



UNIVERSITÀ DI PISA

Dipartimento di Biologia

Corso di Laurea Magistrale in Biologia Marina

Anno Accademico 2013/2014

Tesi di Laurea

**“Distribuzione spazio-temporale della specie *Caretta caretta*
nell’arcipelago delle isole Pelagie.”**

Candidato:

Amedeo Ciccocioppo

Relatori:

Paolo Luschi

Paolo Casale

RIASSUNTO

La *Caretta caretta* è la tartaruga marina più comune nel Mediterraneo, i principali siti di nidificazione si trovano lungo le coste della Turchia, Libia, Grecia e Israele. Considerando esclusivamente l'Italia la presenza dei nidi è limitata alle coste della Calabria, Sicilia, Campania, Puglia e dell'arcipelago delle Isole Pelagie.

La sopravvivenza di tale specie, tuttavia, è fortemente a rischio in tutto il bacino e le principali responsabilità sono state individuate nell'inquinamento marino, nella riduzione dei siti di nidificazione, nelle collisioni con le imbarcazioni e, non ultimo, nelle catture accidentali causate dagli attrezzi da pesca.

Questo studio si inserisce in una più ampia ricerca multidisciplinare, che si occupa dell'individuazione di rotte migratorie, degli habitat sfruttati e delle aree maggiormente frequentate, non senza difficoltà, dipese dall'utilizzo di tecnologie e strumenti costosi (telemetria satellitare) e dalla scarsità di dati riguardanti gli individui maschi. In particolare, il presente lavoro prende in esame la distribuzione spazio-temporale della specie *Caretta caretta* nell'arcipelago delle Isole Pelagie, basandosi sugli avvistamenti da parte di diportisti e simili.

Le Isole Pelagie (Lampedusa, Linosa e Lampione), per la loro posizione geografica al centro del Mediterraneo, sono un punto di unione delle acque del bacino orientale, più calde, e di quelle del bacino occidentale, influenzate dalle correnti atlantiche. Si tratta quindi di un sito "sentinella" per il monitoraggio dell'ambiente marino e dei suoi cambiamenti ecologici in atto.

In particolare l'isola di Lampedusa è situata al margine settentrionale della piattaforma continentale tra la Sicilia e Tunisia-Libia e l'area marina circostante, oggetto dello studio, rappresenta una zona ad elevato passaggio di questi esemplari in quanto area di foraggiamento e di deposizione delle uova.

La raccolta delle informazioni sugli avvistamenti è avvenuta mediante la compilazione di 75 interviste effettuate a diportisti, turisti e scuole diving in due differenti periodi, settembre-ottobre 2012 e maggio-ottobre 2013.

I dati così ottenuti sono stati rielaborati attraverso il programma ArcGIS in modo da ottenere la localizzazione spaziale degli avvistamenti.

La distribuzione spaziale e temporale così ottenuta fornisce indicazioni sulla presenza stagionale delle tartarughe comuni nell'area di studio e sulle zone maggiormente frequentate, rendendo così

possibile l'identificazione di una eventuale relazione con le minacce presenti, in particolare con l'attività di pesca.

ABSTRACT

The Central Mediterranean, and in particular the Sicilian Channel, is a junction area between the western and eastern basins of the Mediterranean Sea and have a special relevance for the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*), which breeds in the eastern basin (Greece, Turkey, Libya, and Cyprus) but distributes widely in the whole Mediterranean. The southern portion of the Central Mediterranean includes the most extended part of the North African continental shelf and is an important neritic-demersal feeding area for turtles, whereas the northern area is an important oceanic feeding ground. At the neritic/oceanic border lies the Pelagie Islands archipelago, with a marine protected area. There is a lack of knowledge on the fine-scale distribution of sea turtles in this region. To fill this gap, we monitored the activity and turtle sightings of 27 tourists boats based in Lampedusa Island in 2012 and 2013, with 12007 trips and 611 turtles reported. Maps by 26 fishermen interviewed on turtle bycatch provided additional information on distribution. The study area was divided into 12 quadrants. Results show seasonal and geographic differences of loggerhead turtle distribution in the archipelago that can inform conservation programs in the area. The peculiarity of the archipelago makes it a valuable index site for studying several aspects of Mediterranean loggerhead turtles.

Sommario

1.	INTRODUZIONE.....	1
1.1	Biologia della specie <i>Caretta caretta</i>	1
1.2	La tartaruga comune <i>Caretta caretta</i> nel Mediterraneo	8
1.3	Minacce	11
1.4	Conservazione	13
1.5	Distribuzione spazio-temporale	15
1.6	Area marina Protetta “Isole Pelagie”	19
1.7	Scopo della tesi.....	21
2.	MATERIALI E METODI	23
2.1	Area di studio.....	23
2.1.2	Caratteristiche oceanografiche	23
2.1.3	Linosa.....	25
2.1.4	Lampione e Lampedusa.....	26
2.2	Raccolta dati	28
2.2.2	Monitoraggio diportisti.....	31
2.2.3	Pescatori	34
2.2.3.1	Strascico.....	37
2.2.3.2	Palangrese derivante	39
2.2.3.3	Palangrese di fondo	40
3.	RISULTATI.....	42
3.1	Diportisti.....	42
3.2	Pescatori.....	53
3.2.2	Strascico.....	55
3.2.3	Palangrese da fondo	56
1.1.2	Palangrese derivante	57
1.2	Distribuzione spaziale generale nell’arcipelago delle Isole Pelagie	58
2.	DISCUSSIONE	60
3.	CONCLUSIONI	64
4.	BIBLIOGRAFIA	66

1. INTRODUZIONE

1.1 Biologia della specie *Caretta caretta*

Le tartarughe marine appartengono alla classe dei Rettili; ebbero grande diffusione nel Cretaceo, intorno a 130 milioni di anni fa ma i resti fossili più antichi risalgono addirittura a 200 milioni di anni. I generi e le specie attualmente viventi si sono originati e diffusi tra i 60 e 10 milioni di anni fa (Hendrickson, 1980).

Le 7 specie attualmente presenti appartengono all'ordine dei Testudines, sottordine Cryptodira, e si dividono in due Famiglie, Dermochelyidae e Cheloniidae (Pritchard, 1997). La prima famiglia comprende una sola specie, la *Dermochelys coriacea* o tartaruga liuto, che è caratterizzata da un'estrema riduzione delle ossa del carapace e del piastrone, sostituite da piccole placche ossee dermiche di forma poligonale sul carapace. La tartaruga liuto è inoltre priva di squame sul carapace e di artigli, raggiunge la taglia più grande tra tutte le tartarughe marine esistenti (Wyneken, 2002). La famiglia dei Cheloniidae è composta dalle restanti sei specie: la *Natator depressus* o tartaruga dal dorso piatto, endemita australiano di piattaforma continentale, l'unica tra le specie di tartaruga a non mostrare comportamento migratorio (Limpus et al., 1988); la *Caretta caretta* o tartaruga comune; la *Chelonia mydas* o tartaruga verde, l'unica specie erbivora durante lo stadio adulto; l'*Eretmochelys imbricata* o tartaruga embricata fortemente soggetta a pesca di frodo per la particolarità del suo carapace; la *Lepidochelys kempii* e infine la *Lepidochelys olivacea*.

Il Mar Mediterraneo, però, è frequentato regolarmente solo da tre specie: la *Dermochelys coriacea*, la *Chelonia mydas* e la *Caretta caretta* (Casale e

Margaritoulis, 2010). Solo pochi individui di *Dermochelys coriacea* entrano all'interno del nostro bacino dall'Atlantico utilizzando l'area solo per scopi di foraggiamento e non come habitat riproduttivo (Casale et al., 2003).

La *Caretta caretta* è una specie a distribuzione cosmopolita, ampiamente diffusa nelle acque temperate-calde, subtropicali e talvolta tropicali di mari e oceani (Pritchard, 1997). Come tutte le tartarughe marine, quelle comuni sono protette da una corazza esterna, la cui parte dorsale viene denominata carapace mentre la porzione ventrale è chiamata piastrone. Tale corazza è fusa con le vertebre toraciche e le costole, non permettendo l'espansione della gabbia toracica per la respirazione. In particolare il carapace è ricoperto da cinque coppie di placche cornee costali (dette scudi) e da cinque scudi vertebrali di colore rosso-marrone. Il piastrone, invece, è generalmente di colore giallastro pallido e collegato al carapace mediante gli scudi marginali (Wyneken, 2002).

Come in tutte le tartarughe marine, la respirazione avviene attraverso i polmoni, che hanno una forma appiattita e sottile aderendo internamente alla curva del carapace e hanno una limitata capacità di espansione (Williard, 2013). La dilatazione e la contrazione di questi organi avvengono per mezzo di specifici muscoli situati tra le zampe e l'intestino ma anche grazie ai movimenti del collo e degli arti. L'apparato respiratorio insieme al cardiocircolatorio hanno subito gli adattamenti più importanti per la vita acquatica (Williard, 2013). Tra i vertebrati marini in grado di compiere immersioni prolungate e in profondità, questi animali possiedono una serie di caratteri peculiari quali un efficiente sistema di trasporto dell'ossigeno, un metabolismo modificabile in base alle esigenze e una straordinaria tolleranza all'ipossia e all'ipercapnia (Seymour, 1982; Glass e Wood, 1983).

Al contrario delle tartarughe terrestri, quelle marine non possono retrarre la testa e gli arti all'interno della corazza. Infatti, sono proprio gli arti ad aver subito le maggiori modificazioni fino a diventare un valido compromesso tra il nuoto e la

locomozione vera e propria (Pritchard, 1997): in particolare, quelli anteriori, molto sviluppati, si sono modificati in vere e proprie pinne natatorie, dotate di una forte capacità propulsiva, mentre le pinne posteriori esplicano una funzione timoniera (Castro e Huber, 2011).

L'apparato boccale delle tartarughe comuni si presenta con mascelle prive di denti, ma ricoperte da una guaina cornea affilata e leggermente ricurva anteriormente, detta *ranfoteca*, che va a costituire il caratteristico "becco", che consente di afferrare e tritare il cibo, costituito principalmente da molluschi, crostacei, echinodermi, alghe e meduse (Wyneken, 2005). Caratteristica peculiare di questi organismi è l'esofago, il quale è rivestito di spicole appuntite e cheratinizzate; esse sono orientate verso lo stomaco impedendo così al cibo di essere rigurgitato.

I piccoli al momento della nascita sono lunghi circa 5 cm. La lunghezza e il peso raggiunti dagli esemplari adulti varia in relazione all'area di provenienza; la massima lunghezza curvilinea del carapace (CCL, Curved Carapace Length) è circa 90 cm nell'area del Mediterraneo e circa 105 cm nell'area nord-ovest dell'Atlantico; il peso varia da meno di 100 kg nel Mediterraneo, a 150 kg in Australia, fino ai 180 kg nell'area nord-ovest dell'Atlantico (Pritchard & Mortimer, 1999).

Come in tutte le altre specie di chelonidi, è presente un dimorfismo sessuale che permette la distinzione tra maschi e le femmine sessualmente maturi. In generale le femmine adulte raggiungono dimensioni maggiori, in termini di lunghezza del carapace e di peso, rispetto ai maschi adulti; mentre questi, al raggiungimento della maturità sessuale mostrano una lunga coda e due grandi resistenti unghie negli arti anteriori, con cui si aggrappano alla femmina durante l'accoppiamento (Miller, 1997). Come la maggior parte delle altre tartarughe, le tartarughe comuni sono animali migratori, che compiono vari tipi di spostamento durante il loro ciclo vitale, le cui modalità e la distanza percorsa dipendono dal periodo del ciclo vitale considerato (Hughes, 1989; Luschi et al. 2003; Plotkin, 2003).

Il ciclo vitale delle tartarughe comuni inizia con la deposizione di circa 110 uova da parte delle femmine in una spiaggia di nidificazione, nella fascia tropicale o subtropicale (Miller et al., 2003). La deposizione avviene all'interno di una buca (profonda circa 50 cm) creata dall'animale stesso scavando con le pinne posteriori nella sabbia, soprattutto durante le ore notturne o crepuscolari; la femmina poi torna subito in mare senza presentare comportamenti di cura delle uova (Miller, 1997). I parametri riguardanti l'ambiente del nido devono rimanere entro determinati limiti di tolleranza per l'embrione poiché ne influenzano lo sviluppo: tra questi particolarmente importanti sono gli scambi gassosi, l'umidità e la temperatura (Maloney et al., 1990). Dopo circa 60 giorni d'incubazione, in cui la temperatura della sabbia determina il sesso (inferiore ai 29°C si sviluppano maschi, mentre con valori superiori si hanno femmine; Mrosovsky et al., 1988), avviene la schiusa delle uova, dopo di cui i piccoli emergono in superficie, soprattutto durante la notte, con un comportamento coordinato fra tutti per poi dirigersi rapidamente verso il mare (Miller, 1997). In seguito essi si allontanano velocemente dalla spiaggia di nascita, con un processo suddiviso in 3 fasi. La prima prevede l'utilizzo d'input visivi (fototassia positiva; Lohmann et al., 1997) che hanno la funzione di indirizzare l'animale verso il mare, che sarebbe la sorgente teoricamente più luminosa poiché riflette la luce della luna e delle stelle (Lohmann et al., 1997). La sensibilità a tali stimoli è limitata a un cono di accettazione, con un raggio stimato di circa 180°. Una volta raggiunto il mare, inizia la seconda fase. Poiché nelle acque costiere le onde si dispongono in modo parallelo alla spiaggia, i piccoli si riferiscono agli impulsi meccanici provenienti dal moto ondoso (meccanotassia), il che determina un movimento con direzione perpendicolare a quella delle onde e quindi alla linea di costa (Lohmann et al., 1997). Una volta in acqua, continuano il loro movimento attivo cercando di raggiungere le zone a largo (Lohmann et al., 1997; Lohmann, 1991; Light et al., 1993). Essi mantengono tale orientamento anche in mare aperto e

nella zona oceanica, utilizzando in questa terza e ultima fase stimoli derivanti dal campo magnetico terrestre (Lohmann et al., 1997). In questo modo, i nuovi nati raggiungono quindi il loro habitat di sviluppo pelagico, dove rimangono tipicamente per vari anni (dai 6 agli 11 anni; Bjorndal et al., 2000), accrescendosi fino a raggiungere una dimensione di almeno una cinquantina di cm di CCL (Bolten, 2003b).

Questo stadio giovanile oceanico ha inizio nel momento in cui le tartarughe fanno il loro ingresso nei grandi sistemi circolari di corrente, che possono trasportare i piccoli anche migliaia di chilometri lontano dalla loro spiaggia di origine (migrazione di sviluppo) e nei quali vengono concentrate le prede planctoniche di cui si nutrono (Bjorndal, 2003). Si verifica quindi un fenomeno di co-trasporto delle tartarughe con la loro fonte di cibo, che risulta ottimale per la crescita degli individui. Le tartarughe, in questa fase, mostrano movimenti sia di tipo attivo sia di tipo passivo dovuti soprattutto alle correnti oceaniche superficiali e ai venti (Bolten, 2003a). Inoltre, in ambiente pelagico le tartarughe in accrescimento subiscono una pressione predatoria inferiore rispetto a quella che incontrano in acque costiere. In seguito, e comunque prima del raggiungimento della maturità sessuale, i giovani si spostano attivamente dall'ambiente oceanico verso zone non oceaniche, dove stabiliranno le proprie aree residenziali di alimentazione (stadio di transizione giovanile) (Bolten, 2003a).

Il ciclo vitale di *Caretta caretta*, quindi, si svolge in ambienti diversi: la spiaggia nelle fasi di deposizione e di sviluppo embrionale, le zone pelagiche di mare aperto caratterizzate da elevate profondità (stadio oceanico) e le acque poco profonde, dove la profondità non supera i 200 m, generalmente vicino alla costa o comunque comprese nella piattaforma continentale (stadio neritico) (Bolten, 2003b). Generalmente le zone di foraggiamento sono condivise sia da individui giovani sia adulti, tuttavia vi sono casi in cui i giovani frequentano anche specifiche aree di

foraggiamento intermedie e solo in un secondo momento, si spostano nei siti condivisi con gli adulti (Musicke Limpus, 1997). Questi habitat di foraggiamento neritici costituiscono la zona, dove le tartarughe trascorrono gran parte del loro tempo, anche una volta diventate adulte, nutrendosi di varie prede rinvenute in genere vicino al fondo del mare (alimentazione bentonica), anche se è possibile la predazione a livello della colonna d'acqua e/o vicino alla superficie (alimentazione epi-pelagica; Bjorndal, 2003). Da queste aree, le femmine adulte migrano verso le zone di riproduzione (migrazione pre-riproduttiva), che sono specifiche per ciascun animale e che si ritiene corrispondano alle aree natali dei singoli individui (fenomeno del 'natal homing', Lohmann et al., 1997).

Si hanno poche conoscenze sul comportamento migratorio degli esemplari maschi, tuttavia si ritiene che anch'essi compiano le migrazioni pre-riproduttive simili a quelle delle femmine, e che arrivino nelle aree di riproduzione in anticipo rispetto alla stagione di nidificazione per accoppiarsi (Luschi e Casale, 2014). L'accoppiamento avviene prevalentemente nelle acque antistanti alle spiagge di nidificazione, che presumibilmente sono il posto in cui l'incontro tra i sessi è più probabile (Limpus et al., 1992), ma non è escluso che avvenga anche lontano da esse. La copula avviene in mare, la femmina riceve una serie di morsi e colpi diretti al carapace e al collo, inferti dal maschio mediante l'ausilio delle lunghe unghie ricurve presenti nelle pinne anteriori. In seguito avviene la monta, durante la quale il maschio, trattenendosi con le pinne anteriori al carapace della femmina, trasferisce il proprio sperma all'interno della cloaca della partner mediante il proprio organo copulatorio, costituito da una doccia ermetica ripiegata (Miller, 1997). Per la *Caretta caretta* quest'ultima fase può durare anche diverse ore (Miller e al., 2003). Le femmine possono immagazzinare gli spermatozoi all'interno del loro apparato riproduttivo, anche per lungo tempo. Studi genetici su *Chelonia mydas* (Miller, 1993) e *Caretta caretta* (Miller, 1997) hanno dimostrato la presenza di un comportamento

promiscuo, caratterizzato dall'accoppiamento di una femmina con più maschi e di un maschio con più femmine. Successivamente i maschi tornano alle zone di foraggiamento precedentemente occupate, e le femmine si dirigono verso le spiagge per deporre, iniziando un ciclo di deposizioni successive di uova (da 2-3 fino anche a 7; Schroeder et al., 2003), intervallate da circa due settimane, per poi ritornare all'area neritica una volta completato il ciclo di deposizioni, compiendo questa volta una migrazione post-riproduttiva (Miller, 1997).

Le migrazioni riproduttive sono cicliche e a cadenza generalmente poliennale (2 o 3 anni di solito) e avvengono quindi tra aree di foraggiamento e di riproduzione definite e individualmente specifiche, e si svolgono su una scala spaziale inferiore rispetto ai movimenti oceanici compiuti dai giovani durante le loro migrazioni di sviluppo, anche se non mancano casi di migrazioni di varie centinaia di chilometri (Luschi et al., 2003; Plotkin, 2003; Luschi e Casale, 2014). Si possono quindi individuare tre principali movimenti durante il ciclo vitale di una tartaruga comune: l'iniziale dispersione dalla spiaggia di nascita all'habitat pelagico di sviluppo, in gran parte a carico delle correnti, gli spostamenti dall'habitat di sviluppo all'area di foraggiamento neritica, che avviene una volta nella vita, e la migrazione riproduttiva pendolare ciclica a periodicità poliennale dall'area di foraggiamento verso i siti di nidificazione.

Poco noti sono i meccanismi di orientamento adottati dagli adulti per portare a termine i loro spostamenti (Papi e Luschi, 1996; Luschi et al., 2003) anche se gli studi condotti negli ultimi anni hanno portato alla formulazione di alcune ipotesi. I movimenti stagionali di andata e ritorno verso siti specifici e il ritorno ad aree conosciute in seguito a dislocamento (Papi e Luschi, 1996), fanno presupporre con una certa sicurezza che questi animali siano in grado di navigare, intendendo per navigazione la capacità di orientarsi verso una meta definita e circoscritta senza un diretto contatto sensoriale con essa. Non mancano prove a sostegno dell'utilizzo di

bussole biologiche (Papi e Luschi, 1996; Luschi et al., 1998), d'informazioni trasportate dai venti (Luschi et al., 2001), o derivanti dal campo geomagnetico (Lohmann et al., 2004; Luschi et al., 2007) e forse, d'indizi di natura chimica delle acque (Papi et al., 2000), informazioni batimetriche (Morreale et al., 1996) e di temperatura (Plotkin, 2003). All'interno di ogni specie, e spesso delle singole popolazioni, si sono evolute particolari strategie migratorie in risposta ai diversi habitat (Hendrickson, 1980) e all'uso che ne viene fatto; è probabile che simili differenze si mantengano anche per quanto riguarda i meccanismi di navigazione utilizzati (Plotkin, 2003).

1.2 La tartaruga comune *Caretta caretta* nel Mediterraneo

Il Mar Mediterraneo copre un'area di circa 2.5 milioni di km², con una linea di costa di circa 46.000 km; la profondità media è di circa 1500 m ma si possono raggiungere profondità molto maggiori a livello di due fosse: una nel Tirreno (3625 m) ed una nello Ionio di 5942 m. Dal punto di vista oceanografico, il Mediterraneo è un bacino semichiuso con una forte evaporazione, che però viene compensata dall'apporto di grandi quantità d'acqua proveniente dall'oceano Atlantico attraverso lo Stretto di Gibilterra (Margaritoulis et al., 2003). Si ritiene che la colonizzazione del Mediterraneo da parte delle tartarughe comuni sia avvenuta circa 12000 anni fa, a seguito della dispersione geografica d'individui appartenenti alle colonie nidificanti nell'Atlantico occidentale (Bowen et al., 1993). Recenti studi genetici hanno dimostrato però che, sebbene siano tuttora presenti tartarughe migranti dall'Atlantico soprattutto nel Mediterraneo occidentale, la popolazione mediterranea di *Caretta caretta* è riproduttivamente isolata e presenta una chiara struttura demografica, con molteplici sub-popolazioni differenziate geneticamente,

soprattutto in relazione al sito di nidificazione (Bowen et al., 1993). *Caretta caretta* rappresenta la specie di tartaruga marina più comune nel Mar Mediterraneo, ed ha una distribuzione che si estende in tutto il bacino, sia per quanto riguarda i giovani che gli adulti (Casale e Margaritoulis, 2010). I siti di nidificazione sono confinati prevalentemente nell'area centro-orientale: più precisamente le principali zone di nidificazione sono a Cipro, in Grecia, Turchia, e Libia, con un numero di nidi variabile dai 600 per stagione di Cipro, agli oltre 3000 in Grecia (Margaritoulis et al., 2003). Un minor numero di nidi sono stati identificati lungo le coste di Egitto, Israele, Siria e Libano, Tunisia (Margaritoulis et al., 2003) e in Italia, dove si pensava che la nidificazione fosse limitata alla zona meridionale insulare e principalmente in due siti nelle isole Pelagie: la spiaggia dei Conigli dell'Isola di Lampedusa e la spiaggia della Pozzolana di Ponente a Linosa (in cui comunque si registrano nell'insieme non più di 6-7 nidi l'anno; Piovano et al., 2006). Recentemente è stata però evidenziata una regolare e relativamente abbondante attività di deposizione lungo le coste della Calabria ionica e in particolar modo nella spiaggia di Spropoli a Palizzi in provincia di Reggio Calabria, che costituisce attualmente l'area di nidificazione principale delle tartarughe comuni in Italia (Mingozzi et al., 2007) con circa 30-40 deposizioni l'anno, che rappresentano più della metà delle covate totali su tutto il territorio nazionale (Mingozzi et al., 2007). Ulteriori eventi di nidificazione sono documentati in altre zone dell'Italia meridionale, quali le coste della Sicilia meridionale, della Campania, della Sardegna meridionale e sud-occidentale e della Puglia orientale (Mingozzi et al., 2007; Bentivegna et al., 2005). Per quanto riguarda le aree di foraggiamento delle tartarughe nidificanti in Mediterraneo, le informazioni derivano soprattutto dal ritrovamento di femmine adulte, marcate durante la deposizione delle uova con targhette applicate alle pinne o, più di recente, seguite nei loro movimenti tramite telemetria satellitare (Luschi e Casale, 2014). Le femmine nidificanti nella Grecia occidentale (soprattutto Isola di Zacinto e coste del Peloponneso occidentale)

migrano prevalentemente verso due aree neritiche differenti: le acque poco profonde della piattaforma continentale africana (soprattutto a est della Tunisia, nelle vicinanze del Golfo di Gabès) e nel mar Adriatico, particolarmente nella parte settentrionale (Margaritoulis et al., 2003; Zbinden et al., 2008; 2011) Il Mar Adriatico, in particolare, è un habitat neritico ottimale per gli adulti di tartaruga comune, inclusi i maschi nidificanti a Zacinto (Schofield et al., 2010; Hays et al., 2010) e le tartarughe provenienti anche da Turchia, Cipro e dall'Atlantico (Carreras et al., 2006), come evidenziato dagli spiaggiamenti e soprattutto dalle catture accidentali di animali marcati (Casale et al., 2004; Vallini et al., 2003). Alcuni esemplari provenienti da Zacinto, dalla Turchia e da Cipro rimangono nelle acque limitrofe fino all'inizio della successiva stagione riproduttiva, ma molte di esse si allontanano dall'Adriatico settentrionale nei mesi invernali compiendo una migrazione stagionale verso acque più meridionali (Zbinden et al., 2011; Schofield et al., 2010; Casale et al., 2012). La piattaforma continentale africana è invece caratterizzata da temperature relativamente elevate per tutto l'anno, ed è un frequentato habitat neritico di foraggiamento per le tartarughe comuni adulte, provenienti anche da altre colonie, nonché da individui giovani marcati in varie zone come ad esempio nel Mar Ionio (Argano et al., 1992). Anche sul versante tirrenico dei mari italiani sono note aree di foraggiamento neritiche, come le zone costiere del Tirreno (ad es. il Golfo di Napoli; Bentivegna et al., 2003), anche se nell'insieme l'area tirrenica sembra essere meno frequentata dalle tartarughe comuni rispetto ad altre aree (Groombridge, 1990). Tuttavia le migrazioni e i pattern di movimento delle tartarughe comuni mediterranee sono relativamente abbastanza poco conosciuti e solo di recente, grazie a studi di telemetria satellitare, è stato possibile ottenere informazioni di rilievo sull'argomento. È stata così rilevata un'estrema varietà nel pattern dei movimenti degli adulti e soprattutto dei giovani, con esemplari che frequentano sia aree neritiche sia oceaniche (Margaritoulis et al.,

2003; citazioni di tracking dei giovani). Nella maggior parte dei casi, le femmine nidificanti intraprendono migrazioni veloci e dirette verso i loro specifici siti di foraggiamento, costieri o neritici. Queste migrazioni possono avvenire lungo le coste ma spesso richiedono l'attraversamento di regioni oceaniche, durante il quale gli animali si muovono in mare aperto per vari giorni (Broderick et al., 2007; Zbinden et al., 2008; 2011). Le limitate informazioni disponibili sulle migrazioni dei maschi mostrano un simile comportamento migratorio (Hays et al., 2010; Schofield et al., 2010). Mentre per quanto riguarda i pattern spaziali dei giovani sono molto meno chiari e definiti, sembra che siano la combinazione di movimenti attivi (nuoto) e passivi (correnti). I risultati ottenuti hanno mostrato un'ampia varietà di movimenti, compresi soggiorni di lungo periodo in aree della piattaforma continentale spazialmente meno estese rispetto alle zone oceaniche, movimenti erratici ad ampio raggio in acque pelagiche e migrazioni a lunga distanza, che spesso hanno un pattern stagionale (Cardona et al., 2009; Hochscheid et al., 2010; Casale et al., 2012 a, b).

1.3 Minacce

Le tartarughe marine, che per necessità biologica frequentano sia l'habitat terrestre costiero sia quello marino, sono specie sottoposte a una maggiore varietà di rischi e di minacce rispetto ad altri taxa che frequentano un unico habitat. Le problematiche più gravi che minacciano le tartarughe marine sono di natura antropica. Per quanto riguarda l'ambiente emerso il degrado delle spiagge è la causa primaria che influisce sulle delicate fasi della nidificazione. Tra i fattori diretti, i principali possono essere: la presenza di fonti di luce artificiale, che disturba le femmine nidificanti e interferisce con l'orientamento dei neonati (Witherington e Martin, 1996);

l'eventuale passaggio di mezzi meccanici sulla spiaggia, che può disturbare le femmine in nidificazione, piuttosto che danneggiare il nido (Arianoutsou, 1988; Mann, 1977; Witherington, 1999); la presenza fisica di attrezzature degli impianti balneari e l'eventuale presenza di rifiuti, che può essere un forte deterrente per le femmine in deposizione (Arianoutsou, 1988; National Research Council, 1990; Witherington, 1999) e infine la modificazione della costa con la costruzione di barriere artificiali (Witherington, 1999). Mentre tra i principali pericoli antropici indiretti ricadono fattori come: l'alterazione delle caratteristiche geomorfologiche delle spiagge, dovuta al disequilibrio tra i fenomeni di erosione-accumulo, che possono modificare la pendenza delle spiagge (Balletto et al. (a cura di), 2003); il cambiamento delle proprietà chimico-fisiche delle spiagge a causa dell'alterazione dei sedimenti fluviali o di scarichi non depurati; l'alterazione della granulometria della spiaggia a seguito di attività di prelievo della sabbia, che è in grado di diminuire notevolmente le possibilità di trovare il punto idoneo in cui deporre le uova da parte della femmina (Sella, 1982). Ulteriore fattore che infierisce negativamente sulla sopravvivenza delle tartarughe marine sono la predazione di uova e neonati da parte di altri organismi come uccelli marini, cani e ratti randagi, (Stancik, 1982).

Per l'ambiente marino la principale, ma non unica, minaccia di origine antropica nei confronti delle tartarughe marine nel Mediterraneo è legata alla cattura accidentale (bycatch) negli attrezzi da pesca, un fenomeno di ampia portata che conta annualmente un minimo di 132,000 catture l'anno (32000 strascico, 57000 palangaro di superficie, 13000 palangaro di fondo e 23000 reti da posta) di cui 44000 mortali (Casale, 2011). Tuttavia, vista la parziale copertura in termini di aree e di sforzo di pesca cui queste stime si riferiscono, è probabile che il numero reale di catture possa essere sottostimato. Altre probabili cause di mortalità o di effetti sub letali che incidono sulle tartarughe in ambiente marino sono la collisione con imbarcazioni, l'esposizione ai vari contaminanti chimici di sintesi (PCBs, PBDEs,

Ftalati ecc.) e non (IPA, metalli pesanti), la contaminazione con il petrolio e l'intrappolamento o l'ingestione accidentale di detriti solidi di origine antropica, soprattutto di materiale plastico portando alla morte dell'animale (Caliani et al., 2010; Casini et al., 2010).

Per fronteggiare questi problemi, una serie di misure di conservazione sono state adottate per le spiagge di nidificazione, tra cui la limitazione dell'accesso alle spiagge, la presenza di pattuglie di controllo per evitare la raccolta di uova e programmi educativi che coinvolgono le popolazioni locali (Margaritoulis et al., 2003). Tuttavia, la maggior parte della vita di una tartaruga si svolge in mare e quindi una strategia di conservazione efficace deve riuscire a tutelare i diversi habitat marini in cui si viene a trovare la tartaruga durante i suoi spostamenti. In quest'ambito, assumono rilevanza gli studi scientifici sui movimenti effettuati dalle tartarughe (in primis gli studi di tracking via satellite) tramite cui si possono raccogliere informazioni utili sugli spostamenti degli animali, così da identificare le regioni in cui questi animali si vengono a trovare nelle varie fasi del ciclo vitale e che andrebbero protette efficacemente.

1.4 Conservazione

Tutte le specie di tartarughe marine sono protette dalla convenzione internazionale CITES (Convention of International Trade of Endangered Species) del 1973 e sei di queste specie, sono incluse nella lista Rossa della IUCN (International Union for Conservation of Nature) come "endangered", "critically endangered" e "vulnerable", mentre l'australiana *N.depressus* è considerata "data deficient".

La convenzione maggiormente importante nella regione Mediterranea è la "Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region

of the Mediterranean” (Convenzione di Barcellona), la quale è stata firmata il 16 febbraio del 1976 ed è stata sottoscritta da tutti i paesi Mediterranei (ad eccezione della allora Jugoslavia). Nel contesto di questa convenzione, gli stati membri hanno adottato, nel 1989 e rivisitato nel 1999, un “Action Plan for the Conservation of Mediterranean Marine Turtle” (Margaritoulis et al., 2003). La convenzione mira alla creazione di zone particolarmente protette e di aree protette di rilevanza mediterranea (APISM). *Caretta caretta* vi figura come specie minacciata (All. II). Si tratta di una Convenzione internazionale che assume particolare importanza per la conservazione di questa specie in quanto, nell’ambito di tale Convenzione, è stato adottato il piano d’azione per il Mediterraneo, che include le cinque specie di tartarughe marine del Mediterraneo registrate nella lista delle specie in pericolo. In particolare, per quanto riguarda l’Italia, il piano valuta l’impatto delle attività di pesca sulle popolazioni, garantisce la tutela delle poche spiagge di nidificazione rimaste e il monitoraggio delle aree di alimentazione e di svernamento. Un ulteriore importante strumento a livello internazionale è la “Convention of the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats” (Convenzione di Berna) sottoscritta nel 1979. Infine, il 23 giugno 1979 è stata sottoscritta la “Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals” (CMS, Convenzione di Bonn) la quale riconosce l’importanza della conservazione delle specie migratrici, in particolare di quelle considerate in pericolo di estinzione come le tartarughe marine. L’Unione Europea cerca di garantire la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali e della flora e fauna selvatiche sul territorio degli Stati membri, inclusi i mari europei e quindi il Mediterraneo. A tale scopo il 21 maggio 1992 è stata approvata la “Direttiva Habitat” (n.92/43/CEE), la quale include le tartarughe marine come specie “prioritarie” e mira alla costituzione di una rete ecologica di siti protetti su tutto il territorio dell’Unione, conosciuta con il nome di “Natura 2000” (Margaritoulis et al., 2003). Gli strumenti legislativi sopra elencati hanno lo scopo di

salvaguardare, per quanto possibile, la specie dalle minacce per la sopravvivenza di questi animali.

All'interno della conservazione della specie, è doveroso prendere in considerazione alcune caratteristiche della biologia delle tartarughe marine poiché richiedono un lungo periodo di tempo per poter osservare eventuali effetti di strategie conservazionistiche (Witherington, 2003). Come per esempio, il lungo periodo necessario per il raggiungimento della maturità sessuale non permette di osservare, in breve tempo, eventuali segnali di recupero, in una popolazione dove è stato ridotto un fattore di mortalità al sito di nidificazione o tra i suoi individui giovani. La presenza di cause di mortalità che gravano sulla popolazione in mare, possono risultare evidenti, solo dopo decine di anni. La natura migratoria delle tartarughe marine, inoltre, necessita l'applicazione su scala globale delle convenzioni e dei trattati stipulati per la loro conservazione; una specie, infatti, potrebbe essere completamente protetta sulle spiagge di nidificazione e contemporaneamente subire un pesante e insostenibile prelievo in mare.

1.5 Distribuzione spazio-temporale

La comprensione di come le tartarughe marine si muovono all'interno del bacino e l'identificazione di aree maggiormente frequentate per scopi riproduttivi e di foraggiamento, sono degli strumenti essenziali per migliorare eventuali strategie di gestione degli habitat e per pianificare strategie conservative efficaci (Cambiè et al., 2012; Lazar et al., 2004). Lo studio delle specie all'interno dei propri ambienti e le eventuali variazioni dell'abbondanza ci permette di ricavare informazioni sulla forza della relazione specie-ambiente (Legender e Gauthie, 2014). Tale osservazione si basa sul paradigma di nicchia di Hutchinson, secondo il quale le specie hanno

preferenze ecologiche, ovvero che ci sono più probabilità di trovarle in luoghi dove si incontrano condizioni di vita adeguate (Hutchinson GE). 1957).

Le attuali conoscenze della distribuzione e dell'abbondanza della tartaruga comune nel Mar Mediterraneo sono scarse e di natura ancora prevalentemente qualitativa, essendo in gran parte basate su dati opportunistici (ad esempio bycatch) limitati a poche aree (Tomás et al. 2008, Casale et al. 2010, Casale & Margaritoulis 2010, Luschi e Casale 2014). L'assenza di dati chiave e le incertezze conoscitive sulla distribuzione di tale specie all'interno di questo bacino sottolineano la necessità di informazioni quantificabili e affidabili (Hawkes et., 2009; Witt et al., 2012) per lo sviluppo di azioni adeguate e mirate alla conservazione delle tartarughe marine (Braun-McNeill et al 2008; Howell et al., 2008). Quindi è importante capire come le tartarughe marine si muovono attraverso il Mediterraneo e quali aree sono maggiormente frequentate per pianificare una strategia conservativa efficace.

Recenti studi sulla distribuzione delle tartarughe marine hanno portato l'identificazione di aree particolarmente frequentate. Una di queste è il Mar Egeo e il vicino bacino Levantino, dove si trovano le aree riproduttive più importanti dell'interno bacino (Casale e Margaritoulis, 2010). Inoltre studi di tracking satellitare hanno evidenziato la preferenza delle tartarughe adulte per le zone neritiche dell'Adriatico settentrionale e della piattaforma continentale libico-tunisina (Luschi e Casale, 2014). Un'ulteriore zona ampiamente studiata è il Mediterraneo occidentale, in particolare le acque in prossimità delle coste spagnole, dove si ritrovano soprattutto tartarughe in fase giovanile, anche avanzata, che spesso sono di origine atlantica (Thomas et al., 2008). In questa regione è stata studiata la distribuzione degli esemplari di tartaruga marina mediante survey aerei e i risultati ottenuti hanno mostrato che l'area oggetto di studio è visitata da un elevato numero di esemplari durante tutto l'anno, maggiormente concentrati nella porzione meridionale, in prossimità dello stretto di Gibilterra (Gómez de Segura et al., 2005).

Anche dati provenienti da progetti di capture-marking-recapture (CMR) in questa regione, hanno evidenziato che la *Caretta caretta* trascorre un lungo periodo in habitat neritici al largo delle coste orientali spagnole (Bartolero 2003; Revellas et al., 2008). Tuttavia è stato documentato uno spostamento di alcuni individui dalla Spagna sud-orientale verso il canale di Sicilia (Cardona et al., 2009). Infine la frequentazione del Mediterraneo occidentale da parte delle tartarughe comuni è stata riscontrata anche mediante analisi del bycatch (Casale 2011; Lucchetti e Sala 2009), in cui sono stati riportati tassi di cattura tra i più alti del Mediterraneo che testimoniano l'elevata frequentazione di queste zone.

Per quanto riguarda le coste italiane, i dati provenienti dagli spiaggiamenti avvenuti dal 1997 al 2008, hanno evidenziato una maggiore concentrazione d'individui nell'Adriatico settentrionale durante il periodo estivo, mentre durante la stagione invernale è la porzione meridionale di questo mare che registra il maggior numero di spiaggiamenti (Casale et al., 2010). Il medesimo pattern spaziale identificato nel mare Adriatico è stato descritto anche in studi in cui erano valutate le catture accidentali (Casale et al., 2003; Casale, 2011; Lucchetti e Sala, 2009). Nei mari a ovest della penisola, la distribuzione spaziale di tartarughe, rilevata mediante l'utilizzo dei voli aerei e tracking satellitare, indica una presenza diffusa della specie dal Mar Ligure al Mar Tirreno, con un maggior numero di osservazioni nel Tirreno centro-meridionale (Ispra, 2012; Lauriano et al. 2011, Luschi e Casale, 2014).

I dati riguardanti la distribuzione di questi animali nella porzione meridionale del Mediterraneo Centrale sono molto scarsi, nonostante l'importanza di quest'area. In particolare, il Canale di Sicilia agisce da zona di congiungimento tra le aree di riproduzione della popolazione mediterranea, localizzate nel bacino orientale, e le aree di alimentazione oceanica del Mediterraneo occidentale (Margaritoulis et al. 2003). La zona occidentale del Mediterraneo centrale, che coincide con la parte più estesa dalla piattaforma continentale nordafricana, rappresenta inoltre

un'importante zona di alimentazione neritica-demersale (Margaritoulis, 1988b; Laurent e Lescure, 1994), mentre l'area compresa tra Sicilia meridionale e le coste della Puglia comprende un'importante zona di alimentazione pelagica. Gli studi riguardanti il bycatch hanno riportato una densità particolarmente elevata in prossimità della piattaforma Nord africana e del Golfo di Gabes (Casale et al., 2003; Casale, 2011; Lucchetti e Sala, 2009) e giovani di tartaruga comune seguiti mediante tracking satellitare in prossimità di Lampedusa, hanno, in effetti, mostrato un'elevata fedeltà spaziale a questo sito (Casale et al., 2012). Tale filopatria è stata riscontrata anche in uno studio di CMR in cui alcuni individui sono stati catturati nella stessa area dopo uno, due o quattro anni; inoltre è stato osservato il passaggio di esemplari nello Stretto di Sicilia in entrambe le direzioni (Argano et al., 1992).

I risultati fino ad oggi ottenuti hanno quindi portato a considerare lo Stretto di Sicilia, e in particolare l'arcipelago delle isole Pelagie, di rilevante importanza per la specie, ospitando individui sia in fase oceanica sia neritica (Margaritoulis et al., 2003, Casale et al. 2012). L'unico studio effettuato sulla distribuzione delle tartarughe in questo arcipelago, condotto nel 2012 mediante l'impiego di survey aerei, ha evidenziato l'importanza di questa zona per le tartarughe marine ma non è riuscito a stimare la distribuzione di *Caretta caretta* all'interno di quest'area, per cui quindi non ci sono informazioni a proposito (Ispra, 2012). Per l'importanza che questo arcipelago riveste, non solo per le tartarughe marine, per le sue caratteristiche naturali e paesaggistiche che lo caratterizzano, nel 2002 l'arcipelago delle isole Pelagie è entrato a fare parte delle 27 aree marine protette italiane.

1.6 Area marina Protetta “Isole Pelagie”

Le zone costiere costituiscono un sistema naturale complesso e dinamico, ospitando alcuni tra gli habitat naturali più interessanti, ma sono sottoposte all'incessante erosione del mare e agli innumerevoli impatti derivanti dalle diverse attività umane che vi si concentrano. Sotto questo profilo, le piccole isole, in cui la vulnerabilità degli ambienti naturali è accresciuta dal limite fisico e spaziale, sono considerati ambienti particolarmente fragili, che rischiano di essere compromessi dinanzi ad uno sviluppo incontrollato del turismo, che può costituire una seria minaccia quando non è regolato e gestito in modo corretto, a seguito del sovra sfruttamento di risorse e degli errati utilizzi di ambienti fragili. Lampedusa e Linosa sono entrambe interessate dal fenomeno del turismo in un modo tale che l'attività turistica ormai costituisce il settore di primario interesse economico. L'altro importante elemento da considerare è che lo sviluppo turistico di queste isole non è stato programmato, cosicché ogni anno arrivano a Lampedusa, via nave e via aereo 125-130.000 persone, con punte elevatissime di concentrazione nel mese di agosto (dato ufficio del turismo). Sin dall'inizio il turismo si è caratterizzato per essere essenzialmente, se non esclusivamente, di tipo balneare e quindi i suoi impatti sono stati e sono maggiori sugli habitat e le specie legati alla fascia costiera.

Per proteggere il patrimonio paesaggistico e costiero sono nati due enti. Con i Decreti dell'Assessore Regionale Territorio e Ambiente del 16 maggio 1995 e 11 agosto 1995 è stata istituita la Riserva Naturale Orientata, affidata in gestione a Legambiente, che si estende su un'ampia fascia costiera da Cala Greca al Vallone dell'Acqua e comprende, tra l'altro, la spiaggia dei Conigli. Inoltre, con il Decreto Ministeriale del 21 ottobre 2002, le isole Pelagie furono comprese in un'Area Marina Protetta (Fig. 1 e 2).

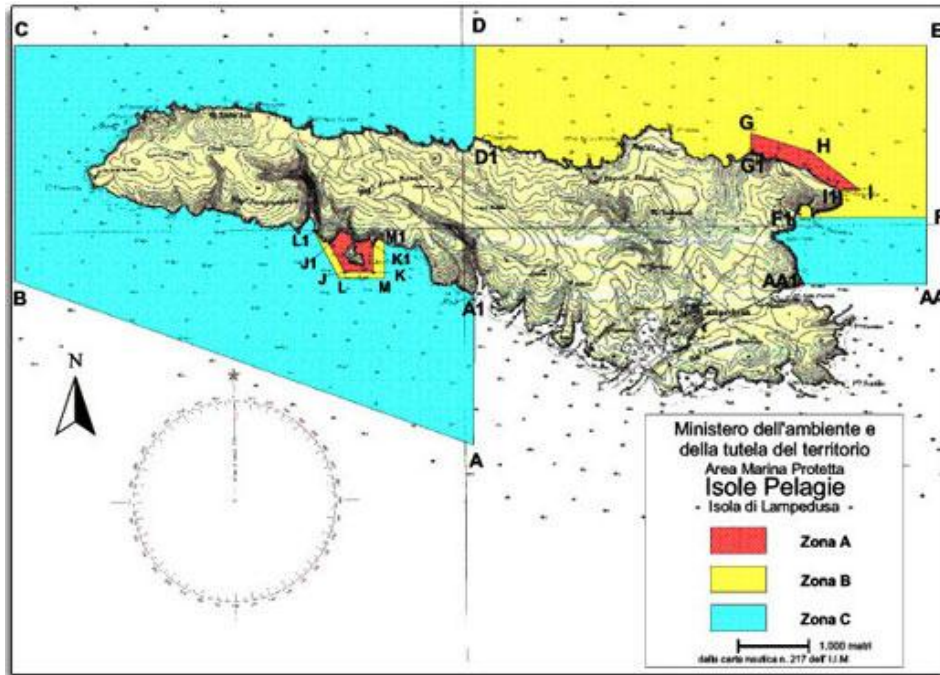


Figura 1 Rappresentazione delle aree marine protette di Lampedusa.

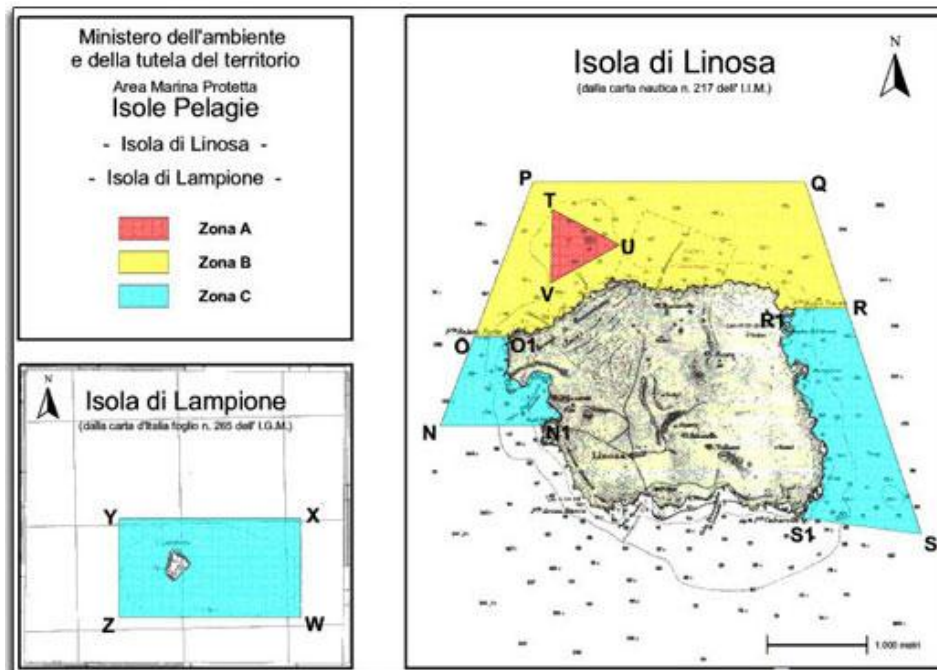


Figura 2 Rappresentazione delle aree marine protette di Linosa e Lampione.

Nel 2005 le due isole compaiono nell'elenco dei Siti di Importanza Comunitaria (D.M. 25/03/05), cioè aree che rivestono interesse nella conservazione di ambienti

naturali e specie animali e vegetali minacciate ed elencate nella Direttiva Comunitaria "Habitat" 92/43/CEE. Attualmente nelle Isole Pelagie sono presenti stabilmente tre associazioni conservazionistiche: Legambiente che, oltre a dirigere la Riserva Naturale Orientata, si occupa della gestione e del monitoraggio dei nidi di *Caretta caretta*; il WWF, che con il Centro di recupero di Lampedusa si occupa della cura degli esemplari di tartaruga marina recuperati a seguito dell'attività di pesca; e infine il Centro Turistico Studentesco (CTS) che, oltre ad avere una sede a Lampedusa dove si occupa di avvistamento e studio del delfino costiero (*Tursiops truncatus*), gestisce un centro di recupero di tartarughe marine a Linosa.

I dati raccolti nell'ambito delle attività di gestione della Riserva Naturale "Isola di Lampedusa", e in modo particolare nell'ambito dei progetti LIFE Natura 1999 ("Azioni urgenti di conservazione di *Caretta caretta*") e Life Natura DEL.TA 2003 ("Riduzione impatto attività umane su *Caretta caretta* e *Tursiops truncatus* e loro conservazione in Sicilia"), hanno confermato l'importanza delle Isole Pelagie per la conservazione di *Caretta caretta*. Le Pelagie, infatti, costituiscono due siti italiani nei quali da sempre avviene la regolare nidificazione della tartaruga comune e rivestono un importante ruolo di crocevia a livello del bacino del Mediterraneo, come dimostrato dall'elevato numero di catture e ricatture registrate nel corso dei due progetti LIFE, in base ai quali s'ipotizza che queste isole siano parte di un più ampio corridoio biologico per la specie.

1.7 Scopo della tesi.

Questo studio vuole inserirsi in una più ampia ricerca multidisciplinare che si occupa dell'individuazione di rotte migratorie, degli habitat sfruttati e delle aree maggiormente frequentate dalla specie *Caretta caretta* nell'area delle isole Pelagie.

In particolare, il mio lavoro presenta una stima dell'abbondanza e della distribuzione delle tartarughe marine nell'arcipelago delle Isole Pelagie, allo scopo di identificare porzioni di mare dove si realizza una maggiore concentrazione di questi animali, in modo da capire come quest'area marina viene utilizzata dalle tartarughe. I risultati ottenuti sono fondamentali per delineare eventuali strategie che mirano alla conservazione di questa specie. Soprattutto durante il periodo estivo, infatti, l'area di studio è caratterizzata da un'elevata pressione antropica. La conoscenza del tipo d'interazione tra le attività umane e le tartarughe marine può permettere di avviare programmi di ricerca a lungo termine e soprattutto permette di avere delle basi scientifiche con le quali proporre azioni di conservazione finalizzate alla salvaguardia di una specie a rischio di estinzione. Il presente lavoro di tesi può quindi porre le basi per una migliore gestione dell'area marina protetta con l'identificazione di nuovi hotspot per le tartarughe comuni, in cui inizialmente limitare l'attività di pesca e l'affluenza turistica, per poi magari prendere in considerazione l'eventuale ampliamento dell'area marina protetta.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Area di studio

L'arcipelago delle isole Pelagie è situato nel Mar Mediterraneo centrale. Questa porzione di mare è delimitata per convenzione: a nord-ovest, dalla linea che unisce Capo Lilibeo vicino Marsala, in Sicilia, e Capo Bon, a pochi chilometri da Tunisi; a nord, dalle coste siciliane; a est dalla scarpata continentale delimitata dal fondale che scende progressivamente dai 1700-1800 m fino ai circa 4000 m del mar Ionio; a sud dalle coste nord africane della Tunisia e della Libia. In particolare l'arcipelago è costituito da tre isole: Lampedusa, Linosa e Lampione. Lampedusa è la maggiore delle tre, con un'estensione di circa 20.2 km²; Linosa è la seconda con un'estensione di circa 5 km², e l'ultima, Lampione, poco più di uno scoglio, disabitata e con un'estensione di circa 1 km².

2.1.2 Caratteristiche oceanografiche

Il Mediterraneo centrale è un'area compresa da due bacini: quello occidentale, costituito dal mar Tirreno, dal mare delle Baleari e dal mare di Alboran e quello orientale, formato da due sottobacini, quello del mar Ionio e del mar di Levante (Maldura 1971). La piattaforma continentale, definita come la zona in cui il fondale marino è inferiore a circa 200 m di profondità, e che nel Mediterraneo generalmente non è molto estesa, nella parte centrale raggiunge superfici notevoli, fino anche a 200 km di larghezza (Mosetti, 1979). La soglia siculo-africana è

interessata da bruschi sollevamenti e abbassamenti che rispecchiano l'attività sismica ed eruttiva della zona, risalenti al periodo di formazione dello stretto, coincidente con l'inizio del Tortoniano (11 milioni di anni fa; Corti et al., 2002). Nel bacino centrale le profondità maggiori non superano i 1000 m., con punte di 1600-1700 m nell'area compresa a sud di Pantelleria, a nord di Lampedusa e a sud di Malta (Mosetti, 1979).

Le temperature minime annuali dell'acqua in quest'aria del Mediterraneo sono costanti attorno ai 13°C e approssimabili a quelle dell'intero bacino, che è escluso dalla circolazione profonda oceanica (Maldura, 1971). La ridotta profondità dello stretto di Gibilterra, che raggiunge valori massimi di 320 m e solo 13 km di larghezza, impedisce alle fredde acque della Nord Atlantic Deep Water (NADW) di entrare all'interno del Mediterraneo; di conseguenza anche nella stagione invernale all'interno del bacino entrano solo acque superficiali con temperatura non inferiore a 13-14°C (Butterwoth-Heinneman, 2004).

Il Mediterraneo centrale, e in particolare lo stretto di Sicilia, è una zona di passaggio e incontro di diverse correnti d'acqua che attraversano il Mediterraneo e che contribuiscono a mantenere una certa omeotermia (Butterwoth-Heinneman, 2004). Le acque atlantiche superficiali, una volta entrate nello stretto di Gibilterra, costeggiano l'Africa settentrionale e si dividono in due rami: uno procede verso nord nel mar Tirreno, e l'altro si dirige verso il bacino orientale procedendo parallelamente alla costa nord-africana (Butterwoth-Heinneman, 2004). Durante questi movimenti la salinità, che appena passato lo stretto di Gibilterra è di circa 36‰, aumenta fino a oltre il 38.6‰ quando arriva allo stretto di Sicilia per l'elevata evaporazione dovuta alle alte temperature che caratterizzano queste zone. Tale acqua è anche piuttosto densa per cui, arrivata al Giro di Rodi, sprofonda fino a 200-250 m, dando origine alle acque Levantine intermedie (LIW) che ritornano verso ovest (Butterwoth-Heinneman, 2004). Grazie a questo rimescolamento si crea la

situazione di omeotermia menzionata in precedenza. Le LIW, procedendo verso lo stretto di Gibilterra, all'altezza del mar Ionio, si uniscono prima con le acque profonde provenienti dall'Adriatico e, passato lo stretto di Sicilia, si uniscono con le acque profonde provenienti dal golfo del Leone (Butterwoth-Heinneman, 2004).

2.1.3 Linosa

L'isola di Linosa ha un'estensione di 5.4 km² ed è situata nel mar Mediterraneo centrale a 160 km a sud della Sicilia e a 160 km a Est della Tunisia (Corti et al., 2002). Ha una forma pressoché circolare con uno sviluppo costiero di 11 km. Linosa è di origine vulcanica e il suo edificio si erge a partire da 1500 m di profondità, infatti i fondali di Linosa sprofondano rapidamente (Corti et al, 2002).

Le sue origini sono relativamente recenti: secondo studi geologici, Linosa dovette emergere durante il Quaternario antico e deve la sua origine alle eruzioni avvenute lungo la linea di frattura che corre tra la costa est della Sicilia e il litorale di Tunisi. I crateri vulcanici sono tuttora ben evidenti: al centro dell'isola, si estende il cratere principale, la *Fossa del Cappellano*, basso e ampio (600 metri di diametro), e fittamente coltivato. A coronarlo altri tre con: monte Vulcano (195 m), monte Rosso (186 m), monte Nero (107 m), ed un piccolo *Craterino* di 50 m alle pendici di quest'ultimo. Attualmente l'isola è profondamente quiescente (Maldura, 1971).

Linosa fa parte della riserva naturale Isola di Linosa e Lampione, gestita dall'Azienda forestale della Regione Sicilia, e insieme ai tratti costieri di Lampedusa e Lampione, dell'Area marina protetta delle Isole Pelagie, istituita nel 2002 (Corti et al 2002).

La fauna linosana è molto variegata e presenta alcune specie endemiche. La spiaggia della Pozzolana di Linosa è uno degli ultimi siti italiani di nidificazione della *Caretta*, nonché Sito di Importanza comunitaria (SIC) per l'UE (Corti et al, 2002).

2.1.4 Lampione e Lampedusa

Lampedusa è un'isola situata tra i 35°29'28'' e 35°21'39'' di latitudine N e i 12°30'54'' e 12°37' 55'' di longitudine E. L'isola si trova praticamente al centro del Mediterraneo Centrale (Maldura, 1971). La vicinanza della costa Nordafricana, le basse profondità marine tra le Pelagie e le coste tunisine e libiche, la natura del terreno, la flora e la fauna, sono una testimonianza del fatto che Lampedusa appartiene dal punto di vista geologico al continente africano.

Lampedusa è l'ultimo lembo dell'Italia ed è situata davanti al grande Golfo della Sirte, a sud di Tunisi. Dista soltanto 120 km dall'Africa e circa 200 km dalla Sicilia (Pulcini et al, 2001). Costituita da successioni sedimentarie di terreni calcarei depositatesi durante il Miocene medio-superiore, Lampedusa è solo un piccolo frammento di roccia affiorante dalla piattaforma continentale africana, alla quale geograficamente appartiene (Antonelli et al., 1988). Proprio per essere una scheggia d'Africa, Lampedusa rappresenta un ambiente insulare unico e di eccezionale interesse naturalistico sia dal punto di vista terrestre che marino, tanto che la Regione Siciliana ha istituito nel 1996 la riserva naturale di Lampedusa. I versanti meridionali e orientali dell'isola sono caratterizzati da numerose baie e da tratti costieri piuttosto bassi, con fondali sabbiosi, interrotti da praterie di *Posidonia oceanica* e i fondali che separano Lampedusa dall'Africa, non superano mai la profondità dei 100 metri (Antonelli et al., 1988). Diversa la situazione nel versante nord-occidentale dove i fondali si presentano a substrato roccioso e molto scoscesi arrivando anche oltre i 1000 metri creando così a Nord e a Sud una situazione morfo-batimetrica molto diversa e complessa (Antonelli et al., 1988). La spiaggia

dell'isola dei Conigli, nel versante ovest dell'isola, è uno degli storici siti di nidificazione della tartaruga comune in Italia.

Simile è la situazione per quanto concerne le caratteristiche dei fondali che circondano Lampione, poiché s'ipotizza che l'isolotto si sia formato per distacco durante un terremoto nel Pliocene (Antonelli et al., 1988).

L'attività economica principale di Lampedusa era, fino a poco tempo fa, la pesca, che rappresentava circa il 70% dell'economia dell'isola (Studio Editoria Sud, 1991). Oggigiorno tale settore è in crisi e nettamente in calo, a causa dell'intenso e incontrollato sfruttamento del mare. La flotta lampedusana è di modeste dimensioni e, secondo le informazioni provenienti dall'Ufficio Circondariale Marittimo dell'isola, consiste di 93 imbarcazioni. Le tipologie di pesca praticate da queste sono: lo strascico, le cui specie target sono quelle demersali di maggiore interesse commerciale, come le triglie di fango e di scoglio (*Mullus barbatus* e *Mullus surmuletus*), gamberi bianchi (*Parapenaeus longirostris*) e naselli (*Merluccius merluccius*) (Fiorentino et al., 2004); le reti da circuizione per la pesca pelagica, che si concentra sul pesce azzurro, costituito prevalentemente da acciughe (*Engraulus encrasicolus*), sardine (*Sardina pilchardus*) e sgombri (*Scomber scomber*); infine quella costiera, praticata da imbarcazioni di modeste dimensioni che usano strumenti come reti da posta, palangresi e nasse. In particolare esistono due tipologie di palangrese: quello di superficie o derivante è utilizzato per la pesca della spigola (*Dicentrarchus labrax*) e dell'orata (*Sparus aurata*), mentre quello di fondo è utilizzato per catturare il pesce spada (*Xiphias gladius*) (Irepa, 2004).

Tuttavia in questi ultimi anni il principale settore economico di Lampedusa è diventato quello turistico, in continua espansione ma questa crescita è stata tanto veloce quanto disorganizzata. In diverse parti dell'isola, principalmente vicino al porto e sulle coste, sorgono strutture alberghiere e appartamenti in affitto. Tuttavia non esistono associazioni di albergatori o d'imprenditori nel settore turistico, e

quindi lo sviluppo è lasciato esclusivamente al singolo che si preoccupa di portare avanti i propri interessi e non della comunità. A testimoniare come questo settore sia stia radicando sempre di più nella comunità locale, è la conversione di quelle che una volta erano pescherecci in barche da diporto turistiche. È presente quindi un gruppo d'imbarcazioni che praticano attività che interagiscono con le tartarughe marine, e ciò rende l'isola un punto chiave per la raccolta di dati riguardanti al tipo e all'intensità di queste interazioni.

2.2 Raccolta dati

L'isola è un ottimo punto per la raccolta d'informazioni riguardanti l'interazione tra le tartarughe marine e le varie attività antropiche e la presenza del centro di recupero permettono l'osservazione delle condizioni di salute degli esemplari catturati accidentalmente.

Il lavoro è stato condotto mediante un approccio multiparte: lo studio contemporaneo di più aspetti ha permesso di chiarire il grado dell'interazione tra le tartarughe marine e le attività antropiche che caratterizzano l'isola e analizzare più a fondo le varie problematiche. I metodi utilizzati durante lo studio sono suddivisibili in due categorie:

- Monitoraggio delle catture accidentali di tartarughe marine effettuate dai pescatori.
- Monitoraggio degli avvistamenti effettuati dai diportisti. In questa categoria sono state comprese tutte quelle attività effettuate in mare esclusa la pesca, quindi comprendente barche da diporto, imbarcazioni delle varie forze dell'ordine, centri diving e traghetti.

I dati venivano acquisiti mediante *survey* giornaliere al porto in due differenti periodi: il primo da Settembre 2012 a Novembre 2012 e il secondo da Giugno 2013 a Settembre 2013. Ciascun *survey* consisteva di due tragitti, effettuati a piedi, di andata e ritorno (Fig. 3). Il primo veniva effettuato presso il porto vecchio e si estendeva dal punto di attracco del traghetto Siremar fino al punto di congiunzione con il porto nuovo. Il secondo invece si protraeva dalla fine della strada in discesa che esce dal centro fino alla spiaggia della Guitgia, ovvero tutta l'area del porto nuovo (Fig. 3).



Figura 3 Percorsi effettuati presso il porto vecchio (Percorso 1-rosso) e il porto nuovo (Percorso 2-blu).

Durante questi percorsi si procedeva all'identificazione delle imbarcazioni incontrate tramite il nome e la matricola presenti sulla barca e all'intervista dei pescatori o diportisti. Durante queste attività, ho indossato sempre una maglietta con raffigurato il logo del Centro di Recupero del WWF, così che gli intervistati potevano riconoscermi immediatamente. Soprattutto per il primo periodo è stato

fondamentale l'appoggio del Centro di Recupero e in particolar modo i buoni rapporti e i numerosi contatti della Direttrice con gli abitanti dell'isola, che hanno permesso che si venisse a instaurare un rapporto di fiducia.

Le domande a cui sono stati sottoposti i capitani delle imbarcazioni riguardavano il numero di tartarughe avvistate/catturate, il luogo in cui era avvenuto l'incontro e il numero delle uscite in mare, e quindi non c'è stata la necessità di avviare un programma di *training*. Nel mese antecedente all'inizio del monitoraggio è stato possibile avvicinare i capitani delle imbarcazioni e iniziare a instaurare un rapporto di fiducia. Durante tutto l'arco di studio lo scambio di opinioni e/o pareri sulle tartarughe marine è stato costante e ripetuto, cercando di sensibilizzare i capitani stessi al problema della conoscenza della distribuzione in mare delle tartarughe. Frequentemente è capitato che i soggetti di queste interviste mi cercassero di loro spontanea volontà per comunicarmi e parlare degli avvistamenti avvenuti, confermando l'impressione che fossero sinceramente interessati a collaborare al progetto. Ciò ci ha permesso di arrivare a un buon grado di attendibilità delle informazioni raccolte e quindi a una maggiore sicurezza riguardo alla validità dei risultati ottenuti.

In altri studi, la raccolta dei dati sugli avvistamenti e soprattutto sulle catture accidentali è stata spesso condotta mediante l'ausilio e l'impiego di osservatori a bordo delle imbarcazioni (Henwood e Stuntz, 1987; Di Natale, 1995; Epperly et al., 1995; Casale et al., 2004). Questo metodo permette sicuramente di avere una maggiore affidabilità riguardo ai risultati ottenuti, ma può essere messo in atto solo quando il personale a disposizione è numeroso. In questo studio è stato possibile imbarcarsi e condurre il monitoraggio direttamente solo 5 volte a causa delle mancanze di personale e di fondi. Seguendo questa procedura avrei potuto monitorare direttamente, solo un'imbarcazione per volta e un quadrante per volta. Al contrario, la collaborazione di più capitani mi ha permesso di considerare più

imbarcazioni e più quadranti contemporaneamente, non solo aumentando il campione considerato ma anche ottenendo una stima più accurata della distribuzione spazio-temporale.

L'approccio delle interviste finalizzato a raccogliere informazioni sulla distribuzione della *Caretta* nell'area di studio, è da distinguere anche rispetto all'approccio dei questionari. Quest'ultimi, impiegati in alcuni studi svolti nel Mediterraneo (Lazar e Tvrkovic, 1995), vengono solitamente distribuiti alle persone coinvolte e solo successivamente raccolti per analizzare le risposte. Al contrario, le interviste condotte nel presente studio e in altri, consistono in una serie di quesiti rivolti direttamente all'interlocutore, il quale fornisce direttamente delle risposte al ricercatore. Con questa metodologia si può aumentare la quantità e la qualità dei dati raccolti, evitando eventuali smarrimenti o errori di trascrizione. Come evidenziato da precedenti studi (Godley et al.,1998), tale approccio è quello più realistico ed efficace da attuare nello studio di piccole flotte, distribuite in maniera non omogenea su piccola scala. Naturalmente gli obiettivi del progetto e i fini della ricerca devono essere sempre esposti e chiariti per far capire all'intervistato la serietà dello studio e l'importanza delle informazioni che potrebbero fornire; queste linee guida sono state sempre seguite e rispettate in questo lavoro, in modo da ottenere dei dati il più possibili attendibili.

2.2.2 Monitoraggio diportisti

Le informazioni provenienti da queste interviste riguardano tutte quelle attività antropiche che sfruttano il mare non per pescare. In particolare sono state prese in

considerazione le barche da turisti (in totale 27), ovvero quelle imbarcazioni che giornalmente accompagnano i visitatori a circumnavigare l'isola oppure a visitare Linosa e Lampione; le imbarcazioni dei 4 centri diving presenti nell'isola, che per effettuare le immersioni ricreative uscivano quotidianamente; quelle delle forze dell'ordine, in particolar modo i guardia costa che, a causa del fenomeno dell'immigrazione, pattugliano giornalmente e costantemente le acque che circondano Lampedusa, e infine le barche dei numerosi visitatori che giungevano tutti giorni al Centro di Recupero del WWF. In molti casi, queste testimonianze erano accompagnate anche da materiale video e fotografico.

Le informazioni venivano raccolte mediante interviste in cui i diportisti riportavano oralmente il numero di tartarughe avvistate durante l'uscita, il luogo dell'avvistamento e il numero di giornate in cui la barca è uscita. Tali dati sono stati riportati su fogli standard per ciascuna imbarcazione collaborante e per ogni mese e anno del periodo (Fig. 4).

Barca					
Mese/Anno					
Giorno	Giorno uscita	Quadrante di mare in cui è stata la barca	Tartarughe avvistate	Posizione tartarughe	Note
1					
2					
3					
.....					
31					

Figura 4 Esempio di un foglio raccolta dati per la rilevazione degli avvistamenti

Gli orari in cui venivano effettuati i *survey* giornalieri erano concentrati in due archi temporali differenti. Il primo si svolgeva la mattina entro le 10:30, orario in cui le

barche da diporto salpavano con i turisti. Il secondo invece avveniva nel pomeriggio alle 15:30, in questo caso si prendeva nota delle effettive barche uscite poiché a ogni imbarcazione è assegnato un preciso posto al molo. Nella scheda, l'uscita della barca veniva contrassegnata con una "X", mentre la presenza della barca in porto (quindi la non uscita) corrispondeva a uno spazio bianco. Per catalogare e standardizzare le informazioni spaziali, l'area di studio è stata suddivisa in 12 quadranti totali, quindi nelle interviste venivano riportate le sigle delle aree effettivamente visitate dall'imbarcazione e quelle in cui si verificava l'avvistamento. Per la porzione di mare che circonda Lampedusa, sono stati identificati 8 quadranti, corrispondenti ai punti cardinali (Nord, Sud, Est, Ovest, Nord-Ovest, Sud-Ovest, Nord-Est e Sud-Est). È stato identificato un ulteriore quadrante per la tratta da Lampedusa a Lampione (LA-LMP), per la porzione di mare da Lampedusa a Linosa (LN-LMP), uno per Lampione (LA) e infine un'ultima area per Linosa (LN) (Fig. 5). Con l'ausilio del software geografico ArcGIS sono stati digitalizzati i quadranti e per ognuno di essi è stata stimata la lunghezza del tragitto percorso dalle varie barche. È stato necessario l'inserimento di questa variabile perché non era possibile accertare la velocità di crociera e distanza che intercorreva tra la barca e gli esemplari di *Caretta* avvistati in mare. Per ovviare a tale mancanza e per il calcolo della tratta percorsa, è stato assunto che tutte le imbarcazioni navigassero a una velocità costante e che la distanza dalla barca alla quale eventuali esemplari fossero avvistabili fosse la medesima e per tutte le barche, rendendo quindi queste variabili trascurabili. Tale trasformazione ha permesso di approssimare ogni singola rotta seguita da un'imbarcazione a dei transetti comuni a tutte le imbarcazioni che hanno visitato lo stesso quadrante. La lunghezza della tratta percorsa (km), rapportato al numero di visite per ogni quadrante, rappresenta quindi lo 'sforzo di avvistamento' sulla base del quale sono stati standardizzati gli avvistamenti, dividendo il numero di

tartarughe per la lunghezza della tratta ottenendo così il numero degli avvistamenti normalizzato (tartarughe km^{-1}).

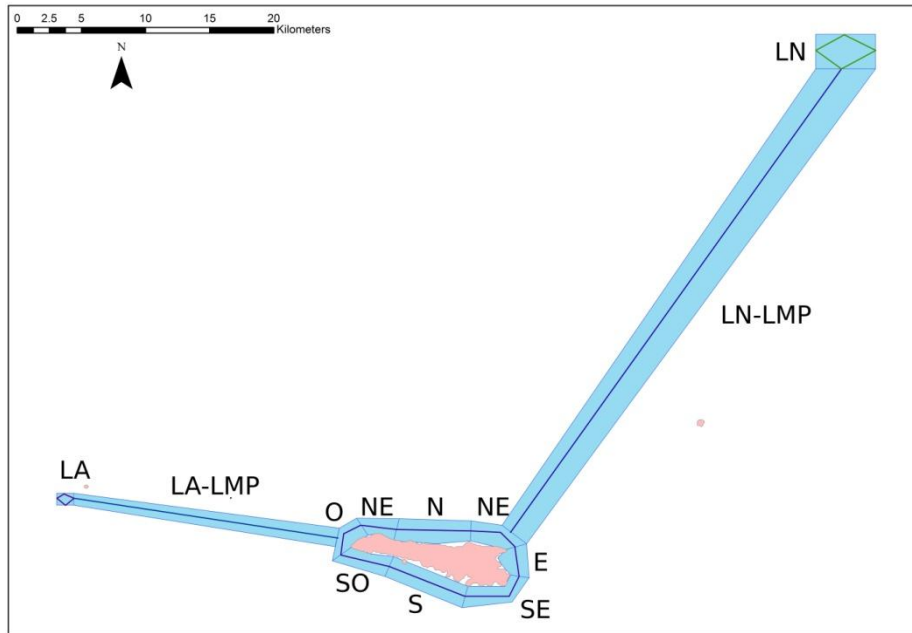


Figura 5 Rappresentazione dei quadranti e delle rispettive tratte attorno all'isola di Lampedusa.

Per l'analisi dei dati, mediante l'impiego del software R, è stato utilizzato il test di *Kruskal-Wallis* per accertare se i quadranti presentassero una densità di avvistamenti significativamente differenti. Quando il valore ottenuto dal test risulta significativo, indica che almeno uno dei quadranti è differente da almeno uno degli altri. In questi casi, è stato quindi eseguito un test post-hoc, che consente di determinare quali quadranti sono statisticamente diversi tra loro ad un dato livello di significatività, con confronti a coppie regolati in modo appropriato.

2.2.3 Pescatori

All'inizio dello studio sono state effettuate delle osservazioni al porto per localizzare le imbarcazioni e i rispettivi pescatori attivi in maniera intensiva nell'isola. Una volta individuati sono stati avvicinati e informati del progetto. Le 26 barche che hanno accettato di collaborare utilizzavano come attrezzi di pesca lo strascico, il palangrese derivante e il palangrese da fondo. Terminata questa fase iniziale di approccio, sono iniziati i *survey*. Come per i diportisti, anche all'interno di questo campione, le informazioni venivano raccolte attraverso delle interviste ai singoli capitani.

In particolare le informazioni ricavate dalle interviste riguardavano:

- Il metier utilizzato
- Il numero medio di tartarughe catturate da ogni imbarcazione durante tutto l'anno.

Tutti questi dati sono stati riportati su fogli standard per ciascuna imbarcazione collaborante e successivamente digitalizzati. Gli orari in cui venivano eseguiti i *survey* erano del tutto casuali, poiché conformi alle esigenze e agli spostamenti dei pescatori. Questa tipologia d'intervista è stata utilizzata per suggerire dei trend di abbondanza e cattura nei vari anni, investigando quindi la componente temporale dei dati.

Per quanto concerne la parte spaziale dello studio è stato utilizzato un approccio differente rispetto ai diportisti. Oltre alle interviste precedentemente descritte a ogni pescatore è stato chiesto di riportare su una mappa batimetrica dell'area di studio, dai noi fornita, le aree in cui venivano utilizzati i vari attrezzi e dove avvenivano le eventuali catture e/o avvistamenti di tartarughe (Fig. 6).

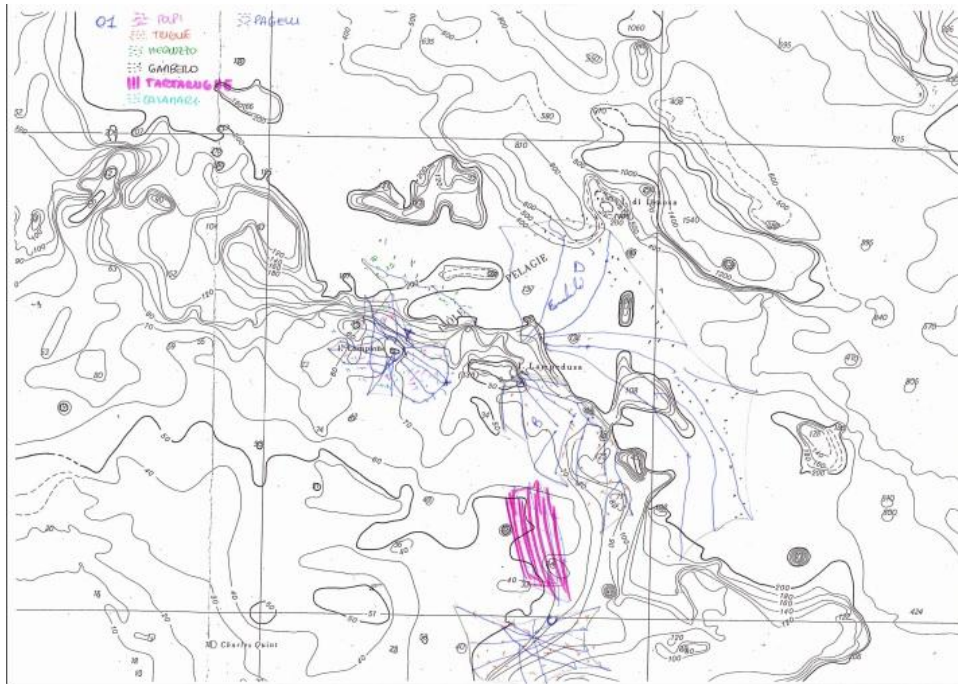


Figura 6 Esempio di una mappa compilata da un pescatore raffigurante le aree di pesca e di cattura delle tartarughe.

Le mappe utilizzate erano di tre differenti scale per conformarle alle dimensioni delle zone di pesca frequentate dai pescatori. Per le cartine a scala minore (zoom medio e zero) sono state prese in considerazione solo le aree tracciate che ricadevano all'interno del dodicesimo e tredicesimo meridiano e del trentacinquesimo e del trentaseiesimo parallelo, mentre per le mappe a scala maggiore (zoom massimo) sono state considerate tutte le aree tracciate dal pescatore. Le zone di pesca disegnate sulle cartine sono state convertite in poligoni e, attraverso un rapporto matematico, sono state estrapolate latitudine e longitudine dei vertici. Tali coordinate sono state utilizzate per digitalizzare le aree di pesca mediante il programma geografico ArcGIS, in modo che per ogni imbarcazione e per ogni attrezzo venissero fatte corrispondere delle determinate aree geografiche. Successivamente ad ogni area di mare è stato assegnato il rispettivo indice di cattura ed è stata calcolata la superficie in chilometri quadrati. I valori delle catture sono stati messi in rapporto con lo "sforzo di pesca", ovvero il numero di

giorni di pesca effettivi effettuati dall'imbarcazione in quella determinata area, con le superfici delle aree di pesca, ottenendo così una misura di densità di cattura (tartarughe km⁻²) per ogni singola area di pesca. Successivamente i settori di pesca appartenenti al medesimo attrezzo sono stati sovrapposti in modo da ottenere una mappa globale per quel determinato attrezzo e individuare le aree con maggiore presenza di tartarughe. Durante questo procedimento alcuni poligoni o porzioni di questi potevano combaciare, quindi il valore dell'area derivata dalla sovrapposizione era la media delle densità di cattura delle differenti porzioni di mare coinvolte. Il risultato ottenuto sono delle mappe di distribuzione in cui le varie aree sono identificate da una colorazione graduale, in cui ogni colore corrisponde a un intervallo di densità di cattura di tartarughe. Infine per la stima della densità di cattura nell'area compresa tra Lampedusa e la porzione di mare descritta, è stata considerata la distanza tra il centro dell'Isola e il vertice più vicino a questa.

2.2.3.1 Strascico

Grazie alle nozioni fornite da uno degli intervistati è stato possibile creare uno schema di funzionamento dell'attrezzo da pesca (Fig. 7).

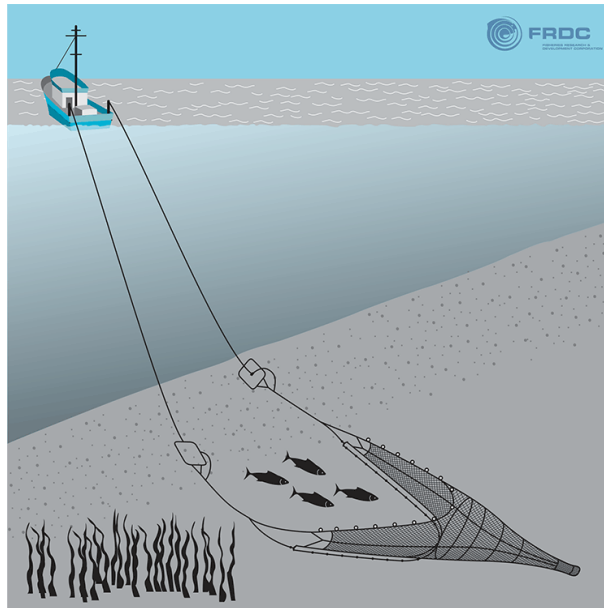


Figura 7 Rappresentazione schematica dell'attrezzo da pesca dello strascico

L'imbarcazione è provvista di un equipaggio di 3 persone, compreso il capitano. Il personale cala la rete, lunga circa 30 metri, sul fondo mediante il rilascio di cavi d'acciaio di lunghezza pari a circa 5 volte la profondità del fondale. Un'estremità dei cavi è fissata all'imbarcazione mentre l'estremità opposta si trovano i divergenti, la cui funzione è di tenere aperta la bocca della rete. Sempre ai divergenti sono fissati i cavi misti, così definiti perché formati da corda e acciaio intrecciati insieme. La loro lunghezza varia in base al tipo d'imbarcazione e alla potenza del motore. L'azione di tali cavi è di "smuovere" il sedimento presente nel fondale, iniziando a convogliare i pesci all'interno della rete. La bocca della rete è tenuta aperta anche da una lima di galleggianti superiore e da una di piombi inferiore; quest'ultima è in posizione leggermente arretrata rispetto a quella superiore impedendo al pescato, convogliato nella rete, di fuoriuscire verso l'alto. Una volta terminata la cala, la cui durata varia da 1 a 4 ore, la rete viene recuperata mediante un argano e il pescato va ad accumularsi nella parte terminale della rete, denominata sacco. Secondo diversi

pescatori la profondità alla quale vengono calate le reti è compresa tra i 25 e i 400 metri di profondità.

2.2.3.2 Palangrese derivante

Questo attrezzo da pesca, denominato anche palangrese di superficie, è schematizzato nella figura 8.

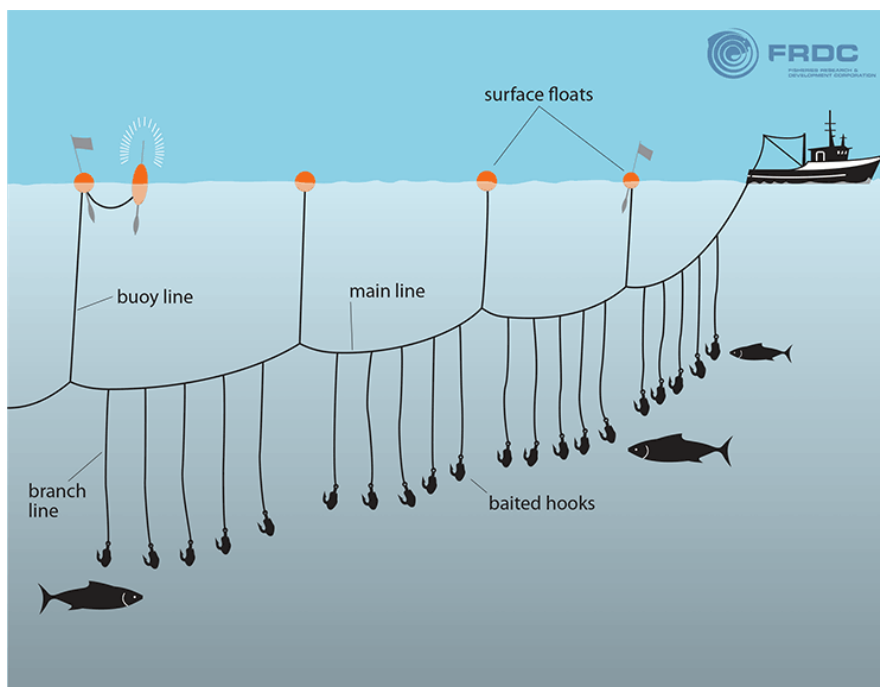


Figura 8 Rappresentazione schematica del palangrese derivante

Tale strumento è composto da una lenza madre, con lunghezza variabile dai 20 ai 40 km, alla quale, ogni 30 m circa, sono legati dei braccioli (segmenti di lenza) portanti gli ami con la tipica forma a "J". La lunghezza di tali braccioli è compresa tra i 15 e i 20 m e lo strumento, in corrispondenza dell'amo centrale, può arrivare a una profondità anche di 70 metri. Ogni circa 5 ami viene legato alla lenza madre un

galleggiante, di solito costituito da una bottiglia, e ogni 100 galleggianti viene collocata una bandiera. Ogni due bandiere viene collegato un segnale contenente una fiamma, per l'individuazione notturna dello strumento. Le esche utilizzate possono essere sardine (*Sardinia pilchardus*) o sgombri (*Scomber scomber*). Il palangrese non è fissato ad alcun supporto e viene quindi trasportato dalla corrente. Per questo, dopo averlo calato in mare, il pescatore calcola la direzione della corrente e registra la posizione con il GPS. Generalmente tale strumento viene calato nel tardo pomeriggio per poi essere issato a bordo all'alba del mattino seguente. Una volta a bordo la lenza viene riposta all'interno di ceste dal diametro di 70 cm e gli ami sono infilati nel bordo.

2.2.3.3 Palangrese di fondo

In figura 9 è schematizzato lo strumento da pesca del palangrese di fondo. Ha la stessa struttura di base di quello derivante ma con alcune differenze.

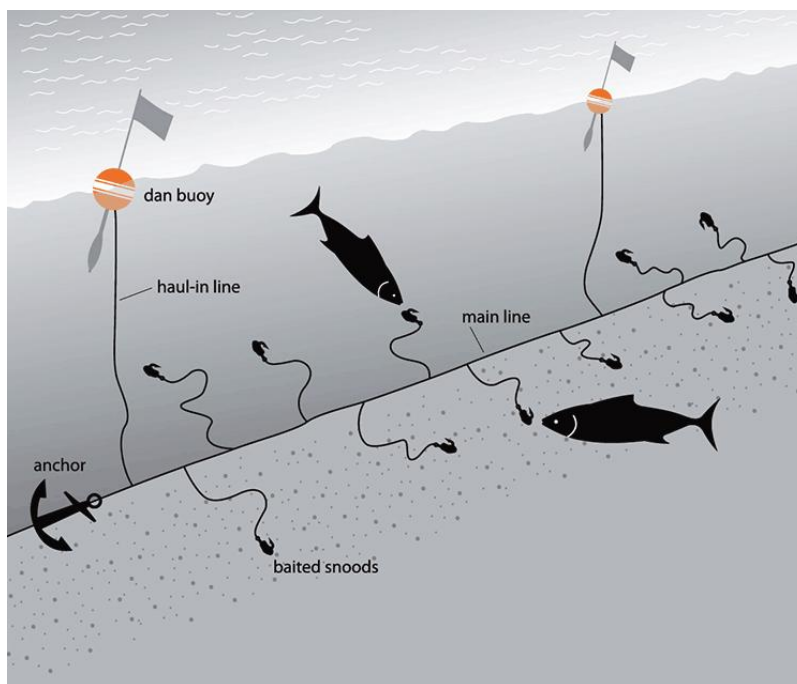


Figura 9 Rappresentazione schematica del palangrese di fondo.

Lo strumento è lungo circa 4 km e viene utilizzato durante il giorno. Sulla lenza madre, circa ogni 5 metri, sono disposti i braccioli portanti gli ami, i quali hanno una dimensione inferiore rispetto a quelli del palangrese derivante. Ogni dieci ami vengono legati alla lenza madre dei piombi, in modo da adagiare l'attrezzo sul fondale. Nel palangrese da fondo le esche impiegate sono il polpo (*Octopus vulgaris*) e la seppia (*Sepia officinalis*). Poco dopo che la cala è finita, i pescatori iniziano subito a recuperare lo strumento. Questo ciclo viene ripetuto per 3-4 volte il giorno.

3. RISULTATI

3.1 Diportisti

Durante tutto il periodo di studio sono stati percorsi 47787.3 km e avvistate 611 tartarughe marine in 12007 visite complessive, registrando una densità di frequenza di avvistamenti totale di 0.0128 tartarughe km⁻¹ (tabella 1).

Il numero complessivo di visite e di tartarughe avvistate per ogni quadrante per tutto il periodo di studio è riportato nella tabella 1.

Tabella 1 Numero di visite per quadrante, tartarughe avvistate, lunghezza della tratta percorsa e numero di avvistamenti di normalizzato per ogni quadrante.

Quadrante	Visite	Tartarughe	Tratta (km)	Tartarughe normalizzate (Tartarughe/km)
S	1744	59	5.34	0.006335258
SW	1458	5	3.18	0.001078414
W	1449	16	2.69	0.004104869
NW	1316	8	2.48	0.002451221
N	1317	19	4.71	0.003062999
NE	1394	22	3.33	0.004739316
E	1488	32	2.3	0.009350164
SE	1528	12	4.37	0.001797117
LA	75	63	2.72	0.308823529
LA-LMP	74	23	17.06	0.018218688
LN-LMP	84	329	41.88	0.093521172
LN	80	23	9.34	0.030781585
Totale	12007	611	99.4	

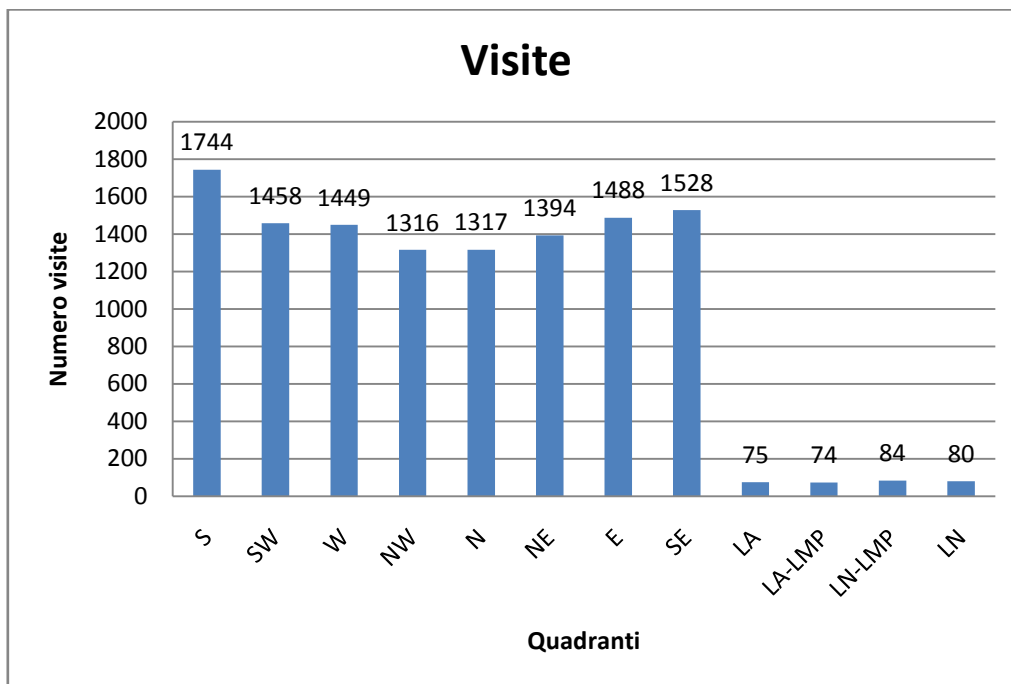


Figura 10 Numero di visite effettuate dalle imbarcazioni dei diportisti in ogni quadrante.

Come si può vedere nella Figura 10 i quadranti vicini a Lampedusa hanno registrato la maggior frequenza di visite, e ciascun quadrante che ha avuto circa lo stesso numero di visite (intervallo=1316-1528). L'evidente differenza nel numero di visite effettuate rispetto agli altri quadranti (Fig. 10) è dovuta a diversi fattori, come la distanza da Lampedusa (per i capitani delle imbarcazioni era più conveniente sia da un punto di vista logistico che economico rimanere nelle acque limitrofe a Lampedusa); le condizioni climatiche e marittime, (che permettevano la visita solo di alcuni quadranti); il maggiore interesse turistico-ricreativo di alcune aree rispetto ad altre. Il quadrante Sud (S) è quello maggiormente visitato (1744 visite) poiché è antistante ai due porti dell'isola, quindi ogni singola imbarcazione in uscita dall'isola attraversa necessariamente questa porzione di mare. Il quadrante LA-LMP è la porzione di mare meno visitata in assoluto con 74 visite, mentre i quadranti

rimanenti hanno registrato un numero di visite leggermente superiore (intervallo=75-84).

Successivamente è stato calcolato il numero totale delle visite per ogni quadrante per ogni mese del periodo di studio(Tab.2).

Tabella 2 Numero delle visite al mese per ogni quadrante per tutto il periodo di studio

Anno						
	2012		2013			
Mese						
Quadrante	Settembre	Ottobre	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
S	331	153	86	484	393	297
SW	250	142	77	415	329	245
W	247	142	77	415	324	244
NW	246	129	52	369	301	219
N	253	128	52	364	303	217
NE	274	132	51	392	329	216
E	287	143	51	414	346	247
SE	290	144	75	423	347	249
LA	24	4	1	26	10	10
LA-LMP	22	4	1	27	10	10
LN-LMP	18	4	2	19	30	11
LN	17	4	2	18	28	11
Totale	2259	1129	527	3366	2750	1976

Il mese che ha registrato il maggior numero di visite è stato Luglio 2013 (3366 visite) per l'elevata affluenza turistica e per le condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli. Il mese che ha riportato il numero più basso di visite è stato giugno 2013 (527 visite), soprattutto perché la stagione turistica non era ancora iniziata e perché molte barche erano ancora nei rimessaggi per ultimare eventuali lavori di manutenzione.

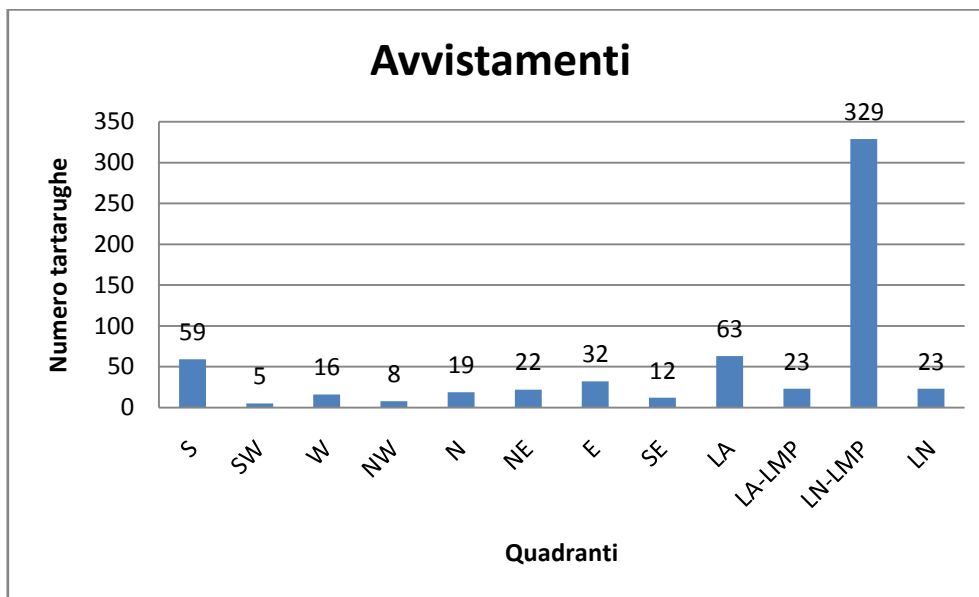


Figura 11 Avvistamenti di tartarughe avvenuti in ogni quadrante

La maggior parte degli avvistamenti di tartaruga comune ($n=329$; Fig. 11) è avvenuto lungo il quadrante che collega Linosa a Lampedusa (LN-LMP), mentre il quadrante SW ha registrato il minor numero di avvistamenti ($n=5$), seguito dal quadrante NW con 8 tartarughe registrate. I rimanenti quadranti hanno registrato un numero di avvistamenti compreso tra 8 e 63. Questi dati, però, presentano due fattori che possono falsare i risultati: il fattore numero di visite (un'area che ha registrato un maggior numero di visite può riportare una frequenza elevata di avvistamenti) e la dimensione non omogenea dei quadranti (in un quadrante con un'estensione maggiore c'è intrinsecamente una maggiore probabilità di avvistare esemplari di *Caretta*). Per ovviare a tali distorsioni nell'analisi preliminare dei dati, il numero di tartarughe mensile per quadrante è stato normalizzato per lo "sforzo di avvistamento" del quadrante preso in considerazione. In questo modo è stato ottenuto il numero di tartarughe avvistate normalizzato per quadrante.

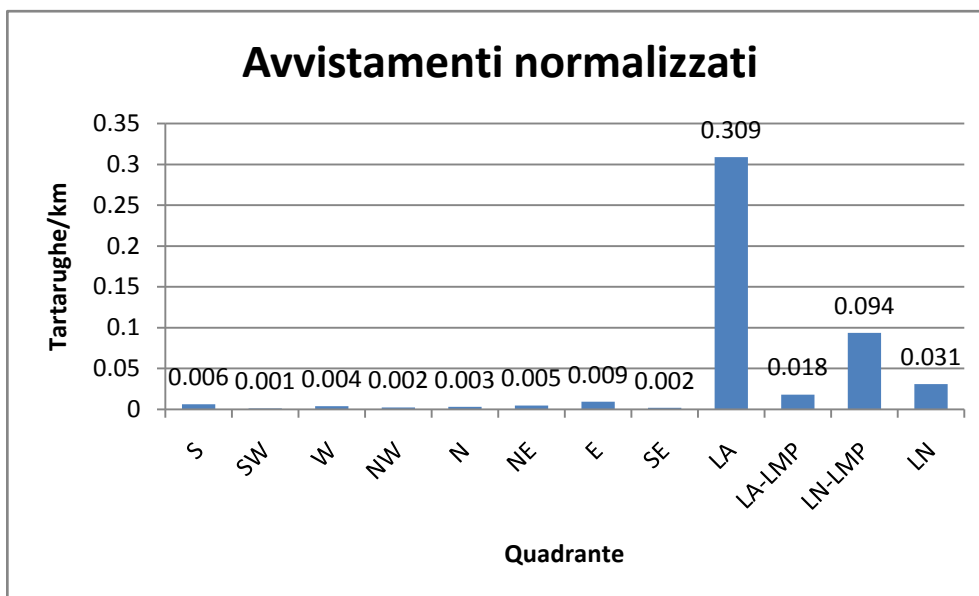


Figura 12 Avvistamenti normalizzati di tartaruga per ogni quadrante.

Dopo tale trasformazione si può notare che il quadrante che ha registrato la densità maggiore di tartarughe marine diventa quello di Lampione con 0.309 tartarughe km^{-1} (Fig.12), mentre il quadrante SW ha riportato la densità minore di avvistamenti con 0.001 tartarughe km^{-1} . Come si può notare dalla figura 12, i rimanenti quadranti, vicini a Lampedusa, hanno riportato valori di densità molto simili e bassi, da 0.002 tartarughe km^{-1} del quadrante NW a un massimo di 0.009 tartarughe km^{-1} del quadrante E.

Un medesimo conteggio è stato effettuato per gli avvistamenti di *Caretta*, sempre per la totalità del periodo di studio (Tab. 3).

Tabella 3 Numero degli avvistamenti al mese per ogni quadrante e anno

Quadrante	Anno					
	2012		2013			
	Mese					
	Settembre	Ottobre	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
S	13	3	0	8	23	12
SW	0	0	0	3	2	0
W	2	1	0	3	7	3
NW	5	1	0	0	0	2
N	3	3	0	2	9	2
NE	7	3	0	6	5	1
E	3	4	0	4	12	9
SE	1	0	0	4	0	7
LA	22	4	0	18	15	4
LA-LMP	4	0	0	3	3	13
LN-LMP	73	4	0	155	30	67
LN	0	0	0	0	6	17
Totale	133	23	0	206	112	137

Come sopra, il maggior numero di avvistamenti è stato registrato nel mese di Luglio 2013 (206 tartarughe), mentre nel mese di Giugno 2013 non sono state avvistate tartarughe marine. Un indice di avvistamenti basso è stato riportato anche per il mese di Ottobre 2012 con 23 tartarughe marine avvistate.

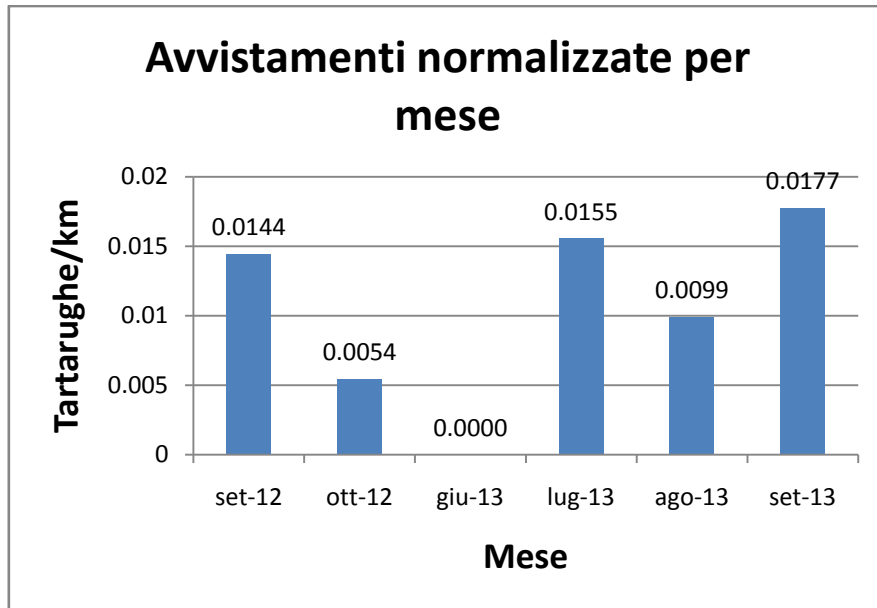


Figura 13 Avvistamenti normalizzati mensili.

Normalizzando questi dati per lo “sforzo di osservazione” (Fig. 13), si può notare che il mese che ha registrato il maggior numero di avvistamenti normalizzati è stato settembre 2013 con 0.0177 tartarughe km^{-1} , anche se i mesi di luglio 2013 e settembre 2012 hanno presentato valori simili (Fig. 13).

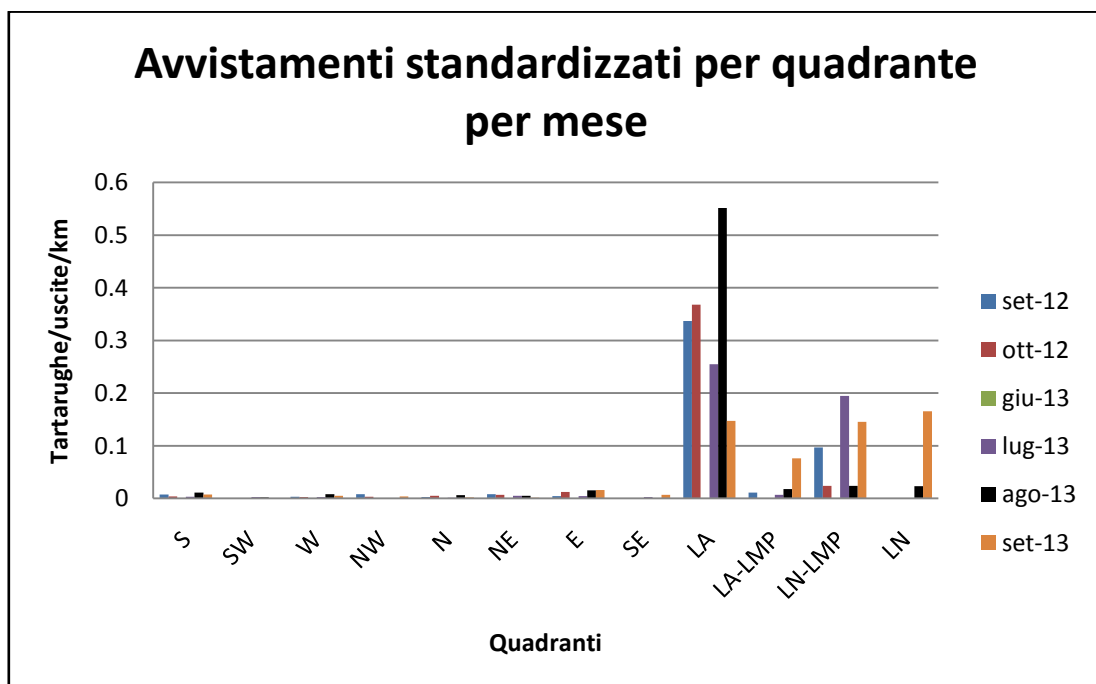


Figura 14 Avvistamenti standardizzati delle tartarughe al mese per ogni quadrante.

Successivamente sono stati analizzati gli avvistamenti normalizzati per ogni quadrante per tutti i mesi oggetto di studio (Fig. 14): si può notare che la maggiore quantità di tartarughe marine per chilometro si riscontra ancora una volta nel quadrante di Lampione (LA) nel mese di agosto 2013 con 0.551 tartarughe km⁻¹, seguito dal mese di ottobre 2012 con 0.368 tartarughe km⁻¹.

Il numero degli avvistamenti normalizzati calcolati per i 12 settori di mare è risultato significativamente differente tra i vari quadranti (Kruskal-Wallis test; $H=2791.256$). I risultati del post-hoc test con $p<0.01$ (Tab. 4) indicano che i quadranti che hanno una densità di avvistamenti significativamente differente rispetto agli altri sono il quadrante LA e la porzione di mare che collega l'isola di Linosa a Lampedusa (LN-LMP). Il confronto tra i due ha evidenziato che il quadrante LA è in assoluto la porzione di mare che presenta il maggior numero di avvistamenti normalizzati. I confronti a coppie tra i rimanenti quadranti, non sono risultati statisticamente differenti, poiché le differenze osservate (observed differences) hanno riportato un valore inferiore rispetto all'indice soglia (critical value).

Tabella 4 Risultati del post-hoc test degli avvistamenti di tartaruga marina standardizzata per la lunghezza della tratta. La colonna "Differenza" indica se è stata rilevata una differenza significativa con $p<0.01$ (VERO) o no (FALSO).

Comparazioni	Diff. Oss.	Diff. Critica	Differenza
E vs LA	3599.648	1554.1216	VERO
E vs LA-LMP	913.3492	1564.0866	FALSO
E vs LN	326.2807	1507.1768	FALSO
E vs LN-LMP	3757.244	1472.7288	VERO
E vs N	50.45281	496.8322	FALSO
E vs NE	36.81722	489.4989	FALSO
E vs NW	86.20754	496.9323	FALSO
E vs S	57.68042	463.4454	FALSO
E vs SE	76.1939	478.2887	FALSO
E vs SW	102.5528	483.9202	FALSO
E vs W	64.44027	484.6787	FALSO
LA vs LA-LMP	2686.299	2151.7126	VERO
LA vs LN	3273.368	2110.7065	VERO
LA vs LN-LMP	157.5962	2086.2479	FALSO
LA vs N	3650.101	1558.9555	VERO
LA vs NE	3636.465	1556.6339	VERO

LA vs NW	3685.856	1558.9874	VERO
LA vs S	3541.968	1548.6387	VERO
LA vs SE	3675.842	1553.1452	VERO
LA vs SW	3702.201	1554.8887	VERO
LA vs W	3664.088	1555.1249	VERO
LA-LMP vs LN	587.0686	2118.0545	FALSO
LA-LMP vs LN-LMP	2843.895	2093.6817	VERO
LA-LMP vs N	963.802	1568.8898	FALSO
LA-LMP vs NE	950.1665	1566.583	FALSO
LA-LMP vs NW	999.5568	1568.9215	FALSO
LA-LMP vs S	855.6688	1558.6387	FALSO
LA-LMP vs SE	989.5431	1563.1165	FALSO
LA-LMP vs SW	1015.902	1564.8488	FALSO
LA-LMP vs W	977.7895	1565.0835	FALSO
LN vs LN-LMP	3430.964	2051.516	VERO
LN vs N	376.7335	1512.1607	FALSO
LN vs NE	363.0979	1509.7672	FALSO
LN vs NW	412.4882	1512.1936	FALSO
LN vs S	268.6002	1501.5233	FALSO
LN vs SE	402.4745	1506.1699	FALSO
LN vs SW	428.8335	1507.9677	FALSO
LN vs W	390.7209	1508.2112	FALSO
LN-LMP vs N	3807.697	1477.8289	VERO
LN-LMP vs NE	3794.062	1475.3797	VERO
LN-LMP vs NW	3843.452	1477.8626	VERO
LN-LMP vs S	3699.564	1466.9416	VERO
LN-LMP vs SE	3833.438	1471.6984	VERO
LN-LMP vs SW	3859.797	1473.5382	VERO
LN-LMP vs W	3821.685	1473.7875	VERO
N vs NE	13.63559	504.6359	FALSO
N vs NW	35.75473	511.8494	FALSO
N vs S	108.1332	479.4057	FALSO
N vs SE	25.74109	493.7694	FALSO
N vs SW	52.10003	499.2263	FALSO
N vs W	13.98746	499.9616	FALSO
NE vs NW	49.39032	504.7344	FALSO
NE vs S	94.49764	471.8017	FALSO
NE vs SE	39.37668	486.39	FALSO
NE vs SW	65.73562	491.9288	FALSO
NE vs W	27.62305	492.6749	FALSO
NW vs S	143.888	479.5094	FALSO
NW vs SE	10.01364	493.8702	FALSO
NW vs SW	16.3453	499.326	FALSO
NW vs W	21.76726	500.0611	FALSO
S vs SE	133.8743	460.1605	FALSO
S vs SW	160.2333	466.0111	FALSO
S vs W	122.1207	466.7987	FALSO
SE vs SW	26.35895	480.7752	FALSO
SE vs W	11.75362	481.5387	FALSO
SW vs W	38.11257	487.1326	FALSO

Dai risultati ottenuti è stato possibile creare una mappa degli avvistamenti normalizzati di tartarughe derivanti dai diportisti, la quale, mediante una colorazione graduale, evidenzia i quadranti che hanno registrato il maggior numero di tartarughe km^{-1} (Fig. 15).

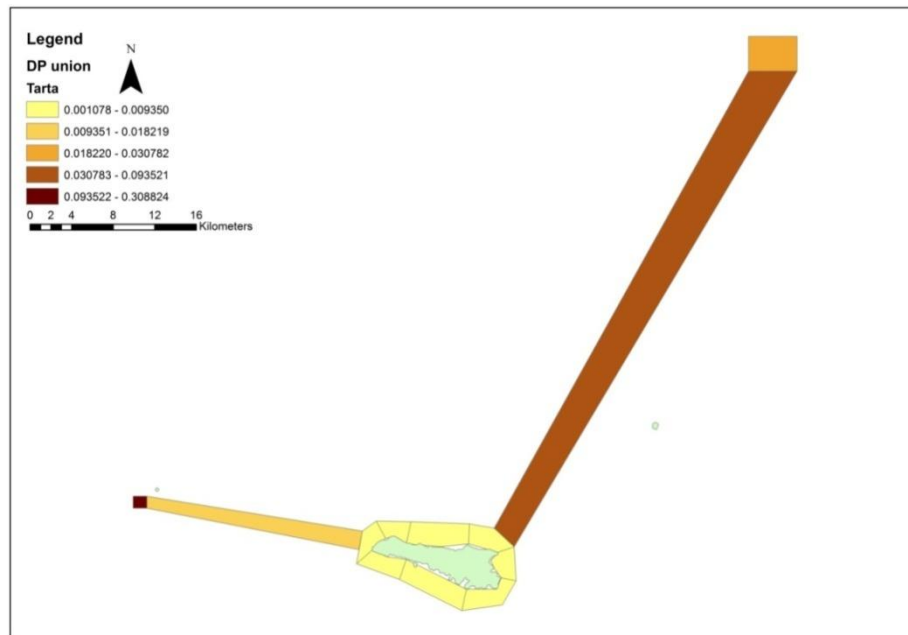


Figura 15 Mappa degli avvistamenti di tartarughe normalizzati nei quadranti oggetto di studio.

Successivamente è stata analizzata la distribuzione delle tartarughe marine in funzione della distanza dalle isole, suddividendo i 12 quadranti in due categorie: “near shore” (NS), che comprende tutti i settori limitrofi alle coste delle tre isole (N, S, E, W, NE, SE, NW, SW, LA e LN), e “offshore” (OS), che comprende le porzioni di mare che collegano Lampedusa alle altre due isole (LA-LMP e LN-LMP). Per ogni categoria sono stati calcolati i rispettivi avvistamenti normalizzati.

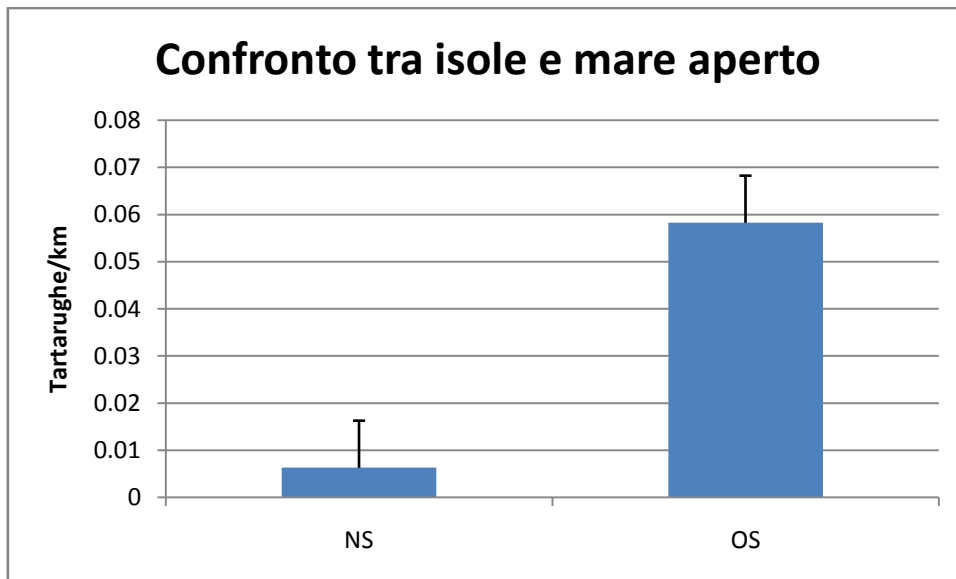


Figura 16 Avvistamenti normalizzati per le porzioni di mare Near Shore (N, S, E, W, NE, NW, SE, SW, LA e LMP) e OffShore (LN-LMP e LA-LMP).

Complessivamente nel gruppo NS sono state avvistate 259 tartarughe e percorsi 43006.9 km, mentre per il gruppo OS gli avvistamenti ammontano a 352 in un totale di 4780.36 km. Come evidenziato dalla figura 16, nei settori OS (0.0583 tartarughe/km²) si è registrato un tasso di avvistamento molto superiore rispetto al gruppo NS (0.0063 tartarughe/km²), e questa differenza è risultata statisticamente significativa (Mann-Whitney test: $W = 555366$, $p\text{-value} < 2.2e-16$; $p < 0.01$).

Infine, è stata valutata la densità di avvistamenti delle tartarughe in due gruppi di quadranti più o meno distanti da Lampedusa. I 12 quadranti, quindi, sono stati suddivisi nel gruppo LMP, che comprende i settori di mare limitrofi a Lampedusa (N, S, E, W, NE, SE, NW e SW), e nel gruppo ALTRI, all'interno del quale sono state comprese le rimanenti porzioni di mare (LA-LMP, LA, LN e LN-LMP).

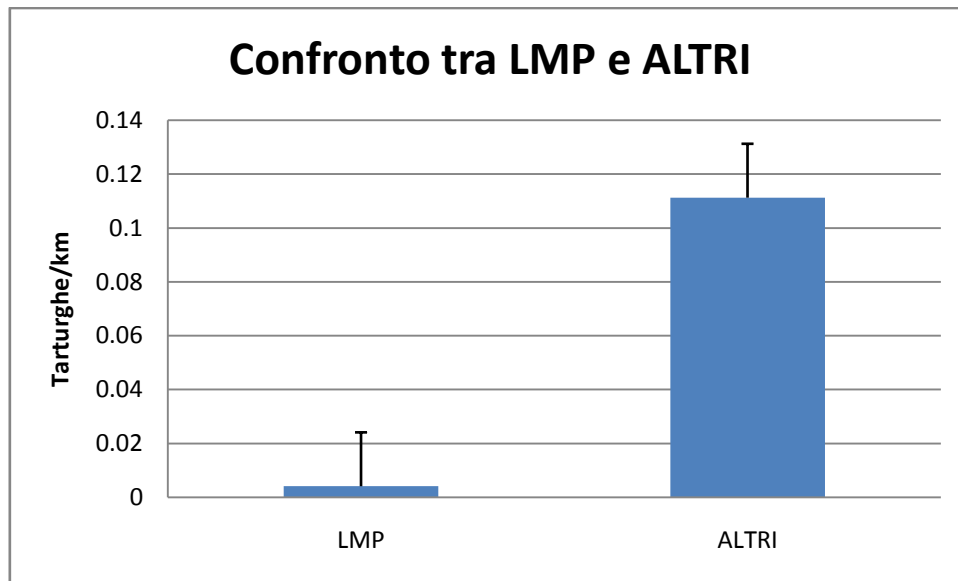


Figura 17 Avvistamenti normalizzati nei due gruppi di settori di mare LMP (N, S, E, W, NE, NW, SE, e SW) e ALTRI (LN, LN-LMP, LA e LA-LMP).

Il gruppo LMP ha registrato 173 tartarughe percorrendo una tratta complessiva di 42055.74 km in 11694 visite, mentre il gruppo ALTRI ha riportato 438 tartarughe, avvistate nei 5731.56 km durante le 313 visite complessive.

Come evidenziato dalla figura 17, gli avvistamenti standardizzati sono risultati significativamente maggiori nel raggruppamento ALTRI ($0.111 \text{ tartarughe km}^{-1}$) rispetto al gruppo LMP ($0.004 \text{ tartarughe km}^{-1}$) (Mann-Whitney test: $W=2504448$ $p\text{-value} < 2.2e-16$; $p < 0.01$).

3.2 Pescatori

Complessivamente, per il tutto periodo di studio sono stati identificati 59 poligoni in cui sono stati attivi i 25 pescherecci, così distribuiti:

- 35 poligoni in cui viene praticato lo strascico (ST);
- 14 poligoni per il palangrese di fondo (PF).

- 10 poligoni per il palangrese derivante (PS);

Per ogni attrezzo è stato calcolato il numero totale di imbarcazioni coinvolte, il numero totale di aree utilizzate, il numero di uscite in quell'area e il numero medio di catture annuali di tartarughe marine (Tab. 7).

Tabella 5 Attrezzo utilizzato, numero di barche coinvolte, numero di aree utilizzate e numero di catture annuali. Sei delle 9 imbarcazioni del palangrese derivante, utilizzano anche il palangrese di fondo.

Attrezzo	Numero imbarcazioni	Numero aree	Catture annuali
Strascico (ST)	13	35	203
Palangrese di profondità (PF)	9	14	93
Palangrese derivante (PS)	9 (di cui 6 PF)	10	87
Totale	31	59	383

In un anno le imbarcazioni intervistate hanno catturato, mediante i vari attrezzi, 383 tartarughe in 3549 uscite.

3.2.2 Strascico

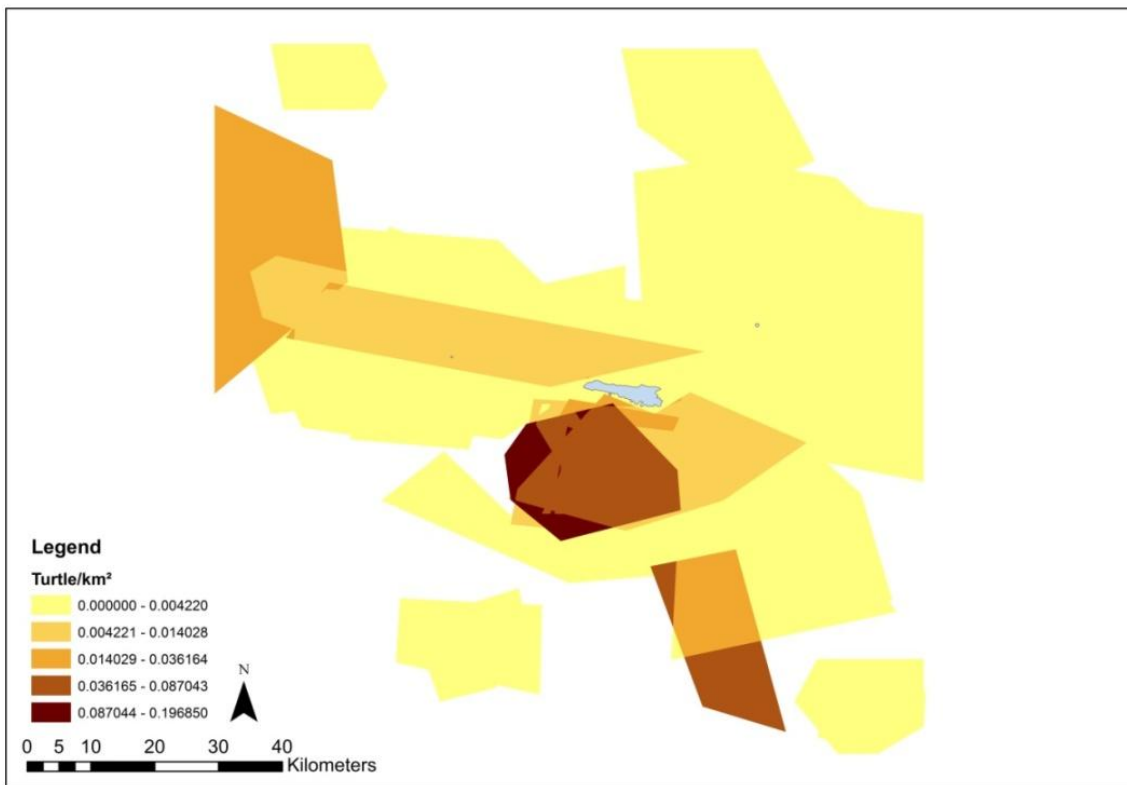


Figura 18 Mappa della distribuzione delle catture dello strascico attorno a Lampedusa.

La figura 18 rappresenta una mappa di distribuzione delle catture accidentali avvenute mediante l'utilizzo dello strascico. Le 35 aree in cui viene utilizzato il seguente attrezzo hanno una superficie media di 604.8 km^2 ($DS=438.1$; intervallo: $58-1486 \text{ km}^2$) e vengono catturate mediamente $0.0126 \text{ tartarughe/km}^2$ ($DS=0.036$). Come si può notare dalle differenti colorazioni si possono identificare tre zone in cui abbiamo una maggiore abbondanza di tartarughe: la prima è collocata a circa a 15 km a sud-ovest di Lampedusa, ed è caratterizzata dal massimo indice di catture di $0.197 \text{ tartarughe/km}^2$; la seconda zona, che riporta un tasso di cattura di $0.049 \text{ tartarughe/km}^2$, è ubicata a 46.5 km a Sud-Est di Lampedusa; infine la terza area si trova a 56 km a Nord-Ovest di Lampedusa ed è caratterizzata da una densità di

cattura di 0.031 tartarughe km^{-2} . Le restanti aree in cui viene utilizzato lo strascico come attrezzo da pesca sono caratterizzate da tassi di cattura bassi se non nulli, come per esempio la porzione di mare collocata a Nord-Est.

3.2.3 Palangrese da fondo

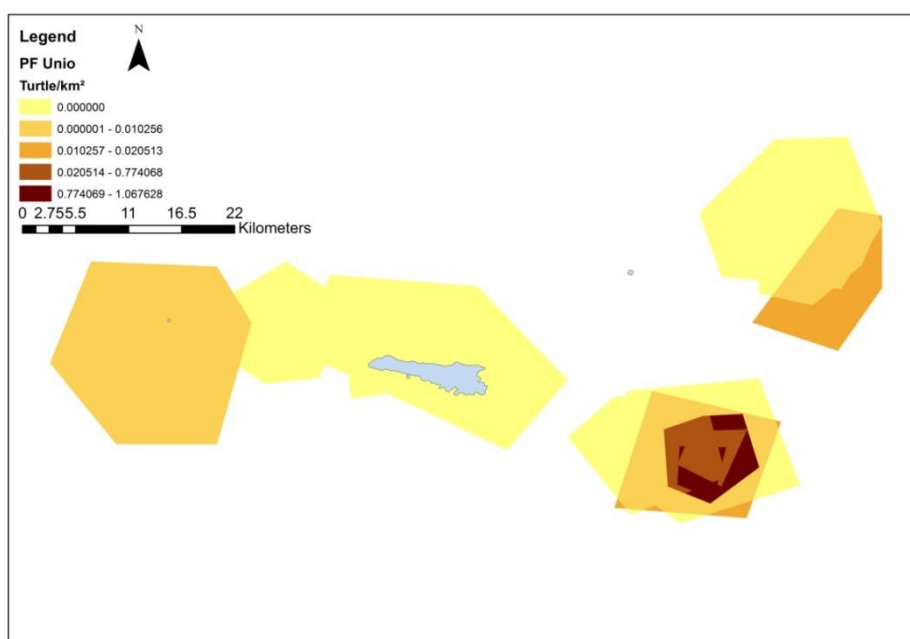


Figura 19 Mappa della distribuzione delle catture per il palangrese di fondo

Le aree in cui viene praticato questo tipo di pesca sono 14 e la superficie media di tali porzioni di mare è di 140 km^2 (DS=124.5; intervallo: 8-378), con una densità media di cattura di $0.119 \text{ tartarughe}/\text{km}^2$ (DS=0.324; intervallo=0-1.25 tartarughe/ km^2). Come evidenziato dalla figura 19, si possono individuare due aree principali in cui abbiamo una maggiore concentrazione di catture di tartarughe. Il primo quadrante di mare è situato a 24 km a sud-est di Lampedusa con una densità di tartarughe catturate di $1.067 \text{ tartarughe}/\text{km}^2$, la seconda zona si trova a 34 km a

Nord-Est e ha registrato 0.017 tartarughe/km². Le rimanenti aree, soprattutto quella che circondano Lampedusa, hanno registrato dei tassi di cattura molto bassi da 0 a 0.010 tartarughe/km².

1.1.2 Palangrese derivante

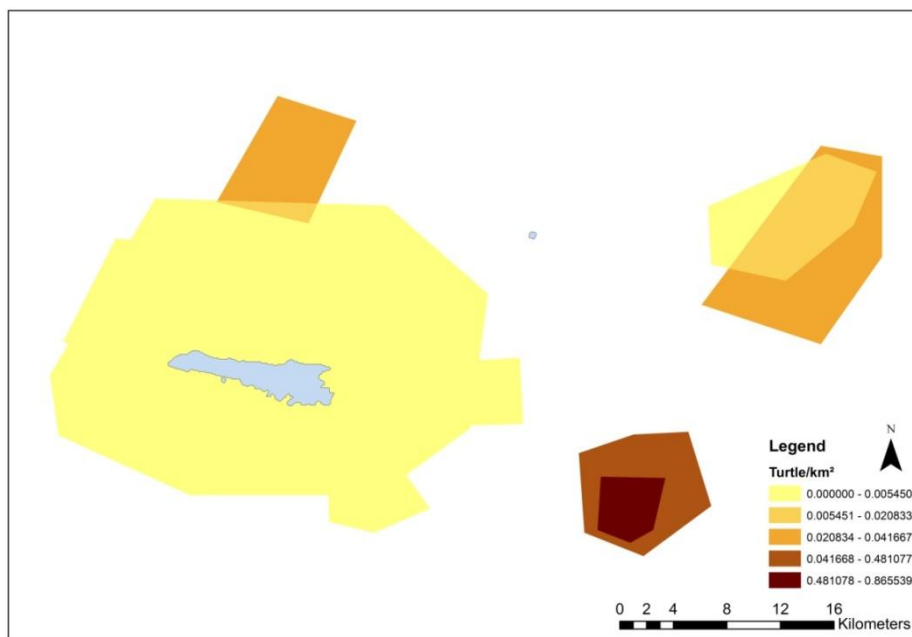


Figura 20 Mappa della distribuzione delle catture del palangrese derivante attorno a Lampedusa

Grazie alle informazioni raccolte durante le interviste, è stato possibile creare una mappa di distribuzione delle catture tramite palangrese derivante (Fig. 20). Le 9 imbarcazioni intervistate utilizzano il palangrese di superficie in 10 aree, che si possono raggruppare in tre porzioni di mare distinte (Fig. 20). La dimensione media delle aree in cui viene praticato questo tipo di pesca è di 140.5 km² (DS=204.7; intervallo: 24-717 km²), e sono caratterizzate da una densità di cattura media di 0.163 tartarughe/km² (DS=0.369; intervallo: 0-0.865 tartarughe/km²). Come

evidenziato dalla figura 18, sono presenti tre quadranti di mare in cui abbiamo tassi di cattura elevati e quindi una maggiore probabilità di incontrare tartarughe marine. La prima area è collocata a circa 24 km a sud-est di Lampedusa, identificata con colorazione marrone scuro, nella quale è stato registrato un tasso di densità di catture di 0.865 tartarughe/km², circondata da un'ulteriore area ad alto tasso di cattura, con una densità di 0.481 tartarughe/km². La seconda e la terza area, che hanno registrato un tasso di cattura di 0.029 e 0.041 tartarughe/km², sono collocate, rispettivamente, a 16 km a Nord e a 34 km a Nord-Est di Lampedusa. Le aree confinate nelle acque adiacenti all'isola presentano un basso tasso di cattura, di 0.004 tartarughe/km² (Fig. 20)

1.2 Distribuzione spaziale generale nell'arcipelago delle Isole Pelagie

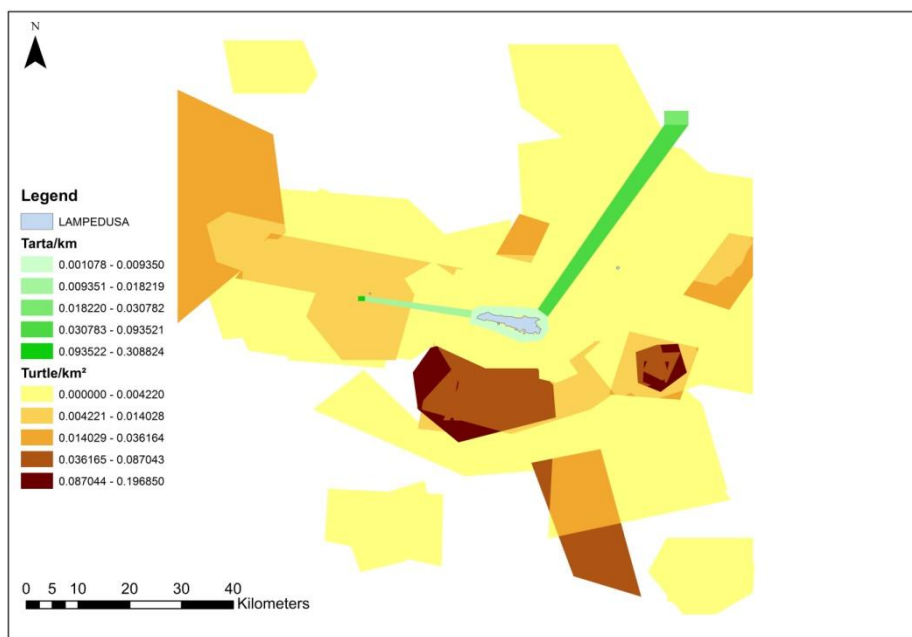


Figura 21 Sovrapposizione delle mappe di distribuzione delle catture con palangrese derivante, palangrese da fondo, strascico e degli avvistamenti standardizzati dei diportisti.

Nonostante la differente provenienza delle informazioni e la diversa natura dei dati, è stato possibile realizzare una sovrapposizione delle mappe di distribuzione ottenute dai dati ottenuti dai diportisti e dai pescatori (Fig. 21), in modo da ottenere una rappresentazione grafica della distribuzione generale di tartarughe marine nell'arcipelago delle isole Pelagie. I dati provenienti dai pescatori e dai diportisti, infatti, sono complementari poiché coprono zone marine diverse e la loro unione fornisce una migliore rappresentazione di come le tartarughe marine si distribuiscono nell'area di studio. Come evidenziato dalla figura 21, le tartarughe comuni mostrano una tendenza a concentrarsi soprattutto in porzioni di mare distanti da Lampedusa. Complessivamente si possono identificare 5 aree marine in cui la presenza di questi animali è superiore rispetto alle altre zone. Le prime due aree corrispondono ai quadranti LA e LN-LMP impiegati per l'analisi dei dati dei diportisti, poi ci sono alcune porzioni di mare messe in evidenza dai dati dei pescatori: una è ubicata a 24 km a sud-est di Lampedusa, una a 15 km a sud-ovest, una terza zona è a 46.5 km a Sud-Sud-Est e infine una quinta area si trova a 56 km a Nord-Ovest di Lampedusa (Fig. 21).

2. DISCUSSIONE

Pur considerando la diversità nei metodi utilizzati per analizzare le informazioni dei diportisti e dei pescatori e quindi la differente origine dei dati ottenuti, che sono difficilmente confrontabili direttamente, è stato comunque possibile ricavare un pattern spaziale generale della distribuzione delle tartarughe comuni nell'area di studio (Fig. 21). E' stata così evidenziata la tendenza delle tartarughe comuni di quest'area di studio, a occupare porzioni di mare distanti almeno 15 km da Lampedusa, soprattutto nella porzione a Sud della zona indagata. Tuttavia una particolare attenzione va posta al quadrante LA, che si estende a ovest dell'isola, che ha registrato la più alta concentrazione di avvistamento di questi animali da parte dei diportisti, nonostante le piccole dimensioni dell'area in esame e il basso numero di visite riportato.

Tabella 6 Comparazione della densità di avvistamenti del seguente studio con altri lavori.

Area di studio	Metodo impiegato	Specie	Densità (Tartarughe km ⁻²)	Riferimenti
North Carolina	Line transect	Tartarughe	0.018	Epperly, Braun & Chester (1995a)
North Carolina	Line transect	Tartarughe	0.026	Epperly et al. (1995b)
Eastern Gulf of Mexico	Line transect	<i>C. caretta</i>	0.026	Griffin & Griffin (2003)
Spanish Mediterranean	Line Transect	<i>C. caretta</i>	0.045	Gomez de Segura et al. (2003)
Spanish Mediterranean Pelagos Sanctuary	Strip transect	<i>C. caretta</i>	0.046	Carreras et al. (2004)
	Line transect	<i>C. caretta</i>	0.072	Luriano et al. (2011)
Pelagie archipelago	Line transect	<i>C. caretta</i>	0.013	Presente studio

Confrontando questi risultati con quelli di altri studi, è emerso che la densità di avvistamenti registrata nel presente lavoro è la più bassa non solo nel Mediterraneo, ma anche in altre pubblicazioni che interessano l'oceano Atlantico (Tab. 6). E' possibile, tuttavia, che tale differenza sia dovuta al ridotto arco temporale in cui si è svolto il seguente lavoro rispetto alle pubblicazioni sopra citate, le quali si sono protratte per un periodo minimo di due anni.

La distribuzione spazio-temporale riportata in questo studio potrebbe derivare da una serie di fattori che agiscono contemporaneamente, tra cui, tuttavia, il disturbo antropico sembra essere il principale. I mesi oggetti di studio, infatti, sono caratterizzati da un elevato afflusso di turisti nell'area, che raggiungono anche la quota di circa 21000 arrivi nel solo mese di Agosto (dato ufficio del turismo di Lampedusa). Ciò genera un'elevata attività marittima nelle acque limitrofe all'isola, e costringe così gli esemplari di *Caretta caretta* a spostarsi in quadranti di mare più distanti e più tranquilli. Tale ipotesi è sostenuta dal poichè la maggiore densità di tartarughe è stata registrata nelle acque adiacenti a Lampione durante il mese di Agosto 2013, ovvero in una zona attorno ad un isolotto dalle dimensioni poco più grandi di uno scoglio e completamente disabitato. Tuttavia non è da escludere che tale distribuzione, nonostante non sia presente un confronto tra periodi successivi, sia dovuta a un'eventuale attrazione verso le aree lontane da Lampedusa causata da particolari condizioni ecologiche o disponibilità trofiche, anche se in uno studio condotto nel 2004 sempre nell'arcipelago delle isole Pelagie, è stato escluso che l'eventuale abbondanza di tartarughe marine sia collegata alla temperatura superficiale e ai livelli di clorofilla (Ligi, 2004).

Il pattern temporale derivante dai dati forniti dai diportisti ha inoltre evidenziato una maggiore concentrazione di avvistamenti durante la stagione estiva (luglio, agosto e settembre). Questa distribuzione temporale non sorprende, poichè questi mesi sono quelli in cui si ha la maggiore attività turistica e diportista. Il periodo in cui

sono state registrate le maggiori densità di avvistamento di tartarughe marine potrebbe però non coincidere con quelli caratterizzati da una maggiore abbondanza di esemplari, poiché l'attività turistica viene a concentrarsi solo nel periodo estivo e quindi non è stato possibile ricavare una stima della distribuzione durante il periodo autunno-invernale. La presenza di tartarughe marine nell'arcipelago delle Isole Pelagie durante il periodo estivo, espone, tuttavia, questi organismi a elevati livelli di traffico marittimo, prodotto da pescherecci, imbarcazioni private e barche da diporto, che attraverso il bycatch ed eventuali collisioni possono portare alla morte dell'animale.

I dati provenienti dalle catture dei pescatori permettono invece di delineare un pattern temporale durante tutto l'anno e si può notare che nelle mappe di densità di tutti e tre gli attrezzi la densità degli esemplari di tartaruga comune nelle acque limitrofe all'isola, fino a circa 3 km di distanza dall'isola, è praticamente nulla. Questa maggiore presenza degli esemplari di *Caretta caretta* in acque lontane da Lampedusa è in accordo con i dati provenienti dai diportisti, per cui si può concludere che effettivamente c'è una tendenza delle tartarughe marine a frequentare soprattutto porzioni di mare lontane dalle coste dell'isola.

Tuttavia bisogna precisare che gli attuali metodi impiegati per ottenere dati riguardanti la distribuzione delle tartarughe marine a seguito di avvistamenti presentano delle limitazioni. Eventuali riflessi dell'acqua, mancanza di nitidezza, l'inesperienza dell'osservatore (Henwood ed Epperly, 1999), il limitato tempo di emersione delle tartarughe marine (Kemerer et al., 1983; Keinathel al., 1987; Byles, 1989) e il monitoraggio di un quadrante di mare per volta, possono ridurre la capacità dell'osservatore a registrare un avvistamento (Braun-Mcneill ed Epperly, 1996). La particolarità di questo studio è stata quella di coinvolgere più imbarcazioni contemporaneamente che registrano simultaneamente più avvistamenti in più

quadranti, aumentando le dimensioni del campione studiato e avendo una migliore stima della distribuzione.

Il monitoraggio riportato in questo studio indica che l'arcipelago delle Isole Pelagie costituisce un importante corridoio e un'area temporanea di residenza nel Mediterraneo, ed è quindi da considerarsi una zona critica, dove sono necessarie particolari attenzioni e protezioni. Inoltre devono essere valutati gli effetti dell'intensa pressione antropica sulle dimensioni della popolazione e, se necessario, considerare eventuali misure di attenuazione.

Questi risultati possono essere ampliati e utilizzati per migliorare la gestione dell'area marina presente nella zona di studio, con la creazione di progetti che favoriscano il cosiddetto "ecoturismo", cioè un turismo responsabile, non di massa, che permette la sopravvivenza della vita selvatica e aiuta a sostenere l'economia delle popolazioni locali (Campbell, 2003). Soprattutto per le acque limitrofe a Lampedusa, l'eventuale estensione dell'area marina protetta e la trasformazione da zona "C" a zona "B" di quest'area, potrebbero essere un passo importante verso una migliore conservazione e tutela delle tartarughe marine nell'arcipelago delle isole Pelagie.

3. CONCLUSIONI

I diversi metodi d'indagine utilizzati nel presente studio hanno permesso di analizzare contemporaneamente più aspetti della distribuzione spazio-temporale delle tartarughe nell'arcipelago delle isole Pelagie. Gli avvistamenti e le catture effettuate sono stati monitorati mediante la raccolta d'informazioni provenienti dai capitani delle imbarcazioni, seguendo una metodologia simile a quella di altri studi svolti (Braun-Mcneill ed Epperly, 1992), che hanno già prodotto esiti positivi.

Gli obiettivi prefissati all'inizio della ricerca sono stati raggiunti con successo ed è stato possibile tracciare un primo quadro della distribuzione delle tartarughe marine nell'arcipelago delle Isole Pelagie. Il presente lavoro, seppure svolto su un arco di tempo limitato, ha permesso di ottenere informazioni e produrre dati di notevole importanza e unici per l'area di studio. Infatti è stato possibile dedurre che le porzioni di mare maggiormente frequentate da questi esemplari sono situate lontano dall'isola di Lampedusa.

Sarebbe tuttavia auspicabile proseguire tale tipo di ricerca e monitoraggio a più lungo termine per avere dei campioni di dimensioni maggiori e ottenere dei pattern di distribuzione spaziali e soprattutto temporali più completi. Eventuali studi futuri a lungo termine potranno così diventare parte di un'efficiente strategia di monitoraggio della specie con fini conservazionistici, rilevando anche eventuali variazioni di abbondanza nelle popolazioni di tartarughe comuni. Studi che si estendono su un arco temporale ampio rappresentano infatti l'unico modo per conoscere lo stato di una popolazione e valutare gli effetti della pressione antropica in modo da applicare misure conservazionistiche (Donovan, 2005). Il presente studio vuole quindi essere solo l'inizio di un progetto più dettagliato e complesso, il cui obiettivo è di rispondere alla necessità di decongestionare le coste attraverso la promozione di un turismo sostenibile, cioè compatibile con le capacità di carico dei

siti e rispettoso dei valori naturali protetti. L'obiettivo ha un'importanza vitale per la conservazione delle valenze naturalistiche dei SIC, per la riduzione delle numerose pressioni esercitate dal turismo nei piccoli ambienti insulari e per innescare processi virtuosi finalizzati a coniugare in concreto il progresso e la conservazione della natura secondo i principi dello sviluppo sostenibile.

4. BIBLIOGRAFIA

A. Gomez de Segura, J. Tomas, S. N. Pedraza, E. A. Crespo, J. A. Raga, 2005. Abundance and distribution of the endangered loggerhead turtle in Spanish Mediterranean waters and the conservation implications. *Animal Conservation*. Print ISSN 1367-9430

Amanda SouthwoodWilliard. Physiology as Integrated Systems. *In* P.L. Lutz and J. A. Musick (eds). *The Biology of Sea Turtles*, Vol. III. Chapter 1. CRC Press.

Antonelli M., Franciosi R., Pezzi G., Querci A., Ronco G. P. &Vezzani F., 1988.Paleogeographic evolution and structural setting of the northern side of the Sicily Channel. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41: 141-157.

Argano R., Basso R., Cocco M., Gerosa G., 1992. New data on loggerhead (*Carettacaretta*) movements within Mediterranean. *Bollettino dei Musei Istituti Biologici Università di Genova* 56-57, pp. 134-164

Arianoutsou, M., 1988. Assessing the impacts of human activities on nesting of loggerhead sea-turtles *Carettacaretta* (Linnaeus, 1758) on Zakynthos island, western Greece. *Env. Cons.*, 15 (4), 327–334.

B. Gardner, P. J. Sullivan, S. J. Morreale, S. P. Epperly, 2008. Spatial and temporal statistical analysis of the bycatch data: patterns of sea turtle bycatch in the North Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 65.

Balletto E., Giacoma C., Piovano S., Mari F., Dell. Anna L., 2003. Piano d’Azione per la conservazione della tartaruga marina *Caretta caretta* nelle isole Pelagie. Roma. Edi. Tur., p. 60

Bentivegna F., Treglia G., Hochscheid S., 2005. The first report of a loggerhead turtle *Carettacaretta* nest on the central tyrrhenian coast (Western Mediterranean). *Journal Marine Biology Ass.* 2, Biodiversity Records.

Bjorndal K, Bolten A, Lagueux C., 1994 Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. *Mar Pollut Bull* 28:154–158.

Bjorndal, K.A., 2003. Roles of loggerhead sea turtle in marine ecosystem. *In*Bolten, A. &Witherington, B.E. (eds). *Loggerhead sea turtles*. Chapter 15. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., USA.

Bolten, A.B., 2003a. Variation in Sea Turtle Life History patterns: Neritic vs. Oceanic Development Stages. *In* P.L. Lutz and J. A. Musick (eds). *The Biology of Sea Turtles*, Vol. II. Chapter 9. CRC Press.

Bolten, A.B., 2003b. Active Swimmers-Passive Drifters: The Oceanic Juvenile Stage of Loggerheads in the Atlantic System. *In*Bolten, A. &Witherington, B.E. (eds). *Loggerhead Sea Turtles*. Chapter 4. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., USA.

- Boulon R., 2000. Trends in sea turtle strandings, US Virgin Islands: 1982 to 1997. In: Abreu A, Briseno R, Marquez R, Sarti L (eds) Proceedings of the eighteenth international sea turtle symposium. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-436, pp 261–263
- Bowen B.W., Avise J.C., Richardson J.I., Meylan A.B., Margaritoulis D., HopkinsMurphy S.R., 1993. Population structure of loggerhead turtles (*Carettacaretta*) in the northwestern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. Conservation Biology 7, pp. 834-844.
- Broderick AC, Coyne MS, Fuller WJ, Glen F, Godley BJ 2007. Fidelity and overwintering of sea turtles. Proceedings of the Royal Society B 274, pp. 1533–1538
- Caillouet C, Shaver D, Teas W, Nance J, Revera D, Cannon A., 1996. Relationship between sea turtle stranding rates and shrimp fishing intensities in the northwestern Gulf of Mexico: 1986–1989 versus 1990–1993. Fish Bull 94:237–249.
- Caliani, I., Casini, S., Campani, T., Giannetti, M., Marsili, L., Fossi, M.C., 2010. First assessment of DNA damage in Mediterranean pelagic species loggerhead turtle and swordfish: application of comet assay and diffusion assay in frozen total blood. Comparative Biochemistry and Physiology A, Molecular and Integrative Physiol, 157, S14–S14.
- Campbell, L.M., 2003. Contemporary Culture, Use, and Conservation of Sea Turtles. In P.L. Lutz and J. A. Musick (eds). The Biology of Sea Turtles, Vol. II. Chapter 12. CRC Press.
- Cardona L, Revellers M, Parga M L, Tomàs J, Aguilar A, Alegre F, Raga A, Ferrer X., 2009. Habitat use by loggerhead sea turtle *Carettacaretta* off the coast of eastern Spain results in a high vulnerability to neritic fishing gear. Marine Biology 156, pp. 2621-2630
- Carreras C, Pont S, Maffucci F, Pascual M, Barcelo´ A, Bentivegna F, Cardona L, Alegre F, SanFelix M, Fernandez G, Aguilar A., 2006. Genetic structuring of immature loggerhead sea turtles (*Carettacaretta*) in the Mediterranean Sea reflects water circulation patterns. Marine Biology 149, pp. 1269–1279
- Casale P, Affronte M, Scaravelli D, Lazar B, Vallini C, Luschi P., 2012. Foraging grounds, movement patterns and habitat connectivity of juvenile loggerhead turtles (*Carettacaretta*) tracked from the Adriatic Sea. Marine Biology 159, pp. 1527-1535
- Casale P, Broderick A, Freggi D, Mencacci R, Fuller W, Gadley BJ, Luschi P., 2012. Long-term residence of juvenile loggerhead turtles to foraging grounds: a potential conservation hotspot in the Mediterranean. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 22, pp. 144-154
- Casale P, Laurent L, De Metrio G., 2004. Incidental capture of marine turtles by the Italian trawl fishery in the north Adriatic Sea. Biological Conservation 119, pp. 287–295
- Casale P. & Margaritoulis D., 2010. Sea turtles in the Mediterranean: distribution, threats and conservation priorities. Gland, Switzerland: IUCN/SSC. p. 294.
- Casale P., 2011. Sea turtle by-catch in the Mediterranean. Fish and Fisheries 12, 299–316.

- Casale P., Argano, R., 2003. Sea Turtles in the Mediterranean: distribution and aspects. *Biogeographia* vol. XXIV.
- Casini, S., Caliani, I., Marsili, L., Giannetti, M., Maltese, S., Ancora, S., Bianchi, N., Panti, C., Campani, T., Carletti, L., Coppola, D., Fossi, M.C., Canadas, A., Parga, M., 2010. A non-lethal multi-biomarker approach to investigate the ecotoxicological status of Mediterranean loggerhead sea turtle *Carettacaretta* (Linnaeus, 1758). *Comparative Biochemistry and Physiology A, Molecular and Integrative Physiol*, 157, S23–S24.
- Castro, P., Huber, M.E., 2011. *Biologia Marina*. Edizione italiana a cura di Roberto Sandulli, Giuseppe Giaccone, Angelo Tursi. (Ed.), McGraw-Hill, pp. 568.
- Corti, C., Lo Cascio, P., Massetti, M., Pasta, S., 2002. *Storia naturale delle isole Pelagie*. Collana Mediterraneo. L'Epos Editore.
- Evelyn Brown, Angela Colling, Dave Park, John Phillips, Dave Rothery and John Wright, Open university, 2004. "Ocean Circulation" 2 Edition. Butterworth-Heinemann.
- Fiorentino, F., Garofalo, G., Gristina, M., Gangitano, S., Norrito, G., 2004. Some relevant information on the spatial distribution of demersal resources, benthic biocoenoses and fishing pressure in the Strait of Sicily. *MedSudMed Technical Documents* 2:50-66.
- Foley A., Schroeder A., Redlow A., Fick-Child K., Teas W., 2005. Fibropapillomatosis in stranded green turtles (*Cheloniemydas*) from the eastern United States (1980–98): trends and associations with environmental factors. *J WildlDis* 41:29–41
- G.Lauriano, S. Panigada, P. Casale, N. Pierantonio, G. P. Donovan, 2011. Aerial Survey abundance of the loggerhead sea turtle *Carettacaretta* in the Pelagos Sanctuary, northwestern Mediterranean Sea. *Marine ecology progresse series*. Vol. 437: 291-302.
- Glass M. L., Wood S. C., 1983. Gas exchange and control of breathing in Reptiles. *Physiol. Rev.*, 63, 232.
- Godley, B.J., Gücü, A.C., Broderick, A.C., Furness, R.W., Solomon, S.E., 1998. Interaction between marine turtles and artisanal fisheries in the eastern Mediterranean: a probable cause for concern. *Zoology in the Middle East* 16: 49-64.
- Groombridge B., 1990. *Marine turtles in the Mediterranean*. distribution, population status, conservation. *Nature and Environment Series No. 48*, European Council, Strasbourg.
- Hays G.C., Fossette S, Katselidis K.A, Mariani P, Schofield G., 2010. Ontogenetic development of migration: Lagrangian drift trajectories suggest a new paradigm for sea turtles. *Journal of Royal Society Interface* 7, pp. 1319-1327
- Hays G.C., Fossette S., Katselidis K.A., Schofield G., Gravenor M.B., 2010. Breeding periodicity for male sea turtles, operational sex ratios, and implications in the face of climate change. *Conservation Biology* 24, pp. 1636-1643.

- Hendrickson J. R., 1980. The ecological strategies of sea turtles. *Am. Zool.*, 20, 597
- Hendrickson JR., 1958. The green sea turtle, *Cheloniemydas* (Linn.) in Malaya and Sarawak. *Proceedings of the Zoological Society of London* 130:455–535.
- Hickman, C.P. Jr., Roberts, L.S., Larson A., 2004. *Diversità animale*. Edizione italiana a cura di Marina Cobolli. (Ed.), McGraw-Hill, pp. 401.
- Hirth, H.F., 1980. Some aspects of the nesting behaviour and reproductive biology of sea turtles. *American Zoologist* 20:507-523.
- Hochscheid S, Bentivegna F, Hamza A. and Hays G.C., 2010. When surfacers do not dive: multiple significance of extended surface times in marine turtles. *Journal of Experimental Biology* 213, pp. 1328-1337
- Hutchinson GE. 1957 Concluding remarks. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* 22, 415 –427. (doi:10.1101/SQB.1957.022.01.039)
- Ispra, 2012. “Strategie per l’ambiente marino. Valutazione iniziale. Sottoregione Mare Adriatico”.
- Ispra, 2012. “Strategie per l’ambiente marino. Valutazione iniziale. Sottoregione Mediterraneo Occidentale”.
- J. Braune-McNeill & S. P. Epperly, 1992. Spatial and Temporal Distribution of Sea Turtles in the Western North Atlantic and the U.S. Gulf of Mexico from Marine Recreational Fishery Statistics Survey (MRFSS). *Marine Fisheries Review*
- J. Tomás, P. Gozalbes, J. A. Raga, B. J. Godley, 2008. Bycatch of loggerhead sea turtles: insights from 14 years of stranding data. *Endang Species Res.*
- Kreuder C, Miller M, Jessup D, Lowenstine L, Harris M, Ames J, Carpenter T, Conrad P, Mazet J., 2003. Patterns of mortality in southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*) from 1998–2001. *J Wildl Dis* 39:495–509
- Laurent, L., Lescure, J., 1994. L’hivernage de tortues caouannes *Caretta caretta* (L.) dans le sud Tunisien. *Revue d’Ecologie - La Terre et la Vie* 49, 63-86.
- Ligi R., Azzolin M., Giacoma C., Piovano S., Comparetto G., Galante I., 2005. Analisi della distribuzione di *Tursiops truncatus* e *Caretta caretta* nelle isole Pelagie: integrazione di dati satellitari con gli avvistamenti fatti sul campo. 15th Meeting of the Italian society of Ecology.
- Limpus C, Reed P, 1985. Green sea turtles *Cheloniemydas* stranded by Cyclone Kathy on the southwestern coast of the Gulf of Carpentaria, Australia. *Aust Wildl Res* 12:523–534
- Limpus C. J., Gyuris E., Miller J. D., 1988. Reassessment of the taxonomic status of the sea turtle genus *Natator* McCulloch, 1908, with a redescription of the genus and species. *Trans. R. Soc. South Aust.*, 112 (1), 1-9

- Limpus CJ, Miller JD, Parmenter J, Reimer D, Mc Lachlan N, Webb R., 1992. Migration of green (*Cheloniemydas*) and loggerhead (*Carettacaretta*) turtles to and from eastern Australia rookeries. *Wildlife Resources* 19.
- Lohmann K.J., Lohmann C.M.F., Ehrhart L.M., Bagley D.A. and Swing T., 2004. Geomagnetic map used in sea-turtle navigation. *Nature* 428, 909-910.
- Lohmann, K.J., 1991. Magnetic orientation by hatchling loggerhead sea turtle (*Carettacaretta*). *Journal of Experimental Biology* 155:37-49.
- Lohmann, K.J., Lohmann, C.M.F., 1993. A light-independent magnetic compass in the leatherback sea turtle. *Biological Bulletin* 185:149-151.
- Lohmann, K.J., Lohmann, C.M.F., 1994. Acquisition of magnetic directional preference in hatchling loggerhead sea turtles. *Journal of Experimental Biology* 190:1-8.
- Lohmann, K.J., Witherington, B.E., Lohmann C.M.F., Salmon M., 1997. Orientation, Navigation, and Natal Beach Homing in Sea Turtles. *In* P.L. Lutz and J. A. Musick (eds). *The Biology of Sea Turtles*, Vol. I. Chapter 5. CRC Press.
- Lopez A, Santos M, Pierce G, Gonzalez A, Valeiras X, Guerras A., 2002. Trends in strandings and by-catch of marine mammals in north-west Spain during the 1990s. *J Mar Biol Assoc UK* 82:513–521
- Luschi P e Casale P., 2014. Movement patterns of marine turtles in the Mediterranean Sea: a review. *Italian Journal of Zoology*, 1–18.
- Luschi P., Akesson S., Broderick A. C., Glen F., Godley B. J., Papi F., Hays G. C., 2001. Testing the navigational abilities of ocean migrants: displacement experiments of green turtles (*Cheloniemydas*). *BehavEcol*, 50, 528-534
- Luschi P., Benhamou S., Girard C., Ciccione S., Roos D., Sudre J. and Benvenuti S., 2007. Marine turtles use geomagnetic cues during open-sea homing. *Curr. Biol.* 17, 126-133.
- Luschi P., Hays G. C., del Seppia C., Marsh R., Papi F., 1998. The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry. *Proc. S. Soc. Lond. B* 265, 2279-2284
- Luschi P., Sale A., Mencacci R., Hughes G.R., Lutjeharms J.R.E. and Papi F., 2003. Current transport in leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) in the ocean. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270 Suppl. 2, 129-132.
- M. Chaloupka, C. Limpus, 2001. Trends in the abundance of sea turtles resident in southern Great Barrier Reef waters. *Biological Conservation* 102: 235-249.
- M. Chaloupka, T. M. Work, G. H. Balazas, S. K.K. Murakawa, R. Morris, 2008. Cause-specific temporal and spatial trends in the Hawaiian Archipelago. *Mar Bio* (2008), 154: 887-898.

- M. J. Witt, R. Penrose, B. J. Godley, 2006. Spatio-temporal patterns of juvenile marine turtle occurrence in waters of the European continental shelf. *Mar Biol* 151: 873-885
- MacLeod C, Pierce G, Santos M 2004. Geographic and temporal variations in strandings of beaked whales (Ziphiidae) on the coasts of the UK and the Republic of Ireland from 1800–2002. *J Cetacean Res Manage* 6:79–86
- Maldini D, Mazzuca L, Atkinson S., 2005. Odontocetestransrangings patterns in the main Hawaiian Islands (1937–2002): how do they compare with live animal surveys? *Pac Sci* 59:55–67
- Maldura, C., 1971. *Elementi di oceanografia biologica*. Bulzon, Roma.
- Maloney, J.E., Darian-Smith, C., Takahashi, Y., Limpus, C.J., 1990. The environment for development of the embryonic loggerhead turtle (*Carettacaretta*) in Queensland. *Copeia* 1990:378-387.
- Mann, T.M., 1977. Impact of developed coastline on nesting and hatchling sea turtles in southeastern Florida. Unpublished Master's Thesis, Florida Atlantic University, Boca Raton, pp. 100.
- Margaritoulis D., 1988b. Post-nesting movements of loggerhead sea turtles tagged in Greece. *Rapports et Procès-verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée* 31:284.
- Margaritoulis D., Argano R., Baran I., Bentivegna F., Bradai M.N., Caminas J.A., Casale P., De Metrio G., Demetropoulos A., Gerosa G., Godley B.J., Haddoud D.A., Houghton J., Laurent L., Lazar B., 2003. Loggerhead turtles in the Mediterranean sea: present knowledge and conservation perspectives. IN: Bolten AB, Witherington BE (eds) Washington DC., *Loggerhead sea turtles*. Smithsonian Books, pp. 175–198
- Meffe G. C., Carroll C. R. et al., 1997. *Principles of conservation biology*. Sinauer Associates, Sunderland, MA
- Miller J.D., 1997. Reproduction in Sea Turtles. *In* P.L. Lutz and J. A. Musick (eds). *The Biology of Sea Turtles*, Vol. I. Chapter 3. CRC Press.
- Miller, J.D., Limpus C.J., Godfrey M.H., 2003. Nest Site Selection, Oviposition, Eggs, Development, Hatching, and Emergence of Loggerhead Turtles. *In* Bolten A. & Witherington, B.E. (eds), *Loggerhead Sea Turtles*, Chapter 8, Smithsonian Institution Press. Washington D.C., USA.
- Mingozzi T., Masciari G., Paolillo G., Pisani B., Russo M., Massolo A., 2006. Discovery of a regular nesting area of loggerhead turtle *Carettacaretta* in southern Italy: a new perspective for national conservation. *Biodiversity and Conservation* 16, pp. 3519-3541.
- Morreale S.J., Standora E.A., Spotila J.R. and Paladino F.V., 1996. Migration corridor for sea turtles. *Nature* 384, 319-320.

- Mrosovsky, N., 1988. Pivotal temperatures for loggerhead turtles from northern and southern nesting beaches. *Canadian Journal of Zoology* 66:661-669.
- Musick J.A. and Limpus C.J., 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. *In The Biology of Sea Turtles*, eds. P.L. Lutz and J.A. Musick, pp. 137-164. CRC Press, Boca Raton.
- National Research Council (NRC)., 1990. Decline of the sea turtles causes and prevention. National Academy Press. Washington, D.C. 1990, pp. 259.
- P. Casale, D. Freggi, A. Cinà, M. Rocco, 2012., Spatio-temporal distribution and migration of adult male loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea: further evidence of the importance of neritic habitats off North Africa. *Mar Biol* 160: 703–718.
- Papi F., 1992. Animal homing. Chapman and Hall, London
- Papi F., Luschi P., 1996. Pinpointing “Isla Meta”: the case of sea turtles and albatrosses. *J. Exp. Biol.* 199:65-71
- Papi F., Luschi P., Akesson S., Caporossi S., Hays G. C., 2000. Open-sea migrations of magnetically disturbed sea turtles. *J. Exp. Biol.* 203:3435-3443
- Pierre Legendre and Olivier Gauthier, 2014. Statistical methods for temporal and space-time analysis of community composition data.
- Pinedo M, Polacheck T., 1999. Trends in franciscana (*Pontoporiablainvillei*) stranding rates in Rio Grande do Sul, Southern Brazil (1979–1998). *J Cetacean Res Manage* 1:179–189.
- Piovano S., Nannarelli S., Dominici A. & Giacoma C., 2006. Misurazioni biometriche degli esemplari. *In* Richard P., Chiodetti C. (eds), *Manuale pratico per gli operatori dei centri recupero tartarughe marine*, Roma, CTS-Edi. tur., pp. 73-78
- Plotkin P.T., 2003. Adult migrations and habitat use. *In The Biology of Sea Turtles, Vol.II*, eds. P.L. Lutz, J.A. Musick and J. Wyneken, pp. 225-241. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Primack R., 1998a. *Essential of conservation biology*. Sinauer Associates, Sunderland, MA
- Pritchard P. C. H., 1997. Evolution, phylogeny and current Status. *In* : Lutz P. L., Musick J. A. (eds) *The biology of sea turtles. Vol. I, Chapter 1*, CRC Press
- Pulcini, Francesca Triossi & Daniela S. Pace Presenza di *Tursiops truncatus* lungo le coste dell’Isola di Lampedusa (Arcipelago delle Pelagie). *Natura - Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, 90 (2): 189-193.
- Schofield G, Hobson VJ, Fossette S, Lilley MKS, Katselidis KA, Hays GC., 2010. Fidelity to foraging sites, consistency of migration routes and habitat modulation of home range by sea turtles. *Diversity and Distributions* 16, pp. 840–853.

- Schroeder, B.A., Foley, A.M., Bagley, D.A., 2003. Nesting Patterns, Reproductive Migrations, and Adult Foraging Areas of Loggerhead Turtles. *In* Bolten, A. & Witherington, B.E. (eds). *Loggerhead Sea Turtles*. Chapter 7. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., USA.
- Sella I., 1982. Sea Turtles in the eastern Mediterranean and northern Red Sea. *In*: Bjorndal, K.A., (Ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C., 417–423.
- Seymour R. S. 1982. Physiological adaptations to aquatic life *In* *Biology of the Reptilia*, in Vol 13, Gans C., Academic Press, New York, Chapter 1
- Studio Editoria Sud, 1991. *Isole Pelagie: passato e presente*. Agrigento.
- Vallini, C., Gerosa, G., Gavanelli, G., Agostinis R., 2003. Interaction between trawls and loggerhead turtles in the northwestern Adriatic Sea. *In* Margaritoulis, D., Demetropoulos, A. (eds) *Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles*, Rome, 24-28 October 2001. Nicosia, Cyprus- Barcelona Convention, Bern Convention, Bonn Convention (CMS), pp. 247-250.
- W. N. Witzell, 1996. Distribution and relative abundance of sea turtles caught incidentally by the U.S. pelagic longline fleet in the western North Atlantic Ocean, 1992-1995.
- Wilson E. O. 1992. *The diversity of life*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA
- Witherington, B.E., 1999. Reducing threats to nesting habitat. *In* Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donnelly, M., (Ed.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. Publication No 4. Washington, 179–183
- Witherington, B.E., 2003. Biological Conservation of Loggerheads: Challenges and opportunities. *In* Bolten, A. & Witherington, B.E. (eds). *Loggerhead Sea Turtles*. Chapter 18. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., USA.
- Witherington, B.E., Martin, R.E., 1996. Understanding, assessing, and resolving light pollution problems on sea turtle nesting beaches. FMRI Tech. Rep. TR-2. Florida Marine Research Institute, St. Petersburg, Florida, pp. 73.
- Wyneken J., 2002. The External Morphology, Musculoskeletal System, and Neuro-Anatomy of Sea Turtles. *In* *The Biology of Sea Turtles*, Vol. II, eds. P.L. Lutz, J.A. Musick and J. Wyneken. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Wyneken J., 2005. *Guide to the anatomy of the sea turtle*, NMFS Technical Publication. NOAA Technical memorandum
- Zbinden J.A., Aebischer A., Margaritoulis D., Arlettaz R., 2008. Important areas at sea for adult loggerhead sea turtles in the Mediterranean sea: satellite tracking corroborates findings from potentially biased sources. *Marine Biology* 153, pp. 899–906.

Zbinden J.A., Bearhop S., Bradshaw P., Gill B., Margaritoulis D., Newton J., Godley B.J., 2011. Migratory dichotomy and associated phenotypic variation in marine turtles revealed by satellite tracking and stable isotope analysis. *Marine Ecology Progress Series* 421, pp. 291–302.