

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 1 di 101	Rev. 03

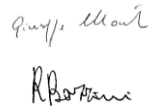
Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

TERMINALE DI PORTOVESME

LE BIOCENOSI BENTONICHE COSTIERE E LE ATTIVITA' DI PESCA DELL'AMBIENTE MARINO DELL'AREA DI PORTOVESME







03	Emissione per Enti	D.Ardizzone	G.Sagaria	G.Monti/ R.Bozzini	15/11/2021
02	Emissione per approvazione	D.Ardizzone	G.Sagaria	G.Monti/ R.Bozzini	10/11/2021
01	Emissione per commenti	D.Ardizzone	G.Sagaria	G.Monti/ R.Bozzini	10/09/21
00	Emissione per commenti	D.Ardizzone	G.Sagaria	G.Monti/ R.Bozzini	30/07/21
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 2 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

INDICE

1	INTRODUZIONE	6
2	L'AREA IN ESAME	8
3	INQUADRAMENTO AMBIENTALE	10
3.1	Climatologia	10
3.2	Geomorfologia	12
3.3	Aree e specie marine protette	13
3.3.1	Praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	14
3.3.2	Prati di <i>Cymodocea nodosa</i>	30
3.3.3	Lagune costiere	32
3.3.4	Siti di Interesse Comunitario	33
4	L'AREA PORTUALE	37
5	LE CONOSCENZE DISPONIBILI SULL'AMBIENTE MARINO	39
6	METODOLOGIA D'INDAGINE PER LA CARTOGRAFIA DEI FONDALI	40
6.1	Ispezione mediante videocamera subacquea trainata	41
7	RISULTATI	47
7.1	La carta delle biocenosi bentoniche	47
8	EVOLUZIONE STORICA DEI FONDALI	56
9	L'ATTIVITÀ DI PESCA	58
9.1	La pesca nelle lagune costiere	58
9.2	La pesca artigianale	59
9.3	Piccolo strascico (pesca costiera ravvicinata)	63
9.4	Metodologia di indagine per la valutazione delle risorse ittiche	64
9.4.1	Monitoraggio dei popolamenti ittici.	64
9.4.2	Metodiche di monitoraggio con <i>visual census</i> in immersione	64
9.5	Metodiche di monitoraggio mediante attività di pesca	66
9.5.1	Popolamenti ittici, risultati	67
	Le specie rilevate e la loro taglia durante i visual census	68
9.5.2	Pescate sperimentali	68
9.6	Le tonnare	72
9.6.1	La tonnara fissa	72

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 3 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

9.6.2	Le tonnare di Portoscuso e di Carloforte (Isola di San Pietro)	75
10	SCHEDE DELLE SPECIE ITTICHE CAMPIONATE NEL PRESENTE STUDIO	80
11	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	100

Riferimenti bibliografici

ALLEGATO 1 – Immagini fotografiche tratte dai transetti video

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 4 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 1-1 - Schema distribuzione gas Portovesme	7
Figura 2-1 - Inquadramento geografico dell'area di indagine	8
Figura 2-2 - Carico di minerale su "bilancelle" al porto di Portovesme nel 1909	9
Figura 3-1 - Rosa dei venti con direzione prevalente del vento a Portoscuso	11
Figura 3-2 - Prateria di Posidonia oceanica	14
Figura 3-3 - Struttura di una pianta di Posidonia oceanica, con rizoma, radici, foglie, frutto, semi	15
Figura 3-4 - La "matte" della Posidonia	16
Figura 3-5 - Fiore di Posidonia	17
Figura 3-6 - A sinistra: Posidonia insediata su roccia; a destra Posidonia insediata su matte (in primo piano) e su sabbia (in secondo piano)	18
Figura 3-7 - Posidonia che affiora a formare un recif barrier	19
Figura 3-8 - Prateria di Posidonia oceanica	23
Figura 3-9 - Alghe calcaree e briozoi epifiti su foglie di Posidonia	24
Figura 3-10 - Specie ittiche tra la Posidonia	26
Figura 3-11 - Varie specie sulla matte di Posidonia	27
Figura 3-12 - Una seppia tra la Posidonia	28
Figura 3-13 - Prato di Cymodocea nodosa	31
Figura 3-14 - I SIC presenti in ambito del Comune di Portoscuso (1 = Costa di Nebida, 2 = Punta S'Aliga) e fuori dall'ambito comunale (3 = Isola di S. Pietro)	33
Figura 4-1- L'area portuale di Portovesme	38
Figura 5-1 - Andamento delle batimetrie nella zona di Portoscuso	39
Figura 5-2 - Distribuzione della prateria di Posidonia sui fondali antistanti Portovesme secondo l'Atlante "Mappatura della Posidonia oceanica in Sardegna" del 2000 (in rosso: Posidonia oceanica su roccia, in verde: P. oceanica su matte)	40
Figura 6-1 - L'area di indagine (riquadro rosso) come appare nella ortofotografia del 2019 (Portale Cartografico Regione Sardegna)	41
Figura 6-2 - I percorsi effettuati con videocamera trainata nell'area di indagine	42
Figura 6-3 - La videocamera trainata utilizzata per il rilievo a Portovesme (a sinistra) e il rullo con il cavo di traino / trasmissione del segnale	44
Figura 6-4 - Operatore al monitor di controllo della videocamera trainata	45
Figura 6-5 - Posizione dei 55 frames fotografici che descrivono le caratteristiche delle biocenosi bentoniche presenti	45
Figura 7-1 - Distribuzione delle biocenosi bentoniche sui fondali antistanti Portovesme (in verde: prateria di Posidonia oceanica insediata prevalentemente su matte; in marrone: matte morta di Posidonia; in verde tratteggiato: matte con Posidonia a fasci isolati; in rosso: roccia con popolamento algale infralitorale; in giallo: substrato sabbioso, in tratteggiato azzurro: Cymodocea nodosa rada)	48
Figura 7-2 - Prateria di Posidonia insediata su matte	50
Figura 7-3 -Prateria di Posidonia insediata su matte, con evidente scalino	50
Figura 7-4 - Prateria di Posidonia insediata su matte, con chiazze di sabbia e matte morta	51
Figura 7-5 - Matte morta con chiazze di Posidonia viva	51
Figura 7-6 - Formazioni di matte con chiazze di Posidonia viva	52

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 5 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Figura 7-7 - Formazioni di matte morta con chiazze di Posidonia viva alla base	52
Figura 7-8 - Matte morta di Posidonia	53
Figura 7-9 - Matte morta di Posidonia con popolamento di alghe infralitorali	53
Figura 7-10 - Ricci Paracentrothus lividus su matte morta di Posidonia	54
Figura 7-11 - Blocchi di roccia sulla Posidonia	54
Figura 7-12 - Sabbia con sparsa Cymodocea nodosa	55
Figura 9-1 - Rete tramaglio	61
Figura 9-2 – Nassa	62
Figura 9-3 - Parangali di superficie (in alto) e di fondo (in basso)	62
Figura 9-4 - Piccolo strascico costiero	64
Figura 9-5 - Metodologia UVC applicata con il metodo del transetto. L'operatore segue un percorso di lunghezza e larghezza nota ed esegue il censimento delle specie presenti all'intero dell'area di rilevamento. In rosso il campo visivo	65
Figura 9-6 - Il peschereccio utilizzato per le pescate sperimentali	66
Figura 9-7 - La rete di tipo tramaglio impiegata per le pescate	67
Figura 9-8 - Uno schema di tonnara fissa posta in opera . Da Addis 2009	73
Figura 9-9 - Andamento delle quote pescabili di tonno per lo stock orientale	75
Figura 9-10 - Serie storica degli esemplari pescati dalla tonnara di Capo Altano	76
Figura 9-11 - Serie storica degli esemplari pescati dalla tonnara di Isola Piana.	77

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 6 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

1 INTRODUZIONE

La Società Snam Rete Gas, ("SRG"), società di Snam S.p.A ("Snam"), una delle principali società di infrastrutture energetiche al mondo e principale TSO (Transport System Operator - gestore del sistema di trasporto gas), intende realizzare nel porto commerciale di Portovesme un terminale di rigassificazione per consentire:

- lo stoccaggio di GNL e la vaporizzazione di gas naturale liquefatto (GNL) che verrà immesso nella futura rete di trasporto di proprietà di Enura SpA.
- Servizi di Small Scale LNG:
 - Stoccaggio e distribuzione di GNL via terra tramite autocisterne (truck loading)
 - Stoccaggio e distribuzione di GNL su navi metaniere "bunkering vessels"

Il Terminale sarà costituito da una unità di stoccaggio e rigassificazione flottante (FSRU) di capacità di stoccaggio di 130.000 m³ [FT2] di GNL e portata di rigassificazione massima di 330.000 Sm³/h, permanentemente ormeggiata alla Banchina Est del porto commerciale di Portovesme e da un Impianto di Ricezione collocato in banchina che garantirà i principali servizi della FSRU.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 7 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 1-1 – Inquadramento generale dell'area di intervento

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 8 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

2

L'AREA IN ESAME

L'area oggetto di indagine si trova antistante l'antemurale del porto di Portovesme, una frazione del comune di Portoscuso in provincia del Sud Sardegna, ex Provincia di Carbonia-Iglesias (CI).



Figura 2-1 - Inquadrimento geografico dell'area di indagine

Portovesme ospita un porto industriale e commerciale dal quale è possibile raggiungere l'isola di San Pietro, inoltre è sede di un importante polo industriale, specializzato nella metallurgia non ferrosa, unico in Italia per le sue produzioni: allumina da bauxite (stabilimento Eurallumina, ora chiuso), alluminio primario (lingotti da fonderia) (stabilimento Alcoa, ex Alumina, ex Alsar ex "Alumix"), zinco, piombo ed acido solforico da minerale (stabilimento Portovesme srl, ex SAMIM, ex Ammi).

A tali impianti si aggiungono quelli per la produzione di laminati e profilati di alluminio e le centrali termoelettriche ENEL, che generano il 45% dell'energia elettrica prodotta in Sardegna.

Nel medioevo Portovesme, allora noto come Canneddas o Canelles, era un piccolo porto nelle cui vicinanze erano situate modeste baracche di pescatori. Fonti del XVI secolo lo danno come uno dei due porti del nascente borgo di Portoscuso. Fu ingrandito nel XVIII secolo per collegare la nuova cittadina di Carloforte, sorta

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 9 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

sull'isola di San Pietro, con l'isola madre. A partire dalla metà del XIX secolo nella zona sud-occidentale dell'isola di Sardegna, il Sulcis-Iglesiente, iniziò lo sfruttamento in senso capitalistico delle miniere di piombo e di zinco, all'epoca considerate tra le più redditizie al mondo. La Società di Monteponi, Regia Miniera presso Iglesias, che gestiva la miniera situata a circa tre chilometri dalla città di Iglesias (anticamente *Villa di Chiesa*), realizzò nel comune di Portoscuso un nuovo porto per il trasporto dei minerali. La località prescelta, nel 1870, denominata *Is Canneddas*, fu rinominata Portovesme in onore del conte Carlo Baudi di Vesme, ideatore di quel porto e presidente di quella società. La stessa Società di Monteponi costruì una Ferrovia a scartamento ridotto tra Monteponi e Portovesme e investì nella realizzazione della centrale termoelettrica, alimentata con carbone estratto nel Sulcis e che a sua volta forniva l'energia necessaria per le attività estrattive. Per realizzare la struttura portuale vennero banchinati diversi metri di arenile e scavato un canale navigabile per imbarcazioni fino a venti tonnellate.



Figura 2-2 - Carico di minerale su “bilancelle” al porto di Portovesme nel 1909
(immagine: Sardegnaminiere.it)

Il progressivo esaurimento dei filoni più produttivi e la diminuzione delle protezioni doganali provocarono, a partire dal secondo dopoguerra, la crisi delle miniere sarde, che subivano la concorrenza di minerali di importazione che risultavano più convenienti di quelli prodotti in loco. Le società private che detenevano le concessioni minerarie si ritirarono lasciando spazio all'intervento statale, che si orientò verso la realizzazione di un grande polo metallurgico che potesse assorbire i dipendenti delle miniere del Sulcis e dell'Iglesiente in fase di chiusura. Tra il 1969 ed

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 10 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

il 1972 sull'antico porto minerario nacque il polo industriale di Portovesme a seguito dell'intervento di due enti pubblici: l'EFIM investì in un polo integrato dell'alluminio, costituendo l'Eurallumina per la lavorazione della bauxite, l'Alsar per la produzione di alluminio primario e la Sardal e la Comsal per le successive lavorazioni; l'EGAM, oltre a rilevare la gestione delle poche miniere rimaste aperte, realizzò nei primi anni '70 gli impianti per la lavorazione del piombo e dello zinco, poi radicalmente rinnovati dall'ENI negli anni'80. Negli anni'90 la liquidazione dell'EFIM e la ristrutturazione dell'ENI portarono gli impianti metallurgici di Portovesme alla privatizzazione, con l'acquisizione da parte di multinazionali del settore (Alcoa e Glencore).

Il Polo Industriale di Portovesme presenta un grado molto elevato di compromissione ambientale dovuto alla presenza di contaminanti metallici nei suoli e nella falda, esito dei processi di lavorazione di piombo, zinco e alluminio. All'interno del polo è inoltre presente il cosiddetto "Bacino dei fanghi rossi", bacino di raccolta dei reflui industriali della Eurallumina, esteso su un'area di circa 180 ettari tra la strada che percorre l'Area Industriale di Portovesme e il mare. Già nel 1990 l'intero polo, in seguito a una delibera del Consiglio dei Ministri, è stato incluso tra le "Aree ad elevato rischio di crisi ambientale" e nel 1993 è stato definito il Piano di Disinquinamento per l'area, la cui situazione è stata definita con un Accordo di Programma tra Stato, Regione ed enti locali nel 1994. Attraverso il D.M. n. 468/2001 è stato poi istituito il Sito d'Interesse Nazionale per le bonifiche (SIN) Sulcis – Iglesiente – Guspinese, la cui perimetrazione provvisoria è stata proposta nel 2003 e definita nel 2011. Nel 2014 è stata emanata un'ordinanza dal Sindaco di Portoscuso, viste le analisi della ASL competente, che ha stabilito il "divieto di commercializzazione o distribuzione a qualunque titolo" di alcuni prodotti del territorio di Portoscuso (vino, uva, olive, pomodori, peperoni, zucchine), informando la popolazione residente del comune dei rischi connessi al consumo dei prodotti locali.

3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE

3.1 Climatologia

Caratterizzazione meteo-climatica

Nel territorio comunale di Portoscuso e nei comuni limitrofi sono presenti le stazioni meteorologiche di Carloforte, Flumentepido, Portovesme, Portoscuso e Bacu Abis, con rilevazioni che risalgono, in alcuni casi, agli anni 1922-1923. Di seguito sono riportati i dati relativi ai principali parametri meteorologici aggiornati al periodo 01/09/2006 – 31/08/2011, relativi alla stazione di monitoraggio di Portoscuso CENPS2.

La termometria

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 11 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

La temperatura media annua é pari a 18,5 °C; il periodo più freddo é compreso tra i mesi di gennaio e febbraio, con valori medi di 12,5 °C circa; le temperature più elevate si verificano nei mesi di luglio ed agosto con valori medi diurni di circa 25,7 °C.

La ventosità

Per quanto riguarda il vento si riporta di seguito la rosa dei venti e i grafici di velocità del vento e classi di stabilità atmosferica ottenuti dai valori della centralina CENPS2. Il vento predominante risulta essere il maestrale.

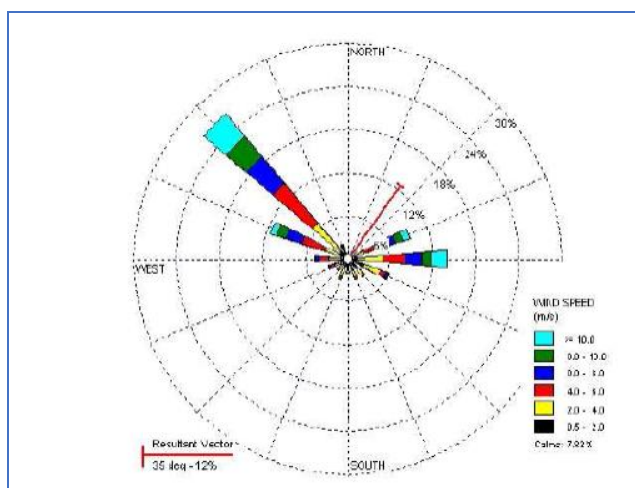


Figura 3-1 - Rosa dei venti con direzione prevalente del vento a Portoscuso

Qualità dell'aria

Il territorio Comunale di Portoscuso è interamente compreso nella perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale del Sulcis - Iglesiente - Guspinese. Lungo le coste italiane esistono numerose aree compromesse a causa di attività industriali pregresse o attuali; alcune di queste sono state riconosciute “di interesse nazionale” (SIN) e sono stati previsti interventi volti a ripristinarle. Tra queste, il Sito denominato Sulcis-Iglesiente-Guspinese, nella Sardegna Sud-occidentale. I siti d'interesse nazionale sono dei siti oggetto di interventi di bonifica, individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. (Art. 252, comma 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii). I SIN differiscono dagli altri siti contaminati, tra l'altro, perché la loro procedura di bonifica è attribuita al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che può avvalersi dell'ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) e di altri soggetti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 12 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

3.2 Geomorfologia

Il sistema costiero costituisce l'elemento più caratterizzante dell'intera area per la forte connotazione sotto il profilo litologico e geomorfologico e per la diversità delle tipologie, sabbiose, rocciose a costa bassa e rocciose a falesia. La morfologia del territorio comunale di Portoscuso può essere considerata in buona sostanza tabulare; il territorio presenta i rilievi con le quote più elevate nella parte settentrionale, in corrispondenza di Monte Cirfini (158 m s.l.m.) e Punta Maiorchina (163 m s.l.m.).

Le forme riscontrabili sono inoltre in netta correlazione con il tipo litologico e l'area nel suo insieme può essere suddivisa in un settore settentrionale-orientale (a Nord di Portoscuso), che costituisce l'alto morfologico, e uno centro-meridionale (a sud di Portoscuso) costituito invece da una piana costiera.

In prossimità di Portoscuso ritroviamo la spiaggia della Caletta, di dimensioni molto ridotte (circa 30 m) e con una battigia ad alta energia che risente maggiormente dell'azione delle onde, mostrando una granulometria che va da grossolana a ghiaiosa ciottolosa. Questa tipologia di spiaggia viene detta "a tasca" (pocket beach) per via della conformazione condizionata dalla presenza ai lati di costa rocciosa.

A sud dell'abitato di Portoscuso, immediatamente a ridosso del porto industriale si trova poi un altro litorale sabbioso (spiaggia di Portovesme) caratterizzato da sabbie a granulometria medio fine di colore giallo chiaro. Si tratta di un litorale che si sviluppa per circa 500 metri e che presenta una forma influenzata dai fenomeni di diffrazione delle onde marine che si producono in corrispondenza dei moli del porticciolo turistico e del porto industriale tra i quali esso è compreso, una parte dell'energia si diffonde anche nella zona d'ombra e le onde arrivano sul litorale con una direzione ruotata rispetto alla direzione di provenienza, di conseguenza la spiaggia mostra una tendenza evolutiva a cuspidato effetto della concomitanza dell'azione erosiva a ridosso dei moli e accumulo nella parte centrale.

A sud del porto industriale, in corrispondenza del polo industriale di Portovesme, la morfologia è fortemente connotata dall'azione antropica che ha determinato lo stravolgimento dei caratteri morfologici originari. Negli anni 1971/72 nella zona di mare antistante il litorale di "Sa Foxi" si sono compiute le operazioni di dragaggio del porto industriale, il materiale prelevato dal fondo consistente in limi e sabbie fini, molto ricche in Gasteropodi, venne scaricato nelle località "Su Stangioni" e "Mari Segau" a costituire un deposito artificiale in grado di livellare la topografia preesistente; su questo venne poi costruito il bacino di colmata dei materiali di risulta della lavorazione della bauxite noti come "fanghi rossi". A protezione di questo deposito dall'azione delle mareggiate venne costruita, nel 1972, verso mare, una diga frangiflutto in pietra.

Degna di nota, in questo contesto litorale caratterizzato da un profilo di spiaggia bassa con dune, stagni e laguna che fanno da transizione alle aree agricole e industriali dell'entroterra, è la freccia litorale di Punta de S'Aliga, che rappresenta uno degli esempi di frecce litorali più significativi in Sardegna per la sua perfetta struttura parallela alla costa; essa appartiene all'ecosistema lagunare e stagionale della foce del

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 13 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Rio Paringianu costituito da “Sa Foxi” e dalla Peschiera di Boi Cerbus. Si tratta di una freccia litoranea sabbiosa orientata Nord-Sud creata dall'accumulo di sedimenti mobilizzati sia dalle correnti di deriva litorale che dagli apporti solidi del Rio Paringianu e costituisce una morfologia in continua evoluzione che presenta un equilibrio estremamente instabile a causa dell'intensa dinamica evolutiva a cui è sottoposta. La crescita della freccia è influenzata dalla continuità dell'alimentazione, dalla relativamente bassa profondità dei fondali e dalla stabilità direzionale delle correnti marine. Tutta l'area ha subito e subisce nel tempo graduali trasformazioni con fenomeni di ristagni e interrimenti dovuti allo sviluppo della vegetazione palustre per via del mancato deflusso fluviale causato dalla deviazione verso sud dell'asta terminale del Rio Paringianu a seguito di canalizzazione. P.ta s'Aliga, che costituisce un frammento molto ridotto di un'area che fino agli anni cinquanta si estendeva fino all'altezza di Portoscuso, rappresenta uno dei pochi esempi di frecce litorali presenti in Sardegna ed uno dei più significativi delle coste italiane.

I sedimenti costituenti Punta de S'Aliga vanno a formare nella parte settentrionale della freccia depositi eolici costituenti piccoli cordoni dunali paralleli alla direzione del vento più o meno stabilizzati dalla vegetazione, e man mano che si procede verso la punta la spiaggia, non più protetta dalla vegetazione evolve in una suggestiva lingua sabbiosa praticamente al livello del mare.

La freccia litorale protegge totalmente dall'azione delle onde la laguna di Boi Cerbus, la cui parte nord orientale ha subito negli anni un accrescimento attribuibile quasi esclusivamente agli apporti del Rio Paringianu, dalla foce fino alla “Casa del Pescatore”.

3.3 Aree e specie marine protette

Buona parte del litorale di Portoscuso – Portovesme, del Canale tra la costa e le isole di S. Pietro e S. Antioco e i fondali delle 2 isole prima citati sono caratterizzati dalla presenza di Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa, due Fanerogame marine considerate un ecosistema prioritario dalla Comunità Europea con la direttiva n° 43/92 CEE relativa alla “conservazione degli habitat naturali e semi-naturali e della flora e della fauna selvatiche”, recepita nell'ordinamento italiano dal D.P.R. n° 357 del 08/09/1997. La Posidonia oceanica è specie protetta in quanto inclusa nell'allegato II (pubblicato sul supplemento ordinario alla gazzetta ufficiale S.G. n° 146 in data 24/06/99) alla Convenzione di Berna del 19/11/1979 relativa alla “Conservazione della vita selvatica dell'ambiente naturale in Europa” ratificata in Italia con la legge n° 503 del 05/ 08/ 1981 (pubblicata nella gazzetta ufficiale n° 250 dell'11/9/1981). La Posidonia oceanica è inoltre inserita nell'Annesso II alla Convenzione di Barcellona del 1995 per la protezione del Mediterraneo dall'inquinamento, ratificata in Italia con legge n° 175 del 27/05/99.

Sono considerati habitat prioritari ai sensi della direttiva n° 43/92 CEE anche le lagune costiere salmastre, ben rappresentate nel SIC di Punta S'Aliga.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 14 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

3.3.1 Praterie di *Posidonia oceanica*

Le distese di vegetazione subacquea che caratterizzano buona parte dei fondali costieri mediterranei non sono costituite da alghe, ma da una pianta superiore, dotata di radici fusto e foglie, la *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813 (fig. 2.2)



Figura 3-2 - Prateria di *Posidonia oceanica*

La storia della *Posidonia* è antica e la sua origine è lontana, la zona australe dell'emisfero meridionale del nostro pianeta. La sua storia inizia circa 100 milioni di anni fa, nell'Era Mesozoica, quando una pianta costiera lasciò la terra emersa per tornare a colonizzare l'ambiente marino. Questo processo richiese lo sviluppo di una vasta gamma di mutamenti quali la capacità di vivere totalmente sommersa, la tolleranza all'elevata salinità dell'acqua marina, un efficace sistema di ancoraggio a un substrato mobile come quello sabbioso e un polline in grado di essere trasportato dall'acqua. Tali adattamenti se da una parte permisero alle piante di occupare ampi spazi sottomarini e di formare delle vere e proprie praterie sommerse, dall'altra portarono ad una bassa diversificazione morfologica nonché genetica. Lo scarso successo riproduttivo in ambiente acquatico (legato anche alla mancanza di agenti di trasporto specie-specifici come gli insetti) ha determinato nel corso del tempo, una bassa variabilità del corredo genetico tra le specie appartenenti a questo raggruppamento ecologico. Quelle che oggi definiamo Fanerogame marine sono un gruppo di sole 4 famiglie distribuite nelle aree costiere in tutti i mari del mondo.

I primi fossili di *Posidonia* (*P. cretacea*) risalgono al Cretaceo, circa 120 milioni di anni fa. In quell'epoca in cui le masse continentali non erano ancora suddivise, la pianta si distribuiva in tutto l'antico oceano Tetide. Successivamente, la frammentazione del bacino della Tetide a causa di variazioni climatiche e geologiche, determinò la lenta e graduale diversificazione delle specie. Una parte rimase confinata nell'attuale Australia, un'altra parte nel Mediterraneo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 15 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Oggigiorno *Posidonia oceanica* è presente sia lungo le coste orientali che occidentali del bacino Mediterraneo, con un areale di distribuzione che arriva ad est nelle Isole Chafarinas e a ovest nel Mare di Alboran. Non si sviluppa in prossimità dei grandi fiumi, né è presente nei mari del Libano, della Siria o d'Israele ed ha una distribuzione molto limitata in Egitto, Marocco ed Adriatico.

Caratteristiche della Posidonia

Abbiamo detto che *Posidonia oceanica* è una pianta superiore con radici, fusti e foglie, ma il fusto è trasformato e non riconoscibile in maniera macroscopica (fig. 2.3). Il fusto, infatti, è modificato in rizomi che possono svilupparsi sia parallelamente che perpendicolarmente al fondale. I rizomi sono piccoli fusti lignificati, che in media raggiungono lo spessore di 1 cm e appaiono ricoperti di squame, i resti delle foglie cadute. La densità dei rizomi può raggiungere 700-800 per metro quadro nelle migliori condizioni, quindi la copertura delle piante è talmente elevata che non si riesce a vedere lo strato basale e il loro impianto complessivo è quello tipico di una prateria.

I rizomi orizzontali crescono più velocemente dei rizomi verticali (3-4 cm/anno contro 0,5-1 cm/anno) e si ramificano con maggiore frequenza. Questo perché i primi sono responsabili dell'espansione laterale della prateria e dell'occupazione progressiva dello spazio, mentre i secondi evitano che la pianta sia sotterrata dalla sedimentazione con la crescita verticale. La crescita orizzontale dei rizomi prevale, pertanto, ai bordi delle praterie mentre lo sviluppo verticale è più frequente nelle zone centrali. Sebbene i due tipi di rizomi abbiano caratteristiche differenti in lunghezza e velocità di accrescimento, la loro differenziazione non è definitiva e l'asse di accrescimento può cambiare direzione in funzione dello spazio disponibile o del tasso di sedimentazione.

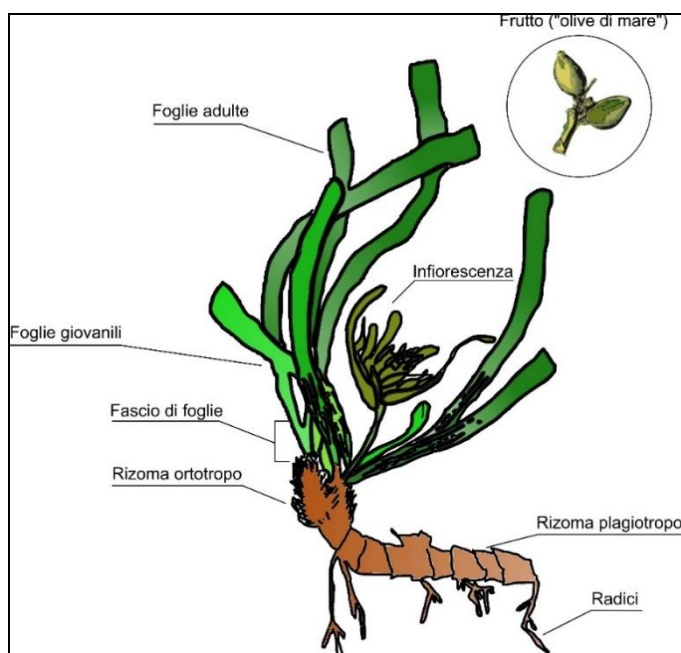


Figura 3-3 - Struttura di una pianta di *Posidonia oceanica*, con rizoma, radici, foglie, frutto, semi

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 16 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Col tempo, l'accrescimento verticale dei rizomi determina un innalzamento del fondo marino e la formazione di un compatto intreccio di sedimento, rizomi e radici vecchie, denominato *matte*, alla sommità della quale sono presenti i fasci viventi della fanerogama.

La presenza della *matte* permette alla prateria di consolidarsi al substrato, di resistere all'azione del moto ondoso e di proteggere le coste dallo stesso. Molto spesso, in seguito a un peggioramento delle condizioni ambientali che possono far degenerare e morire la pianta, la parte di foglie e fusti scompare, mentre la *matte* persiste con l'intreccio dei soli rizomi e radici morte e viene, pertanto, denominata "*matte morta*" (fig. 2.4).

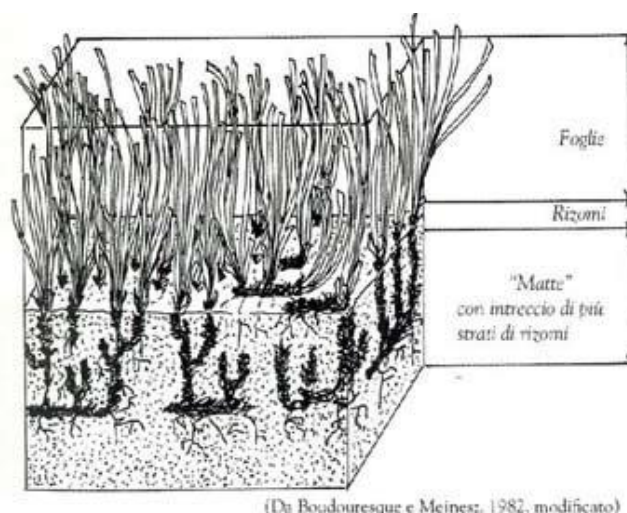


Figura 3-4 - La "matte" della Posidonia

Le radici si accrescono dalla parte inferiore dei rizomi, sono piccole e robuste e si lignificano abbastanza rapidamente. Sono raggruppate in gruppi di 4-5, ma nelle zone di maggiore idrodinamismo il loro numero aumenta per consentire alla pianta, che se ne serve sia per ancorarsi al substrato che per assorbirne i nutrienti, di consolidarsi saldamente.

Dalla parte terminale dei rizomi si sviluppano le foglie, raggruppandosi anch'esse come le radici in fasci di 5-8. Sono nastriformi, larghe circa 1 cm e lunghe dai 20 cm fino a circa 1 m. Le foglie più giovani nascono al centro del fascio, che pertanto esternamente presenta le foglie più vecchie (fig. 2.5). Queste oltre ad essere più lunghe, sono di un verde molto più intenso, molto più epifitate e talvolta i loro apici sono lacerati dai morsi degli erbivori. Sono foglie in grado di compiere la fotosintesi su entrambe le lamine, in modo che se piegate dall'azione del moto ondoso, siano sempre in grado di catturare la luce ed immagazzinare energia.

Il ritmo di crescita e la produzione delle foglie sembrano non essere direttamente correlate con i fattori ambientali, ma piuttosto il risultato di un ciclo interno legato alla mobilitazione delle riserve immagazzinate nei rizomi. In generale, tutto il materiale fogliare si rinnova in un anno (la longevità delle foglie va dai 4 agli 11 mesi) anche se

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 17 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

nelle praterie più profonde le foglie possono rimanere attaccate alla pianta anche per più tempo.

La produzione delle foglie nuove segue un andamento bimodale con valori alti in primavera e autunno (raggiungendo il picco massimo a settembre), un minimo estivo e una diminuzione invernale. Di solito le foglie che nascono in estate vivono meno tempo e sono più corte, mentre quelle autunnali sono più lunghe e longeve. Sembra, pertanto, che in autunno la pianta spenda le sue energie per la produzione di foglie nuove piuttosto che per la loro crescita, mentre in primavera si inverte questa tendenza.

La Posidonia si riproduce sessualmente tramite dei fiori ermafroditi raccolti in infiorescenze, ma questo processo è molto raro e predomina generalmente la riproduzione vegetativa attraverso l'accrescimento dei rizomi. Le infiorescenze sono formate da un lungo peduncolo (20-30 cm) al centro del fascio fogliare e sono presenti in genere dai 3 ai 5 fiori ermafroditi (figura 2.5).

I fiori appaiono in autunno (il periodo riproduttivo va da settembre a novembre. Dopo la fecondazione, la maturazione del frutto dura circa 4 mesi e in primavera, una volta cresciuto, possiede una forma sferica e un colore verde intenso (viene chiamato per questo "oliva di mare") e galleggia in superficie un paio di giorni prima di lasciar cadere l'unico seme che contiene. Una volta sul fondo, se le condizioni ambientali sono favorevoli, dal seme si sviluppa una piccola plantula che, se il substrato è in condizioni di idrodinamismo moderato, si ancora al fondale.



Figura 3-5 - Fiore di Posidonia

La riproduzione sessuale non è frequente per questa specie, il cui successo riproduttivo sembra essere molto basso. Tale ipotesi è corroborata dalla scarsa variabilità genetica delle praterie del Mediterraneo.

La riproduzione asessuale avviene per talea, tramite l'accrescimento dei rizomi che ne producono di nuovi. È stato stimato che in condizioni favorevoli riescano ad attecchire circa tre talee per ettaro l'anno e possono esserci intere praterie originatesi dalla moltiplicazione di un singolo clone. Talvolta, alcuni rizomi isolati possono arrivare a stabilizzarsi e a formare macchie di prateria in aree prive di vegetazione. Le stime effettuate sui tassi di reclutamento e sopravvivenza dei fasci hanno dimostrato

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 18 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

che anche quando questi rari casi si verificano, la densità dei fasci è sempre molto bassa. Questo fattore è anche indice di una scarsa capacità di recupero da parte di praterie che si trovino in condizioni degradate.

Importanza delle praterie

Le praterie di *P. oceanica* si sviluppano dai bassi fondali superficiali fino a una profondità che varia tra i 35 e i 45 m a seconda della trasparenza dell'acqua, fattore che condiziona il rendimento fotosintetico della pianta. Essa cresce sia su substrati di tipo mobile (sabbia) che rocciosi, ma in generale si è osservato che colonizzano i fondali rocciosi nelle zone più superficiali (fig. 2.6) e soggette a forti mareggiate, mentre nelle grandi pianure sommerse o a profondità maggiori dove l'idrodinamismo è più limitato, si instaura soprattutto sui fondali sabbiosi (fig. 2.6).



Figura 3-6 - A sinistra: Posidonia insediata su roccia; a destra Posidonia insediata su matte (in primo piano) e su sabbia (in secondo piano)

È una pianta stenoalina, non sopporta cioè grandi variazioni di salinità, non potendo vivere in acque con salinità inferiore al 33‰ o maggiore del 39‰. Tollera, invece, grandi escursioni termiche potendo vivere tranquillamente dai 10° C ai 28° C. La duplice tipologia di crescita dei rizomi consente alla pianta, non solo di espandersi spazialmente, ma anche di evitare, grazie alla crescita verticale, di essere interrata dai sedimenti. Man mano che lo spessore della matte aumenta (si sono stimati per un arco temporale di 30 anni, tassi di crescita verticale pari a 0,3-1,5 cm/anno) la prateria si eleva rispetto al fondo avvicinandosi alle zone più superficiali di maggiore idrodinamismo, fino a raggiungere un punto di equilibrio tra l'erosione per azione del moto ondoso e la crescita della matte. In zone con idrodinamismo piuttosto moderato, la prateria disponendosi parallelamente alla costa ed a una certa distanza dalla stessa (50 - 100 m), può dare origine ad una formazione chiamata "récif frangeant". Continuando ad accrescersi verso il largo tale struttura può trasformarsi in una "récif barrière", una vera e propria barriera di Posidonia separata dalla costa da una laguna, le cui foglie possono arrivare in questo caso anche a pelo d'acqua (fig. 2.7).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 19 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 3-7 - Posidonia che affiora a formare un recif barrier

Pertanto, in funzione dell'idrodinamismo e della temperatura dell'acqua, le praterie possono assumere diversi aspetti strutturali. Tra questi si distinguono le praterie "di pianura", cioè praterie più o meno continue (interrotte talvolta da scalini di matte, canali intermatte o altre strutture erosive) che si sviluppano in zone con pendenza del fondale bassa o nulla. Vi sono poi le praterie "a pan di zucchero", anche queste tipiche di zone pianeggianti in cui, a causa dell'eccessiva temperatura dell'acqua, la prateria comincia a deteriorarsi, lasciando solo delle macchie circolari che accrescendosi verso l'alto danno origine a piccoli isolotti. Sempre di forma circolare, alle basse profondità, le praterie possono avere una conformazione "a microatollo" in cui P. oceanica muore al centro della macchia, mentre questa si sviluppa con rizomi orizzontali nella parte periferica. Le praterie cosiddette "tigrate" e le praterie a "scalinata", sebbene tipiche di due tipi di fondali differenti (mobili e poco profondi le prime, rocciosi le seconde), possiedono una conformazione simile. Infatti, in entrambi i casi, fasce parallele di prateria sono alternate a strisce di matte morta o di substrato roccioso privo di Posidonia. Tale conformazione, che dall'alto appare "tigrata" è legata in entrambi i casi a una corrente di fondo in grado di erodere almeno parzialmente i rizomi. Alle profondità maggiori le conformazioni più comuni sono quelle delle praterie di "collina" (in zone con forte idrodinamismo) in cui i rizomi hanno un accrescimento soprattutto verticale e generano colline di Posidonia circondate da sabbia. In prossimità del limite inferiore sono comuni le praterie ondegianti", caratterizzate da strisce di praterie leggermente in rilievo separate tra loro da strisce di sabbia (sotto le quali è comune trovare matte morta).

Nonostante quanto argomentato finora, è importante altresì considerare non solo l'influenza dei fattori ambientali sullo sviluppo delle praterie, ma anche il ruolo che le praterie a loro volta hanno nella protezione delle coste dall'erosione del moto ondoso. Tanto le foglie quanto i rizomi hanno una funzione molto importante nella stabilizzazione dei fondali sommersi e nella riduzione del moto ondoso. Le foglie, non solo sono molto resistenti all'idrodinamismo grazie alla loro flessibilità, ma

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 20 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

condizionano, inoltre, il flusso dell'acqua riducendo la velocità della corrente, dissipando l'energia e attenuando la turbolenza. Grazie alla presenza delle foglie, l'energia che arriva in prossimità del sedimento in una prateria è minore e la risospensione delle particelle del sedimento sarà, pertanto, ridotta. Congiuntamente il complesso sistema di radici e rizomi favorisce la decantazione e la sedimentazione delle particelle, contribuendo considerevolmente alla fissazione dei sedimenti incoerenti. È stato dimostrato, tramite l'uso di particelle marcate, che la risospensione di sedimento all'interno di una prateria è 3 volte inferiore rispetto ad una zona limitrofa priva di Posidonia. Le praterie sono, quindi, attraverso questi meccanismi, una sorta di filtro per le particelle in sospensione nelle acque costiere, contribuendo attivamente al mantenimento della qualità e della trasparenza delle acque, nonché alla loro ossigenazione. L'efficacia della protezione offerta al litorale dalle praterie è dimostrata dalle conseguenze a catena che possono essere innescate dalla loro scomparsa, quali instabilità ed erosione dei fondi, regressione delle spiagge, alterazione dei tassi sedimentari, ecc.

Posidonia oceanica è, inoltre, una pianta molto sensibile all'eutrofizzazione e alla maggior parte dei contaminanti. Questa fanerogama marina può, pertanto, considerarsi una pianta indicatrice di acque limpide, ben ossigenate ed esenti da contaminazioni. Infine, le praterie costituiscono un habitat per moltissime specie di invertebrati, pesci, molluschi, specie vagili e specie sessili che vivono intorno o sulle foglie e nella la matte.

La produzione primaria nelle praterie di Posidonia

La fotosintesi per una pianta acquatica come la P. oceanica dipende principalmente dalla trasparenza dell'acqua, la quale diminuisce molto rapidamente all'aumentare della profondità. La respirazione è, invece, indipendente dalla luce ed è relativamente elevata in questa pianta poiché deve rifornire organi sotterranei (i rizomi e le radici) che non sono fotosintetici, ma che hanno una grande domanda respiratoria. Per questo motivo la produzione primaria disponibile per la crescita della pianta è molto inferiore rispetto alla produzione totale. Ciò permette di comprendere il motivo per il quale le praterie di Posidonia non si spingono mai oltre i 40 - 45 m di profondità, perché la pianta è così sensibile ai cambiamenti di trasparenza dell'acqua e perché molte praterie a causa di un intorbidamento delle acque (generalmente conseguenza di un'attività antropica) subiscono una repentina regressione del limite inferiore.

Per quanto riguarda la disponibilità di nutrienti, invece, essendo una specie endemica di un mare oligotrofico, P. oceanica sembra essere ben adattata ad una loro scarsa disponibilità. Inoltre, il ciclo vitale della pianta è condizionato da una peculiare condizione stagionale del Mediterraneo. Infatti, durante l'estate, nei periodi di massima intensità di luce (migliori, quindi, per compiere la fotosintesi), la disponibilità di nutrienti è molto bassa, mentre in autunno la disponibilità di nutrienti è maggiore, ma le acque sono più torbide e la luce è meno intensa. Queste condizioni ambientali dovrebbero avere un effetto negativo sulla crescita e la moltiplicazione cellulare, tuttavia P. oceanica, per mezzo dei suoi organi perenni (radici e rizomi), riesce ad

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 21 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

adattarsi alla situazione grazie ad un sistema di doppio immagazzinamento. Durante i mesi estivi, infatti, la pianta produce glucosio per fotosintesi, che invece di essere usato per la crescita delle foglie, viene accumulato nelle foglie stesse e nei rizomi sotto forma di amido. Queste riserve saranno utilizzate in autunno per la crescita delle foglie che da sole, tramite fotosintesi, non avrebbero energia sufficiente data la poca disponibilità di luce. La stessa cosa succede con i nutrienti: in autunno la pianta accumula nutrienti in eccesso avendo sviluppato adattamenti cellulari che le consentono di immagazzinare fosfati e nitrati con grande facilità che saranno utilizzati in estate quando nell'ambiente circostante queste sostanze nutritive scarseggiano.

La pianta, quindi, sfrutta quasi tutte le sue energie nella crescita e nel rinnovo fogliare. Questo processo è fondamentale non solo per le praterie, ma anche per il complesso ecosistema che sostengono. Le foglie forniscono nutrimento, substrato di fissazione e rifugio per molte specie ed il loro rinnovo è fondamentale.

Grazie al denso fogliame, al continuo rinnovo delle foglie e alle grandi superfici che occupano, le praterie di *P. oceanica* sono considerate uno degli ecosistemi più produttivi del pianeta. Tuttavia, i tassi di produzione netta sono molto variabili, e possono andare dai 150 ai 3000 g di peso secco per m². Tale variabilità è legata alla grande varietà di condizioni ambientali e di salute in cui una prateria può trovarsi (dai valori di densità e dalla profondità media nella quale si sviluppa).

In ogni caso, però, la distribuzione della produzione primaria per le varie parti della pianta rimane inalterata. La parte più importante corrisponde alle foglie, in particolare ai lembi fogliari che rappresentano circa un 75% della produzione primaria, mentre ai piccioli rimane circa un 15% della produzione totale. I rizomi e le radici nel loro insieme, non sembrano superare più del 10% della produzione primaria. Infine, non ci sono dati precisi sulle infiorescenze, ma considerata la loro sporadicità, si ritiene che la percentuale loro corrispondente sia molto limitata, sebbene possa aumentare almeno nei periodi riproduttivi in quanto richiedono una grossa mobilitazione di nutrienti per il loro sviluppo.

Il destino di tale produzione è legato ad una catena trofica molto complessa e, a differenza di quanto si potrebbe pensare, non sono le specie erbivore le principali beneficiarie di tale produzione. Solo il 2% della produzione totale arriva alla catena trofica per mezzo degli erbivori. Le poche specie di erbivori (come *Sarpa salpa*, *Paracentrotus lividus* e altri piccoli molluschi e crostacei) che si nutrono direttamente delle foglie, sono soliti consumare poco più del 10% della produzione totale della pianta. Queste specie si rivolgono alle foglie di *Posidonia* soltanto in condizioni di assenza di alternative, preferendo normalmente numerose alghe qualora disponibili. La ragione di tale situazione è da ricercarsi probabilmente nello scarso valore nutritivo delle foglie (con un contenuto di azoto probabilmente insufficiente al metabolismo animale) e alla difficoltà di digestione delle stesse (a causa dell'alto contenuto in cellulosa), tant'è che spesso l'alimentazione di queste specie è legata più che altro agli epifiti che alle foglie stesse.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 22 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Tutto il materiale ingerito e non assimilato passa al livello dei detritivori. A questo livello arrivano, oltre ai resti organici degli erbivori, le foglie cadute stagionalmente. Da una parte, infatti, queste foglie e loro resti si decompongono poco a poco attaccate dai batteri e da altri microrganismi, dall'altra, il materiale viene frammentato ulteriormente dall'azione meccanica delle correnti e dall'abrasione del sedimento, diventando così a sua volta materiale facilmente esportabile in altri ambienti. Le praterie di Posidonia non sono, infatti, sistemi chiusi; dal 10 al 90% delle foglie cadute e non ingerite da parte degli erbivori può essere esportato ad altri ecosistemi per mezzo del moto ondoso. La grande variabilità di questa porzione di produzione è ovviamente legata alle condizioni ambientali in cui la prateria si sviluppa.

I tassi di decomposizione di radici e rizomi sono molto bassi. Sono organi molto lignificati e coriacei e pochi organismi riescono a consumare questi materiali, che si decompongono solo parzialmente e che nel momento stesso in cui vanno a formare la matte, rimangono rapidamente interrati. La mancanza di Ossigeno tra i sedimenti fa sì che circa il 30% di materiale organico prodotto da P. oceanica rimanga per anni immobilizzato nel sedimento.

Infine, bisogna considerare che in tale ecosistema gran parte della produzione primaria è da attribuirsi alla comunità epifitica di foglie e rizomi. Questa può superare anche notevolmente la quantità di produzione primaria propria della pianta, sebbene sia molto variabile e soggetta a variabilità stagionali e batimetriche (è massima in primavera e nelle praterie superficiali).

Praterie di Posidonia e biodiversità

Dal punto di vista ecologico, le praterie di Posidonia oceanica sono tra le più diversificate, complesse e produttive biocenosi presenti lungo la fascia costiera e, laddove le condizioni ambientali siano favorevoli, sono considerate le comunità più stabili della fascia costiera mediterranea tanto da rappresentare per alcuni autori un vero e proprio ecosistema (fig. 2.8).

Oltre a produrre enormi quantità di materia vegetale, la Posidonia costituisce una base morfologica e trofica che sostiene un habitat favorevole a numerose specie animali e vegetali partendo dagli organismi che abitano sulla pianta a tutti i "livelli" (foglie, rizomi e "matte") per arrivare agli erbivori, ai carnivori e ai detritivori che si muovono sopra e all'interno delle praterie. Questi organismi possono abitare tra i rizomi, dentro la matte come organismi fossori o muoversi nello strato fogliare e in quello basale per cercarvi alimento e rifugio, come fanno molte specie di pesci, cefalopodi e crostacei. Esiste, quindi, una serie articolata di vie metaboliche strettamente interconnesse tra loro e a loro volta collegate ad altri habitat sia marini che terrestri (per esempio i cumuli di foglie morte che ricoprono le spiagge), per cui è lecito affermare che le praterie di P. oceanica rappresentano un nucleo di biodiversità unico nel suo genere per il Mediterraneo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 23 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

BIOCENOSI DEL PIANO INFRALITORALE **PRATERIA DI *Posidonia oceanica***



- 1 *Posidonia oceanica*
Posidonia
- 2 *Coris julis* (maschio)
Donzella
- 3 *Electra posidoniae*
- 4 *Sarpa salpa*
Salpa
- 5 *Hippolyte iherms*
- 6 *Coris julis* (femmina)
- 7 *Castagnea* sp.
- 8 *Sertularia perpusilla*
- 9 *Syngnathus typhle*
Pesce ago cavallino
- 10 *Aglaophenia harpago*
- 11 *Pinna nobilis*
Nacchera
- 12 *Fenestrulina joannae*
- 13 *Symphodus* sp.
Tordo
- 14 *Spirorbis paganstecheri*
- 15 *Julubinus exasperatus*
- 16 *Botryllus schlosseri*
- 17 *Spirographis spallanzani*
Ombrella di mare
- 18 *Fosliella* sp.
- 19 *Myrionema orbiculare*
- 20 *Dexamene spiriventris*
- 21 *Codium bursa*
Palla di mare
- 22 *Callipallene* sp.
- 23 *Obelia dichotoma*
- 24 *Spicara maena*
Manola
- 25 *Elysia viridis*
- 26 *Lichenopora radiata*
- 27 *Parastephanae* sp.
- 28 *Echinaster sepositus*
Stella rossa
- 29 *Rissoa violacea*
- 30 *Sphaerechinus granularis*
Riccio di prateria
- 31 *Tricolia pulia*
- 32 *Asterina panceri*
Stella cuscinetto
- 33 *Miniacina miniacea*
- 34 *Paracentrotus lividus*
Riccio femmina
- 35 *Acanthonyx lunulatus*
- 36 *Bitium reticulatum*
- 37 *Verrucosa verrucosa*
Tartufo di mare
- 38 *Margaretta ceroides*
- 39 *Holothuria forskali*
Cetriolo di mare nero
- 40 *Siriella clausi*
- 41 *Schizobranchiella sanguinea*
- 42 *Pisa nodipes*
- 43 *Idotea hederica*
- 44 *Coranthus membranaceus*
- 45 *Striarca lactea*
- 46 *Lima hians*
Lima di mare
- 47 *Rissoa italensis*
- 48 *Cibicides erythropus*
- 49 *Sartella* sp.
trina di mare
- 50 *Zenobiana prismatica*

Figura 3-8 - Prateria di *Posidonia oceanica*

Lo strato fogliare costituisce un habitat superficiale e relativamente instabile, dato il tasso di rinnovo delle foglie, e le specie che vi abitano sono soggette a disturbi quali l'idrodinamismo e il pascolo delle specie erbivore. In questo strato si concentrano soprattutto le comunità epifitiche fotofile composte da organismi sessili sia animali che vegetali di piccole dimensioni e dal ciclo vitale breve, completamente adattati alla vita della foglia. Sono, quindi, comunità molto dinamiche con la composizione delle specie che varia significativamente spostandosi dalla base all'apice della foglia,

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 24 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

a causa soprattutto alle differenze micro ambientali che esistono lungo le foglie stesse. Per molte specie planctoniche lo strato fogliare è un filtro, così come lo è per le particelle di sedimento in sospensione lo è anche per gli organismi viventi, e molte larve, spore e propagoli portati dalle correnti, si instaurano in questo modo sullo strato più superficiale della prateria.

La comunità degli epifiti (fig. 2.9) è formata principalmente da alghe unicellulari come le Diatomee e alghe corallinacee incrostanti. Le Diatomee sono tra i primi organismi che colonizzano le foglie di Posidonia e, insieme a Batteri, Foraminiferi e altri microrganismi come Funghi o Ciliati, costituiscono in pochi giorni uno strato microbico che ricopre tutta la foglia. Tra le specie più comuni di Diatomee presenti in una prateria di *P. oceanica* sono quelle appartenenti ai generi *Cocconeis*, *Amphora*, *Grammatophora* e *Synedra*. Su questo strato, dopo poche settimane dalla sua formazione, cominciano ad instaurarsi le alghe incrostanti. Queste possono essere sia alghe rosse, quali *Pneophyllum fragile* e *Fosliella farinosa*, che alghe brune, come *Myrionema magnusii*, in grado di formare un ricoprimento continuo, di colore bianco-rosato nel primo caso, marroncino nel caso delle alghe brune. Si insediano su tutto lo strato fogliare tanto che potrebbero arrivare a soffocare la foglia e ad impedirle la fotosintesi, se non fosse per la presenza di molti organismi che se ne nutrono. Infine, tra le specie epitife, si trovano sporadicamente anche alcune specie di ascidie (*Botryllus schlosseri*, *Didemnum* spp.) e microspugne (*Phorbastenia tenacior*).



Figura 3-9 - Alghe calcaree e briozoi epifiti su foglie di Posidonia

Gli organismi in grado di muoversi nello strato fogliare sono di varie dimensioni e caratteristiche ecologiche. Si va da specie di piccole dimensioni che si alimentano del perifiton (la microflora che si sviluppa in mare su qualsiasi tipo di substrato) e degli epifiti delle foglie: sono soprattutto crostacei e molluschi, e in maniera meno abbondante policheti, echinodermi e pesci. I crostacei sono soprattutto Anfipodi, dei quali sono state identificate circa 80 specie, rappresentati in particolar modo da *Lysianassa caesarea*, *Eusiroides dellavallei*, *Ampelisca pseudospinimana* e *Hyale*

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 25 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

schmidtii. Tuttavia, sono presenti anche isopodi, come *Idiotea helicta*, e decapodi, quali *Hippolyte inermis*, che tra le foglie trovano alimento e rifugio grazie alle loro capacità mimetiche che permettono loro di confondersi tra le foglie e di cambiare colorazione in funzione della foglia sulla quale si posano. Altri crostacei, i Misidiacei, non sono rappresentati da molte specie, ma alcune di esse sono molto abbondanti nelle praterie e costituiscono un'importante risorsa trofica per molti altri crostacei e per molti pesci. La specie più abbondante è *Siriella clausii* seguita da *Mysidopsis gibbosa* e *Anchialina agilis*. Sono, inoltre, molto abbondanti le specie del genere *Leptomysis* in corrispondenza dei limiti delle praterie. Questi piccoli crostacei sono soliti compiere delle migrazioni notturne nella colonna d'acqua per alimentarsi di plancton e di tornare allo strato fogliare per trovare rifugio durante il giorno.

I Molluschi Gasteropodi, come *Alvania lineata*, *Alvania discors* e alcune specie del genere *Pusillina*, sono rappresentati soprattutto specie che si alimentano raschiando le alghe presenti sulle foglie; questi organismi si distribuiscono tra le foglie di *Posidonia* secondo una sequenza ben determinata, legata alle diverse preferenze alimentari di ogni specie.

Infine, i pesci che abitano le praterie di *Posidonia* sono per lo più specie natanti che si muovono tra lo strato fogliare e lo strato basale della prateria. L'unica specie strettamente legata allo strato fogliare è il gobide *Opeatogenys gracilis* (o pesce ventosa) uno dei pesci più piccoli d'Europa che presenta un'intensa colorazione verde livrea che gli permette di mimetizzarsi perfettamente tra le foglie.

La fauna ittica associata alle praterie di *P. oceanica* può dividersi in specie residenti, specie occasionali e specie che utilizzano la prateria solo per una parte del loro ciclo vitale. Le specie residenti appartengono soprattutto alle famiglie dei Labridi (*Symphodus rostratus*, *S. cinereus*, *S. mediterraneus*, *S. tinca*, *S. ocellatus*, *Labrus merula*, *L. viridis* e *Coris julis*), Sparidi (*Diplodus annularis*, *D. vulgaris*, *Sarpa salpa*, *Boops boops*, *Pagellus acarne*), Serranidi (soprattutto *Serranus scriba*), Signatidi (*Syngnathus typhle*, *Syngnathus acus*, *Hippocampus hippocampus*) Centracantidi (*Spicara maena* e *Spicara smaris*) e Pomacentridi (*Chromis chromis*) (fig. 2.10).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 26 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 3-10 - Specie ittiche tra la Posidonia

Le specie che occupano la prateria per brevi archi temporali possono occuparla per poche ore del giorno o per brevi periodi dell'anno. Per esempio, molti pesci predatori che di giorno si rifugiano nei fondali rocciosi, di notte si approssimano alla prateria in cerca di cibo, è il caso della murena (*Muraena helena*) e del pesce cardinale (*Apogon imberbis*). Durante la notte aumenta anche la presenza di molte specie planctofaghe come la castagnola *Chromis chromis*, la boga (*Boops boops*) e le diverse specie di spicare, mentre i pesci con attività diurna, come i pesci del genere *Symphodus* e la donzella *Coris julis*, rimangono a riposo. Alcune specie abitano le praterie solo per alcuni periodi del loro ciclo vitale, normalmente per riprodursi o per proteggersi dai predatori nelle prime fasi del ciclo vitale. Tra queste, vi sono alcuni molluschi cefalopodi che occasionalmente visitano le praterie come *Sepia officinalis* e specie dei generi *Sepiola* e *Sepietta*.

Alcune specie di pesci abitano, poi, i canali intermatte presenti nelle praterie, come per esempio la triglia (*Mullus surmuletus*), il rombo di rena (*Bothus podas*) e molte specie di pesci piatti (*Arnoglossus* spp.).

Inoltre, esiste un gran numero di specie planctoniche che compiono giornalmente movimenti verticali nella colonna d'acqua: solitamente, nelle ore di luce le specie si trovano sospese nelle acque sovrastanti le praterie e durante la notte scendono al livello fogliare.

Infine, è utile ricordare che le praterie di *Posidonia* hanno una distribuzione batimetrica piuttosto ampia e pertanto la variabilità faunistica e floristica delle comunità dipenderà, oltre che da quanto esposto finora, dalla variabilità dei fattori biotici e abiotici (idrodinamismo, luce e temperatura) lungo questo gradiente.

Al contrario dello strato fogliare, lo strato dei rizomi e della matte è molto stabile e presenta un numero variabile di condizioni idonee alla vita a seconda dello spessore che è in grado di raggiungere (la matte può arrivare a raggiungere anche i 4 m di

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 27 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

spessore). In questo contesto, un altro fattore che influenza molto il tipo di comunità presente è la natura del substrato colonizzato dalla Posidonia. Nelle praterie instaurate su fondali sabbiosi, i rizomi sono per lo più sotterrati e il popolamento animale è formato da tutte quelle specie tipiche dei fondali mobili. Viceversa, sui fondali rocciosi i rizomi sono scoperti, producendo spesso un gran numero di anfratti nei quali si insediano le specie amanti dell'ombra tipiche dei substrati duri.

Anche in questo strato si distingue una componente vegetale e una componente animale. La maggior parte delle alghe che vivono tra lo strato dei rizomi sono specie adattate alla scarsa radiazione solare che arriva a questo livello. Molti studi dimostrano che non esiste una flora esclusiva di questo habitat. Tuttavia, alghe come *Peyssonnelia squamaria* e *P. rubra* sono abitualmente presenti nello strato rizomatoso delle praterie dei fondali mobili, insieme all'alga verde *Flabellia petiolata* e ad alcune alghe rosse filamentose come *Spermothamnion flabellatum*. Le praterie che si insediano sul substrato roccioso possiedono, invece, una flora molto più diversificata. La lista di specie presenti è molto estesa, ma hanno primaria importanza specie quali *Dictyota dichotoma*, *Halopteris scoparia*, *Codium bursa*, *Padina pavonica*, *Dictyopteris polypodioides*, *Halimeda tuna* e la corallinacea incrostante *Mesophyllum alternans*. Quest'ultima specie genera delle concrezioni dalla forma irregolare talmente grandi che costituiscono a loro volta un microhabitat per molte specie animali (fig. 2.11).



Figura 3-11 - Varie specie sulla matte di Posidonia

Per quanto riguarda la componente faunistica, anche in questo caso le specie che abitano lo strato dei rizomi non sono propriamente tipiche delle praterie, quanto piuttosto del substrato mobile o roccioso sul quale la prateria si accresce.

Non per questo però, non sono degne di essere menzionate alcune specie di policheti, molluschi e crostacei decapodi che abitano abitualmente questo livello. Tra i

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 28 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

policheti, gli anellidi possono arrivare a raggiungere circa l'80% delle specie presenti tra i rizomi e di questi, più di un 30% è rappresentato dalla famiglia dei Syllidae. I molluschi sono rappresentati da circa 200 specie tra cui i gasteropodi rappresentano circa il 70% degli esemplari. Tra le specie più abbondanti si ricordano *Alvania cimex*, *A. discors*, *Crisilla semistriata*, *Pusillina philippi*, *Rissoina bruguieri* e *Nodulus contortus*. I bivalvi di Molluschi rappresentano solo un 30% delle specie presenti, ma tra queste *Pinna nobilis* è sicuramente la più importante. Ha una conchiglia molto grande che si infossa nel fondale e per altezza arriva fino allo strato fogliare (possono arrivare a misurare 75 cm). I crostacei decapodi sono, infine, molto più presenti tra i rizomi che tra le foglie e oltre ai paguridi *Cestopagurus timidus* e *Calcinus tubularis*, che rappresentano più del 50% delle specie, sono presenti anche *Athanas nitescens*, *Pisidia longimana*, *Alpheus dentipes*, *Pilumnus hirtellus* e *Galathea bolivari*. Queste sette specie sono di solito presenti sebbene la composizione della comunità possa mostrare variazioni in funzione della profondità o dell'idrodinamismo della zona.

Tra i rizomi sono presenti alcuni rappresentanti di altri gruppi animali tra cui gli echinodermi, con i cetrioli di mare *Holothuria tubulosa* e *H. poli*, che si nutrono costantemente di sedimento e che svolgono per questo un ruolo molto importante nel riciclaggio dei detriti organici che arrivano sui rizomi. *H. poli* è tipica delle praterie superficiali molto rade e di solito vive infossata e ricoperta di foglie, mentre *H. tubulosa* è più frequente nelle praterie dense e profonde. Anche in questo caso i pesci sono rappresentati soprattutto da gobidi come *Gobius cruentatus* e *Lepadogaster candolii* e alcune specie di scorfani, quali *Scorpaena porcus* e *Scorpaena scrofa*, che si alimentano di crostacei e di piccoli pesci (fig. 2.12).



Figura 3-12 - Una seppia tra la Posidonia

I principali fattori di disturbo delle praterie

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 29 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Per la sua funzione negli equilibri ecologici e fisici del sistema litorale e per il ruolo di bioindicatore, la Posidonia è considerata una specie chiave del Mar Mediterraneo, la cui scomparsa o alterazione provocherebbe effetti a catena su una grandissima varietà di organismi, apportando dei danni oltre che ecologici anche economici.

Posidonia oceanica proprio per le caratteristiche descritte, è stata inserita nell'allegato I della Direttiva Habitat (92/43/CEE), che individua gli ambienti che richiedono di essere tutelati attraverso l'istituzione di Siti di Interesse Comunitario (SIC). Esistono inoltre varie convenzioni internazionali (Convenzione di Barcellona, 1976, Convenzione di Berna, 1979, Regolamento Mediterraneo per la pesca 1967/2006) e nazionali che cercano da anni di limitare l'effetto di quelle attività antropiche ritenute principali fattori di disturbo per le praterie. Tali attività danneggiano le praterie sia direttamente, come la pesca a strascico (illegale svolta sui fondali costieri), la nautica da diporto (con l'azione di raschiamento delle ancore sul fondale), la posa di cavi sottomarini (elettrici, gasdotti, ecc.) e gli impianti di maricoltura (effetto ombra, arricchimento organico delle acque) che indirettamente, come la costruzione di opere costiere (con modificazione del regime delle correnti e dei tassi di sedimentazione), gli scarichi di acque reflue (con conseguente aumento della torbidità dell'acqua che ostacola la fotosintesi), il ripascimento delle spiagge.

Ognuna di queste opere, agisce in modo subdolo ed indiretto sulle praterie deteriorandole in maniera progressiva e spesso permanente. I danni maggiori e più diffusi sono, in genere, causati dall'aumento della torbidità delle acque che, influenzando direttamente la fotosintesi della pianta, provoca un'immediata alterazione dello stato di salute dell'intera prateria, arrestando o diminuendo la sua crescita. Ne consegue l'erosione e lo scalzamento delle matte che resa più debole può essere facilmente danneggiata dalle correnti sottomarine.

Principali conseguenze di tali azioni sono: una diminuzione sia della superficie ricoperta dalle praterie che della loro densità fogliare, un arretramento del margine inferiore (la profondità massima a cui si trova una prateria), verso batimetrie minori, uno spostamento del margine superiore verso profondità maggiori. Tutti questi fattori sono indicati più generalmente con il termine di "regressione".

Il fenomeno della regressione è diffuso in tutto il Mediterraneo. In Italia fenomeni di regressione interessano praterie di Liguria, Lazio e Puglia, ma anche di Sicilia e Sardegna.

Le cause della regressione sono molteplici, e spesso agiscono in sinergia tra di loro: la realizzazione di opere lungo la costa con conseguente alterazione del regime sedimentario e delle correnti, aumento della torbidità dell'acqua che causa una diminuzione della luce che penetra sul fondale, la pesca a strascico che opera illegalmente sottocosta, ancoraggio, l'invasione di specie aliene, scarichi fognari, eutrofizzazione e inquinamento.

Il monitoraggio dello stato di salute delle praterie di Posidonia

Nonostante le normative vigenti che tendono a proteggere la Posidonia, da oltre 30 anni molti studi descrivono per la maggior parte delle praterie del Mediterraneo una serie di fenomeni di regressione. È importante, pertanto, monitorare periodicamente

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 30 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

lo stato di salute delle praterie e cercare di attuare le adeguate misure di protezione. Monitoraggi vengono effettuati anche, ad esempio, per la valutazione di impatto di opere costiere litorali.

Per misurare lo stato di salute e conservazione delle praterie, la comunità scientifica ha adottato nel corso degli anni diverse tecniche e metodologie.

Queste tecniche prevedono il prelievo di fasci e/o dei rizomi per l'analisi di parametri quali la tipologia di comunità presenti sulle foglie (molti organismi sono indicatori diretti della qualità delle acque) o misurazioni biometriche (analisi fenologiche) come la lunghezza e lo spessore delle foglie e l'analisi dei tessuti per studiare la risposta diretta dei singoli fasci a determinati tipi di stress. Altre tecniche prevedono una serie di osservazioni in immersione subacquea che vanno dalle misurazioni della densità dei fasci fogliari (numero di fasci fogliari al m²), alle stime di ricoprimento del fondo con *P. oceanica* viva e con matte morta (percentuale di fondale ricoperta da prateria), all'analisi della tipologia dei limiti inferiore e superiore. La matte morta rimane visibile a lungo anche dopo la morte delle piante e la sua presenza è un buon indicatore di un fenomeno regressivo.

3.3.2 Prati di *Cymodocea nodosa*

Come la *Posidonia oceanica*, anche questa specie di vegetale marina non è un'alga, ma una pianta superiore che produce fiori e frutti (fig. 2.13). *Cymodocea nodosa* è una pianta perenne di medie dimensioni. Le sue foglie hanno una lunghezza dai 20 ai 40 centimetri, con massimi intorno ai 50-60 centimetri, e una larghezza dai 3 ai 6 millimetri. Le foglie sono alterne e ad apice arrotondato.

La parte terminale della lamina fogliare è leggermente ristretta e mostra una rada dentellatura, mentre le nervature sono relativamente regolari e tutte simili tra loro. Le piante hanno aspetto di ciuffi costituiti da poche foglie, generalmente da due a cinque. I rizomi sono biancastri o rossastri, robusti e con anelli cicatriziali in corrispondenza dei punti nei quali si sono distaccate le vecchie guaine fogliari.

In corrispondenza dei nodi del rizoma si sviluppano spesse e spesso singole radici avventizie, molto forti e ramificate e in grado di ancorare saldamente le piante al fondale. I rizomi di questa pianta hanno uno sviluppo parallelo al fondale, senza parti che si sviluppano verticalmente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 31 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 3-13 - Prato di Cymodocea nodosa

Questa pianta è diffusa lungo alcune coste dell'Oceano Atlantico, tra il Golfo di Biscaglia e il Senegal, e nel Mar Mediterraneo.

Si tratta forse della più adattabile fanerogama marina, che vive tra i 5-6 metri e i 15-20 metri di profondità. Vive sia lungo le coste, dove il mare presenta una notevole salinità, sia in aree costiere con acque a bassa salinità (ipoaline), come le lagune.

In zone salmastre si mescola alle Zostera sp. e viene da esse sostituita nelle zone dove la salinità si riduce ulteriormente, come alle foci dei fiumi.

Forma prati anche molto estesi, ma sempre molto rade perché le piante sono esili e distanziate tra loro. Ciononostante, come abbiamo detto, sono munite di un efficiente apparato radicale che consente loro di colonizzare anche le matte morte di Posidonia oceanica. Le caratteristiche di questa pianta ne fanno la pianta marina pioniera per eccellenza, capace, se si ripristinano condizioni adatte alla sopravvivenza delle piante su di un fondale, di colonizzare con il tempo estese aree sottomarine.

Le sue capacità di adattamento sono confermate dalla capacità di tollerare le condizioni esistenti in fondali in cui vi siano piccole quantità di idrogeno solforato e una ridotta quantità di ossigeno disciolto nell'acqua (anossia), tipica di acque in bacini chiusi o inquinate, condizione che causa sovente grandi morie di animali.

La riproduzione di questa pianta avviene principalmente per via vegetativa, mentre la riproduzione sessuale avviene per produzione di fiori dioici solitari. Quelli maschili sono costituiti da due antere portate da un lungo peduncolo e quelli femminili sono costituiti da due ovari racchiusi nella guaina fogliare.

La fioritura primaverile, con la produzione di fiori di colore rosato o rossastro, si può osservare tra aprile e giugno ed è evento non troppo comune. Sembra inoltre che si osservi prevalentemente su piante situate al centro delle praterie. La fruttificazione porta alla produzione di piccoli frutti sessili

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 32 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

e discoidali di 8 millimetri di diametro. La germinazione dei semi avviene di solito la stagione successiva, dopo che gli stessi semi hanno trascorso un lungo periodo nel sedimento.

I fondali ricoperti di *Cymodocea nodosa*, come quello colonizzati da altre fanerogame marine, sono veri e propri habitat. In particolare, le praterie costituite da questa pianta, anche se non sono equivalenti a quelle di *Posidonia oceanica*, forniscono un ambiente per la riproduzione e lo sviluppo di organismi marini anche tipici, come i piccoli molluschi della specie *Smaragdia viridis* o i rari cavallucci marini.

Durante l'arco dell'anno, l'aspetto di queste praterie varia sensibilmente e può succedere che, nelle stagioni sfavorevoli, nei siti colonizzati rimangano praticamente i soli rizomi insabbiati, lasciando un fondale spoglio. Alcune praterie, nelle zone dove avvengono buone fioriture, si rinnovano periodicamente con la nascita di nuove piantine dai semi che si trovano sul fondale.

Zostera nana ha foglie molto strette e incise all'apice. *Cymodocea nodosa* si potrebbe invece confondere con *Zostera marina* che però ha foglie con evidenti nervature e dai bordi lisci e non dentati come in *Cymodocea nodosa*. In *Cymodocea nodosa* il rizoma presenta inoltre anche i tipici ingrossamenti ad anello.

Cymodocea nodosa è una specie protetta inclusa nella Convenzione di Barcellona (Allegato 2 e 3) e di BERNIA (Allegato 1). Inserita in RED LIST nel 2010 - valutazione LC.

3.3.3 Lagune costiere

Un altro ambiente di grande importanza naturalistica, presente nella zona di Portovesme, considerato anch'esso habitat prioritario ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE (habitat 1150), è quello delle acque lagunari e degli stagni costieri.

Si tratta di un ambiente acquatico costiero con acque salate o salmastre, poco profonde, caratterizzate da notevoli variazioni stagionali in salinità (in relazione agli apporti idrici, piovosità e evapotraspirazione) e in profondità. Questo habitat coincide con le aree di basso fondale degli ambienti acquatici di transizione, caratterizzati da batimetrie tali da non emergere frequentemente durante le ordinarie basse maree. È un ambiente che risente degli apporti delle acque dolci fluviali e dell'influenza delle acque marine. Tale collocazione gli conferisce caratteristiche ecologiche peculiari ed una eterogeneità, rappresentata dalla variabilità spazio-temporale dei parametri quali salinità, temperatura, concentrazione di nutrienti, delle condizioni idrodinamiche e delle caratteristiche morfologiche.

Tale habitat risulta di fondamentale importanza per la presenza di varie specie di flora e fauna anche di interesse conservazionistico. Inoltre per il ruolo ecologico che svolgono per la conservazione dell'habitat, risultano prioritarie le fanerogame acquatiche (*Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Z. noltei*, *Ruppia cirrhosa* e *R. maritima*).

Essendo la maggior parte delle lagune costiere presenti nell'area incluse in Siti di interesse comunitario, esse vengono descritte nel successivo paragrafo 2.3.4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 33 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

3.3.4 Siti di Interesse Comunitario

All'interno dell'area comunale di Portoscuso sono presenti in parte due aree di tutela: SIC "Costa di Nebida" (ITB040029) e SIC "Punta S'Aliga" (ITB040028) mentre all'esterno dell'ambito comunale troviamo il SIC "Isola di S. Pietro" (ITB040027).

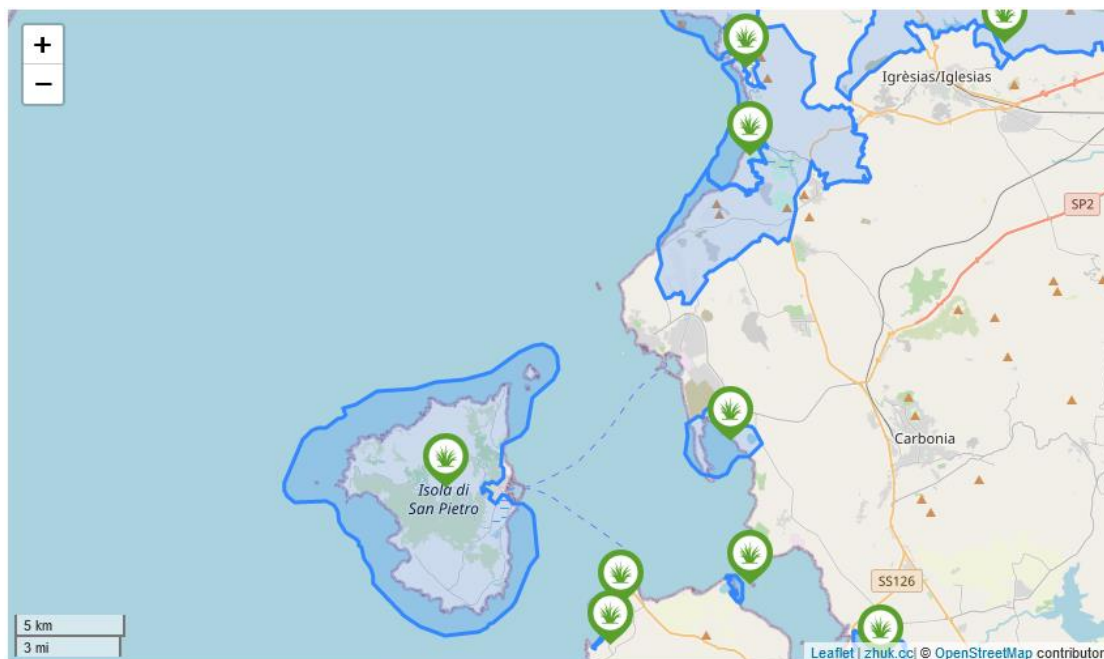


Figura 3-14 - I SIC presenti in ambito del Comune di Portoscuso (1 = Costa di Nebida, 2 = Punta S'Aliga) e fuori dall'ambito comunale (3 = Isola di S. Pietro)

SIC "Costa di Nebida"

L'area interessata dal sito di Natura 2000 SIC "Costa di Nebida" (ITB040029), si colloca nella parte nord del territorio comunale ed interessa i seguenti comuni: Carbonia, Portoscuso, Gonnese e Buggerru. Esso si estende per una superficie di 8.433 ha di cui 966 ha marini, interessando ambienti sia terrestri che acquatici molto diversificati tra di loro. Sono infatti presenti, tra gli altri, praterie di Posidonia oceanica (168 ha), lagune costiere (72 ha), scogliere rocciose (204 ha). Il Piano di Gestione è stato approvato con il Decreto dell'Assessore Regionale della Difesa dell'Ambiente n. 99 del 26/11/2008 e successivamente aggiornato ed approvato con Decreto n. 38 del 29/10/2015.

Il SIC ospita animali di grande valore protezionistico; tra le specie ornitiche, segnalate dalla Scheda Natura 2000 troviamo: Alectoris barbara (Pernice sarda), Calonectris diomedea (Berta maggiore), Circus aeruginosus (Falco di palude), Falco peregrinus (Pellegrino), Falco eleonora (Falco della regina), Hydrobates pelagicus (Uccello delle Tempeste), Porphyrio porphyrio (Pollo sultano), Alcedo atthis (Martin pescatore), Sterna albifrons (Fratello), Larus audouinii (Gabbiano corso), Phalacrocorax aristotelis desmarestii (Marangone dal ciuffo), Rallus aquaticus (Porciglione), Gallinula chloropus (Gallinella d'acqua), Fulica atra (Folaga), Anas crecca (Alzavola).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 34 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Tra le specie dell'erpetofauna: *Testudo hermanni robertmertensi* (Tartaruga comune), *Phyllodactylus europaeus* (Tarantolino), *Speleomantes genei* (Geotirone sardo), *Emys orbicularis* (Tartaruga d'acqua), *Discoglossus sardus* (Discoglossa sardo).

SIC "Punta S'Aliga"

Il SIC "ITB040028 "Punta S'Aliga", collocato nella parte sud del territorio comunale, interessa i comuni di Portoscuso e San Giovanni Suergiu. Esso si estende per una superficie di 691 ha, interessando ambienti sia terrestri che acquatici. La laguna/peschiera di Boi Cerbus è uno specchio d'acqua delimitato dal mare da una freccia litoranea (Punta S'Aliga) e comunicante con l'area marina attraverso un'ampia bocca che delimita l'area verso sud. Gli immissari della laguna sono il canale Paringianu (sul lato est) ed il ramo morto del vecchio Rio Paringianu (sul lato nord), che drena sostanzialmente solo le acque defluenti dall'area industriale.

La superficie complessiva della laguna è di circa ha 300 ed il battente idrico è mediamente modesto (metrico). All'interno dell'area lagunare è praticata la pesca professionale.

Il Piano di Gestione del SIC è stato approvato con Decreto dell'Assessore Regionale della Difesa dell'Ambiente n. 9 del 13/02/.

La flora acquatica della laguna è costituita da praterie a *Ruppia maritima* (nella parte nord-orientale) e a *Cymodocea nodosa*, accompagnata da *Zostera marina*, in quella sud-occidentale, più vicino allo sbocco a mare. Presso le foci fluviali (sbocco del Rio Paringianu) compare una prateria galleggiante a *Lemna* sp. Lo Stagn 'e Forru è uno specchio d'acqua ubicato in prossimità della laguna di Boi Cerbus, all'estremo sud del territorio comunale, insistente in una depressione, presumibilmente di origine vulcanico-tettonica, con acque dulcicole e sede di un impianto di sollevamento gestito dall'Ente Acque della Sardegna (ENAS). Ospita come specie idrofile *Ruppia spiralis*, sommersa, e *Lemna minor*, natante (<http://www.apmolentargius.it/laguna-di-bau-cerbus>).

Per quel che riguarda gli aspetti psammofili della vegetazione, ridotti e frammentari in un ambiente così disturbato, si possono riconoscere, partendo dal mare verso l'interno, i seguenti aggruppamenti: Agropireto (associazione *Sporobolus arenarii*-*Agropyretum juncei*); Ammofiletto (ass. *Echinophoro spinosae*-*Ammophiletum arenariae*); Crucianelleto (ass. *Helichryso microphylli*-*Crucianelletum maritimae*); Ginepreto delle sabbie (ass. *Pistacio-Juniperetum macrocarpae*).

La vegetazione alofila a salicornie, che dà una netta impronta al paesaggio vegetale, risulta inquadrabile nella classe *Arthrocnemetea*; sono inoltre diffusi i popolamenti a *Juncus maritimus*. La vegetazione igrofila emersa in prossimità degli immissari presenta densi popolamenti di *Typha angustifolia* e *Phragmites australis* (tratto da Gruppo Lacava, 1994), che determinano fenomeni di interrimento nell'area della vecchia foce del Paringianu.

Riveste particolare importanza la vegetazione legata alla morfologia della freccia litoranea di Punta S'Aliga, ambiente "giovane" e tuttora in equilibrio instabile, soggetto ad azione di disturbo antropico. Compare qui la *Spartina juncea*, sia in popolamenti puri, sia a dare luogo all'associazione *Spartino-Juncetum maritimi*, che contrae rapporti con le formazioni alofile delle porzioni più interne e riparate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 35 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Ancora si segnala l'associazione Schoeno-Plantaginetum crassifoliae nelle depressioni, a contatto sia dello spartineto che delle formazioni psammofile.

I tamericeti, pure diffusi, si segnalano inoltre per la presenza, unica in Europa, della Tamarix tetrandra, considerata specie minacciata.

Tale ricchezza giustifica l'inserimento delle zone tra le "aree costiere di rilevante interesse botanico nella redazione dei Piani Paesistici della Sardegna" e nel "sistema di aree di interesse botanico per la salvaguardia della biodiversità floristica della Sardegna".

Il sito ospita animali di grande valore protezionistico soprattutto tra le specie ornitiche, tra cui:

Alcedo atthis (Martin pescatore), Ardea purpurea (Airone rosso), Circus aeruginosus (Falco di palude), Circus cyaneus (Albanella reale), Egretta alba (Airone bianco maggiore), Egretta garzetta (Garzetta), Ixobrychus minutus (Tarabusino), Larus genei (Gabbiano roseo), Pandion haliaetus (Falco pescatore), Phoenicopiterus ruber (Fenicottero rosso), Porphyrio porphyrio (Pollo sultano), Recurvirostra avosetta (Avocetta), Sterna albifrons (Fratricello), Sterna hirundo (Sterna comune), Sterna sandvichensis (Beccapesci), Tadorna ferruginea (Casarca comune), Anas acuta (Codone comune), Anas Penelope (Fischione), Anas clipeata (Mestolone comune), Vanellus vanellus (Pavoncella), Phalacrocorax carbo sinensis (Cormorano comune), Anas platyrhynchos (Germano reale), Anas strepera (Canapiglia), Aythya ferina (Moriglione), Aythya fuligula (Moretta), Fulica atra (Folaga), Gallinago gallinago (Beccaccino), Gallinula chloropus (Gallinella d'acqua), Larus ridibundus (Gabbiano comune), Rallus aquaticus (Porciglione eurasiatico), Mergus serrator (Smergo minore), Numenius arquata (Chiurlo maggiore)

Si tratta per lo più di avifauna migratoria / ospiti regolari di interesse comunitario (1994-98) (All. I Dir. 79/409 CEE e 91/744 CEE).

Tra i vertebrati di interesse comunitario (1994-98) che qui si riproducono (All. I Dir. 79/409 CEE e 91/744 CEE; All. II e IV Dir. 92/43 CEE) ricordiamo gli anfibi (Discoglossio sardo, Rospo smeraldino, Raganella sarda), i rettili (Testuggine d'acqua, Testuggine comune, Lucertola campestre, Gongilo ocellato, Biacco) (<http://www.apmolentargius.it/laguna-di-bau-cerbus/>)

Tra le altre specie si segnala tra i pesci l'Alosa fallax (Cheppia).

Il SIC include 388,64 ha di habitat marini, tra i quali le praterie di Posidonia oceanica (20,82 ha).

SIC "Isola di San Pietro"

Il sito (ITB040027) presenta un'estensione di circa 51 Km² e uno sviluppo costiero di circa 47 Km, è separato dal litorale sardo da un canale largo circa 7 Km e profondo poche decine di metri. Le coste esposte a nord-ovest e sud-ovest presentano un carattere marcatamente alto e roccioso. Lungo il margine litoraneo orientale, le condizioni di minore esposizione alle perturbazioni di origine marina, inducono il prevalere della costa bassa e lo sviluppo di spiagge. I settori interni dell'isola

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 36 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

presentano un carattere generalmente collinare, raggiungendo quote non elevate, che culminano con la sommità di Guardia dei Mori, posta a circa 211 metri.

Il Sic ha una estensione di 9274 ha, dei quali il 46% marini.

La flora è di grande interesse e ricca di elementi di elevato interesse conservazionistico, tra i quali spiccano *Astragalus maritimus*, endemismo esclusivo dell'isola e *Borago morisiana*, che ha qui il suo locus classicus. Oltre queste si ricordano *Bellium crassifolium*, *Genista valsecchiae*, *Orobanchae rapum-genistae* subsp. *rigens*, *Nananthea perpusilla*, *Asteriscus maritimus*. La costa occidentale ospita la maggior parte delle specie endemiche dell'isola. Questo sito in particolare rappresenta l'unica stazione ad *Astragalus maritimus*. In questa area si rinvencono inoltre nuclei arborei di *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*. I pianori della parte più alta dell'isola, il substrato impermeabile vulcanico favorisce la formazione di stagni temporanei mediterranei. Le praterie di *Posidonia oceanica* costituiscono una delle componenti fondamentali dell'equilibrio e della ricchezza del sito, con una superficie protetta di 1443 ha. I fondi rocciosi inclusi nel SIC ammontano a 492 ha.

Il Sito rappresenta una zona importante per l'alimentazione del fenicottero, specie elencata nell'Allegato I della Direttiva Uccelli. È presente un importante endemismo puntiforme: *Cicindela campestris saphyrina*. L'isola ospita peculiarità faunistiche di grande pregio zoogeografico, tra cui si segnala una delle più importanti colonie di falco della regina del Mediterraneo che, insieme a quella di Capo di Monte Santo, è la più grande d'Italia.

La laguna di S. Caterina e l'adiacente Salina di S. Antioco si collocano nella Sardegna sud-occidentale, nei pressi dell'istmo di S. Antioco, e si affacciano sul Golfo di Palmas. L'area lagunare e stagnale risulta delimitata a nord dall'istmo che collega l'isola di S. Antioco alla terraferma, ad ovest dalla stessa isola di S. Antioco e ad est dai territori di S. Giovanni Suergiu, Tratalias, Giba e Villarios, mentre risulta separata dal mare da un esteso cordone sabbioso che corrisponde alla penisola di Corru Longu e di Su Caderanu.

Questo tratto costiero è caratterizzato da bassi fondali e da un immediato entroterra a morfologia dolce con quote generalmente al di sotto dei 100 metri. La dinamica delle correnti marine che regola la distribuzione dei sedimenti in questo tratto di costa ha dato luogo alla formazioni di estesi cordoni sabbiosi emersi in seguito alle fluttuazioni del livello del mare riferibili alle ultime fasi trasgressive e regressive del Pleistocene. L'origine della laguna di S. Caterina e delle saline di S. Antioco è da mettere in relazione proprio con l'emersione di uno di questi cordoni di sabbia emersi durante l'ultimo evento trasgressivo versiliano.

Gli sbocchi naturali dell'area lagunare e stagnale esistenti nel cordone di spiaggia che consentivano il ricambio idrico ad opera delle correnti di marea e delle mareggiate, sono stati sbarrati, e sostituiti da due nuove comunicazioni con il mare in corrispondenza degli sbocchi del canale circondariale che contorna tutta l'area lagunare. Tali aperture sono poste una ad est, parallelamente alla foce del Rio Palmas, l'altra ad ovest, in prossimità dell'istmo di S. Antioco.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 37 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

La profondità massima della laguna si aggira intorno ai 2 metri, mentre gli apporti idrici da parte dei corsi d'acqua sono assicurati dal Rio Palmas, dal Rio Sassu e dai numerosi canali di bonifica che costituiscono una fitta rete di drenaggio intorno alla zona.

Il Rio Palmas, principale immissario del sistema lagunare, drena una superficie di circa 460 Km² e nasce nei pressi del M.te Orrì (722 m). Dopo un percorso di circa 40 Km sfocia a sud delle Saline di S. Antioco. Attualmente la sua portata idrica e la quantità di materiale trasportato è notevolmente diminuita in seguito alla costruzione dello sbarramento di M.te Pranu, progettato nel 1933 con lo scopo di regolare le piene.

La laguna è stata fortemente condizionata dall'intervento antropico che si è manifestato attraverso la costruzione di argini provvisti di chiuse che delimitano le vasche evaporanti e le caselle salanti.

La parte meridionale dell'area stagnale è stata adibita a peschiera (peschiera di Palmas), che un tempo comprendeva tutta la laguna, la cui produttività è stata notevolmente danneggiata dall'inquinamento causato dagli scarichi urbani ed agricoli. Inoltre tutta l'area lagunare è interessata da una fitta rete di strade che alterano profondamente l'assetto naturale della laguna.

Come detto più sopra, gran parte della superficie lagunare è stata rimaneggiata a costituire un sistema di vasche evaporanti e caselle salanti utilizzate dalla Salina di Stato di S. Antioco.

L'elevato contenuto salino delle acque e dei suoli circostanti determinano l'instaurarsi di una vegetazione tipica di ambienti salmastri, con netta dominanza di specie alofile della famiglia delle Chenopodiaceae. Le specie più diffuse sono *Atriplex portulacoides*, *Halocnemum strobilaceum*, *Sarcocornia fruticosa*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*, *Plantago crassifolia*, *Hordeum marinum*, *Spartina juncea*. Tra le idrofite sommerse, sono presenti in minima percentuale, date le caratteristiche saline delle acque, solo *Althenia filiformis* e *Ruppia drepanensis*.

Inquinamento di tipo urbano e agricolo hanno determinato fenomeni di eutrofizzazione, mentre il degrado dovuto ad una intensa azione di rimaneggiamento da parte dell'uomo ha portato alla scomparsa delle specie arbustive termofile caratteristiche delle macchie litoranee, e di cui si osservano ancora solo pochi esemplari di *Pistacia lentiscus*, *Calicotome spinosa*, *Artemisia arborescens*, *Phyllirea angustifolia*, *Genista ephedroides*, *Asparagus aphyllus*.

4

L'AREA PORTUALE

Il porto di Portovesme è un porto industriale di II categoria e III classe (di rilevanza economica regionale e interregionale e risulta prevalentemente al servizio del polo industriale omonimo).

Il porto è difeso ad W dal molo di ponente, costituito da due bracci orientati rispettivamente circa per SSW e SW, mentre a S dal molo di levante, orientato per WNW.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 38 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Il traffico passeggeri e auto per l'Isola di S. Pietro si svolge all'interno del porto industriale sulla banchina principale dove è localizzato il dente di attracco per le navi traghetto per Carloforte.

Le sue caratteristiche strutturali e funzionali lo rendono del tutto inadeguato allo svolgimento di traffici passeggeri.

Dal punto di vista strutturale il porto si articola, principalmente, in un molo sopraflutto a contrasto della traversia proveniente da maestro, banchinato all'interno, con la disponibilità di un piazzale su cui si svolgono le principali operazioni d'imbarco e sbarco, soprattutto per quanto concerne la merce alla rinfusa (carbone). Alla radice di tale infrastruttura è ubicata una darsena nelle quale si trova l'attuale dente d'attracco per i traghetti che fanno servizio da e per Carloforte.

Da qualche anno è stata realizzata una nuova banchina adibita all'attracco delle navi mai entrata in funzione per la mancanza di idoneo pescaggio.

Dal pontile Aluit che sporge all'interno del bacino portuale parallelamente al molo di sopraflutto, si dipartono verso Est una serie di banchine. Il complesso portuale è chiuso dal molo di sottoflutto che, radicato in prossimità di Punta Tabarchina, s'inoltra in mare per circa 750 m. Tale molo è completamente banchinato ed è dotato, in prossimità della testata, di un pontile per il carico dell'acido solforico.

L'operatività portuale è rivolta esclusivamente al servizio delle industrie localizzate nell'omonimo polo industriale che si alimentano, attraverso il porto, delle materie prime necessarie alle successive fasi di trasformazione.

Solo una piccola parte di questi traffici sono da attribuire al collegamento con l'Isola di S. Pietro.



Figura 4-1- L'area portuale di Portovesme

Il porto turistico di Portoscuso si trova in prossimità centro abitato a Nord – ovest rispetto il porto industriale di Portovesme.

Il porticciolo è riparato da un molo di sopraflutto a tre bracci con una lunghezza di circa 430 m e uno di sottoflutto di circa 100 m. Al suo interno è presente un molo

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 39 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

sporgente banchinato che divide lo specchio acqueo in due parti, nella parte più interna sono presenti 6 pontili, mentre nella parte più esterna i pontili sono 2. Questa disposizione permette di avere a disposizione 385 posti barca.

5 LE CONOSCENZE DISPONIBILI SULL'AMBIENTE MARINO

La figura successiva illustra l'andamento batimetrico dei fondali antistanti il porto di Portovesme.

I fondali si presentano bassi, arrivando a meno di 1 metro dalla superficie nel versante più orientale, fino a circa 3 m in quella centrale per poi aumentare fino ad 8 metri al largo della testa del molo di frangiflutto. E' evidente il canale di accesso al porto scavato artificialmente (fig. 4.1).



Figura 5-1 - Andamento delle batimetrie nella zona di Portovesme

Nel 2000 la Regione Sardegna ha pubblicato l'Atlante "Mappatura della Posidonia oceanica in Sardegna" (Ministero dell'Ambiente – Soc. Coop. Nautilus, 1999-2000). L'atlante riporta la distribuzione della Posidonia lungo tutte le coste regionali in scala 1:25.000. La figura seguente è un estratto della carta della Posidonia sui fondali antistanti Portovesme. Come si può vedere, tutta l'area è caratterizzata, secondo l'Atlante, dalla presenza di una estesa prateria insediata su roccia nella parte più costiera e su matte in quella più al largo (fig. 4.2).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 40 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

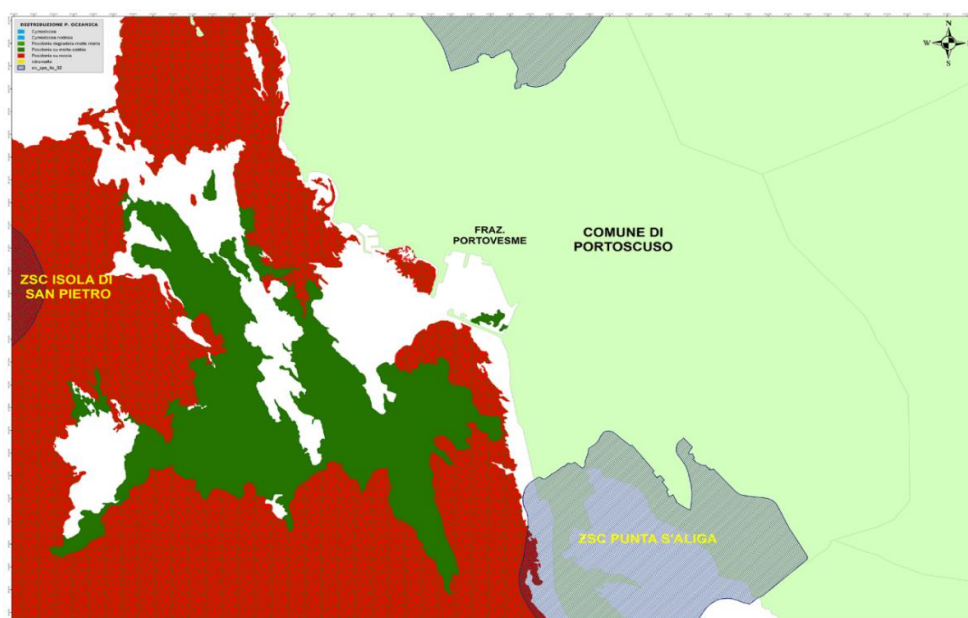


Figura 5-2 - Distribuzione della prateria di Posidonia sui fondali antistanti Portovesme secondo l'Atlante "Mappatura della Posidonia oceanica in Sardegna" del 2000 (in rosso: Posidonia oceanica su roccia, in verde: P. oceanica su matre)

6

METODOLOGIA D'INDAGINE PER LA CARTOGRAFIA DEI FONDALI

Base di partenza per l'indagine di caratterizzazione biocenotica dei fondali antistanti Portovesme è stata la ortofotografia del 2019 (fig. 6.1) disponibile sul portale cartografico della Regione Sardegna. L'immagine, realizzata in una giornata di mare calmo, senza riflessi, grazie alla trasparenza delle acque e al basso fondale, permette di evidenziare, a prima vista, la presenza di quella che sembra essere una estesa prateria di Posidonia sul versante occidentale e di ampie zone di sabbia e formazioni attribuibili a roccia e/o matre morta in quello orientale.

L'area di indagine è evidenziata con un rettangolo rosso nella figura 6.1.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 41 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 6-1 - L'area di indagine (riquadro rosso) come appare nella ortofotografia del 2019 (Portale Cartografico Regione Sardegna)

L'ortofotografia del 2019 è stata confrontata con la mappatura delle Posidonia della Regione Sardegna (2000) (fig. 5.2). Anche se quest'ultima ha una scala di restituzione nettamente meno dettagliata rispetto alla ortofotografia, l'informazione generale ha comunque permesso di confermare la presenza della Posidonia nell'area.

E' stata così preparata una carta preliminare con le tipologie di habitat evidenziati dalla ortofotografia e dalla mappa della Regione Sardegna, segnalando in particolare le zone di non chiara interpretazione che necessitavano di una ispezione visiva in mare. Su questa carta è stato messo a punto il disegno della survey da svolgere mediante videocamera trainata per meglio definire le tipologie di biocenosi presenti (verità a mare). Una ulteriore indagine di dettaglio è stata svolta in immersione al fine di verificare alcuni dubbi non chiariti dalle immagini video.

6.1 Ispezione mediante videocamera subacquea trainata

L'ispezione è stata effettuata dal 24 al 28 maggio 2021, quando sono stati effettuati una serie di transetti ortogonali al molo frangiflutto, fino alla profondità di circa 8 m. La figura 6.2 riporta i transetti eseguiti con videocamera trainata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 43 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

La tabella seguente riporta le coordinate di inizio e fine di ogni transetto video.

Tabella 6.1 – Coordinate di inizio e fine di ogni transetto video

COORDINATE DI INIZIO E FINE DEI TRANSETTI VIDEO

time	name	Y	X	Lat2	Long
2021/04/25 07:58:32.000	094	39,185149	8,398503	39°11'6.536400"	8°23'54.610800"
2021/04/25 08:00:21.000	095	39,184926	8,398088	39°11'5.733600"	8°23'53.116800"
2021/04/25 08:05:06.000	098	39,184988	8,399389	39°11'5.956800"	8°23'57.800400"
2021/04/25 08:21:40.000	107	39,188273	8,399112	39°11'17.782800"	8°23'56.803200"
2021/04/25 08:30:46.000	112	39,18477	8,398702	39°11'5.172000"	8°23'55.327200"
2021/04/25 08:37:07.000	123	39,188978	8,398363	39°11'20.320800"	8°23'54.106800"
2021/04/25 08:42:53.000	124	39,185305	8,397741	39°11'7.098000"	8°23'51.867600"
2021/04/25 08:50:25.000	134	39,189313	8,397722	39°11'21.526800"	8°23'51.799200"
2021/04/25 08:57:50.000	135	39,185837	8,396511	39°11'9.013200"	8°23'47.439600"
2021/04/25 09:04:13.000	144	39,189525	8,397348	39°11'22.290000"	8°23'50.452800"
2021/04/25 09:12:24.000	145	39,186338	8,395444	39°11'10.816800"	8°23'43.598400"
2021/04/25 09:20:30.000	157	39,189894	8,396574	39°11'23.618400"	8°23'47.666400"
2021/04/25 09:32:02.000	158	39,186909	8,394062	39°11'12.872400"	8°23'38.623200"
2021/04/25 09:39:42.000	168	39,191053	8,3943	39°11'27.790800"	8°23'39.480000"
2021/04/28 07:35:25.000	169	39,190359	8,394622	39°11'25.292400"	8°23'40.639200"
2021/04/28 07:40:58.000	175	39,186899	8,393831	39°11'12.836400"	8°23'37.791600"
2021/04/28 07:42:34.000	176	39,186132	8,393144	39°11'10.075200"	8°23'35.318400"
2021/04/28 07:53:13.000	187	39,191061	8,393914	39°11'27.819600"	8°23'38.090400"
2021/04/28 07:53:44.000	188	39,190752	8,393889	39°11'26.707200"	8°23'38.000400"
2021/04/28 08:00:03.000	196	39,187124	8,392038	39°11'13.646400"	8°23'31.336800"
2021/04/28 08:03:18.000	197	39,187727	8,391038	39°11'15.817200"	8°23'27.736800"
2021/04/28 08:09:42.000	207	39,191117	8,393876	39°11'28.021200"	8°23'37.953600"
2021/04/28 08:16:54.000	209	39,187781	8,389819	39°11'16.011600"	8°23'23.348400"
2021/04/28 08:23:43.000	218	39,191413	8,392664	39°11'29.086800"	8°23'33.590400"
2021/04/28 08:29:50.000	219	39,191907	8,391321	39°11'30.865200"	8°23'28.755600"
2021/04/28 08:36:33.000	229	39,188381	8,388503	39°11'18.171600"	8°23'18.610800"
2021/04/28 08:41:51.000	231	39,187631	8,390489	39°11'15.471600"	8°23'25.760400"
2021/04/28 08:48:20.000	240	39,191191	8,393393	39°11'28.287600"	8°23'36.214800"

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 44 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

La telecamera trainata impiegata per questi rilievi è il modello “LUNA ADVANCE” realizzato dalla ditta “Studio Matacchiera” di Taranto. Le caratteristiche tecniche dello strumento sono riassunte nella tabella 6.2.

Tabella 6.2 – Caratteristiche tecniche della videocamera subacquea impiegata per il rilievo

Costruttore	Studio Matacchiera (Taranto)
Modello	LUNA ADVANCE
Caratteristiche	Prof. Operativa max 330 m Videocamera digitale 1260 linee tv, sensibilità 0,3 lux Monitor 22” con registrazione HDCVI full HD Illuminazione con corona di 12 led + faro 580 lux

Per il traino è stato utilizzato un gommone di 6,0 metri dotato di un motore Yamaha 90 Hp. A bordo dell'imbarcazione le immagini venivano registrate in digitale, assieme alle indicazioni del sistema di posizionamento GPS (fig. 6.3).



Figura 6-3 - La videocamera trainata utilizzata per il rilievo a Portovesme (a sinistra) e il rullo con il cavo di traino / trasmissione del segnale

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 45 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 6-4 - Operatore al monitor di controllo della videocamera trainata

A partire dalle immagini video sono stati estratti 55 frames fotografici che illustrano le caratteristiche più salienti dei fondali dell'area. Le immagini vengono riportate nel Capitolo dei risultati. La figura seguente riporta la posizione dei singoli frame mentre la tabella 6.3 ne riporta le coordinate.

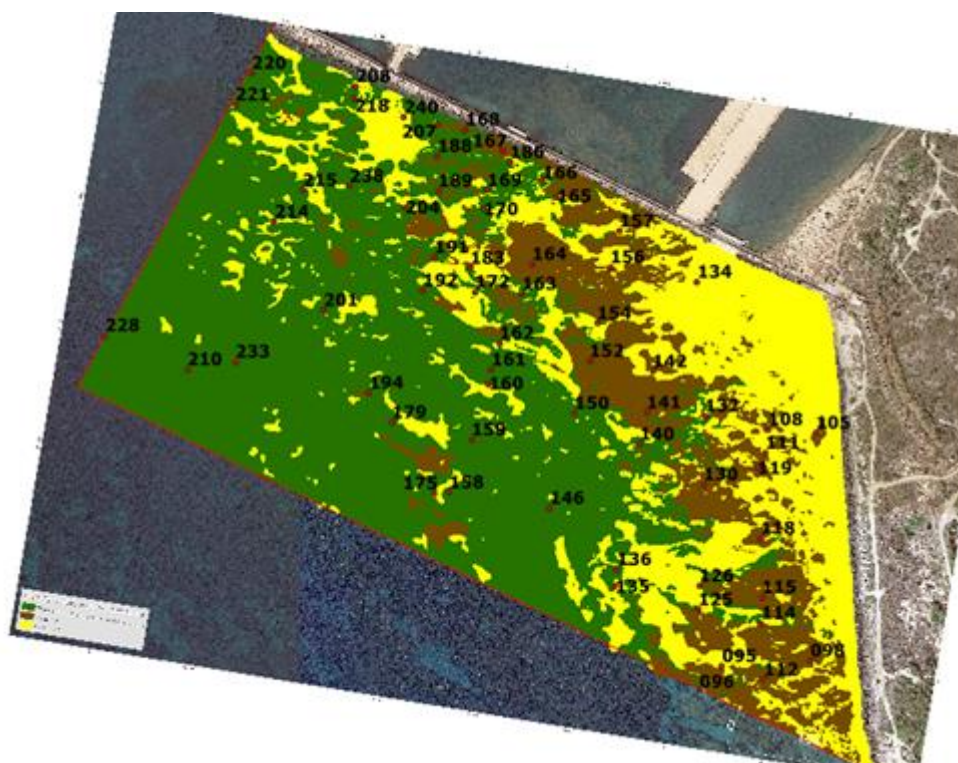


Figura 6-5 - Posizione dei 55 frames fotografici che descrivono le caratteristiche delle biocenosi bentoniche presenti

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 46 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

La tabella seguente riporta le coordinate dei frames fotografici estratti dalle riprese video.

Tabella 6.3 – Coordinate geografiche dei frame fotografici estratti dai transetti video

time	name	Y	X	Lat2	Long
2021/04/25 08:00:21.000	095	39,184926	8,398088	39°11'5.733600"	8°23'53.116800"
2021/04/25 08:01:17.000	096	39,184661	8,397754	39°11'4.779600"	8°23'51.914400"
2021/04/25 08:05:06.000	098	39,184988	8,399389	39°11'5.956800"	8°23'57.800400"
2021/04/25 08:12:45.000	105	39,18759	8,39947	39°11'15.324000"	8°23'58.092000"
2021/04/25 08:23:27.000	108	39,187629	8,398768	39°11'15.464400"	8°23'55.564800"
2021/04/25 08:27:09.000	111	39,187361	8,398726	39°11'14.499600"	8°23'55.413600"
2021/04/25 08:30:46.000	112	39,18477	8,398702	39°11'5.172000"	8°23'55.327200"
2021/04/25 08:31:51.000	114	39,185418	8,398666	39°11'7.504800"	8°23'55.197600"
2021/04/25 08:32:24.000	115	39,185713	8,398674	39°11'8.566800"	8°23'55.226400"
2021/04/25 08:33:22.000	118	39,186385	8,398654	39°11'10.986000"	8°23'55.154400"
2021/04/25 08:34:31.000	119	39,187188	8,39861	39°11'13.876800"	8°23'54.996000"
2021/04/25 08:43:20.000	125	39,185572	8,397735	39°11'8.059200"	8°23'51.846000"
2021/04/25 08:43:48.000	126	39,185843	8,397749	39°11'9.034800"	8°23'51.896400"
2021/04/25 08:46:17.000	130	39,187001	8,397811	39°11'13.203600"	8°23'52.119600"
2021/04/25 08:47:43.000	132	39,187785	8,397833	39°11'16.026000"	8°23'52.198800"
2021/04/25 08:50:25.000	134	39,189313	8,397722	39°11'21.526800"	8°23'51.799200"
2021/04/25 08:57:50.000	135	39,185837	8,396511	39°11'9.013200"	8°23'47.439600"
2021/04/25 08:58:06.000	136	39,186031	8,396536	39°11'9.711600"	8°23'47.529600"
2021/04/25 09:00:14.000	140	39,187461	8,396873	39°11'14.859600"	8°23'48.742800"
2021/04/25 09:00:52.000	141	39,187822	8,396973	39°11'16.159200"	8°23'49.102800"
2021/04/25 09:01:41.000	142	39,18829	8,39706	39°11'17.844000"	8°23'49.416000"
2021/04/25 09:13:22.000	146	39,18673	8,395545	39°11'12.228000"	8°23'43.962000"
2021/04/25 09:15:50.000	150	39,187816	8,395912	39°11'16.137600"	8°23'45.283200"
2021/04/25 09:16:53.000	152	39,18841	8,396131	39°11'18.276000"	8°23'46.071600"
2021/04/25 09:17:52.000	154	39,188841	8,396241	39°11'19.827600"	8°23'46.467600"
2021/04/25 09:19:24.000	156	39,189483	8,396437	39°11'22.138800"	8°23'47.173200"
2021/04/25 09:20:30.000	157	39,189894	8,396574	39°11'23.618400"	8°23'47.666400"
2021/04/25 09:33:08.000	159	39,187514	8,39439	39°11'15.050400"	8°23'39.804000"
2021/04/25 09:35:00.000	162	39,188614	8,394801	39°11'19.010400"	8°23'41.283600"
2021/04/25 09:35:53.000	163	39,189176	8,395136	39°11'21.033600"	8°23'42.489600"
2021/04/25 09:36:22.000	164	39,189517	8,395285	39°11'22.261200"	8°23'43.026000"
2021/04/25 09:37:49.000	165	39,190295	8,395649	39°11'25.062000"	8°23'44.336400"
2021/04/28 07:35:25.000	169	39,190359	8,394622	39°11'25.292400"	8°23'40.639200"
2021/04/28 07:35:44.000	170	39,190146	8,39457	39°11'24.525600"	8°23'40.452000"
2021/04/28 07:37:13.000	172	39,189201	8,394444	39°11'21.123600"	8°23'39.998400"
2021/04/28 07:40:58.000	175	39,186899	8,393831	39°11'12.836400"	8°23'37.791600"
2021/04/28 07:45:42.000	179	39,187709	8,393217	39°11'15.752400"	8°23'35.581200"
2021/04/28 07:48:48.000	183	39,189472	8,39437	39°11'22.099200"	8°23'39.732000"
2021/04/28 07:50:46.000	186	39,19068	8,394956	39°11'26.448000"	8°23'41.841600"
2021/04/28 07:53:44.000	188	39,190752	8,393889	39°11'26.707200"	8°23'38.000400"
2021/04/28 07:54:20.000	189	39,190352	8,393897	39°11'25.267200"	8°23'38.029200"
2021/04/28 07:55:33.000	191	39,189596	8,393842	39°11'22.545600"	8°23'37.831200"
2021/04/28 07:56:12.000	192	39,189217	8,393673	39°11'21.181200"	8°23'37.222800"

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 47 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

2021/04/28 07:58:15.000	194	39,188047	8,392878	39°11'16.969200	8°23'34.360800"
2021/04/28 08:05:45.000	201	39,18899	8,392208	39°11'20.364000	8°23'31.948800"
2021/04/28 08:07:59.000	204	39,190165	8,393412	39°11'24.594000	8°23'36.283200"
2021/04/28 08:09:42.000	207	39,191117	8,393876	39°11'28.021200	8°23'37.953600"
2021/04/28 08:21:10.000	214	39,190001	8,391481	39°11'24.003600	8°23'29.331600"
2021/04/28 08:21:55.000	215	39,19036	8,391894	39°11'25.296000	8°23'30.818400"
2021/04/28 08:23:43.000	218	39,191413	8,392664	39°11'29.086800	8°23'33.590400"
2021/04/28 08:30:18.000	220	39,191698	8,391147	39°11'30.112800	8°23'28.129200"
2021/04/28 08:30:57.000	221	39,191338	8,390903	39°11'28.816800	8°23'27.250800"
2021/04/28 08:35:50.000	228	39,188773	8,388791	39°11'19.582800	8°23'19.647600"
2021/04/28 08:43:14.000	233	39,188402	8,390905	39°11'18.247200	8°23'27.258000"
2021/04/28 08:46:51.000	238	39,190407	8,392588	39°11'25.465200	8°23'33.316800"
2021/04/28 08:48:20.000	240	39,191191	8,393393	39°11'28.287600	8°23'36.214800"

7 RISULTATI

7.1 La carta delle biocenosi bentoniche

Le indagini sul campo hanno confermato la presenza di una estesa prateria di Posidonia sui fondali antistanti l'antemurale di Portovesme ma, a differenza però di quanto riportato in letteratura (mappatura della Posidonia oceanica in Sardegna, 2000), la Posidonia non è insediata su roccia bensì su matte. La figura 7.1 riporta la distribuzione delle biocenosi bentoniche rilevata a Portovesme.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 48 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

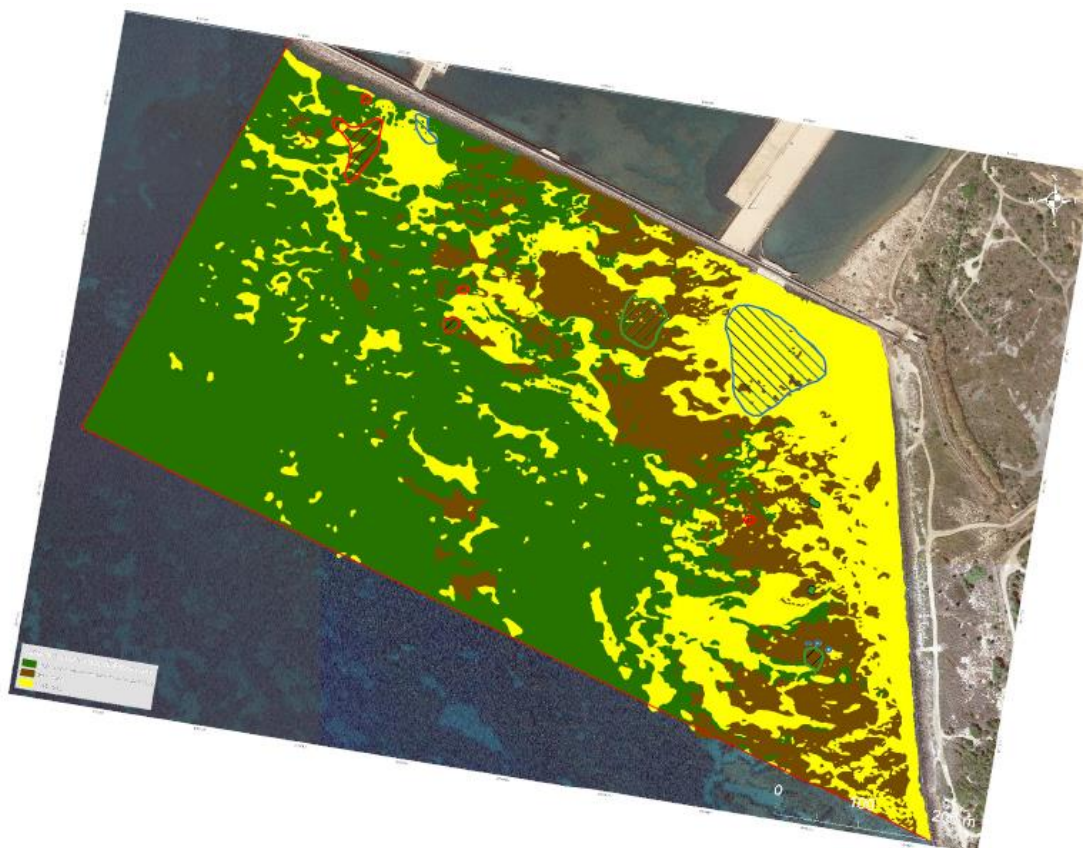


Figura 7-1 - Distribuzione delle biocenosi bentoniche sui fondali antistanti Portovesme (in verde: prateria di Posidonia oceanica insediata prevalentemente su matte; in marrone: matte morta di Posidonia; in verde tratteggiato: matte con Posidonia a fasci isolati; in rosso: roccia con popolamento algale infralitorale; in giallo: substrato sabbioso, in tratteggiato azzurro: Cymodocea nodosa rada)

Il fondale antistante l'antemurale di Portovesme è caratterizzato quindi da una estesa prateria di Posidonia insediata su matte (in verde sulla mappa). La prateria appare in buone condizioni, piuttosto compatta nella sua estremità sud occidentale e via via più frastagliata andando verso Est. In tutta la zona la matte si presenta molto alta, arrivando fino a 2 m di altezza, con evidenti scalini e canali intermatte. Una discontinuità batimetrica, corrispondente a scalini di matte è presente tra i 3 e i 4 metri di profondità.

Andando da Ovest verso Est la Posidonia viva lascia il posto ad aree sempre più estese di matte morta (in colore marrone sulla carta). Nella parte orientale dell'area la conformazione della matte è molto particolare: tale struttura, senza la presenza della Posidonia, assume la forma di grandi tavolati o colonnati separati tra loro da ampie chiazze di sabbia (in colore giallo), ben visibili anche dalla foto satellitare. La parte orizzontale della matte appare colonizzata da un popolamento di alghe fotofile infralitorali dominato da Ceramiales, *Padina pavonica* e *Acetabularia acetabulum*. Chiazze di Posidonia viva sono presenti

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 49 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

soprattutto alla base delle formazioni di matte e, più raramente, sotto forma di fasci isolati al di sopra della loro sommità.

Tale conformazione della prateria lascia pensare ad una scomparsa recente della Posidonia dalle porzioni di matte più elevate e superficiali, con nuclei di prateria vivente che sopravvivono nelle porzioni più profonde o riparate della matte, spesso insediata direttamente su chiazze e canali di sabbia. Queste zone più basse della prateria sono probabilmente caratterizzate da acque a temperatura inferiore rispetto le acque più superficiali (ricordiamo che ci troviamo proprio in prossimità dell'uscita delle acque calde di raffreddamento della centrale ENEL) e a minore idrodinamismo grazie proprio alla presenza degli scalini di matte che proteggono la Posidonia.

In prossimità dello scarico delle acque di raffreddamento della centrale dell'ENEL sono visibili zone colonizzate da un gran numero di ricci *Paracentrothus lividus*.

All'estremità più orientale dell'area le strutture di matte divengono via via più piccole e basse, spesso insabbiate. La sabbia predomina poi fino alla costa. In tutta l'area la sabbia si presenta grossolana e con evidenti ripple markers.

Sparse formazioni di *Cymodocea nodosa* (tratteggiato azzurro nella carta), sono presenti su 2 zone sabbiose in prossimità dell'angolo nord orientale dell'area e antistante la porzione terminale dell'antemurale. La densità della *Cymodocea* è molto bassa, con un probabile gradiente stagionale che ne rende difficile la mappatura, tanto che nella mappa si è preferito indicare una generica area di possibile presenza della Fanerogama.

Rocce sparse, probabilmente cadute in acqua durante i lavori di costruzione o mantenimento dell'antemurale del porto, sono evidenti in maniera sparsa in prossimità della parte distale dell'antemurale stesso e in vari altri punti.

Le immagini seguenti forniscono un dettaglio visivo delle tipologie di habitat presenti nell'area di indagine.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 50 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 7-2 - Prateria di Posidonia insediata su matte



Figura 7-3 -Prateria di Posidonia insediata su matte, con evidente scalino

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 51 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 7-4 - Prateria di Posidonia insediata su matte, con chiazze di sabbia e matte morta



Figura 7-5 - Matte morta con chiazze di Posidonia viva

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 52 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 7-6 - Formazioni di matte con chiazze di Posidonia viva



Figura 7-7 - Formazioni di matte morta con chiazze di Posidonia viva alla base

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 53 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 7-8 - Matte morta di Posidonia



Figura 7-9 - Matte morta di Posidonia con popolamento di alghe infralitorali

	PROGETTISTA		COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA'	PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU PORTOVESME	Fg. 54 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Figura 7-10 - Ricci *Paracentrothus lividus* su matte morta di *Posidonia*



Figura 7-11 - Blocchi di roccia sulla *Posidonia*

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 55 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



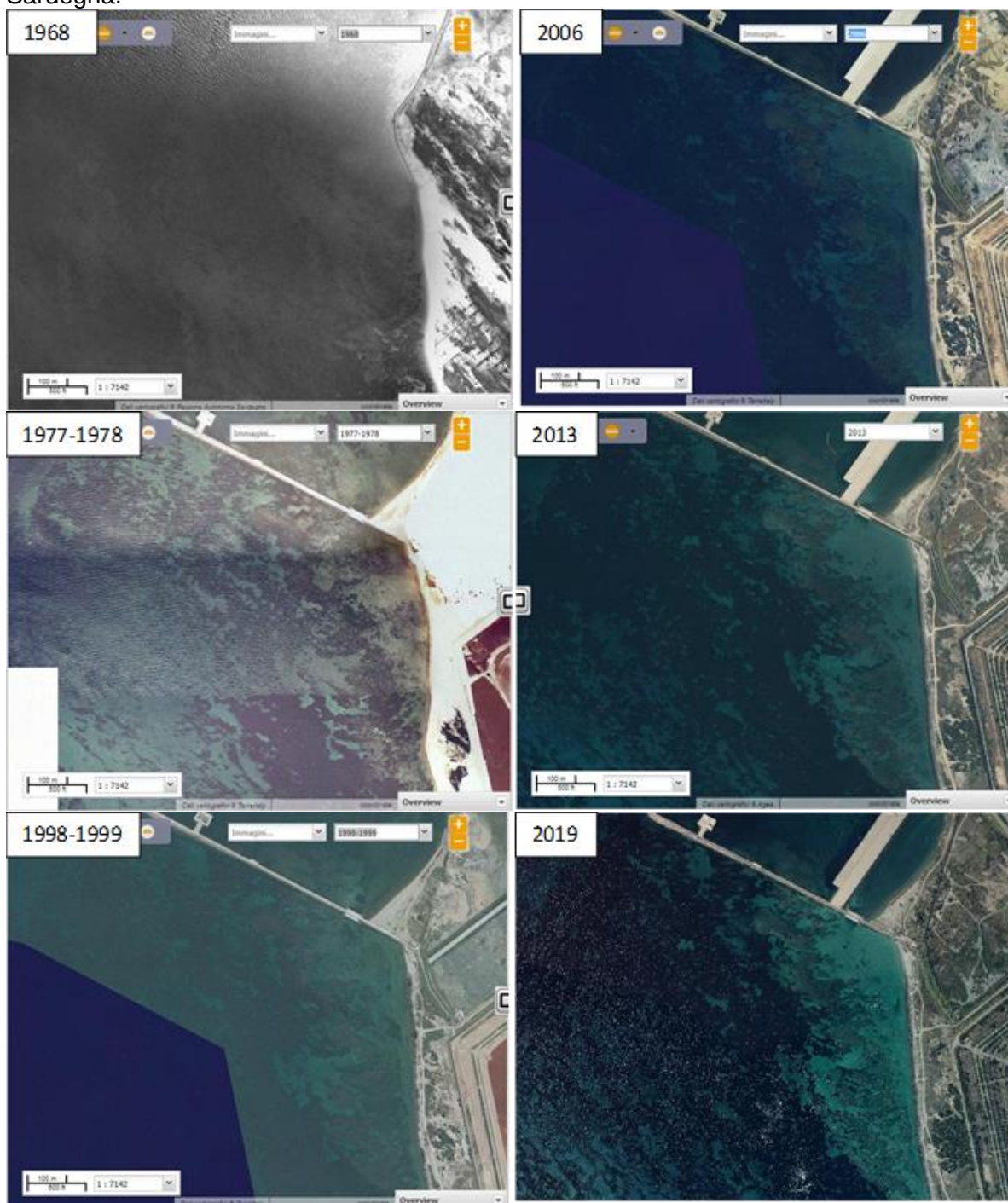
Figura 7-12 - Sabbia con sparsa Cymodocea nodosa

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 56 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

8 EVOLUZIONE STORICA DEI FONDALI

Le figure seguenti illustrano l'evoluzione dei fondali di Portovesme così come si può osservare dalle foto aree/satellitari disponibili sul portale cartografico della Regione Sardegna.



La prima immagine in alto a sinistra (1968), seppur non molto chiara per la parte a mare, mostra il litorale prima della costruzione del porto, caratterizzato da una costa bassa e sabbiosa, con dune simili a quelle che si ritrovano oggi poco più a

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 57 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

sud, a S'Aliga. Ricordiamo che nel 1870 è stata costruita la prima banchina portuale sulla spiaggia di Is Cannedas, banchina ora inclusa nell'area portuale di Portovesme. Sul fondale è presente una prateria di Posidonia con chiazze di sabbia e canali intermette che si spinge internamente alla cala.

La fotografia del 1977-1978 mostra la presenza del molo frangiflutto, costruito pochi anni prima e l'inizio della trasformazione della zona costiera di Sa Paxi (vasche di colmata). Il molo frangiflutto divide in 2 la prateria: chiazze di Posidonia viva sono visibili anche all'interno del porto.

L'aspetto generale della Posidonia che si vede dalla foto aerea è quello di una prateria interrotta da canali e chiazze di sabbia, con presenza di matte morta in prossimità della radice del molo.

Dalla foto del 1998-1999 si nota la completa trasformazione del paesaggio costiero della spiaggia di Sa Paxi. La prateria sembra subire una ulteriore perdita di Posidonia in prossimità proprio della radice del molo e della spiaggia di Sa Paxi. E' interessante notare come non esistesse ancora il canale di scarico demaniale e quindi presumibilmente la regressione osservata, e ancora presente tutt'oggi, potrebbe essere imputata più ad un cambio del regime idrodinamico costiero causato dalla costruzione del molo, e quindi ad alterati apporti sedimentari, che a sversamenti dall'interno del porto.

Le successive fotografie del 2006 e del 2013 non sembrano evidenziare particolari andamenti di regressione, se non una lenta riduzione della matte morta in prossimità della radice del molo, con l'allargamento della chiazza di sabbia posta tra la radice del molo stesso e l'inizio della spiaggia di Sa Paxi, con una trascurabile diminuzione della Posidonia e della matte antistante il litorale di Sa Paxi. La prateria presente al largo sembra invece recuperare alcune aree prima occupate dalla sabbia.

La fotografia del 2019 sembra confermare il trend degli ultimi 15 anni, con una stabilizzazione della situazione della prateria di Posidonia del largo, l'ampia chiazza di sabbia in prossimità della radice del molo e piccole variazioni della prateria lungo il litorale di Sa Paxi.

In generale, possiamo dire che l'aspetto "tigrato" della prateria di Portovesme sembra tipico di una prateria che si trova in bassa profondità, soggetta a forte idrodinamismo. Esempi di prateria di questo tipo sono presenti ad esempio nell'AMP di Villasimius e questo aspetto generale non è cambiato molto nel tempo. Quella che sembra essere cambiata è la situazione della prateria più costiera. La costruzione del porto industriale nel 1969-1970, con le dighe di sopraflutto e sottoflutto ha separato in due la prateria. Quella presente nella parte interna del porto, che era una prateria di tipo "recifs barriere", una prateria che arrivava molto sotto costa, fino a lasciare le foglie fuori dall'acqua con la bassa marea, è del tutto morta, ed oggi è possibile vedere i residui della matte laddove il fondale non è stato scavato. La presenza di Posidonia che arrivava a pelo d'acqua fin sulla spiaggia prima della realizzazione del molo frangiflutto è confermata anche dalle interviste con addetti alla pesca locale che ne hanno confermato l'esistenza. Una situazione analoga di Posidonia che arriva fin sulla spiaggia, in pochi centimetri di acqua è possibile da osservare anche nella piccola spiaggia presente tra Portoscuso e Portovesme.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 58 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

La prateria esterna al molo frangiflutto ha subito nel tempo l'effetto dell'idrodinamismo proveniente dai quadranti Sud ed Ovest e dell'onda riflessa sull'antemurale del porto e sulla costa di Sa Foxi, resa artificiale dal 1971-1972. Tutto ciò ha causato la regressione della porzione di prateria antistante la radice del molo, l'erosione della matte e la formazione di canali intermatte e zone di sabbia. In questo quadro possiamo inserire anche lo scarico della centrale elettrica dell'ENEL, posizionato proprio in prossimità della radice del molo frangiflutto. L'apporto di acqua calda potrebbe essere stato nel tempo soltanto un fattore secondario della modificazione della Posidonia situata sul fondale più superficiale. L'aumento della copertura della Posidonia nelle parti più profonde circostanti le formazioni di matte sembra avvalorare l'ipotesi di un ruolo non chiaramente negativo degli scarichi.

9

L'ATTIVITÀ DI PESCA

Il comparto della pesca assume nel Sulcis Iglesiente una particolare importanza sia da un punto di vista strettamente economico sia da quello culturale. Sono presenti nella Provincia 265 battelli, pari al 18% della flotta regionale.

Alla fine del XVI secolo, Portoscuso, Carloforte e S. Antioco erano al centro di una importante attività economica e commerciale. A parte le attività portuali, nei 3 paesi si sviluppavano diverse industrie della pesca che all'epoca rivestivano notevole importanza: la pesca del corallo, ormai praticamente non più esercitata, l'attività di pesca nelle lagune costiere, la pesca artigianale, la pesca dei ricci e soprattutto, l'attività delle tonnare.

La pesca del corallo doveva essere particolarmente florida e redditizia dal momento che attirava pescatori e mercanti provenienti da paesi notevolmente distanti: soprattutto Marsigliesi, Siciliani e Maiorchini. Le partite di corallo erano vendute all'asta nel mercato cagliaritano. La presenza dei "corallatori" doveva essere assai numerosa; nell'anno 1600 le barche alle quali L'Alcade di Portoscuso doveva prestare assistenza erano ben 12, con un equipaggio che possiamo ragionevolmente stimare in 50 - 70 persone. Questa presenza, almeno in qualche caso documentato, non era solo limitata alla bella stagione, ma a tutto l'anno. La pesca del corallo veniva "Arrendata", cioè data in appalto, dal Real Patrimonio ai padroni delle barche coralline, mediante contratti di diversa durata che prevedevano un pagamento "alla parte" del diritto concesso: parte del prodotto rimaneva di proprietà dei pescatori, o meglio del mercante che possedeva la licenza, e parte veniva venduto all'asta ed i proventi incamerati dalla Regia Corte. Non si sa quando questa attività, allora così fiorente, venne abbandonata.

9.1

La pesca nelle lagune costiere

Molto antica è anche la pesca nelle aree lagunari. In particolare nella di Bau Cerbus, alcuni chilometri a sud di Portoscuso, compresa tra la strada provinciale Portoscuso-Mazzaccara, l'abitato di Bruncu Teula e gli impianti industriali di Portovesme. Dell'area umida facevano parte, fino a pochi anni fa, anche gli stagni di Su Stangioni e Su Mari Segau, oggi trasformati in vasche di decantazione e stoccaggio dei residui industriali degli impianti di Portovesme. La laguna di Bau Cerbus occupa un'insenatura racchiusa tra la freccia litoranea di Punta s'Aliga che si estende parallelamente alla costa in direzione nord-sud, e la costa stessa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 59 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Il bacino imbrifero che sottende lo stagno di Bau Cerbus ha un'estensione di 105 kmq di cui 90 kmq fanno capo al bacino idrografico del Rio Paringianu mentre i restanti 15 kmq appartengono al bacino del Rio Perdaias, che attualmente si innesta nel tratto canalizzato finale del primo.

Il Rio Paringianu è stato recentemente canalizzato e costretto a sfociare circa un chilometro a sud della vecchia foce. L'area della vecchia foce è conseguentemente soggetta a ristagni ed interrimenti dovuti all'eccessivo sviluppo della vegetazione palustre.

La pesca in laguna è affidata in concessione dal 1989 alla Cooperativa Boi Cerbus.

La pesca è di tipo estensiva: gli apporti alimentari sono del tutto naturali e non si ricorre ad integrazioni esterne.

La pesca viene praticata con battelli di piccole dimensioni dotati di motori fuoribordo di limitata potenza, che consentono spostamenti agevoli e veloci all'interno degli specchi acquei. L'equipaggio è composto, generalmente, da non più di due pescatori, e le bordate giornaliere sono in numero variabile, a seconda della stagione e delle prede insidiate, e durano mediamente 2-3-ore.

Gli attrezzi più comunemente utilizzati sono: reti da posta, nasse e palangari, del tutto simili a quelli utilizzati nella piccola pesca praticata in mare, e i bertovelli, che sono delle trappole molto simili alle nasse, ma costituite da più anelli e quindi più capienti, che possono essere "messe in pesca" sia in gruppi che singolarmente, ancorate a pali di legno infissi nel fondo.

Tra le principali specie catturate, sempre di alto pregio commerciale, si annoverano orate, spigole, anguille e cefali.

Altra attività di pesca all'interno delle lagune è quella della vongola verace (*Tapes decussatus*) che viene effettuata con la "rasca per bivalvi", una sorta di rastrello con apposito sacco in rete, che raschia sul fondo setacciandolo e trattenendo gli animali. Un altro modo per effettuare la raccolta è quello manuale esercitato dai pescatori subacquei che, forniti di muta, pinne e maschera, raccolgono direttamente il prodotto dal fondo. Gli stessi operatori si dedicano, soprattutto nei periodi in cui il prodotto arsella scarseggia, alla raccolta dei murici (bocconi) e dei vermi da utilizzare come esca nella pesca sportiva, oltre che dei mitili cresciuti su banchi naturali.

Tutti questi prodotti hanno un elevato valore commerciale.

I fenomeni di degrado e gli usi spesso conflittuali con l'equilibrio del sistema in oggetto prefigurano per esso un futuro alquanto incerto. In particolare la presenza del polo industriale di Portovesme-Portoscuso, area dichiarata ai sensi dell'art. 7 della L. 349/1986 ad elevato rischio ambientale ha già attivato fenomeni di bioaccumulo di metalli pesanti nei sedimenti della peschiera di Bau Cerbus. Particolarmente grave risulta, inoltre, l'inquinamento da Piombo e Cadmio presente nei suoli nelle aree prossime al complesso industriale.

Decisamente più intensa anche l'attività di pesca all'interno delle acque del golfo di Palmas e della laguna di Sant'Antioco svolta con reti da posta e bertovelli.

9.2

La pesca artigianale

La cultura e le tradizioni locali della piccola pesca artigianale di Carloforte e S.Antioco, ma anche di Portoscuso, hanno risentito dell'origine ligure degli addetti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 60 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Testimonianza di ciò è l'assenza di una imbarcazione da pesca tipica locale ma l'adozione da parte dei mastri d'ascia carlofortini di imbarcazioni tipiche liguri adattate nelle linee alla realtà locale. In particolare ricordiamo una piccola bilancella da pesca chiamata "carlofortina", la "paranza" e la "tartana". La bilancella era una piccola barca da pesca in legno con un albero a vela latina che, in coppia con un'altra barca, effettuava la pesca mediante una rete a strascico formata da una rete quadrangolare, assicurata ai quattro angoli da due aste ricurve ed incrociate. La "tartana" era una barca da 30 a 40 tonnellate, con albero calcese e lunga antenna mentre la tartana era un piccolo veliero da 30-40 tonnellate, con un solo albero verticale che portava una vela latina e, con bompresso, due o tre fiocchi.

Con una incidenza circa dell'86 % la piccola pesca in mare è senz'altro l'attività più rappresentata lungo le coste della Sardegna e viene praticata ricorrendo all'uso di diversi attrezzi, alcune volte utilizzati singolarmente, ma, più frequentemente, utilizzati contemporaneamente (licenza con attrezzi polivalenti).

Per questo mestiere vengono impiegate imbarcazioni di limitato tonnellaggio, normalmente non superano le dieci tonnellate di stazza lorda, con motori di contenuta potenza, che consentono l'attività solo in prossimità della costa. Non si va oltre le sei miglia, con uscite e rientri (bordate) giornalieri della durata media di 2-3 ore ognuna, e con un equipaggio composto, solitamente, da due o tre pescatori. Tali imbarcazioni, abitualmente, hanno solo le dotazioni di bordo obbligatorie per legge, e sono generalmente prive di sistemi adeguati per la lunga conservazione del pescato.

Gli attrezzi utilizzati sono le reti da posta, le nasse e, in minor misura i palangari.

Le reti da posta, come indica lo stesso nome, sono quelle che, calate, esercitano un'azione passiva, statica. Infatti, questo tipo di attrezzo, non viene indirizzato verso il bersaglio, ma sono gli animali marini che, nei loro spostamenti, vanno a contatto rimanendovi catturati per ammagliamento o imbrocco.

La rete da posta più utilizzata è il tramaglio, costituito da una parete formata da tre pezze sovrapposte e collegate lungo il lato maggiore, delle quali, le due esterne hanno maglie più grandi di quella interna.

Normalmente viene sistemato al di sopra del fondo marino al quale è quasi sempre ancorato; la parte superiore della rete è collegata a una lima da galleggianti, mentre quella inferiore è connessa a una lima da piombi, in modo che l'azione combinata delle due lime, galleggianti e piombi, mantenga lo stiramento verticale della rete. In superficie il tramaglio è adeguatamente segnalato con boe munite di bandierine, e, di notte, con apposite luci. Il pesce, da qualunque parte provenga, supera agevolmente la prima pezza, quella a maglie più larghe, ma quando entra in contatto con la pezza centrale, a maglie più strette, vi rimane impigliato.

Altro tipo di rete utilizzata è quella ad imbrocco (conosciuta anche come rete mono filo, o giapponese), formata da un'unica pezza. La cattura avviene per imbrocco, ossia, il pesce, una volta entrato nella maglia della rete, non riesce più ad andare né avanti né indietro.

Sono reti derivanti cioè lasciate alla deriva sotto l'azione dei venti e delle correnti. Le dimensioni delle maglie sono variabili a seconda della specie e della taglia del pesce che si intende catturare.

Tali sistemi di pesca hanno una spiccata selettività, sia per quanto riguarda la taglia che le specie dei soggetti catturati.

Il tipo di pesce catturato, demersale o pelagico, è in genere ad alto valore commerciale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 61 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Le specie maggiormente catturate con il tramaglio sono: saraghi, orate, spigole, scorfani, aragoste, sciarrani, cernie, pesci San Pietro, polpi, seppie, calamari, triglie, mormore, etc,

L'imbrocco invece e' utilizzato principalmente per la cattura di merluzzi e capponi al largo e, sotto costa, e' impiegato per la cattura della palamita, dello sgombro, dei cefali, delle spigole, delle ricciole etc.

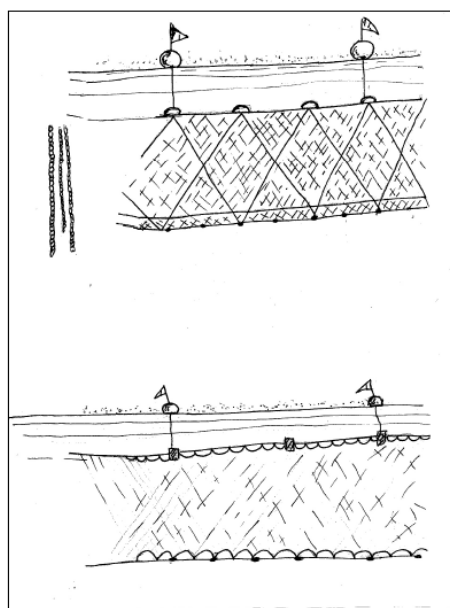


Figura 9-1 - Rete tramaglio

Altro attrezzo utilizzato nella piccola pesca è la nassa, anche questo da posta e dunque statico. Si tratta di una trappola che consente agevolmente l'entrata della preda, attirata dall'esca in essa contenuta, e ne impedisce l'uscita.

È un attrezzo che di regola ogni singolo pescatore costruisce artigianalmente, apportandovi alcune modifiche e aggiustamenti, e ricorrendo all'uso di materiali diversi; sostanzialmente è costituito da: un cilindro interno di rete metallica elettrosaldata e rivestita in plastica dell'altezza di circa 50 cm e del diametro di 40 cm, più una rete esterna della maglia del 14, più una reticella interna, "bugonella" del n°14. Il tutto viene armato con nailon e rinforzato con filo di rame plastificato, più una fune per il trave di collegamento tra le diverse nasse situate ad una distanza media di mt.8,00.

Di norma le nasse non sono calate singolarmente. Infatti, una volta individuata la zona di mare che si presume sia frequentata dalle specie da insidiare, si calano i gruppi, uniti, ad una distanza prestabilita, da una fune chiamata trave o madre.

L'individuazione delle zone di pesca dipende sia dalla stagione che dal target di pesci che si pensa di catturare, oltre che dalle caratteristiche dell'imbarcazione che possono permettere allontanamenti dalla costa più o meno lunghi.

Anche in questo caso, il pescato ha un buon valore commerciale ed è costituito principalmente da: polpi, seppie, granchi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 62 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

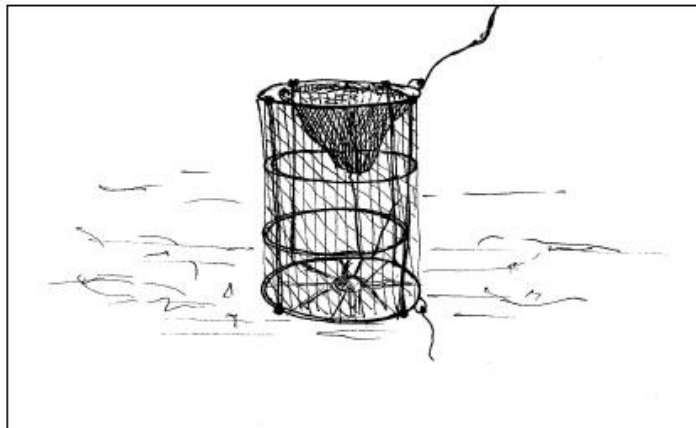


Figura 9-2 – Nassa

Anche se in minor misura, rispetto a quelli precedentemente esaminati, un altro attrezzo che viene utilizzato dalla piccola pesca è il palangaro (palamito). Questo è costituito da un cavo lungo anche diverse centinaia di metri, denominato madre, al quale, a distanza regolare, vengono fissati i braccioli alla cui estremità è legato l'amo, di diversa forma e dimensione, armato con esche differenti a seconda della specie che si vuole catturare.

I palangari si distinguono in fissi e derivanti a seconda che siano ancorati sul fondo o lasciati in balia delle correnti. Quelli fissi sono impiegati sul fondo o a mezz'acqua, mentre quelli derivanti in superficie

Tra le specie più importanti, nei mix di cattura del palangaro, si segnalano: pagelli, rombi, naselli, murene, gronghi, cernie, razze, saraghi, razze e palombi, oltre che, in particolari condizioni, tonni e pesci spada.

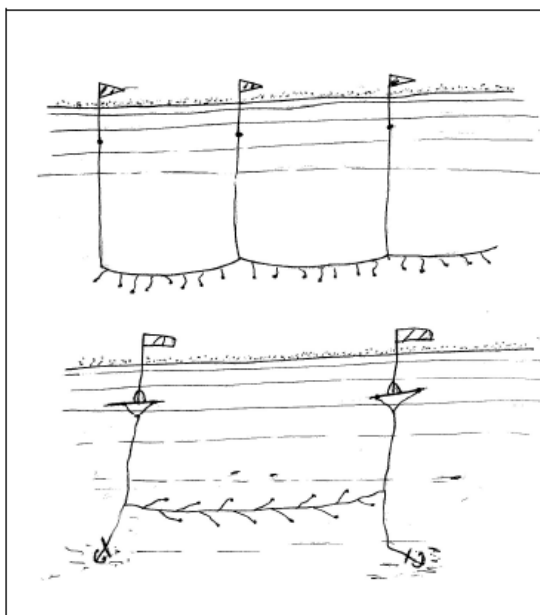


Figura 9-3 - Parangali di superficie (in alto) e di fondo (in basso)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 63 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

9.3 Piccolo strascico (pesca costiera ravvicinata)

La differenza tra questo mestiere e la piccola pesca esaminata nei paragrafi precedenti, consiste nell'uso di imbarcazioni superiori a dieci tonnellate che normalmente arrivano sino ad un massimo di trenta tonnellate di stazza lorda, con una buona motorizzazione e adeguate dotazioni di bordo, comprendenti generalmente radar, ecoscandaglio e ghiacciaie per la conservazione del prodotto. Questi fattori permettono "bordate" di lunga durata, anche oltre le ventiquattro ore, consentendo di esercitare l'attività di cattura più al largo, oltre le sei miglia.

L'equipaggio normalmente è composto da tre – cinque marinai.

Le barche sono armate con le reti da strascico che, attraverso due cavi di acciaio fissati all'arcone di poppa, rispettivamente collegati a due divergenti, vengono trainate "strascicando" sul fondo del mare.

Funi di acciaio collegano la nave da pesca ai divergenti che lavorano strisciando sul fondo garantendo l'apertura orizzontale della rete. Dal divergente partono i calamenti che lo collegano alla rete; i calamenti sono formati da cavi misti cioè da cavi di acciaio rivestiti da materiale tessile in modo da aumentarne la resistenza all'abrasione con il fondo del mare.

Di solito prima di arrivare alla mazzetta il calamento è collegato al restone, formato da cavo misto, ma di diametro maggiore del calamento, e ad una catena per avere una maggiore aderenza al fondo.

Per la pesca a strascico sono fondamentali i divergenti che hanno il compito di assicurare l'apertura orizzontale della rete per mezzo della pressione idrodinamica che si genera sul divergente stesso durante il moto; sono generalmente realizzati in acciaio.

La rete a strascico con divergenti è caratterizzata da alcune parti costitutive: i bracci, la bocca, il corpo ed il sacco di raccolta. Costruttivamente la rete è formata da una parte superiore, detta cielo, e da una inferiore detta tassello che strascica sul fondo: tra cielo e tassello c'è una differenza di lunghezza, imbando, che contribuisce a garantire il contatto tra rete e fondo. Il sacco ha le maglie più piccole, per consentire la cattura dei soggetti di modesta taglia, è dotato di un sistema di chiusura formato da una cimetta annodata, facilmente snodabile per il recupero della saccata.

La rete a strascico è così detta per le particolari condizioni di lavoro: infatti è trascinata a contatto del fondo marino. Le specie catturate vengono convogliate all'interno della rete fino alla parte terminale, denominata sacco, insieme ad una notevole quantità di materiale, sia organico che inorganico, raschiato dal fondale marino. Il sacco viene issato a bordo e aperto a poppa, lasciando cadere sia i pesci che il materiale raccolto, che viene subito separato e ributtato in mare.

Il target di cattura, costituito da specie demersali e bentoniche, non è sempre di notevole valore economico unitario, ed è principalmente costituito da: pagelli, saraghi, triglie, razze, naselli, seppie, calamari, ecc.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 64 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

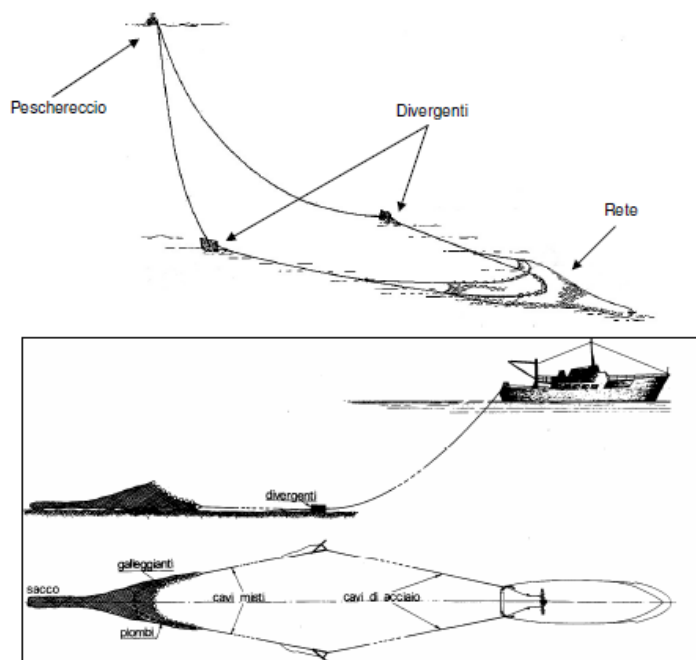


Figura 9-4 - Piccolo strascico costiero

9.4 Metodologia di indagine per la valutazione delle risorse ittiche

A fine Luglio 2021 è stata effettuata una missione esplorativa al fine di valutare modalità e tecniche di pesca in uso e specie catturate. In particolare il popolamento ittico presente nell'area di fronte a Portovesme è stato studiato con due diverse tecniche i cui dettagli sono di seguito forniti. Si è inoltre osservato lo sbarcato della flotta di pesca di Portoscuso e si sono intervistati alcuni pescatori. Infine si è incontrato il proprietario delle tonnare di Portoscuso, sig. Andrea Farris, che ha gentilmente autorizzato la visita dell'impianto durante una fase di prelievo dei tonni.

9.4.1 Monitoraggio dei popolamenti ittici.

I popolamenti ittici presenti in una determinata area rappresentano una importante componente strutturale delle reti trofiche presenti sui fondali e in acque libere e quindi elementi diagnostici di un equilibrato stato ambientale.

Il rilievo dei popolamenti ittici sui fondali di Portovesme è stato effettuato con due metodiche:

- tecniche di visual census in immersione e con rilievi video;
- campionamenti mediante rete da pesca, ovvero tramaglio in uso localmente.

9.4.2 Metodiche di monitoraggio con *visual census* in immersione

Il rilievo delle specie presenti su bassi fondali dove non è possibile impiegare reti da pesca, è stato effettuato utilizzando la metodologia di censimento visivo subacqueo (Underwater Visual Census, UVC). Tale tecnica consiste nell'esecuzione di immersioni, con autorespiratore o snorkel, nelle quali vengono annotati i dati relativi

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 65 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

alle specie target di studio, attraverso delle stime visive. Tra le differenti tecniche di campionamento correntemente usate per la valutazione delle comunità ittiche, l'UVC è stato ampiamente usato in molti lavori scientifici. Dall'anno della sua introduzione ad oggi (in Mediterraneo da Harmelin-Vivien e Harmelin nel 1975), il visual census ha subito numerose variazioni nelle modalità di applicazione e nei protocolli di esecuzione. La tecnica scelta per questa indagine prevede un rilevamento lungo un transetto, il subacqueo nuota lungo una linea retta e annota i dati delle specie presenti nell'area di rilevamento (Figura 9-5).

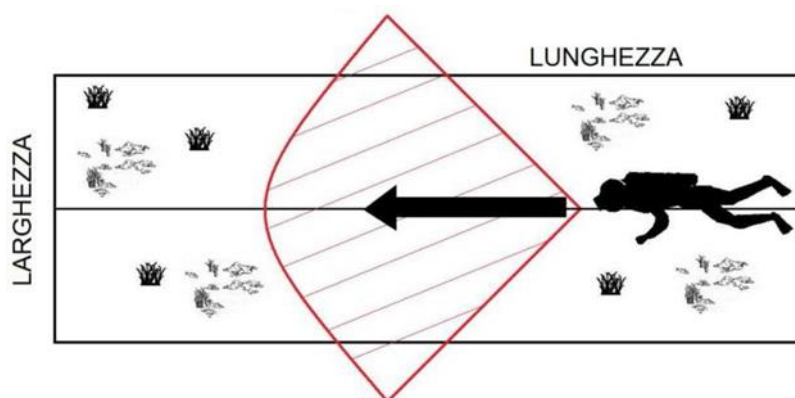


Figura 9-5 - Metodologia UVC applicata con il metodo del transetto. L'operatore segue un percorso di lunghezza e larghezza nota ed esegue il censimento delle specie presenti all'interno dell'area di rilevamento. In rosso il campo visivo

Nelle stazioni prescelte sono state condotte 3 repliche con transetti ognuno lungo 25 m e largo 5 m. Lungo il transetto i subacquei nuotano in una direzione a velocità costante, identificando e registrando il numero e la misura dei pesci incontrati.

I rilievi sono stati effettuati su un fondo misto di Posidonia, matte morta di Posidonia e sabbia a profondità comprese tra 1 e 4 metri di fronte al molo esterno di Portovesme.

Il censimento in fondali superiori a 4 m di profondità è stato effettuato mediante attrezzi da pesca messi in opera da un peschereccio locale.

Durante i rilievi subacquei sono stati annotati i seguenti dati:

- Specie presenti, con indicazione della specie, ove possibile o della famiglia;
- Abbondanza: stimata utilizzando classi di abbondanza.
- Taglia: è stata stimata per ogni esemplare l'appartenenza ad una classe di taglia (piccola, media, grande) basata sulla lunghezza massima della specie .
- Biomassa (peso umido) stimata dai dati di lunghezza per mezzo della relazione lunghezza- peso disponibile in letteratura (www.fishbase.org) per il Mediterraneo. Il parametro biomassa è ritenuto il migliore indicatore singolo

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 66 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

dello stato di salute degli assemblaggi ittici lungo un gradiente di disturbo antropico.

9.5 Metodiche di monitoraggio mediante attività di pesca

Le informazioni raccolte mediante visual census in immersione subacquea sono state integrate con quelle provenienti da campionamenti mediante attrezzi da pesca. In questo modo è stato possibile censire anche quelle specie che non sono visibili durante i visual census in immersione perché criptiche o perché fuggono o vivono lontane dalla costa. Inoltre, con la cattura di esemplari di specie ittiche, è possibile effettuare misure di carattere morfometrico e biologico. L'imbarcazione utilizzata è un tipico peschereccio della marineria di Portoscuso della lunghezza di circa 10 metri.

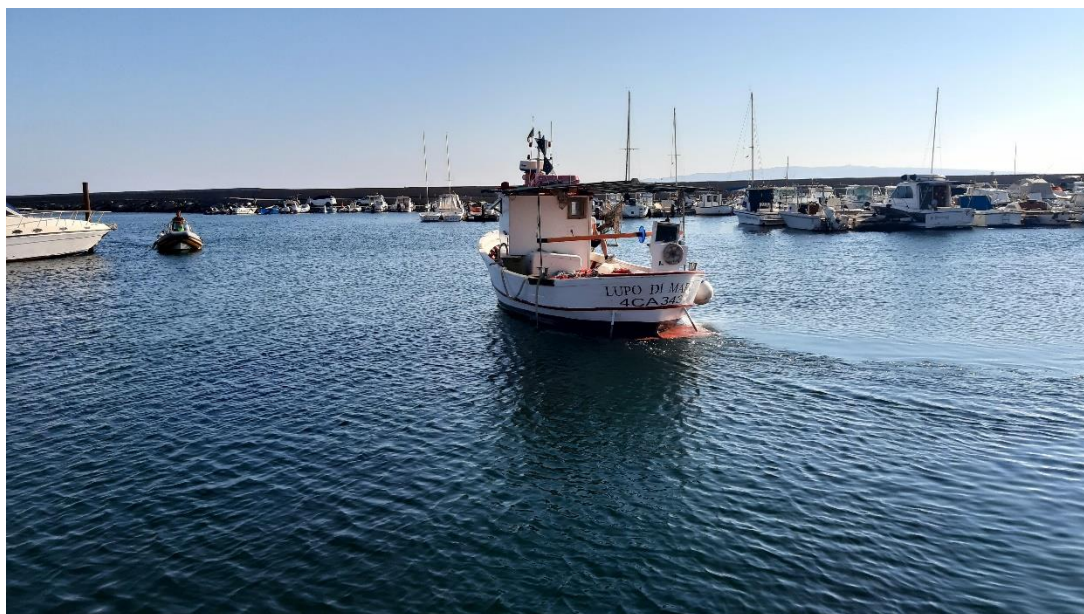


Figura 9-6 - Il peschereccio utilizzato per le pesche sperimentali

L'attrezzo da pesca impiegato, è quello comunemente in uso localmente: un tramaglio con lunghezza standardizzata di 1.000 m, con dimensioni delle maglie dei pannelli esterni di 160 mm e maglie della rete interna di 30 mm.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 67 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

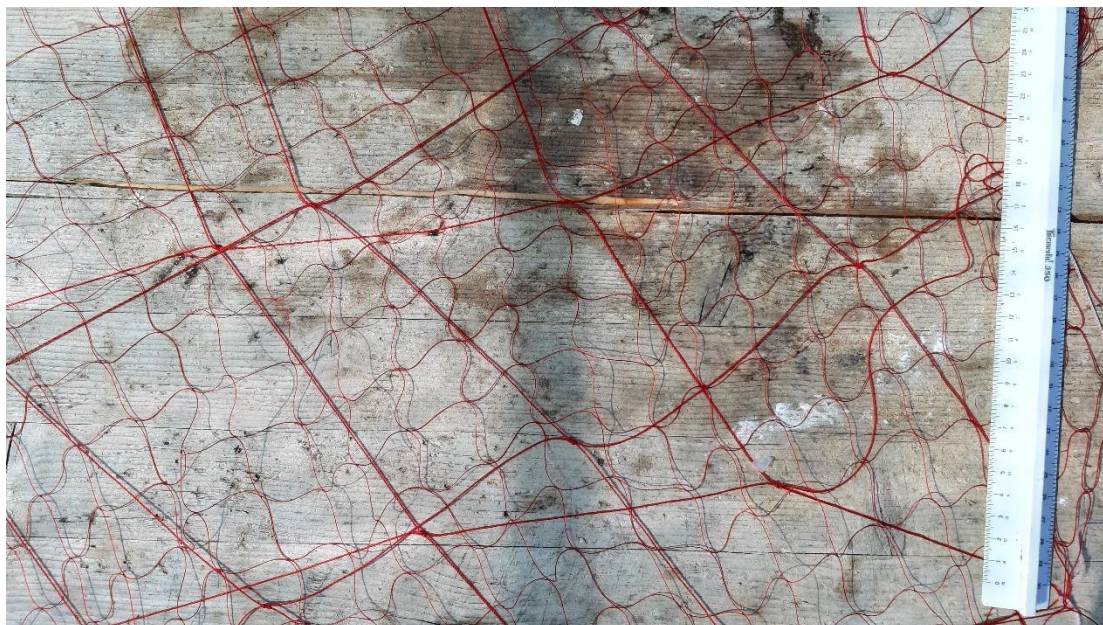


Figura 9-7 - La rete di tipo tramaglio impiegata per le pescate

Il pescato è stato smistato e determinato localmente al termine di ogni pescata.

I dati raccolti hanno interessato, per ogni singola specie, parametri morfologici e, laddove possibile, sesso e maturità sessuale.

Per quanto riguarda le lunghezze, per pesci ossei e selaci è stata determinata la lunghezza totale in cm (LT), misurata dalla punta del muso alla fine della coda; per i cefalopodi è stata rilevata, invece, la lunghezza dorsale del mantello in cm (LM). Tale misura è intesa come la lunghezza del mantello dalla sua estremità fino alla linea ideale che passa tra gli occhi per i cefalopodi ottopodi (polpi e moscardini), mentre per quanto riguarda i cefalopodi decapodi (calamari e seppie) la lunghezza del mantello si riferisce alla intera sua lunghezza. Queste due misure sono determinate mediante un ittiometro con l'approssimazione al mezzo centimetro inferiore. Per quanto riguarda i crostacei, invece, si utilizza la lunghezza del carapace in mm (LC), misurando la distanza che intercorre tra il margine posteriore dell'orbita ed il margine posteriore mediano del carapace.

9.5.1 Popolamenti ittici, risultati

Le specie osservate durante i visual census, con indicazioni di abbondanza e taglia, sono riportate nella tabella seguente, al termine del paragrafo relativo ai

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 68 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

popolamenti ittici verranno riportate delle schede descrittive delle specie che sono state catturate e/o osservate nel corso dei campionamenti sperimentali:

Le specie rilevate e la loro taglia durante i visual census

Nome scientifico	Replica 1	Replica 2	Replica 3
<i>Chromis chromis</i>	15+ (grandi)	5 (grandi)	13 (grandi)
<i>Coris julis</i>	7 (medi) 15 (picc.)	4 (medi)	7(medi) 3 (picc.)
<i>Labrus turdus</i>	20(medi) 12 (picc)	15 (medi) 11 (picc)	12 (medi)
<i>Oblada melanura</i>	2 (picc.)	-	-
<i>Diplodus annularis</i>	12(grandi) 14 (picc)	10 (medi)	5 (grandi)
<i>Diplodus sargus</i>	7 (medi) 12 (picc)	5 (medi)	6 (medi)
<i>Thalassoma pavo</i>	1 (grande)	-	1 (grande)
<i>Spaus aurata</i>	1 (medio)	-	-
<i>Salpa sarpa</i>	8 (grandi)	6 (medi)	4 (grandi)
<i>Serranus scriba</i>	2 (grandi)	-	1 (grande)
<i>Diplodus vulgaris</i>	2 (picc.)	-	1 (medio)

Il popolamento osservato è piuttosto banale e tipico di tutte le acque costiere superficiali mediterranee. Anche le taglie e il numero di individui non mostrano condizioni atipiche sia in positivo che in negativo.

9.5.2 Pescate sperimentali

Le attività di pesca sperimentale mediante tramaglio di 1000 metri di lunghezza, sono state effettuate nei giorni 20-21/07/2021 e 22-23/07/2021. Il peschereccio utilizzato è il Lupo di Mare 4CA343 operante nella marineria di Portoscuso. E' stata utilizzata una rete di tipo tramaglio calata al tramonto e salpata la mattina successiva. Nelle foto si riportano le immagini delle catture dei due giorni di pesca.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 69 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Pescato del giorno 20-21/07/2021



Pescato del giorno 22-23/07/2021



Le tabelle seguenti riportano i risultati di dettaglio relativi al numero di individui e alla biomassa delle specie catturate con tramaglio (i rendimenti sono standardizzati a kg/1.000 m di tramaglio):

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 70 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Specie catturate il 20-21/07/2021

	Numero	Peso (g)
<i>Scorpena porcus</i>	5	700
<i>Symphodus tinca</i>	2	180
<i>Diplodus vulgaris</i>	3	200
<i>Dasyatis pastinaca</i>	5	860
<i>Labrus viridis</i>	1	115
<i>Sciaena umbra</i>	1	80
<i>Salpa sarpa</i>	2	315
<i>Torpedo marmorata</i>	2	70
<i>Lithognathus mormyrus</i>	1	110
<i>Mullus surmuletus</i>	3	400
<i>Dentex dentex</i>	-	-
<i>Diplodus puntazzo</i>	-	-
<i>Sepia officinalis</i>	1	95

Specie catturate il 22-23/07/2021

	Numero	Peso (g)
<i>Scorpena porcus</i>	3	155
<i>Symphodus tinca</i>	1	210
<i>Diplodus vulgaris</i>	-	-
<i>Dasyatis pastinaca</i>	4	2240
<i>Labrus viridis</i>	-	-
<i>Sciaena umbra</i>	-	-
<i>Salpa sarpa</i>	-	-
<i>Torpedo marmorata</i>	-	-
<i>Lithognathus mormyrus</i>	-	-
<i>Mullus surmuletus</i>	-	-
<i>Dentex dentex</i>	-	-
<i>Diplodus puntazzo</i>	1	65
<i>Sepia officinalis</i>	1	100

Il pescato ottenuto da questi campionamenti è assolutamente scarso e non in grado di sostenere una attività di pesca professionale. Questa considerazione avevano fatta anche i pescatori che ci avevano informato che la zona di basso fondale di fronte a Portovesme non era battuta da nessuna imbarcazione di pesca professionale per la scarsa presenza di pesce.

In generale le diverse specie catturate sono anche poco significative per una analisi più articolata in quanto, a causa delle ridotte dimensioni degli organismi campionati, non sempre è stato possibile determinare il sesso e la maturità sessuale. A causa della scarsa numerosità dei campioni risulta anche poco significativo riportare una distribuzione di frequenza in lunghezza degli individui delle specie catturate. Queste distribuzioni danno un'idea approssimativa della struttura per taglia delle popolazioni presenti e dell'eventuale condizione di overfishing presente ma quando come nel nostro caso la numerosità del campione è decisamente bassa, questa informazione è assolutamente poco significativa.

I dati riportati quindi (visual census e pescato) devono essere considerati come indicativi delle presenze ittiche per la zona in esame, durante la stagione estiva.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 71 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Al fine di completare il quadro di riferimento più generale sono state fatte delle interviste ai pescatori per conoscere modalità di pesca e specie target durante le diverse stagioni.

Intanto va premesso che le imbarcazioni da pesca attualmente operative a Portoscuso sono una decina e tutte di dimensioni simili a quella da noi utilizzata. Vi era solo un motopeschereccio di dimensioni maggiori (24 m) che svolgeva principalmente pesca a strascico, ma dal Gennaio di quest'anno ha smesso di svolgere questa attività.

Per quello che riguarda le modalità di pesca delle imbarcazioni presenti, queste variano con le stagioni. In estate, ovvero nel periodo in cui abbiamo svolto la pescata sperimentale, l'attività di pesca principale è quella alle aragoste con appositi tramagli di 2-3000 metri di lunghezza. I fondali in cui operano sono fondali rocciosi con profondità che variano dai 30 ai 60 metri. Una buona resa giornaliera varia dai 5 agli 8 chilogrammi di pescato.

In autunno pescano a triglie ed altro pesce bianco a profondità inferiori, con rese variabili sia per quello che riguarda le specie catturate che per i quantitativi. Con l'avanzare dell'inverno poi acquista maggiore importanza la pesca delle seppie che si avvicinano sotto costa per deporre le uova. Infine in primavera si dedicano alla pesca del pesce spada con palamiti. Occasionalmente vengono catturati con questa pesca anche altre specie quali alalunghe e tonni.

In conclusione l'area antistante il molo di Portovesme non sembra essere particolarmente significativa per la pesca sia per la scarsa presenza di specie pregiate che per fasi del loro ciclo biologico quali riproduzione o reclutamento.

Di seguito riportiamo alcune immagini di pescato che ci sono state date dai pescatori.



	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 72 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



9.6 Le tonnare

L'area compresa tra Portoscuso e l'isola di San Pietro è interessata da una particolare attività di pesca al tonno: la tonnara fissa. Il tonno rosso *Thunnus thynnus* è tra i più grandi pesci pelagici del Mediterraneo (un esemplare può arrivare a superare i tre metri di lunghezza e i 500 kg di peso) ed è diffuso anche in tutto l'oceano Atlantico. Introdotta dai Fenici ed esercitata per secoli dai Romani, dagli Arabi fino a diffondersi in tutte le coste del Mediterraneo, la pesca con la tonnara è andata crescendo di importanza per raggiungere il massimo di produzione intorno alla metà del secolo scorso. Il numero di tonnare grandi e piccole presenti lungo le nostre coste raggiungeva quasi il centinaio di impianti. Dagli anni 50 però l'eccesso di prelievo e l'introduzione di nuovi metodi di pesca hanno portato ad un rapido decremento dell'attività fino quasi a scomparire ai nostri giorni, con un numero di impianti ridotto ormai a poche unità. Per questa ragione le tonnare di Portoscuso e dell'isola di San Pietro rappresentano una tradizione di pesca unica e ancora vitale.

9.6.1 La tonnara fissa

Questo attrezzo consta di un complesso insieme di reti posizionato in vicinanza della costa e ancorato al fondale, sviluppato in millenni di osservazioni del comportamento del Tonno rosso. E' durante la sua migrazione riproduttiva che il Tonno si avvicina alla costa, muovendosi secondo percorsi che sono rimasti immutati per millenni, per raggiungere le aree di riproduzione.

La tonnara viene posizionata in luoghi molto ben definiti, anche questi selezionati da esperienze secolari, all'inizio del loro movimento riproduttivo, generalmente nel mese di Aprile, e rimangono in opera sul posto fino al completamento della stagione migratoria, normalmente nel periodo Luglio-Agosto. E' composta da una serie di camere dotate di aperture laterali in cui i tonni vengono fatti passare gradualmente e in successione, fino a raggiungere la camera finale, dalla quale vengono prelevati durante la mattanza (Fig. 9.8)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 73 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

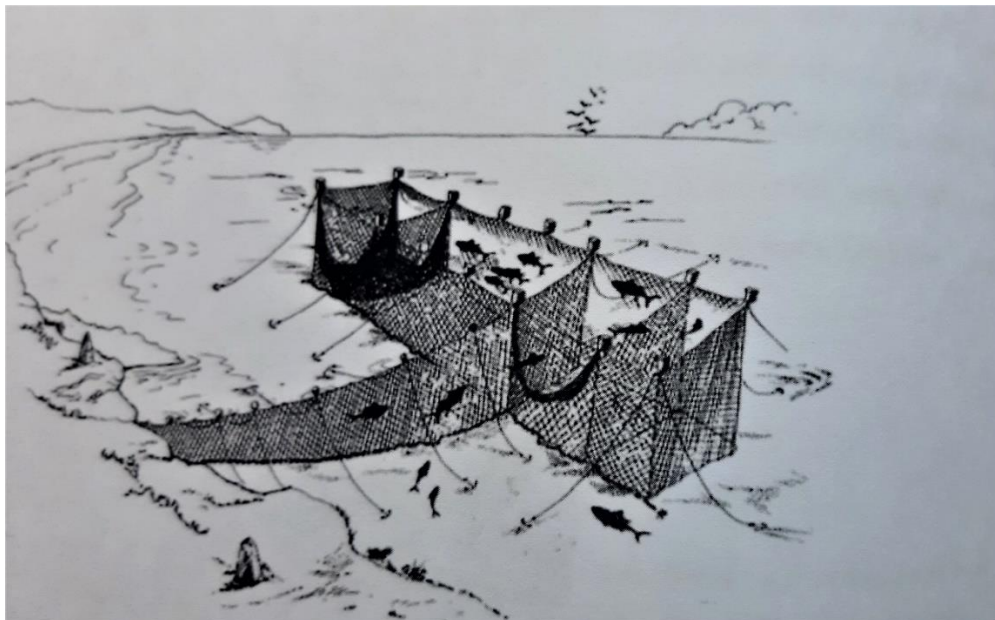


Figura 9-8 - Uno schema di tonnara fissa posta in opera . Da Addis 2009

I tonni che vengono così catturati sono normalmente di dimensioni comprese tra i 30 e i 300 kg. Oggi le mattanze con uccisione dei pesci si sono ridotte sempre più in quanto il mercato richiede pesci vivi che vengono posti in gabbie di allevamento. Le mattanze possono essere decise dal capopesca, il rais, che è il vero artefice del successo di ogni stagione di pesca. L'equipaggio di pescatori che opera agli ordini del rais è composto da numerosi pescatori ognuno con ruoli ben specifici che vanno dalla messa in opera delle reti al controllo dei movimenti del pesce intorno alla tonnara, dall'invito dei pesci a muoversi da una camera all'altra fino alla fase finale di fase finale di cattura o di spostamento all'interno di gabbie. La cattura del pesce non esaurisce il lavoro della tonnara in quanto tradizionalmente il prodotto della pesca viene lavorato e conservato in impianti a terra adibiti al taglio, alla lavorazione e alla conservazione del pescato.

Declino dell'attività delle tonnare fisse

Nella seconda metà del secolo scorso si sono verificate due azioni concomitanti che hanno portato ad una graduale riduzione di questo metodo di pesca fino alla sua pressoché totale scomparsa. Da una parte infatti i prelievi di tonni erano diventati così ingenti da provocare una condizione di sofferenza della popolazione naturale con una progressiva riduzione delle dimensioni di animali in grado di riprodursi. E' il fenomeno noto come overfishing, ovvero il prelievo eccessivo di animali che mette a rischio la capacità di mantenimento nel tempo dello stock pescabile. Il fenomeno dell'overfishing è ormai comune per molte specie ittiche di interesse commerciale ma il tonno è stato sicuramente una delle prime risorse della pesca a subire impatti evidenti. La causa di questo effetto è legata alla loro cattura in fase riproduttiva ottenuta costantemente e in maniera sempre più intensiva lungo le rotte migratorie in passaggi per loro strategici.

La seconda causa del declino è stata l'introduzione di nuove tecniche di pesca che si sono rivelate più efficienti rispetto alle tonnare fisse. Infatti il tonno non più catturato durante il passaggio sotto costa, cominciava ad essere ricercato nelle

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 74 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

acque più al largo e questo anche grazie allo sviluppo di una flotta di pescherecci dotati di motori potenti, che potevano spingersi in acque lontane dalla costa. I branchi di tonni venivano così individuati al largo e catturati con grandi reti a circuizione (Tonnare volanti).

L'azione concomitante della rarefazione prodotta dalle tonnare fisse e l'introduzione di un ulteriore prelievo ad opera delle tonnare volanti ha prodotto un danno ulteriore della risorsa che nella seconda metà del Novecento ha raggiunto livelli di vero e proprio collasso.

Regolamentazione sul Tonno rosso

Il primo organismo internazionale, nato nel 1966 su mandato del Direttore generale delle Nazioni Unite durante la conferenza della FAO del 1965, è stato l'ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). La sua nascita è conseguente alla grave crisi della specie in tutti i mari in cui era presente. Ricordiamo che il tonno rosso è una specie distribuita in tutto l'Atlantico e in Mediterraneo e viene distinto in due stock, uno orientale e uno occidentale, che si riproducono rispettivamente in Mediterraneo e nel Golfo del Messico.

La prima misura dell'ICCAT è stata quella di stabilire una taglia minima di cattura di 6,4 kg, ma non raggiungendo questa misura alcun effetto sulla risorsa, nel 1982 per la prima volta veniva chiusa per due anni la pesca sul tonno. L'obiettivo era quella di far recuperare in maniera evidente lo stato della risorsa. Da quel momento nascono forti pressioni da parte di tutti i paesi interessati alla pesca del tonno per una regolamentazione della pesca che potessero consentire un prelievo equilibrato di tonno rosso senza drastici fermi di pesca. Gli anni che seguirono videro una complessa articolazione di norme per i diversi paesi ma sostanzialmente e gradualmente entrò in funzione il cosiddetto sistema delle "quote". Per ogni area geografica, per ogni paese operante in quell'area e per ogni attrezzo da pesca utilizzato venivano stabilite delle quote di pescato autorizzato, che di anno in anno poteva essere modificato in relazione ad alcuni indicatori dello stato di salute della risorsa. I primi anni le quote vengono mantenute stabili per lo stock orientale ma dal 2006 al 2010 non ottenendosi risultati venivano ulteriormente ridotte di circa il 50%. Dal 2015 e negli anni successivi fino ad oggi le quote sono state proporzionalmente aumentate essendosi ottenuti dei risultati significativi nell'incremento della risorsa Fig. (9.9).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 75 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

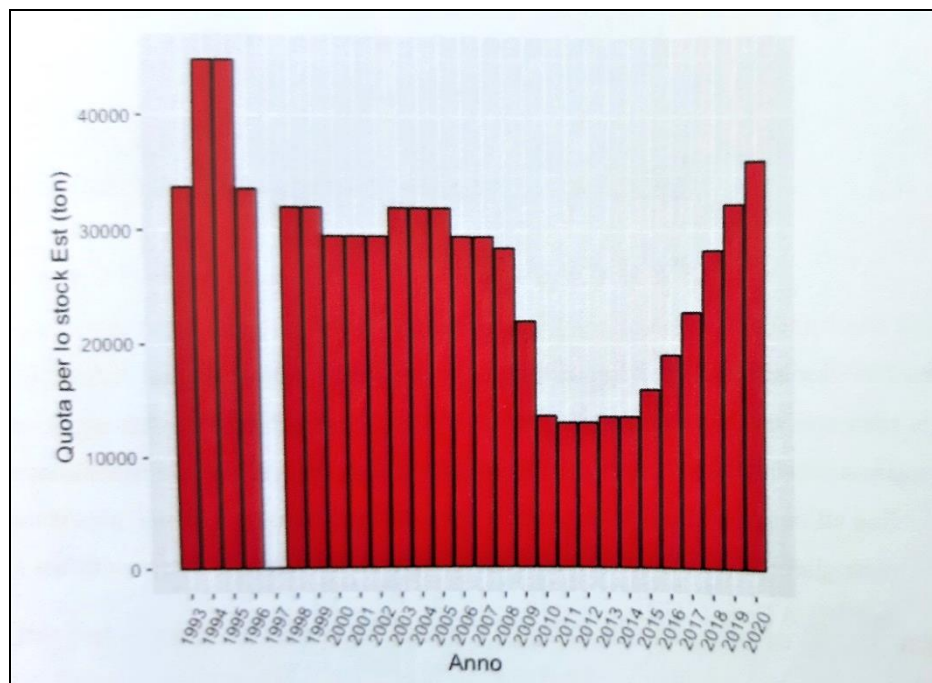


Figura 9-9 - Andamento delle quote pescabili di tonno per lo stock orientale

9.6.2 Le tonnare di Portoscuso e di Carloforte (Isola di San Pietro)

Le tonnare principali di Portoscuso sono note come tonnare di Capo Altano e di Porto Paglia, e prendono il nome dal tratto costiero a cui sono ancorate, a Nord di Portoscuso. Una terza tonnara è presente sull'isola di San Pietro in vicinanza dell'Isola Piana, presso Carloforte. Le prime sono le tonnare che hanno origini più antiche tanto da aver dato origine al centro di Portoscuso. Infatti all'inizio del 1500 il borgo di Portoscuso coincideva con l'arsenale e gli impianti a terra della tonnara di cui sono ancora presenti le strutture in via di restauro al centro del paese. Oggi la tonnara di Capo Altano è tornata a funzionare dopo un periodo di fermo. Viene innanzitutto preparata a terra la struttura della tonnara con ancore, pietre, funi e reti e a partire da Aprile comincia ad essere calata a mare. Periodi e modalità di mattanza vengono decisi dal rais in relazione al movimento di pesci e al riempimento delle camere di cattura. Oggi le mattanze si sono progressivamente ridotte in quanto la maggioranza degli esemplari vengono mantenuti in vita in gabbie sul posto o trasferiti agli allevamenti. In questo modo il prodotto può essere utilizzato in relazione alle richieste di mercato e mantiene un valore più elevato.

Gli andamenti delle catture nel tempo sono ben documentati fin dal 1500 e sono stati oggetto di un recente studio (Quesada 2020). Nel grafico che segue viene riportato l'andamento delle catture nel tempo. Si osservano periodi di mancanza di dati ma la serie storica è sufficiente per osservare quanto descritto a livello nazionale e Mediterraneo relativamente alla crisi della risorsa. Ovvero crescita esponenziale delle catture finì alla metà del Novecento e poi crollo delle rese fino agli interventi di fermo di pesca e successive limitazioni per quote imposte dall'ICCAT. Dal 2015 le quote sono progressivamente aumentate e lo stato della risorsa è sicuramente migliorato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 76 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

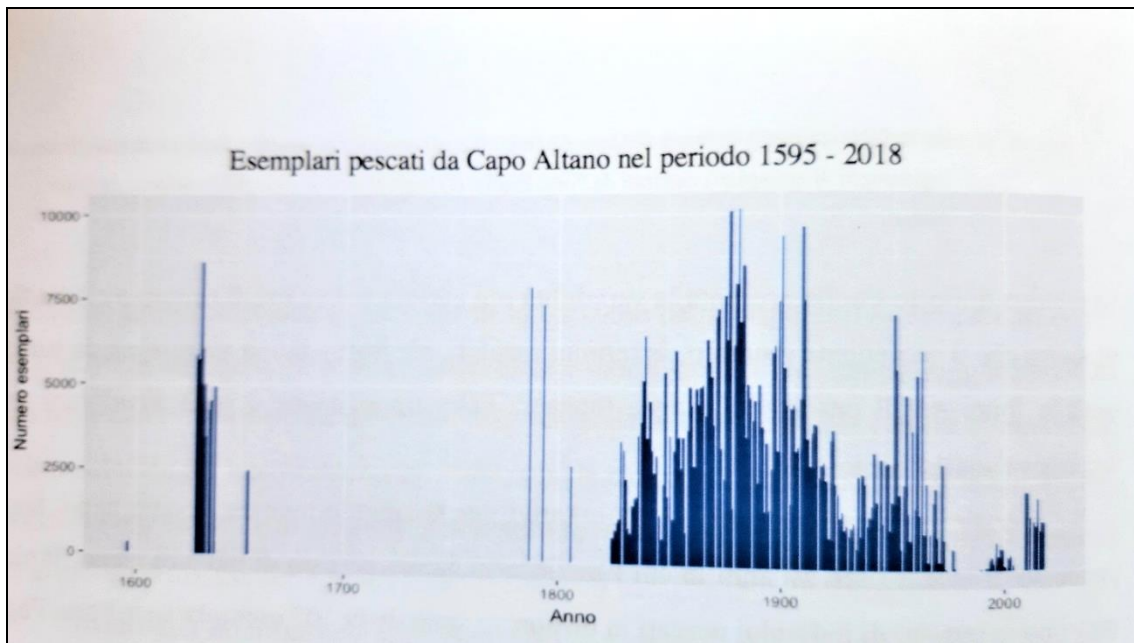


Figura 9-10 - Serie storica degli esemplari pescati dalla tonnara di Capo Altano

Oltre alla tonnara di Capo Altano bisogna segnalare per Portoscuso anche la tonnara di Porto Paglia situata a circa 5 chilometri a Nord-Est da questa. Ha avuto varie vicende di chiusure e cali di rendimenti e soltanto dal 2006 è stata rimessa in funzione. Questa tonnara può essere considerata quasi accessoria per le ditte che hanno governato la pesca delle altre due.

La tonnara dell'isola Piana è situata a Nord dell'isola di San Pietro. Questo impianto è classificato come tonnara "di corsa" perché i tonni che vi entrano sono catturati durante la loro migrazione riproduttiva che ne spinge alcuni verso sud lungo la costa occidentale della Sardegna (Addis et al. 1997). Viene ancorata a Nord dell'isola e la sua coda, lo sbarramento che intercetta il movimento dei tonni, si estende per oltre un chilometro a partire dalla costa.

Nel grafico seguente sono riportati gli andamenti storici delle catture della tonnara dell'isola Piana a partire dalla fine del Settecento. Anche in questo caso gli andamenti sono simili a quelli riportati per la tonnara di Capo Altano e in generale per tutte le tonnare italiane con un picco di produzione intorno alla metà del Novecento seguiti da un brusco crollo a cui segue la fase di fermi di pesca e gestione per quote.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 77 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

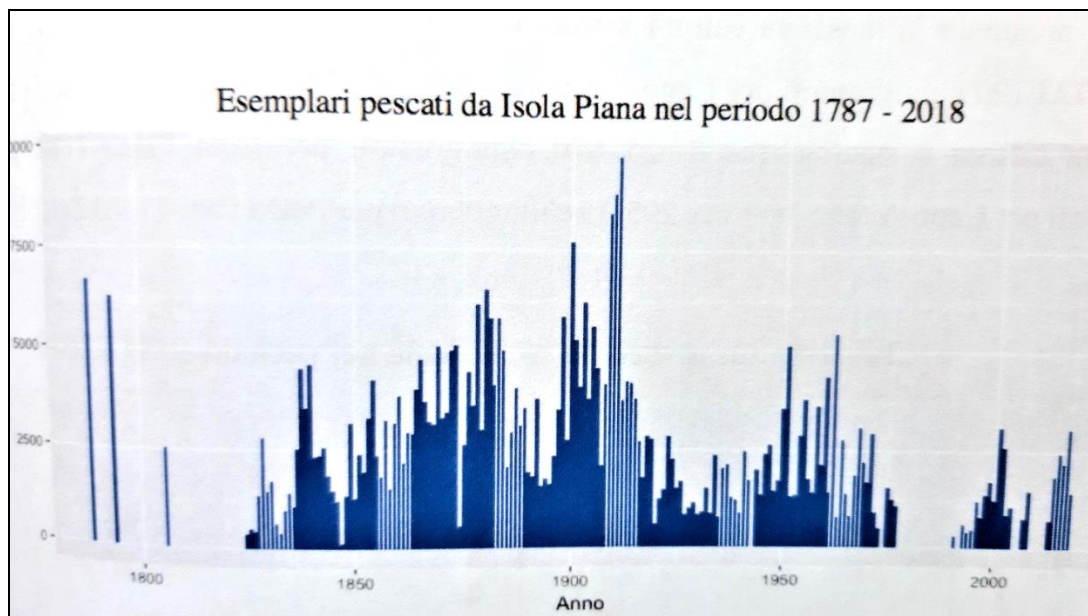


Figura 9-11 - Serie storica degli esemplari pescati dalla tonnara di Isola Piana.

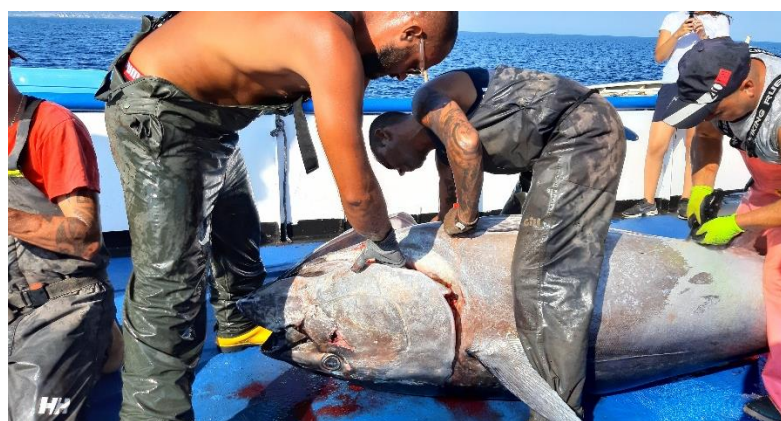
Oltre ai problemi legati all'overfishing di cui abbiamo accennato precedentemente e a cui oggi la gestione dell'ICCAT pone in qualche modo rimedio con un controllo nella gestione dei prelievi, numerosi problemi legati all'inquinamento possono recare danni al tonno. Intanto essendo un predatore apicale e quindi al vertice delle catene trofiche, tende ad accumulare nelle sue carni quelle sostanze inquinanti che non vengono metabolizzate e quindi smaltite dall'organismo. Questo si riflette poi nei rischi per l'uomo nel consumo delle sue carni. Numerosi studi ecotossicologici hanno dimostrato come questa specie abbia le più elevate presenze di PCB muscolare e di mercurio (Hg) che sono proporzionali alla taglia dell'animale in quanto il mercurio si accumula nell'organismo. Studi condotti nell'area di Portoscuso (Renzi et al. 2014) hanno evidenziato come i tonni di taglia più grossa pescati nell'area avessero valori di mercurio vicini alla soglia stabilita dalla Commissione Europea per l'utilizzo del tonno a scopo alimentare. Naturalmente questo non significa che quei valori fossero il risultato di un inquinamento locale in quanto questi animali percorrono migliaia di chilometri spostandosi da un mare ad un altro e quindi alimentandosi su specie che vivono in diverse condizioni. Ci dà però un quadro di diffusione media dei tassi di inquinanti nelle acque marine, tali da generare il rischio di danni per l'uomo. Altro potenziale rischio di impatto sulla risorsa è legato all'alterazione della sedimentazione in mare. Infatti i tonni hanno necessità di acque trasparenti e prive di sospensioni. Addis et al. (2008) hanno dimostrato che lo sversamento dei residui minerari verso mare presente nelle zone minerarie dell'area, anche tramite la sola azione di dilavamento delle piogge, avrebbe determinato un allontanamento dei tonni dalla costa e questo in particolare per la tonnara di Porto Paglia localizzata più a Nord in vicinanza di una zona mineraria.

Durante le nostre attività svolte a fine Luglio, si è incontrato il proprietario delle tonnare Althunnus, Andrea Farris, con cui abbiamo visitato sia l'impianto in mare di Capo Altano che l'impianto di lavorazione e trasformazione a terra a Portoscuso. L'impianto a mare è caratterizzato oltre che dalle tipiche reti della tonnata, da una grande gabbia circolare (vedi foto in basso), sempre di rete, al cui interno vengono

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 78 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

tenuti i tonni vivi che vengono prelevati soltanto quando vi è una richiesta specifica da parte del mercato. I pesci in questa occasione vengono prelevati dalla gabbia e uccisi con microcariche esplosive per evitare lunghe agonie che potrebbero danneggiare la carne, e quindi sono portati a bordo, eviscerati e dissanguati, e dopo aver prelevato un campione dalla coda per valutare la percentuale di grasso presente, vengono etichettati e messi dentro grandi vasche con il ghiaccio.



	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 79 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Durante la cattura di tonni che abbiamo seguito con il signor Farris gli esemplari catturati sono stati 8 con un peso medio di circa 250 kg per pesce. Il proprietario ci ha confermato che ormai le tonnare di Portoscuso non fanno più mattanze ma mantengono il pesce catturato nella gabbia circolare illustrata precedentemente in foto e raccolgono periodicamente gli animali in funzione della richiesta di mercato. Quest'anno si sono catturati e mantenuti in gabbia tonni per un peso complessivo di 600 quintali. Nelle immagini successive si mostrano i tonni sfilettati e i residui di lavorazione nel centro di trasformazione delle tonnare Althunnus.



	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 80 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



Nella tonnara di Isola Piana presso Carloforte invece continuano ad essere seguiti i metodi tradizionali con mattanze alla fine del periodo di pesca e surgelazione a -40°C di tutto il pescato. La lavorazione e conservazione dei tonni catturati viene svolta nei mesi autunnali successivi alla stagione di pesca.

In conclusione l'attività di pesca al tonno che si svolge sia a San Pietro che a Portoscuso è piuttosto fiorente dopo lunghi anni di crisi legati prima alla riduzione dello stock mediterraneo e poi probabilmente anche a condizioni di scarsa qualità delle acque dovute agli sversamenti delle attività minerarie. Da qualche anno questa risorsa ittica è in ripresa e anche la qualità dell'acqua è probabilmente ritornata alle sue condizioni originarie a seguito degli interventi e delle mitigazioni messe in atto. Le strategie commerciali delle due attività sono diverse con metodi di conservazione e trasformazione che riflettono anche le necessità finali della distribuzione del prodotto.

Va ancora considerato che la sensibilità dei tonni alla qualità delle acque fa di questi animali degli ottimi indicatori biologici dello stato qualitativo dei mari in cui si muovono percorrendo le loro rotte riproduttive.

Infine, per quello che riguarda l'area di Portovesme, questa non è interessata sicuramente dal passaggio dei tonni in quanto troppo costiera e con bassi fondali, tuttavia essendo stata la zona industriale adiacente al porto una delle origini di quegli inquinamenti che hanno determinato le alterazioni della qualità delle acque nel recente passato, a seguito degli interventi di mitigazione effettuati la condizione è evidentemente migliorata.

10

SCHEDA DELLE SPECIE ITTICHE CAMPIONATE NEL PRESENTE STUDIO

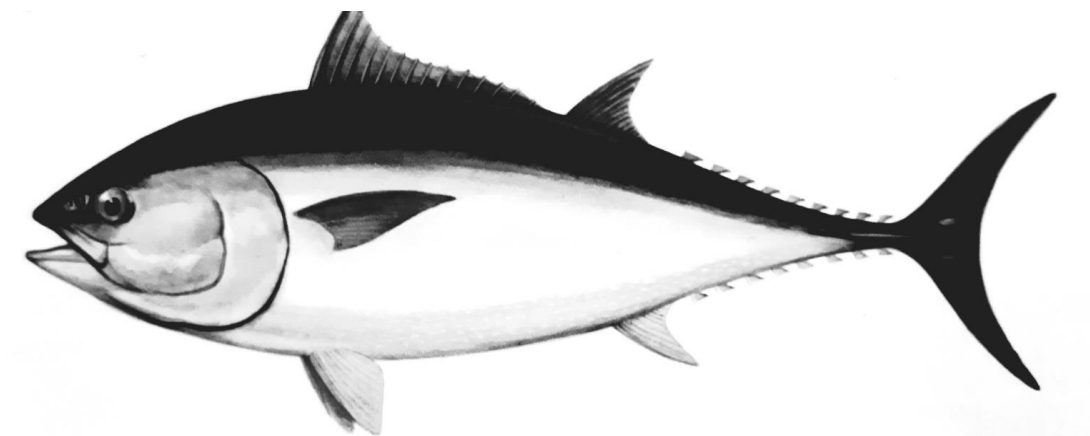
Nelle schede che seguono vengono riportate sinteticamente le principali caratteristiche biologiche di tutte le specie che sono state campionate mediante visual census o con pesca sperimentale, questo al fine di fornire ulteriori informazioni sui loro comportamenti, abitudini alimentari, periodi riproduttivi e taglie massime raggiunte.

Una scheda inoltre è stata dedicata al tonno rosso in quanto specie caratteristica di quest'area e, come descritto nel testo precedente, importante indicatore biologico della qualità delle acque di questa fascia costiera.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 81 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Thunnus thynnus thynnus (Tonno rosso)



Il tonno rosso ha un corpo fusiforme, tipico di tutti i grandi pelagici, con un peduncolo codale stretto e carenatura laterale. La pelle, rivestita di scaglie lisce è costituita da strati sovrapposti di tessuto connettivo che formano un rivestimento coriaceo molto robusto; le pinne sono altrettanto rigide e robuste. Ha pinnule gialle superiori e inferiori in vicinanza della coda falciforme.

Il dorso è di colore blu piombo e il ventre di colore bianco iridescente.

Raggiunge una lunghezza massima di 3 metri e un peso che supera i 500 kg.

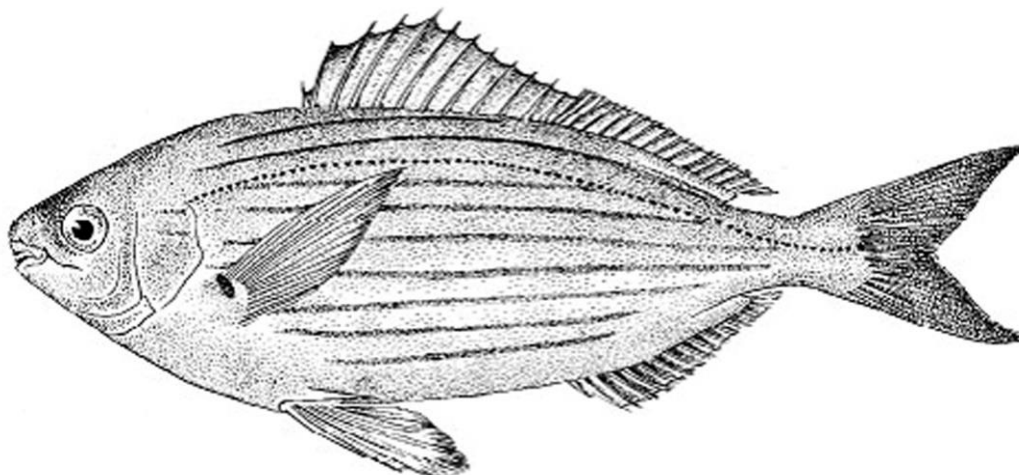
E' una specie pelagica con notevoli capacità di nuoto, che le consentono di affrontare imponenti migrazioni transoceaniche di migliaia di chilometri. I giovani sono gregari e spesso si uniscono ad altre specie di tonni di taglia simile stazionando in acque calde. Gli adulti diventano gregari quando si riuniscono per la riproduzione (Maggio-Luglio) percorrendo rotte che si ripetono di anno in anno.

Successivamente i tonni si disperdono in mare aperto e a maggiori profondità. La prima maturità sessuale avviene intorno ai 3 anni di età e ad una lunghezza di 90 cm. E' una specie ad ampia distribuzione tanto in Mediterraneo quanto in Atlantico e nel Pacifico.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 82 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Sarpa salpa (Salpa)



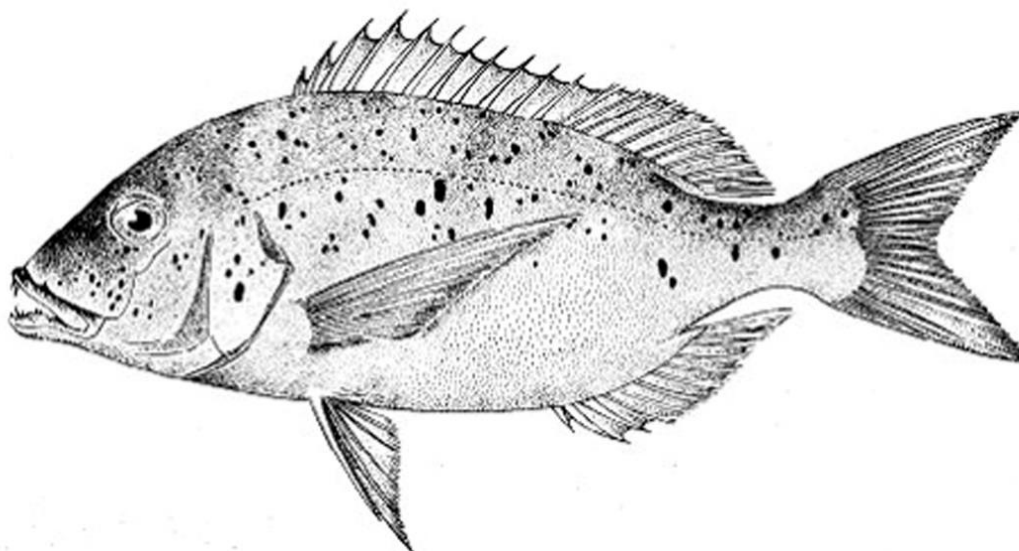
La caratteristica distintiva di questa specie risiede nella presenza di diverse linee sottili giallo-dorate che attraversano longitudinalmente tutto il corpo dell'animale. Questo si presenta ovale, poco compresso lateralmente e un po' allungato con il profilo dorsale molto simile a quello ventrale. La lunghezza massima registrata è prossima ai 50 cm, tuttavia è comune tra i 10 e 30 cm. Vive nelle acque costiere, raramente oltre i 30 m di profondità, ha abitudini gregarie prediligendo i fondi rocciosi, dove spesso si possono osservare mentre "brucano" le alghe presenti, e le praterie di Posidonia. Tipici, infatti, sono i "morsi" di salpa sulle foglie di questa fanerogama, anche se probabilmente il vero obiettivo di questa specie non è la Posidonia, ma gli epifiti vegetali che vivono su di essa. *S. salpa* è, quindi, una specie erbivora.

La salpa si caratterizza dal punto di vista riproduttivo per la proterandria, ovvero gli esemplari di questa specie nascono maschi e poi invertono, oltre una certa taglia, il proprio sesso. La riproduzione avviene in primavera ed autunno e le uova sono pelagiche. La lunghezza di prima maturità sessuale si aggira intorno ai 19 cm, mentre la taglia di inversione sessuale è prossima ai 26 cm. La salpa è una cattura accessoria della piccola pesca (tramaglio) e non riveste particolare interesse dal punto di vista commerciale per via del sapore spesso molto forte delle sue carni.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 83 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Dentex dentex (Dentice)

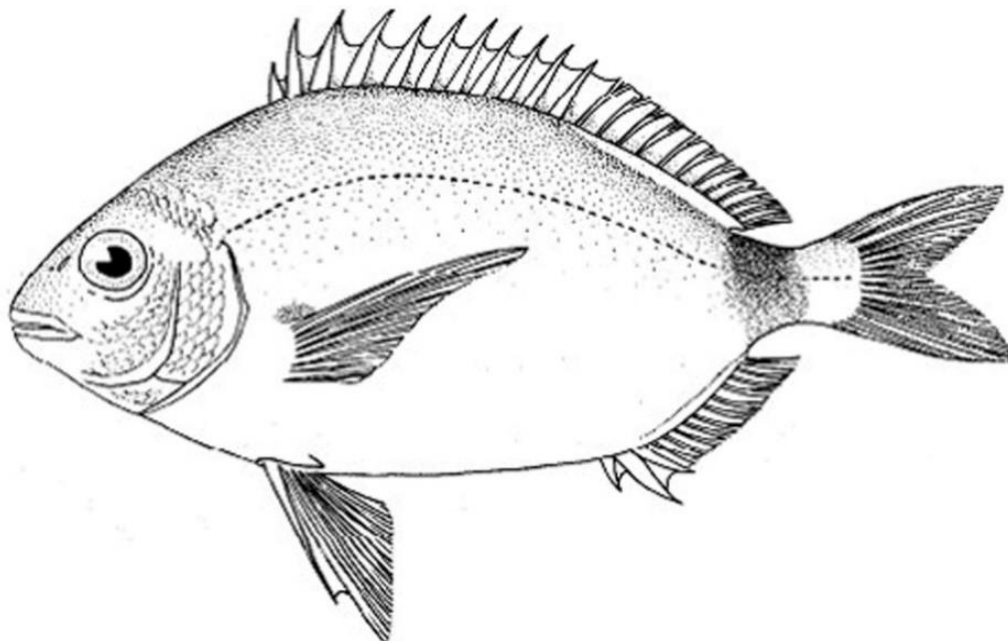


La colorazione nei dentici varia in funzione dell'età. I giovani sono fondamentalmente azzurri sul dorso e argentei sui fianchi e sul ventre, mentre gli adulti hanno una colorazione rosata con presenza di punti neri e blu nella parte dorsale del corpo. Questo si presenta ovale, arcuato superiormente, tanto che i grandi esemplari possono essere leggermente gibbosi, e compresso lateralmente. La lunghezza massima registrata è superiore al metro per un peso di oltre 12 kg, sono abbastanza comuni le taglie comprese tra 30 e 50 cm. Vive prevalentemente nelle acque costiere, tra 15 e 50 m di profondità, frequenta i fondi rocciosi, soprattutto secche e promontori marini. Nella stagione invernale, però, sembra che gli esemplari di questa specie migrino verso profondità maggiori. *D. dentex* è una specie carnivora, si nutre di pesci e molluschi cefalopodi che afferra con la sua bocca ampia e munita di numerosi denti acuti di differente grandezza. Il dentice si riproduce in primavera inoltrata, ma non si hanno dati certi sulla taglia di prima maturità. Le uova sono pelagiche. Questa specie risulta particolarmente pregiata dal punto di vista commerciale ed è principalmente catturata dalla piccola pesca (lenze e reti da posta).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 84 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Diplodus annularis (Sparaglione)



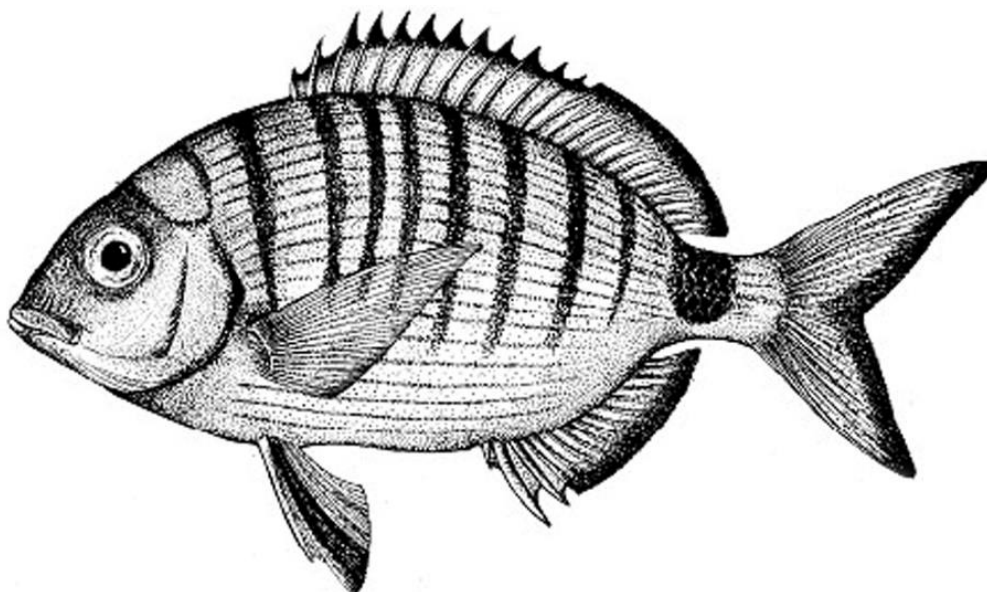
Lo sparaglione possiede una colorazione essenzialmente argentea sul ventre e giallo-dorata sul dorso. Sul peduncolo caudale è tipica la macchia nera che ne determina il nome scientifico. Il corpo è ovale e compresso. Raggiunge come lunghezza massima i 25 cm circa, anche se le taglie normalmente osservate raramente superano i 18 cm. Vive in piccoli branchi nelle acque costiere, fino ad una profondità massima di solito non superiore ai 50 m di profondità, prediligendo i fondali sabbiosi e le praterie di Posidonia oceanica. Si rinviene nelle acque dei porti e nelle lagune salmastre dove penetra nella stagione primaverile. Si nutre di policheti, molluschi e crostacei.

D. annularis è una specie ermafrodita proterandrica, per cui gli esemplari più giovani sono maschi e quelli più grandi sono femmine a seguito del processo di inversione sessuale. Tuttavia, sono stati osservati in questa specie maschi che non invertono sesso e individui di sesso femminile fin dalla nascita. Lo sparaglione si riproduce in primavera, le uova sono pelagiche. La taglia di prima maturità sessuale è raggiunta intorno ai 10 cm. Lo sparaglione non è una specie importante dal punto di vista commerciale tanto che quasi sempre rientra nel "by catch" sia della pesca a strascico che della piccola pesca.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 85 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Diplodus sargus sargus (Sarago maggiore)



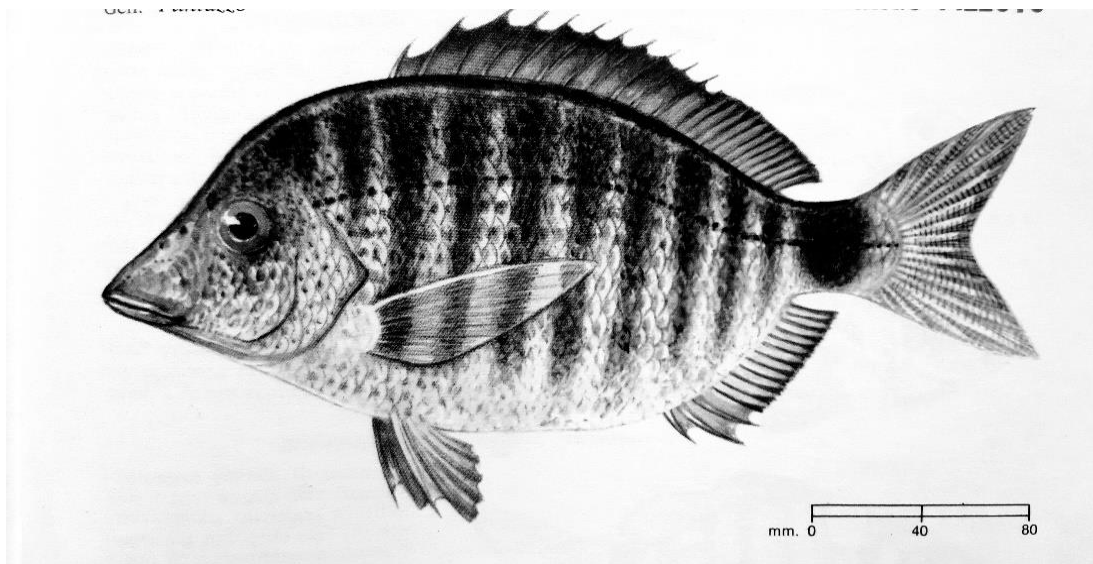
Questa specie possiede una colorazione grigio argentea sul dorso con sfumature gialline e 6-8 bande verticali nere che dalla parte dorsale del corpo si dirigono, sfumando, lungo i fianchi verso il ventre dell'animale che è, invece, chiaro. Sulla parte superiore del peduncolo caudale è presente una macchia nera. Il corpo è ovale e compresso con dorso molto più bombato del ventre. Raggiunge come lunghezza massima i 45 cm circa, superando i 2 kg di peso, anche se le taglie normalmente osservate sono comprese tra 20 e 30 cm. Il sarago maggiore vive in piccoli branchi nelle acque costiere, fino ad una profondità massima di solito non superiore ai 50 m di profondità, prediligendo i fondali rocciosi, dove è solito rifugiarsi, e, talvolta, le praterie di Posidonia oceanica. Si rinviene anche nelle lagune salmastre. *D. sargus sargus* ha un regime alimentare piuttosto vario nutrendosi di policheti, molluschi, echinodermi, crostacei e pesci.

Il sarago maggiore è una specie ermafrodita proterandrica, per cui gli esemplari più giovani sono maschi e quelli più grandi sono femmine a seguito del processo di inversione sessuale. Tuttavia, sono stati osservati un certo numero di individui che non seguono questa "regola", per cui alcuni maschi non vanno incontro al processo di inversione sessuale e alcuni esemplari si sviluppano come femmine fin dalla nascita. Il sarago maggiore si riproduce in primavera, le uova sono pelagiche. La taglia di prima maturità sessuale è raggiunta intorno ai 20 cm per quanto concerne i maschi e 23 cm per le femmine. Il sarago maggiore è una specie apprezzata dal punto di vista commerciale ed è catturata principalmente con le attrezzature tipiche della piccola pesca (lenze e reti).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 86 di 101	Rev. 03

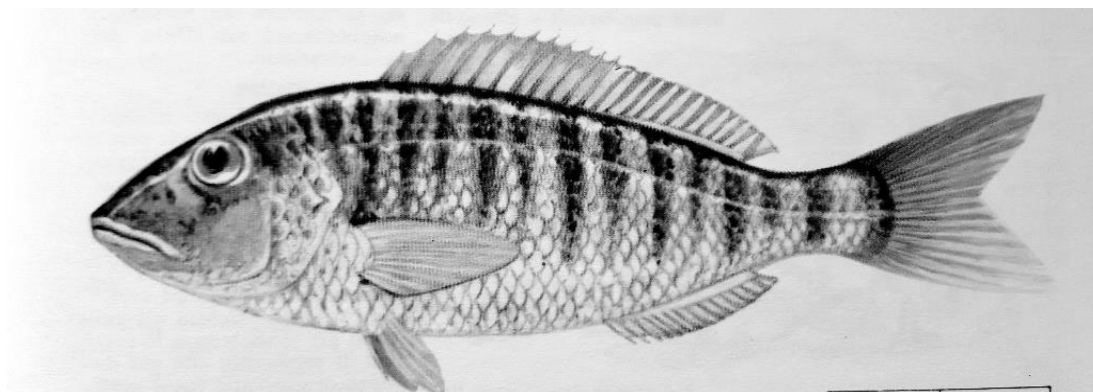
Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Diplodus puntazzo (Pizzuto)



Questa specie ha corpo ovale compresso lateralmente con muso appuntito. Colorazione piuttosto uniforme grigio argentata, dal dorso si estendono lungo i fianchi 6-7 fasce verticali nere alternate ad altre 5-7 più brevi e meno scure. Caratteristica è la macchia sul peduncolo codale. La lunghezza media è di 15-30 cm con un peso massimo che può superare un chilogrammo. Al contrario delle altre specie di saraghi ha un comportamento nomade e solitario. Occasionalmente si unisce a branchi di altri saraghi. E' onnivoro e frequenta principalmente fondi duri e praterie di Posidonia. I sessi sono separati e il periodo di riproduzione è compreso tra Settembre e Ottobre. E' una specie molto pregiata anche se poco comune nelle catture delle attività di pesca professionale. E' diffusa in tutto il Mediterraneo e Atlantico orientale.

Lithognathus mormyrus (Mormora)



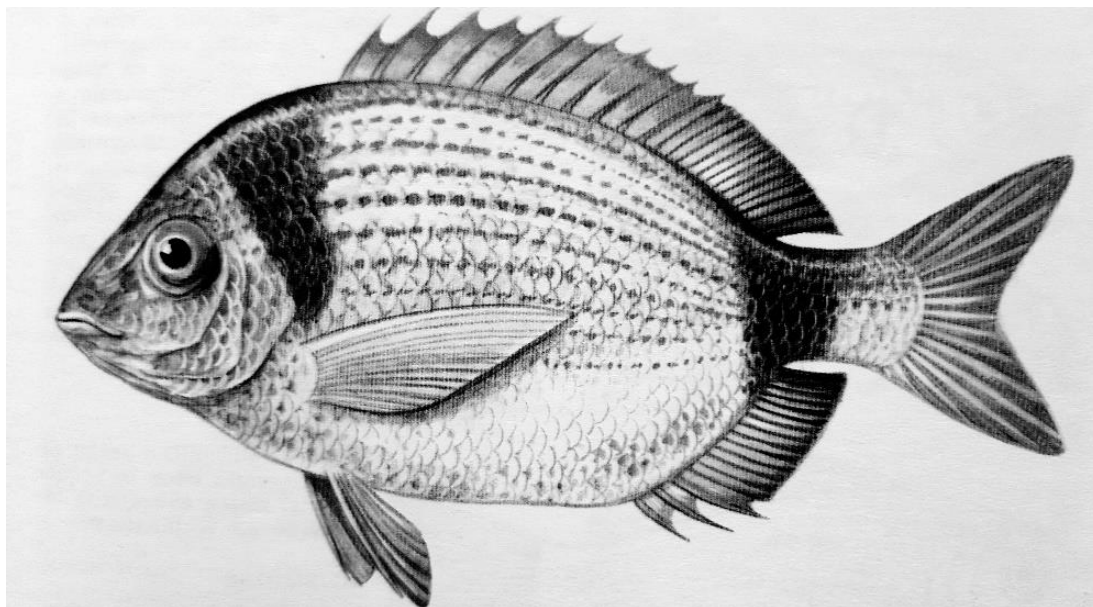
La mormora ha un corpo oblungo e compresso lateralmente, di colore grigio con riflessi argentei più intensi sul dorso dal quale si estendono fino ai fianchi 14-15 fasce verticali più scure. Raggiunge una lunghezza massima di 50 cm ed è comune per lunghezze comprese tra 15 e 30 cm. E' una specie demersale, legata a fondi

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 87 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

sabbiosi e sabbio-fangosi dove è frequente a profondità non superiori a 15-20 metri. E' comune anche all'interno delle praterie di Posidonia. Si adatta facilmente a salinità variabili e per questa ragione penetra anche all'interno di acque salmastre e di lagune costiere. Carnivora, si nutre di piccoli invertebrati bentonici che cattura all'interno del sedimento con una tecnica particolare, comune anche alla triglia, che è quella di prendere grandi bocche di sedimento e di setacciarlo nella bocca e con le branchie, trattenendo gli invertebrati presenti. Si può osservare sia solitaria che in branchi di numerosi individui. Si riproduce in estate ed è ermafrodita proterandrica, ovvero maschio nella prima fase della vita e poi femmina. E' comune in tutto il Mediterraneo e Atlantico orientale.

Diplodus vulgaris (sarago fasciato)

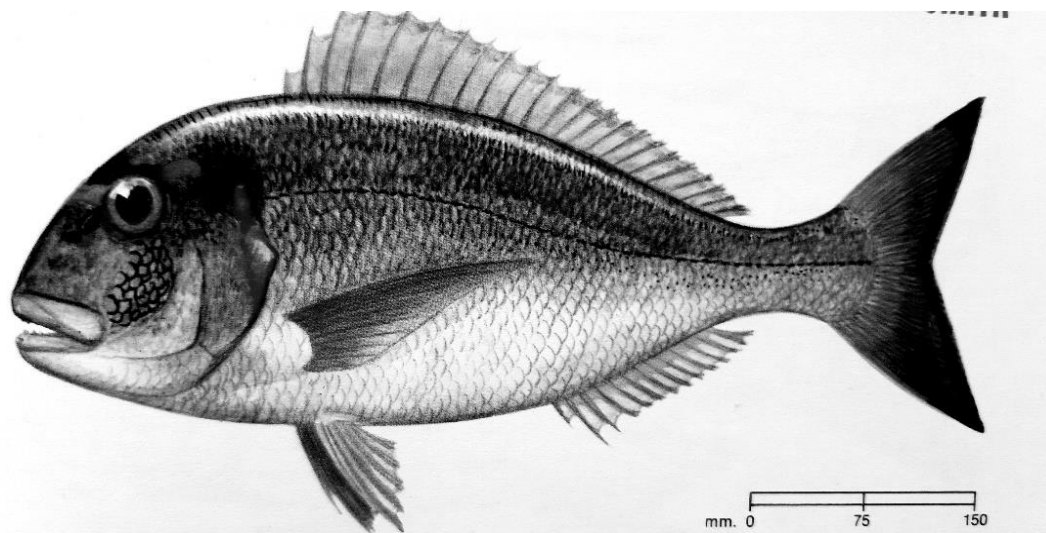


Corpo ovale, alto e compresso come quello di tutti i saraghi, muso leggermente acuto. La colorazione di fondo è bruno olivastro con sfumature scure tendenti al verde, ma più chiara sul ventre, particolarmente evidente la fascia frontale scura compresa tra le inserzioni delle pinne pettorali e dorsale, e quella del peduncolo codale, molto ampia. Fianchi argentei con 7-9 linee longitudinali dorate. Ventrali nere, altre pinne grigie. Lunghezza massima 40 cm, comune tra 18 e 25 centimetri. La prima maturità sessuale compare a 2 anni (17 cm di lunghezza). Come altri rappresentanti del genere, anche questa specie è legata ad habitat costieri in cui possono essere presenti rocce, sabbia e Posidonia. I giovani sono più frequenti a profondità molto basse e prevalentemente su fondi ricoperti di vegetazione. Specie ermafrodita, nel periodo della riproduzione, tra Settembre e Novembre, il capo è azzurro con una fascia marrone. Ampiamente diffusa in Mediterraneo ad esclusione del Mar Nero. Assente lungo le coste Atlantiche.

Sparus aurata (Orata)

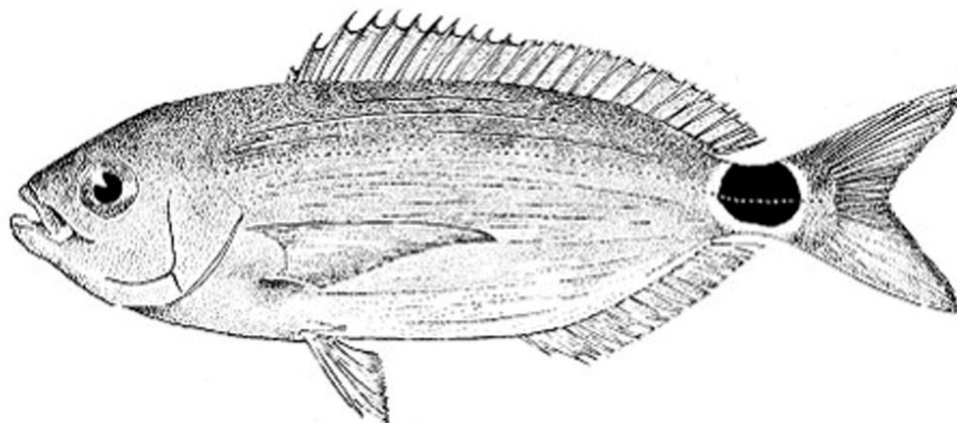
	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 88 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007



L'Orata ha corpo ovale , piuttosto alto, capo massiccio e bocca con labbra spesse ; la dentatura, robusta, è costituita prevalentemente da denti molariformi, atti alla masticazione, e idonei a frantumare il guscio di molluschi bivalvi e gasteropodi e il carapace di crostacei. La colorazione è grigio argentea con riflessi verde oliva sul dorso e giallo dorati sui fianchi. Ha una caratteristica macchia scura tra la testa e l'origine della linea laterale ma deve il suo nome alla fascia dorata presente tra gli occhi. La sua taglia più comune è tra 20 e 50 cm ma gli esemplari più grandi possono superare i 70 cm e il peso di svariati chilogrammi. E' una specie fondamentalmente costiera legata a fondi misti sabbiosi e rocciosi non oltre i 60 metri di profondità. E' una specie eurialina adatta ad ambienti a salinità variabile e gli stadi giovanili penetrano spesso nelle acque delle lagune costiere dove permangono fino al momento della riproduzione che avviene in mare. E' ermafrodita proterandrica ed infatti gli esemplari fino a 25-30 cm sono maschi, quelli di maggiori dimensioni sono femmine. Pesce molto pregiato che è diventato molto diffuso nei mercati in quanto viene allevato ormai con grande facilità. Comune in tutto il Mediterraneo e Atlantico orientale.

Oblada melanura (Occhiata)



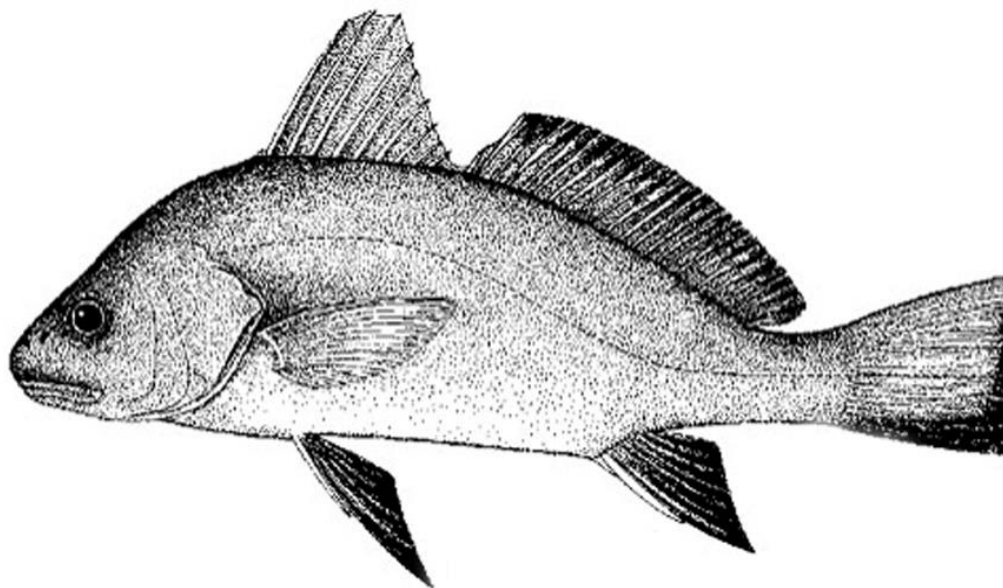
	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 89 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Ha una colorazione grigio - azzurra sul dorso mentre il ventre e i fianchi sono argentei. Questi ultimi sono solcati da linee longitudinali grigie o nerastre. Il peduncolo caudale è caratterizzato per la presenza di una macchia nera non estesa inferiormente e orlata da una linea bianca. Il corpo è allungato, poco compresso e quasi simmetrico con la bocca rivolta verso l'alto, può raggiungere una lunghezza massima di 30 cm circa, per un peso prossimo al kg, anche se le taglie comunemente osservate sono comprese tra 15 e 20 cm. O. melanura vive in branchi nelle acque libere costiere, fino ad una profondità massima di circa 40 m di profondità, frequentando i fondali rocciosi e le praterie di Posidonia oceanica. L'occhiata è una specie onnivora, anche se si nutre principalmente di crostacei, molluschi e alghe.

O. melanura si riproduce nel periodo primaverile, le uova sono pelagiche. Non ci sono dati certi riguardo la maturità sessuale che dovrebbe essere raggiunta intorno ai 2 anni di età. L'occhiata è una specie apprezzata dal punto di vista commerciale ed è catturata principalmente con lenze (a traino o fisse) e reti da posta (tramaglio o imbrocco).

Sciaena umbra (Corvina)



La corvina ha una colorazione grigio - bruna sul dorso con riflessi dorati mentre i fianchi e il ventre sono argentei. Questi ultimi sono solcati da linee longitudinali grigie o nerastre. La coda è di colore giallo con bordo inferiore nero. Il corpo è alquanto compresso con il dorso molto incurvato. La bocca è rivolta verso il basso. Può raggiungere una lunghezza massima di 70 cm circa, anche se le taglie comunemente osservate sono comprese tra 25 e 40 cm. S. umbra vive in piccoli branchi nelle zone rocciose delle acque costiere, più raramente nelle praterie di Posidonia oceanica, prediligendo le grotte e le spaccature delle rocce dove spesso gli individui trovano riparo. La corvina si nutre di crostacei e pesci.

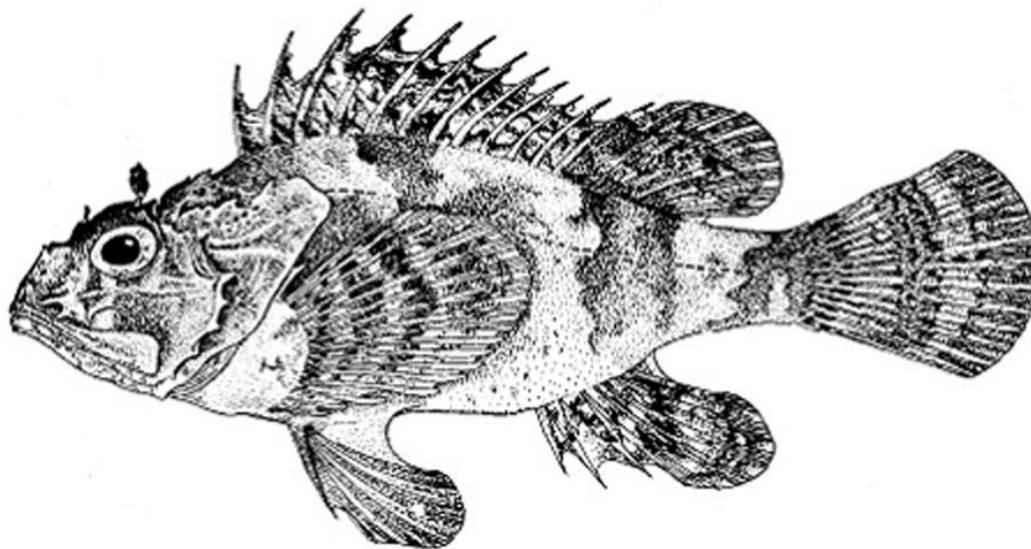
S. umbra si riproduce tra la primavera e l'estate, le uova sono pelagiche. Non ci sono dati certi riguardo la maturità sessuale che dovrebbe essere raggiunta non prima dei 25 cm di lunghezza. La corvina è una specie molto apprezzata dal punto di vista commerciale per le sue ottime carni ed è catturata principalmente con lenze

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 90 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

(palangaro) e reti da posta (tramaglio). In alcune aree è soggetta ad un intenso sfruttamento ad opera dell'attività di pesca subacquea.

Scorpaena porcus (Scorfano nero)



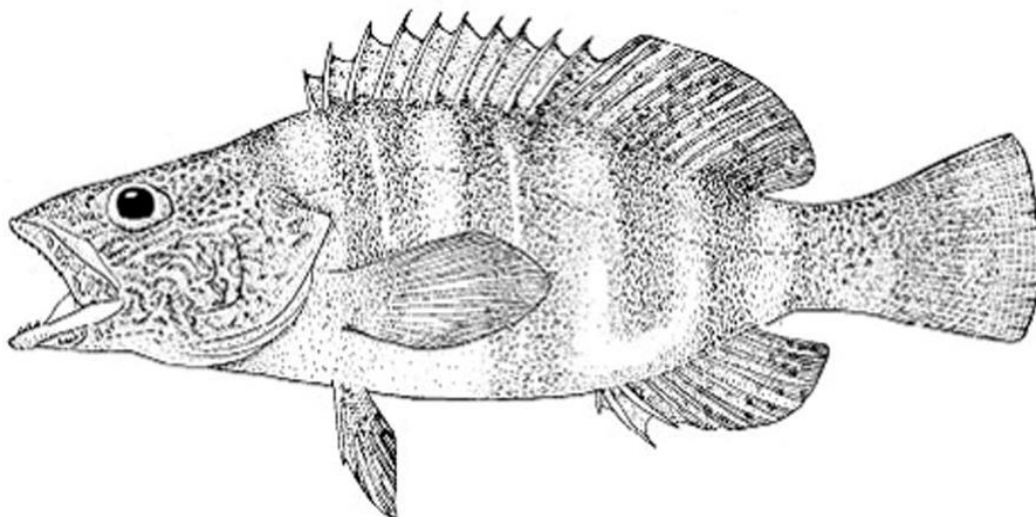
Lo scorfano nero ha colorazione è variabile dal marrone al rosso con macchie di varia disposizione presenti lungo tutto il corpo e le pinne. Il corpo è tozzo con profilo dorsale molto convesso e il capo è massiccio e presenta spine opercolari velenifere. Ghiandole del veleno si trovano anche alla base delle pinne dorsali, anali e pelviche. *S. porcus* raramente supera i 25 cm di lunghezza, comunemente sono osservate taglie comprese tra 10 e 20 cm. Lo scorfano nero è una specie bentonica che vive solitamente sui fondi rocciosi, a bassa profondità, ricoperti di alghe o nelle praterie dove sfrutta le sue capacità mimetiche. Si trova anche a profondità maggiori, sul coralligeno e nelle cavità delle rocce ed è qui di solito che perde la sua tipica colorazione marrone. Questa specie si nutre principalmente di crostacei, policheti, molluschi e piccoli pesci (gobidi e blennidi).

S. porcus si riproduce tra la fine della primavera e l'estate, le sue uova sono pelagiche. Non ci sono dati che permettano di definire una taglia di prima maturità sessuale. Lo scorfano nero è una specie particolarmente apprezzata dal punto di vista commerciale, soprattutto nelle zuppe e minestre di pesce. È catturata con le reti da posta, le nasse e dai subacquei. In particolare, i pescatori devono prestare attenzione nel maneggiare questi animali per non pungersi con le spine perché il veleno (termolabile) resta attivo anche dopo la morte dell'animale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 91 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Serranus scriba (Sciarrano)



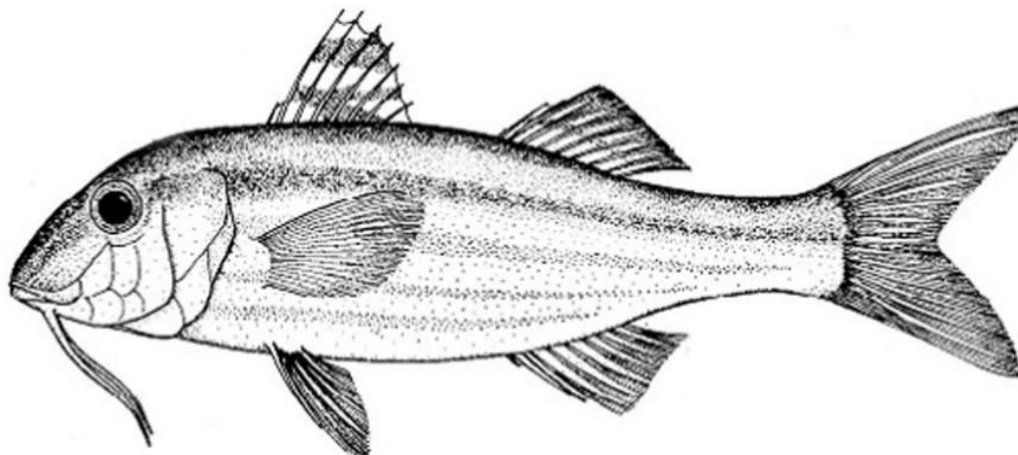
Pesce osseo appartenente alla famiglia dei Serranidi, lo sciarrano ha il dorso di colore variabile tra il rosso e il marrone, mentre il ventre, chiaro, si caratterizza per la presenza di una macchia azzurra - violacea. Il corpo è attraversato, in direzione dorso-ventre, da 5 - 7 bande verticali scure che, comunque, non raggiungono il ventre dell'animale. La testa presenta diversi colori (azzurro, bianco, arancione, rosa) con macchie irregolari che somigliano a caratteri di scrittura da cui deriva il nome della specie. La coda è gialla. Il corpo è allungato, leggermente compresso, più tozzo, comunque, rispetto alle altre specie del genere *Serranus*. La taglia massima raggiungibile dallo sciarrano si aggira intorno ai 30 cm, anche se comunemente si osservano esemplari di taglia compresa tra 10 e 20 cm. *S. scriba* vive nelle acque costiere prediligendo i fondi rocciosi e le praterie di *P. oceanica*. Questa specie si nutre di crostacei e pesci.

Lo sciarrano è una specie ermafrodita sincrona per cui in ogni individuo sono presenti gonadi con porzioni maschili e femminili perfettamente funzionanti che maturano in contemporanea. La stagione riproduttiva è compresa tra la fine della primavera e l'estate. Il meccanismo di riproduzione messo in atto da questa specie rende ampiamente plausibile l'autofecondazione. Le uova prodotte sono pelagiche. La taglia di prima maturità sessuale è prossima alla lunghezza di 11 cm anche se non vi sono dati molto accurati al riguardo. Lo sciarrano è una specie accessoria della pesca commerciale, apprezzata soprattutto nella minestra o nella zuppa di pesce. È catturata con le reti da posta, le nasse e i palangari.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 92 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Mullus surmuletus (Triglia di scoglio)



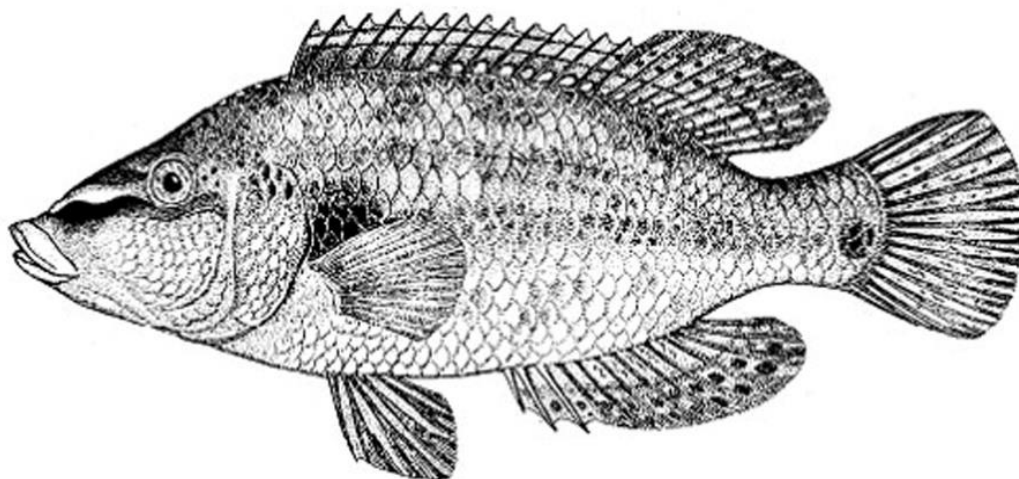
La triglia ha una colorazione alquanto variabile soprattutto in funzione dell'età e dell'ambiente in cui vive. Di base, nella parte dorsale, è rossa con il margine delle scaglie tendente al marrone. I fianchi sono attraversati da 3-4 bande gialle longitudinali che sono, però, assenti negli esemplari che vivono sui fondi sabbiosi i quali presentano, invece, una fascia longitudinale marrone lungo la linea laterale. Il ventre è bianco tendente al rosa. Un'altra caratteristica distintiva risiede nella colorazione della prima pinna dorsale che presenta alcune bande trasversali di color giallo o arancione fatta eccezione per la prima banda che è nera. Il corpo della triglia di scoglio è allungato e leggermente compresso lateralmente con il profilo dorsale arcuato, il muso è inclinato e la fronte moderatamente ripida. Possiede due barbigli che sono organi tattili utilizzati per la ricerca di cibo. La lunghezza massima raggiungibile dalla triglia di scoglio si aggira intorno ai 45 cm per un peso superiore al kg. Comunemente si osservano esemplari di taglia compresa tra 15 e 30 cm. *M. surmuletus* è una specie bentonica ad ampio range batimetrico, essendo rinvenibile anche a grandi profondità (oltre 200 m), tuttavia è decisamente più comune nelle acque costiere dove predilige i fondi misti con rocce, sabbia e detrito. I giovanili si trovano spesso in prossimità delle praterie di *P. oceanica*. La triglia di scoglio si nutre principalmente di crostacei, policheti e molluschi bivalvi.

M. surmuletus si riproduce prevalentemente in primavera e le uova prodotte sono pelagiche. La taglia di prima maturità sessuale è stata stimata in 13-15 cm per i maschi e 15-18 cm per le femmine. La triglia di fango è una specie particolarmente apprezzata dal punto di vista commerciale per la qualità delle sue carni. È catturata di solito con le reti da posta (tramagli) o con palangari opportunamente innescati, occasionalmente può essere pescata anche con le reti a strascico.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 93 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Symphodus tinca (Tordo pavone)



Teleosteo appartenente alla famiglia dei Labridi, il tordo pavone presenta una colorazione molto variabile e vivace soprattutto nei maschi riproduttori. Infatti, essi presentano una livrea a dominanza giallo-verde con una macchia nera sopra la pinna pettorale e bande longitudinali irregolari di colore rosso. Sono presenti anche numerosi punti blu, in particolare sulle pinne, e una macchia nera più piccola si nota sul peduncolo codale appena sopra la linea laterale. Le femmine, invece, e i giovani hanno tinte più smorte. Infatti, la livrea è generalmente grigio-verde o marrone con linee longitudinali più scure sui fianchi. Il corpo del tordo pavone è ovale e compresso lateralmente, il muso è lungo e le labbra sono appuntite e ben sviluppate. Raggiunge una lunghezza massima di 35 cm circa, anche se le taglie comunemente osservate sono comprese tra 20 e 30 cm. Le femmine non superano i 25 cm di lunghezza. *S. tinca* vive nelle acque costiere fino a circa 40 m di profondità. Vive sui fondali rocciosi delle acque costiere o nelle praterie di *P. oceanica*. Il tordo pavone è una specie carnivora, si nutre di crostacei, molluschi, ed echinodermi.

S. tinca si riproduce tra la primavera e l'estate. Le femmine depongono le uova nei nidi costruiti dai maschi di grande taglia che le fecondano e le proteggono fino alla schiusa. I maschi di taglia più piccola non costruiscono nidi, ma si riproducono sia fecondando le uova deposte nei nidi costruiti dai grandi maschi sia stimolando le femmine all'emissione delle uova al di fuori dei nidi stessi. La maturità sessuale è raggiunta intorno ai 10 cm di lunghezza. Il tordo pavone non è una specie particolarmente apprezzata dal punto di vista commerciale se non nella zuppa di pesce ed è catturata principalmente con reti da posta (tramaglio o imbrocco), nasse e lenze.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 94 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Coris julis (Donzella)

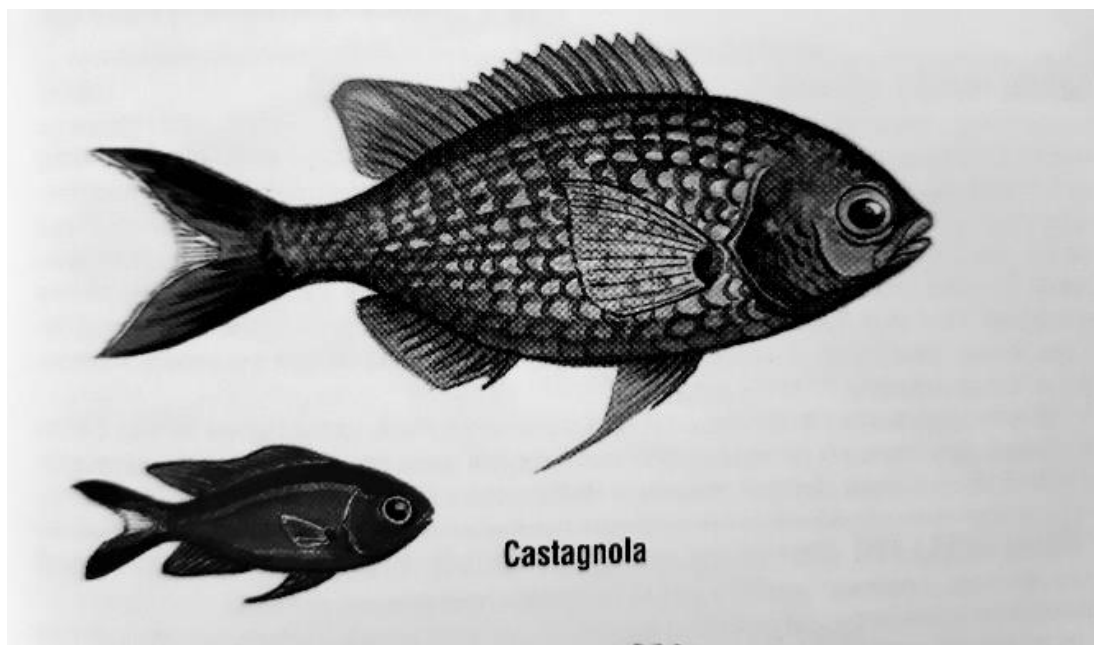


Ha corpo molto slanciato, leggermente compresso; la testa, lunga, si estende in avanti con muso appuntito e bocca terminale. La colorazione della specie si caratterizza per lo spiccato dimorfismo sessuale. La livrea femminile si riconosce per il dorso marrone tendente al rosso, lungo i fianchi una banda gialla o marrone chiaro, circondata da due linee bianche. I maschi hanno dorso blu, verde o bruno; sui fianchi spicca una banda longitudinale rossa o arancio, spesso con margini azzurro chiaro. Sotto tale banda, dietro la pettorale c'è una macchia nera, blu o marrone allungata longitudinalmente. Pinne dorsali e anale gialle orlate di azzurro. I primi raggi spinosi della pinna dorsale presentano una macchia rossa molto intensa con sfumature scure. Specie ermafrodita proteroginica con prima maturità sessuale delle femmine ad un anno. Le femmine raggiungono la lunghezza di 18 cm, i maschi di 25 cm. La donzella è legata ad acque litorali calde, frequentemente in prossimità di rocce, Posidonia o sabbia, fino a 100 metri di profondità. Di notte o con l'abbassamento della temperatura o in presenza di pericolo, si infossa su un fianco nella sabbia. Si nutre di piccoli invertebrati. Non ha abitudini gregarie ma spesso possono formarsi branchi di giovani femmine che mostrano spesso anche un comportamento da pesci pulitori, liberando da ectoparassiti altri pesci. I maschi adulti sono solitari e tendono a controllare un determinato territorio. La riproduzione avviene tra Aprile e Agosto. Diffusa in tutto il Mediterraneo e in Atlantico orientale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 95 di 101	Rev. 03

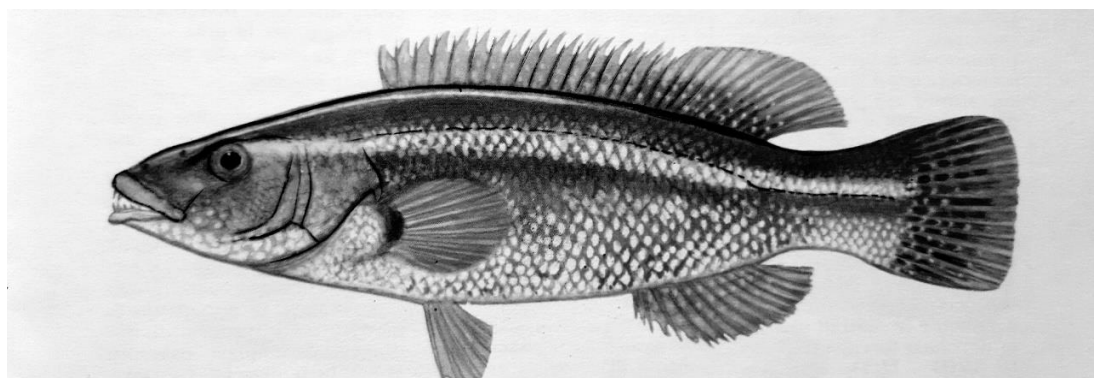
Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Chromis chromis (Castagnola)



E' una specie di piccole dimensioni assai comune in tutte le acque superficiali mediterranee. Il corpo è ovale piuttosto alto e compresso lateralmente con dorso di colore bruno negli adulti. I giovani presentano una livrea azzurro fosforescente caratteristica per la vivacità del colore. Può raggiungere i 15 cm di lunghezza ma gli esemplari più comuni misurano in genere tra i 5 e i 10 cm . Vive in acque costiere soprattutto in corrispondenza di fondi rocciosi e praterie di Posidonia fino ai 25-30 metri di profondità. Si riunisce spesso a formare branchi anche di centinaia di individui che stazionano sospesi a mezz'acqua. I giovanili preferiscono zone d'ombra in vicinanza di grotte e anfratti. La riproduzione avviene d'estate . Il maschio delimita un territorio, lo ripulisce e attira le femmine con un movimento ondulatorio della coda. Dopo la fecondazione sempre il maschio cura e protegge le uova fino alla schiusa, che sono state fissare alla roccia mediante filamenti adesivi. Si nutre di piccoli organismi planctonici.

Labrus viridis (Tordo verde o marvizzo)

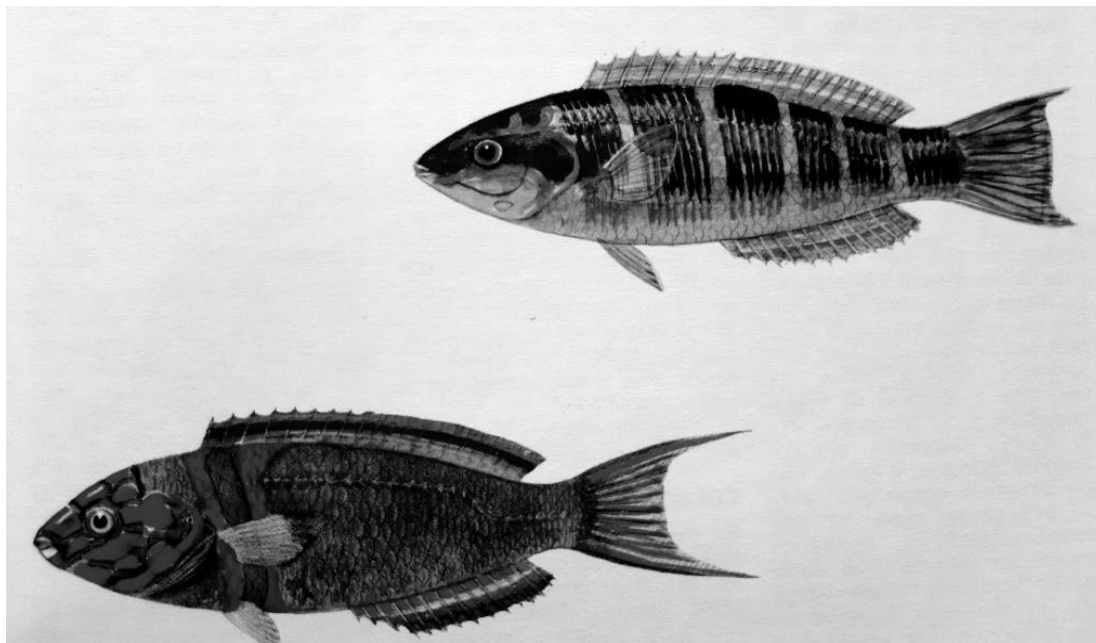


	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 96 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Il corpo è fusiforme con testa allungata che termina con muso appuntito e bocca relativamente grande con labbra spesse. A differenza degli altri labridi, questa specie non presenta colorazione legata al dimorfismo sessuale. Il corpo è generalmente verdastro o rossastro con diversa combinazione di forme e sfumature; il dorso appare più scuro mentre i fianchi sono più chiari. Spesso è presente una fascia trasversale di colore bianco che si estende dal muso alla pinna caudale. Gli esemplari più grandi presentano la superficie dei fianchi reticolata e cosparsa di puntini bianchi. Il marvizzo è una specie costiera legata a fondi rocciosi o di praterie di Posidonia a profondità comprese tra i 2 e i 50 metri. Il comportamento è soltanto occasionalmente gregario e vive usualmente solitario o in coppia. E' ermafrodita proteroginico, ovvero durante la prima fase della vita sono femmine e poi avviene l'inversione sessuale e diventano maschi. Le uova sono bentoniche e vengono attaccate alle alghe e alle rocce. Gli adulti si nutrono di crostacei molluschi e pesci. E' presente in tutto il Mediterraneo e Atlantico orientale.

Thalassoma pavo (Donzella pavonina)



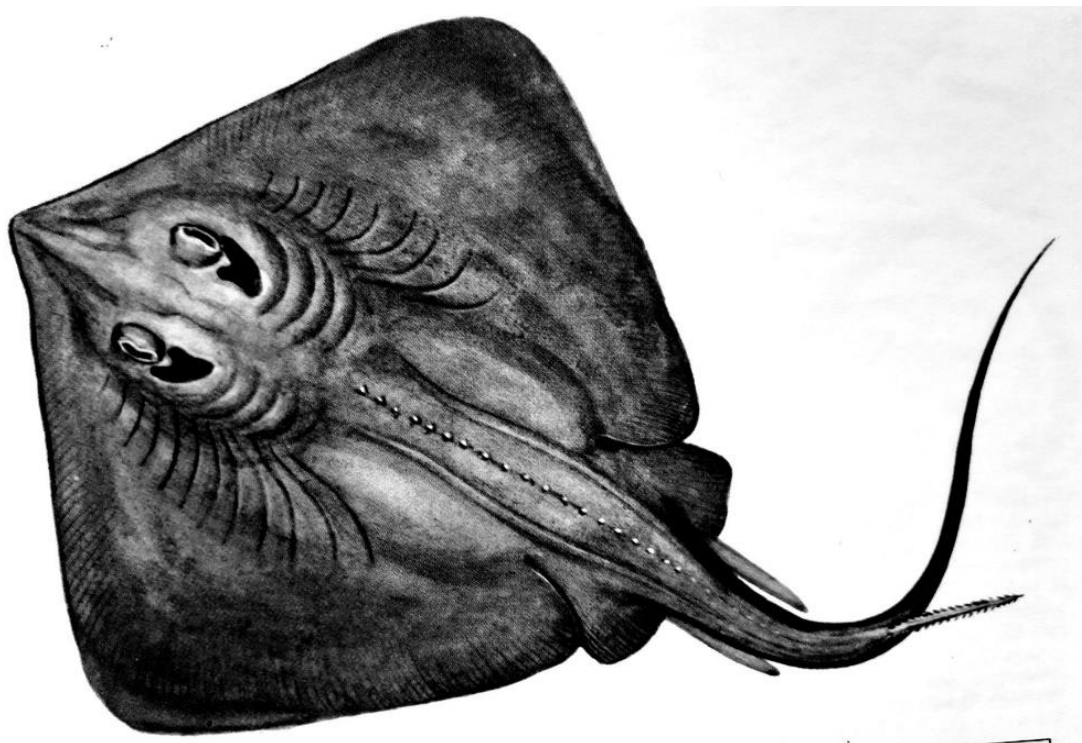
Il corpo è allungato e compresso e la testa, con muso breve, presenta una bocca terminale e con labbra spesse. Presenta colorazioni particolarmente vistose, con cromatismo di grande effetto per la varietà di colori. I giovani e le femmine hanno il corpo verde chiaro e 5-6 bande verticali di colore blu molto evidenti. La testa è scura con sfumature azzurre o blu più o meno intense. E' presente una macchia nera alla base della pinna dorsale. I maschi invece sono di dimensioni più grandi essendo la specie ermafrodita proteroginica. Hanno una livrea verde con lineette rosse verticali, testa rosso scura con striature azzurre o blu; è presente anche una banda trasversale blu metallico, spesso con margini rossi alla base della pinna dorsale. La taglia massima è di 25 cm ed è comune tra i 10 e i 20 cm. L'habitat di questa specie è legato ad acque costiere calde, in prossimità di fondi rocciosi con profondità non superiori ai 40 metri. I maschi sono solitari mentre i giovani e le femmine si possono osservare in gruppi. Il maschio dominante è territoriale e

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 97 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

difende il suo harem da presenze di altri individui della stessa specie. Specie carnivora che si nutre di piccoli molluschi e crostacei. E' specie termofila diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo meridionale. In questi ultimi anni, con il riscaldamento globale, gradualmente occupa nuove aree più settentrionali.

Dasyatis pastinaca (Pastinaca)

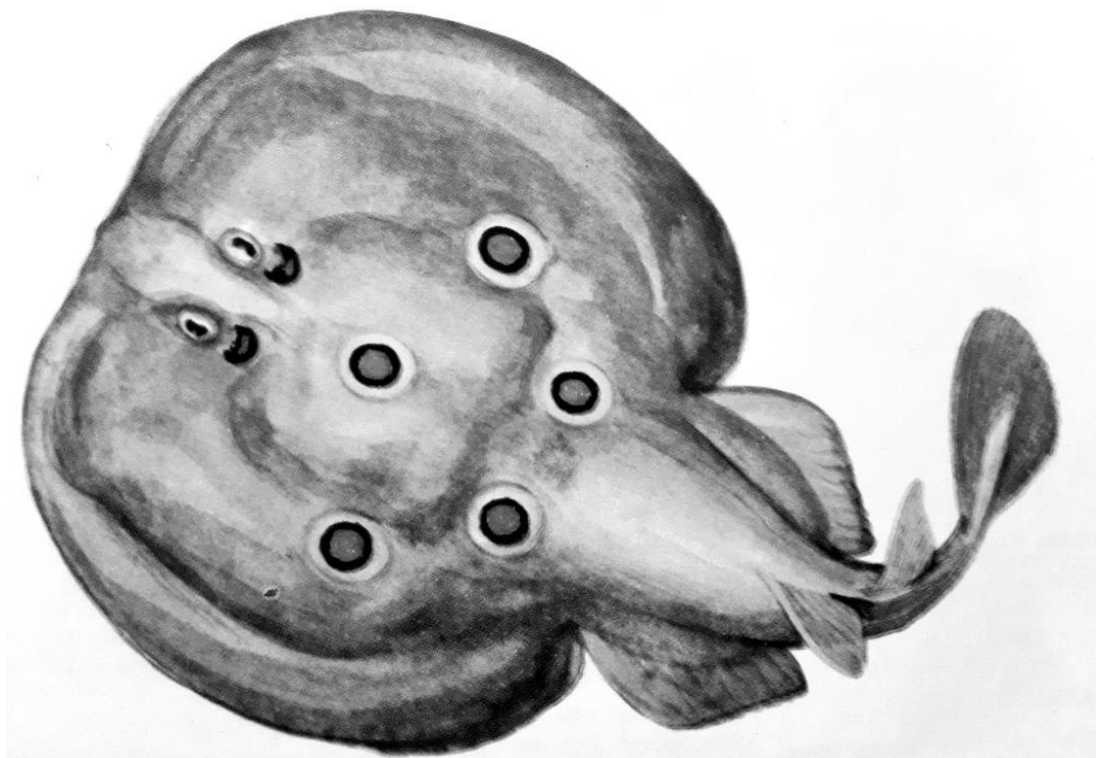


E' un pesce piatto cartilagineo con un corpo schiacciato dorso-ventralmente a forma di losanga con contorno ovale. La coda, a frusta, è di dimensioni maggiori negli esemplari più giovani. E' munita di una spina lunga e robusta, rivolta all'indietro con margini seghettati taglienti e velenosi. Gli occhi sono posizionati sulla parte dorsale della testa, la bocca invece è posta ventralmente. I denti sono piccoli e numerosi, disposti a formare placche con le quali tritura le specie che cattura nella sabbia, come crostacei e molluschi. La colorazione è verde oliva tendente al grigio mentre la superficie ventrale è biancastra. E' una specie demersale costiera, comune su fondi sabbiosi e fangosi fino a circa 100 metri di profondità. E' ovovivipara e si riproduce normalmente due volte l'anno, producendo 4-9 giovani individui per volta. Comune in tutto il bacino del Mediterraneo e in Atlantico orientale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 98 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Torpedo ocellata (Torpedine)



Anche questo è un pesce cartilagineo appiattito dorso-ventralmente, con un corpo di consistenza molle e pelle liscia. E' provvista di una coda di grosse dimensioni che termina con una pinna caudale sviluppata a cui sono associate due pinne dorsali e due larghe pinne ventrali. I margini laterali del disco sono formati dalle pinne pettorali e al suo interno sono presenti il cranio e i due organi elettrici in grado di generare scariche che possono sia stordire le eventuali prede che far fuggire gli eventuali predatori. La colorazione è bruno nocciola con sfumatura gialle o rosse. Sono presenti sul dorso vistosi ocelli blu cerchiati di chiaro, generalmente in numero di cinque. La lunghezza massima è di 60 cm. Anche questa è specie di acque costiere su fondi mobili o misti. E' una specie solitaria di abitudini notturne che di giorno vive affossata nella sabbia lasciando sporgere solo gli occhi. E' vivipara con fecondazione interna con numero di embrioni proporzionale alle dimensioni della madre. Si nutre principalmente di pesci e crostacei. E' distribuita in tutto il Mediterraneo e in atlantico orientale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 99 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Sepia officinalis (Seppia)



La colorazione di base varia dal grigio al marrone scuro. La presenza di cromatofori permette a questa specie di mimetizzarsi perfettamente nell'ambiente circostante oltre a reagire ad altre tipologie di stimoli. La seppia possiede un corpo robusto e allungato con mantello di forma triangolare circondato da quelle che sembrano pinne ondeggianti che servono all'animale per muoversi. Questa specie possiede 8 piccoli tentacoli, con 5-6 file di ventose ciascuno, e 2 più lunghi che presentano le ventose solo all'apice e vengono estroflessi rapidamente per catturare le prede e portarle verso il becco corneo posto al centro. All'interno del mantello è presente la conchiglia, più nota come "osso di seppia", che funge da organo di "galleggiamento". Caratteristica è anche la presenza nel mantello di una sacca ghiandolare contenente un liquido ricco di melanina, "nero di seppia", che viene espulso dall'animale in situazioni di pericolo più o meno imminente. *S. officinalis* raggiunge i 25-30 cm, anche se comunemente le taglie degli individui campionati si aggirano tra 5 e 15 cm. La seppia è una specie bentonica che vive nelle acque costiere, di solito non oltre i 50 m di profondità, prediligendo i fondali sabbiosi e le praterie di *P. oceanica*. Si nutre principalmente di crostacei e pesci.

S. officinalis si riproduce praticamente tutto l'anno con picchi in primavera ed estate. La fecondazione è interna con il maschio che, dopo una danza di corteggiamento, attraverso un tentacolo modificato (ectocotile) introduce i propri gameti, contenuti in pacchetti denominati spermatofore, nel corpo della femmina. Le uova fecondate sono deposte attaccandole a diversi substrati in prossimità della costa. La maturità sessuale viene raggiunta a taglie differenti tra maschio e femmina. Infatti, gli esemplari di sesso maschile maturano a circa 6-8 cm di lunghezza del mantello, mentre gli individui di sesso femminile sono maturi tra 8 e 11 cm di lunghezza del mantello. La seppia è una specie molto apprezzata dal punto di vista commerciale ed è catturata con diversi sistemi di pesca quali nasse, reti da posta e strascico.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 100 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

11

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Addis, P., Cau A., Davini M., Secci E., Scibaldi G. (1997) Physiologic responses to stress and changes in atlantic bluefin tuna (*T. thynnus*) meat color during trap fisheries capture and processing in Sardinia (W. Mediterranean). *Journal of Aquatic food Product Technology* 22(3): 298-309

Addis, P., Dean, J., Pesci P., Locci I., Cannas R., Corrias S., Cau A. (2008) Effects of local scale perturbations in the Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) trap fishery of Sardinia (W. Mediterranean). *Fisheries research* 92: 242-254.

Addis, P., Locci I., Cau A. (2009) Anthropogenic impacts on the bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) trap fishery of Sardinia (Western Mediterranean). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 63: 174-185.

Addis, P., Secci M., Sabatini A., Palmas F., Culurgioni J., Pasquini V., Cau A. (2014) Conventional tagging of bluefin tunas in the trap fishery of Sardinia (W. Mediterranean): a critical review. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 70(2): 585-591

Colavitti A.M., Usai A., 2011 – Studio per il recupero e la riqualificazione del sistema degli approdi minerari della costa iglesiente. *Relazione Preliminare. Assetto Storico-Culturale*. Provincia di Carbonia Iglesias. Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari.

Comune di Portoscuso, 1987 - P.P. Centro Storico: Zona "A". *Relazione illustrativa e piano finanziario*.

Comune di Portoscuso, 2016 - *Valutazione Ambientale Strategica. Rapporto Ambientale*, vol 1. Giugno 2016: 280 pp.

Eros Quesada, 2020 - *Evoluzione della pesca storica al Tonno rosso (Thunnus thynnus, Linneo, 1758) nelle ultime tre tonnare fisse del Mediterraneo*. 298 pp. *Dip. Biologia Ambientale – Tesi Magistrale Università Sapienza*.

Harmelin.Vivien M., Harmelin J.G., 1975, *Presentation d'une methode d'evaluation "in situ" de la gfaune ichtyologique*. *Trav. Sci. Parc Nation. Port Cross*

Holden, M.J. and D.F.S. Raitt (eds.), 1974. *Manual of fisheries science. Part 2: Methods of resource investigation and their application*. *FAO Fish. Tech. Rep.*

Legacoop Lega Pesca - Camera Commercio di Cagliari – *Studio di modelli gestionali per il potenziamento della filiera del settore della pesca della provincia di Cagliari*.

Porru M.C., 2018 - *Approccio metodologico per l'identificazione delle sorgenti di solfato nell'area di Portoscuso (Sardegna sud occidentale)*. *Tesi di Laurea Magistrale, Corso di Laurea Magistrale in Geologia e Territorio Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali Anno Accademico 2016-2017*.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZX-E-85504	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU PORTOVESME	Fg. 101 di 101	Rev. 03

Rif. TPIDL: 201969C-100-RT-6200-007

Renzi, M., A. Cau, N. Bianchi and S.E. Focardi (2014)- Levels of mercury and polychlorobiphenils in bluefin tuna from the Western Mediterranean Sea: a food safety issue ? Journal of environmental Protection 5(2): 106 p

www.portoscuso.com