alessi *et al.*, 2019). Questo suggerisce che il tursiope svolga un ruolo chiave nelle acque della provincia di Agrigento, che rappresenta un hotspot per la specie (Ranù *et al.*, 2022).

Per quanto riguarda l'alimentazione, il tursiope è una specie generalista che si nutre di prede vive come pesci, crostacei e cefalopodi che caccia in prevalenza sui fondali. Per esempio, prede comuni sono il nasello (*Merluccius merluccius*), i cefali (Famiglia Mugilidae), la seppia comune (*Sepia officinalis*) e il polpo comune (*Octopus vulgaris*) (Volani & Volpi, 1990). Nelle acque costiere della provincia di Agrigento è stata osservata una frequente interazione con i pescherecci, in particolare con la pesca a strascico e le volanti in coppia

(Alessi *et al.*, 2018); in quest'area sembra che le attività di pesca non causino by-catch della popolazione locale (Alessi Jessica).

Stato di Conservazione

Tenendo conto della distribuzione ubiquitaria di questa specie (Figura 9), a livello globale il suo stato di conservazione è considerato di “minor preoccupazione” (Least Concern = LC) secondo la lista rossa IUCN.



Figura 9: Mappa della distribuzione del tursiope nel Mar Mediterraneo © IUCN Red List.

Nelle acque del Mediterraneo il tursiope è una delle specie incontrate con maggiore frequenza lungo le coste di quasi tutti gli stati che si affacciano sul bacino, sia settentrionali che meridionali (Figura 1.9). Molte di queste aree sono fortemente impattate dalle attività antropiche includendo la presenza di grandi porti, come Civitavecchia (Cafaro *et al.*, 2015) e La Spezia (Alessi & Fiori, 2014), e aree molto sfruttate dal traffico marittimo come gli stretti di Messina e Gibilterra, il golfo del Leone, le acque di Genova e Trieste (Bearzi *et al.*, 2008;). Data la sua distribuzione costiera e la sua esposizione al disturbo antropogenico (Bearzi *et al.*, 2008b; Gonzalvo *et al.*, 2014), nel 2006 l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) e l'Accordo sulla Conservazione dei Cetacei nel Mar Nero, Mar Mediterraneo e area Atlantica

contigua (ACCOBAMS) ha accettato di classificare la sottopopolazione mediterranea di tursiopi come “Vulnerabile” (VU), sulla base di un calo della popolazione del 30% negli ultimi 60 anni (Reeves & Notarbartolo di Sciara, 2006; Gonzalvo *et al.*, 2014).

Per questa ragione, il tursiope è stato inserito in molte convenzioni e accordi sia a livello internazionale che a livello europeo, così da assicurare la sua protezione. Per prima cosa, questa specie è stata inserita nell’Allegato II della Direttiva Habitat (92/43/EEC) tra le “specie animali e vegetali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione”; inoltre è stata inserita anche nell’Allegato IV della stessa Direttiva, insieme a tutte le altre specie di cetacei, come specie che necessita un regime di rigorosa protezione all’interno del suo range naturale.

Oltre alla Direttiva Habitat, il tursiope è incluso e protetto da diverse convenzioni: è inserito nell’Allegato II della Convenzione di Berna (Convenzione sulla Conservazione della Vita Selvatica e degli Habitat naturali in Europa) tra le specie animali rigorosamente protette, ed anche nell’Allegato II della Convenzione di Bonn tra le specie con uno stato di conservazione sfavorevole che necessitano di essere gestite attraverso degli accordi internazionali. Inoltre, questa specie è protetta dall’Allegato II del Protocollo della Convenzione di Barcellona, il quale si riferisce alle SPA e alla Diversità Biologica, e dall’Appendice II della convenzione CITES come specie che al momento non sono minacciate di estinzione, ma che potrebbero diventarlo a meno che il commercio non sia strettamente controllato. Per concludere, ACCOBAMS ha consentito l’istituzione di Aree Importanti per i Mammiferi Marini (IMMAs) per identificare le aree che potrebbero potenzialmente essere gestite per la conservazione (Hoyt & di Sciara, 2021).

1.2 Scopo della tesi

Questo lavoro di tesi si focalizza sulla sub-popolazione di tursiopi all'interno delle acque della provincia di Agrigento, nello Stretto di Sicilia, la quale è ancora poco studiata e non beneficia di nessuna forma di protezione. Data l'elevata presenza di tursiopi in quest'area, è necessario ampliare le conoscenze sullo stato di salute di questi animali. Utilizzando i dati ottenuti attraverso la tecnica di foto-identificazione, lo scopo di questo elaborato di tesi è di:

- indagare la presenza di lesioni cutanee in questa popolazione di delfini e le principali categorie a cui esse appartengono.
- ottenere informazioni sulla prevalenza, abbondanza ed intensità con cui questi disturbi della pelle si manifestano.
- determinare come queste lesioni si siano modificate nel periodo di tempo che intercorre tra il 2016 e il 2020, sulla base della variazione delle loro dimensioni.

Tutte queste informazioni possono essere utili per valutare sia lo stato di salute dei singoli esemplari che della popolazione in generale; inoltre possono fungere da base per comprendere e mitigare le cause che provocano l'insorgenza di queste malattie, che siano di origine ambientale o antropica.

1.3 Lesioni cutanee

La pelle dei cetacei possiede struttura e funzioni molto simili a quelle degli altri mammiferi: essa è composta da epidermide, derma ed ipoderma e funge da barriera (Townsend Jr & Staggs, 2020), poiché trattasi della struttura

corporea che per prima entra in contatto con l'ambiente esterno. Essendo il tessuto del corpo maggiormente esposto e perciò più osservabile e a portata dei ricercatori, la pelle può essere uno strumento molto utile per valutare lo stato di salute dei cetacei.

Con il termine lesione cutanea (o *Skin Lesion*) si intende una porzione di pelle che ha un aspetto o una crescita anormale rispetto alla pelle circostante e questa alterazione può essere di origine traumatica o patologica. Le lesioni cutanee nei cetacei sono state catalogate a partire dagli anni 50 (Simpson *et al.*, 1958; Slijper, 1962; Greenwood *et al.*, 1974; Van Bressem *et al.*, 2008), sono ampiamente distribuite dal punto di vista geografico (Hart *et al.*, 2012) e si manifestano in un ampio range di specie, a partire da quelle di grandi dimensioni fino ad arrivare ai cetacei più piccoli.

L'impatto dei disturbi della pelle sulla salute delle popolazioni è in gran parte sconosciuto, ma c'è una crescente preoccupazione per la loro elevata prevalenza, persistenza e per la copertura corporea estesa (Gonzalvo *et al.*, 2015). Esse possono essere di diversa tipologia ed avere delle ripercussioni più o meno gravi; infatti, si parte dai segni più innocui, come i *tooth rakes*, ossia graffi lasciati dai denti di conspecifici durante le interazioni sociali, o le semplici cicatrici, fino ad arrivare alle lesioni più importanti e debilitanti, come le ulcere. Di conseguenza le cause che possono portare all'insorgenza di queste lesioni sono molteplici:

- Interazioni intraspecifiche: consistono in interazioni tra individui appartenenti alla stessa specie, messe in atto per scopi sociali (Leone *et al.*, 2019). Esse danno principalmente origine a lesioni lievi, come i *tooth-rake marks*, le quali possono anche avere dei risvolti più seri e importanti;

- Interazioni interspecifiche: consistono in interazioni tra individui appartenenti a specie diverse, come la competizione per le risorse alimentari o l'utilizzo dell'habitat. Anche in questo caso le ferite riportate possono essere irrisorie tanto quanto possono avere conseguenze negative per gli animali. Con questo tipo di interazioni si intendono anche quelle che avvengono tra gli animali e le attività antropiche come la pesca, le quali causano la comparsa di cicatrici dovute alle eliche dei motori (Wilson *et al.*, 1997; Wilson *et al.*, 1999; Elwen *et al.*, 2010; Hart *et al.*, 2012; Byard *et al.*, 2013; Leone *et al.*, 2019) e alle reti da pesca (Van Bresseem *et al.*, 2007; Leone *et al.*, 2019).
- Insorgenza di infezioni patogene, dovute a batteri, virus e parassiti la cui presenza induce la comparsa di *marks* riconoscibili sul corpo dell'animale;
- Cambiamenti nelle condizioni ambientali, i quali includono l'aumento della radiazione solare, e l'abbassamento della salinità (Wilson *et al.*, 1997; Wilson *et al.*, 1999; Martinez-Levasseur *et al.*, 2011; Hart *et al.*, 2012; Leone *et al.*, 2019), dovuto all'entrata di una ingente massa d'acqua dolce nell'ambiente marino.

Come già accennato in precedenza l'integrità del tessuto cutaneo e di conseguenza, l'intensità e la quantità di lesioni cutanee presenti nelle popolazioni di cetacei, può riflettere il loro stato di salute generale. A partire da esso si può risalire e in seguito valutare il livello di pressione ambientale ed antropica che colpisce le varie specie (Pettis *et al.*, 2004). A questo proposito, nei casi più gravi le lesioni cutanee possono dare origine a malattie della pelle, definite come *“un'ampia gamma di condizioni che colpiscono l'epidermide, includendo malattie che hanno origine da infezioni batteriche, fungine e virali, cancri alla pelle e parassiti”* (www.topdoctors.it). L'apparizione di disturbi

della pelle può indicare un indebolimento ed una sollecitazione eccessiva del sistema immunitario, che normalmente andrebbe a contrastarli. Queste carenze da parte del sistema immunitario possono essere causate da stress di origine antropica, degradazione dell'habitat, variazioni di temperatura, aumento delle radiazioni solari e contaminazione da parte di inquinanti (Harzen & Brunnik, 1997).

1.3.1 Tipologie di lesioni cutanee in *Tursiops truncatus*

Secondo le descrizioni contenute in letteratura, le lesioni della pelle sono state suddivise in tre macrocategorie:

- 1) Variazioni della pigmentazione, includendo i *marks* che prevedono un aumento o una riduzione della normale pigmentazione della pelle;
- 2) Alterazioni potenzialmente patogeniche, che includono lesioni e malattie principalmente causate da agenti patogeni;
- 3) Variazioni definite "Miscellanea", cioè le lesioni cutanee che non possono essere incluse in nessuno dei due gruppi precedenti.

Variazione della pigmentazione

La variazione della pigmentazione è una delle lesioni più frequentemente osservate nei cetacei, in particolare nel tursiope. Questo tipo di disturbo forma delle macchie grandi o piccole, distinte o unite a formare dei cluster, e possono variare da una colorazione più chiara ad una più scura; in generale queste macchie vanno a contrastare la colorazione naturale del corpo (Harzen & Brunnik, 1997). Le lesioni appartenenti a questa macrocategoria possono essere suddivise in due sottogruppi: iperpigmentazione e ipopigmentazione.

L'iperpigmentazione consiste in un aumento della colorazione naturale della pelle (Harzen & Brunnik, 1997), il quale potrebbe essere indicativo di un avanzato stadio di infezione oppure di una regressione della malattia. Questo sottogruppo comprende al suo interno tre tipologie di lesioni cutanee (Figura 1):

- ***Black Amorphous*** (Figura 1): consistono in macchie scure e irregolari che possono variare dal grigio scuro al nero. Esse possono avere bordi ben distinti o sfumati e la loro superficie appare liscia. Normalmente all'interno della singola macchia la colorazione è uniforme, ma sono comuni anche le variazioni di grigio (Wilson *et al.*, 1997; Toms *et al.*, 2020). Per quanto riguarda l'agente scatenante di questo disturbo, esso è ancora sconosciuto.
- ***Dark Spots*** (Figura 1): consistono in piccole macchie circolari con una colorazione nera o grigio scuro ed i bordi non sono mai più chiari o più scuri della macchia stessa. Esse possono presentarsi come piccole lentiggini oppure come singoli punti (Toms *et al.*, 2020). Anche in questo caso l'agente scatenante non è conosciuto.
- ***Lunar*** (Figura 1): consistono in lesioni molto estese, circolari, con aspetto irregolare e sollevate rispetto alla pelle circostante. I bordi possono essere frastagliati o arrotondati, ma sempre ben distinti. Per quanto riguarda la colorazione, essa risulta come una complessa miscela tra nero, grigio, grigio-blu e bianco, dando alla pelle un aspetto simile ad alluminio corrosivo (Wilson *et al.*, 1997; Toms *et al.*, 2020). In questo caso l'agente scatenante è da imputare alla prolungata esposizione all'acqua dolce e questo tipo di lesione corrisponde allo stadio intermedio di questa esposizione. (Townsend Jr & Staggs, 2020).



Figura 1: Esempi di *skin lesions* appartenenti al sottogruppo iperpigmentazione: a) *Black Amorphous*; b) *Dark Spots*; c) *Lunar*.

L'ipopigmentazione consiste in una riduzione della normale pigmentazione della pelle, la quale può essere l'espressione di diversi fattori eziologici. In alcune specie di cetacei il colore della pelle può cambiare da grigio a grigio chiaro, quando si passa dallo stadio giovanile allo stadio adulto. In altri casi, la perdita di pigmento può essere una risposta a traumi o cicatrici, infezioni locali o sistemiche, cambiamenti nei parametri ambientali o la presenza di tossine che influenzano la normale quantità di melanina che si trova nella pelle (Townsend Jr & Staggs, 2020). All'interno di questo sottogruppo sono incluse quattro tipologie di lesioni cutanee (Figura 2):

- ***White Amorphous*** (Figura 2): consistono in lesioni dalla forma irregolare e dalla colorazione biancastra. Esse possono presentarsi in macchie di varia dimensione oppure possono essere più estese, andando a coprire una buona parte del corpo e/o della pinna dorsale. La loro superficie, nella maggior parte dei casi, appare liscia, ma a volte può avere un aspetto più opaco (Toms *et al.*, 2020). L'agente scatenante di questa lesione cutanea potrebbe essere legato alla guarigione in seguito a traumi, attacco di ectoparassiti, infezioni virali ed infiammazioni (Hart *et al.*, 2012; Toms *et al.*, 2020).
- ***Cloudy White Spots*** (Figura 2): si presentano come piccoli pallini bianchi di forma circolare sparsi su tutto il corpo o su una buona parte di

esso. Con margini definiti o sfumati. La colorazione varia dal blu-grigio fino al bianco. Queste lesioni hanno margini definiti o sfumati e in alcuni casi appaiono leggermente concave rispetto alla pelle circostante (Hupman *et al.*, 2017; Toms *et al.*, 2020; Taylor *et al.*, 2021). I *cloudy white spots* sono stati trovati in associazione con Herpesvirus in seguito ad un test in PCR svolto su campioni di tessuto da Hart *et al.* (2012).

- **White Freckles** (Figura 2): consistono in punti di piccolissime dimensioni, numerosi, di colorazione bianca e distribuiti su tutta la parte dorsale dell'animale. Essi sono di forma circolare e presentano bordi ben definiti. Questo tipo di disturbo della pelle può essere confuso con i *cloudy white spots*, ma si distinguono da questi ultimi per numero, taglia e sfumatura (Toms *et al.*, 2020). Per quanto riguarda l'agente scatenante, anche in questo caso è ancora sconosciuto.
- **Pallore generale** (Figura 2): si presenta come uno schiarimento del colore della pelle diffuso su tutto il corpo (McClain *et al.*, 2020; Deming *et al.*, 2020). La causa scatenante di questo disturbo è la prolungata esposizione all'acqua dolce; quando l'animale è esposto ad una salinità compresa tra 11 e 20 ppt per un totale di 13-16 giorni consecutivi (McClain *et al.*, 2020).

All'interno di questa prima categoria è compresa una lesione che non rientra né tra le iperpigmentazioni né tra le ipopigmentazioni, poiché può manifestarsi in entrambi i modi. Viene definita come **mottled** (Figura 2) e consiste in piccole macchie sparse, spesso localizzate sul fianco dell'animale che possono avere forma irregolare e diversa colorazione, dal bianco fino al grigio scuro. Anche in questo caso la ragione della loro comparsa non è ancora nota.

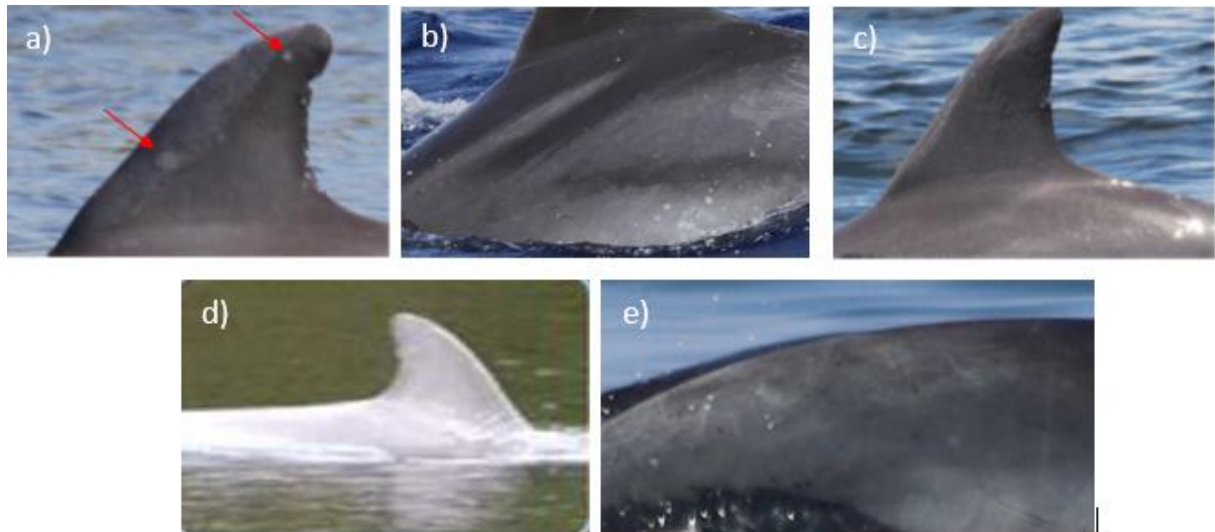


Figura 2: Esempi di *skin lesions* appartenenti al sottogruppo Ipopigmentazione e l'unica eccezione: a) *White Amorphous*; b) *Cloudy White Spots*; c) *White Freckles*; d) Pallore Generale; e) *Mottled*.

Lesioni potenzialmente patogeniche

La seconda macrocategoria è caratterizzata dalle lesioni cutanee potenzialmente patogeniche; esse sono causate principalmente da agenti patogeni che in genere includono virus, batteri, funghi e occasionalmente protozoi ciliati, molti dei quali si trovano nell'ambiente marino (Van Bresse *et al.*, 2007; Maldini *et al.*, 2020). Le infezioni sono causate da un indebolimento dei meccanismi di difesa dell'ospite come, per esempio, il gel resistente al taglio che ricopre la superficie della pelle di delfino (Meyer *et al.*, 2008), o gli enzimi e i gruppi peptidici presenti nell'epidermide dei cetacei (Meyer & Seegers, 2004). Inoltre, esse possono avere origine anche a partire da lesioni preesistenti, che forniscono una via d'entrata per i potenziali agenti patogeni. Le lesioni che fanno parte di questa categoria sono di sette diverse tipologie (Figura 3):

- **Dark Fringe** (Figura 3): queste lesioni hanno una tipica forma ad anello e sono costituite da un'area centrale più chiara circondata da un alone più scuro rispetto alla normale colorazione della pelle (Hupman *et al.*, 2017; Toms *et al.*, 2020; Taylor *et al.*, 2021). Esse possono avere una distribuzione localizzata oppure più diffusa ed hanno un range dimensionale che va da 0,5 a 3 cm di diametro (Jeraci *et al.*, 1979). Questo tipo di *ring lesion* è considerato lo stadio iniziale dell'infezione da parte di esponenti della famiglia dei Poxviridae, probabilmente appartenenti ad un nuovo genere di *Chordopoxvirinae* (Van Bresseem *et al.*, 2008).
- **White Fringe** (Figura 3): caratterizzate da aloni bianchi di forma ovale che circondano una porzione della pelle dalla normale colorazione (Wilson *et al.*, 1997; Hupman *et al.*, 2017; Toms *et al.*, 2020; Taylor *et al.*, 2021). Anche in questo caso la loro dimensione può arrivare anche a 6 cm di diametro. La causa che ha portato alla manifestazione di questa malattia sembra essere un'infezione da Herpesvirus 3, un alfa-herpesvirus precedentemente identificato nei tursiopi. Questa scoperta è stata fatta da Hart *et al.* (2012) in seguito all'analisi di campioni di tessuto prelevati da tursiopi spiaggiati, i quali presentavano questo tipo di lesione. Questi campioni, che presentavano le prove di una fonte virale, sono stati sottoposti ad analisi in PCR.
- **Tattoo Lesion** (Figura 3): sono lesioni caratterizzate da una colorazione grigia, nera o giallognola e da una forma irregolare (Van Bresseem *et al.*, 2008; Toms *et al.*, 2020). La superficie appare come puntinata (cioè caratterizzata da numerosi piccoli punti), mentre i bordi possono essere grigi o neri. A differenza dei *dark fringe*, le *tattoo lesions* si presentano in macchie con una grandezza che può variare da 0,5 a 7 cm; inoltre sono

spesso orientati lungo l'asse longitudinale del corpo (Harzen & Brunnik, 1997). Anch'esse sono causate dall'infezione da Poxvirus e potrebbero essere considerate come la consolidazione delle *dark fringe*.

- ***Spotted*** (Figura 3): questo tipo di lesione viene anche definita “simile ad un cavolfiore”, dato che si manifesta come un insieme di piccole macchie che si riuniscono a formare dei cluster. A differenza dei *white amorphous*, in questo caso le singole macchie che compongono i cluster sono ben distinguibili ed appaiono lisce ed in linea con la pelle circostante (Toms *et al.*, 2020). Anche per questo disturbo della pelle si ipotizza che la causa sia da imputare all'infezione da Poxvirus, ma in questo caso non ci sono ancora certezze.
- ***Vesicular Lesion*** (Figura 3): consistono nella formazione di vescicole dalla forma arrotondata e tendenzialmente di colore rosato; da esse possono anche formarsi lesioni più gravi come pustole e dermatiti ulcerate (Toms *et al.*, 2020). Queste vescicole si formano a causa della presenza di un'infezione da Calicivirus, il quale può svilupparsi anche a partire da vecchie ferite o da infezioni di diversa natura (Van Bresseem *et al.*, 2008).
- ***Lobomycosi*** (Figura 3): è una infezione fungina cronica e granulomatosa che colpisce la pelle e i tessuti sottocutanei. Essa si manifesta con la comparsa di verruche che presentano una colorazione dal bianco al rosa, spesso in rilievo pronunciato rispetto alla pelle circostante; nei casi più gravi queste lesioni verrucose possono diventare ulcere e formare placche estese (Van Bresseem *et al.*, 2007; Van Bresseem *et al.*, 2008; Bermudez *et al.*, 2009). Le parti del corpo del tursiope maggiormente colpite sono il dorso, il rostrò, la pinna dorsale e la coda. Questa infezione è causata dal fungo *Lacazia loboi*.

- ***Rake Mark-Associated (RMA) potenzialmente patogenici*** (Figura 3): consistono in anomalie che si formano a partire da o in associazione ai *rake marks*. Essi hanno origine a partire da un segno fresco o in via di guarigione ed hanno sempre una forma circolare (Toms *et al.*, 2020). Come si può intuire dal nome, questa tipologia di RMA potrebbe essere associata a diversi patogeni. Pare usuale che nella loro formazione sia coinvolto il Poxvirus (Townsend Jr & Staggs, 2020); perciò, da esse potrebbero avere origine le *dark fringe* o le *tattoo lesion*.

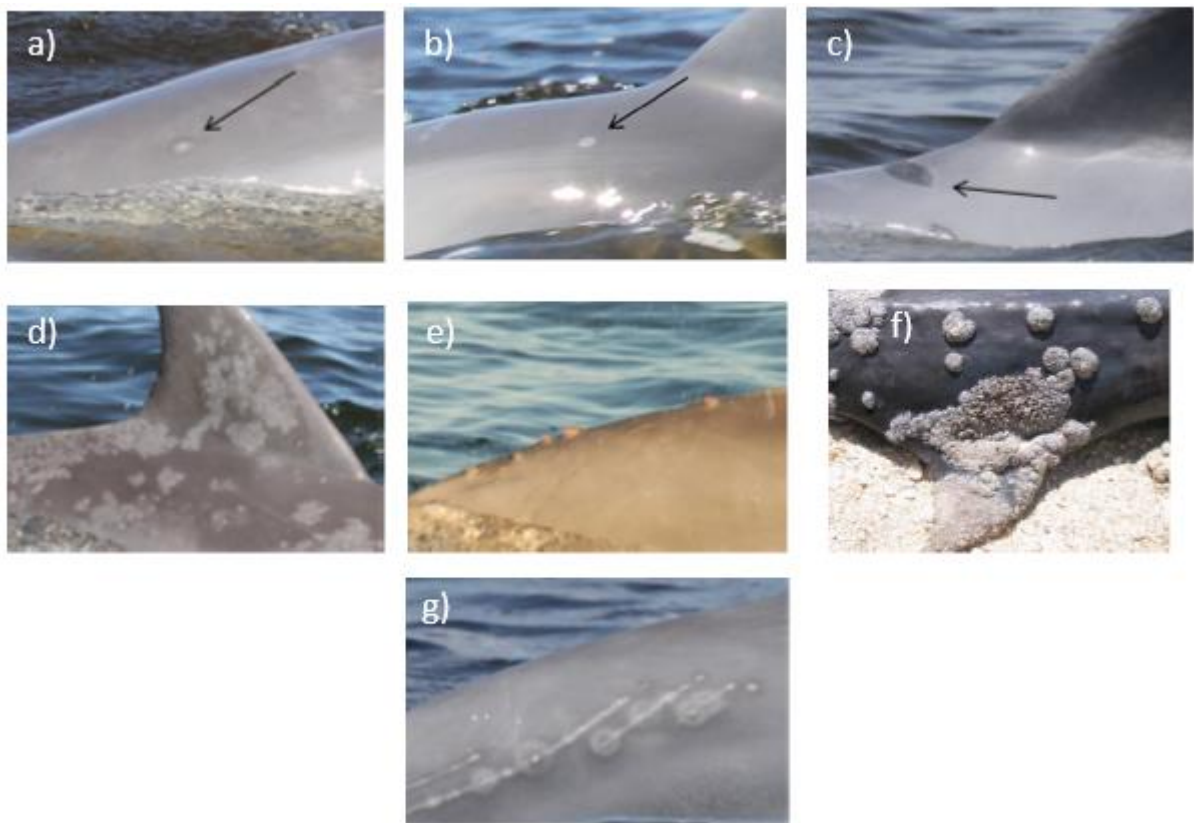


Figura 3: Esempi di lesioni potenzialmente patogeniche: a) *Dark Fringe*; b) *White Fringe*; c) *Tattoo Lesion*; d) *Spotted*; e) *Vesicular Lesion*; f) *Lobomycosis*; g) *Rake Mark-Associated* potenzialmente patogenico.

Miscellanea

Come accennato in precedenza, l'ultima macrocategoria ospita tutte le lesioni cutanee che non possono essere incluse né tra le variazioni di pigmentazioni né tra le malattie potenzialmente causate da patogeni. Esse sono 4 in totale (Figura 4):

- ***Orange Hue*** (Figura 4): descritta per la prima volta da Nemoto *et al.* (1977), questa anomalia della pelle si manifesta come un alone aranciato (de Oliveira Santos *et al.*, 2008; Toms *et al.*, 2020) i cui margini sono sfocati e, normalmente, si localizza sul fianco dell'animale, nella parte anteriore o posteriore della pinna dorsale. La sua comparsa è causata da diatomee che si vanno a depositare sul corpo del tursiope. L'accumulo di diatomee indica una riduzione della capacità rigenerativa della pelle e della velocità nel nuoto, che possono rispecchiare le condizioni fisiche compromesse del delfino in questione (Yang *et al.*, 2013)
- ***Orange Patches*** (Figura 4): consistono in macchie dal colore aranciato o rugginoso, con margini frastagliati oppure arrotondati. Spesso si manifestano all'attaccatura della pinna dorsale e molte volte sono state viste in associazione a macchie *white amorphous* che circondavano le *orange patches* (Toms *et al.*, 2020). L'agente scatenante che ha portato all'insorgenza di questa lesione è ancora sconosciuto.
- ***Rake Mark-Associated (RMA)*** (Figura 4): come già detto in precedenza, sono lesioni che si formano a partire dai *rake marks*. A differenza dei potenzialmente patogenici, questa tipologia di RMA è caratterizzata da uno scolorimento della pelle che intercorre tra i segni lasciati dai denti, che si estende per tutta la lunghezza della ferita (Toms *et al.*, 2020).

Comunemente la colorazione è bianca con un aspetto vellutato e si ipotizza che la loro comparsa sia legata al processo di guarigione.

- **Parassitismo** (Figura 4): questo tipo di lesioni viene provocata dall'attacco di parassiti sul corpo dell'animale. Uno dei parassiti più diffusi è il copepode *Pennella balaenopterae*, il mesoparassita più grande riscontrato nei tessuti corporei dei cetacei (Vecchione & Aznar, 2014). In un delfino sano, un'infezione da *P. balaenopterae* coinvolge l'attacco di pochi individui; però se il numero di organismi attaccati al corpo del tursiope cominciasse a crescere e si mantenesse elevato per lungo tempo, questo potrebbe indicare un indebolimento del sistema immunitario del delfino. Infatti, è stato dimostrato che un grande numero di infezioni da *P. balaenopterae* sul corpo degli animali potrebbe essere associato ad infezioni virali debilitanti (Vecchione & Aznar, 2014).

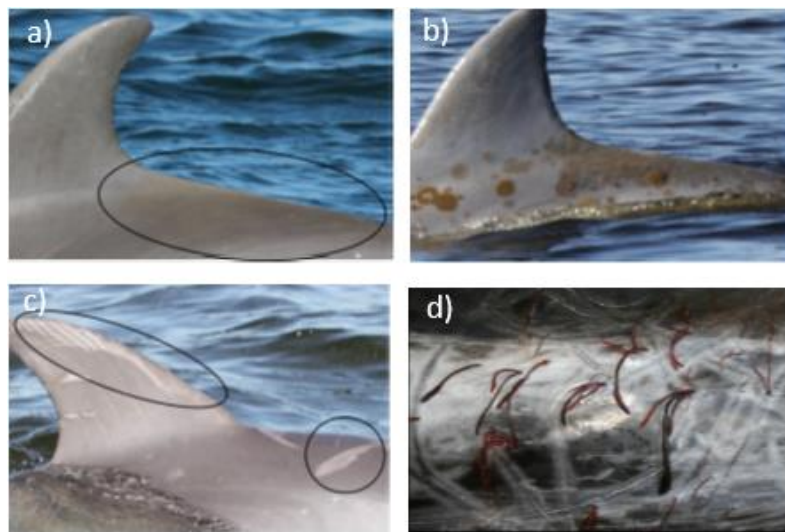


Figura 4: Esempi di lesioni cutanee appartenenti alla categoria miscellanea: a) Orange Hue; b) Orange patches; c) Rake Mark-Associated; d) Parassita *P. balaenopterae*.

1.3.2 Tipologie di campionamento della pelle

Negli ultimi decenni la documentazione fotografica delle malattie della pelle è diventata sempre più utilizzata. Questo è dovuto alla visibilità delle condizioni dell'epidermide di almeno una parte del corpo, alla possibilità di caratterizzare e quantificare le lesioni (Thompson & Hammond, 1992; Hupman *et al.*, 2017; Toms *et al.*, 2020). Inoltre, il crescente utilizzo delle immagini è stato incoraggiato dalla difficoltà e dai costi di recuperare campioni di pelle utili per le analisi genetiche. Nonostante la raccolta di campioni di tessuto nei cetacei sia complicata, le analisi genetiche rimangono comunque l'approccio più affidabile per determinare le vere cause che provocano l'insorgenza delle lesioni cutanee.



Figura 5: Dardo da biopsia utilizzato su un esemplare di tursiope

Per raccogliere campioni di pelle sono state sviluppate prevalentemente tre tecniche, le quali possono essere più o meno invasive. Il primo approccio è l'utilizzo di un dardo da biopsia (Figura 5) sparato da una balestra o da una pistola modificata, necessario per campionare un piccolo "plug" di tessuto (Lambersen, 1987; Harling & Würsig, 1999). Questa tecnica è più dispendiosa rispetto alle altre sotto molti aspetti: dal punto di vista economico, questi campioni di tessuto richiedono analisi di laboratorio anche molto costose per poter dare informazioni utili. Inoltre, durante un avvistamento, utilizzando questa tecnica è molto complicato riuscire a campionare tutti gli esemplari del gruppo. La seconda possibilità, usata da diversi ricercatori, è utilizzare campioni di pelle che si

staccano naturalmente dal corpo del cetaceo (Whitehead *et al.* 1990; Baker *et al.* 1991; Amos *et al.* 1992; Harling & Würsig, 1999). Questo approccio non-invasivo è preferibile sulle grandi balene, dato che i piccoli cetacei non rilasciano una quantità di pelle sufficiente per poter essere raccolta. La terza tecnica prevede di raschiare cellule dell'epidermide dal dorso dei cetacei, in particolare in corrispondenza delle lesioni cutanee, utilizzando una spugna da cucina in nylon (Harling & Würsig, 1999). Le spugnette vengono tagliate in quadrati da 4 cm x 4 cm, sterilizzate e legate all'estremità di un'asta di legno (Figura 6). In questo modo il contatto fisico è minimizzato e si ottiene un campione di pelle sufficiente

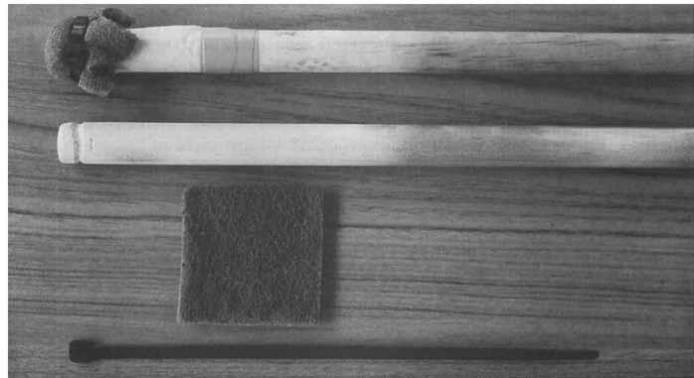


Figura 6: Kit assemblato per la raschiatura del campione di pelle e le sue componenti separate.

per svolgere le analisi in laboratorio. A differenza di quella precedente, questa tecnica è più indicata per i cetacei di piccole dimensioni come il tursiope.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Area di studio

L'area di studio presa in considerazione comprende il tratto di mare che si estende da Sciacca, a nord-ovest, a Licata, a sud-est, e comprende le acque appartenenti alla provincia di Agrigento, situate sulla costa sud-occidentale della Sicilia. Essa si estende approssimativamente per 1100 km², ed è situata nello Stretto di Sicilia (Figura 10).

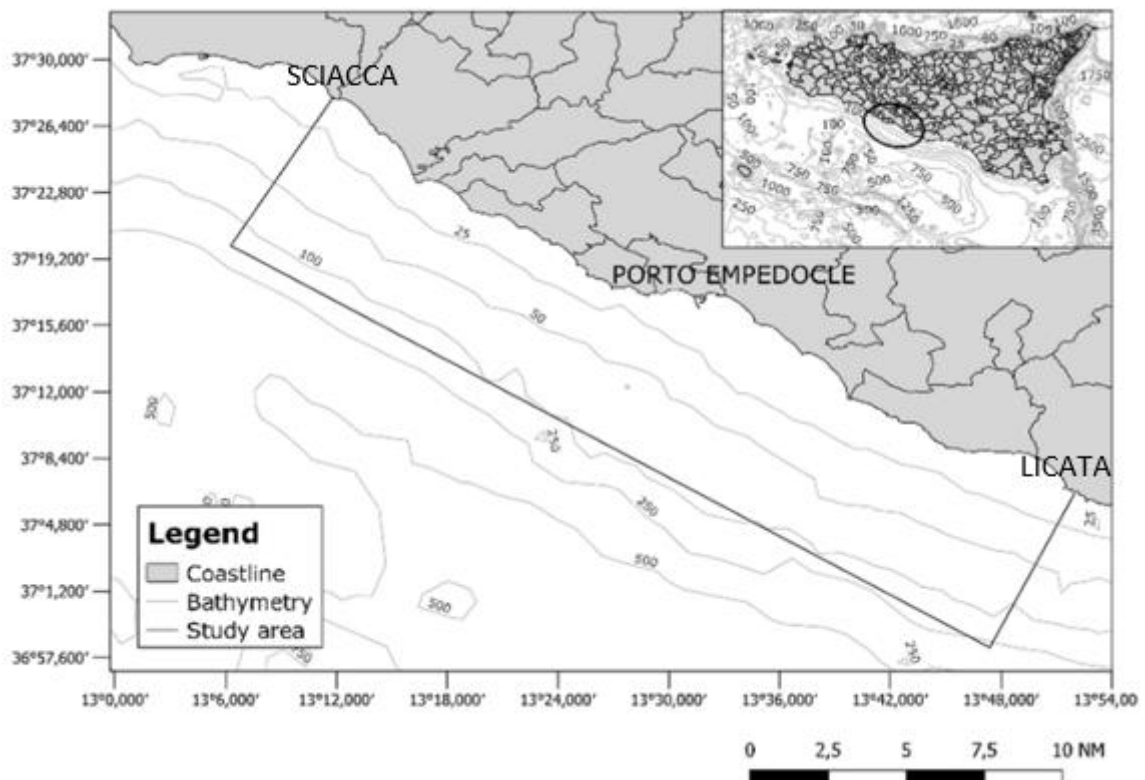


Figura 10: Mappa dell'area di studio

Lo Stretto di Sicilia è il tratto di mare tra l'isola di Sicilia e la Tunisia, rappresenta una connessione cruciale tra il bacino occidentale e il bacino orientale del Mar Mediterraneo (Consoli *et al.*, 2016); ha un'ampiezza minima

di 145 km (tra Capo Bon e Mazara del Vallo) (UNEP, 2015) ed una estensione in lunghezza di 600 km. La topografia del fondale non è omogenea, ma è caratterizzata da due ampie piattaforme continentali, quella tunisina a nord-ovest e quella siciliana a sud-est, le quali sono separate da aree di acque profonde dalle quali emerge l'isola vulcanica di Pantelleria (Consoli *et al.*, 2016; Ormani *et al.*, 2016). Inoltre, è presente una grande quantità di rilievi sottomarini di varia tipologia, definiti come “banchi”, i quali determinano l'irregolarità del fondale. Lungo la costa siciliana, la piattaforma continentale è ampia e si estende per circa 6 miglia, raggiungendo profondità che vanno da 250 a 300m; questa è la topografia di habitat preferita dai tursiopi (Würsing *et al.*, 2009).

Dal punto di vista oceanografico, lo Stretto di Sicilia è un sito ad alta energia poiché presenta un sistema dinamico di correnti in cui tre masse d'acqua si mescolano: la *Surface Atlantic Waters*, la *Levantine Intermediate Waters* e la *Eastern Mediterranean Deep Waters*.

La complessa topografia del fondale dello Stretto ha una grande importanza, poiché è in grado di influenzare lo schema della circolazione al suo interno, generando fenomeni di *upwelling* che vanno ad aumentare localmente la produttività biologica (Consoli *et al.*, 2016). Per questo motivo lo Stretto di Sicilia è considerato un'area di elevata produzione primaria ed un hotspot di biodiversità, data la presenza di condizioni che permettono di ospitare diverse tipologie di habitat e diverse specie provenienti da entrambi i bacini.

Per ciò che concerne la biodiversità, i rilievi sottomarini costituiscono zone di aggregazione (usate per l'alimentazione, come nursery e aree di *spawning*) per molte specie di pesci migratori, cetacei, uccelli marini e cefalopodi (Consoli *et al.*, 2016), tra cui il tonno rosso (*Thunnus thynnus*), il

pescespada (*Xiphias gladius*), la tartaruga comune (*Caretta caretta*), la berta maggiore (*Calonectris diomedea*), la berta minore (*Puffinus yelkouan*) e l'uccello delle tempeste Europeo (*Hydrobates pelagicus*). L'importanza dello Stretto come hotspot di biodiversità è dovuta alla presenza di tre classi di processi fisici denominati *ocean triads* (Bakun, 1998; Aissi, 2014; Würtz, 2015), i quali sono processi di arricchimento (*upwelling, mixing, ecc.*), di concentrazione (convergenza, formazione di fronti, stabilità della colonna d'acqua) e che favoriscono la conservazione all'interno di habitat appropriati.

L'intero Stretto di Sicilia nel 2014 è stato riconosciuto a livello internazionale come una "Ecologically or Biologically Significant Area" (EBSA) da parte delle *Contracting Parties of the Convention on Biological Diversity* (CBD), grazie alla sua grande importanza naturalistica (UNEP, 2015; Consoli *et al.*, 2016; Consoli *et al.*, 2021).

Data la sua posizione e la sua alta produttività, lo Stretto di Sicilia è un'area molto utilizzata e di conseguenza molto impattata da parte delle attività antropiche, come la pesca; l'acquacoltura; il turismo; le attività di esplorazione ed estrazione ed il traffico marittimo. Per quanto riguarda l'impatto del traffico marittimo, lo stretto è considerato una delle aree con il più alto livello di traffico marittimo (Aissi, 2014). Un altro aspetto di rilievo inerente le attività antropiche in quest'area è l'interazione tra i pescherecci ed alcune specie residenti, come per esempio, il tursiope. Questi animali si ritrovano ad essere in competizione con le attività di pesca data la loro crescente tendenza a sottrarre i pesci dalle reti. Per questo motivo, in alcuni casi si crea un rapporto conflittuale tra pescatori e delfini, in casi estremi i pescatori tentano di allontanare gli animali utilizzando arpioni o pistole (Leone *et al.*, 2019), causando delle ferite dalle quali si possono sviluppare malattie.

2.2 Raccolta dati

Le campagne di ricerca si sono svolte principalmente durante la stagione estiva negli anni compresi tra il 2016 e il 2020 all'interno delle acque della provincia di Agrigento, salpando dal porto di Porto Empedocle (AG). I monitoraggi sono stati condotti entro le 6 miglia dalla costa giornalmente, ma solo in presenza di buone condizioni meteo-marine, ossia con scala Beaufort minore o uguale a 3 (leggera brezza) e ad un valore della scala Douglas minore o uguale a 2 (poco mosso). Tali condizioni meteo-marine garantiscono la possibilità di individuare visivamente gli animali.

Sono state utilizzate due piattaforme di campionamento: un gommone Selva di 5,40 metri con chiglia rigida in vetroresina, dotato di motore fuoribordo Selva a 4 tempi da 40 hp negli anni 2016-2019; una barca semicabinata lunga 6,5 metri, equipaggiata con un motore fuoribordo Honda 130 hp nell'anno 2020. È stato adottato un disegno di campionamento randomizzato, nel quale l'unità di campionamento viene posizionata in modo casuale. Questa scelta è stata fatta sulla probabilità omogenea di incontrare gli individui target all'interno dell'area di studio (Ranù *et al.*, 2022).

Durante la navigazione è stato adottato un protocollo di campionamento visivo con o senza l'ausilio di binocoli marini (7x50): durante ogni survey erano presenti un minimo di due osservatori esperti posizionati ognuno su un lato dell'imbarcazione, per coprire visivamente un settore di 180 ° ciascuno, ottenendo una copertura a 360° di tutto l'ambiente circostante (Alessi *et al.*, 2019; Ranù *et al.*, 2022). Per tenere nota della rotta di navigazione, sulla barca era presente un GPS Garmin che registrava costantemente la posizione geografica dell'imbarcazione. In aggiunta, a bordo era presente un GPS cartografico (Raymarine DragonFly 7), dotato di ecoscandaglio che forniva

continuamente informazioni riguardanti la profondità del fondale, la temperatura superficiale dell'acqua e la velocità dell'imbarcazione.

Nel corso delle uscite di monitoraggio sono state compilate tre diverse tipologie di schede di raccolta dati:

- **Scheda di navigazione** (Figura 11), utilizzata per registrare informazioni che riguardano la navigazione (i membri dell'equipaggio, numero del survey, la data, l'ora di alba e tramonto, le ore motore a inizio e fine survey, le condizioni del mare e del vento, la visibilità), la posizione della barca (orario e coordinate GPS che vengono annotate ogni 20 minuti) e gli incontri rilevanti fatti durante il survey (sia con specie target, sia con pescherecci).

numero di individui per classe di età). La classe di età degli esemplari è stata stimata basandosi sulla lunghezza del corpo: sono stati identificati come adulti esemplari con una lunghezza di circa 3 m (3/3), giovanili quelli lunghi fino a 2/3 di un adulto, cuccioli quelli con una lunghezza fino ad 1/3 di un adulto e neonati quelli con la stessa lunghezza corporea di un cucciolo, ma con la presenza di pieghe fetali sul fianco. Viene inoltre annotata la presenza di specie associate ed il relativo numero di esemplari, la compattezza o meno del gruppo di tursiopi a inizio e fine avvistamento.



DATE _____ Compiler _____ Sight.N° _____

HOUR START _____ HOUR END _____

PHOTO-ID YES NO

SPECIES _____

POD N° (min-max) _____

POD COMPOSITION (N°)

1) Adult (3/3) _____

2) Juvenile (2/3) _____

3) Calf (1/3) _____

4) New Born (Fetal folds) _____

Associated SPECIES and N°	
1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____

INTERACTION _____ COMPACT SPARSE (start)

TW=Trawling PTW=Pair-Trawling COMPACT SPARSE (end)

START (hh:min:sec)	END (hh:min:sec)	DURATION (Sec)	Beh.CODE	N° animal

Figura 12: Scheda di avvistamento MeRiS, compilata ad ogni avvistamento di tursiopi. © MeRiS – Mediterraneo Ricerca e Sviluppo

- **Scheda rifiuti** (Figura 13), la quale viene compilata solo in determinate condizioni meteo-marine, cioè con mare calmo (Beaufort ≤ 1) e buona visibilità. Essa viene utilizzata per monitorare la presenza di rifiuti galleggianti; per questo motivo vengono annotati ora di incontro, numero di oggetti, materiale di cui sono composti e una breve descrizione dell'oggetto (es: “bottiglia di plastica”).



FLOATING LITTER VISUAL MONITORING

Date	Survey N°	LONG/LAT (Start/End)	Wind/Sea	Hour	Item Code	Description	Count Item (#items)

Figura 13: Scheda rifiuti MeRiS, compilato con buone condizioni meteorologiche del mare per monitorare i macro rifiuti galleggianti. © MeRiS – Mediterraneo Ricerca e Sviluppo.

Durante gli avvistamenti, l'avvicinamento al gruppo di delfini si svolgeva seguendo le linee guida per l'avvistamento dei cetacei all'interno del Mediterraneo, Mar Nero e delle acque atlantiche contigue (www.accobams.org), in modo da non arrecare disturbo agli animali (Figura 14). MeRiS è infatti certificata come gruppo di ricerca ecosostenibile da *Friend of the Sea*, un progetto della *World Sustainability Organization* che tutela l'ambiente marino (www.friendofthesea.org). Per prima cosa, quando si arriva ad una distanza di 300 metri dal cetaceo, definita *Watching Zone*,

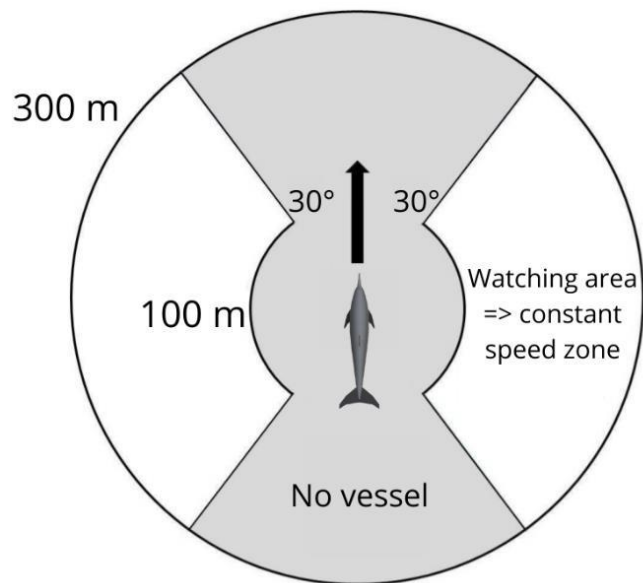


Figura 14: Linee guida di ACCOBAMS per l'avvicinamento cetacei © ACCOBAMS

è necessario ridurre la velocità di crociera cercando di evitare cambiamenti improvvisi di velocità e direzione. Questo primo approccio deve avvenire con una inclinazione ideale della barca di 30° rispetto alla rotta dell'animale e ad una velocità che non supera i 5 nodi; in seguito, la barca si va a disporre gradualmente in posizione parallela rispetto alla rotta dell'individuo target o del gruppo, sempre rispettando la distanza minima di 100 metri dall'esemplare/i. È possibile che in alcuni casi siano i cetacei stessi ad avvicinarsi all'imbarcazione; quando questo approccio si verifica, è importante mantenere la stessa velocità o ridurla ulteriormente e non cambiare direzione.

Oltre alla compilazione delle schede di avvistamento, nel corso degli incontri con i tursiopi, sono stati raccolti dati fotografici, per poi applicare la tecnica di foto-identificazione.

2.3 Foto-Identificazione

La Foto-Identificazione è una tecnica di *mark-recapture* utilizzata per campionare le popolazioni animali nel loro habitat naturale. Essa dà la possibilità al ricercatore di fare una stima dell'abbondanza della popolazione, investigare gli aspetti comportamentali, sociali ed ecologici (Weinrich *et al.*, 1992; Bearzi, 2004; Beck, 2012) e valutare le condizioni del corpo e della pelle (Hart *et al.*, 2012) senza essere invasivi o arrecare qualsiasi tipo di danno agli esemplari. Infatti, per riconoscere ogni singolo individuo, ci si basa su dei segni naturalmente presenti sul corpo degli animali, detti *natural marks*, che sono peculiari e differenti in ognuno di essi.

Questa tecnica viene ormai considerata uno strumento ben collaudato per lo studio sia dei grandi mysticeti che dei piccoli odontoceti (Würsig & Jefferson, 1990); questo perché presenta notevoli vantaggi, come ridurre lo stress causato agli animali rispetto ad altri metodi di studio (Payne *et al.*, 1983).

Nonostante venga applicata a diverse specie, essa richiede sempre la presenza di determinati presupposti che devono essere rispettati (Hammond, 1986):

- La popolazione in questione deve essere chiusa, cioè priva di emigrazioni ed immigrazioni e le nascite e morti si bilanciano;
- Gli individui devono avere la stessa probabilità di essere “catturati” all'interno del primo campione;

- I *marks* non devono scomparire durante lo studio;
- I *marks* non devono modificare la probabilità di cattura;
- I *marks* devono essere visibili durante ogni avvistamento dell'esemplare;
- Gli individui devono mescolarsi in maniera casuale con il resto della popolazione tra i vari avvistamenti.

La porzione del corpo che più ci dà informazioni, e che quindi viene fotografata nel caso del tursiope, è la pinna dorsale poiché è la parte del corpo che più emerge dall'acqua e che subisce maggiori modificazioni nel corso della vita dell'animale. In particolare, la parte di pinna di maggiore interesse è il profilo posteriore; su di esso sono presenti tacche, incisioni e segni provocati da interazioni intraspecifiche o interspecifiche, collisioni con le eliche delle barche ed anche a causa delle interazioni con i pescatori, data la loro competizione per le risorse trofiche.

Per riconoscere con precisione un individuo, questo deve essere “ben marcato”, cioè deve presentare un insieme di *marks* che lo rendono unico ed inconfondibile. Non bisogna fare affidamento solo su una tacca presente sulla pinna, poiché spesso si possono scambiare più delfini per lo stesso individuo; in questo modo si rischia di ottenere informazioni sbagliate su tutti i parametri indagati. A questo proposito, i segni distintivi devono essere individuati e scelti con grande attenzione: sono da scartare quelli effimeri, come lievi graffi e cicatrici, che possono subire modifiche durante la guarigione (Lockyer & Norris, 1990), mentre si devono tenere in considerazione quelli permanenti (Figura 15). Nel corso del tempo la pinna può subire modificazioni, date dalla comparsa di nuovi marchi, che possono cambiare completamente l'aspetto generale di quest'ultima, e quindi impedire o rendere più complicato il suo riconoscimento da parte del ricercatore tra le pinne del database.

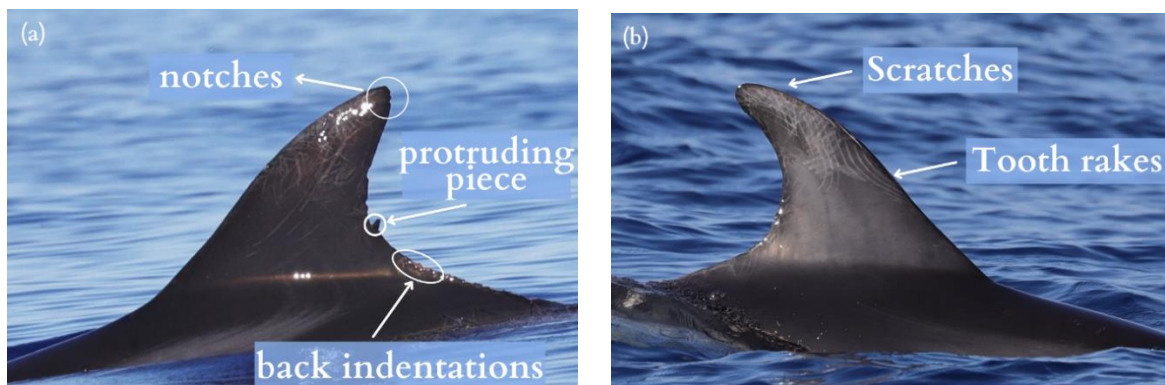


Figura 15: Fotografie delle pinne dorsali di due tursiopi: Spillo (a) and Friscalettu (b), in cui sono evidenziate alcune tipologie di *natural marks*, dal database di Associazione MeRiS
 © Dr. Jessica Alessi

Lo strumento di lavoro che viene utilizzato è la macchina fotografica. Si utilizzano macchine fotografiche reflex-digitali equipaggiate con teleobiettivi, preferibilmente stabilizzati, in modo da permettere di fotografare le pinne dorsali in alta qualità e così poter individuare in modo chiaro i *marks* caratteristici. Durante l'attività di ricerca sono state utilizzate una macchina fotografica Canon Eos 6D Mark II, equipaggiata con teleobiettivo 100-400 mm Canon L IS USM II, e una seconda macchina fotografica, Canon Eos 350d equipaggiata con un teleobiettivo 70-300 mm stabilizzato. Per ottenere delle informazioni valide ai fini statistici è importante fotografare tutti gli individui presenti nel gruppo avvistato, sia dal lato destro che dal lato sinistro, ed in posizione il più possibile perpendicolare all'asse del corpo. Difatti il protocollo di foto-identificazione prevede di:

- Fotografare tutti gli esemplari presenti nel pod, in modo da non concentrarsi solo sugli individui ben marcati (Würsig & Jefferson, 1990);
- Effettuare fotografie in modo casuale;

- Fotografare in modalità sequenziale, così da immortalare il profilo di emersione completo;
- Fotografare entrambi i lati dell'animale, dato che potrebbero presentare dei *natural marks* differenti.

La foto-identificazione, che consente di effettuare osservazioni a lungo termine, ci dà inoltre la possibilità di ottenere informazioni sulla struttura dei gruppi (Shane *et al.*, 1986), sugli spostamenti geografici, sulla grandezza della popolazione (Hammond & Tomphson, 1991), sul raggiungimento della maturità sessuale, sui cicli riproduttivi e sulla distribuzione batimetrica (Gnone *et al.*, 2005).

2.3.1 Catalogo MeRiS

I dati fotografici sono stati utilizzati per creare ed in seguito aggiornare il catalogo di foto-identificazione implementato da MeRiS tramite il software File Maker pro 12. Esso consiste in una raccolta ordinata e sistematica di fotografie, ritraenti le pinne dorsali di tutti gli esemplari di tursiope avvistati nel corso dello studio. Il catalogo riporta una pagina (o record) per ogni fotografia da inserire (Figura 16). Insieme alla foto di un fianco dell'esemplare in analisi, sono elencate tutte le informazioni che riguardano il delfino in questione (numero di identificazione, nome, classe di età, sesso se conosciuto, quantità e tipologia di notch, lato della pinna fotografata) e l'avvistamento (data, ora, zona, coordinate GPS, eventuali interazioni con i pescherecci e specie associate).

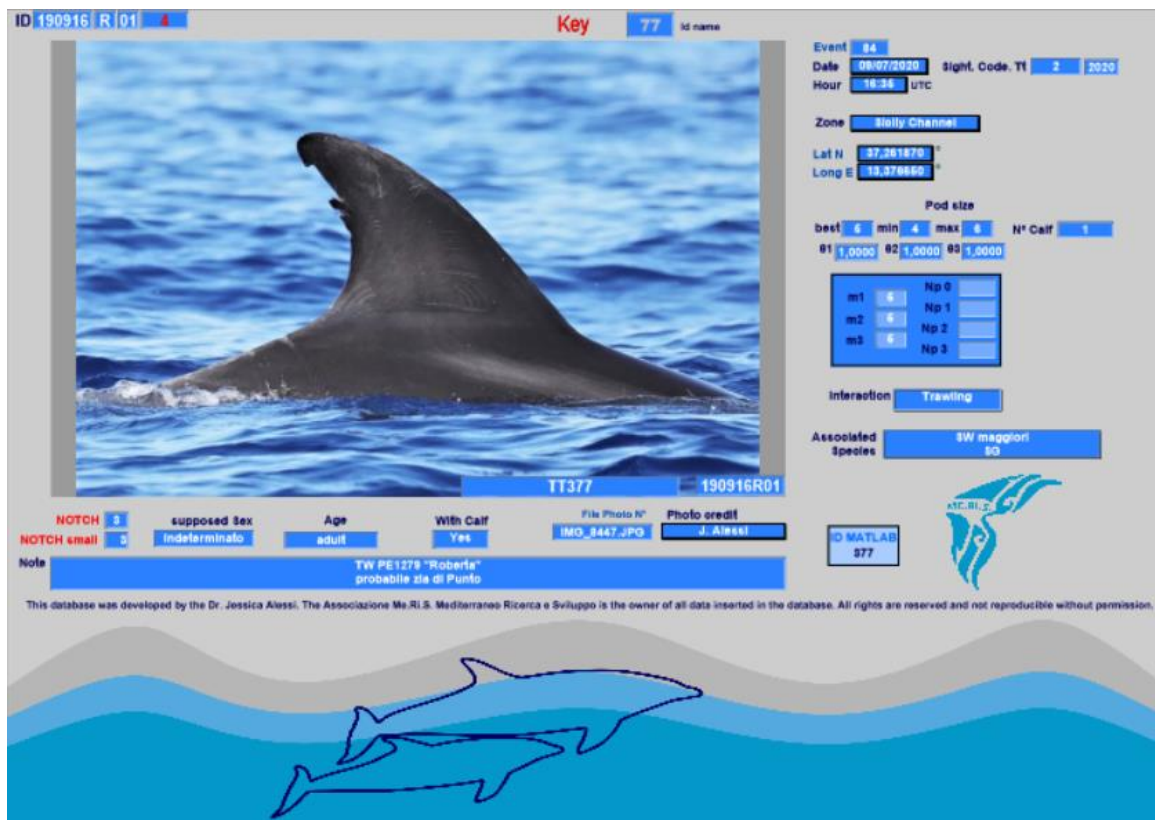


Figura 16: Pagina del catalogo di foto-identificazione di MeRiS, creato in File Maker Pro. Ogni pagina (record) si riferisce ad ogni singola fotografia inserita, vengono riportate informazioni dettagliate sia sull'esemplare in oggetto, sia sul relativo evento di avvistamento. © MeRiS - Mediterraneo Ricerca e Sviluppo

Per creare il catalogo non si utilizzano tutte le fotografie scattate durante l'avvistamento, ma è necessario selezionare le due immagini qualitativamente migliori che ritraggono il lato destro e sinistro di ogni esemplare fotografato. Per arrivare a questo, le fotografie devono essere sottoposte a quattro principali step:

- 1) **Scrematura:** consiste in una valutazione qualitativa in cui per prima cosa si eliminano tutte le fotografie in cui non è presente una pinna o se è presente una porzione molto ridotta di quest'ultima. In seguito, si eliminano le fotografie qualitativamente non adeguate, ad esempio se sfocate, sgranate, in cui la pinna è troppo distante, non perpendicolare

all'obbiettivo o non completamente visibile, ossia parzialmente immersa.

- 2) **Lavorazione:** per valutare al meglio la visibilità della pinna dorsale ed il livello qualitativo della fotografia in analisi, tutte le fotografie vengono ritagliate e leggermente editate così da mettere in evidenza la zona della pinna dorsale e dei fianchi del delfino. Al termine di questo passaggio si selezionano le immagini migliori che ritraggono i lati destro e sinistro, ossia due fotografie per ciascun esemplare, in cui devono essere ben evidenti i *marks* caratteristici.
- 3) **Matching:** consiste nel confronto della foto in analisi con tutte quelle presenti nel catalogo fotografico. Con questa tecnica si cerca di capire se gli individui avvistati sono delle “catture” (cioè nuovi individui mai catalogati in precedenza) o delle “ricatture” (cioè individui già fotografati e catalogati in precedenza). Il procedimento consiste nel mettere a confronto la pinna dorsale di ogni esemplare in esame con le pinne di tutti gli esemplari presenti nel catalogo.
- 4) **Catalogazione:** come ultimo passaggio, le fotografie migliori del lato destro e sinistro di ogni esemplare vengono inserite all'interno del catalogo. Per poter essere considerati riconoscibili, e quindi catalogabili, gli esemplari devono presentare almeno 2 *marks* (Figura 17).



Figura 17: Esempio di tursiope fotoidentificato, “catturato” nel 2017 (a sinistra) e “ricatturato” nel 2020 (a destra). Tammy, in cui sono presenti marks evidenti e permanenti, dal catalogo di Associazione MeRiS © Dr. Jessica Alessi.

2.4 Analisi dei dati

Tutti i dati fotografici raccolti durante le uscite di monitoraggio sono stati inseriti all'interno del catalogo dell'Associazione MeRiS, il quale contiene tutte le fotografie dei delfini avvistati e identificati nelle acque della provincia di Agrigento.

Una volta acquisite le informazioni sulla morfologia delle lesioni, tutte le immagini di ogni delfino identificato sono state setacciate visivamente per identificare la presenza di potenziali lesioni cutanee, sia sulla porzione dorsale che su quella ventrale del corpo del delfino. Da questo screening sono state escluse le fotografie che non permettevano di distinguere i tratti caratteristici delle lesioni, cioè quelle sfocate e di bassa qualità. La qualità fotografica di ogni immagine è stata segnata come: 1) buona - alta fiducia nel determinare la presenza o assenza di lesioni cutanee; 2) media - ridotta fiducia nel determinare la presenza o assenza di lesioni cutanee; 3) bassa - nessuna fiducia nel determinare la presenza o assenza di lesioni cutanee. Tutte le immagini segnate

come ‘basse’ sono state escluse dalle analisi finali, così come immagini con lesioni le cui caratteristiche distintive non potevano essere rilevate (Hart *et al.*, 2012).

Quando tutte le fotografie sono state setacciate e le potenziali lesioni cutanee sono state individuate, vengono registrate informazioni quali data, evento, nome del delfino (es. Key), codice identificativo (es. TT377), descrizione della potenziale lesione (in modo da poterla individuare anche in consultazioni successive), lato e parte del corpo (pinna dorsale o fianco) su cui la malattia si è manifestata, numero della fotografia originale a cui risalire. Dopo avere selezionato le immagini dal catalogo, queste sono state messe a confronto con fotografie di lesioni cutanee presenti in letteratura, così da avere la conferma della loro origine.

Per descrivere al meglio la composizione delle lesioni cutanee presenti, sono stati calcolati ed analizzati diversi parametri.

Per prima cosa sono state calcolate la prevalenza e la permanenza di ogni tipologia di disturbo della pelle incontrato dal 2016 al 2020. La prevalenza (Eq. 1) è una misura di frequenza impiegata per esprimere il rapporto tra il numero di delfini con un certo tipo di lesione cutanea in un dato periodo e il numero di tutti gli individui foto-identificati ed inseriti nel catalogo nello stesso periodo di studio (Leone *et al.*, 2019).

$$\text{Eq.1) } \textit{Prevalenza} = \frac{\textit{n}^\circ \textit{ di tursiopi che presentano un tipo di lesione cutanea}}{\textit{n}^\circ \textit{ di tursiopi foto-id dal 2016 al 2020}}$$

Separatamente, la prevalenza di ogni lesione cutanea è stata calcolata anche in relazione solo agli individui con almeno una lesione cutanea (indipendentemente dalla categoria di quest’ultima) (Eq. 2).

$$\text{Eq.2) } Prevalenza = \frac{\text{n}^\circ \text{ di tursiopi che presentano un tipo di lesione cutanea}}{\text{n}^\circ \text{ di tursiopi con almeno una lesione cutanea}}$$

La permanenza consiste nel tempo di persistenza di ogni categoria di lesione cutanea sul corpo dell'animale. Essa viene valutata a partire dal primo anno in cui è visibile, come lesione fresca o più datata, fino all'ultimo anno in cui non è più visibile (Leone *et al.*, 2019). La permanenza è stata calcolata analizzando le fotografie di ogni individuo presente nel catalogo e contando il numero di anni in cui quella specifica lesione si manifesta in diverse parti del corpo. Se il tempo di permanenza della lesione è ≤ 4 anni, essa viene classificata come "temporanea"; invece, se il tempo di permanenza è ≥ 4 anni, essa viene classificata come "permanente" (Leone *et al.*, 2019).

Oltre alla valutazione di questi due parametri, sono stati presi in considerazione anche l'abbondanza, la ricchezza, la distribuzione e la severità delle lesioni cutanee. L'abbondanza consiste nel numero totale di lesioni cutanee tra tutti gli individui che ne hanno manifestato almeno una tipologia (Leone *et al.*, 2019). Perciò essa è stata calcolata sia relativa ad ogni singola tipologia di lesione cutanea, sia in modo più generale. La ricchezza viene considerata come il numero di tipologie di lesioni cutanee, in questo studio da 0 a 14, riscontrate sul corpo di ogni individuo presente nel catalogo. La distribuzione consiste nel valutare il numero di regioni corporee degli individui analizzati (da 0 a 2: pinna dorsale, porzione dorso-laterale) in cui ogni tipo di lesione cutanea è localizzata. Attraverso l'utilizzo del software R, questi tre parametri sono stati sottoposti al test di Shapiro-Wilk per controllare se possedessero una distribuzione normale, ed al test di Levene per testare l'omogeneità delle varianze. Infine, per capire e testare se le lesioni cutanee incontrate siano maggiormente presenti e di una più ampia varietà sulla

porzione dorso-laterale rispetto alla pinna dorsale, è stato svolto il test di Kruskal-Wallis.

Per quanto riguarda la severità, o gravità, essa viene valutata per capire quanto una lesione cutanea può essere una minaccia per la popolazione. Alle lesioni benigne, per esempio superficiali, piccole o limitate ad una piccola porzione della pelle, viene assegnata una severità “bassa” (a), alle lesioni ampie e distribuite su una buona parte del corpo viene assegnata una severità “alta” (b), alle lesioni di media dimensione ed estensione è stata assegnata una severità “media” (c). In questo studio la severità è stata stabilita grazie ad una valutazione visiva dell’intensità di ogni categoria di lesione nelle due diverse regioni corporee prese in considerazione.

Misura dell’estensione delle lesioni cutanee

Oltre al calcolo di parametri epidemiologici, è stata valutata l’estensione delle lesioni cutanee e come sono eventualmente cambiate nel tempo. L’estensione viene definita come la porzione di epidermide dell’individuo coperta dalle lesioni cutanee ed è stata calcolata utilizzando uno strumento di tracciamento, cioè il programma ImageJ (Toms *et al.*, 2020). Esso è un programma informatico di elaborazione ed analisi digitale delle immagini scientifiche, il quale non si basa su unità di misura classiche, ma si basa sul numero di pixel che compone una data immagine. Per prima cosa sono stati tracciati i contorni di tutta la porzione di corpo visibile dell’animale (cioè la parte che emergeva dall’acqua), includendo sia la pinna dorsale che la porzione dorso-laterale se visibile; poi sono stati tracciati i contorni della pinna dorsale e della porzione dorso-laterale separatamente. Infine, è stato tracciato il contorno della porzione di corpo coperta dalla lesione cutanea (Figura 18). Di tutte le misurazioni fatte è stato annotato il numero di pixel (fornito da ImageJ)

inclusi sia nelle lesioni cutanee che nelle varie porzioni del corpo, per poi essere trasformato in cm^2 .

Per valutare le dimensioni di ogni tipologia di lesione cutanea individuata è stato estrapolato un *index of lesion size*, calcolato come la percentuale dell'area occupata da ogni disturbo della pelle (in cm^2) in relazione all'area della porzione corporea in cui si manifesta (in cm^2) (Alessi *et al.*, 2014). Per ogni categoria di lesione cutanea sono stati riportati i valori massimi e minimi del *index of lesion size*, sia in relazione alla pinna dorsale sia in relazione alla porzione dorso-ventrale.

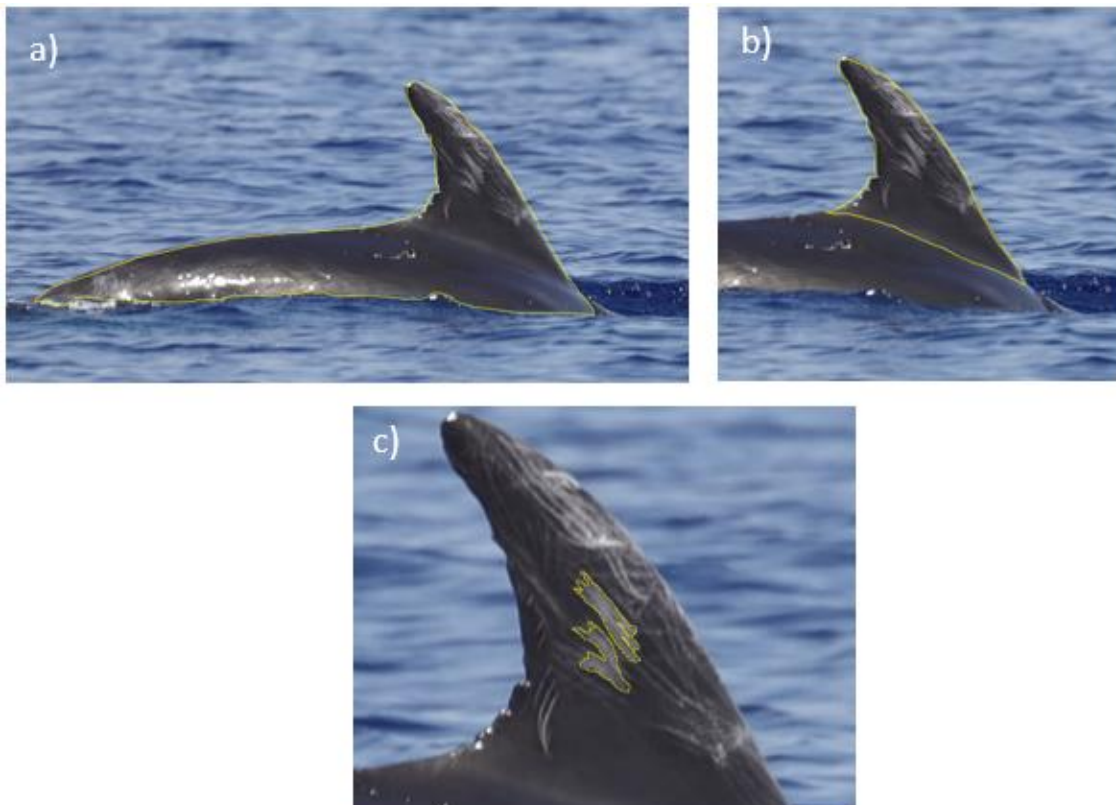


Figura 18: Esempio di contorno di tutto il corpo visibile (a), della pinna dorsale (b) e della lesione cutanea (c) dell'esemplare Vanessi attraverso l'utilizzo di ImageJ, dal catalogo di Associazione MeRiS © Dr. Jessica Alessi

3. RISULTATI

Dal 2016 al 2020 sono stati svolti un totale di 153 survey, principalmente durante il periodo estivo, nelle acque a largo della provincia di Agrigento. In questi cinque anni di monitoraggi sono stati percorsi un totale di 8020 km, durante i quali si sono registrati 113 avvistamenti di tursiopi (Figura 19).

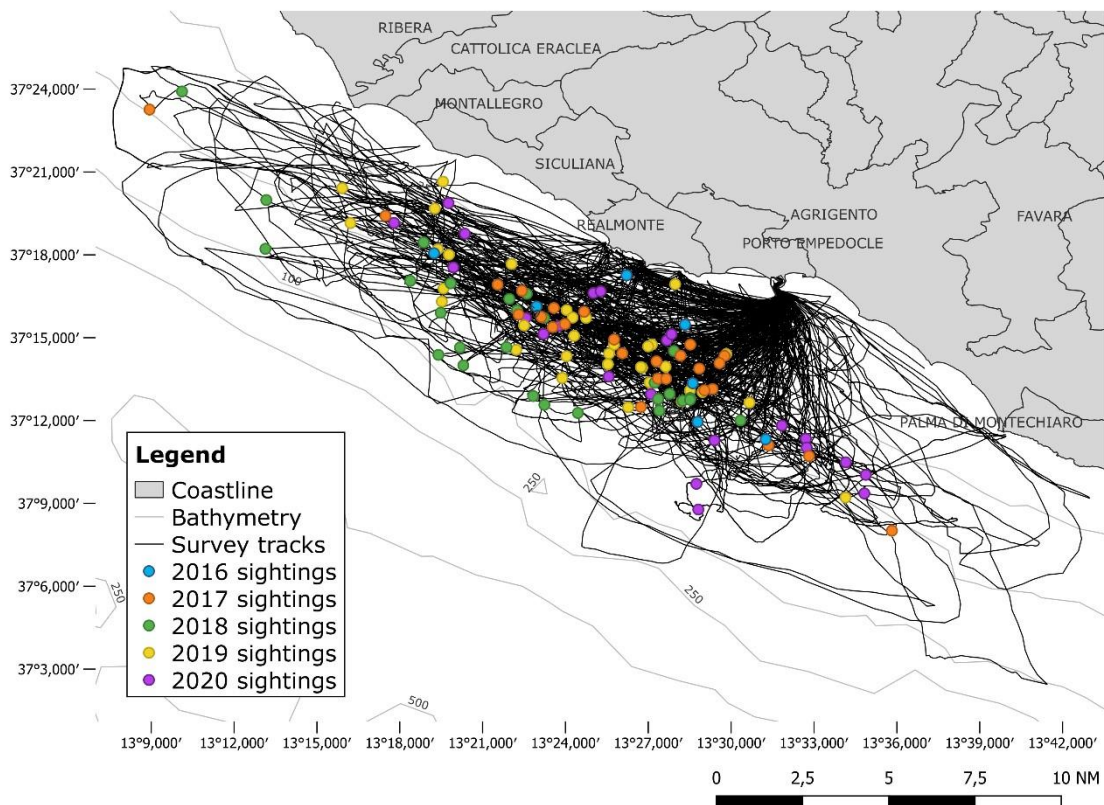


Figura 19: Mappa dell'area di studio, che mostra i tracciati delle uscite di monitoraggio e i punti in cui sono avvenuti gli avvistamenti di tursiopi dal 2016 al 2020.

Nella seguente tabella i chilometri percorsi per anno, che indicano lo sforzo di ricerca o *effort*, sono messi in relazione ai rispettivi numeri di surveys e avvistamenti. Inoltre, è stato inserito il tasso di incontro (ER), che mette in relazione il numero di avvistamenti di tursiopi con i km percorsi (Tabella 1).

Tabella 1: n° di surveys, *effort* e avvistamenti di tursiopi suddivisi per ogni anno

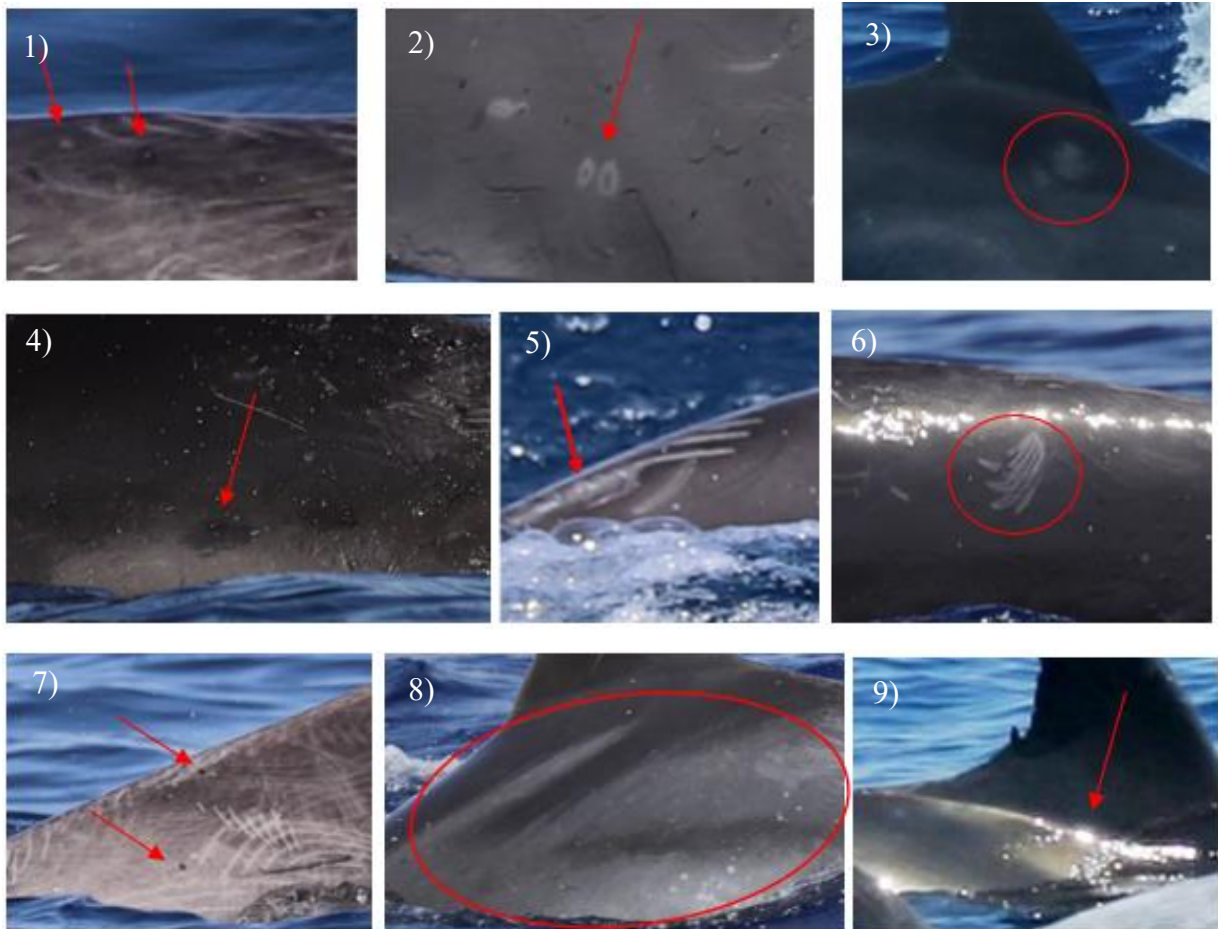
	2016	2017	2018	2019	2020	Totale
N° surveys	24	25	34	38	32	153
<i>Effort</i> (km percorsi)	1152	1196	1653	2312	1707	8020
Avvistamenti di tursiopi	7	24	27	33	22	113
Tasso di incontro (ER)	0.006	0.02	0.016	0.014	0.013	0.014

Durante questo lavoro di tesi, sono state analizzate complessivamente un totale di 848 fotografie (426 ritraenti il lato sinistro e 422 ritraenti il lato destro di pinna dorsale e corpo dell'animale), appartenenti ad 82 individui foto-identificati. In particolare, le fotografie in cui è presente la pinna dorsale sono state ottenute per tutti gli 82 delfini osservati (100%), mentre le fotografie di fianco e coda sono state ottenute per 74 (90.24%) e 37 (45.12%) delfini, rispettivamente. Di queste immagini solo 538 sono state sottoposte allo screening visivo per l'individuazione delle potenziali lesioni cutanee, mentre le restanti 310 sono state escluse dall'analisi poiché classificate qualitativamente come 'basse', essendo troppo sfocate o troppo scure per poter determinare con precisione la presenza e i tratti distintivi delle lesioni.

3.1 Tipologie di lesioni cutanee identificate

L'analisi del catalogo ha rivelato la presenza di 13 diverse tipologie di lesioni cutanee, riscontrate su un totale di 47 tursiopi. Esse sono appartenenti alle tre macrocategorie citate in precedenza: 1) *dark fringe* (DF); 2) *white fringe* (WF); 3) *white amorphous* (WA); 4) *black amorphous* (BA); 5) *RMA potenzialmente patogeniche* (RMA PP); 6) *RMA*; 7) *dark spots* (DS); 8) *cloudy white spots* (CWS); 9) *orange hue* (OH); 10) *vescicular lesion* (V); 11) *parassitismo* (P); 12) *spotted* (SP); 13) *mottled* (MO). In aggiunta è stata

individuata una nuova tipologia non citata in precedenza e denominata “ferita da arma da fuoco”, la quale porta il totale di lesioni identificate a 14 (Figura 20). La ferita da arma da fuoco (14) può variare in dimensione, forma e distribuzione a seconda dell’arma utilizzata, della vicinanza dell’animale, dalla quantità di tempo intercorsa tra l’avvenuta ferita e la guarigione, del grado di infezione secondaria e di infiammazione (Townsend & Straggs, 2020). Il foro di entrata può essere annerito o bruciacchiato; attorno ad esso si forma un collare di abrasione con bordi lisci, chiari e rialzati rispetto alla pelle circostante. Di solito questo tipo di lesione è isolata e circondata da pelle relativamente non danneggiata (Read & Murray, 2000).



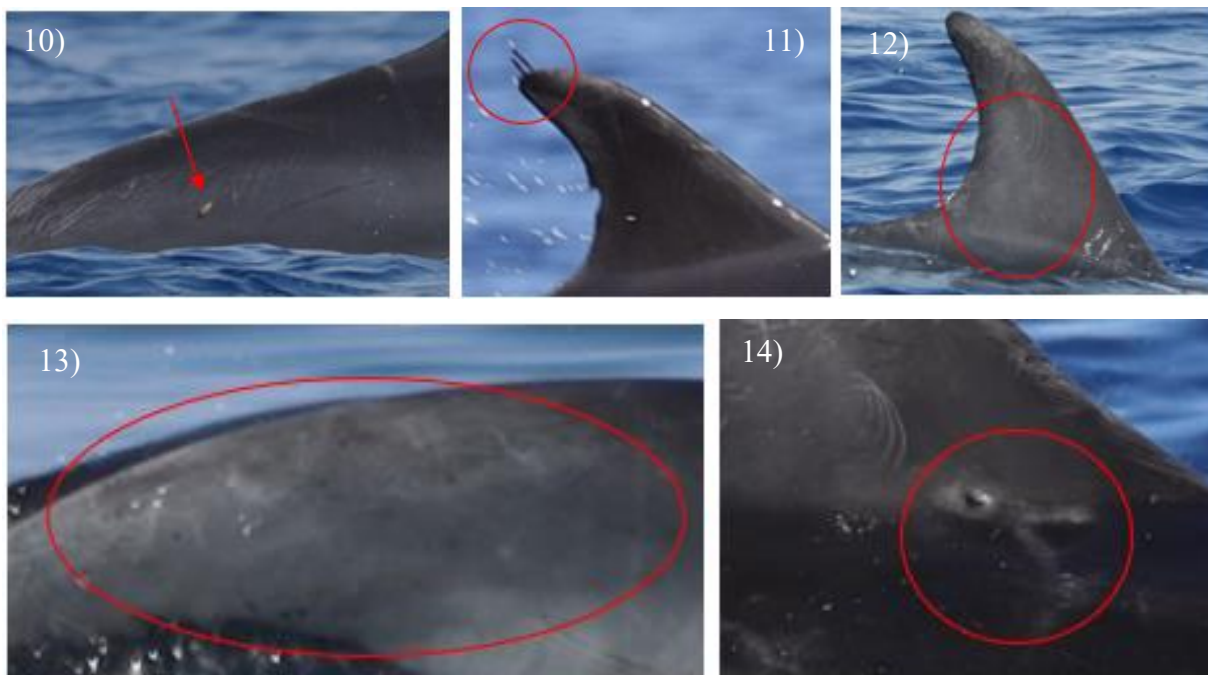


Figura 20: Fotografie delle 14 tipologie di lesioni cutanee incontrate nei tursiopi della provincia di Agrigento, dal catalogo di Associazione MeRiS © Dr. Jessica Alessi. 1) *dark fringe*; 2) *white fringe*; 3) *white amorphous*; 4) *black amorphous*; 5) *RMA potenzialmente patogeniche*; 6) *RMA*; 7) *dark spots*; 8) *cloudy white spots*; 9) *orange hue*; 10) *vesicular lesion*; 11) *parassitismo*; 12) *spotted*; 13) *mottled*; 14) *ferita da arma da fuoco*.

3.2 Prevalenza e persistenza

Riprendendo la classificazione iniziale, sei delle lesioni cutanee identificate appartengono alla categoria *Variazione della pigmentazione* (il 42.8%), tre appartengono alla categoria *Potenzialmente patogeniche* (il 21.4%) e le restanti cinque appartengono alla categoria *Miscellanea* (35.7 %). Ognuna delle diverse tipologie di lesione presenta vari livelli di prevalenza all'interno della sub-popolazione dei tursiopi delle acque di Agrigento. In particolare, *white amorphous* (WA), *white fringe* (WF), *dark fringe* (DF), *dark spots* (DS) e *RMA* si sono dimostrate essere quelle con la più alta prevalenza tra tutti gli individui foto-identificati (più dell'80%) (Tabella 2 e Figura 21). Invece,

mottled (MO), *vescicular lesion* (V), *parassitismo* (P), *spotted* (SP) e *ferita da arma da fuoco* (FAF) hanno dimostrato di avere la prevalenza più bassa (poco superiore al 10%) (Figura 21). Inoltre, non è stata riscontrata la presenza di malattie della pelle legate alla prolungata esposizione all'acqua dolce, come le lesioni *lunar* (LU) ed il pallore generale.

Al fine di analizzare se il pattern delle lesioni cutanee fosse correlato alle regioni corporee degli animali, la prevalenza (%) di ogni tipologia di lesione cutanea è stata calcolata principalmente per le due regioni corporee su cui si sono manifestate maggiormente: pinna dorsale e porzione dorso-laterale (Tabella 3). La prevalenza dei disturbi della pelle sulla porzione dorso-laterale dei tursiopi ha un range che varia dal 38% degli individui che possiedono un *white amorphous* al 15% che possiedono un *black amorphous*; *vescicular lesion*, *ferita da arma da fuoco*, *mottled* e *orange hue* sono le tipologie di lesioni meno rappresentate. Invece, la prevalenza delle lesioni sulla pinna dorsale ha un range che varia dal 21% degli individui che manifestano il *white amorphous* al 2.4% che manifestano la presenza di parassiti. In entrambi i casi, la tipologia di lesione cutanea più rappresentata è la *white amorphous* (Figura 22). Per quanto riguarda la persistenza, in base al tempo di permanenza sulle differenti regioni corporee, le lesioni cutanee sono state suddivise in temporanee (n 13, 92.8%) e permanenti (n 1, 7.2%) (Tabella 2).

Tabella 2: Classificazione delle lesioni cutanee sulla base del n° di esemplari che manifestano ogni tipo di lesione, la loro prevalenza nell'intera sub-popolazione e tra i tursiopi presentanti lesioni e il tempo di permanenza sul corpo dell'animale.

	Categoria	N° delfini che presentano la lesione	Prevalenza (%) su tutti i foto-id	Prevalenza (%) su tutti gli esemplari con lesioni	Persistenza

Dark Fringe	Potenzialmente patogeniche	12	0.15	0.25	Temporanea
White Fringe	Potenzialmente patogeniche	16	0.2	0.36	Temporanea
White Amorphous	Variazione della Pigmentazione	23	0.28	0.49	Temporanea
Black Amorphous	Variazione della Pigmentazione	7	0.08	0.15	Temporanea
Dark Spots	Variazione della Pigmentazione	9	0.11	0.19	Temporanea
RMA Potenzialmente Patogenici	Potenzialmente patogeniche	5	0.06	0.1	Temporanea
RMA	Miscellanea	8	0.1	0.17	Temporanea
Cloudy White Spots	Variazione della Pigmentazione	5	0.06	0.11	Temporanea
Mottled	Variazione della Pigmentazione	3	0.04	0.06	Temporanea
Orange Hue	Miscellanea	2	0.02	0.04	Temporanea
Ferita Arma da Fuoco	Miscellanea	2	0.02	0.04	Permanente
Parassitismo	Miscellanea	2	0.02	0.04	Temporanea
Vesicular Lesion	Potenzialmente patogeniche	1	0.01	0.02	Temporanea
Spotted	Variazione della Pigmentazione	1	0.01	0.02	Temporanea

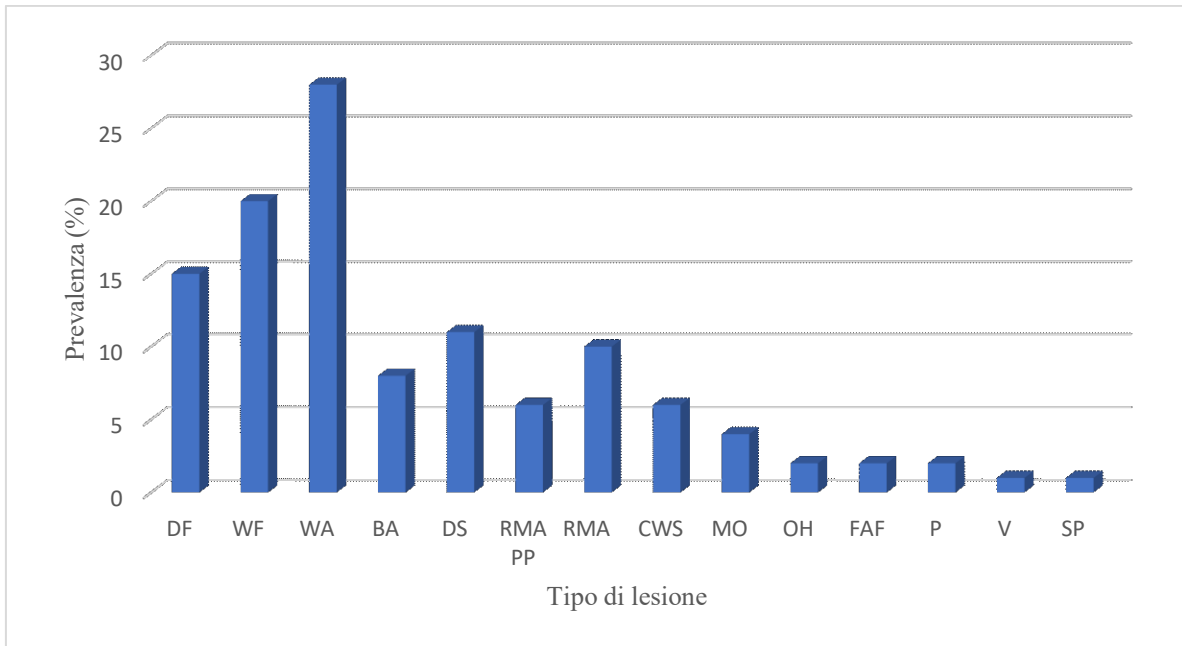


Figura 21: Prevalenza (%) delle tipologie di lesioni cutanee su tutti gli esemplari con lesioni. DF = *dark fringe*; WF = *white fringe*; WA = *white amorphous*; BA = *black amorphous*; DS = *dark spots*; RMA PP = *RMA potenzialmente patogenici*; RMA; CWS = *cloudy white spots*; MO = *mottled*; OH = *orange hue*; FAF = *ferita da arma da fuoco*; P = *parassitismo*; V = *vescicular lesion*; SP = *spotted*.

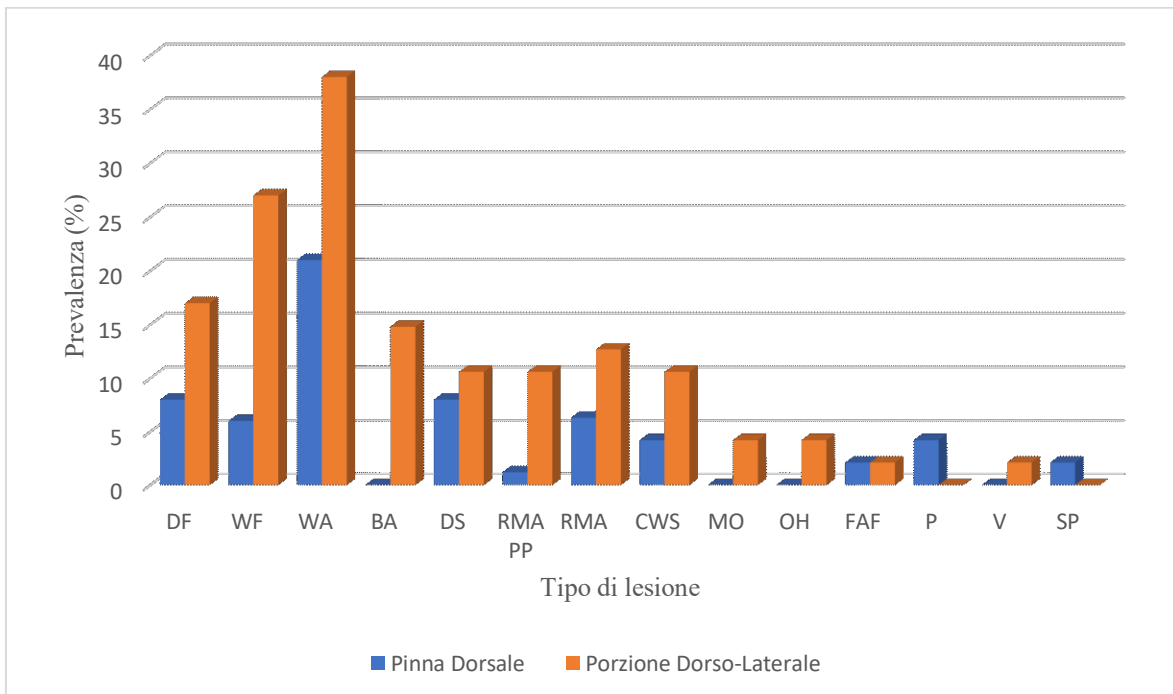


Figura 22: Prevalenza (%) delle tipologie di lesioni cutanee presenti su pinna dorsale e porzione dorso-laterale. DF = *dark fringe*; WF = *white fringe*; WA = *white amorphous*; BA

= *black amorphous*; DS = *dark spots*; RMA PP = *RMA potenzialmente patogenici*; RMA; CWS = *cloudy white spots*; MO = *mottled*; OH = *orange hue*; FAF = *ferita da arma da fuoco*; P = *parassitismo*; V = *vescicular lesion*; SP = *spotted*.

3.3 Abbondanza, ricchezza, distribuzione e severità

Il calcolo dell'abbondanza relativa di ogni tipologia di lesione cutanea, ha mostrato che i *dark spots* (DS) sono i più abbondanti in termini di numero, costituendo il 23.5% delle lesioni contane, seguiti subito da *white amorphous* (WA) che ne costituiscono il 22.1%. Al contrario, le lesioni cutanee meno abbondanti sono *vescicular lesions* (V) e *orange hue* (OH), non arrivando nemmeno al 2% delle lesioni incontrate.

Per quanto riguarda la ricchezza, la maggior parte dei tursiopi osservati ha mostrato una singola tipologia di lesione cutanea (24.20%), il 15.85% degli esemplari ha manifestato due tipologie di lesioni cutanee, il 12.2% ne ha mostrate tre ed infine il 4.8% ha manifestato dalle quattro alle sei varietà di disturbi della pelle.

Dal punto di vista della distribuzione, la porzione del corpo più colpita è la porzione dorso-laterale (che comprende dorso, fianco e coda); infatti su di essa si sono manifestate tutte le 14 categorie di lesioni cutanee identificate, ad eccezione di *parassitismo* (P) e *spotted* (SP), i quali si sono manifestati esclusivamente sulla pinna dorsale. Sulla pinna dorsale, invece, se ne sono manifestate nove che rappresentano in ogni caso più della metà di tutte le varietà di malattie incontrate. Le lesioni che si sono manifestate sia sulla porzione dorso-laterale, sia sulla pinna dorsale sono *white amorphous*, *white fringe*, *black amorphous*, *dark fringe*, *RMA potenzialmente patogenici* e *RMA* (Tabella 3).

Tabella 3: Distribuzione su porzione dorso-laterale e pinna dorsale delle tipologie di lesioni cutanee riscontrate nelle fotografie del catalogo di Associazione MeRiS.

	Pinna Dorsale	Porzione Dorso-Laterale
Dark Fringe	X	X
White Fringe	X	X
White Amorphous	X	X
Black Amorphous		X
Dark Spots	X	X
RMA Potenzialmente Patogenici	X	X
RMA	X	X
Cloudy White Spots		X
Mottled		X
Orange Hue		X
Ferita Arma da Fuoco	X	X
Parassitismo	X	
Vesicular Lesion		X
Spotted	X	

In accordo al test di Shapiro-Wilk, abbondanza, ricchezza e distribuzione non presentano una distribuzione normale ($p\text{-value} < 0.05$), mentre il test di Levene ha mostrato che questi parametri sono omogenei ($p\text{-value} > 0.05$). In accordo al test di Kruskal-Wallis, il numero e la varietà (abbondanza e ricchezza) di lesioni presenti sulla porzione dorso-laterale sono significativamente superiori rispetto a quelli presenti sulla pinna dorsale, mentre solo la distribuzione è maggiore nella pinna dorsale rispetto alla porzione dorso-laterale (Tabella 4).

Tabella 4: Risultati del test di Kruskal-Wallis svolto su abbondanza, ricchezza e distribuzione delle lesioni cutanee.

	Abbondanza	Ricchezza	Distribuzione
Porzione Dorso-Laterale vs Pinna Dorsale			
H statistic	41.2632	15.2105	1.5921
p-value	< 0.00001	0.0001	0.20703

La gravità, o severità, delle lesioni cutanee si è dimostrata essere abbastanza simile tra pinna dorsale e porzione dorso-laterale. A livello della porzione dorso-laterale (Tabella 5) DF, BA, DS, RMA PP, OH, MO, FAF e V hanno un grado di severità basso, poiché hanno un'estensione ridotta, sono lesioni superficiali o in via di guarigione e sono limitati ad una ridotta porzione di pelle. WF, WA e RMA hanno un grado di severità medio, data la loro maggior estensione (in alcuni casi occupano più del 30% di superficie visibile). Ad avere un grado di severità alto è solo la lesione CWS, dato che occupa poco meno del 50% della porzione dorso-laterale degli esemplari affetti. A livello della pinna dorsale (Tabella 6), le lesioni appartenenti al grado di severità basso sono DF, WF, DS, RMA PP e P dati il numero e l'estensione ridotti. WA, RMA e SP appartengono al grado di severità medio, dato che la loro estensione arriva a coprire meno del 30% della pinna dorsale. Invece la lesione FAF appartiene al grado di severità alto, data la sua profondità e la sua permanenza sul corpo dell'animale

Tabella 5: Severità delle tipologie di lesioni cutanee su porzione dorso-ventrale

	Bassa	Media	Alta
dark fringe	X		
white fringe		X	
white amorphous		X	
black amorphous	X		
dark spots	X		
RMA potenzialmente patogenici	X		
RMA		X	
cloudy white spots			X
orange hue	X		
mottled	X		
ferita arma da fuoco	X		
parassiti	non presente		

vescicular	X		
spotted	non presente		

Tabella 6: Severità delle lesioni cutanee a livello della pinna dorsale.

	Bassa	Media	Alta
dark fringe	X		
white fringe	X		
white amorphous		X	
black amorphous	non presente		
dark spots	X		
RMA potenzialmente patogenici	X		
RMA		X	
cloudy white spots	non presente		
orange hue	non presente		
mottled	non presente		
ferita arma da fuoco			X
parassiti	X		
vescicular	non presente		
spotted		X	

3.4 Dimensione ed estensione

Come detto in precedenza, per ogni lesione identificata in ciascuna fotografia del catalogo è stata misurata l'area in pixel per poi essere trasformata in cm². Grazie a queste misure sono state calcolate la massima e la minima estensione di ogni tipologia di lesione, sia in relazione alla pinna dorsale, sia in relazione alla porzione dorso-laterale.

Come mostrato nelle Tabelle 7 e 8, *white amorphous* è la categoria di lesioni che ha la maggior estensione sia sulla porzione dorso-laterale del corpo sia sulla pinna dorsale, mostrando i valori più alti sul fianco. La lesione cutanea

con l'estensione minore si sono rivelate essere i *dark spots* sulla pinna dorsale, mentre per la porzione dorso-laterale sono *white amorphous*; queste informazioni danno la possibilità di capire quando le dimensioni di quest'ultima lesione possano variare.

Tabella 7: Analisi pinna dorsale: numero di delfini che presenta un dato tipo di lesione cutanea sulla pinna dorsale; proporzione degli individui che possiedono quella data tipologia rispetto a tutti i marcati (prevalenza); percentuale di area della pinna occupata da ogni tipologia di lesione.

	N° delfini con lesione	Prevalenza (%)	Dimensioni % (min - max)
Dark Fringe	4	0.085106383	0.003 - 0.049
White Fringe	3	0.063829787	0.0009 - 0.005
White Amorphous	10	0.212765957	0.0007 - 0.2
Black Amorphous	0	0	-
Dark Spots	4	0.085	7.85×10^{-5} - 0.0065
RMA Potenzialmente Patogenici	1	0.021276596	-
RMA	3	0.063829787	0.013 - 0.062
Cloudy White Spots	2	0.042553191	-
Mottled	0	0	-
Orange Hue	0	0	-
Ferita Arma da Fuoco	1	0.021	0.028 - 0.08
Parassitismo	2	0.042553191	-
Vesicular Lesion	0	0.021	-
Spotted	0	0.021	-

Tabella 8: Analisi porzione dorso-ventrale: numero di delfini che presenta un dato tipo di lesione cutanea sulla porzione dorso-ventrale; proporzione degli individui che possiedono quella data tipologia rispetto a tutti i marcati (prevalenza); percentuale di area del corpo occupata da ogni tipologia di lesione.

	N° delfini con lesione	Prevalenza (%)	Dimensioni % (min - max)
Dark Fringe	8	0.170212766	0.0005 - 0.007
White Fringe	13	0.276595745	0.0005 - 0.019
White Amorphous	18	0.382978723	0.0009 - 0.3
Black Amorphous	7	0.14893617	0.006 - 0.04

Dark Spots	5	0.106382979	0.0007 - 0.0023
RMA Potenzialmente Patogenici	5	0.106382979	0.0007 - 0.012
RMA	6	0.127659574	0.001 - 0.042
Cloudy White Spots	5	0.106382979	0.0037 - 0.013
Mottled	2	0.042553191	-
Orange Hue	2	0.042553191	-
Ferita Arma da Fuoco	1	0.021276596	-
Parassitismo	0	0	-
Vesicular Lesion	1	0.021276596	-
Spotted	0	0	-

Nell'area della pinna dorsale, i segni lasciati dai disturbi della pelle sono più piccoli (Tabella 7) e perciò meno visibili rispetto ai segni presenti sul corpo degli esemplari (Tabella 8).

3.5 Evoluzione e modificazioni

Sulla base delle misurazioni fatte per determinare le dimensioni delle diverse tipologie di lesioni cutanee, si è cercato di determinare se e come queste lesioni si siano modificate nel corso del tempo. Per il sub-dataset utilizzato in questa parte di analisi, sono state scelte le tipologie di lesioni cutanee rinvenute in almeno due differenti avvistamenti dello stesso esemplare e posizionate sempre nello stesso punto del corpo. In Tabella 9 sono riportati i nove casi di lesioni cutanee selezionati, anche appartenenti alla stessa tipologia. Otto delle nove tipologie di lesioni sono state riscontrate per un tempo massimo di tre anni, confermando la loro temporaneità; solo una delle nove presenti in tabella è risultata essere permanente, poiché è stata avvistata dall'inizio alla fine del periodo.

Attraverso le misurazioni fatte con ImageJ, è stato possibile capire anche come le lesioni possono modificarsi nel corso del tempo. Per nove delle 14 tipologie di lesioni cutanee descritte è stato possibile effettuare questa valutazione, analizzando nove individui sui quali queste lesioni sono state avvistate almeno due volte nel corso dello studio. Di queste nove tipologie, sei sono state “ricatturate” sulla porzione dorso-laterale, due sulla pinna dorsale e una su entrambe le parti del corpo (Tabella 9

Tabella 9: Esempi di tipologie di lesioni cutanee che sono ridotte, aumentate o rimaste invariate nel corso dei cinque anni di osservazione (2016-2020), con relative dimensioni (%) nel primo ed ultimo avvistamento. Sono indicati gli esemplari su cui sono state riscontrate.

Individui	Tipo lesione cutanea	Posizione	Anno primo avvistamento - Dimensioni (%)	Anno ultimo avvistamento - Dimensioni (%)	Stato della lesione (ridotto aumentato, invariato)
Jonhatan Livingston (TT333)	DF	dorso-laterale	2017 - 0.0076	2018 - 0.0071	invariato
Everest (TT321)	WA	dorso-laterale	2018 - 0.023	2019 - 0.010	ridotto
Everest (TT321)	FAF	pinna dorsale	2016 - 0.087	2020 - 0.028	ridotto
Flower (TT341)	RMA PP	dorso-laterale	2018 - 0.0014	2020 - 0.0018	invariato
Bibi (TT320)	RMA	pinna dorsale	2017 - 0.062	2019 - 0.049	ridotto
Tia (TT329)	WF	pinna dorsale	09/2019 - 0.0007	10/2019 - 0.0009	aumentato
Nam (TT378)	BA	dorso-laterale	2019 - 0.0061	2020 - 0.0069	invariato
Key (TT377)	V	dorso-laterale	2019 - 0.0007	2020 - 0	scomparso
Nina (TT358)	CWS	dorso-laterale	07/2019 - 0.013	09/2019 - 0.013	invariato
Gobbo (TT340)	WA	pinna dorsale	2018 - 0.025	2020 - 0.023	invariato

Per quanto riguarda lo stato delle lesioni, quattro di esse (*dark fringe*, *RMA potenzialmente patogenico*, *black amorphous* e *cloudy white spots*) sono risultate “invariate”, due sono risultate “ridotte” (*ferita da arma da fuoco* e *RMA*), una è risultata ridotta ed invariata in due individui differenti (*white amorphous*). Solo una tipologia (*white fringe*) è risultata essere “aumentata” e solo una è risultata essere “scomparsa” con certezza (*vescicular lesion*) (vedi *Allegato*).

4. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Le lesioni cutanee sono diffuse in tutte le popolazioni di tursiope ed altri cetacei in ogni parte del mondo (Baker, 1992; Kriszka *et al.*, 2008; Leone *et al.*, 2019). Essendo la pelle di questi animali il tessuto corporeo più esposto all'occhio dei ricercatori, la sua integrità e le modificazioni che subisce possono dare molte informazioni sullo stato di salute dell'animale e più in generale su quello della popolazione. Questo lavoro di tesi ha avuto lo scopo di valutare l'incidenza delle lesioni cutanee sulla sub-popolazione di tursiope presente nelle acque della provincia di Agrigento (Stretto di Sicilia), un'area del Mediterraneo sulla quale si hanno ancora poche conoscenze.

In questo studio sono state identificate quattordici tipologie di lesioni della pelle, classificate secondo le descrizioni riportate in letteratura (Harzen & Brunnik, 1997; Read & Murray, 2000; Hart *et al.*, 2012; Leone *et al.*, 2019; Toms *et al.*, 2020). Degli 82 delfini presenti nel catalogo di MeRiS, 47 di essi, ovvero più della metà (52.5%) degli esemplari presi in esame hanno presentato almeno una lesione cutanea nel periodo compreso tra il 2016 e il 2020. La maggior parte delle lesioni cutanee rilevate (92.8%) ha origine naturale, cioè sono dovute ad interazioni intraspecifiche, a fattori ambientali o ad infezioni patogeniche. Solo una tipologia di lesione, *ferita da arma da fuoco*, è di origine antropica. Al contrario le lesioni incontrate nella popolazione delle Isole Eolie sono in prevalenza di origine antropica (69.2%), cioè dovute principalmente agli impatti con le imbarcazioni, le eliche dei motori e le reti da pesca; solo il 30.8% delle lesioni ha un'origine naturale (Leone *et al.*, 2019). Una situazione simile si presenta anche nella popolazione croata di tursiopi, in cui le lesioni di origine antropica sono la maggioranza (98.6%) (Wilson *et al.*, 1999). All'interno dell'area di studio non sono state rilevate lesioni legate alla

prolungata esposizione all'acqua dolce, come *lunar* e pallore generale, tipicamente presenti in ambienti di estuario o in cui si sono verificate delle piene (Deming *et al.*, 2020; McClain *et al.*, 2020).

La prevalenza è un valore, espresso in percentuale, che indica quanto una determinata tipologia di lesione cutanea è presente all'interno della popolazione oggetto di studio. La prevalenza complessiva di lesioni nella popolazione di Agrigento è leggermente più bassa rispetto a quella registrata nell'Arcipelago delle Isole Eolie, in cui il range varia dal 11% al 54% (Leone *et al.*, 2019), ed anche rispetto alla prevalenza registrata in Croazia (dal 10.3% al 44%, Wilson *et al.*, 1999). Le tipologie di lesioni cutanee che si sono manifestate con maggior frequenza sono *white amorphous*, *white fringe* e *dark fringe*; invece, le lesioni meno rappresentate sono *vescicular lesion*, *spotted*, *parassitismo* e *orange hue*. Tra le lesioni cutanee più frequenti, *white amorphous* è quella maggiormente rappresentata, con una prevalenza che sfiora il 50%; valori simili riguardanti questo tipo di lesione sono stati riscontrati sia nella popolazione di tursiopi dell'Arcipelago delle Isole Eolie (54%) (Leone *et al.*, 2019) sia nei tursiopi della popolazione di Kvamevic in Croazia (41%) (Wilson *et al.*, 1999). Questi risultati dimostrano che la presenza di *white amorphous* è piuttosto diffusa sia nella sub-popolazione di Agrigento, sia in altre popolazioni del Mediterraneo (Wilson *et al.*, 1999; Leone *et al.*, 2019). Questo tipo di lesione pare essere correlata con il processo di guarigione da traumi o infezioni; pertanto, la sua elevata presenza potrebbe essere un segnale positivo, il quale indica la capacità di reazione del sistema immunitario anche in seguito a traumi ed infezioni. Tra le lesioni più frequenti sono comprese *white fringe* e *dark fringe*. I segni provocati da questi disturbi della pelle sono stati rilevati anche nei tursiopi della popolazione delle Isole Eolie (11% per *white fringe* e 32% per *dark fringe*) (Leone *et al.*, 2019), mentre nella

popolazione di tursiopi in Slovenia la prevalenza di queste lesioni era dello 0% (Van Bresse *et al.*, 2009a, 2009b, 2009c). Queste due tipologie di lesioni cutanee sono causate da patogeni come Herpesvirus e Poxvirus. Gli alti valori di prevalenza di *white fringe* e *dark fringe* confermano l'elevata presenza di questi virus nelle acque della provincia di Agrigento, i quali potrebbero portare a lesioni più gravi nel corso del tempo. Ulteriori studi saranno necessari per indagare le cause e le condizioni ambientali che ne favoriscono la proliferazione, così da poter attuare delle misure finalizzate a salvaguardare la salute degli animali.

Oltre alla valutazione delle malattie della pelle fine a sé stessa, la loro prevalenza sugli individui identificati è stata utilizzata spesso per studi demografici (Alessi *et al.*, 2014; Baş *et al.*, 2016; Van Bresse *et al.*, 2017), ma, in molti casi, l'unica porzione corporea presa in considerazione era la pinna dorsale. In questo studio, invece, oltre ad essa è stata considerata anche tutta la parte di corpo visibile nelle immagini, che per convenzione è stata definita porzione dorso-laterale. In questo modo è stato possibile avere una rappresentazione un po' più ampia delle lesioni cutanee presenti in questa sottopopolazione. Anche in relazione alle singole regioni corporee, *white amorphous* rimane la lesione cutanea con la più alta prevalenza sia sulla porzione dorso-laterale, sia sulla pinna dorsale.

La permanenza esprime il tempo di persistenza di ogni categoria di lesione cutanea sul corpo dell'animale. Nella sottopopolazione di tursiopi indagata è emerso un maggior numero di lesioni cutanee temporanee. I segni temporanei sono dovuti a fattori ambientali, alla presenza di patogeni o alle interazioni con esemplari dello stesso gruppo. La loro presenza può indicare un'alterazione nello stato di salute degli esemplari, ma, poiché queste lesioni hanno una ridotta

permanenza sul corpo, raramente minacciano la sopravvivenza dell'animale (Leone *et al.*, 2019). Al contrario le lesioni permanenti, a seconda della loro origine e gravità, possono minare la sopravvivenza del delfino a diversi livelli, dalla difficoltà di svolgere azioni quotidiane fino ad arrivare alla morte dell'individuo (Wells *et al.*, 2008; Leone *et al.*, 2019). Nella sub-popolazione delle acque di Agrigento, la *ferita da arma da fuoco* è l'unica tipologia di lesione cutanea permanente incontrata. Essa è stata riportata sulla pinna dorsale di un solo esemplare adulto già a partire dal 2016. Questo esemplare è stato classificato come “frequente”, cioè avvistato spesso all'interno dell'area di studio, ma non “residente” (Vanacore, 2022). Inoltre, nel corso degli anni, in quest'area, non sono mai stati segnalati spiaggiamenti di tursiopi con questo tipo di ferita (Alessi Jessica). Perciò la presenza di quest'unica tipologia di lesione permanente potrebbe essere dovuta ad un evento eccezionale oppure questo esemplare potrebbe essersi procurato questa lesione in un'area differente, non essendo residente nelle acque di Agrigento.

Diversi parametri sono stati utilizzati per valutare la composizione delle lesioni cutanee, tra cui abbondanza, ricchezza e distribuzione. Il calcolo di questi parametri, basati sulle caratteristiche della popolazione, è stato già utilizzato per popolazioni di tursiopi presenti in altre aree (Wilson *et al.*, 1999; Hart *et al.*, 2012; Gonzalvo *et al.*, 2014; Van Bresseem *et al.*, 2015; Leone *et al.*, 2019) e per altre specie di cetacei (Alessi *et al.*, 2014; Van Bresseem *et al.*, 2015). Altri autori hanno valutato questi parametri raggruppando gli esemplari sulla base del sesso e della classe di età (Van Bresseem *et al.*, 2015; Mariani *et al.*, 2016; Leone *et al.*, 2019). Come si evince dai risultati, abbondanza e ricchezza delle lesioni cutanee presenti sulla porzione dorso-laterale hanno valori più alti rispetto ai valori ottenuti per la pinna dorsale. Per quanto riguarda l'abbondanza, il maggior numero di lesioni è stato riscontrato sulla porzione

dorso-laterale, in particolare *white fringe*, *dark fringe*, *dark spots* e *white amorphous* sono le lesioni presenti in maggior quantità. Per quanto riguarda la distribuzione, i valori riportati sono simili in entrambe le porzioni del corpo, fatta eccezione per *spotted* e parassitismo, le quali sono distribuite esclusivamente sulla pinna dorsale. La presenza di un elevato numero di lesioni cutanee sulla porzione dorso-laterale suggerisce che, essendo questa regione corporea la più estesa, è soggetta con più facilità alla manifestazione di malattie della pelle.

La severità consiste nella gravità con cui una lesione cutanea si manifesta sul corpo di un animale. In questo studio la severità è stata stabilita attraverso una valutazione visiva dell'intensità delle tipologie di lesioni cutanee (Leone *et al.*, 2019) nelle due differenti regioni corporee. Le lesioni che hanno mostrato una severità media in termini di estensione sono state *white amorphous*, *RMA* e *white fringe*, in entrambe le porzioni corporee, fatta eccezione per quest'ultima che a livello della pinna dorsale ha una severità bassa. La *ferita da arma da fuoco* è stata l'unica tipologia con una severità alta sulla pinna dorsale, data la sua profondità e la sua lunga permanenza sul corpo dell'animale. Nonostante l'elevata severità di quest'ultima lesione, non sembra aver avuto un effetto negativo sullo stile di vita dell'esemplare; probabilmente la sua non letalità è dovuta alla posizione del corpo in cui è stata inferta, ossia non avendo colpito organi vitali la ferita da arma da fuoco si è rimarginata.

Alcuni precedenti studi riguardanti le lesioni cutanee hanno riscontrato una diversa abbondanza e severità tra individui appartenenti a sesso e classe di età differenti. Nel presente studio, i dati su sesso e classe di età non sono stati presi in considerazione, poiché le informazioni non erano disponibili in modo uniforme per tutti gli animali. Però, essendo la maggior parte degli esemplari

presenti nel catalogo classificati come adulti, essi hanno manifestato una più alta quantità di lesioni cutanee nel corso dei cinque anni presi in analisi. Invece gli esemplari riconosciuti come cuccioli, durante questa fase della loro vita, hanno manifestato due o più varietà di disturbi della pelle contemporaneamente. Queste lesioni si sono poi attenuate o sono scomparse durante la crescita dei cuccioli. Questa abbondante insorgenza di malattie della pelle potrebbe essere dovuta al fatto che i cuccioli, non avendo ancora un sistema immunitario completamente sviluppato ed essendo a stretto contatto con esemplari malati, siano più suscettibili all'insorgenza di infezioni (Van Bresse *et al.*, 1999; 2003; 2007).

In questo studio si è cercato di valutare l'evoluzione delle tipologie di lesioni cutanee sul corpo dei tursiopi sulla base delle dimensioni della lesione in esame, misurando la percentuale di area occupata da ogni lesione in relazione alla regione corporea in cui si presenta. *White amorphous* è il disturbo della pelle che occupa la porzione di corpo più estesa rispetto alle altre tipologie di lesioni, sia sulla pinna dorsale che sulla porzione dorso-laterale. Anche se con valori differenti, considerazioni molto simili sono state fatte anche in altre specie di cetacei, come gli esemplari di capodoglio presenti nel nord-ovest del Mar Mediterraneo (Alessi *et al.*, 2014). Dato il suo potenziale legame con la guarigione delle ferite, il fatto che questo tipo di lesione cutanea abbia una copertura estesa può fornire informazioni utili riguardanti l'impatto che la malattia presente in precedenza ha avuto sull'esemplare in esame. Le lesioni che, invece, hanno le dimensioni più ridotte sono i *white fringe* a livello della porzione dorso-laterale (0.009%) e i *dark spots* a livello della pinna dorsale (0.0007%). Dal punto di vista dell'evoluzione e modificazione, più della metà delle tipologie di lesioni cutanee valutate non hanno mostrato particolari cambiamenti negli anni, fatta eccezione per l'esempio di lesione *white fringe*

che è andata incontro ad un leggero aumento della superficie corporea occupata. Una piccola parte di queste varietà è andata incontro ad una riduzione delle dimensioni nel corso del tempo e questa diminuzione potrebbe essere correlata ad un processo di guarigione; stessa cosa vale per la *vescicular lesion*, della quale è stata stabilita la chiara scomparsa. La maggioranza delle lesioni cutanee esaminate si trova in uno stadio iniziale, il quale è confermato anche dalle dimensioni circoscritte di queste ultime. Inoltre, il fatto che queste lesioni non subiscano modificazioni importanti nel corso del tempo potrebbe significare che le malattie in questione non trovino le condizioni adatte per progredire ed arrivare allo stadio avanzato. Uno degli svantaggi della foto-identificazione, per quanto riguarda questo tipo di studi, riguarda il fatto che la maggior parte delle lesioni si manifesta su parti del corpo del tursiopo che non sempre si riesce ad immortalare nelle fotografie. Inoltre, nel caso in cui una porzione di corpo più ampia riesca ad essere fotografata, non è detto che negli avvistamenti successivi i ricercatori riescano a fotografare la stessa porzione corporea e pertanto risulta più difficile valutare una qualsiasi evoluzione delle lesioni presenti in quella zona. Tuttavia, la foto-identificazione si è dimostrata essere un ottimo approccio per questa tipologia di indagine; essa consente il campionamento di tutti i delfini avvistati e consente di valutare l'incidenza delle lesioni cutanee nelle popolazioni, cosa che biopsie e raschiature non permetterebbero di fare, poiché consentono di campionare solo pochissimi esemplari per gruppo avvistato. Inoltre, la foto-identificazione è una tecnica non invasiva, economica e di semplice applicazione per studiare la presenza, la progressione, la ricorrenza e la eventuale guarigione di lesioni della pelle nelle popolazioni di tursiopi.

In conclusione, le lesioni cutanee rinvenute sui tursiopi identificati nelle acque della provincia di Agrigento sono principalmente una manifestazione di

problemi di salute dovuti ad interazioni intraspecifiche o alla presenza di patogeni (Hart *et al.*, 2012; Gonzalvo *et al.*, 2014). Esse possono presentarsi come segni di scarsa entità, ma potrebbero peggiorare anche a causa di cattive condizioni ambientali, come la presenza di rifiuti. La distribuzione dei rifiuti galleggianti, in particolare plastica e polistirolo, si sovrappone con la distribuzione dei tursiopi all'interno dell'area di studio (Cicoria, 2021). Al momento non sembrano avere un evidente effetto negativo sugli animali, ma potrebbero contribuire all'insorgenza di malattie. Le lesioni cutanee osservate non sembrano essere fatali, ma per ottenere più informazioni riguardo la loro eziologia e la loro origine, sono molto utili analisi istologiche su campioni di tessuti prelevati da animali *free-ranging*, sempre da affiancare alla documentazione fotografica. Queste informazioni potrebbero avere grande importanza e favorire l'applicazione di misure di gestione e conservazione per la specie a livello locale, atte a ridurre le cause che portano all'insorgenza di lesioni cutanee in quest'area.

RINGRAZIAMENTI

Per prima cosa, vorrei ringraziare l'associazione MeRiS – Mediterraneo Ricerca e Sviluppo per avermi ospitato a bordo del loro equipaggio, in particolare ringrazio il capitano, nonché la mia correlatrice, Jessica Alessi che, oltre ad avermi seguito passo a passo durante tutta la stesura della tesi, ci ha insegnato tutto il necessario per svolgere ricerca sui cetacei. Ringrazio anche Alessandra ed Elena, che mi hanno accompagnato in questa esperienza.

Vorrei ringraziare la mia relatrice, la Professoressa Emanuela Fanelli, per la sua pazienza ed il suo aiuto durante il processo di revisione.

Un grande ringraziamento va alla mia famiglia, per aver sempre supportato le mie scelte e per avermi sempre incoraggiato a seguire i miei sogni, anche quando non credevo di potercela fare.

Un grande grazie va anche a tutti i miei amici, che hanno condiviso con me gioie e dolori durante tutti gli anni universitari. In particolare, voglio ringraziare le amiche di una vita Bianca, Elena, Valeria, Martina, Chiara, Sara e Giada per esserci sempre state.

BIBLIOGRAFIA

Alessi J., Aissi M., Fiori C., 2014. *Photo-identification of sperm whales in the north-western Mediterranean Sea: an assessment of natural markings*. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/aqc.2427

Alessi, J., Bruccoleri, F., Dara, M., Cafaro, V., 2018. *Evaluating the influence of professional fishery in the distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) and seabirds in the Sicilian Channel*. European Geosciences Union General Assembly 2018 – poster, Vienna, Austria, p. 15448

Alessi, J., Bruccoleri, F., & Cafaro, V., 2019. *How citizens can encourage scientific research: The case study of bottlenose dolphins monitoring*. *Ocean & Coastal Management*, 167, 9-19.

Alessi, J., & Fiori, C., 2014. *From science to policy—a geostatistical approach to identifying potential areas for cetacean conservation: a case study of bottlenose dolphins in the Pelagos sanctuary (Mediterranean Sea)*. *Journal of coastal conservation*, 18(4), 449-458.

Amos B., Whitehead H., Ferrari M.F., Glockner-Ferrari D.A., Payne R., Gordon J., 1992. *Restrictable DNA from sloughed cetacean skin: its potential for use in population analysis*. *Marine mammal science* 8:275-283.

Baker C.S., Lambertsen R.H., Weinrich M.T., Calambokidis J., Early G., O'Brian S.J., 1991. *Molecular genetic identification of the sex of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*)*. Report of the international whaling commission (special issue 13):105-111.

Bakun A., 1998. *Ocean triads and radical interdecadal variation: bane and boon to scientific fisheries management*. In *Reinventing Fisheries Management*, Pitcher T., Hart P.J., Pauly D (eds). London; 331–358

Baş A, Erdoğan MA, Morris NRC, Yeoman K, Humphrey O, Gaggioli E, et al., 2016. Seasonal encounter rates and residency patterns of an unstudied population of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the northwestern Levantine Sea, Turkey. *Hyla: Herpetological bulletin*. 1: 1–13.

Bearzi G., Agazzi S., Bonizzoni S., Costa M., & Azzellino A., 2008. *Dolphins in a bottle: abundance, residency patterns and conservation of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the semi-closed eutrophic Amvrakikos Gulf, Greece*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(2), 130-146.

Beck S., Kuningas S., Esteban R., & Foote A. D., 2012. *The influence of ecology on sociality in the killer whale (*Orcinus orca*)*. *Behavioral Ecology*, 23(2), 246-253.

Bermudez L., Marie-Françoise Van Bresseem, Oscar Reyes-Jaimes, Alejandro J. Sayegh, and Alberto E. Paniz-Mondolfi, 2009. *Lobomycosis in Man and Lobomycosis-like Disease in Bottlenose Dolphin, Venezuela*. *Emerging Infectious Diseases*, Vol. 15, No. 8.

Baker J.R., 1992. *Skin disease in wild cetaceans from British waters*. *Aquat Mamm*. 18: 27–32.

Bertesago E., Passoni M., 2020. *Audit guidance for Friend of the Sea dolphin and whale watching standards*. World Sustainability Organization

Byard R.W., Machado A., Woolford L., Boardman W., 2013. *Symmetry: the key to diagnosing propeller strike injuries in sea mammals.* Forensic Sci, Med, and Pathol. 9: 103–105.

Cicoria Elena, 2021. *Floating macro-litter composition, distribution, and overlap with protected species range (bottlenose dolphins, shearwaters and storm petrel): a study along the Western Sicilian coast* [tesi di laurea magistrale]. Torino: Università degli studi di Torino.

Consoli P., Esposito V., Battaglia P., Altobelli C., Perzia P., Romeo T., Canese S., Andaloro F., 2016. *Fish distribution and habitat complexity on banks of the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea) from Remotely Operated Vehicle (ROV) explorations.* PLoS One 11: e0167809 doi:10.1371/journal.pone.0167809

Consoli P., Altobelli C., Perzia P., Bo M., Rosso A., Alongi G., Serio D., Canese S., Romeo T. & Andaloro F., 2021. *Species and habitats of conservation interest in the Ecologically and Biologically Significant Area of the Strait of Sicily: a contribution towards the creation of a Specially Protected Areas of Mediterranean Importance.* Mediterranean Marine Science, 22(2), 297–316. <https://doi.org/10.12681/mms.25125>

De Oliveira Santos M.C., Faria Oshima J.E. and da Silva E., 2008. *Sightings of franciscana dolphins (pontoporia blainvillei): The discovery of a population in the paranaguá estuarine complex, southern brazil.* Brazilian journal of oceanography, 57(1):57-63

Deming A.C., Wingers N.L., Moore D.P., Rotstein D., Wells R.S., Ewing R., Hodanbosi M.R. and Carmichael R.H., 2020. *Health Impacts and*

Recovery From Prolonged Freshwater Exposure in a Common Bottlenose Dolphin (Tursiops truncatus). Front. Vet. Sci. 7:235.

Elwen S.H., Leeney R.H., 2010. *Injury and subsequent healing of a propeller strike injury to a Heaviside's Dolphin (Cephalorhynchus heavisidii)*. Aquat Mamm. 36: 382–387.

Fiorentino F., Bono G., Gancitano V., Garofalo G., Gristina M. et al., 2011. *Caratterizzazione ambientale delle aree di pesca - GSA 16 - Coste meridionali della Sicilia*, p. 66-72. In: *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani*. Cataudella, S., Spagnolo, M. (Eds). Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Roma.

Gnone G., Caltavuturo G., Tommasini A., Zavatta V., Nobili A., 2005. *“Analisi della presenza del tursiope lungo la penisola italiana in relazione alla batimetria costiera”*.

Gonzalvo J., Giovos I., Mazzariol S., 2015. *Prevalence of epidermal conditions in common bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in the Gulf of Ambracia, western Greece*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 463 (2015) 32–38

Hammond, P. S., 1986. *Estimating the size of naturally marked whale populations using capture-recapture techniques*. Reports of the International Whaling Commission, 8(Special Issue), 253-282.

Hammond P.S., Thompson P.M., 1991. *Minimum estimate of the number of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in the Moray Firth*. Biol. Cons. 56(1): 79-88.

Harling A.A., Würsig B., 1999. *Skin swabbing for genetic analysis: application to dusky dolphins (*lagenorhynchus obscurus*)*. Marine mammal science, 15(2):409-425

Hart L.B., Rotstein D.S., Wells R.S., Allen J., Barleycorn A., et al., 2012. *Skin Lesions on Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) from Three Sites in the Northwest Atlantic, USA*. PLoS ONE 7(3): e33081. doi:10.1371/journal.pone.0033081

Harzen S., Brunnik B.J., 1997. *Skin disorders in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), resident in the Sado estuary, Portugal*. Blue Dolphin Research and Consulting, P.O. Box 9243, Jupiter, FL 33458, USA

Hupman K. E., Pawley M. D. M., Lea C., Grimes C., Voswinkel S., Roe W. D., Stockin K. A., 2017. *Viability of photoidentification as a tool to examine the prevalence of lesions on free-ranging common dolphins (*Delphinus sp.*)*. Aquatic Mammals, 43, 264–278.

James F. Jekel, David L. Katz e Joann G. Elmore, 2009. *Epidemiologia, biostatistica e medicina preventiva*, 3. ed., Elsevier Masson, p. 23.

J. R. Geraci, B. D. Hicks and D. J. St. Aubin, 1979. *Dolphin Pox: A Skin Disease of Cetaceans*.

Kiszka J., Pelourdeau D., Ridoux V. B., 2008. *Body scar and dorsal fin disfigurements as indicators of interaction between small cetaceans and fisheries around the Mozambique Channel island of Mayotte*. Western India Ocean J Mar Sci. 7: 185–193.

Kiessling T., Gutow L., Thiel M. 2015. *Marine litter as a habitat and dispersal vector*. In M. Bergmann, L. Gutow & M. Klages (Eds.), *Marine anthropogenic litter* (pp. 141–181). Berlin: Springer.

Kvile K.Ø., Taranto G.H., Pitcher T.J., Morato T., 2014. *A global assessment of seamount ecosystems knowledge using an ecosystem evaluation framework. Biological Conservation*, 173, 108-120.

Koslow J.A., 1996. *Energetic and life-history patterns of deepsea benthic, benthopelagic and seamount-associated fish. Journal of Fish Biology*, 49, 54-74.

Lambertsen H. 1987. *A biopsy system for whales and its use for cytogenetics. Journal of Mammalogy* 68:443-445.

Leone A.B., Bonanno Ferraro G., Boitani L., Blasi M.F., 2019. *Skin marks in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) interacting with artisanal fishery in the central Mediterranean Sea. PLoS ONE* 14(2): e0211767

Lockyer C.H., Morris R.J., 1990. *Some observations on wound healing and persistence of scars in *Tursiops truncatus*. Rep. Int. Whal. Commn (Special Issue 12): 113-118.*

Luksenburg J.A., 2014. *Prevalence of External Injuries in Small Cetaceans in Aruban Waters, Southern Caribbean. PLoS One. 9(2): e88988. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088988> PMID: 24586473*

Maldini D., Riggin J., Cecchetti A., Cotter M.P., 2020. *Prevalence of Epidermal Conditions in California Coastal Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Monterey Bay. Royal Swedish Academy of Sciences* 2010

Mariani M., Miragliuolo A., Mussi B., Russo G.F., Ardizzone G., Pace D.S., 2016. *Analysis of the natural markings of Risso's dolphins (*Grampus griseus*) in the central Mediterranean Sea. J Mammal.* 97(6): 1512–1524.

- Martinez-Levasseur L.M., Gendron D., Knell R.J., O’Toole E.A., Singh M., Acevedo-Whitehouse K.** *Acute sun damage and photoprotective responses in whales.* Proc R Soc Lond B Biol Sci. 2011; 278 (1711): 1581–1586.
- McClain A.M., Daniels R., Gomez F.M., Ridgway S.H., Takeshita R., Jensen E.D. and Smith C.R., 2020.** *Physiological effects of Low Salinity Exposure on Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus)*
- Meyer W., and U. Seegers., 2004.** *A preliminary approach to epidermal antimicrobial defense in the Delphinidae.* Marine Biology 144: 841–844.
- Meyer W., J.E. Kloepper, and L.G. Fleisher., 2008.** *Demonstration of B-glucan receptors in the skin of aquatic mammals—A preliminary report.* European Journal of Wildlife Research. doi: 10.1007/s10344-008-0173.
- Omrani H., Arsouze T., BeÂranger K., Boukthir M., Drobinski P., Lebeaupin-Brossier C., et al., 2016.** *Sensitivity of the sea circulation to the atmospheric forcing in the Sicily Channel.* Prog Oceanogr. Jan 31; 140:54±68
- Payne R., Brazier O., Dorsey E. M., Perkins J. S., Rowntree V. J., & Titus A., 1983.** *External features in southern right whales, Eubalaena australis, and their use in identifying individuals: Communication and Behavior of Whales.* (1stedn), AAAS Selected Symposium.
- Pettis H.M., Rolland R.M., Hamilton P.K., Brault S., Knowlton A.R., Kraus S.D., 2004.** *Visual health assessment of North Atlantic right whales (Eubalaena glacialis) using photographs.* Can J Zool.; 82: 8–19.
- Pitcher T.J., Morato T., Hart P. J., Clark M.R., Haggan N. et al., 2007.** *Seamounts: Ecology, Fisheries, and Conservation, vol. 12.* Blackwell Publishing, Oxford, UK, 527 pp.

Puig-Lozano R., Fernández A., Saavedra P., Tejedor M., Sierra E., De la Fuente J., Xuriach A., Díaz-Delgado J., Rivero M.A., Andrada M., Bernaldo de Quirós Y and Arbelo M., 2020. *Retrospective Study of Traumatic Intra-Interspecific Interactions in Stranded Cetaceans, Canary Islands.* Front. Vet. Sci. 7:107. doi: 10.3389/fvets.2020.00107

Ranù M.; Vanacore A.; Mandich A.; Alessi J., 2022. *Bottlenose Dolphins and Seabirds Distribution Analysis for the Identification of a Marine Biodiversity Hotspot in Agrigento Waters.* J. Mar. Sci. Eng., 10, 345.

Read Andrew J., and Kimberly T. Murray., 2000. *Gross Evidence of Human-Induced Mortality in Small Cetaceans.* U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-15, 21 p.

Reeves R.R., Notarbartolo di Sciara G., 2006. *The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea.* IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Málaga, Spain (137 pp.).

Shane S.H., Wells R.S., Würsig B., 1986. *Ecology, behaviour and social organization of the bottlenose dolphin: a review.* Marine Mammal Science, 2 (1): 34-63.

Taylor J.S., Hart L.B., Adams J. *Skin lesion prevalence of estuarine common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in North Carolina, with comparisons to other east coast study sites.* Mar Mam Sci. 2021;37:127–141. <https://doi.org/10.1111/mms.12731>

Thompson P. M. & Hammond P. S., 1992. *The use of photography to monitor dermal disease in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*).* Ambio, 21, 135–137

Toms C.N., Stone T., Och-Adams T., 2020. *Visual-only assessments of skin lesions on freeranging common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): Reliability and utility of quantitative tools.* Mar Mam Sci. 1–30. <https://doi.org/10.1111/mms.12670>

Townsend F.I., Straggs L., 2020. *Atlas of Skin Diseases of Small Cetaceans.*

UNEP-MAP-RAC/SPA., 2014. *Status and conservation of cetaceans in the Sicily Channel/Tunisian Plateau.* By M. Aissi. Draft internal report for the purposes of the Mediterranean Regional Workshop to Facilitate the Description of Ecologically or Biologically Significant Marine Areas, Malaga, Spain, 7-11.

Vanacore Alessandra, 2022. *Investigating the social structure of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Strait of Sicil.* [tesi di laurea magistrale]. Genova: Università degli Studi di Genova.

Van Bresseem M.F., Van Waerebeek K., Raga J.A., 1999. *A review of virus infections of cetaceans and the potential impact of morbilliviruses, poxviruses and papillomaviruses on host population dynamics.* Dis Aquat Org. 38: 53–65.

Van Bresseem M.F., Gaspar R., Javier Aznar F., 2003. *Epidemiology of tattoo skin disease in bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* from the Sado estuary, Portugal.* DAO 56:171-179

Van Bresseem M.F., Van Waerebeek K., Reyes J.C., Felix F., Echegaray M., Siciliano S. et al., 2007. *A preliminary overview of skin and skeletal diseases and traumata in small cetaceans from South American waters.* Lat Am J Aquat Mamm. 6: 7–42.

Van Bresseem M.F., Van Waerebeek K., Flach L., Reyes J.C., de Oliveira Santos M.C, Siciliano S., Echegara M., Viddi F., Felix F., Crespo E., Sanino G. , Avila I.C., Fraijia N., Castro C., 2008. *Skin Diseases in Cetaceans.*

Van BresseM M-F., Flach, L., Reyes, J.C., Echegaray, M., Santos, M., Viddi, F., Félix, F., Lodi, L. and Van Waerebeek, K., 2015. *Epidemiological characteristics of skin disorders in cetaceans from South American waters.* Latin American Journal of Aquatic Mammals 10(1): 20-32.

Van BresseM MF, Van Waerebeek K, Duignan PJ., 2017. *Sex differences in the epidemiology of tattoo skin disease in captive common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): are males more vulnerable than females?.* bioRxiv.org. <http://dx.doi.org/10.1101/101915>.

Volani A., Volpi C., 1990. *Stomach content analysis of stranded specimen of *Tursiops truncatus*, in Rapport Commission International Mer Méditerranée, vol. 32, p. 238.*

Weinrich M. T., Schilling M. R., & Belt C. R., 1992. *Evidence for acquisition of a novel feeding behaviour: lobtail feeding in humpback whales, *Megaptera novaeangliae*.* *Animal behaviour*, 44(6), 1059-1072.

Wells R.S., Allen J.B., Hofmann S., Bassos-Hull K., Fauquier D.A., Barros N.B., et al., 2008. *Consequences of injuries on survival and reproduction of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the west coast of Florida.* *Mar Mamm Sci.* 24: 774–794.

Wells R.S., Scott M.D. 2009. *Common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*).* In: *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)*, Academic Press, pp 249-255

Wilson B., Thompson P.M., Hammond P.S., 1997. *Skin lesions and physical deformities in bottlenose dolphins in the Moray Firth: population prevalence and age-sex differences.* *Ambio.* 26: 243–245.

Wilson B., Arnold H., Bearzi G., Fortuna C.M., Gaspar R., Ingram S. et al., 1999. *Epidermal diseases in bottlenose dolphins: impacts of natural and anthropogenic factors.* Proc R Soc Lond B Biol Sci. 1999; 266: 1077– 1083

Whitehead H., Gordon J., Matthews E. A., Richard K.R., 1990. *Obtaining skin samples from living sperm whales.* Marine mammal science 6:316-326.

Würsig B., Jefferson T.A., 1990. *Methods of Photo-Identification for Small Cetaceans.* Marine Mammal Research Program, Department of Marine Biology, Texas A&M University at Galveston, PO Box 1675, Galveston, TX 77553, USA, Pp. 43-55

Würsig B., Perrin W. F., & Thewissen J. G. M., 2009. *Encyclopedia of marine mammals.* Academic Press.

Würtz, M. & M. Rovere, 2015. *Atlas of the Mediterranean Seamounts and Seamount-like Structures.* Gland, Switzerland and Málaga, Spain: IUCN. 276 pages.

Yang W.C., W.L. Chang, K.H. Kwong, Y.T. Yao and L.S. Chou, 2013. *Prevalence of epidermal conditions in critically endangered Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) from the waters of Western Taiwan.* Pak Vet J, 33(4): 505-509

SITOGRAFIA

<https://accobams.org/page/2/?s=guidelines+to+approach+cetaceans>

<https://www.topdoctors.it/dizionario-medico/malattie-della-pelle#>

<http://www.iucn.it/scheda.php?id=-1062271328>

<https://www.mite.gov.it/pagina/cites-convenzione-di-washington-sul-commercio-internazionale-delle-specie-di-fauna-e>

[flora#:~:text=La%20Convenzione%20di%20Washington%20\(CITES,di%20estinzione%20siglata%20nel%201975.](flora#:~:text=La%20Convenzione%20di%20Washington%20(CITES,di%20estinzione%20siglata%20nel%201975.)

<https://imagej.net/software/imagej/>

<https://friendofthesea.org/it/chi-siamo-friend-of-the-sea/>