

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI TARANTO
COMUNE DI TARANTO



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE IN AREA SIN DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO GALLEGGIANTE (OFFSHORE) DELLA POTENZA DI 100 MW CON ANNESSO IMPIANTO DI PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE DA 25 MW, IMPIANTO DI MITILCOLTURA E STRUTTURE RELATIVE AL TURISMO SOSTENIBILE

ELABORATO:

AM07

RELAZIONE SULLE BIOCENOSI MARINE

PROPONENTE:



FLOATING MAR PICCOLO

M FLOATING MAR PICCOLO
 SRL P.zza Fontana 6, Milano
 20122, MI
 P.I. : 13013890960

ELABORATO DA:



Michele Bux



ATECH
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE

Via Caduti di Nassiriya, 55 - 70124 - Bari Tel. 080 3219948

Dott. Ing. Alessandro Antezza
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n. 10743

Alessandro Antezza



Visto:

il DIRETTORE TECNICO
 Dott. Ing. Orazio Triccapo
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.4985



0	NOV 2023		A.A.	O.T.	Elaborato Descrittivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

INDICE

1. IL MAR PICCOLO DI TARANTO	2
2. EVOLUZIONE DELL'ECOSISTEMA DEL MAR PICCOLO DI TARANTO	11
2.1 – Biocenosi bentoniche	11
2.2 - Evoluzione delle biocenosi bentoniche del I Seno del Mar Piccolo	15
3. SOVRAPPOSIZIONE TRA OPERE IN PROGETTO E BIOCENOSI MARINE	22
4. BIBLIOGRAFIA	29

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

1. IL MAR PICCOLO DI TARANTO

Il Mar Piccolo di Taranto è un bacino costiero semichiuso situato lungo la costa settentrionale del Golfo di Taranto che si estende su una superficie complessiva di 20,7 km². Esso comunica con l'attiguo bacino del Mar Grande attraverso il canale naturale di Porta Napoli ed il Canale Navigabile, un canale artificiale largo 58 m e profondo 12 m. L'origine di questi bacini è fortemente legata alle variazioni del livello del mare ed è attribuibile all'incisione di una valle fluviale (Mastronuzzi and Sansò, 1998; Valenzano et al., 2018) occultata nel Mar Piccolo da un elevato spessore di sedimenti dell'ultima trasgressione olocenica (Lisco et al., 2016). Il Mar Piccolo si articola in due specchi d'acqua di forma ellittica, detti Seni, separati da una striscia di mare compresa tra i due promontori di Punta Penna e Punta Pizzone (Figura 1.A). Il I Seno presenta un asse maggiore di circa 4 km ed una profondità media di 13 m mentre il II Seno presenta un asse maggiore di circa 5 km ed una profondità media di 9 m (Scardi et al., 1997). In realtà, le profondità possono raggiungere valori più elevati, rispettivamente fino ai 18 m nel I Seno e 32 m nel II Seno, in prossimità di polle sorgive localmente chiamate *citri* che, grazie al loro apporto continuo di acqua dolce a temperatura costante di circa 18°C, contribuiscono a diluire la salinità e a mitigare le elevate temperature che si riscontrano stagionalmente nel bacino (Cerruti, 1938b; Parenzan, 1969; Cotecchia et al., 1990; Zuffianò et al., 2016). Sebbene, siano stati censiti 32 citri, di cui 31 nel Mar Piccolo ed 1 nel Mar Grande di Taranto (Cerruti, 1938c), i più importanti risultano il citro Galeso ed il Citrello, nel I Seno ed il citro Le Copre nel II Seno (Cerruti, 1938c; Umgiesser et al., 2007; Cardellicchio et al., 2016). La salinità del bacino si attesta mediamente attorno ai 36 psu, anche se tra il I ed il II Seno vi possono essere delle differenze marcate in funzione della morfologia, della capacità di scambio idrico con il mare aperto, del clima e della presenza di alcuni affluenti, quali il Galeso, nel I Seno, il D'Aiedda, il Cervaro ed il Rubafemmine nel II Seno. Pertanto, nel I Seno la salinità risulta compresa tra i 35,55 psu e i 35,99 psu, mentre nel II Seno il range di variabilità è più ampio, tra i 35,28 psu ed i 36,16 psu (Scroccaro et al., 2004; Cardellicchio et al., 2016). In merito alle temperature, le acque del Mar Piccolo presentano valori mediamente compresi tra i 15 ed i 24°C, con valori minimi che possono variare tra gli 8 (2002) ed i 12°C (2013) e valori massimi variabili tra i 26 (1997) ed i 32°C (2003) (Cecere et al., 2016). Inoltre, analogamente a quanto si riscontra per le acque del Mediterraneo, anche per il Mar Piccolo è stata confermata la tendenza all'aumento della temperatura (Alabiso et al., 2005; Giacomini e Alabiso, 2006; Cecere et al., 2016). Per ciò che concerne la circolazione delle acque, il bacino è

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

caratterizzato da una corrente superficiale caratterizzata da acque più dense e meno salate, influenzate dalla presenza dei citri e dell'idrovora dell'ILVA, che tendono a defluire verso il Mar Grande con velocità variabili tra 0 e 10 cm/s, ed una corrente di fondo (circa a 6 m di profondità) che presenta verso di flusso opposto, entrando nel Mar Piccolo attraverso il Canale Navigabile con velocità medie più elevate, pari a 15-20 cm/s (De Pascalis *et al.*, 2016; Kralj *et al.*, 2016) (Figura 1.B).

Alla luce delle caratteristiche geografiche, morfologiche, idrologiche del bacino, senza escludere dal processo il contributo di impianti industriali e scarichi urbani localizzati in prossimità dello stesso, il Mar Piccolo è caratterizzato da continue fluttuazioni di nutrienti che determinano la presenza di un'alta produttività primaria e secondaria nonché, stagionalmente, la presenza di una marcata stratificazione delle acque che può innescare fenomeni di ipossia e anossia negli strati più profondi (Vatova, 1972; Alabiso *et al.* 2006; Caroppo *et al.* 2008). Questa ricchezza in termini di nutrienti, si traduce in una ricchezza fitoplanctonica che permette, di conseguenza, lo sviluppo di una ricca fauna, prevalentemente bentonica, costituita da organismi filtratori quali Poriferi, Molluschi, Ascidiacei, Briozoi, Policheti. Nel dettaglio, i fondali del Mar Piccolo sono caratterizzati per lo più da sedimenti incoerenti fangosi misti a sabbia o detrito conchigliare ricoperto, *a patch*, da praterie di *C. nodosa* e letti a macroalghe, contraddistinti per lo più dalle alghe verdi *Cladophora prolifera*, *Caulerpa prolifera* e *Chaetomorpha linum*, la quale costituisce letti pleustofitici per lo più nel II Seno, dall'alga rossa *Gracilaria dura* e dall'alga bruna *Dictyota dichotoma* (Parenzan, 1969, 1983; Tursi *et al.*, 1974; Cecere *et al.*, 1989, 1991, 1992; Pastore, 1993; Scardi *et al.*, 1997; Matarrese *et al.*, 2004; Panetta *et al.*, 2004; Mastrototaro *et al.*, 2008a; Cecere e Petrocelli, 2009; Bracchi *et al.*, 2016; Franzo *et al.*, 2016). Laddove la copertura algale è rada o assente si sviluppano estese comunità a Sabellidi, quale ad esempio *Branchiomma luctuosum*, e a Ceriantari, come *Pachycerianthus solitarius* e *Cerianthus membranaceus* (Mastrototaro *et al.*, 2008a; Gristina *et al.*, 2013). Sui substrati grossolani ricchi di resti conchigliiferi, in particolari periodi dell'anno, è possibile osservare numerosi individui del briozoo *Zoobotryon verticillatum* e del mollusco opistobranco *Melibe viridis* (ARPA, 2014). Ricca e diversificata, inoltre, risulta la comunità *fouling* associata ai substrati duri costituiti per lo più dai pali della mitilicoltura, catenarie, boe metalliche, dominata da organismi sospensivori e filtratori quali gli ascidiacei, solitari o coloniali come *Distpalia bermudensis*, *Clavelina lepadiformis*, i briozoi tra cui *Schizobranchiella sanguinea*, i policheti tra cui *Branchiomma luctuosum* e *Sabella spallanzani*, numerose specie di molluschi ed i poriferi tra cui *Geodia cydonium* e *Tethya citrina*, che

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

rappresentano, insieme a *P. nobilis* e a *Hippocampus hippocampus* e *Hippocampus guttulatus*, le specie peculiari di interesse conservazionistico presenti nel bacino (ARPA, 2014; Gristina *et al.*, 2013; 2017; Tursi *et al.*, 2018) (Figura 1.C). Ulteriore peculiarità è rappresentata dalla presenza nel bacino di specie di elevato valore estetico, quale la stella marina *Echinaster sepositus*, nonché di specie alloctone come i molluschi opistobranchi *Melibe viridis* e *Bursatella leachi*, il mollusco bivalve *Arcuatula senhousia*, gli ascidiacei *Polyandrocarpa zorritensis*, *Distaplia bermudensis*, *Microcosmus squamiger*, il porifero *Paraleucilla magna* e il polichete *Branchiomma bairdii* (Mastrototaro *et al.*, 2003; 2004; 2008b; Longo *et al.*, 2004; 2012; ARPA, 2014) (Figura 1.D). Sebbene l'ecosistema di transizione del Mar Piccolo di Taranto risulti caratterizzato da un'elevata biodiversità marina e dalla presenza di specie di interesse conservazionistico comunitario, la componente biologica del bacino risulta fortemente impattata da diverse pressioni ambientali, alcune delle quali insistono sul bacino da più di 50 anni (e.g. Cardellicchio *et al.*, 2007; 2016; Caroppo *et al.*, 2012; Franzo *et al.*, 2016; Cibic *et al.*, 2016; Bracchi *et al.*, 2016). Sin dalla fine del 1880, infatti, è localizzato nel I Seno del bacino l'Arsenale della Marina Militare, che con la movimentazione delle unità militari (navi e sommergibili) e l'attività cantieristica nel complesso ha contribuito ad impattare notevolmente l'ecosistema attraverso: lo scarico di sostanze inquinanti, quali ad esempio le acque di sentina; la risospensione dei sedimenti fini, che possono causare il soffocamento degli organismi e la riduzione della superficie fotosintetica degli organismi vegetali; la presenza di imponenti strutture di ancoraggio (Lisco *et al.*, 2015; Bracchi *et al.*, 2016). Successivo in termini temporali, è lo sviluppo di una imponente attività di mitilicoltura che ha implicato la colonizzazione di gran parte dei due Seni attraverso la realizzazione di numerosi impianti. Ciò non solo ha comportato un incremento dei substrati duri quali ad esempio pali soffici, boe affondate, cime, reti, corpi morti ecc. ma ha modificato irreversibilmente lo svolgimento dell'attività di pesca, che fino ad allora era caratterizzata pressoché dalla pesca con palangaro e, in alcune aree, con lo strascico. Importante risulta, inoltre, la presenza di un esteso tessuto industriale contermina alla città di Taranto che ha pesantemente influenzato la qualità dell'ambiente marino costiero e, in particolare, la qualità dei sedimenti caratterizzati da numerose sostanze inquinanti quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici, le diossine, i policlorobifenili ed i metalli pesanti (e.g. Calace *et al.*, 2008; Cardellicchio *et al.*, 2006, 2007, 2016; Di Leo *et al.*, 2014). Infine, si evidenzia, la presenza di scarichi di reflui urbani che tuttora si riversano nel bacino tanto in maniera convogliata, tanto in maniera diffusa comportando un

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

aumento del carico organico e generando situazioni di degrado del sedimento fino a manifestate condizioni di ipossia. A ciò si aggiungono ulteriori carichi esterni derivanti dalle operazioni di lavaggio delle reti e di lavorazione a bordo del pescato effettuate costantemente dalle imbarcazioni da pesca, determinando un accumulo continuo sul fondale di sostanze organiche che possono avere effetti negativi sulla componente bentonica nonché nel livello di eutrofizzazione e di ossigenazione delle stesse acque del bacino (Cecere and Petrocelli, 2009; CNR, 2011; Massarelli *et al.*, 2014; Cibic *et al.*, 2016; Caroppo *et al.*, 2016). Dal 1991, l'area circostante il Mar Piccolo è classificata area ad "Alto Rischio Ambientale" da parte del Ministero dell'Ambiente e diventa Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Taranto, secondo quanto disposto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 10 gennaio 2000 (Figura 1.E). Ciò nonostante, sono stati istituiti nel bacino il Sito di Importanza Comunitaria (SIC) IT9130004 "Mar Piccolo", la Riserva Regionale "Palude La Vela" EUAP1189 e recentemente, il Parco Naturale Regionale del Mar Piccolo (L.R.21 settembre 2020 n. 30) (Figura 1.F).

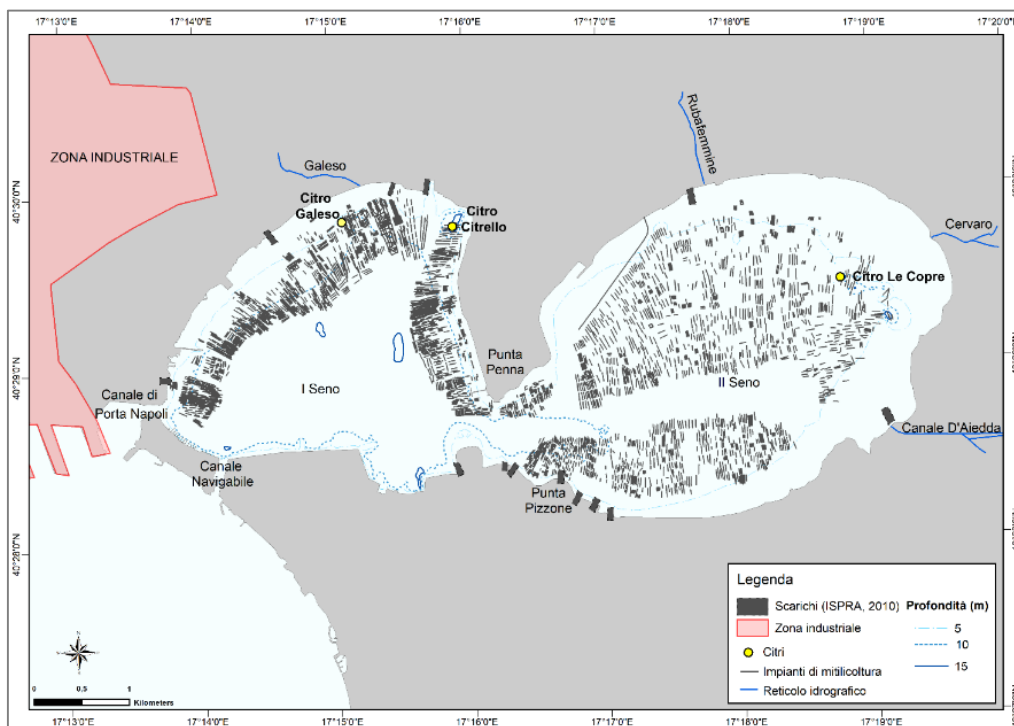


Figura 1.A – Mappa del Mar Piccolo di Taranto.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

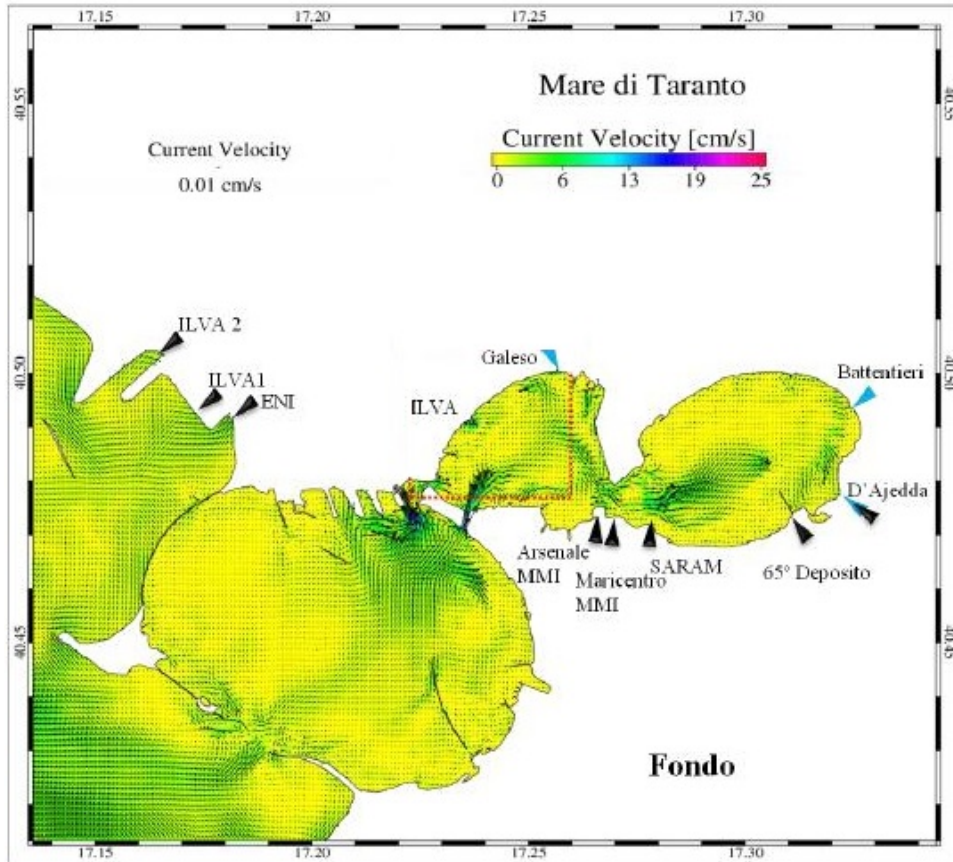


Figura 1.B - Mappa della circolazione delle acque superficiali del Mar Piccolo e Mar Grande.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

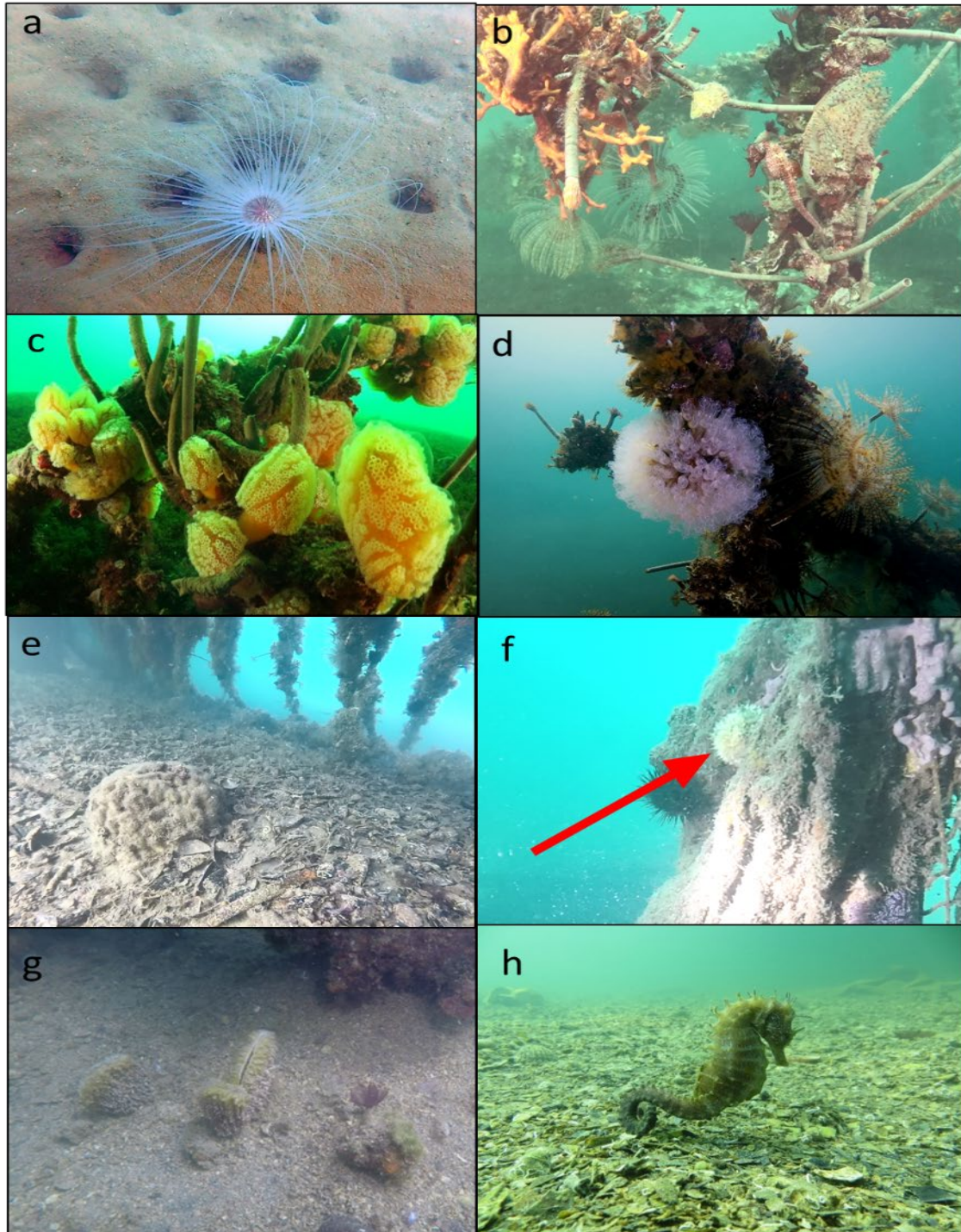


Figura 1.C – Habitat e specie presenti nel bacino del Mar Piccolo di Taranto. **a)** Facies a Ceriantari; **b)** esemplare di *Hippocampus guttulatus* tra i pali della mitilicoltura ricoperti da una ricca comunità *fouling* caratterizzata dai sabellidi *Sabella spallanzanii*, *Branchiomma luctuosum*, il briozoo *Schizobranchiella sanguinea* e **c)** gli ascidiacei *Distipalia bermudensis* e **d)** *Clavelina lepadiformis*. **e)** Specie di interesse conservazionistico *Geodia cydonium*, **f)** *Tethya citrina*, **g)** *Pinna nobilis* e **h)** *H. hippocampus*.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di miticoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

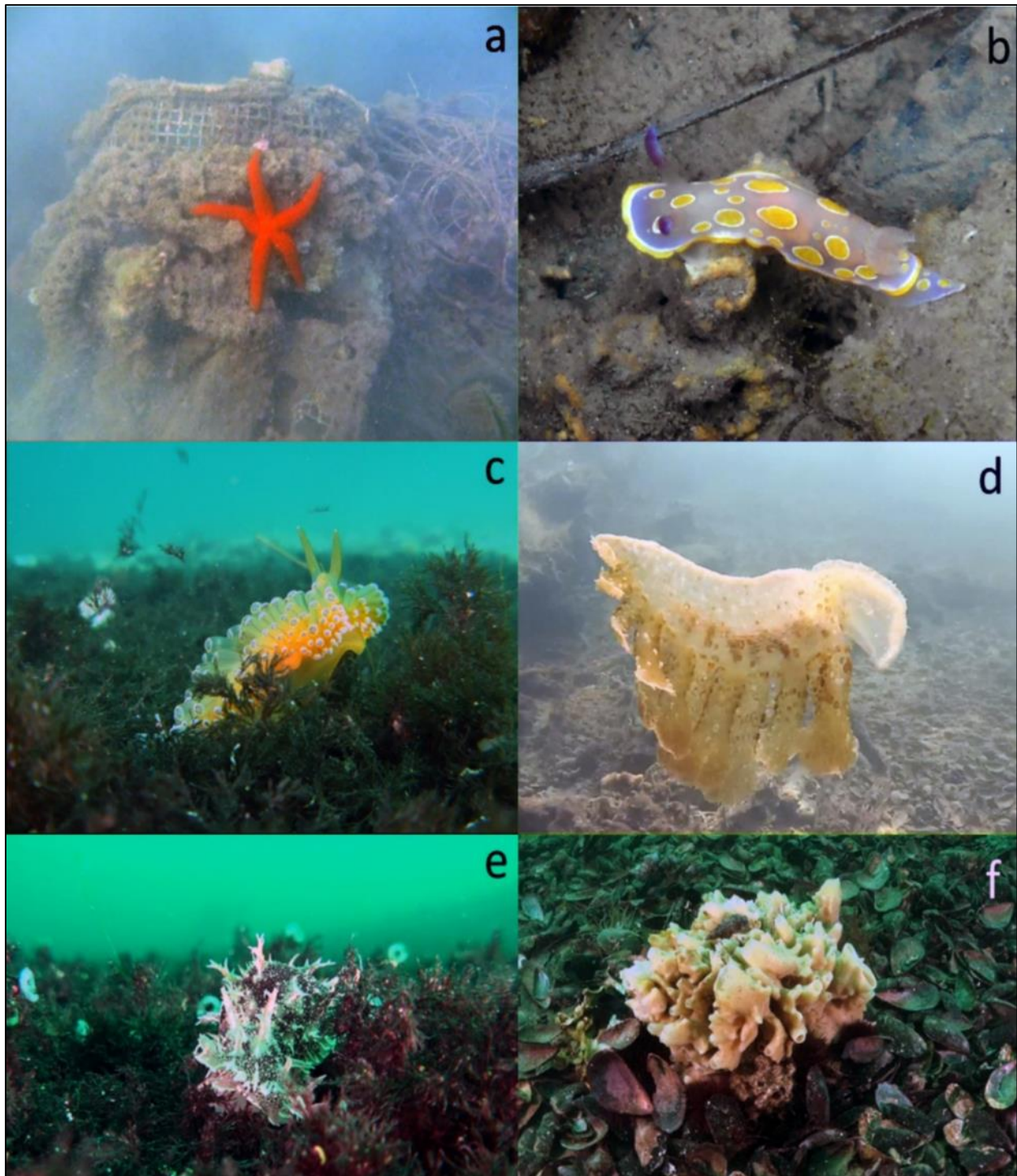


Figura 1.D – Specie di elevato valore estetico e di origine alloctona presenti nel Mar Piccolo di Taranto: **a)** *Echinaster sepositus*, **b)** *Chromodoris luteorosea*, **c)** *Janolus cristatus*, **d)** *Melibe viridis*, **e)** *Bursatella leachi*, **f)** *Paraleucilla magna*.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

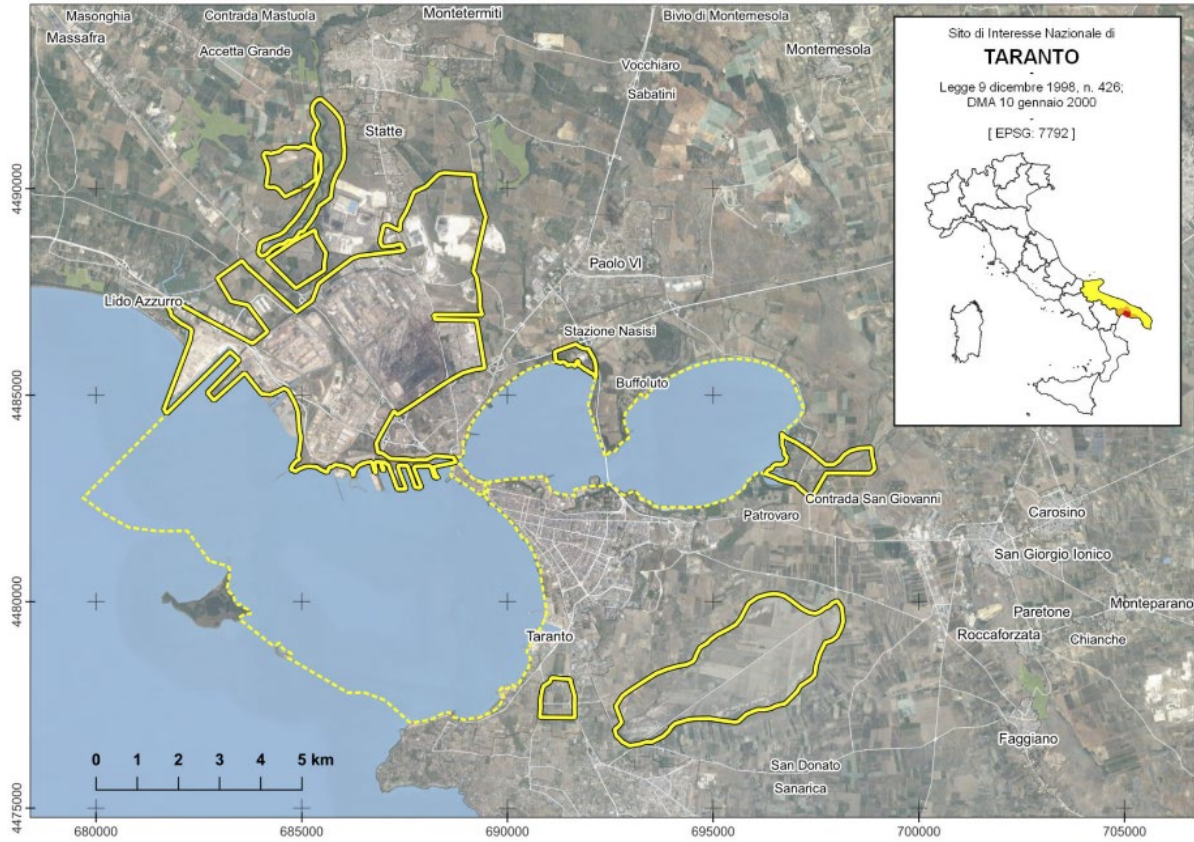


Figura 1.E – Mappa del Sito di Interesse Nazionale di Taranto (tratta da <https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin-7/>).

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

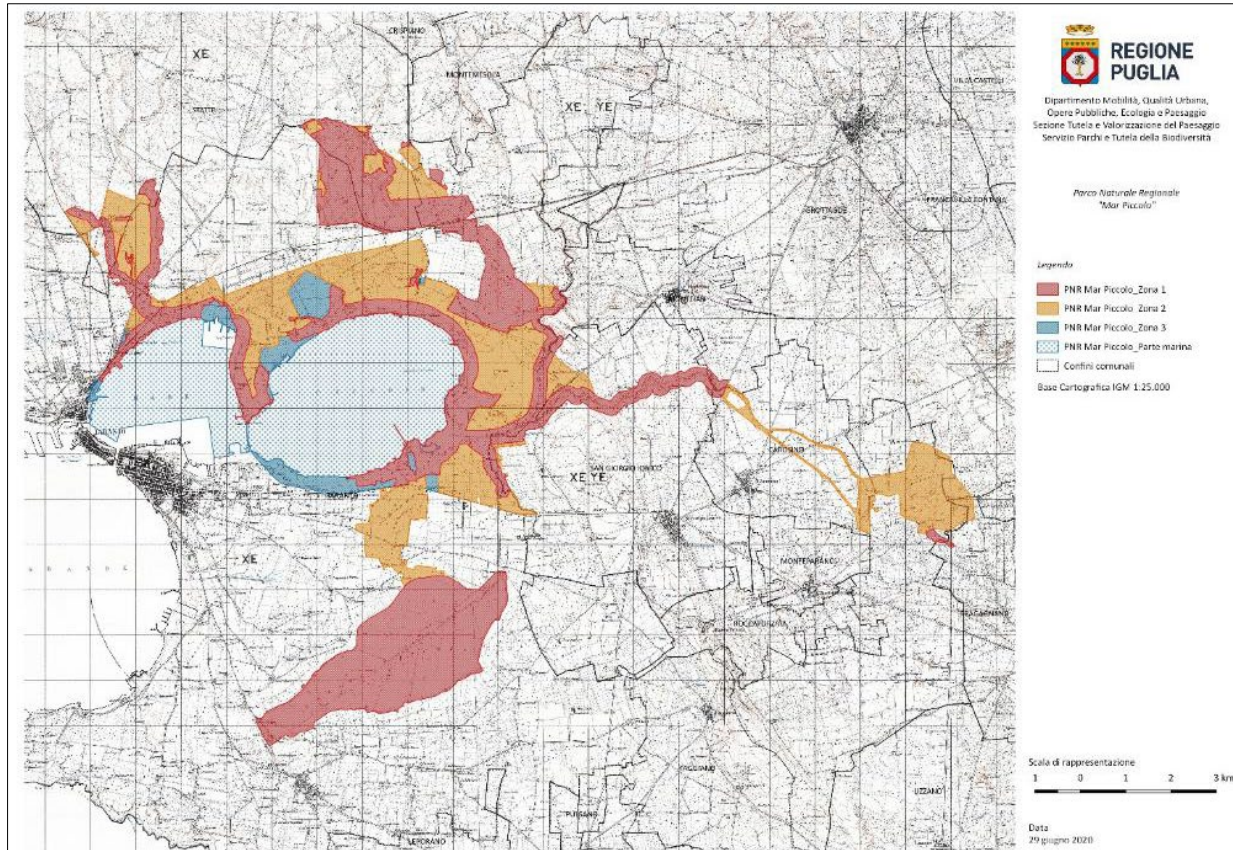


Figura 1.F – Mappa del Parco Regionale del Mar Piccolo.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

2. EVOLUZIONE DELL'ECOSISTEMA DEL MAR PICCOLO DI TARANTO

2.1 – Biocenosi bentoniche

Negli ultimi 50 anni numerosi studi sono stati effettuati per lo studio della comunità bentonica del bacino del Mar Piccolo di Taranto (Parenzan, 1969, 1983; Tursi et al., 1974; Cecere et al., 1989, 1991, 1992; Pastore, 1993; Scardi et al., 1997; Matarrese et al., 2004; Panetta et al., 2004; Mastrototaro et al., 2008; Franzo et al., 2016; Bracchi et al., 2016). Nonostante ciò, fino ad una decina di anni fa gli unici studi esaustivi di riferimento circa la mappatura delle biocenosi bentoniche presenti nel bacino erano i lavori di Parenzan (1962) e Pastore (1978, 1993). Ulteriori approfondimenti sono stati condotti sulle comunità bentoniche del Mar Piccolo di Taranto agli inizi degli anni 2000 (Matarrese et al., 2004; Mastrototaro et al., 2008), ma per una più recente mappatura di dettaglio bisogna aspettare i risultati del Programma di lavoro elaborato da ARPA Puglia e realizzato, in attuazione della Convenzione tra il Commissario Straordinario per gli interventi di bonifica, ambientalizzazione e riqualificazione di Taranto e l'Agencia, nel 2013 dal titolo “*Approfondimento tecnico-scientifico sulle interazioni tra il sistema ambientale ed i flussi di contaminanti da fonti primarie e secondarie – Elaborazione di un modello concettuale sito-specifico*”.

Ad oggi, le informazioni aggiornate in merito alle comunità bentoniche del Mar Piccolo sono da riferirsi alla cartografia prodotta, per il I Seno, nel corso delle attività svolte nell'ambito dell'Accordo di Collaborazione, ex art. 15 della Legge 241/90, stipulato in data 29 gennaio 2015 tra il Commissario Straordinario per gli interventi urgenti di bonifica, ambientalizzazione e riqualificazione di Taranto, Dott.ssa Vera Corbelli, l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro e il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente, denominato “*Attività di interesse comune propedeutiche alla realizzazione degli interventi per la bonifica, ambientalizzazione e riqualificazione del Mar Piccolo di Taranto*” (Figura 2.1.A).

La cartografia è stata prodotta a seguito dell'analisi dei video-rilievi condotti in immersione con autorespiratori ad aria (ARA) da almeno 2 subacquei specializzati (biologi marini) entro i 50 m dalla costa ovvero entro i 5 m di profondità circa, e mediante telecamera filoguidata *Luna* senza l'ausilio di operatore subacqueo oltre i 5 m di profondità.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

La descrizione della litologia del fondale e delle biocenosi ivi presenti di seguito riportata, parte dal Canale artificiale navigabile, in prossimità della città vecchia e procederà in senso orario, descrivendo dapprima le comunità entro i 50 m dalla costa e procedendo con quelle presenti oltre questo limite.

Il fondale prospiciente la Discesa Vasto fino al centro ittico, ivi compreso il fondale sotto il Ponte di S. Egidio (Ponte di Pietra) è caratterizzato da sabbie fangose e detrito conchigliifero, sovrastate, nel tratto sotto costa, da uno spesso strato di gusci di mitili (tanatocenosi) derivanti dallo scarto dell'attività di mitilicoltura. Caratteristica peculiare di questo tratto è la presenza di numerosi esemplari del mollusco bivalve *Pinna nobilis*, per lo più tra Discesa Vasto e banchina Cariatì, e di alcuni esemplari del porifero *Geodia cydonium* al di sotto dei moli o sui substrati duri presenti. Procedendo, sebbene la litologia non cambi, è presente una *facies* a Ceriantari *Pachycerianthus solitarius* e *Cerianthus membranaceus*, interrotta, per un breve tratto, da una prateria di *Caulerpa prolifera*, che progredisce lentamente a fondale detritico in prossimità dell'idrovora dell'Ilva. Anche in questo tratto vi sono delle aree particolarmente importanti dal punto di vista ecologico. Infatti, la presenza di pontili e le caratteristiche intrinseche dei fondali rendono l'habitat idoneo alla sopravvivenza delle specie di interesse conservazionistico presenti nel bacino, quali il bivalve *Pinna nobilis*, i poriferi *Geodia cydonium* e *Tethya citrina* e le due specie di signatidi *Hippocampus hippocampus* e *H. guttulatus*.

Sebbene i fondali dall'idrovora fino agli ex Cantieri Tosi si presentino abbastanza misti, vi è una predominante associazione a *Caulerpa prolifera* che solo in prossimità dei Cantieri Tosi lascia posto alle macroalghe *Cladophora prolifera*, *Gracilaria dura* e *Dyctyota dichotoma* e alla fanerogama marina *Cymodocea nodosa*. Degna di nota è la presenza, alla foce del fiume Galeso, di un fondale fangoso privo di copertura algale caratterizzato dalla presenza di detrito conchigliare e Sabellidi (e.g. *Branchiomma luctuosum*, *Sabella spallanzani*).

La fascia costiera orientale, dagli ex Cantieri Tosi fino a punta Penna, rappresenta un'altra delle zone ad elevata biodiversità presenti nel bacino. Essa ospita gran parte delle popolazioni di signatidi *H. hippocampus*, *H. guttulatus* del Mar Piccolo e numerosi esemplari del bivalve *P. nobilis* e dei poriferi *G. cydonium*, *T. citrina*. Questa cospicua presenza di specie di interesse conservazionistico lungo tutto il tratto costiero è da imputare alla presenza di substrati duri idonei allo sviluppo di una ricca e diversificata comunità *fouling*, caratterizzata per lo più da organismi filtratori (poriferi, ascidiacei solitari o coloniali, anellidi policheti, molluschi bivalvi oltre ad una cospicua presenza di antozoi,

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

echinodermi e crostacei) e dalla presenza di differenti tipologie di substrato (Figura 2.1.B). Difatti i fondali sono caratterizzati da sabbie con associazioni a *C. nodosa* nel tratto costiero, dalle macroalghe nella fascia più profonda e, nella porzione finale in prossimità del pontile a T, da fondi mobili incoerenti con facies a Ceriantari e Sabellidi che caratterizzano anche il substrato presente nel canale tra il I ed il II Seno del Mar Piccolo.

La fascia costiera meridionale, comprendendo i fondali prospicienti l'Arsenale della Marina Militare (Area 170 ha), si presenta pressoché omogenea dal punto di vista delle litologie. Infatti, a meno di ristrette aree costituite da una sabbia organogena derivata dall'accumulo di alghe rosse calcaree chiamati "letti a rodoliti", il substrato si presenta incoerente con detrito conchigliifero o caratterizzato da organismi fossori quali Ceriantari e Sabellidi. Nonostante l'uniformità tipologica dei substrati, la presenza dei numerosi substrati duri quali moli e pontili, alcuni dei quali completamente soffolti, e l'interdizione dell'area alla navigazione, permettono l'instaurarsi di una diversificata comunità *fouling* e di un ricco popolamento a poriferi, tra cui spiccano le specie *G. cydonium* e *T. citrina*, che presentano in questa porzione del bacino le densità più elevate.

Infine, analizzando i substrati presenti oltre la batimetrica dei 5 m si riscontra un sedimento per lo più incoerente a granulometria fine. In particolare, i fondali si presentano privi di copertura algale nella porzione più occidentale ed in posizione intermedia tra il feltro algale pleustofitico, caratterizzato essenzialmente dall'alga verde *Chaetomorpha linum*, e dai letti a macroalghe della porzione settentrionale. Sono invece caratterizzati da una ricca facies a Sabellidi i fondali lungo la porzione orientale del bacino, i quali, a volte, risultano ricoperti da scarsa vegetazione algale. Su questa tipologia di substrato risulta particolarmente abbondante il briozoo *Zoobotryon verticillatum* che forma dei veri e propri tappeti.

Nella porzione dell'Area 170 prossima al II Seno i fondali sono ricoperti dalle macroalghe *Cladophora prolifera*, *Gracilaria dura* e *Dyctyota dichotoma*, mentre nella restante parte, procedendo verso il canale navigabile, i substrati si presentano scarsamente ricoperti da una vegetazione algale e, in alcuni casi, bioturbati dalla presenza di organismi fossori quali Ceriantari e Sabellidi.

La zona centrale del bacino è caratterizzata da fondali fangosi con scarsa copertura algale in cui è possibile riscontrare numerosi esemplari di *Paracentrotus lividus* associati ai substrati duri presenti caratterizzati da detriti e scarti della mitilicoltura.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

Rilevante è la presenza nel bacino di specie di elevato valore estetico e di specie alloctone come i molluschi opistobranchi *Melibe viridis* e *Bursatella leachi*, il mollusco bivalve *Arcuatula senhousia*, gli ascidiacei *Polyandrocarpa zorritensis*, *Distaplia bermudensis*, *Microcosmus squamiger*, il porifero *Paraleucilla magna* e gli anellidi policheti *Branchiomma luctuosum* e *Branchiomma bairdii* (Figura 1.D).

Da segnalare, inoltre, è la presenza di aree dragate per lo più nella zona centrale del bacino, in prossimità del Canale navigale e degli ex Cantieri Tosi, indicate in Figura 2.1.A con i numeri arabi. In particolare, le aree contrassegnate con il numero 1, rappresentano le aree dragate per le manovre effettuate durante il trasporto della nave da battaglia Leonardo da Vinci dal centro del Mar Piccolo, dove affondò il 2 agosto del 1916, fino al bacino di carenaggio. La zona indicate con il numero 2, rappresenta lo scavo effettuato per la costruzione degli ex Cantieri navali Tosi, mentre l'area indicata dal numero 4 rappresenta l'area in cui, il 24 gennaio del 1921, avvenne il primo raddrizzamento di una nave di grandi dimensioni capovolta, la L. da Vinci.

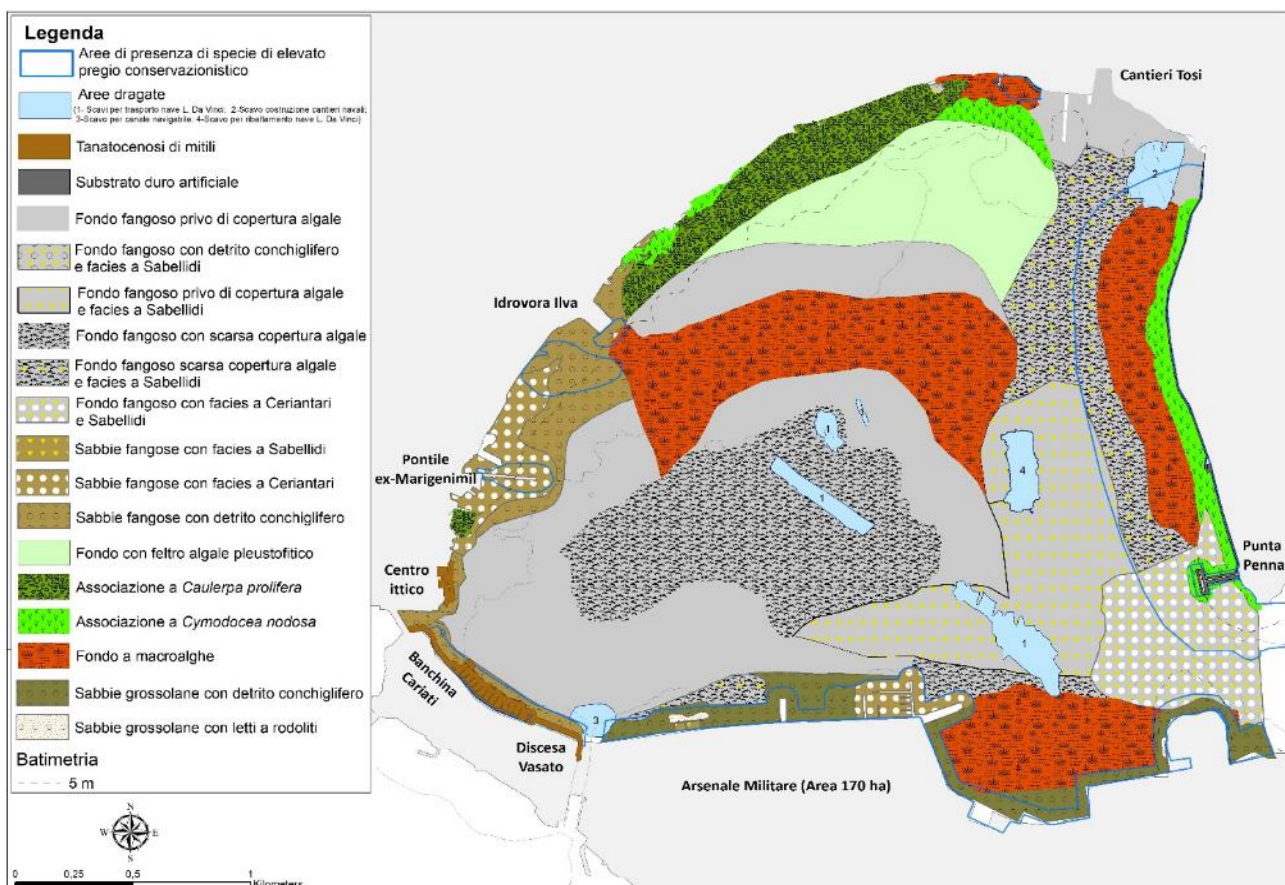


Figura 2.1.A - Carta delle biocenosi bentoniche presenti nel I Seno del Mar Piccolo di Taranto.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

2.2 - Evoluzione delle biocenosi bentoniche del I Seno del Mar Piccolo

Le comunità bentoniche presenti in un ecosistema rappresentano la sua “memoria storica” e pertanto, sono un utile strumento di valutazione integrata spazio-temporale delle modificazioni subite dall’ecosistema stesso. La ricostruzione del processo evolutivo è possibile comparando le cartografie biocenotiche passate e presenti. Confrontando l’attuale situazione con quella descritta da Parenzan (1969, 1983) e da Pastore (1978, 1993) risulta evidente che la parte centrale del bacino è sempre stata costituita da substrati mobili incoerenti di tipo fangoso (Figure 2.2.A÷D). La fascia costiera, invece ha subito delle profonde modifiche nel corso del tempo che hanno portato alla scomparsa di alcuni substrati, come quelli ad ascidie ed echinidi descritti da Parenzan (1969) localizzati nel canale tra I e II Seno, e alla riduzione di altri, come le praterie di fanerogame *C. nodosa* o *Zostera noltii* e di Caulerpacee.

Sensibili alterazioni ambientali erano già state evidenziate da Parenzan (1983) nel confronto tra le biocenosi presenti nel 1960 e nel 1980 a carico dei fondali ad alghe fotofile (*Cladophora prolifera*, *Gracilaria dura* e *Chaetomorpha fibrosa* - in verde chiaro) e a Caulerpacee (in blu) (Figura 2.2.B). La situazione era già ben diversa un decennio dopo, quando Pastore (1978), nella descrizione delle biocenosi costiere, riportava una vistosa riduzione delle praterie a *Caulerpa* sp. in favore di fondali ad *Ulva lactuca* (specie algale fortemente nitrofila) lungo il tratto costiero occidentale, e di fondali sabbiosi lungo la costa orientale. Solo nel tratto più settentrionale permanevano piccole praterie di *C. nodosa*. E la zona dell’attuale Area 170 ha, nella porzione meridionale del bacino, presentava un fondale a detrito misto derivante probabilmente dalle operazioni di cantiere effettuate all’interno dell’Arsenale Militare. Nel 1993 la situazione risulta ancora una volta notevolmente cambiata. Infatti, gli elementi floristici (alghe e fanerogame) erano distribuiti per lo più nelle aree marginali del bacino con variazioni d’ampiezza, entro i primi 4-5 m di profondità. In particolare, vi era un’alternanza di Caulerpacee e Ulvacee che solo nella parte più settentrionale del bacino lasciava spazio ad un estesa prateria di *C. nodosa*. Nella porzione meridionale del bacino permaneva un substrato melmoso che giungeva fino al canale navigabile. Ulteriore modificazione dello stato delle comunità bentoniche nei mari di Taranto evidenziata dallo studio di Matarrese et al. (2004) era relativa alla rilevante riduzione della distribuzione della *C. nodosa* e dalla completa scomparsa di alcune specie (*Donax variegatus*, *Pseudamussium clavatum*, *Conus mediterraneus*, *Dosinia lupinus*, *Lucinella divaricata*, *Nuculana*

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

rella, ecc.), in favore di specie opportunistiche, anche aliene, con un'ampia tolleranza ecologica (*Corbula gibba*, *Paphia aurea* e *Hexamlex trunculus*, etc) (Figura 2.2.E).

Rispetto alla più recente cartografia prodotta nel 2013 le biocenosi del I Seno non risultano particolarmente modificate. L'unico aspetto da evidenziare è la riduzione dei letti a macroalghe e del feltro pleustofitico algale nella porzione nord-orientale del bacino in favore di fondali incoerenti scarsamente ricoperti da letti algali colonizzati dai Sabellidi (e.g. *Sabella spallanzani*, *Branchiomma luctuosum*) e Ceriantari (*Pachycerianthus solitarius* e *Cerianthus membranaceus*) (Figura 2.2.F).

A completare il quadro delle informazioni relative all'ecosistema del Mar Piccolo e alla sua evoluzione, è utile evidenziare come la più recente mappatura della distribuzione spaziale delle specie di interesse conservazionistico nel bacino (Figura 2.2.G), quali i poriferi *Geodia cydonium* e *Tethya citrina*, il mollusco bivalve *Pinna nobilis* e le due specie di signatidi *Hippocampus hippocampus* e *H. guttulatus*, sia frutto delle mutevoli condizioni ambientali e delle pressioni antropiche che si sono susseguite nel corso del tempo. Emblematico è il caso di *P. nobilis*. Fin dagli anni '30 ampiamente distribuita nel bacino sui fondali ricoperti dai letti a *Cladophora prolifera*, *Caulerpa prolifera* e *Cymodocea nodosa* (Cerruti, 1938a), praticamente estinta negli anni '80 (Parenzan, 1984) ed in ripresa dalla chiusura di uno scarico fognario in prossimità del bacino e dal divieto di pesca (Rubino et al., 2015) fino al 2017, quando il protozoo patogeno *Haplosporidium pinnae* stermina drasticamente la popolazione cospicua distribuita lungo la fascia costiera del bacino.

In merito alla presenza delle due specie di cavallucci marini *Hippocampus* spp., sebbene solo recenti studi abbiano identificato gli habitat elettivi per la sopravvivenza delle specie e le abbondanze presenti nel bacino, è plausibile che l'incremento della popolazione sia avvenuto dal 1970 ad oggi, ovvero dalla colonizzazione del bacino da parte degli impianti di mitilicoltura. La presenza di strutture come i pali, aumentando i substrati duri presenti ed impedendo agli attrezzi da pesca la loro cattura accidentale, ha fatto sì che le popolazioni di entrambe le specie siano, ora, tra le più cospicue confrontate con quelle di altri bacini semichiusi simili, per caratteristiche, al Mar Piccolo. In particolare, la principale area di residenza di entrambe le popolazioni di signatidi corrisponde al tratto di mare dagli ex Cantieri Tosi a punta Penna, per la presenza di diverse tipologie di habitat (letti a *Cymodocea nodosa*, a *Cladophora* cfr *prolifera*, substrati duri artificiali, fondali sabbiosi e/o detritici, pali della mitilicoltura). Ulteriori zone di presenza, sono rappresentate da una piccola porzione di mare prima dei Tosi, per *H. guttulatus*, da una breve striscia di mare nei pressi del promontorio

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

presente nell'Area 170 ha, vicino all'imboccatura del II Seno, per *H. hippocampus* e dai fondali circostante il pontile ex-Marigenimil per entrambe le specie.

Infine, per le due specie di poriferi *G. cydonium* e *T. citrina*, caratteristiche di ambienti sciafili a basso idrodinamismo, le informazioni fin ora disponibili non permettono di trarre delle conclusioni a lungo termine, soprattutto per *T. citrina*, ancora poco studiata. La popolazione di *G. cydonium*, invece, nell'ultimo decennio, risulta stabile e persistente. Distribuita quasi esclusivamente in prossimità dei moli, pontili e più in generale, sui substrati duri presenti nel bacino, raggiunge la sua massima densità nell'Area 170 ha, soprattutto nelle aree prossime al Canale navigabile e al canale che collega i due Seni. Quest'area, infatti, proprio per la presenza di substrati duri, anche di origine antropica permette l'instaurarsi di un popolamento così denso da essere paragonabile a quello una volta presente nella Strea di Porto Cesareo (5 ind/10m²; Mercurio et al., 2006), località che ha rappresentato fino al 2000, una delle aree a maggiori densità per questa specie.

Guardando alla biodiversità animale e vegetale del bacino, nel corso degli ultimi 50 anni, sono state censite nel Mar piccolo di Taranto più di 900 specie tra invertebrati e vertebrati (pesci), macroalghe e fanerogame, che rappresentano circa il 9% della biodiversità totale del Mediterraneo (percentuale calcolata andando a confrontare tra loro il numero delle specie di Poriferi, Cnidari, Molluschi, Anellidi, Crostacei, Briozoi, Echinodermi, Artropodi, Tunicati ascidiacei e Vertebrati (Pesci), Macroalghe e Fanerogame censiti nel Mar Piccolo con quelli presenti in Mediterraneo secondo i dati derivanti da Coll et al., 2010 per le specie animale e da Bianchi e Morri, 2000 per le specie vegetali). E sebbene alcune specie siano ormai scomparse, altre hanno trovato le condizioni ideali per la loro sopravvivenza e riproduzione così come accade per le specie aliene presenti nel bacino (*Branchiomma luctuosum*, *B. bairdi*; *Paraleucilla magna*; *Bursatella leachii*; *Melibe viridis* etc.) o come *C. nodosa* che ha ricolonizzato apprezzabili superfici (pur non costituendo praterie molto fitte).

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilcoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

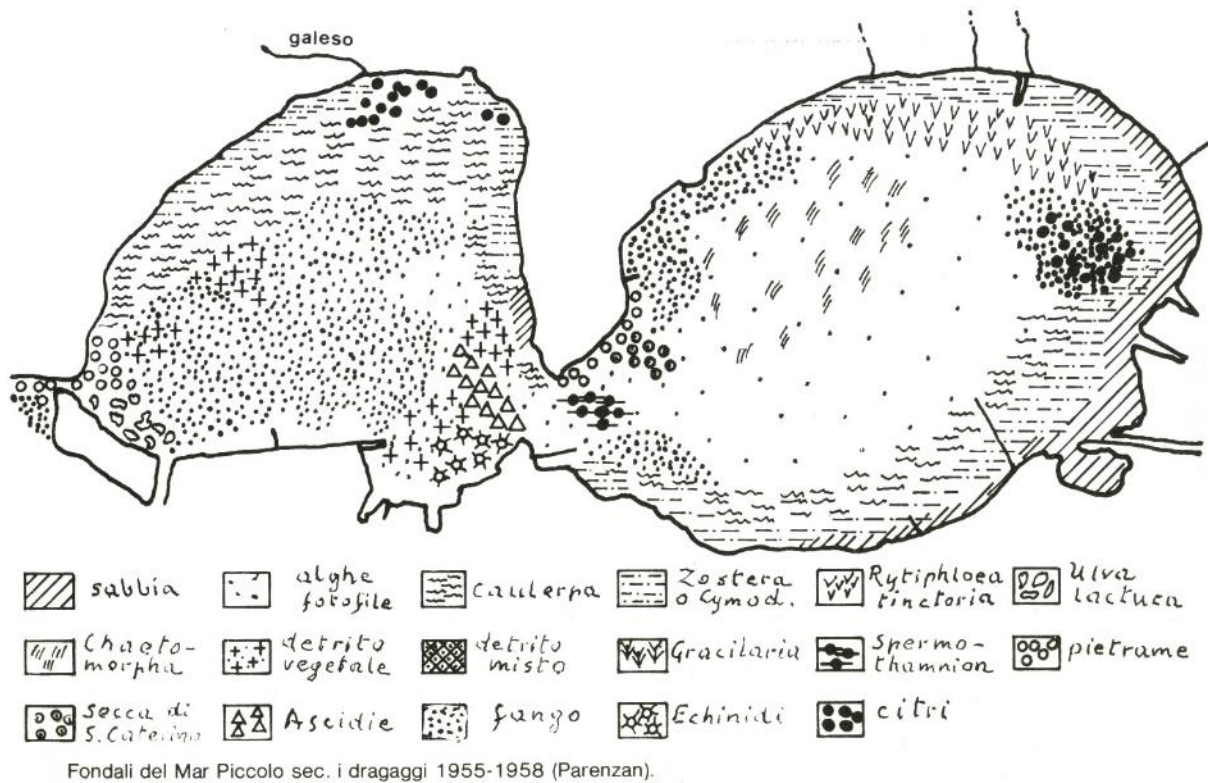


Figura 2.2.A - Carta biocenotica del Mar Piccolo di Taranto realizzata da Parenzan (1969).

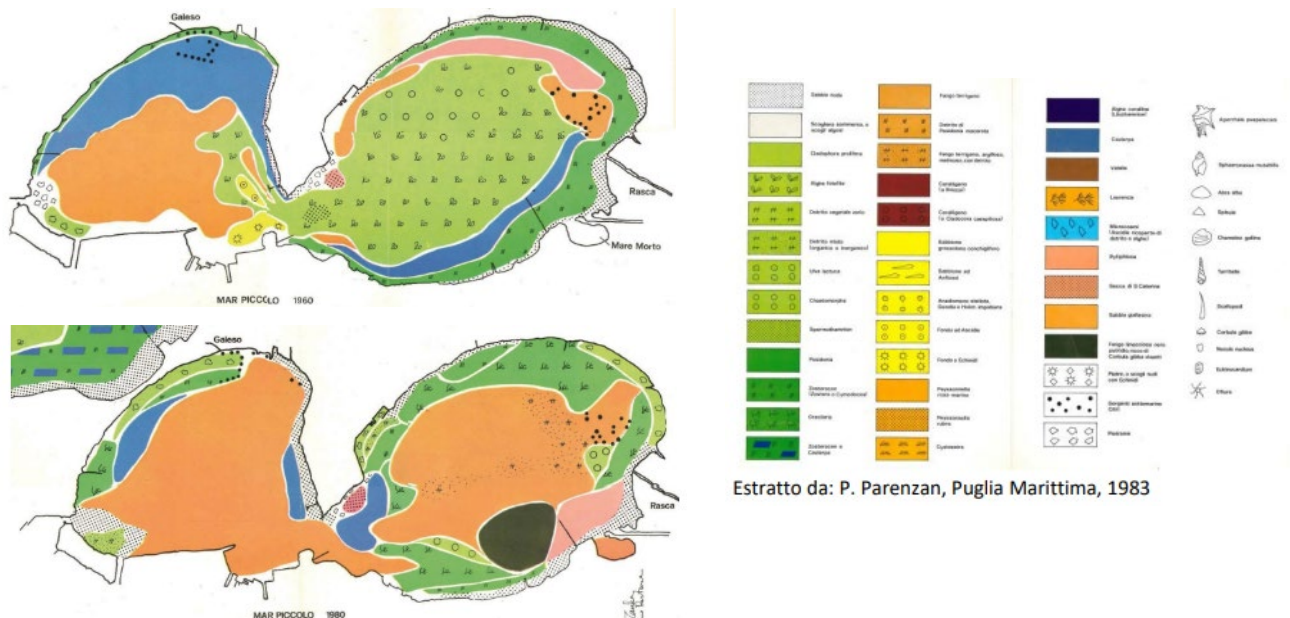


Figura 2.2.B - Carta biocenotica del Mar Piccolo di Taranto realizzata da Parenzan (1983).

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

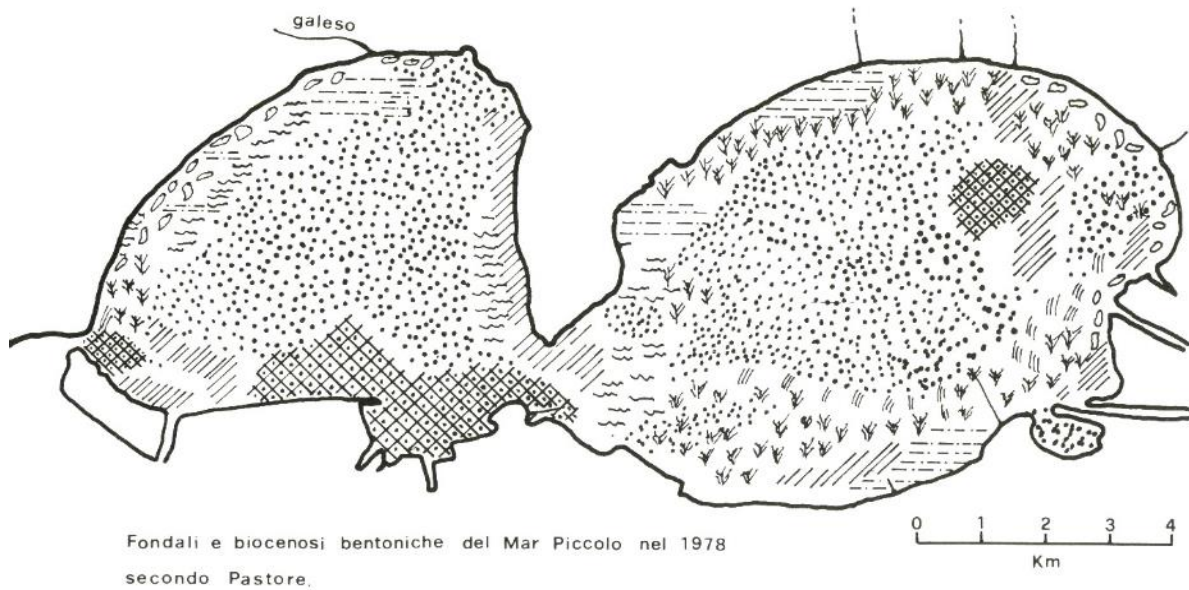


Figura 2.2.C - Carta biocenotica del Mar Piccolo di Taranto realizzata da Pastore (1978).

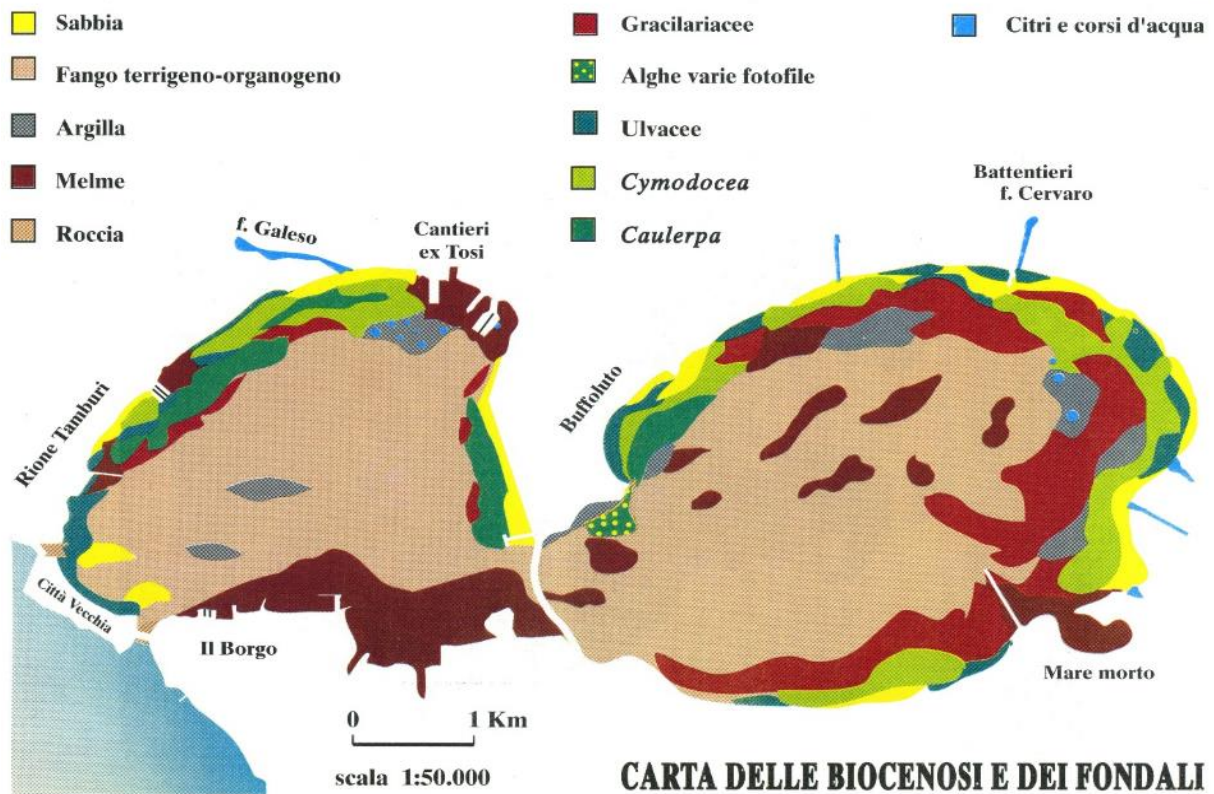


Figura 2.2.D - Carta biocenotica del Mar Piccolo di Taranto realizzata da Pastore (1993).

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

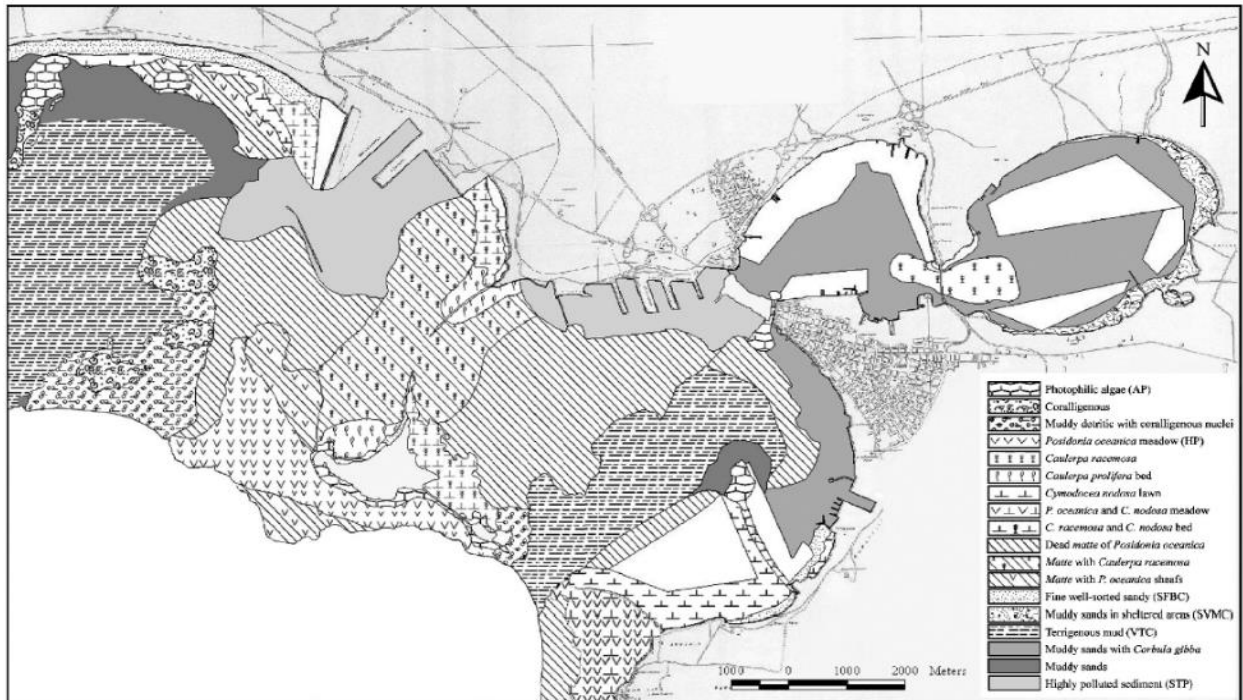


Figura 2.2.E – Mappa delle comunità bentoniche nei mari di Taranto (Matarrese et al., 2004).

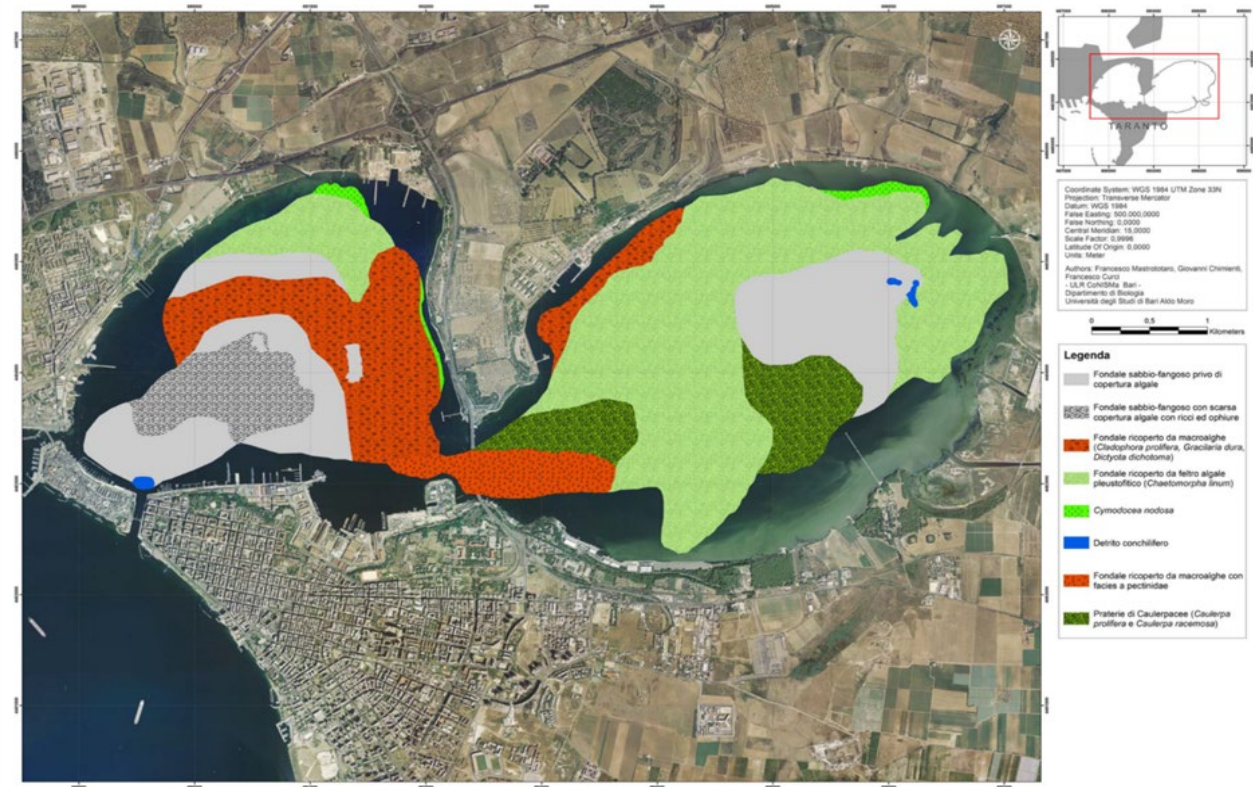


Figura 2.2.F - Carta biocenotica del Mar Piccolo di Taranto realizzata dall'URL CoNISMa – Dipartimento di Biologia Università degli Studi di Bari Aldo Moro (2013).

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

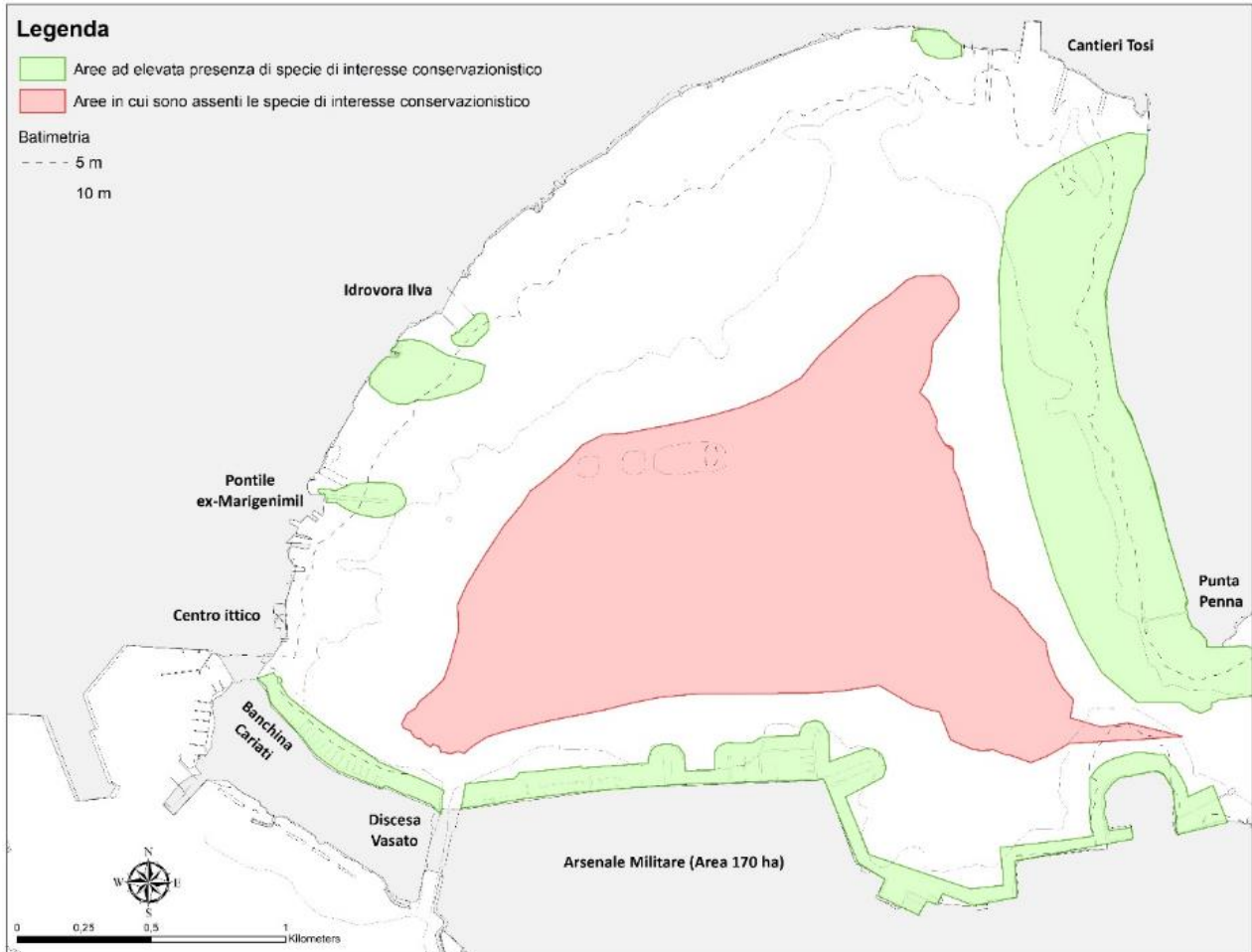


Figura 2.2.G – Carta sinottica delle aree in cui vi è elevata la presenza di specie di interesse conservazionistico, in verde, e delle aree in cui queste specie sono assenti, in rosso.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

3. SOVRAPPOSIZIONE TRA OPERE IN PROGETTO E BIOCENOSI MARINE

Il cambiamento climatico e le sue conseguenze sugli ecosistemi stanno richiedendo, a livello globale ed europeo, un'inversione di rotta dal punto di vista della politica energetica e dello sfruttamento delle risorse naturali che mira a conservare, ripristinare e sfruttare in modo sostenibile il capitale naturale (https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en). In Europa, la risposta a questa sfida epocale è la strategia denominata *Green Deal* che è “*mirata a trasformare l'UE in una società giusta e prospera, dotata di un'economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva che nel 2050 non genererà emissioni nette di gas a effetto serra e in cui la crescita economica sarà dissociata dall'uso delle risorse*” (COM/2019/640). L'adozione di questa strategia richiede ai paesi membri dell'UE di procedere entro il 2030 ad una rapida fase di riduzione delle emissioni nette di gas ad effetto serra per almeno il 55% dell'attuale. In particolare, ciascun Paese deve definire le modalità con cui intende affrontare la necessità di efficientamento energetico e l'estensione del paniere verso le energie rinnovabili con lo scopo di accelerare il processo di decarbonizzazione attraverso lo sviluppo e l'applicazione di un Piano Nazionale Integrato decennale per l'Energia e il Clima (PNIEC 2021-2030) (Regolamento (UE) 2018/1999). La *Green Deal* europea considera le fonti rinnovabili, specialmente solare ed eolico, le fonti energetiche a cui si farà ricorso per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione a breve e medio termine. L'UE è il secondo mercato, dopo la Cina, in termini di aumento di capacità produttiva di energia rinnovabile e ci si aspetta che nel quinquennio 2022-2027 questa capacità sarà più che raddoppiata (IEA, 2023). In questo contesto il fotovoltaico è la tecnologia trainante in ambito europeo tanto che da solo rappresenta oltre il 60% dell'intera capacità di energia rinnovabile. Sebbene i prezzi dei moduli siano aumentati, il fotovoltaico su scala industriale è l'opzione meno costosa per la produzione di elettricità nella maggior parte dei paesi del mondo. A sostenere l'espansione di questa tecnologia è la possibilità di utilizzare il fotovoltaico offshore quale fonte di energia rinnovabile riducendo drasticamente l'occupazione dei terreni destinabili ad altri usi soprattutto in quelle regioni in cui le risorse del territorio sono preziose (Vlaswinkel et al., 2023). Inoltre, circa il 50% della popolazione mondiale risiede entro i 100 km dalla costa incrementando la richiesta di forniture elettriche in quelle aree (Wang et al., 2019). Attualmente gli impianti fotovoltaici flottanti (Floating Photovoltaic, FPV) sono localizzati prevalentemente in acque interne con movimenti ondosi limitati

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

come stagni, laghi naturali di piccole e medie dimensioni e dighe idroelettriche (Sahu et al., 2016, Wang e Lund, 2022). Tuttavia, vi è un crescente interesse da parte delle industrie nell'espandere l'installazione di FPV agli oceani, dove l'FPV ha meno influenza sull'ambiente marino e non consuma acqua o risorse terrestri (Wang e Lund, 2022). Il posizionamento di un sistema FPV su corpi idrici presenta numerosi vantaggi, tra cui la facilità di combinazione con altre tipologie di industrie, una maggiore capacità produttiva e la riduzione dell'accumulo di polveri (Vo et al., 2021). Questa tipologia di impianto elimina anche la necessità di attività di preparazione del sito (ad esempio, preparazione del fondale per la posa di fondazioni) e può essere più semplice da installare in siti con basse disponibilità di ancoraggi e ormeggio. Inoltre, il fotovoltaico offshore ha una resa energetica per modulo più elevata rispetto al fotovoltaico terrestre grazie alla maggiore efficienza dei moduli raffreddati ad acqua e dal vento, alle proprietà riflettenti dell'acqua nonché all'ombreggiamento meno parziale sui pannelli galleggianti in mare aperto (Liu et al., 2018). Questi fattori combinati, più un ulteriore effetto dell'albedo, provocano un aumento dell'efficienza fino al 14% rispetto al fotovoltaico onshore, come modellizzato in un caso di studio olandese (Golroodbari e van Sark, 2022). Tuttavia, ci sono ancora diverse problematiche da affrontare prima di poter passare ad un affermato utilizzo commerciale di questa tecnologia, come la varietà di condizioni marine difficili e impegnative, tra cui elevata umidità, elevata nebbia salina, forte corrosione, fulmini e forti tifoni, che devono essere superate. Al momento una soluzione ipotizzata è quella di accoppiare agli impianti eolici offshore, moduli fotovoltaici installati nello spazio tra i pali delle turbine al fine di utilizzare tutto lo spazio disponibile ed incrementando la produzione di energia elettrica (va Hooff et al., 2021; Vlaswinkel et al., 2023). Questa soluzione è altamente appetibile per quei paesi come l'Olanda che hanno necessità di utilizzare al meglio lo spazio disponibile ed inoltre, ridurrebbe una serie di problemi legati al posizionamento ulteriori pali o strutture galleggianti ed avrebbe il vantaggio di effettuare operazioni di installazione e manutenzione condivise nonché l'implementazione di un sistema di cavidotti univoca per entrambe le sorgenti. Ulteriore problema è quello relativo all'installazione e agli effetti di perturbazione e disturbo che può provocare in fase di costruzione. Come per l'eolico offshore i primi impianti fotovoltaici offshore installati in Cina sono su pali infissi nel substrato ma sono già disponibili diverse tecnologie di ancoraggio di impianti flottanti che possono ridurre sia gli impatti che i costi di trasporto ed installazione (Wang e Lund, 2022). Inoltre, data la recente implementazione di questa tecnologia vi sono ancora pochi studi specifici riguardanti gli impatti del solare offshore

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

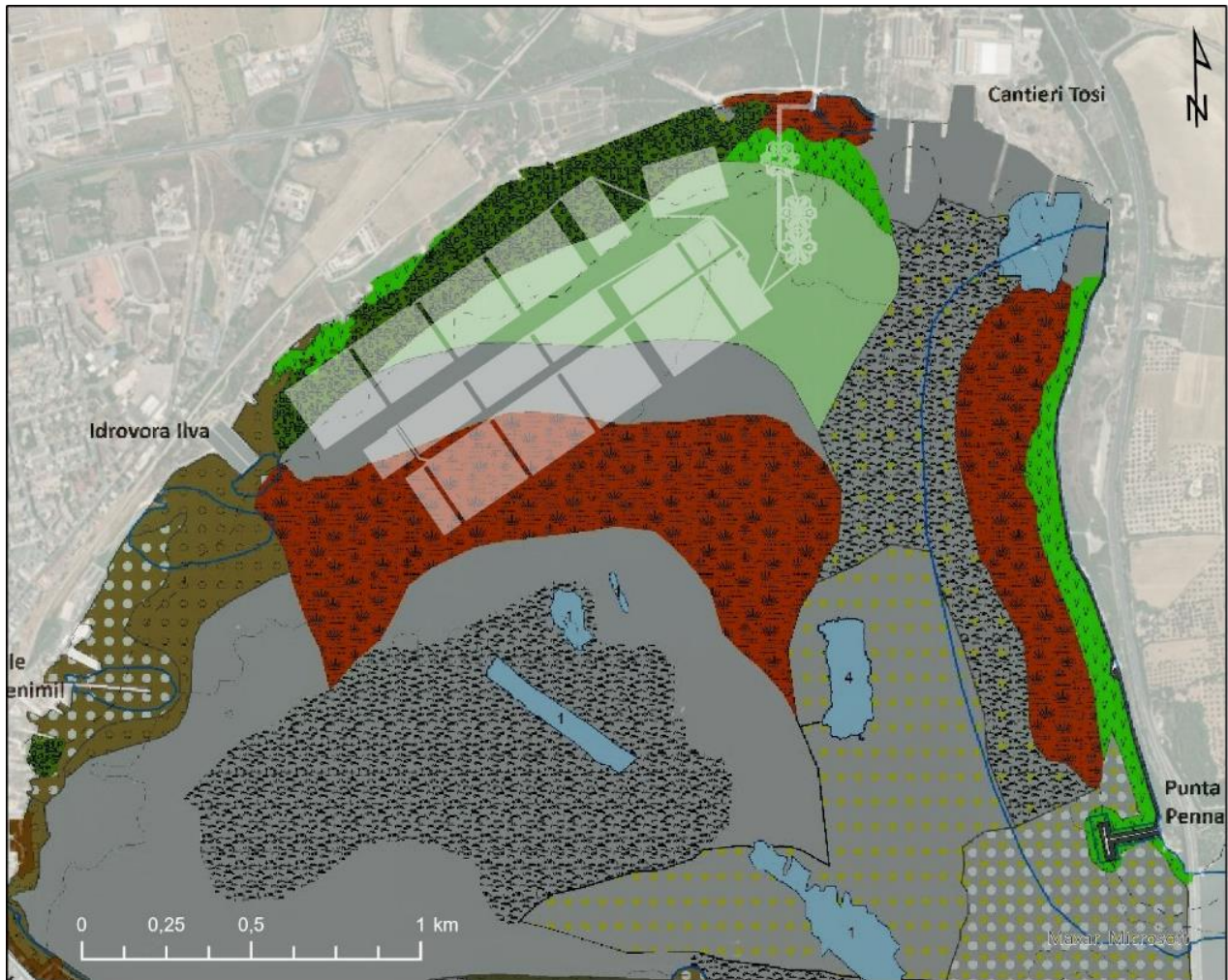
sugli ecosistemi acquatici. In uno studio pubblicato da Wang e Lund (2022) sono state descritti e dettagliati i principali vantaggi e svantaggi legati all'utilizzo di questa tecnologia in un impianto con capacità pari a 50kWp consistente di 9 piattaforme occupanti 30 m² ciascuno, installato nel Mare del Nord ad una profondità tra i 4 e 7 m. Uno dei primi effetti derivanti dall'installazione di un impianto FPV è sulla riduzione del calore che penetra nella colonna d'acqua. Ciò ha un effetto sulla stratificazione termica che potrebbe comportare un abbassamento della temperatura dell'acqua superficiale, con conseguente più facile rimescolamento degli strati d'acqua. L'entità di questo effetto di "raffreddamento" dipende dalle condizioni locali, come la profondità dell'acqua, le correnti e le onde, che determinano se il sito è generalmente ben miscelato o (stagionalmente) stratificato, il che controlla anche quale sia l'impatto aggiuntivo dell'attrito e la schermatura dal vento delle piattaforme sulla miscelazione. Questo effetto sicuramente potrebbe essere positivo considerate le elevate temperature che stagionalmente si riscontrano nel Mar Piccolo e provocano danni economici ai mitilicoltori oltre che morie diffuse di differenti specie nell'intero bacino. Altro parametro influenzato dalla presenza di questa piattaforma che produce penombra sulla superficie marina è la produzione primaria che tende a calare per la ridotta quantità di luce che penetra lungo la colonna d'acqua. Certamente il calo ecologicamente significativo di questo parametro è considerato uno dei principali problemi per il FPV di acqua dolce, ma nelle acque marine, a causa del costante movimento dell'acqua e del grande volume d'acqua rispetto alle dimensioni dei parchi solari, questo declino potrebbe essere irrilevante. Ad oggi l'unico studio noto sul campo che ha valutato l'effetto di un grande parco FPV sulla produzione primaria installato in un bacino semichiuso vicino di Tokyo caratterizzato da velocità di corrente dell'ordine di cm/s, ha mostrato solo una lievissima diminuzione dell'impatto sulla produzione primaria (Antia, 1976). Ulteriore effetto è dato dall'influenza sulle correnti e la torbidità. A causa dell'attrito indotto dalle piattaforme (e dagli organismi *biofouling* presenti sulla parte inferiore delle piattaforme), è probabile che le correnti si indeboliscano intorno e sotto le piattaforme. Questo provoca una minore miscelazione e, quindi, meno sedimenti sospesi nello strato più superficiale della colonna acqua, il che implica minore torbidità. Conseguenza all'alterazione della stratificazione incide sugli scambi gassosi tra acqua e aria relativi alla variazione della concentrazione di ossigeno disciolto e anidride carbonica nonché sull'alterazione dello scambio di nutrienti. Oltre alla variazione dei parametri chimico-fisici va valutata tutta una serie di modificazioni relative alla presenza, distribuzione e abbondanza di organismi animali e vegetali

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

che sono legati direttamente ed indirettamente alle modificazioni riportate in precedenza. Esempi di variazioni possibili sono la variazione nella migrazione verticale, selezione degli habitat e delle strategie di predazione e di alimentazione di differenti specie con diverso livello trofico; variazione nella presenza delle specie di avifauna che possono usare gli impianti come piattaforma di aggregazione per la posa nonché nella composizione degli habitat e delle comunità bentoniche associate; e ancora arricchimento organico negli allevamenti ittici sotto o intorno all'impianto. In particolare, quando sono stati comparati i dati relativi all'arricchimento organico tra impianti ittici e di mitilicoltura (compreso uno nel Mediterraneo) in condizioni di velocità delle correnti e profondità comparabili è risultato che l'impatto dell'impianto FPV è minimo o nullo sui parametri relativi all'arricchimento organico (Danovaro et al., 2004.; Crawford et al., 2003).

A conclusione di quanto noto finora sugli effetti dei FPV sugli ecosistemi e le specie non è possibile dare una valutazione conclusiva degli impatti derivanti dall'installazione di questo impianto nel I Seno del Mar Piccolo di Taranto. Dall'analisi della Figura 3.1.A emerge che l'impianto in progetto (pannelli fotovoltaici flottanti) intercetta biocenosi con associazione a *Caulerpa prolifera* presente, entro la batimetria dei 5 metri, lungo tutta la fascia costiera a nord est del I Seno ricompresa tra l'idrovora (ex)ILVA e i Cantieri Tosi.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.



Legenda

Aree di presenza di specie di elevato pregio conservazionistico	Fondo fangoso con facies a Ceriantari e Sabellidi
Aree dragate (1-Scavo per trasporto nave L. Da Vinci; 2-Scavo costruzione cantieri navali; 3-Scavo per canale navigabile; 4-Scavo per ribaltamento nave L. Da Vinci)	Sabbie fangose con facies a Sabellidi
Tanatocenosi di mitili	Sabbie fangose con facies a Ceriantari
Substrato duro artificiale	Sabbie fangose con detrito conchigliifero
Fondo fangoso privo di copertura algale	Fondo con feltro algale pleustofitico
Fondo fangoso con detrito conchigliifero e facies a Sabellidi	Associazione a <i>Caulerpa prolifera</i>
Fondo fangoso privo di copertura algale e facies a Sabellidi	Associazione a <i>Cymodocea nodosa</i>
Fondo fangoso con scarsa copertura algale	Fondo a macroalghe
Fondo fangoso scarsa copertura algale e facies a Sabellidi	Sabbie grossolane con detrito conchigliifero
	Sabbie grossolane con letti a rodoliti

Figura 3.1.A - Sovrapposizione tra layout di impianto e biocenosi marine così come rilevate nell'ambito dell'Accordo di Collaborazione tra il Commissario Straordinario per gli interventi urgenti di bonifica, ambientalizzazione e riqualificazione di Taranto, UNIBA e CNR.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

Tra le batimetriche dei 5 e 10 metri l'impianto si sovrappone ad un fondo con feltro algale pleustofitico (soprattutto nel settore a nord più prossimo ai Cantieri Tosi) e più a largo, nelle aree a maggiore profondità (prossime ai 10 metri) si riscontra una sovrapposizione con un fondo fangoso privo di copertura algale. Infine, il settore posto più a sud dell'impianto si sovrappone in parte con un fondo a macroalghe contraddistinti per lo più dalle alghe verdi *Cladophora prolifera*, *Caulerpa prolifera* e *Chaetomorpha linum* (Figura 3.1.A). Contestualmente, il confronto tra l'area di progetto (Figura 3.1.B) e la mappatura della distribuzione spaziale delle specie di interesse conservazionistico nel bacino (Figura 2.2.G), quali i poriferi *Geodia cydonium* e *Tethya citrina*, il mollusco bivalve *Pinna nobilis* e le due specie di signatidi *Hippocampus hippocampus* e *H. guttulatus*, evidenzia come il sito interessato dall'impianto fotovoltaico galleggiante non intercetta aree ad elevata presenza di specie di interesse conservazionistico.

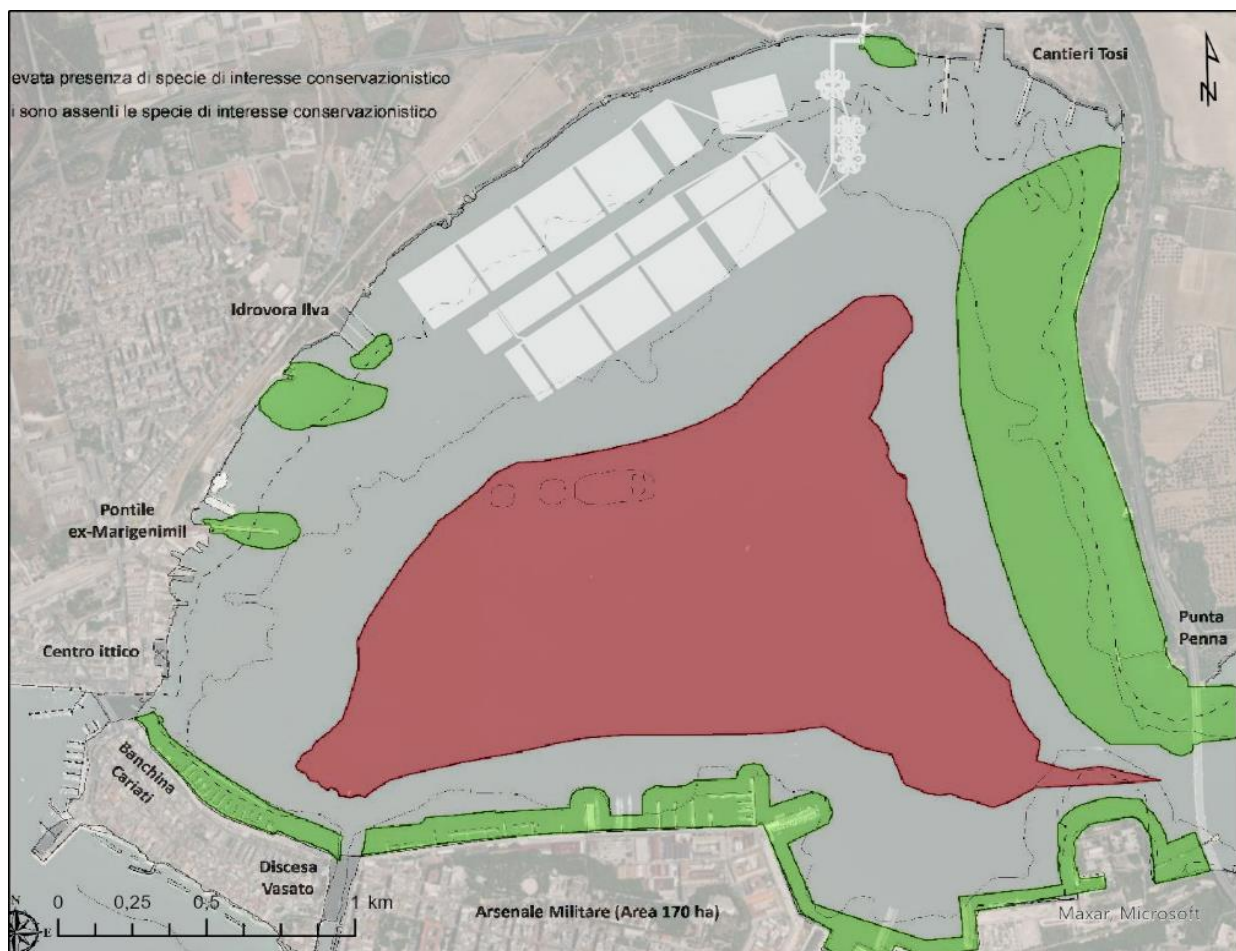


Figura 3.1.B - Sovrapposizione tra layout di impianto e biocenosi marine e la carta sinottica delle aree in cui vi è elevata la presenza di specie di interesse conservazionistico, in verde, e delle aree in cui queste specie sono assenti, in rosso.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di miticoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

Le principali problematiche relative alle biocenosi bentoniche sono dovute principalmente all'ombreggiamento che i pannelli creeranno sul fondale sottostante. L'interasse tra le stringhe dei pannelli e gli ampi varchi presenti tra ciascuno dei 18 sottocampi consente comunque un buon irraggiamento dello spazio sottostante i pannelli. La struttura progettata per consentire il contestuale allevamento dei mitili consente di limitare l'effetto dell'ombreggiamento.

Si ritiene trascurabile l'effetto di riduzione della temperatura marina causato dal ridotto irraggiamento solare diretto soprattutto con riferimento alla elevatissima capacità termica del mare e al limitato ombreggiamento causato dai pannelli. La non continuità dei blocchi di array, ed il fatto che questi vadano assemblati tra loro a costituire elementi di dimensioni maggiore, garantisce la creazione di porzioni di superficie marina, anche nell'area di impianto, direttamente esposta alla radiazione solare. Si ritiene, quindi, che l'installazione dell'impianto non pregiudichi la conservazione delle biocenosi bentoniche con particolare riferimento feltro algale pleustofitico e al fondo a macroalghe.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

4. BIBLIOGRAFIA

- Alabiso G., Giacomini M., Milillo M., Ricci P. (2005). The Taranto Sea system: 8 years of chemical–physical measurements. *Biologia Marina Mediterranea*, 12(1):269-373.
- Antia, N.J. Effects of Temperature on the Darkness Survival of Marine Microplanktonic Algae. *Microb. Ecol.* 1976, 3, 41–54.
- ARPA, 2014. Il Mar Piccolo di Taranto approfondimento tecnico-scientifico sulle interazioni tra il sistema ambientale ed i flussi di contaminanti da fonti primarie e secondarie. Elaborazione di un modello concettuale sito-specifico (Conceptual Site Model). Risultati delle attività condotte.
- Bracchi, V.A., Marchese, F., Savini, A., Chimienti, G., Mastrototaro, F., Tassarolo, C., Cardone, F., Tursi, A., & Corselli, C. (2016). Seafloor integrity of the Mar Piccolo Basin (Southern Italy): quantifying anthropogenic impact. *Journal of Maps*, 12, 1-11.
- Calace, N., Cardellicchio N., Ciardullo S., Petronio B. M., Pietrantonio M., Pietroletti M., 2008. Metal distribution in marine sediments of the Mar Piccolo in Taranto (Ionic Sea, Southern Italy). *Toxicol. Environ. Chem.* 90: 549-564.
- Cardellicchio N., Annichiarico C., Di Leo A., Giandomenico S., Spada L., 2016. The Mar Piccolo of Taranto: an interesting marine ecosystem for the environmental problems studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(13):12495-12501.
- Caroppo C., Rubino F., Giordano L., Trono A., Forleo M., Petrocelli A., Bellio G., Colella R., Palmieri N., Sclafani P., Siano R., 2008. System design for SSA14 Mar Piccolo of Taranto (Southern Italy) Spicosa annual report.
- Cecere E., Alabiso G., Carlucci R., Petrocelli A., Verlaque M., (2016). Fate of two invasive or potentially invasive alien seaweeds in a central Mediterranean transitional water system: failure and success. *Botanica Marina*, 59:451-462.
- Cecere E., Cormaci M., Furnari G., Tursi A., Caciorgna O., 1991. Fouling communities in Mar Piccolo in Taranto (Ionian Sea–Southern Italy): vegetal populations in mid-littoral level and infra-littoral fringe. *Bollettino Accademia Gioenia di Scienze Naturali* 24, 337:21–38.
- Cecere E., Petrocelli A., 2009. The Mar Piccolo of Taranto. In: Cecere E., Petrocelli A., Izzo G., Sfriso A.(Eds.). *Flora and Vegetation of the Italian Transitional Water Systems*. CoRiLa, Stampa Multigraf, Spinea, Venezia. pp. 195–227.
- Cecere E., Petrocelli A., Saracino O., Caciorgna O., 1989. Il fitobenthos del Mar Piccolo di Taranto: 1920-1987. *Nova Thalassia* 10 suppl.: 579-580.
- Cecere E., Saracino O. D., Fanelli M., Petrocelli A., 1992. Presence of a drifting algal bed in the Mar Piccolo basin, Taranto (Ionian Sea, Southern Italy). *Journal of Applied Phycology*, 4:323-327
- Cecere, E., Cormaci, M., & Furnari, G. (1991). The marine algae of Mar Piccolo, Taranto (southern Italy): A reassessment. *Botanica Marina*, 34, 221-227.
- Cecere, E., Cormaci, M., Furnari, G., Tursi, A., & Caciorgna, O. (1989). Il fitobenthos del Mar Piccolo di Taranto: 1920–1987. *Nova Thalassia*, 10(Suppl.), 57-580.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

Cecere, E., Saracino, O. D., Fanelli, M., & Petrocelli, A. (1992). Presence of a drifting algal bed in the Mar Piccolo basin, Taranto (Ionian Sea, Southern Italy). *Journal of Applied Phycology*, 4(3), 1-5.

Cerruti A., 1938a. Primi esperimenti di allevamento della Pinna “*Pinna nobilis* L.” nel Mar Piccolo di Taranto. *La Ricerca Scientifica I*, XVI:339–347.

Cerruti A., 1938b. Le condizioni oceanografiche e biologiche del Mar Piccolo di Taranto durante l’agosto del 1938. *Bolletino di Pesca, Piscicoltura ed Idrobiologia*, 7:711–751.

Cerruti A., 1938c. Le sorgenti sottomarine (Citri) del Mar Grande e del Mar Piccolo di Taranto. *Annali. R. Istituto Superiore Navale di Napoli*, VII:171-196.

Cerruti A., 1939. Ulteriori notizie sull’allevamento della *Pinna nobilis* L. nel Mar Piccolo di Taranto. *La Ricerca Scientifica*, 18:1110–1120.

Cibic T., Bongiorno L., Borfecchia F., Di Leo A., Franzo A., Giandomenico S., Karuza A., Micheli C., Rogelja M., Spada L., Del Negro P., 2016. Ecosystem functioning approach applied to a large contaminated coastal site: the study case of the Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea). *Environmental Science and Pollution Research*, 23:12739–12754

CNR (2011). Istituto inquinamento atmosferico (IIA), Progetto Tiziano, 2011. Rilievo areo sulla fascia costiera pugliese – mappatura delle sorgenti e degli scarichi.

Cotecchia F., Lollino G., Pagliarulo R., Stefanon A., Tadolini T., Trizzino R., 1990. Hydrogeological condition and field monitoring of the Galeso submarine spring in the Mar Piccolo of Taranto (southern Italy). 11th Proceedings of saltwater intrusion meeting, Gdansk, 171-208.

Crawford, C.M.; Macleod, C.K.A.; Mitchell, I.M. Effects of Shellfish Farming on the Benthic Environment. *Aquaculture* 2003, 224,117–140.

Danovaro, R.; Gambi, C.; Luna, G.M.; Mirto, S. Sustainable Impact of Mussel Farming in the Adriatic Sea (Mediterranean Sea): Evidence from Biochemical, Microbial and Meiofaunal Indicators. *Mar. Pollut. Bull.* 2004, 49, 325–333.

De Pascalis F., Petruzzo A., Grezzo M., Lorenzetti G., Manfè G., Alabiso G., Zaggia L., 2016. Estuarine circulation in the Taranto Seas. *Environmental Science and Pollution Research*, 23:12515–12534. doi:10.1007/s11356-015-5389-3

Di Leo A., Annicchiarico C., Cardellicchio N., Giandomenico S., Conversano M., Castellano G., Basile F., Martinelli W., Scortichini G., Spada L., 2014. Monitoring of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs and seasonal variations in mussels from the Mar Grande and the Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea, Southern Italy). *Environmental Science Pollution Research*, 21(23):13196–13207.

Disponibile a

https://www.academia.edu/1550097/System_Design_for_SSA14_Mar_Piccolo_of_Taranto_Southern_Italy

Franzo A., Auriemma R., Nasi F., Vojvoda J., Pallavicini A., Cibic T., Del Negro P., 2016. Benthic ecosystem functioning in the severely contaminated Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea, Italy): focus on heterotrophic pathways. *Environmental Science on Pollution Research*, 23:12645–12661.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

- Franzo, A., Auriemma, R., Nasi, F., Vojvoda J., Pallavicini A., Cibic T., Del Negro, P. (2016). Benthic ecosystem functioning in the severely contaminated Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea, Italy): focus on heterotrophic pathways. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 12645-12661.
- Giacomini M., Albiso G. (2006). Temperature study in the Mar Piccolo of Taranto (Italy, Mediterranean Sea). *Biologia Marina Mediterranea*, 13(1):242-245.
- Golroodbari, S.; van Sark, W. On the Effect of Dynamic Albedo on Performance Modelling of Offshore Floating Photovoltaic Systems. *Sol. Energy Adv.* 2022, 2, 100016.
- Gristina M., Cardone F., Carlucci R., Castellano C., Passarelli S., Corriero G., 2013. Abundance, distribution and habitat preference of *Hippocampus guttulatus* and *H. hippocampus* in a semi enclosed Central Mediterranean marine area. *Marine Ecology*, 36(1):57–66.
- Gristina M., Cardone F., Desiderato A., Mucciolo S., Lazic T., Corriero G., 2017. Habitat use in juvenile and adult life stages of the sedentary fish *Hippocampus guttulatus*. *Hydrobiologia*, 784:9–19.
- IEA, 2023. Renewables 2022: analysis and forecast to 2027. Report of International Energy Agency (<https://iea.blob.core.windows.net/assets/ada7af90-e280-46c4-a577-df2e4fb44254/Renewables2022.pdf>).
- Karpouzoglou, T.; Vlaswinkel, B.; van der Molen, J. 2020. Effects of Large-Scale Floating (Solar Photovoltaic) Platforms on Hydrodynamics and Primary Production in a Coastal Sea from a Water Column Model. *Ocean. Sci.*, 16, 195–208.
- Kralj M., De Vittor C., Comici C., Relitti F., Auriemma R., Alabiso G., Del Negro P., 2016. Recent evolution of the physical-chemical characteristics of a Site of National Interest - the Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea) - and changes over the last 20 years. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(13):12675-12690.
- Lisco S., Corselli C., De Giosa F., Mastronuzzi G, Moretti M., Siniscalchi A., Marchese F., Bracchi V., Tessarolo C., Tursi, A. (2016). Geological maps of a marine area polluted by industrial discharges (Mar Piccolo, Taranto, southern Italy): the physical basis for remediation. *Journal of Maps*, 12 (1), 173-180.
- Lisco S., Corselli C., De Giosa F., Mastronuzzi G., Moretti M., Siniscalchi A., Marchese F., Bracchi V., Tessarolo C., Tursi A., 2015. Geology of Mar Piccolo, Taranto (southern Italy): the physical basis for remediation of a polluted marine area, *Journal of Maps*, 12: 173-180.
- Liu, H.; Krishna, V.; Lun Leung, J.; Reindl, T.; Zhao, L. 2018. Field Experience and Performance Analysis of Floating PV Technologies in the Tropics. *Prog. Photovolt. Res. Appl.*, 26, 957–967.
- Longo C., Pontassuglia C., Corriero G., Gaino E., 2012. Life-cycle traits of *Paraleucilla magna*, a Calcareous sponge invasive in a coastal Mediterranean basin. *Plos One*, 7(8): e42392. doi:10.1371/journal.pone.0042392
- Longo C., Scalera Liaci L., Manuel M., Corriero G., 2004. Note sui poriferi del Mar Grande e del Mar Piccolo di Taranto (Mar Ionio). *Biologia Marina Mediterranea*, 11:440-443.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

- Massarelli C., Matarrese R., Felice Uricchio V., 2014. Comparison between Landsat 8 TIRS and TABI-ITRES images to identify and to map thermal anomalies on water bodies surface. Taranto case study. *Journal of International Academic Research For Multidisciplinary*, 2(9):434-444.
- Mastronuzzi G., Sansò P. (1998). Morfologia e genesi delle Isole Cheradi e del Mar Grande (Taranto, Puglia, Italia). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 21, 131-138.
- Mastrototaro F., D'Onghia G., Tursi A., 2008b. Spatial and seasonal distribution of ascidians in a semi-enclosed basin of the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(5), 1053–1061.
- Mastrototaro F., Giove A., D'Onghia G., Tursi A., Matarrese A., Gadaleta M.V., 2008a. Benthic diversity of the soft bottoms in a semi-enclosed basin of the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(2), 247–252.
- Mastrototaro F., Matarrese A., D'Onghia G., 2003. Occurrence of *Musculista senhousia* (Mollusca: Bivalvia) in the Taranto Seas (eastern-central Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83, 1279–1280.
- Mastrototaro F., Panetta P., D'Onghia G., 2004. Further records of *Melibe viridis* (Mollusca, Nudibranchia) in the Mediterranean Sea, with observation of spawn. *Vie et Milieu* 54, 251–253.
- Matarrese, A., Mastrototaro, F., D'Onghia, G., Maiorano, P., & Tursi, A. (2004). Mapping of the benthic communities in the Taranto seas using side-scan Sonar and an underwater video camera. *Chemistry and Ecology*, 20(5), 377-386.
- Mercurio M., Longo C., Corriero G. (2006). Modificazioni della fauna a poriferi nell'insenatura della Strea di Porto Cesareo (Mar Ionio). *Biologia Marina Mediterranea*, 13(1): 257-260.
- Panetta, P., Mastrototaro, F., Matarrese, A., Tanzarella, S., & D'alessandro, S. (2004). Caratterizzazione biocenotica dei fondi mobili dei mari di Taranto: i molluschi. *Biologia Marina Mediterranea*, 11(2), 455-460.
- Parenzan, P. (1969). Il Mar Piccolo e il Mar Grande di Taranto: carta biocenotica. *Thalassia Salentina*, 3, 19–36.
- Parenzan, P. (1983). *Puglia Marittima*. Congedo editore (1200 p).
- Parenzan, P. (1984). *Il Mar Piccolo di Taranto*. Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Taranto: 319 pp.
- Pastore, M. (1993). *Mar Piccolo*. Nuova Editrice Apulia, Martina Franca, Taranto, 163 pp.
- Rubino F., Cecere E., Petrocelli A., Casale A., Casale V., Passssarelli S. (2015). Recent observations of *Pinna nobilis* (Mollusca, Bivalvia) in the Mar Piccolo basin. *Biologia Marina Mediterranea*, 22(1): 107-108.
- Sahu A., Yadav N., Sudhakar K. 2016. Floating photovoltaic power plant: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 66, 815–824.
- Scardi, M., Vinci, D., Lanera, P., Casolaro, R., Valiante, L. M., Plastina, N., & Di Dato, P. (1997). Studio ambientale per il recupero produttivo del Mar Piccolo di Taranto. *AGCIICRMARE*, 6-74.

Progetto per la realizzazione in area SIN del comune di Taranto, di un impianto fotovoltaico galleggiante (OFFSHORE) dalla potenza di 100 MW con annesso impianto di produzione di idrogeno verde da 25MW, impianto di mitilicoltura e strutture relative al turismo sostenibile.

- Scroccaro I., Matarrese R., Umgiesser G., 2004. Application of a finite element model to the Taranto Sea. *Chemistry and Ecology*, 20:S205-S224.
- Tursi A., Corbelli V., Cipriano G., Capasso G., Velardo R., Chimienti G., 2018. Macro-litter and remediation: the case of Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea). *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 29(4):817–824 <https://doi.org/10.1007/s12210-018-0738-z>
- Tursi, A., Pastore, M., & Panetta, P. (1974). Aspetti ecologici del Mar Piccolo di Taranto: Ascidi, Crostacei Decapodi e Molluschi. *Atti del IV Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura*, 2, 93–117.
- Umgiesser G., Scroccaro I., Alabiso G., 2007. Mass exchange mechanisms in the Taranto Sea. *Transitional Waters Bulletin*, 2:59-71.
- Valenzano E., Scardino G., Cipriano G., Fago P., Capolongo D., De Giosa F., Lisco S., Mele D., Moretti M. & Mastronuzzi G. (2018). holocene morpho-sedimentary evolution of Mar Piccolo basin (Taranto, Southern Italy). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 41, 119-135.
- van Hooff, W.; Kuijers, T.; Quax, R.; Witte, J.; Londo, M.; Matthijsen, J.; van Sark, W.; Sinke, W. *Ruimtelijk Potentieel van Zonnestroom in Nederland*; TKI Urban Energy: Utrecht, The Netherlands, 2021.
- Vatova A., 1972. Osservazioni fisico-chimiche periodiche nel Mar Grande e Mar Piccolo di Taranto (1962-1969). *Boll. Pesca Pisc. Idrob.*, 27(1): 43-79.
- Vlaswinkel, B., Roos P., Nelissen M. 2023. Environmental Observations at the First Offshore Solar Farm in the North Sea. *Sustainability*, 15, 6533. <https://doi.org/10.3390/su15086533>
- Vo T.T.E., Ko H., Huh J., Park, N. 2021. Overview of Possibilities of Solar Floating Photovoltaic Systems in the Offshore Industry. *Energies*, 14, 6988.
- Wang J., Lund P-D. 2022. Review of recent offshore photovoltaics development. *Energies*, 15(20), 7462. <https://doi.org/10.3390/en15207462>
- Wang, Z.; Carriveau, R.; Ting, D.S.-K.; Xiong, W.; Wang, Z. 2019. A review of marine renewable energy storage. *Int. J. Energy Res.*, 43, 6108–6150.
- Zuffianò L. E., Basso A., Casarano D., Dragone V., Limoni P.P. Romanazzi A., Santaloia F., Polemio M., 2016. Coastal hydrogeological system of Mar Piccolo (Taranto, Italy). *Environmental Science and Pollution Research*, 23(13):12502-14.