



CENTRALE EOLICA OFFSHORE BRINDISI
PARCO EOLICO MARINO ANTISTANTE LE COSTE DI BRINDISI -
SAN PIETRO VERNOTICO E TORCHIAROLO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

ELABORATO

SIA-17

TITOLO

Studio di fattibilità per la realizzazione di aree di ripopolamento di flora e fauna, con l'impiego di substrati in cls, nell'area di intervento finalizzato alla mitigazione degli impatti sui fondali e la compensazione ambientale

Responsabile Progetto: Prof. Giuseppe Cesario Calò

Committente



TG Energie rinnovabili S.r.l.
 Ravenna via Zuccherificio n.10
 P.IVA 02260730391



Gruppo di progettazione



COORDINAMENTO DEL SIA
 ARKE' INGEGNERIA S.r.l.
 Via Imperatore Traiano n. 4
 TEL/FAX 080/2022423
 e-mail: segreteria@arkeingegneria.it

PROF. ING. ALBERTO FERRUCCIO PICCINNI
(Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n. 7288)

ING. GIOACCHINO ANGARANO
(Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n. 5970)

ELABORAZIONE DOCUMENTO A CURA DI

Dott. Biol. GIUSEPPE SCORDELLA



GESTIONE DOCUMENTO

Rif. DWG		Prot. n.	
Disk/dir.		Data Prot.	
N° revisione	01	N° edizione	
Data revisione	23-03-2013	Data edizione	

Il presente documento è proprietà riservata di TG S.r.l. Ai sensi dell'art. 2575 C.C. è vietata la riproduzione, la pubblicazione e l'utilizzo senza espressa autorizzazione.

0.SOMMARIO

1.	PREMESSA	4
2.	INTRODUZIONE.....	5
3.	LE BARRIERE ARTIFICIALI.....	6
3.1.	CENNI STORICI.....	6
3.2.	OASI DI RIPOPOLAMENTO ARTIFICIALI IN ITALIA	7
3.3.	OASI DI RIPOPOLAMENTO REALIZZATE IN PUGLIA.....	9
3.4.	OASI DI RIPOPOLAMENTO REALIZZATE NEL SALENTO	10
3.4.1.	Intervento nel territorio di Ugento (LE).....	11
3.4.2.	Intervento nel territorio di Lecce (località Frigole)	12
3.4.3.	Intervento nel territorio di Gallipoli.....	13
4.	ELEMENTI GENERALI E COLLOCAZIONE NEL CONTESTO ECOLOGICO	14
4.1.	MATERIALI DI COSTRUZIONE	14
4.2.	FORMA DEGLI ELEMENTI	15
4.3.	DISPOSIZIONE SPAZIALE.....	16
4.4.	ESEMPI DI MODULI DI BARRIERE ARTIFICIALI.....	17
5.	IL PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO OFF-SHORE NELLA FASCIA COSTIERA DI BRINDISI, SAN PIETRO VERNOTICO E TORCHIAROLO (BR)	19
5.1.	INQUADRAMENTO GENERALE	19
5.2.	CARATTERIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	20
5.3.	CARATTERIZZAZIONE DEI FONDALI	21
5.4.	CARATTERIZZAZIONE DELLA PESCA PROFESSIONALE	27
6.	L'AREA DI RIPOPOLAMENTO DI BRINDISI, SAN PIETRO VERNOTICO E TORCHIAROLO.....	33
6.1.	INQUADRAMENTO ED OBIETTIVI.....	33
6.2.	SCOPO.....	33
6.3.	OBIETTIVI	33
6.4.	RISULTATI ATTESI.....	33
7.	SCELTE PROGETTUALI	35
7.1.	COMPARAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI NELLE ESPERIENZE SALENTINI.....	35
7.1.1.	Oasi di ripopolamento di Frigole.....	35
7.1.2.	Oasi di ripopolamento di Ugento	36

7.1.3.	Oasi di ripopolamento di Gallipoli	38
7.2.	SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI MODULO.....	40
7.2.1.	Comparazione dei moduli.....	40
7.2.2.	Il modulo WAFEER®	41
7.2.3.	Multifunzionalità del modulo WAFEER®	41
7.3.	POSIZIONAMENTO DELL'AREA DI RIPOPOLAMENTO.....	42
7.4.	STRUTTURAZIONE DELL'AREA DI RIPOPOLAMENTO	46
8.	IMPATTO PREVEDIBILE DELLE REALIZZAZIONI.....	49
8.1.	IMPATTI SU CORRENTI E MAREE	49
8.2.	IMPATTI ECOLOGICI	49
8.3.	IMPATTI SULLA PESCA	50
8.4.	IMPATTI SOCIALI	51
9.	DESCRIZIONE DELLE MISURE DI SORVEGLIANZA PREVISTE	52
10.	QUADRO ECONOMICO DI MASSIMA DELL'INTERVENTO	54
11.	BIBLIOGRAFIA.....	55
12.	ALLEGATI.....	59

1.PREMESSA

TG Srl – Energie Rinnovabili, nella persona del Presidente dott. Franco Tozzi, con sede in Mezzano (RA) alla Via Zuccherificio, 10, ha affidato al dott. Giuseppe Scordella, biologo, iscritto all'Albo Nazionale dei Biologi con numero 46891, con sede in Monteroni di Lecce alla Via Gen. C.A. Dalla Chiesa, 42, l'incarico per la redazione di uno "Studio di fattibilità per la realizzazione di aree di ripopolamento di flora e fauna, con l'impiego di substrati in cls, nell'area di intervento finalizzato alla mitigazione degli impatti sui fondali e la compensazione ambientale" relativo alla realizzazione di un impianto eolico off-shore da realizzare nella fascia costiera antistante i comuni di Brindisi, San Pietro Vernotico e Torchiarolo (BR).

L'ID dell'incarico è il n° TG/015/12 del 15/12/2012.

L'ID della commessa di riferimento è 10P007F3401-11.

Il presente studio di fattibilità viene redatto allo scopo di definire la fattibilità della realizzazione di un'oasi di ripopolamento di flora e fauna, con l'impiego di substrati in cls, nell'area interessata dall'installazione delle torri eoliche, finalizzato alla mitigazione degli impatti sui fondali e la compensazione ambientale, affinché il Committente possa usufruirne nei casi più opportuni.

2.INTRODUZIONE

Negli ultimi anni un interesse sempre crescente verso le questioni ambientali ha portato alla ribalta alcune problematiche che coinvolgono strettamente il mondo della pesca e lo interfacciano direttamente con i temi della gestione e protezione della fascia costiera e, nel complesso, della tutela degli ecosistemi.

Le limitate dimensioni della piattaforma continentale del Mar Adriatico, la variabilità e diversità degli ecosistemi, la presenza di stock alieutici di interesse commerciale, la stagionalità di molte specie e la loro importanza in termini di alimentazione e di reddito, hanno permesso alla pesca, soprattutto artigianale, di perdurare e resistere all'industrializzazione del settore, rappresentando una componente essenziale dello sviluppo socio-economico di alcune zone costiere e un incentivo per lo sviluppo di attività come il turismo, grazie al mantenimento delle tradizioni, dei costumi e delle abitudini culinarie.

Le problematiche di gestione della fascia costiera, soprattutto se connessa all'integrazione ambientale di opere a mare (quali porti, cavidotti, parchi eolici etc.), sono un aspetto complesso la cui articolazione e complessità deve richiedere un approccio multidisciplinare.

Fra le opere di mitigazione degli impatti socio-economici ed ambientali trova favorevole collocazione la realizzazione di oasi di ripopolamento delle risorse marine, sia della flora che della fauna, attraverso l'impiego di elementi impropriamente classificati con il nome di "barriere artificiali".

3.LE BARRIERE ARTIFICIALI

Le barriere artificiali possono di buon grado essere annoverate fra gli interventi da attuare per una migliore gestione della fascia costiera (soprattutto in concomitanza di opere a mare) poiché, essendo realizzate su fondali marini mobili (su cui la biodiversità è molto bassa per l'instabilità del substrato), costituiscono delle variazioni sostanziali all'habitat originario, aumentandone la complessità strutturale e di conseguenza la biodiversità, determinando effetti positivi a livello biologico, ecologico ed economico.

Dal punto di vista biologico, le barriere possono determinare una riduzione della mortalità, sia naturale che da pesca, con risvolti positivi sugli stock ittici; i moduli delle barriere possono, infatti, ridurre la mortalità naturale fornendo rifugi idonei agli stadi giovanili di molte specie ittiche e alle fasi delicate di vita di altre categorie (come ad esempio la muta dei crostacei), con una conseguente riduzione della predazione.

Dal punto di vista ecologico, le barriere artificiali determinano una diversificazione dell'habitat grazie alla realizzazione di un gradiente verticale di luce, temperatura e corrente, insediando e facendo sviluppare le comunità sessili che altrimenti non avrebbero la capacità di colonizzare per l'assenza di substrati idonei. Inoltre, la stessa fauna sessile crea microhabitat per le specie criptiche e produce detrito organico che arricchisce i sedimenti circostanti, favorendo lo sviluppo dell'infauna di fondali mobili.

Tutti questi effetti bio-ecologici possono avere ripercussioni positive anche dal punto di vista socio-economico, favorendo, ad esempio, il **recupero della piccola pesca costiera** con attrezzi da posta. L'utilizzo di questi attrezzi, all'interno delle aree protette dai moduli artificiali, determina, infatti, da una parte un aumento del reddito dei pescatori a causa di catture estremamente diversificate, dall'altro riduce le conflittualità intersettoriali tra la piccola pesca e le imbarcazioni che effettuano la pesca a traino.

Dal punto di vista multifunzionale, inoltre, le barriere artificiali possono **fungere da zavorra o "corpo morto"** per strutture galleggianti (boe di segnalazione e ancoraggio, gabbie di allevamento ittico, long lines per molluschicoltura ecc.) o fisse (pale eoliche, pontili o moli) assicurando, oltre a stabilità nel tempo e nello spazio, anche un valido effetto positivo sulle risorse acquatiche, agevolando, così, l'installazione in Aree Marine Protette e Siti di Interesse Comunitario.

3.1. CENNI STORICI

L'origine delle barriere artificiali sembra essere molta antica tanto che alcuni autori riferiscono della loro esistenza già intorno al 1650; come spesso accade nel campo della pesca, questi primi esperimenti portano la firma del Giappone e riguardano semplici costruzioni di pietre sovrapposte affondate nella baia di Urato nell'isola di Shikoku.

Anche negli Stati Uniti, le barriere artificiali hanno avuto un grande successo, sebbene per motivi completamente differenti rispetto al Giappone; infatti, malgrado le fasi iniziali di realizzazione presentino alcune somiglianze nei due

paesi, tuttavia le finalità, la scelta dei materiali e la pianificazione delle strutture sono in genere molto diverse. In Giappone sono generalmente utilizzati manufatti realizzati appositamente, con caratteristiche di stabilità e resistenza in mare il cui scopo principale è quello di espandere i tradizionali territori di pesca, proteggendo l'area costiera e le risorse alieutiche; al contrario negli Stati Uniti la realizzazione di barriere artificiali è tradizionalmente effettuata con l'impiego di materiali di scarto (tra cui anche piattaforme petrolifere in disuso) ed è finalizzata all'incremento di attività ricreative, come la pesca sportiva e la subacquea (Lucchetti, 2003).

Per quanto riguarda il Mediterraneo è noto da tempo, soprattutto nel bacino centrale (Malta e Sicilia), l'uso di strutture galleggianti composte da canne per attrarre e concentrare pesce in determinate aree.

Le prime barriere artificiali propriamente dette, cioè costituite da strutture deposte sul fondo, risalgono alla fine degli anni '60 in Francia e in Italia (Varazze). Attualmente i paesi più attivi nella realizzazione di tali strutture sono l'Italia e la Spagna, anche se molti altri sono già da anni avviati in analoghe iniziative (Israele, Inghilterra, Portogallo).

3.2. OASI DI RIPOPOLAMENTO ARTIFICIALI IN ITALIA

In Italia, il primo esperimento di barriere artificiali, progettato secondo criteri scientifici su scala semiprofessionale, è stato realizzato nel 1974 nell'Adriatico centrale (Porto Recanati); tale barriera era formata da 12 piramidi, ognuna composta da 14 blocchi cubici di calcestruzzo con lato di 2 m e da alcune vecchie imbarcazioni, immerse al centro della zona di protezione.

A questo primo esperimento pilota hanno poi fatto seguito altre iniziative, tra cui quelle di Fregene, del Golfo di Castellammare e del Mar Ligure (Golfo Marconi e Loano).

La tabella seguente riporta la distribuzione degli interventi di protezione a mezzo "barriere" registrati lungo i litorali italiani fino ai primi anni '90 (da *"PREMESSA GENERALE E STATO DI ATTUAZIONE DEL QUINTO PIANO"* - A cura della *Direzione Generale Pesca e Acquacoltura*):

BARRIERE ARTIFICIALI LUNGO I LITORALI ITALIANI		
AREA	N°	LOCALITA'
ALTO E MEDIO ADRIATICO	10	Trieste
		P.to Garibaldi (2)
		Rimini
		Cattolica
		Senigallia
		Falconara M.
		Podonovo(2)
		P.to Recanati
BASSO ADRIATICO	1	Ischitella
IONIO	1	Taranto
SICILIA	4	Vergine Maria
		Terrasini
		Trappeto
		Alcamo Marina
SARDEGNA	1	Alghero
MEDIO TIRRENO	2	Fregene
		Ponza
MAR LIGURE	5	Ventimiglia
		Loano
		Spotorno
		Varazze
		Golfo Marconi

Un quadro sinottico è fornito da Fabi e Spagnolo (2001) che riportano il dato nazionale aggiornato, segnalando circa 40 barriere costruite nel nostro paese dagli anni '60. La figura seguente ne illustra la distribuzione.

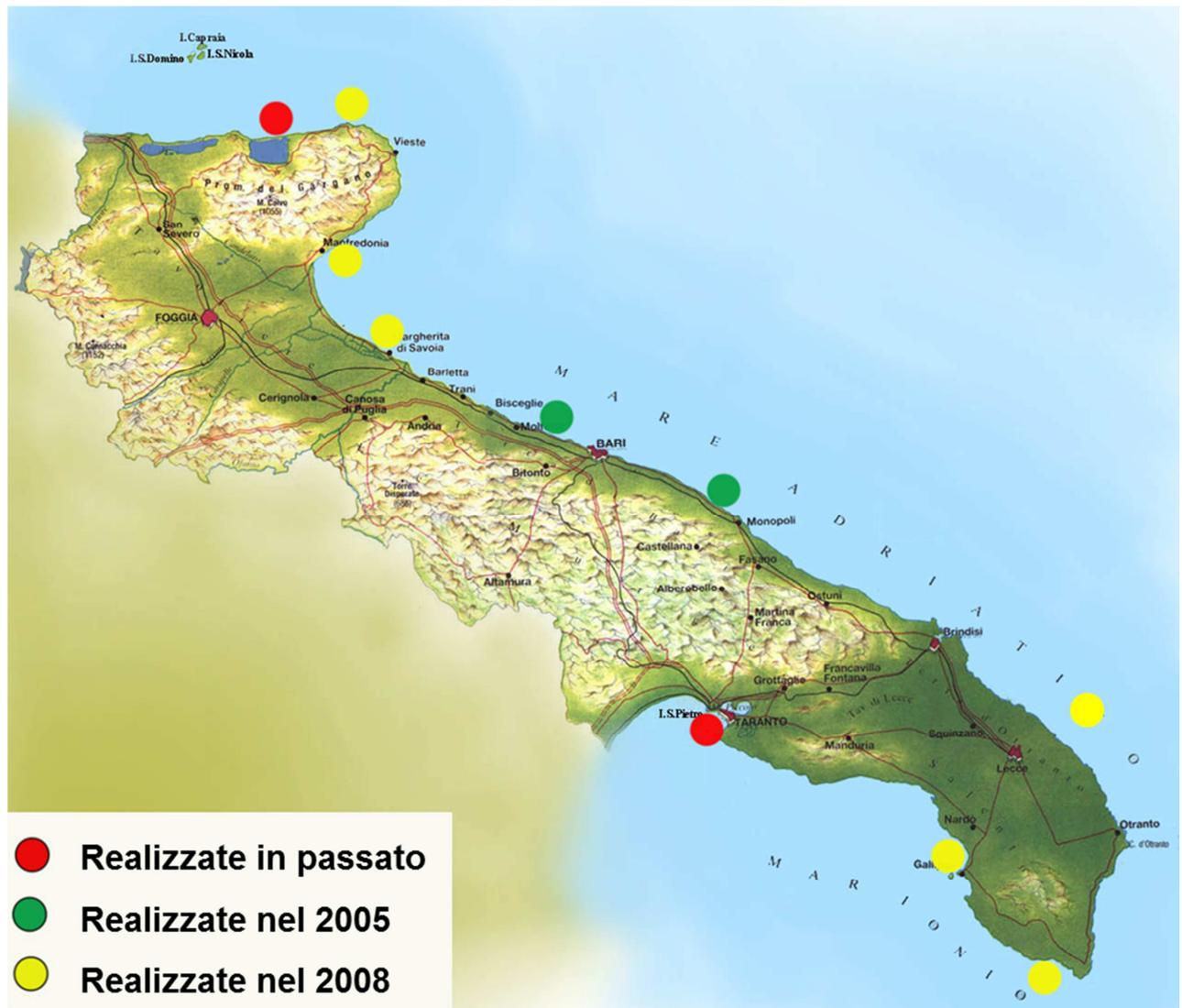


3.3. OASI DI RIPOPOLAMENTO REALIZZATE IN PUGLIA

La programmazione POR 2000-2006 ed in particolare la misura 4.12A ha favorito e finanziato alcuni interventi sul territorio della regione Puglia.

E' il caso di Molfetta, Polignano a Mare, Gallipoli, Ugento, Lecce, Rodi Garganico, Manfredonia e Margherita di Savoia, che si sommano ad altre installazioni realizzate in passato a Taranto e Ischitella.

La figura seguente ne illustra la distribuzione territoriale:



3.4. OASI DI RIPOPOLAMENTO REALIZZATE NEL SALENTO

Nell'ambito del POR Puglia 2000-2006 Mis. 4.12 A sono stati attuati nella fascia costiera Salentina, fra il 2006 e il 2008, 3 interventi localizzati in:

- Ugento (loc. Torre San Giovanni)
- Gallipoli
- Lecce (loc. Frigole).

Le schede seguenti ne sintetizzano i contenuti progettuali.

3.4.1. Intervento nel territorio di Ugento (LE)

CITTÀ DI UGENTO



Provincia di Bari



methodo.
biologie marine e consulenze
Dott. Giuseppe Scordella

Sud Project s.n.c.

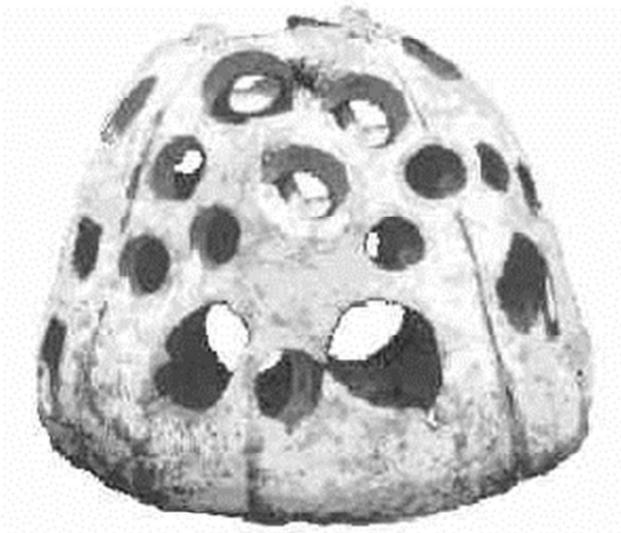
area di protezione	1.000 ha
Oasi di ripopolamento	2,3 ha
distanza dalla costa	0,5 -2,8 NM
profondità	15 - 46 m
elementi di protezione	Tripodi (220)
elementi di sviluppo	Blocco stratificato (160)
materiali moduli	calcestruzzo

3.4.2. Intervento nel territorio di Lecce (località Frigole)

Provincia di Bari



methodo.
biologie marine e consulenze
Dott. Giuseppe Scordella



area di protezione	\
Oasi di ripopolamento	15 ha
distanza dalla costa	2,5 NM
profondità	30 - 46 m
elementi di protezione	\
elementi di sviluppo	Reef Ball + Tecnoreef (218)
materiali moduli	calcestruzzo

3.4.3. Intervento nel territorio di Gallipoli



Provincia di Bari



methodo.
biologie marine e consulenze
Dott. Giuseppe Scordella

Sud Project s.n.c.

area di protezione	1.500 ha
Oasi di ripopolamento	2,3 ha
distanza dalla costa	0,5 -2,8 NM
profondità	25 - 40 m
elementi di protezione	Tripodi (220)
elementi di sviluppo	Blocco stratificato (160)
materiali moduli	calcestruzzo

4. ELEMENTI GENERALI E COLLOCAZIONE NEL CONTESTO ECOLOGICO

Le barriere artificiali costituiscono variazioni sostanziali all'habitat originario, aumentandone la complessità strutturale e di conseguenza la biodiversità, determinando effetti positivi a livello biologico, ecologico ed economico.

Le superfici delle strutture sommerse possono consentire l'attacco di uova e capsule ovigere e possono anche determinare l'attecchimento di larve di organismi sessili filtratori, come le ostriche e i mitili, utilissimi perché in grado di sfruttare l'enorme carico di nutrienti provenienti dai fiumi e renderlo disponibile come biomassa edule direttamente utilizzabile dall'uomo.

4.1. MATERIALI DI COSTRUZIONE

La scelta del materiale di costruzione degli elementi da installare deve essere oggetto di una attenta analisi dei materiali, delle caratteristiche dei fondali e del trofismo delle acque.

Nei primi esperimenti realizzati su scala artigianale venivano usati massi impilati, tronchi e sacchi di sabbia e solo successivamente materiali artificiali come tubi di ceramica e vecchie imbarcazioni. Nel sud-est asiatico ancor oggi vengono utilizzati moduli in bambù e fasci di mangrovie.

Agli inizi degli anni Sessanta la necessità di smaltire scarti vari e limitare i costi ha condotto verso l'utilizzazione di materiali come rottami di automobili, pneumatici, vecchie barche, copertoni, barili di petrolio usati, prodotti derivati dall'edilizia (pezzi di cemento, tegole, mattoni, etc.; Lucchetti, 2003)

Tuttavia queste iniziative, prive di qualsiasi supporto scientifico, si sono rivelate fallimentari, evidenziando numerosi inconvenienti: molte superfici sono, infatti, risultate inadatte all'attecchimento di organismi sessili, altre si deterioravano molto facilmente (legno e lamiera), altre rilasciavano sostanze nocive per gli organismi, come vernici, oli e metalli pesanti.

Tutti questi problemi hanno condotto verso un atteggiamento più scientifico e attento innanzitutto alle questioni ambientali; attualmente la tendenza è infatti quella di impiegare materiali realizzati *ad hoc*, più resistenti, non inquinanti e di facile utilizzo.

Il calcestruzzo è oggi il materiale maggiormente utilizzato nel mondo, perché permette di realizzare moduli di qualsiasi forma, si deteriora lentamente in acqua, fornisce un ottimo supporto agli organismi sessili (mitili, ostriche ecc.), se modellato con opportune cavità dà rifugio a molte specie ittiche ed è abbastanza pesante da contrastare la pesca a strascico.

Le varianti sul tema sono poi numerosissime e vanno dall'utilizzo di vetroresina, a composti di cenere di carbone e calce idrata, fino ai più sofisticati moduli

giapponesi, che rilasciano nutrienti in acqua per facilitare l'attecchimento di vegetali e innescare così nuove reti trofiche.

Il materiale usato, con opportuni accorgimenti di calibrazione del pH e per la tipica porosità del cemento, può agevolare la colonizzazione del substrato da parte degli organismi incrostanti, incrementando la capacità portante del sistema per la sua eterogeneità spaziale.

Il materiale che ha dato risultati interessante in termini di attecchimento di biocostruzioni e aggregazione di biodiversità è risultato essere il calcestruzzo classe R'BK 350, armato con acciaio FeB44k zincato a caldo, poiché, oltre ad essere un materiale stabile, rappresenta quello maggiormente economico e facile da reperire nell'area di attività. Il calcestruzzo, nella miscela e nelle dimensioni opportune, possiede anche provata resistenza all'abrasione, alle correnti sottomarine, alle maree ed al moto ondoso.

4.2. FORMA DEGLI ELEMENTI

La valutazione della forma dei moduli deve essere oggetto di una vasta indagine *ex ante*.

La bibliografia disponibile ha posto in evidenza installazioni condotte con elementi in blocchi di cemento di forma cubica, piramidale, tronco-conica, reticolare, cilindrica e emisferica (Pickering *et al.*, 1998; Santos and Monteiro, 1998; Relini, 1979; Bombace, 1989; Riggio *et al.*, 1989; Scordella *et al.*, 2012).

Uno studio comparativo, condotto negli USA, ha confrontato le diverse forme degli elementi esistenti con le caratteristiche fisiche e biologiche dell'ambiente marino di intervento (Spieler *et al.*, 1999).

Le proprietà dei moduli esaminate nell'indagine sono state: le dinamiche di reclutamento delle specie e delle comunità incrostanti, la capacità attrattiva nei confronti della flora e della fauna, il volume, la complessità, lo spazio utile in funzione della profondità di installazione, della distanza fra i moduli e dell'abbondanza di propaguli

L'analisi multivariata, condotta con i dati raccolti nello studio anzidetto, evidenzia i seguenti risultati:

- la biomassa e l'abbondanza dei pesci di taglia maggiore di 5 cm, risulta essere significativamente maggiore ($P < 0,01$) negli elementi installati a 21 m rispetto a quelli collocati a 7m di profondità;
- la complessità strutturale degli elementi e costituisce un fattore attraente le specie acquatiche: la densità di biomassa da ripopolamento è inversamente proporzionale all'ampiezza della cavità interna a disposizione;
- la riduzione del diametro delle cavità (nel rispetto delle caratteristiche delle specie oggetto del ripopolamento) determina un incremento della diversità;
- a parità di volume di calcestruzzo impiegato, un maggior numero di elementi modulari consegue migliori risultati;

Ne consegue che l'elemento che consegue i migliori risultati in termini di biomassa ospitata, diversità biologica e reclutamento di novellame, rispetto agli altri comparati, è rappresentato da lastroni di cemento sovrapposti e tenuti separati da spessori in cemento (Sherman, 2000). Il funzionamento ecologico di un tale blocco è basato sull'aumento del numero di specie tramite lo sviluppo dell'eterogeneità spaziale del substrato in termini di altezza, orientamento e cavità interstiziali.

4.3. DISPOSIZIONE SPAZIALE

La scelta della disposizione spaziale dei moduli costituenti l'oasi di ripopolamento deve essere oggetto di una attenta analisi delle situazione biocenotica e pelagica del contesto in cui si opera.

Particolare attenzione deve essere riposta nella presenza o meno nell'area attigua di scogliere naturali o praterie di *Posidonia oceanica* che costituiscono un'eccellente area di nursery e di concentrazione biologica naturale.

La disposizione dei moduli deve inoltre tenere in considerazione il contesto sociale ed economico (con particolare riferimento alle tipologia e di pesca praticate nell'area) che potrebbero inficiare l'attuazione del progetto stesso.

L'organizzazione del progetto deve quindi tenere presente che la disposizione spaziale dei blocchi deve rispettare le esigenze socio-economiche del territorio e la composizione della flotta peschereccia operante sul posto.

In generale, si consideri che:

- Strutture complesse a **disposizione piramidale** sono idonee soprattutto per le specie bentoniche e necto-bentoniche, strettamente dipendenti dai substrati duri (alcune delle quali stazionano presso la barriera per tutto l'anno),
- **configurazioni a gabbia**, appaiono più efficaci per pesci necto-bentonici e pelagici gregari, che tendono a concentrarsi attorno a corpi sommersi che si elevano nella colonna d'acqua (Fabi e Spagnolo, 2001).

4.4. ESEMPI DI MODULI DI BARRIERE ARTIFICIALI



Elementi sommersi a Polignano a Mare



Elementi sommersi a Ischitella e Margherita di Savoia



Elementi sommersi a Ugento e Gallipoli

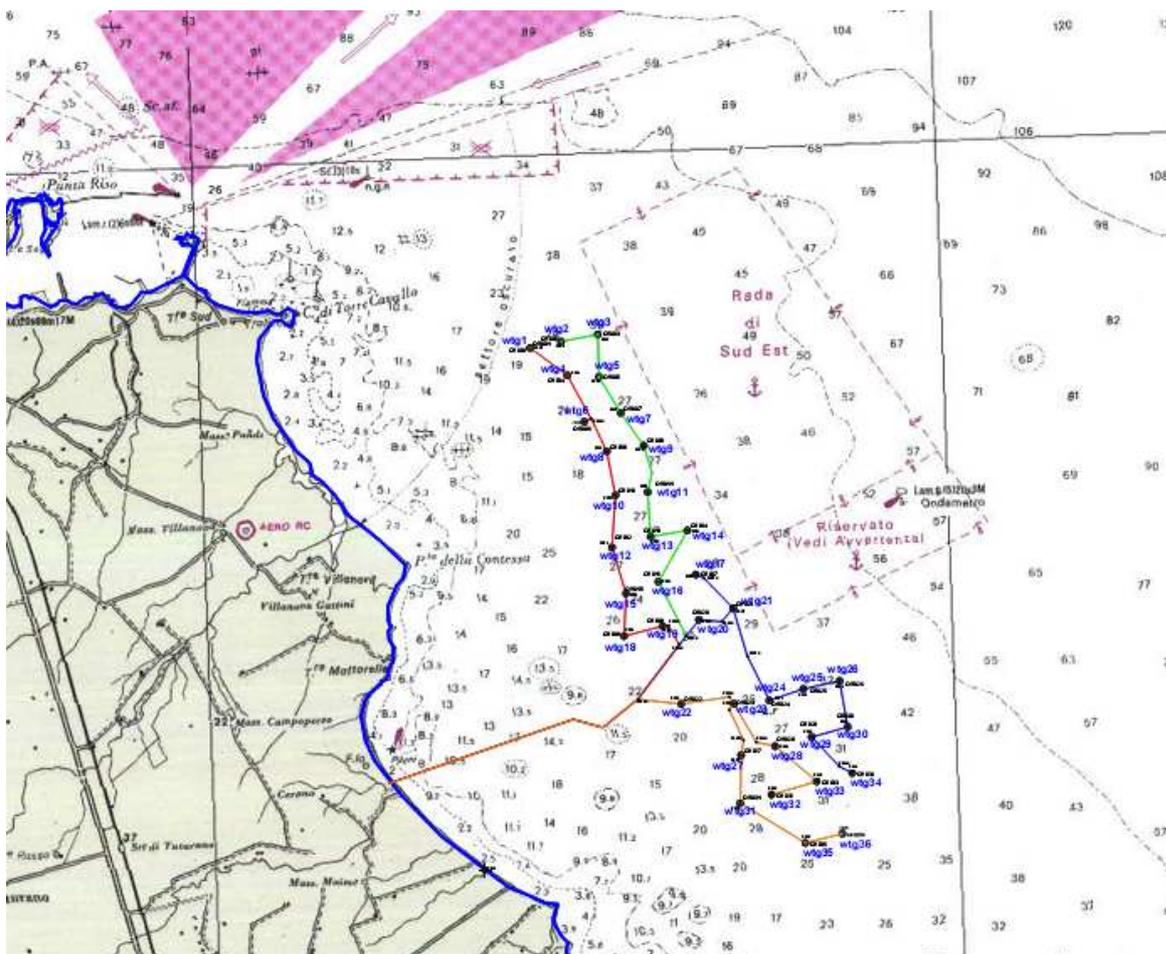


Elementi sommersi a Lecce (loc. Frigole)

5.IL PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO OFF-SHORE NELLA FASCIA COSTIERA DI BRINDISI, SAN PIETRO VERNOTICO E TORCHIAROLO (BR)

5.1. INQUADRAMENTO GENERALE

TG S.r.l., società del gruppo Tozzi operante nel campo della realizzazione di impianti e centrali di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili in particolar modo nell'ambito della Regione Puglia e più specificatamente nelle provincie di Brindisi e Lecce, ha in progetto la realizzazione di un parco eolico offshore localizzato a ridosso della Penisola Salentina, nel braccio di mare antistante la costa settentrionale della Terra d'Otranto. La zona individuata per l'impianto, compresa tra Capo di Torre Cavallo, la rada di Sud-Est del porto di Brindisi, la costa settentrionale della Terra d'Otranto sino all'abitato di Torre San Gennaro, è caratterizzata da una favorevole batimetria e da un'elevata ventosità, ideali per lo sfruttamento della risorsa eolica finalizzata alla produzione di energia elettrica.

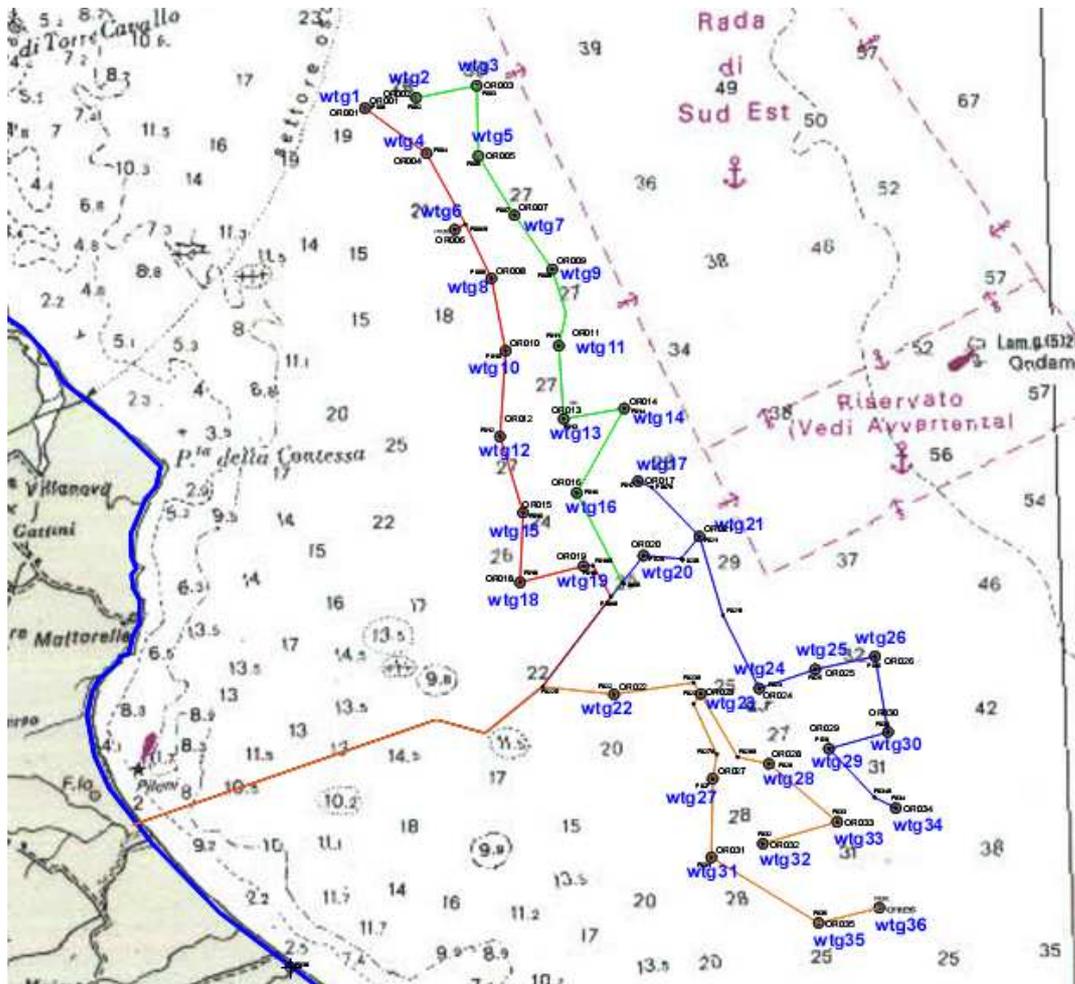


Fascia costiera affacciata al campo eolico con una sua sistemazione orientativa

5.2. CARATTERIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento interessa uno specchio acqueo a poco più di due miglia nautiche al largo di Brindisi, San Pietro Vernotico e Torchiarolo e prevede la realizzazione di un parco eolico, dalla potenza totale nominale installata pari a 108 MW, costituito da n. 36 aerogeneratori, posizionati sulla base di una griglia di distribuzione di circa 700m x 800/900m, orientata secondo la presunta direzione prevalente dell'area, ovvero i settori Nord-NordOvest/SudEst.

Ciascun aerogeneratore (del tipo VESTAS V112 ovvero modello equivalente di altro costruttore) caratterizzato da un potenza nominale di 3 MW e diametro rotore pari a 112 m, ha una altezza al mozzo di 84 metri; la torre ha diametro massimo pari a 4,2m. Pertanto, tenendo conto della piattaforma di appoggio, la superficie massima realmente impegnata sarà dell'ordine di 35 mq per ciascun aerogeneratore. Il progetto prevede la posa in opera dell'elettrodotto interrato di vettoriamento dell'energia sia da una torre verso l'altra a realizzare sette "sottocampi", sia tra questi ed il punto di approdo dei cavi elettrici sottomarini.



Sito e sistemazione delle macchine aerogeneratrici nell'area della Concessione

I cavidotti marini di connessione fra i vari aerogeneratori e quello d'interconnessione con la Sottostazione Elettrica a 30 kV saranno interrati alla profondità di due/tre metri in modo tale da proteggere i cavi stessi da eventuali ancoraggi e pesca a strascico. La posa dei cavi viene eseguita con apposito naviglio.

L'area lorda occupata dal parco considerando un poligonale che nel suo inviluppo tocca gli aerogeneratori più esterni (avente i vertici corrispondenti all'asse dei suddetti e comprendente al suo interno tutte le 36 torri) è pari 15.958.435 mq. Rispetto alla figura così definita, considerando un buffer di 56m (raggio rotore delle macchine), l'area della poligonale tangente la proiezione della pala sull'acqua è di 17.358.115 mq

La distanza tra le singole torri eoliche sia nella direzione parallela che in quella perpendicolare alla linea di riva è tale da consentire il passaggio di imbarcazioni pertanto è volontà della TG S.r.l. non richiedere l'interdizione dell'area lorda occupata dall'impianto.

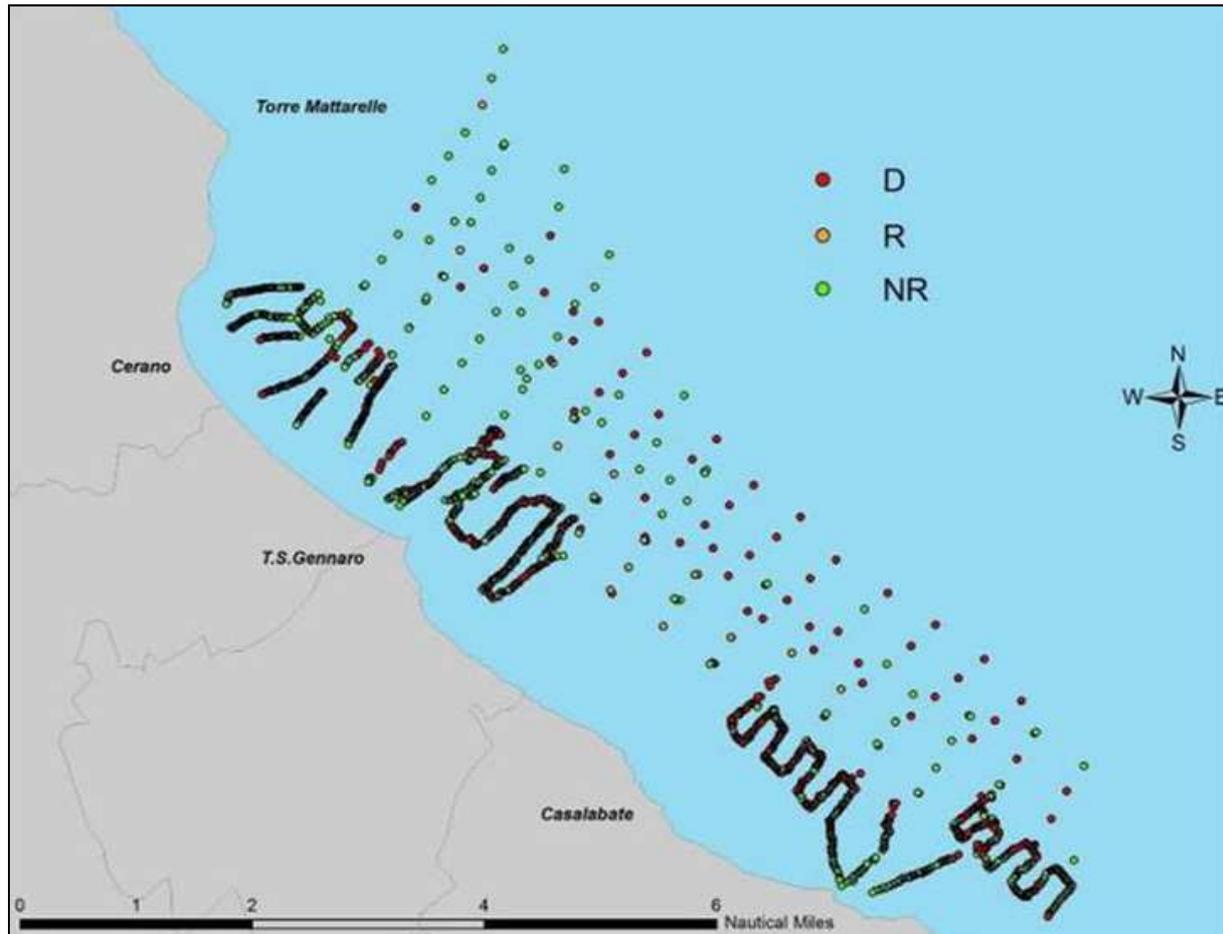
Lo specchio acqueo oggetto della richiesta di Concessione Demaniale è pari a 451.695,6 mq.

5.3. CARATTERIZZAZIONE DEI FONDALI

All'interno dell'area di studio sono state individuate 12 differenti tipologie di popolamenti.

Tra gli habitat più importanti per il loro valore paesaggistico e per i servizi ecosistemici erogati si individuano le praterie di *Posidonia oceanica* e il Coralligeno.

Risultano, invece, abbondanti i popolamenti caratterizzati dall'alga *Caulerpa racemosa* e dalla specie aliena infestante *Caulerpa prolifera*.



Mappa della Valenza Conservazionistica dei 1.687 siti di campionamento oggetto di indagine

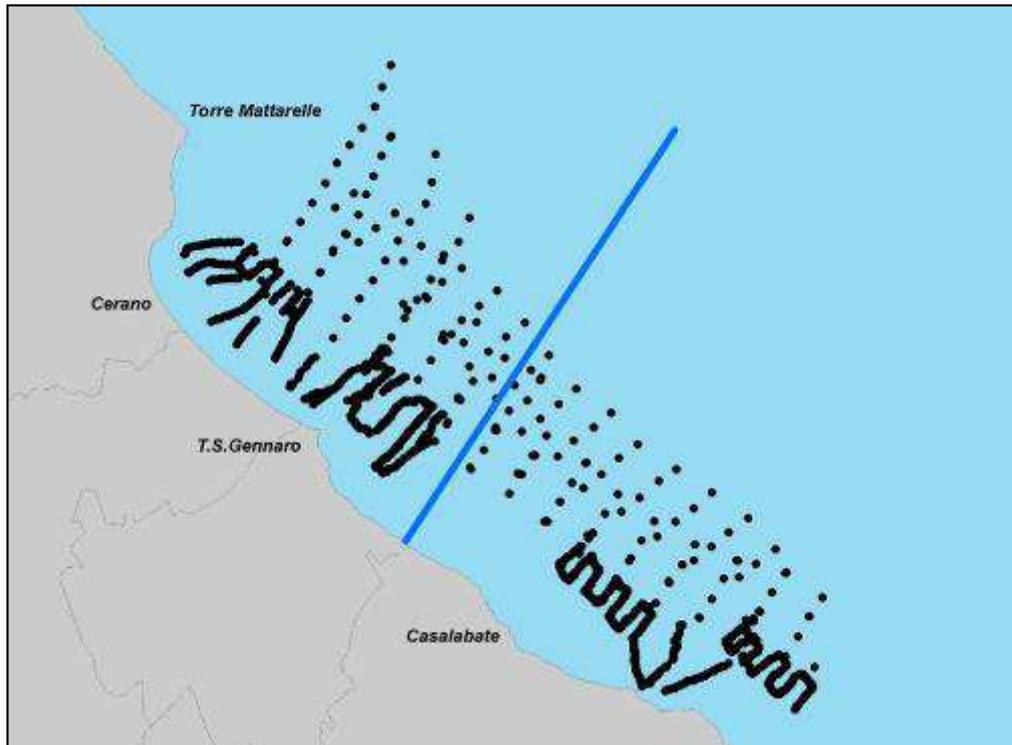
L'applicazione del metodo di valutazione introdotto da Bardat *et al.* (1997), che identifica il grado d'importanza degli habitat in base a diversi criteri: vulnerabilità, valore naturalistico, rarità, valore estetico e valore economico ha permesso l'assegnazione di un valore di importanza ad ogni singolo popolamento:

Habitat	Valenza conservazionistica
<i>Caulerpa prolifera</i> su Fondo Molle	NR
<i>Caulerpa prolifera</i> su Matte	NR
<i>Caulerpa racemosa</i> su Fondo Molle	NR
<i>Caulerpa racemosa</i> su Matte	NR
<i>Caulerpa racemosa</i> su Substrato Duro	NR
Ciuffi di <i>Posidonia oceanica</i>	NR
Coralligeno	D
Fondo Molle	NR
Matte	NR
Popolamenti algali di Substrato Duro	NR
Popolamenti Concrezionati	R
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	D
Mosaico di <i>Caulerpa racemosa</i> su Matte e Popolamenti Concrezionati	R
Mosaico di Coralligeno e <i>Caulerpa racemosa</i>	D
Mosaico di Coralligeno e Matte	D
Mosaico di Matte Morta e Ciuffi di <i>Posidonia oceanica</i>	NR
Mosaico di Popolamenti Concrezionati e <i>Caulerpa prolifera</i>	R
Mosaico di Popolamenti Concrezionati e <i>Caulerpa racemosa</i>	R
Mosaico di Popolamenti Concrezionati e Fondo Molle	R

Elenco delle specie botaniche individuate sul fondale e relativa catalogazione S.I.C.

L'analisi spaziale dei dati puntuali e delle informazioni riguardanti i loro popolamenti e il loro valore conservazionistico, nel tratto di mare considerato, evidenzia la presenza di un gradiente positivo del valore ambientale da Cerano verso Casalabate.

Nel sito di riferimento, la prateria di *Posidonia oceanica* è stata riscontrata solo nel 12% dei siti di indagine mentre aumenta di gran lunga il numero di osservazioni della cosiddetta "Matte", un complicato intreccio di parti morte di rizomi e radici di *P. oceanica* che intrappolano il sedimento determinando un innalzamento del fondale.



Individuazione dei sottogruppi di campionamento

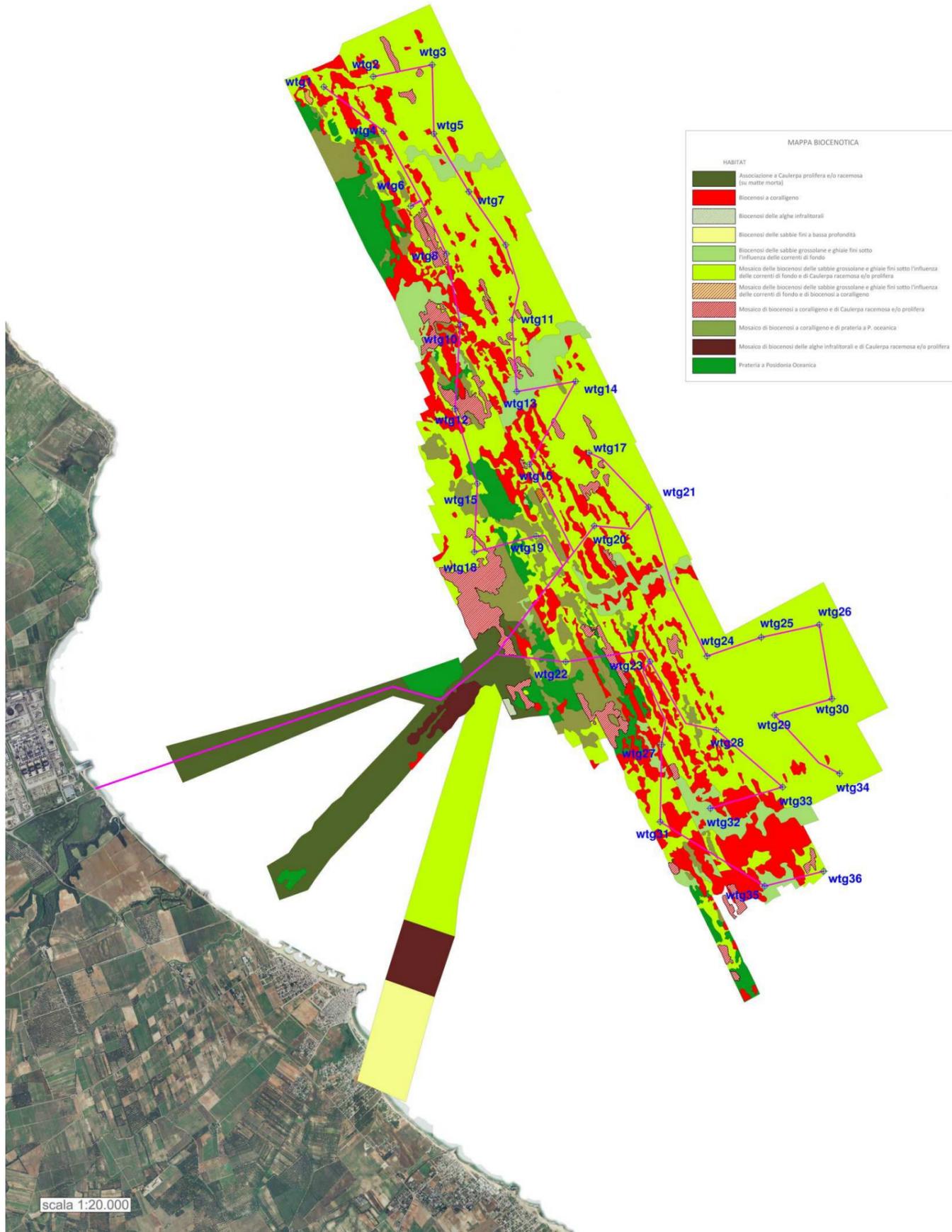
In conclusione, è possibile affermare che il sito individuato, mostra una scarsa eterogeneità sia nella tipologia che nella distribuzione degli habitat.

I suoi fondali sono colonizzati, fin dalla batimetrica dei 15 metri, principalmente dalle alghe verdi *Caulerpa prolifera* e *Caulerpa racemosa*. Questo particolare pattern di distribuzione degli habitat risulta omogeneo fino ai confini dell'area di studio ovvero fino alla batimetrica dei 30 metri. Inoltre, si riscontra una scarsa presenza delle praterie di *P. oceanica* e del Coralligeno.

Recenti e più approfondite indagini con l'ausilio di strumentazioni specifiche hanno consentito la definizione dettagliata del profilo biocenotico del fondale dell'area in questione confermando la coerenza della scelta preliminare con il contesto biologico reale.

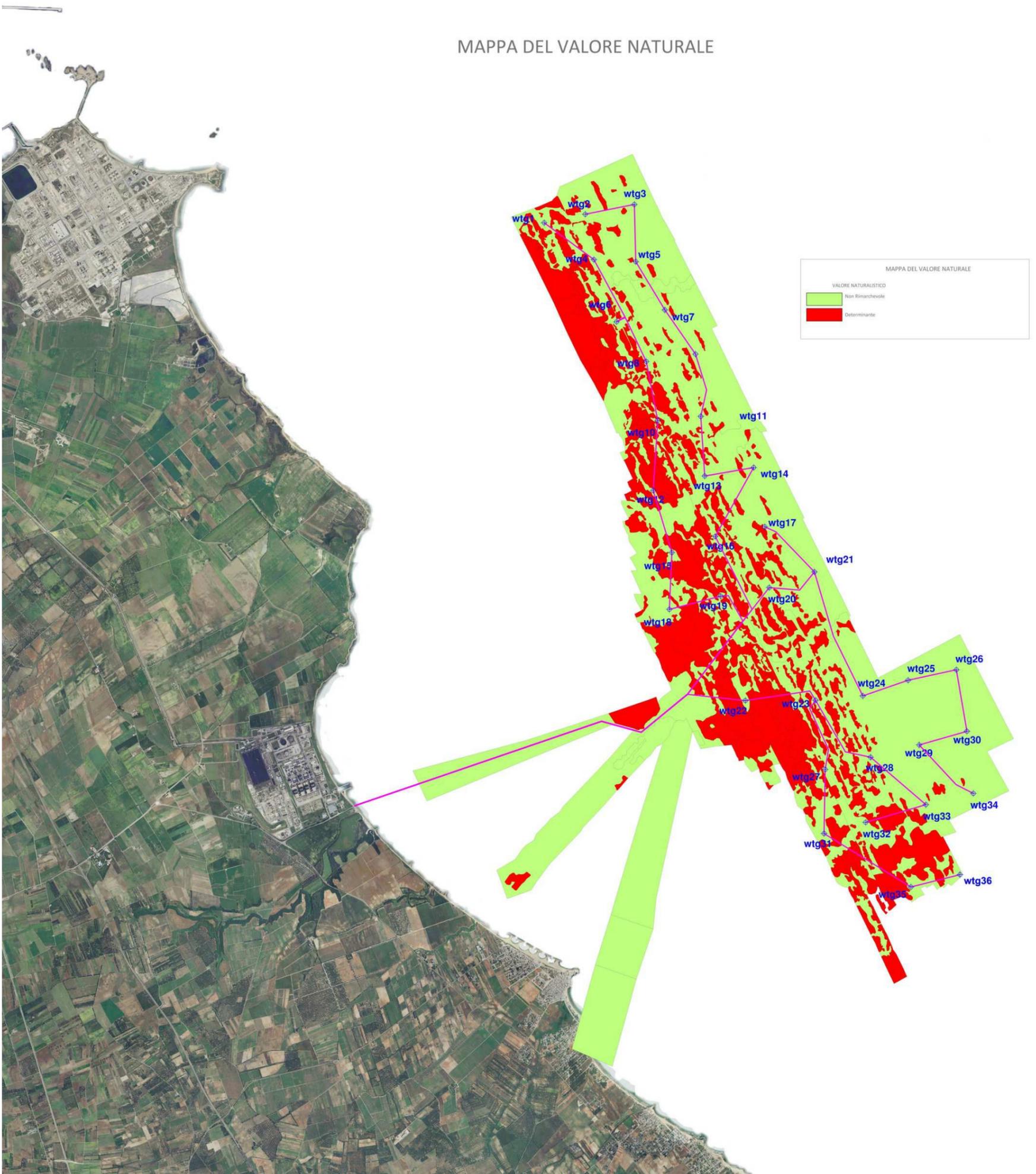
Le figure seguenti illustrano la caratterizzazione effettuata dei fondali coinvolti:

MAPPA BIOCENTICA



Mapa biocenotica dei fondali dell'area interessata dall'intervento

MAPPA DEL VALORE NATURALE



Mappa del valore naturale dei fondali dell'area interessata dall'intervento

5.4. CARATTERIZZAZIONE DELLA PESCA PROFESSIONALE

Il Compartimento marittimo di Brindisi è caratterizzato da 138 imbarcazioni per complessivi 6.721,72KW di potenza motore (dato aggiornato acquisito da <http://ec.europa.eu/fisheries/fleet>) così caratterizzate:

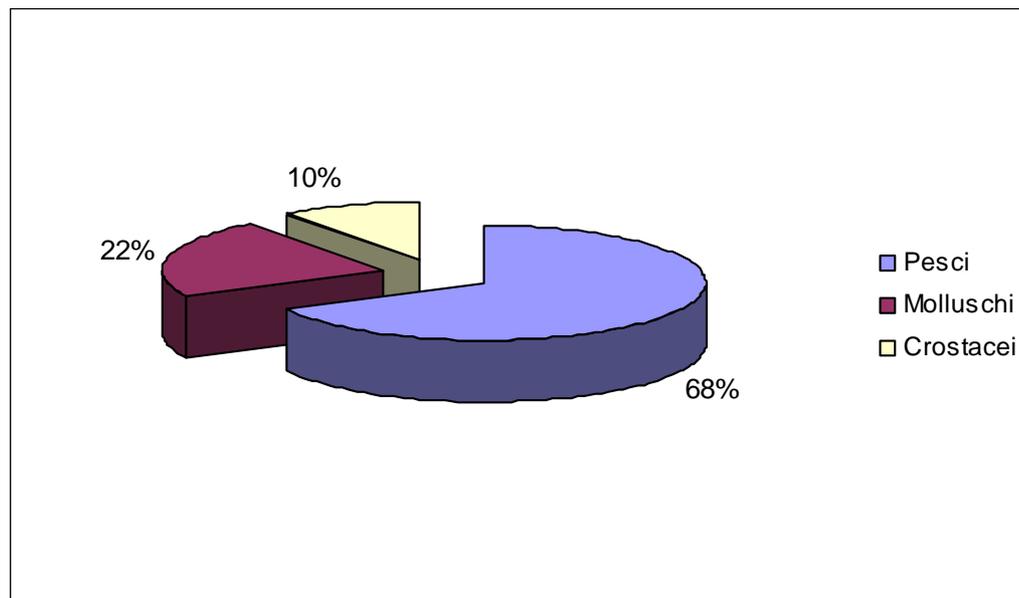
	CFR	Ext. Marking	Vessel Name	Port Name	Gt Tonnage	LFT	Power KW
1	ITA000001108	00BR03743	ISABELLA	BRINDISI	1	7,45	22,05
2	ITA000001143	06GL00181	CATERINA	OTRANTO	1	5,43	7
3	ITA000001161	00BR03747	SAGITTARIO	BRINDISI	1	5,35	9
4	ITA000001237	00BR03724	VITA MARIA	BRINDISI	3	8,6	53
5	ITA000001273	00BR03882	ORIENTE	BRINDISI	1	7,03	13,92
6	ITA000001300	00BR03853	INVIDIA	BRINDISI	3	8,85	23,5
7	ITA000001311	00BR03745	S. SABINA	BRINDISI	1	6,73	7,3
8	ITA000001315	00BR03730	S. FRANCESCO	BRINDISI	9	12,55	84,5
9	ITA000001345	04BA01533	GIOVE	MONOPOLI	13	12,38	177
10	ITA000001384	00BR01542	FORTUNATA	BRINDISI	2	7,19	23
11	ITA000001385	00GL04119	MAREA	GALLIPOLI	1	5,52	18,4
12	ITA000001387	00BA04553	SANTA MARIA	BARI	2	7	23
13	ITA000001394	00ME02903	DANIELA	MESSINA	1	6,44	26,5
14	ITA000001401	00BR03024	COSIMA	BRINDISI	7	12,46	95,6
15	ITA000001406	06GL00170	ROSINA	OTRANTO	1	6,37	17,6
16	ITA000001412	00BR03416	S. LUCIA	BRINDISI	1	7,23	18,3
17	ITA000001422	04GL00015	S.FRANCESCO	TORRE SAN GIOVANNI	2	7,63	16
18	ITA000001429	00BR03522	NERINA	BRINDISI	2	6,42	18,37
19	ITA000001436	00BR03548	MINA	BRINDISI	2	8,45	41,18
20	ITA000001437	06GL00240	MARIA GRAZIA	OTRANTO	1	5,28	9
21	ITA000001441	00BR03556	VITTORIA I	BRINDISI	1	6,56	0
22	ITA000001448	06GL00223	ANGELO	OTRANTO	3	8,49	61
23	ITA000001449	03GL00071	SAN GABRIELE 1°	TORRE CESAREA	2	7	61
24	ITA000001450	07GL00012	FEDERICO	SAN CATALDO	2	7,62	29,4
25	ITA000001453	02TA00013	SAN TOMMASO	MARUGGIO	1	5,86	12,5
26	ITA000001455	00BR03600	GIUSEPPE II	BRINDISI	3	9,31	66
27	ITA000001456	07GL00009	SAMUELE	SAN CATALDO	1	6,78	18,4
28	ITA000001461	04BA01597	DUCA D'AOSTA	MONOPOLI	14	13,98	83
29	ITA000001465	04BA01551	FURIA	MONOPOLI	13	12,81	140
30	ITA000001466	00BR03623	ORCA	BRINDISI	5	9,97	63
31	ITA000001468	00BR03626	MARCO POLO	BRINDISI	4	9,23	81
32	ITA000001470	04BA01640	S GIUSEPPE	MONOPOLI	2	7,96	19,04
33	ITA000001474	03GL00066	STELLA D'ORIENTE	TORRE CESAREA	2	8,15	73,6
34	ITA000001477	00BR03638	COBRA	BRINDISI	2	8,12	73,53
35	ITA000001484	03GL00064	SAN STEFANO	TORRE CESAREA	3	8,03	61,3
36	ITA000001485	06GL00241	S. ANNA SECONDA	OTRANTO	3	8,99	35
37	ITA000001494	05BA00811	SAN DOMENICO	MOLA DI BARI	5	9,53	73,5
38	ITA000001495	04BA01643	SAVERIO	MONOPOLI	32	17,35	110
39	ITA000001500	00BR03689	ZEUS	BRINDISI	2	7,82	40

40	ITA000001501	00BR03692	EUROPA	BRINDISI	14	14,28	169,11
41	ITA000001502	00BR03694	LAILA	BRINDISI	1	7,06	36,76
42	ITA000001504	00BR03700	IRINA	BRINDISI	2	7,7	39,7
43	ITA000001506	05BA00878	MIMMA FRANCESCA	MOLA DI BARI	15	14,2	176,47
44	ITA000001511	00BR03711	SAN LUCA	BRINDISI	2	7,65	17,7
45	ITA000001533	01CC00384	S. ROSA	CARIATI	15	14,22	162
46	ITA000004540	00BR03761	MARIA DEL PERPETUO SOCCORSO	BRINDISI	3	8,83	53
47	ITA000004800	00BR03847	ULISSE II	BRINDISI	1	6,16	18,38
48	ITA000005235	00BR03876	SOFIA	BRINDISI	2	8,73	53
49	ITA000017510	06VM00210	S.BENEDETTO	CETRARO	15	12,88	217
50	ITA000017514	06GL00187	LAURA I	OTRANTO	1	6,06	29,4
51	ITA000017515	00BR03387	TRE STELLE	BRINDISI	1	5,66	18,4
52	ITA000017517	00BR03643	S. COSIMO	BRINDISI	1	4,9	10
53	ITA000017521	00BR03651	ANTONIETTA TERZA	BRINDISI	1	6,2	29,4
54	ITA000017697	00BR03723	ITALIA 90	BRINDISI	4	8,7	70,6
55	ITA000017698	00BR03831	ATTILA	BRINDISI	18	13,98	221
56	ITA000018161	00BR03727	SPIRITO	BRINDISI	4	9,42	85
57	ITA000018162	00BR03729	MARIANNA	BRINDISI	1	5,65	7,9
58	ITA000018635	00BR03741	PERSEO	BRINDISI	18	13,62	329,4
59	ITA000018767	00BR03742	FORZA SETTE	BRINDISI	4	9,48	70
60	ITA000019061	00BR03736	MASSARO	BRINDISI	5	9,91	44,1
61	ITA000019104	00BR03763	ROCHI II	BRINDISI	3	8,72	32,5
62	ITA000019110	06GL00221	MARIANGELA	OTRANTO	3	8,85	35
63	ITA000019111	00BR03756	STELLA MARIS	BRINDISI	3	8,65	18
64	ITA000019232	04BA01627	SANDOKAN III	MONOPOLI	23	15,47	552
65	ITA000019346	00BR03844	SS FILIPPO E GIACOMO	BRINDISI	1	6,47	18
66	ITA000019492	00BR03758	GIULIANA II^	BRINDISI	5	9,26	62,52
67	ITA000019504	00BR03760	CARLO	BRINDISI	2	6,86	41
68	ITA000019602	00BR03561	S. DOROTEA	BRINDISI	2	8,49	21
69	ITA000019882	00CV02261	FERMINA	CIVITAVECCHIA	3	8,67	92,6
70	ITA000019883	06GL00222	CAPITAN MORGAN	OTRANTO	2	9,03	84,6
71	ITA000020002	04BA01631	URANO I	MONOPOLI	1	4,23	0
72	ITA000020004	00BR03862	ISABELLA II	BRINDISI	1	6,03	0
73	ITA000020008	00BR01229	SANTA LUCIA	BRINDISI	1	4,49	0
74	ITA000020009	00BR01449	SANTA MARIA	BRINDISI	1	4,14	0
75	ITA000020012	00BR01830	SACRO CUORE DI GESU'	BRINDISI	1	3,87	0
76	ITA000020014	00BR02011	SAN DOMENICO	BRINDISI	1	3,79	0
77	ITA000020019	00BR02460	S. MARIA	BRINDISI	1	4,13	0
78	ITA000020020	06GL00194	S. ANTONIO	OTRANTO	1	5,7	0
79	ITA000020026	00BR03161	ANTONIO	BRINDISI	1	4,25	0
80	ITA000020027	00BR03180	TERESA	BRINDISI	1	4,5	0
81	ITA000020034	00BR03524	VITO I	BRINDISI	1	4,58	0
82	ITA000020039	00BR03576	S. MADIA	BRINDISI	1	4,95	18,39
83	ITA000020040	04BA01648	ANNAMARIA	MONOPOLI	1	4,75	0
84	ITA000020043	00BR03641	GABBIANO BIANCO	BRINDISI	1	5,37	0
85	ITA000020045	00BR03665	S. CARLO I	BRINDISI	1	5,78	0

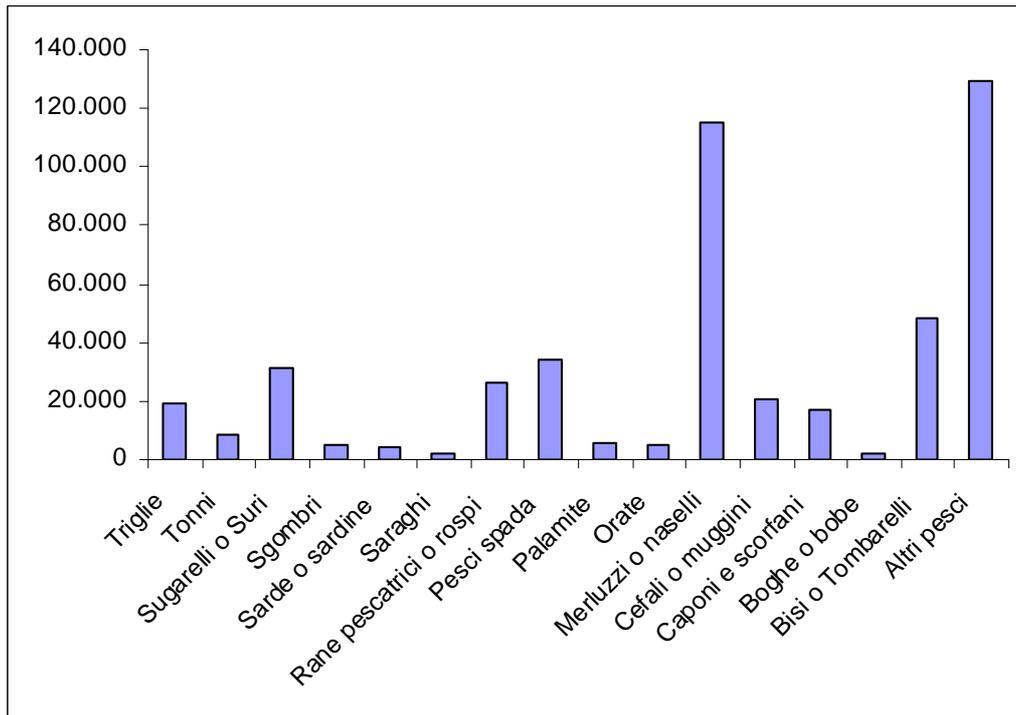
86	ITA000020054	00BR03699	DAIANA	BRINDISI	1	4,45	0
87	ITA000020055	00BR03702	VITO SANTE	BRINDISI	1	4,4	18,4
88	ITA000020058	00BR03757	S. PIETRO	BRINDISI	1	3,8	2,5
89	ITA000022047	00BR03878	STEFANI	BRINDISI	1	6,3	0
90	ITA000022049	00BR03819	SUPERMAN	BRINDISI	1	6,18	0
91	ITA000022058	00BR03811	STEFANO	BRINDISI	1	6,21	0
92	ITA000022160	00BR03851	MARTINA	BRINDISI	1	6,05	0
93	ITA000023213	00BR03767	ZEUS II°	BRINDISI	5	10,19	147
94	ITA000023278	00BR03770	S. MARIA	BRINDISI	1	6,08	29,4
95	ITA000023403	00BR03772	SANTA	BRINDISI	1	5,9	29,4
96	ITA000023450	07PA02015	GHOST	PORTICELLO	6	10,08	80,96
97	ITA000023542	03GL00067	MARIA VITTORIA	TORRE CESAREA	2	8,25	44,11
98	ITA000023556	06GL00217	ELISA I^	OTRANTO	1	5,37	18,4
99	ITA000023670	02TA00016	.	MARUGGIO	6	10,6	80,9
100	ITA000024601	00BR03781	ELISA	BRINDISI	1	6,32	36,8
101	ITA000024635	06GL00224	S. MARIA GORETTI	OTRANTO	2	7,9	14,7
102	ITA000025001	00BR03787	ANDREA DORIA	BRINDISI	26	14,51	209
103	ITA000025106	00GL04031	AURORA	GALLIPOLI	2	8,25	18
104	ITA000025991	00BR03799	SANTA MARIA	BRINDISI	5	9,4	47
105	ITA000026019	03GL00109	EMANUELA	TORRE CESAREA	4	8,23	32,5
106	ITA000026062	00BR03800	VELENO	BRINDISI	7	10,36	74
107	ITA000026240	01GL00269	MATRIX	CASTRO	3	7,63	18,3
108	ITA000026306	00BR03803	LEONCINO	BRINDISI	3	8,89	52,95
109	ITA000026317	00BR03804	BALENA	BRINDISI	6	9,96	62,4
110	ITA000026362	00BR03806	ZORRO	BRINDISI	3	9,11	62
111	ITA000026425	00BR03836	REMI II	BRINDISI	1	5,62	0
112	ITA000026444	05BA00912	TOPOLINO	MOLA DI BARI	2	7,62	26
113	ITA000026578	00BR03874	VACCARO	BRINDISI	34	15,72	147
114	ITA000026586	00BR03810	ANTONIA	BRINDISI	4	10,67	69
115	ITA000026611	00BR03812	RINO	BRINDISI	1	4,97	0
116	ITA000026621	00BR03820	ANACONDA	BRINDISI	5	9,19	84,5
117	ITA000026681	00BR03823	ANNAROSA I^	BRINDISI	1	5,95	0
118	ITA000026824	00BR03834	MARIA II	BRINDISI	3	8	74
119	ITA000026990	00BR03863	MADONNA DI FATIMA	BRINDISI	3	9,1	59
120	ITA000027200	00BR03845	GIORGIA R.	BRINDISI	1	6	14,7
121	ITA000027457	00BR03849	ANGELO	BRINDISI	5	9,58	61,02
122	ITA000027475	00BR03848	PADRE PIO	BRINDISI	1	6,06	0
123	ITA000027581	00BR03854	S. ANTONIO V	BRINDISI	2	7,56	13,6
124	ITA000027671	00BR03858	MARCO	BRINDISI	1	6,25	29,4
125	ITA000027679	00BR03856	VALENTINA II	BRINDISI	1	5,9	0
126	ITA000027695	00BR03859	S. COSIMO	BRINDISI	1	6	0
127	ITA000027796	00BR03864	FRANCESCHEVA II^	BRINDISI	5	11	122,06
128	ITA000027881	00BR03865	DANIELE	BRINDISI	1	6,22	0
129	ITA000027943	00BR03866	GRETA I	BRINDISI	1	5,9	0
130	ITA000027953	00BR03880	DRAGON BALL	BRINDISI	5	9,14	52
131	ITA000027979	04BA01647	BARRACUDA	MONOPOLI	1	6,32	29,4
132	ITA000028052	00BR03871	SANTA SABINA II	BRINDISI	2	6,72	0
133	ITA000028054	00BR03870	ASIA	BRINDISI	1	6,81	0

134	ITA000028058	00BR03869	MARIANNA PRIMA	BRINDISI	1	5,9	0
135	ITA000028155	00BR03873	CRISTE	BRINDISI	1	5,3	18,4
136	ITA000028170	00BR03875	"GINO"	BRINDISI	1	5,96	0
137	ITA000028276	00BR03879	ANNA C	BRINDISI	2	9,32	41,5
138	ITA000028401	00BR03881	LA TINTORA	BRINDISI	9	12,55	162

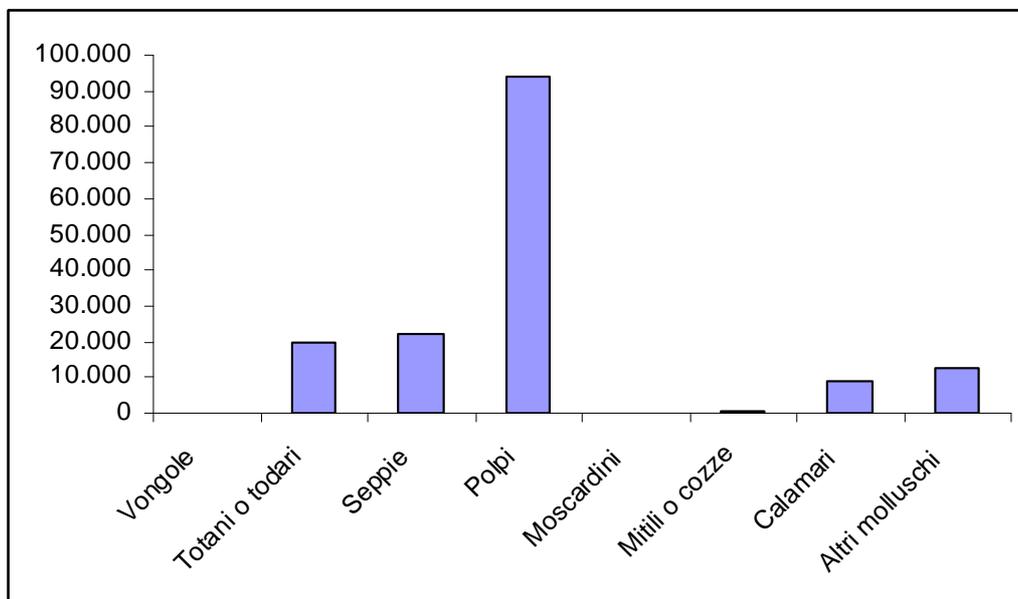
Le produzioni della pesca nel Compartimento Marittimo di Brindisi sono generalmente caratterizzate da una prevalenza di pesci (68%), molluschi (22%) e crostacei (10%):



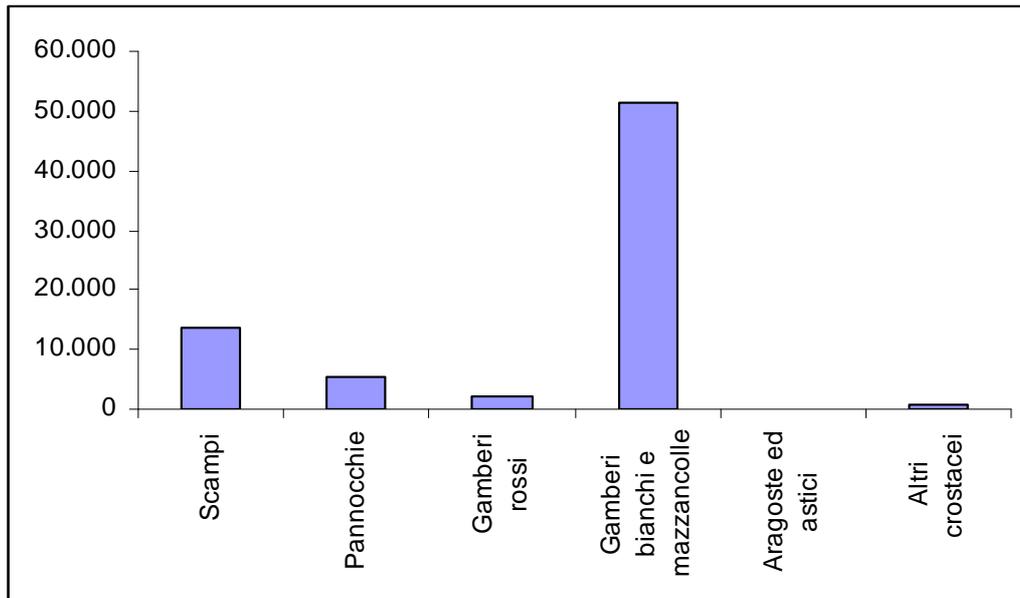
Per quanto riguarda il gruppo dei pesci le specie che hanno fornito le rese maggiori sono state inserite nel grafico seguente (dati Capitaneria di Porto, 2006; in tonnellate):



Per quanto riguarda il gruppo dei molluschi le specie che hanno fornito le rese maggiori sono state inserite nel grafico seguente (dati Capitaneria di Porto, 2006; in tonnellate):



Per quanto riguarda il gruppo dei crostacei le specie che hanno fornito le rese maggiori sono state inserite nel grafico seguente (dati Capitaneria di Porto, 2006; in tonnellate):



Le marinerie principalmente coinvolte dalle attività di progetto sono quella di Torre San Gennaro (marina di Torchiarolo) e di Brindisi.

6.L'AREA DI RIPOPOLAMENTO DI BRINDISI, SAN PIETRO VERNOTICO E TORCHIAROLO

6.1. INQUADRAMENTO ED OBIETTIVI

L'analisi della documentazione disponibile e del contesto operativo, la bibliografia scientifica e la realtà sociale connessa al settore della pesca nell'area di che trattasi, oltre alle peculiari esigenze del Committente di verificare la possibilità di attuare azioni di mitigazione degli impatti connessi alla realizzazione dell'impianto eolico offshore, permette di considerare favorevolmente la costruzione di un'area di ripopolamento a barriere artificiali sommerse.

Aggiungasi anche che, negli ultimi anni un interesse sempre crescente verso le questioni ambientali ha portato alla ribalta alcune problematiche che coinvolgono strettamente il mondo della pesca e lo interfacciano direttamente con i temi della gestione e protezione della fascia costiera e, nel complesso, della tutela degli ecosistemi.

6.2. SCOPO

Scopo dell'intervento è la costruzione di una area di ripopolamento con elementi sommersi fissi, finalizzata alla protezione e allo sviluppo delle risorse ittiche, tramite la protezione di forme giovanili e di aliquote di adulti, e la costituzione di habitat ecologicamente importanti (aree di riproduzione, nursery areas) su fondali costieri sabbiosi coinvolti dalla realizzazione di un impianto eolico off-shore.

6.3. OBIETTIVI

1. Sviluppare e proteggere le risorse acquatiche creando, attraverso l'installazione di elementi fissi, gli habitat ideali alla loro crescita in aree sabbiose altrimenti desertiche o desertificate della fascia costiera.
2. Mitigare gli effetti e gli impatti dell'installazione delle torri eoliche nel contesto ambientale marino, con particolare riferimento alla valorizzazione e tutela dei fondali coinvolti.
3. Consentire l'incremento della biodiversità attraverso la naturale colonizzazione del substrato artificiale da parte della flora e della fauna, favorendo la concentrazione della biomassa ittica, oltre alle molte altre specie importanti per il mantenimento dell'ecosistema e per la distribuzione dei flussi di energia nella rete trofica.

6.4. RISULTATI ATTESI

- a. Costruzione di una area di protezione e sviluppo delle risorse acquatiche vegetali ed animali
- b. Realizzazione habitat di fondo coerente in un contesto sabbioso caratterizzato da un livello di biodiversità inferiore.

- c. Colonizzazione in loco da parte di organismi vegetali ed animali autoctoni provenienti da aree limitrofe.
- d. Incremento produttivo delle risorse della pesca nelle aree circostanti.

7.SCELTE PROGETTUALI

7.1. COMPARAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI NELLE ESPERIENZE SALENTINI

Particolarmente interessanti sono stati i risultati di una borsa di studio coordinata dallo scrivente nell'ambito del P.O. PUGLIA per il F.S.E. 2007/2013, Obiettivo 1 – Convergenza - Asse IV - Capitale Umano, Avviso n. 19/2009 – Ritorno al Futuro – Borse di Ricerca, dal titolo "Ricerca di nuovi materiali e forme innovative per la realizzazione di barriere artificiali sommerse in acque costiere, ai fini del ripopolamento ittico e del contenimento dell'erosione costiera, attraverso la valutazione sul campo delle diverse tipologie di prodotto (R.I.B.ART.)". Il titolare della borsa è stato il dott. biol. Cataldo Licchelli.

Le osservazioni effettuate sul campo, per un periodo di tempo di 12 mesi (dal 2010 al 2011), hanno evidenziato una notevole eterogeneità di colonizzazione delle strutture sommerse, da parte di organismi sessili e vagili, nonché della presenza di organismi nectonici, in prossimità delle stesse.

7.1.1. Oasi di ripopolamento di Frigole

L'Oasi di Ripopolamento di Frigole, realizzata nel 2008 presenta le superfici dei moduli colonizzate soprattutto da organismi animali e vegetali di tipo incrostante, quali alghe serpulidi, briozoi, poriferi ed idroidi.

Tra i molluschi è stata registrata la presenza, in pochi esemplari, dell'ostrica *Ostrea edulis*, mentre in due casi sono state rinvenute, le teche ovariche del calamaro comune, *Loligo vulgaris*.

La fauna vagile che vive in prossimità delle strutture annovera alcune specie di echinodermi, crostacei di piccole dimensioni e molluschi gasteropodi.

La fauna necto-bentonica conta la presenza di specie di piccole dimensioni quali gobidi, piccoli serranidi e scorpenidi, in un'occasione si è registrata la presenza di un banco di giovanili di specie indeterminata nelle vicinanze della piramide TECNOREEF.

La tabella seguente illustra alcuni esempi di colonizzazione delle strutture nell' Oasi di ripopolamento di Frigole.



Un'ascidia sul bordo del modulo



L'echinoderma *Marthasterias glacialis*

Teche ovariche di *Loligo vulgaris*Esemplare di *Echinaster sepositus* e l'alga
Dictyota dichotoma

Superficie colonizzata da organismi incrostanti

Il tunicato *Diplosoma spongiforme* sul bordo del
modulo TECNOREEFEsemplare di *Ostrea edulis* cresciuta sulla barra di
acciaio a collegamento dei moduliLa superficie dei moduli è ormai colonizzata da
organismi incrostanti

7.1.2. Oasi di ripopolamento di Ugento

L'Oasi di Ripopolamento di Ugento, la prima installata in ordine cronologico, è risultata essere quella più ricca di specie sia in termini di fauna bentonica che necto-bentonica.

Gli organismi bentonici hanno colonizzato le strutture in maniera decisa, occupando buona parte delle superfici esposte, e creando nuove nicchie per altre specie di animali.

La specie più abbondante è il mollusco bivalve *Neopycnodonte cochlear*, denominata anche "ostrica di profondità". Questa specie ha un elevato potere di fecondità che le permette di colonizzare in maniera massiva le superfici su cui aderisce, fino alla formazione di Facies (l'insieme di caratteristiche biologiche che permettono di distinguere un corpo roccioso da un altro).

Il processo di colonizzazione si è esteso anche ad altri organismi quali spugne, idroidi, tunicati e briozoi, che a loro volta hanno richiamato altre specie animali, aumentandone la biodiversità.

I moduli multistrato, posizionati su fondale sabbioso hanno determinato una diversificazione dell'habitat che ha richiamato, numerose specie di pesci, alcune delle quali hanno preso dimora negli cavità come nel caso della musdea (*Phycis phycis*) o stazionano nelle vicinanze come il sarago maggiore (*Diplodus sargus*).

Nel corso dell'ultima immersione, effettuata a settembre 2011, sono state osservate e documentate, anche specie di pregio commerciale come il dentice (*Dentex dentex*), la ricciola (*Seriola dumerili*) ed un tunnide non classificato. Le ultime due sono tipiche specie pelagiche che in determinati periodi dell'anno si avvicinano sotto costa, nei pressi di aree dove si concentrano le loro prede.

La tabella seguente illustra alcuni esempi di colonizzazione delle strutture nell' Oasi di ripopolamento di Ugento.



Superficie del modulo WAFEEER completamente colonizzata dall'ostreide *Neopycnodonte cochlear*, oltre ad una fitta rete di idroidi predati da nudibranchi del genere *Flabellina*



La spugna *Haliclona mediterranea* occupa uno degli spazi interstrato, dove è evidente la crescita dell'ostreide di profondità *Neopycnodonte cochlear*



Numerosi esemplari di crinoide *Antedon mediterranea* occupano l'apice dei moduli



Superfici interne ed esterne del modulo Wafeer completamente colonizzata dall'ostreide *Neopycnodonte cochlear*



Numerosi esemplari di sarago fasciato *Diplodus vulgaris* e sarago maggiore *Diplodus sargus*, si aggirano tra i moduli



Nelle cavità del modulo Wafeer trova rifugio un esemplare di mostella *Phycis phycis*



Un fitto branco di dentici *Dentex dentex* si aggira tra i moduli in cerca di prede



Un branco di ricciole a caccia tra i moduli Wafeer

7.1.3. Oasi di ripopolamento di Gallipoli

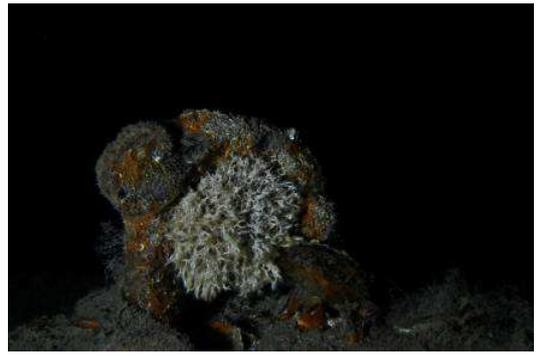
L'Oasi di Ripopolamento di Gallipoli, realizzata nel 2008, si caratterizza per la massiva presenza dell'ostrica comune *Ostrea edulis*, che già dopo un anno dall'immersione aveva raggiunto la taglia commerciale di 5 cm. Gli esemplari sono presenti su tutti i moduli studiati, ma non colonizzano completamente le strutture, come accade per l'ostrica di profondità *Neopycnodonte cochlear*, dell'Oasi di Ugento.

La taglia media raggiunta dopo quasi tre anni dall'affondamento delle strutture, si aggira intorno agli 8-9 cm. Questi dati appaiono decisamente interessanti nell'ottica di futuri programmi di sviluppo della maricoltura, rivolta alla produzione di *Ostrea edulis*.

La fauna necto-bentonica rinvenuta in immersione annovera la presenza della triglia di scoglio *Mullus surmuletus*, con esemplari di generose dimensioni, il sarago fasciato *Diplodus sargus*, il pagello bastardo *Pagellus acarne* e la ricciola *Seriola dumerili*, oltre a diversi esemplari di scorfano rosso *Scorpaena scrofa* ed altri scorpenidi.



Esemplari di ostrica *Ostrea edulis*



Ostriche ed una colonia di anellidi all'apice del modulo



Le superficie esterne e la volta delle cavità interstrato coperte da *Ostrea edulis*



Un branco di triglie di scoglio *Mullus surmuletus* nei pressi dei moduli



Numerosi esemplari del tunicato *Halocynthia papillosa*



La spugna *Haliclona mediterranea* crea aggregati massicci



L'ostrica *Ostrea edulis* raggiunge taglie interessanti



Esemplari di sarago fasciato *Diplodus vulgaris*, stazionano nei pressi dei moduli

7.2. SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI MODULO

L'ampia bibliografia scientifica ha più volte messo in evidenza il fondamentale ruolo ecologico dell'eterogeneità e del gradiente spaziale di una barriera artificiale sommersa, capace di accrescere la biodiversità del sistema, di sviluppare una biomassa (mitili, ostriche ed altri organismi sessili) che mai prima si sarebbe formata per assenza di substrati duri d'impianto (fattore limitante), di creare rifugi e protezione (con effetto di riduzione della mortalità naturale), di richiamare sia forme vagili adulte sia giovanili, che vengono a nutrirsi presso la barriera divenuta, con l'evoluzione biologica dell'insediamento, dispensatrice di cibo.

In quest'ottica le barriere artificiali, devono essere considerate come un'opera di "tecnologia morbida", che asseconda processi naturali senza contrastarli né creare inquinamento. I requisiti di base che deve possedere una barriera artificiale, per fungere da oasi di ripopolamento, sono l'essere realizzata con materiali inerti, tendere a volumi elevati e possedere forme che incoraggino la colonizzazione e la permanenza della fauna ittica.

7.2.1. Comparazione dei moduli

Tutte le strutture utilizzate negli interventi salentini sono realizzati con materiale inerte, il calcestruzzo, adatto per le sue doti di durata in acqua di mare e per la possibilità di realizzare i moduli della forma desiderata. Il calcestruzzo, inoltre, permette di ottenere delle superfici scabre, che favoriscono l'insediamento larvale, a vantaggio di una rapida colonizzazione.

I due tipi di modulo hanno volumi differenti:

- Il modulo TECNOREEF utilizzato per la realizzazione delle oasi di ripopolamento di Frigole è costituito da n° 3 piastre che occupano un volume è circa 0,25 mc. Per realizzare la struttura a tronco di piramide sono necessari 9 moduli disposti su due strati, per un volume approssimativo di circa 4,5 mc.
- Il modulo WAFEER, vanta un ingombro volumetrico di circa 9 mc.

Dalle osservazioni dirette sul campo e dal confronto delle immagini, risultano evidenti sostanziali differenze dei risultati ottenuti sulle due strutture.

Le Oasi di Ripopolamento, realizzate con i moduli multistrato WAFEER, a Gallipoli ed Ugento, mostrano tassi di colonizzazione decisamente superiori rispetto alle Oasi di Ripopolamento TECNOREEF di Frigole.

Analogamente, la fauna necto-bentonica rilevata sulle tre diverse installazioni, risulta quantitativamente e qualitativamente differente.

Interessanti risultati sono stati osservati sulle Oasi di Ugento e Gallipoli dove sono stati osservati numerosi esemplari di specie ittiche di pregio, come il dentice, il sarago maggiore, la triglia di scoglio e la ricciola.

La forma di modulo che, ad oggi, ha prodotto i migliori risultati, è risultata quella dei moduli multistrato WAFEER.

In funzione di tali considerazioni generali, delle esperienze maturate nel Salento, per le caratteristiche dei fondali, le indagini ambientali e sociali preliminari alla presente relazione e le specifiche esigenze di progetto, si ritiene che la scelta del modulo da installare per la realizzazione dell'oasi di ripopolamento nell'ambito del progetto di che trattasi debba ricadere sul modulo WAFEER®.

7.2.2. Il modulo WAFEER®

E' un parallelepipedo in calcestruzzo di 2 x 2 x 2,8 m, caratterizzato da un ingombro volumetrico di circa 9 mc, un eccellente rapporto superficie/volume e un peso di circa 16 ton. Il volume di calcestruzzo impiegato per ogni modulo è di mc 6,4.

Il modulo presenta cavità di diversa ampiezza e profondità, in modo da offrire rifugi e habitat diversificati agli organismi marini. Le cavità laterali sono passanti, mentre quelle centrali sono cieche e sono molto adatte come tane per le forme bentoniche (aragoste, scorfani, stati larvali e postlarvali ecc.).

La superficie esposta è di oltre 36 mq. La superficie di disponibile alla colonizzazione può essere ulteriormente incrementata durante la preparazione a mezzo operazioni di "sbuffatura" della superficie.

Il rapporto superficie esposta su superficie occupata di fondale è superiore a 9; ciò significa che per ogni metro quadrato di fondale sabbioso o fangoso occupato dal modulo si rendono disponibili, alla flora e alla fauna, oltre 9 metri quadrati di substrato roccioso stabile e diversificato.

7.2.3. Multifunzionalità del modulo WAFEER®

Ogni modulo WAFEER® assolve diverse funzioni:

- collettore di larve o "seme";
- rifugio e protezione (sacche ovigere di calamari, crostacei in fase di muta, forme larvali e giovanili ecc.);
- richiamo ed erogazione di cibo. Sia le forme vegetali che gli invertebrati interstiziali (policheti, piccoli crostacei ecc.) costituiscono il cibo dei pesci carnivori.
- antistrascico ed impedimento meccanico alle attrezzature radenti in genere, in quanto ogni modulo che la compone ha un peso ragguardevole, pari a circa 16 t.

Il modulo WAFEER®, per la sua altezza e per gli spazi che si vengono a creare all'interno, crea le condizioni ideali per la produzione di un effetto richiamo per specie necto-bentoniche e pelagiche, fungendo così da Fish Aggregating Device (FAD).

Inoltre, per il suo peso ragguardevole, il modulo WAFEER® può fungere da "corpo morto" per strutture galleggianti (boe di segnalazione e ancoraggio, gabbie di allevamento ittico, long lines per molluschicoltura ecc.) assicurando, oltre a stabilità nel tempo e nello spazio, anche un valido effetto positivo sulle risorse acquatiche,

agevolando, così, l'installazione in Aree Marine Protette e Siti di Interesse Comunitario.

Utilizzando i cavi sospesi fra i vertici di ogni modulo è possibile sviluppare ulteriori attività di maricoltura e raccolta di "seme". Possono, infatti, essere sospese reste o cestelli per diverse forme di maricoltura, o degli appositi collettori di seme

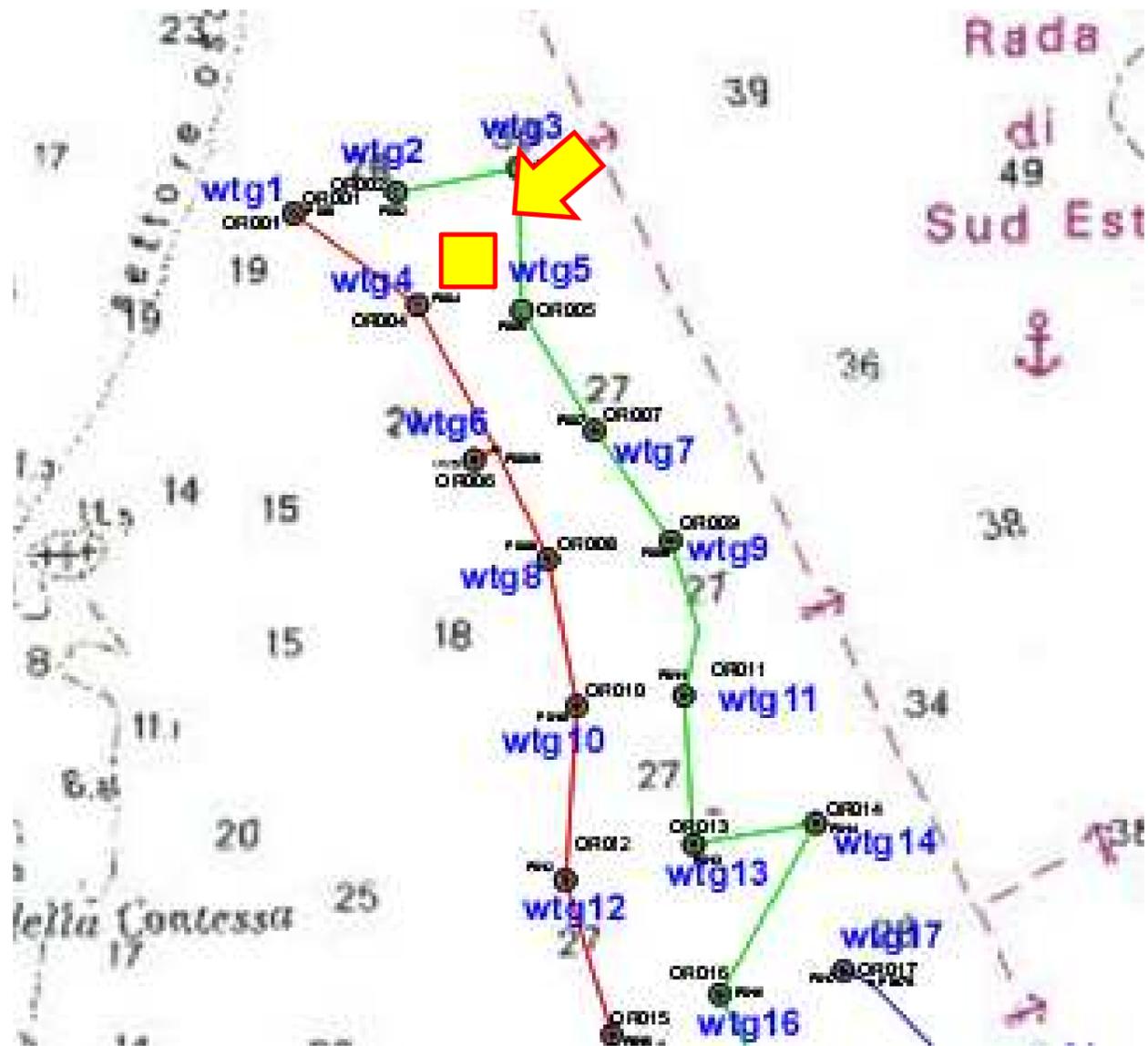
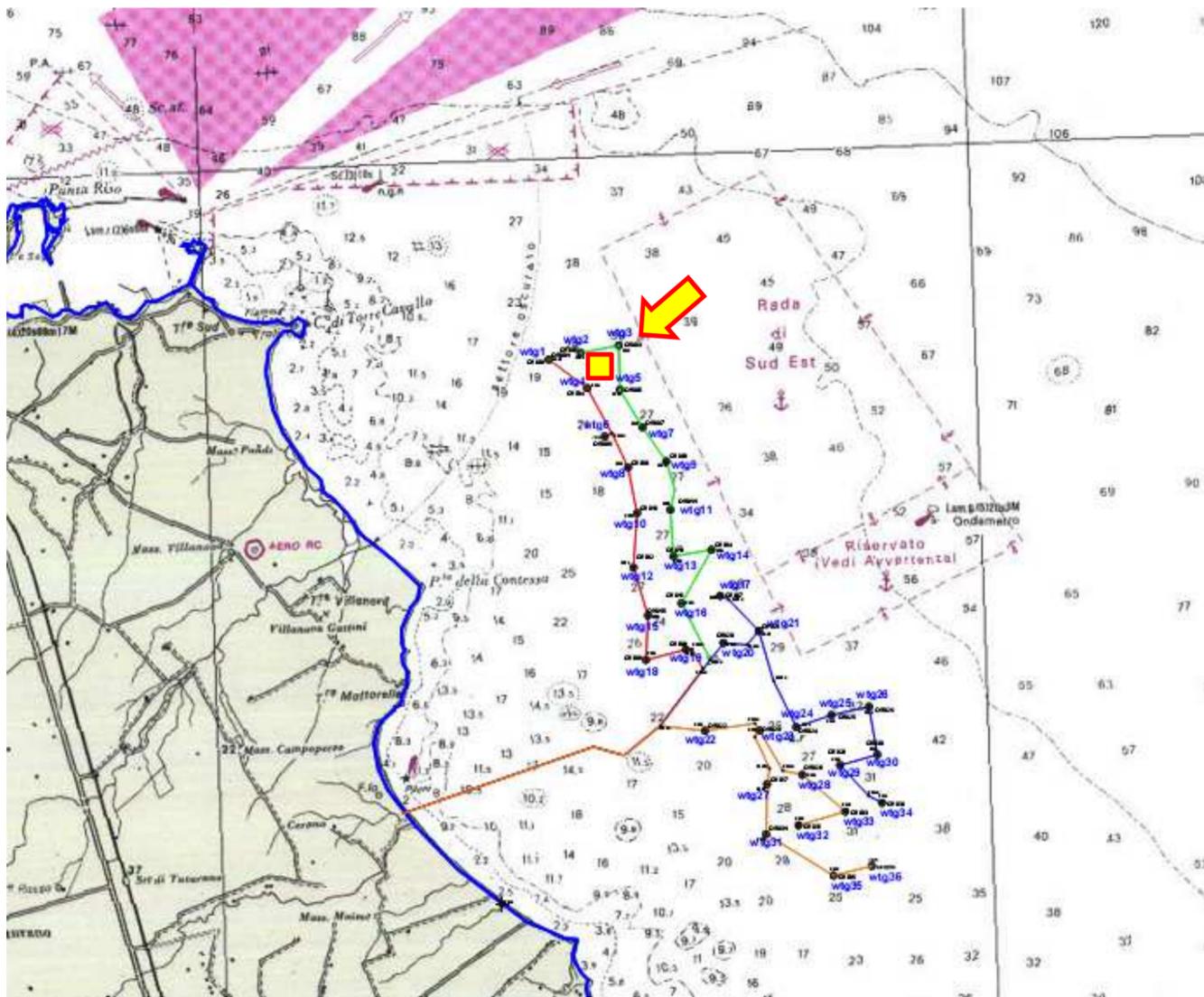
Il modulo WAFEER® è un prodotto progettato, sperimentato e prodotto in Italia. Il protocollo di produzione segue gli standard ambientali della certificazione ISO 14001:2004 per la costruzione di barriere marine in c.a..

7.3. POSIZIONAMENTO DELL'AREA DI RIPOPOLAMENTO

In funzione delle caratteristiche biocenotiche dei fondali interessati, delle peculiarità del territorio e le batimetrie coinvolte, la migliore collocazione dell'area di ripopolamento è stata individuata come riportato nella planimetria di seguito riportata.

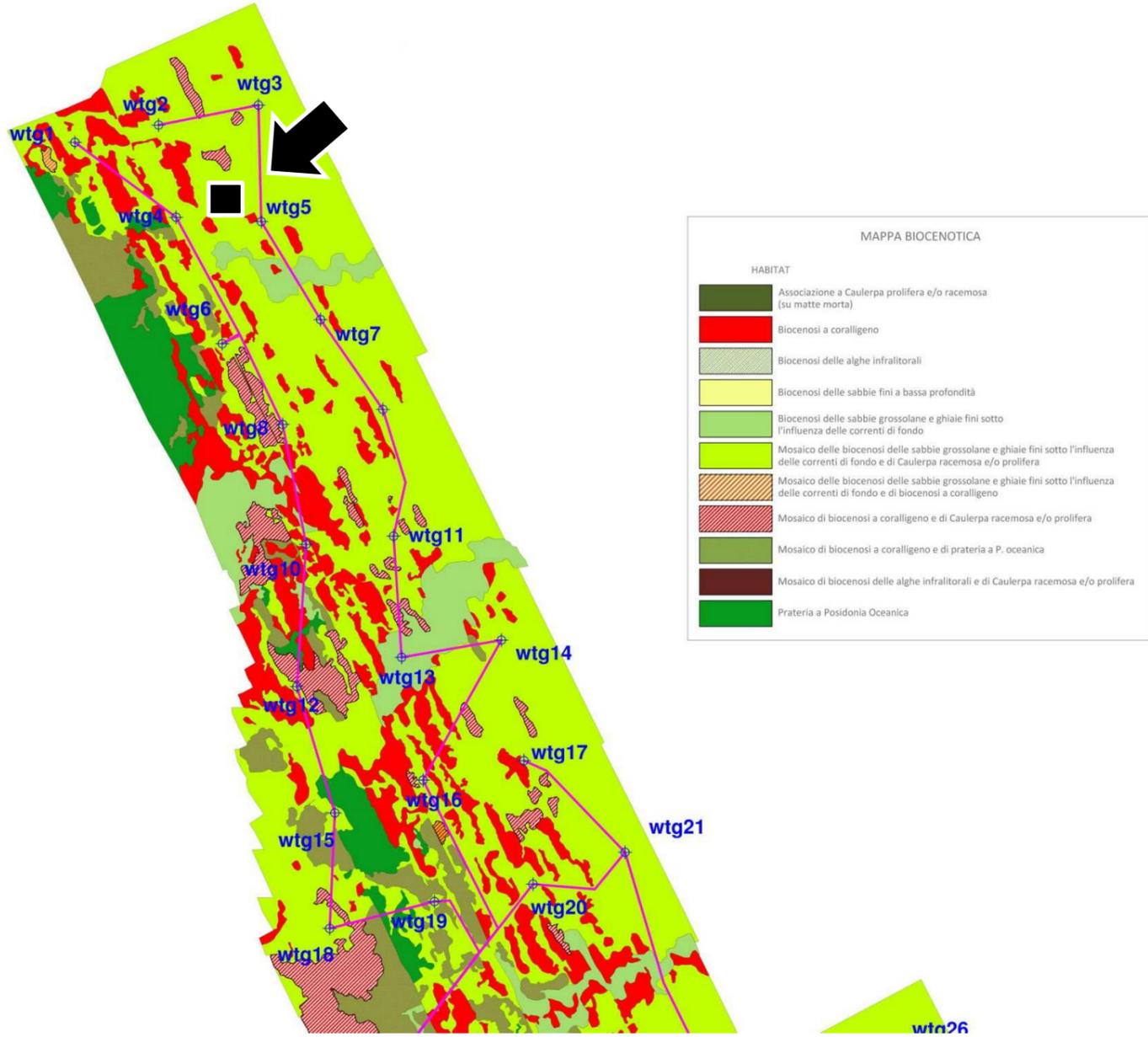
Si tratta di un'area quadrangolare di estensione approssimativa 300m x 300m, caratterizzata da un mosaico delle biocenosi delle sabbie e ghiaie fini mescolate dalle onde e correnti di fondo e *Caulerpa racemosa* e *C. prolifera*, in buona sostanza un contesto biocenotico di basso profilo biologico e non rimarchevole.

Tale collocazione potrà, tuttavia, essere suscettibile di riallocazione in siti analogamente idonei che presentino maggiore valenza logistica e operativa, nei confronti dell'intervento più generale.





Collocazione dell'area di ripopolamento nel contesto del valore naturale



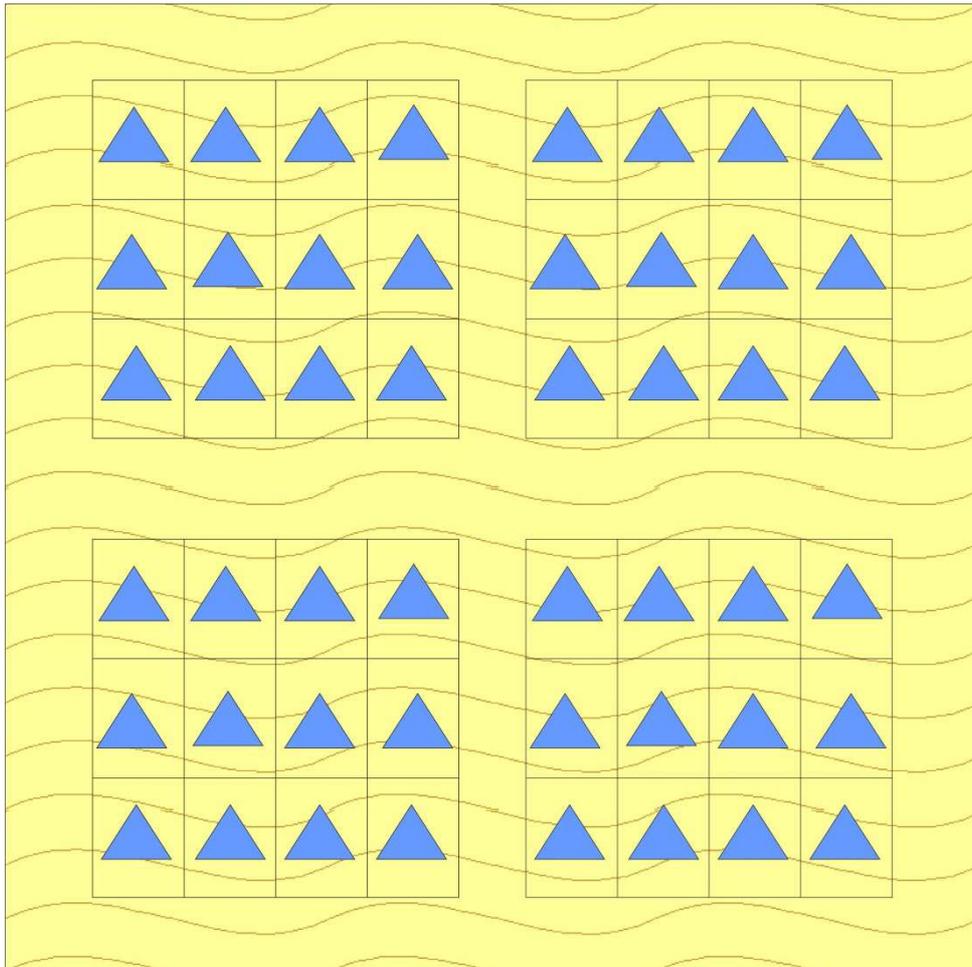
Collocazione dell'area di ripopolamento sulla mappa biocenotica

7.4. STRUTTURAZIONE DELL'AREA DI RIPOPOLAMENTO

L'Area di ripopolamento o Oasi di ripopolamento sarà composta orientativamente da 240 moduli WAFEER posizionati in un'area di 300m x 300m (pari a 9 ha).

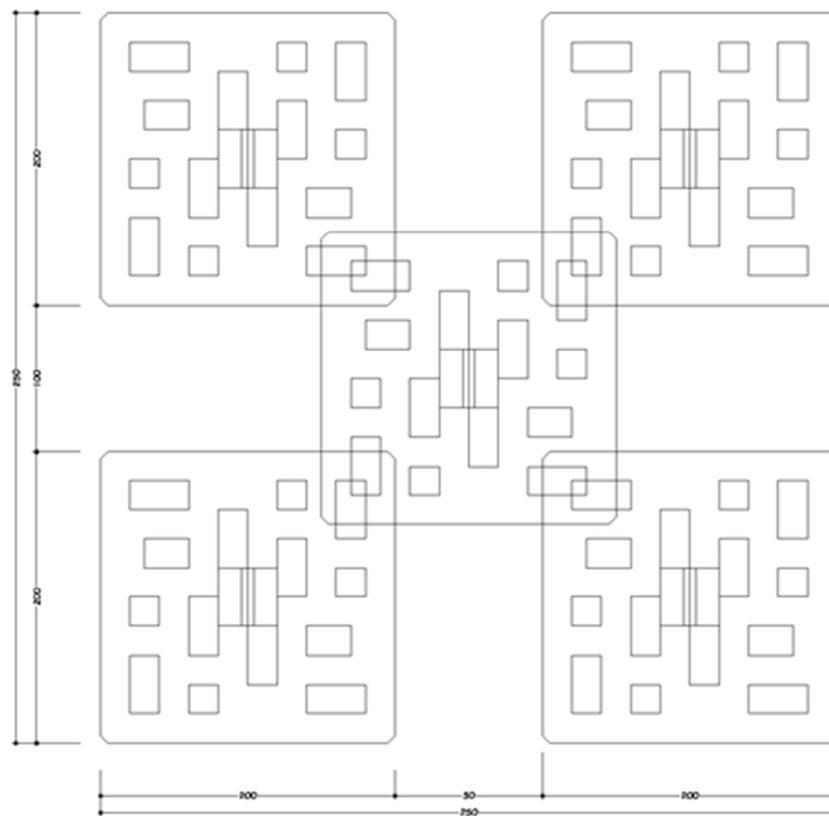
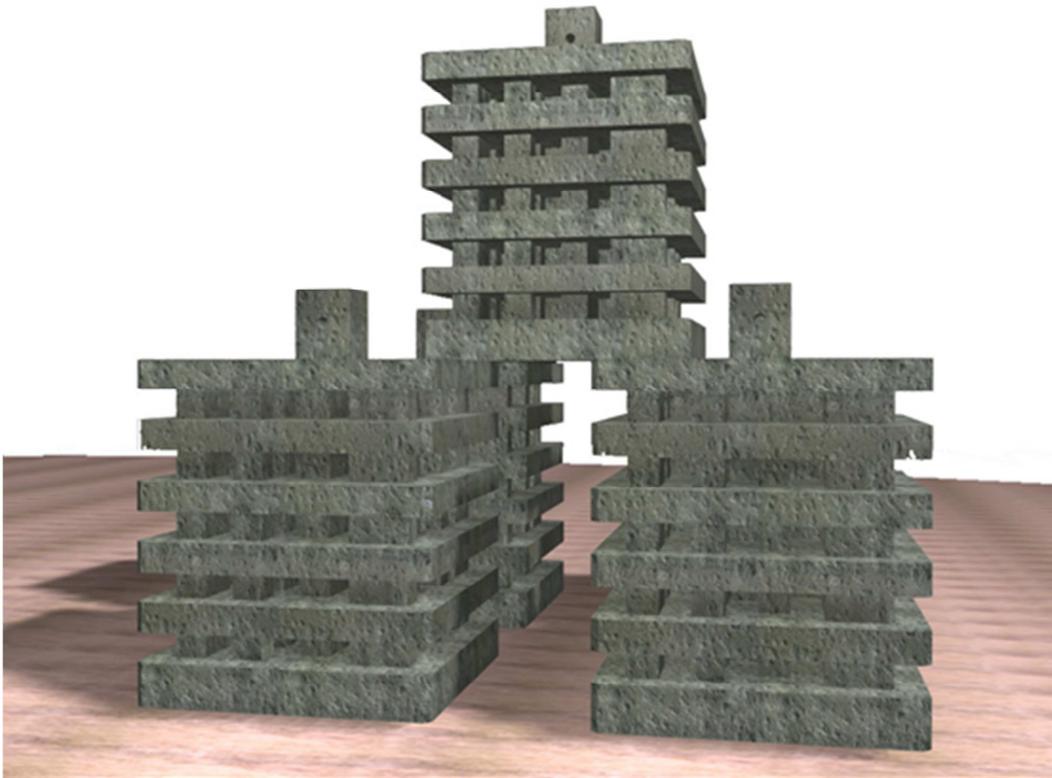
I moduli saranno organizzati in 4 lotti (60 moduli per lotto), ognuno dei quali formato da n. 12 piramidi (per complessive 48 piramidi).

La disposizione spaziale delle piramidi è riepilogata nello schema seguente:

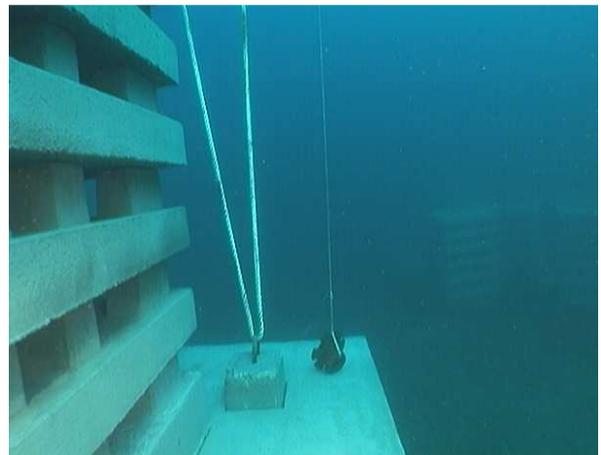
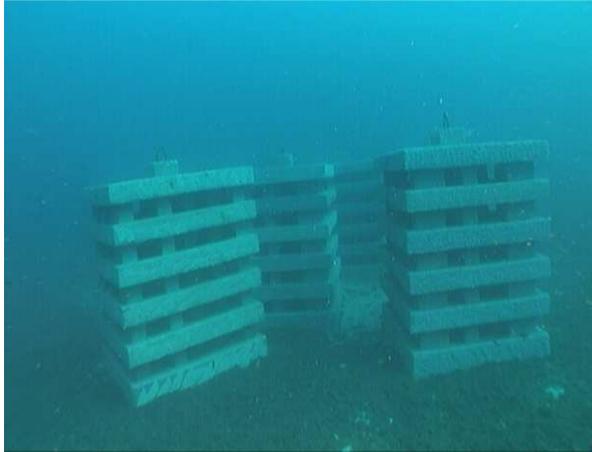


Ogni piramide dell'Oasi sarà costituita da n. 5 blocchi di cui n. 4 di base e n. 1 di vertice. I blocchi di vertice portano dei fori di supporto a cui sarà possibile legare dei cavi per le esigenze della maricoltura, sia come F.A.D. (Fish Aggregating Devices), cioè dispositivi flottanti per l'attrazione di pesci pelagici, sia come guida per i ricercatori subacquei che svolgono le operazioni di studio e monitoraggio della barriera.

Le figure seguenti illustrano la composizione schematica della piramide:



Le foto seguenti riportano alcune esperienze di posizionamento già effettuate nelle acque del Salento (foto del dott. Raffaele Vaccarella).



8.IMPATTO PREVEDIBILE DELLE REALIZZAZIONI

8.1. IMPATTI SU CORRENTI E MAREE

Il posizionamento dei moduli WAFEEER è previsto su fondali di 20-30 m, in una zona molto più al largo rispetto alla linea dei frangenti e questo impedisce che l'energia del moto ondoso, anche nei pochi casi di presenza di tempeste nella zona, possa determinare modificazioni alle strutture delle piramidi previste nel progetto.

Peraltro, il normale idrodinamismo dell'ambiente costiero non è ostacolato da tali strutture, per la presenza di ampi spazi interposti sia tra i diversi blocchi.

Infatti, in analoghe esperienze effettuate in aree costiere dove la lunghezza d'onda è più accentuata rispetto all'area in esame (Mar Tirreno Meridionale e Mar Ligure; Bombace, 1989), non si sono verificati impatti negativi per quanto attiene l'idrodinamismo delle acque e la sedimentazione del materiale fine nella zona. Le comunità presenti nelle zone attigue hanno conservato la stessa struttura proprio perché l'habitat di fondo non è stato influenzato da modificazioni durature e sensibili.

Non è inoltre ipotizzabile alcun effetto erosivo nella fascia costiera di intervento, date le precipue caratteristiche talassografiche e soprattutto perché l'apice dei moduli dista dalla superficie del mare non meno di 17-20 metri e questo garantisce il totale assorbimento del moto ondoso, senza alcuna influenza sulle strutture di fondo e ancor di più nell'area di riva e di battigia.

Anche le attività di allestimento del cantiere e di posizionamento dei moduli sarà effettuato in modo opportuno, così da evitare o contenere al massimo qualsiasi impatto. Il cantiere sarà, infatti, posizionato a terra in idonea zona portuale, senza recare turbativa all'ambiente, il posizionamento delle piramidi verrà effettuato sotto il controllo costante di biologi subacquei che monitoreranno tutte le fasi dell'attività, determinando i tempi della realizzazione.

8.2. IMPATTI ECOLOGICI

Per quanto attiene l'impatto prevedibile dell'intervento, c'è da considerare che il sistema barriera è in grado di produrre benefici per gli equilibri ecologici, in particolare per le capacità di riciclare surplus energetici dovuti alla presenza, anche stagionale, di nutrienti in eccesso. Tali surplus energetici vengono incanalati in nuove reti trofiche (organismi che si insediano sulla barriera) e si traducono in aumenti di biomassa utile per l'uomo.

Altro importante aspetto che verrà favorito dalla creazione delle barriere sottomarine polifunzionali è quello dell'aumento della biodiversità delle specie animali e vegetali che si concentreranno nella zona, questo in relazione alle diverse facies dei substrati che si offriranno agli organismi marini che richiedono condizioni ambientali molto diverse.

Infatti, i moduli offriranno agli organismi bentonici ed epibentonici strutture coerenti piane, scoscese, pareti verticali, anfratti, tane con attenuazione di luce e diversi piani di profondità. In questo modo un gran numero di organismi della fauna mediterranea costiera potrà trovare l'ambiente bentonico più idoneo per svilupparsi e accrescersi e,

nello stesso tempo, richiamare specie predatrici, in relazione alla consistente biomassa che le piramidi richiameranno in breve tempo.

Tutto questo favorirà un consistente aumento della biodiversità e renderà l'impatto decisamente positivo per gran parte delle aree costiere vicine alla zona di intervento.

Le numerose realizzazioni compiute in altre aree geografiche delle coste italiane (Mar Ligure, Tirreno Centrale, Tirreno Meridionale, Adriatico Centrale, Adriatico Settentrionale e Ionio settentrionale), gli studi e ricerche condotti da decenni (Bombace, 2000) e le esperienze condotte nel Salento dal gruppo di lavoro (Scordella *et al.* 2008; Scordella *et al.*, 2012) hanno messo in luce numerosi benefici che di seguito vengono sintetizzati:

- Lo sviluppo in altezza delle barriere, con moduli articolati e complessi, comporta, dal punto di vista del funzionamento bio-ecologico, la creazione di habitat diversificati secondo gradienti oceanografici e di eterogeneità spaziale.
- Il sistema barriere ingenera ricchezza specifica e biodiversità, creandosi così un sistema ecologico meglio strutturato che è anche in grado di riciclare ed incanalare energia verso organismi utili all'uomo.
- Le barriere artificiali arricchiscono il fondo su cui poggiano con il materiale organico proveniente dagli strati alti della barriera e questo fenomeno incrementa le popolazioni di invertebrati del fondo, a loro volta prede di pesci che vivono nella barriera.
- Il sistema consente formazioni di biomassa e quindi rendimenti di pesca certamente maggiori che nelle aree di controllo.

8.3. IMPATTI SULLA PESCA

Alla luce di analoghe esperienze (Scordella *et al.*, 2012), in cui sono stati usati moduli e strutture uguali a quelle qui previste, è possibile fare un calcolo prudenziale di produzione, dopo 3-4 anni dall'immersione dei corpi. Si riportano, di seguito, alcune valutazioni empiriche, con riferimento alle principali risorse che possono trarne beneficio, al fine di caratterizzare le possibili ricadute sul settore della pesca professionale:

- Partendo dal rendimento medio annuo di un tremaglio sperimentale standard di 500m si ha: 10Kg/500m/giorno di Pesci, Cefalopodi, Crostacei;
- Ipotizzando 180 giornate di pesca/anno si ha: 10 Kg x 180 g = 1.800 Kg;
- Ipotizzando che nelle aree interne ed adiacenti all'Oasi possano operare giornalmente n. 20 tremagli, si ha: Kg 1.800 x 20 = 36.000 Kg = 36 t;
- Traducendo le stime ottenute in valori, al prezzo medio di mercato di 4,5€/Kg, si ha il dato:

$$\text{EUR } 4,50/\text{Kg} \times 36.000 \text{ Kg di risorse ittiche/anno} = \text{EUR } 162.000,00/\text{anno}.$$

Ovviamente, i rendimenti stimati devono essere considerati come valori medi annuali suscettibili di oscillazioni. Certamente, nelle valutazioni effettuate, non è stato considerato l'incremento di biomassa (ripopolamento) che viene prodotto per l'assenza, sicuramente, del prelievo esercitato dallo strascico, che consentirà un incremento di taglia degli organismi presenti.

Nelle stime di rendimento, inoltre, non sono state considerate le possibili produzioni ittiche delle gabbie di maricoltura già previste a margine dell'intervento.

8.4. IMPATTI SOCIALI

I benefici sociali non sono direttamente quantificabili, ma sono di sicuro vantaggio per le marinerie, come la riduzione delle conflittualità fra i diversi segmenti della pesca e l'inizio dell'affermazione dei principi di responsabilità da parte degli operatori del settore nella gestione delle risorse.

Per quanto riguarda la domanda di mercato, non esistono problemi per le specie che vengono catturate o prelevate nelle zone marine protette. Vi è, anzi, una forte domanda di mercato per le specie di provenienza locale. La composizione delle catture della piccola pesca è, inoltre, di particolare pregio e presenta un elevato valore commerciale.

Come già accennato in precedenza, la situazione critica in cui versa il settore della pesca ed i rischi di disoccupazione e/o caduta dei livelli di reddito può essere fronteggiata con iniziative di gestione della fascia costiera come quella proposta con il presente progetto.

Non possono, ovviamente, essere ipotizzati effetti miracolistici, anche in ragione dell'entità degli investimenti attualmente disponibili. Ma è esattamente questa la ragione per cui il presente progetto è stato considerato dai comuni costieri interessati come un primo stralcio, perfettamente funzionale, di un programma più ampio di gestione della fascia costiera, di salvaguardia dell'occupazione, dei livelli di reddito e della capacità di rinnovamento delle risorse marine.

L'avvio a soluzione dei problemi citati postula tre fatti:

- a) una disponibilità di nuove risorse;
- b) la possibilità di forme di riposo biologico per le risorse sfruttate;
- c) una conversione, sia pure parziale o temporanea, d'attività.

Ciò comporta, tuttavia, da parte dei pescatori un cambio di mentalità e di costume, laddove, ad esempio, va accettata la figura del subacqueo collaboratore o del giovane pescatore che prenda il brevetto di operatore subacqueo. Questi fatti, sia pure con fatica e discontinuità, sono già avvenuti nelle altre esperienze realizzate con barriere artificiali.

In questo senso, è importante che tutte le amministrazioni coinvolte, assieme agli enti di ricerca e gli operatori locali della pesca, si adoperino per indirizzare e guidare i pescatori verso queste nuove forme di gestione degli impianti e della zona di protezione, anche attraverso la costituzione di appositi consorzi di gestione.

9. DESCRIZIONE DELLE MISURE DI SORVEGLIANZA PREVISTE

Al fine di monitorare l'efficacia dell'Area di ripopolamento realizzata mediante barriere artificiali sarà opportuno attivare un protocollo di monitoraggio che interesserà sia la componente bentonica, sia quella ittica, sia i principali parametri ambientali.

Il piano di monitoraggio dovrà partire contemporaneamente alla posa in opera delle strutture artificiali e proseguirà per 5 anni. Esso conterrà i seguenti elementi fondamentali:

- Strategie e tecniche di campionamento e rilevazioni fotografiche del benthos di fondo duro ai fini di seguire la colonizzazione e lo sviluppo della biomassa in diverse parti della barriera artificiale, con riferimento, ai fini della comparabilità, a quelle note in letteratura per contesti sperimentali analoghi;
- Tecniche di conservazione, sorting e identificazione dei biota di fondo duro rinvenuti;
- Strategie e tecniche di campionamento e rilevazioni fotografiche del benthos di fondo mobile ai fini di valutare l'impatto delle barriere sugli ecosistemi circostanti;
- Tecniche di conservazione, sorting e identificazione dei biota di fondo mobile rinvenuti;
- Osservazioni sulle specie ittiche mediante tecniche di *visual census*;
- Osservazioni sulle specie ittiche mediante tecniche di pesca;
- Strategie e tecniche di rilevamento di parametri ambientali.

Nell'ambito del piano di monitoraggio è prevista, inoltre, l'esecuzione di studi scientifici mirati ad approfondire aspetti specifici relativi all'eventuale comparsa di emergenze ambientali, alla protezione di elementi di pregio dell'ecosistema, all'ecologia di specie di particolare importanza, all'allevamento di specie innovative.

Il campionamento degli organismi bentonici sulle strutture artificiali verrà effettuato in immersione con autorespiratore ad aria.

Rilievi fotografici verranno eseguiti nel corso di ogni campionamento al fine di documentare l'evoluzione del popolamento bentonico e ricostruire poi in laboratorio la copertura delle più importanti specie sessili (secondo la metodologia proposta da Harmelin e Bellan-Santini, 1996).

Per lo studio del popolamento ittico verranno utilizzate due metodiche, una basata su tecniche "non visive" e l'altra su quelle "visive".

Il primo metodo, che prevede l'uso di attrezzi da pesca, fornisce modelli per l'analisi del ciclo biologico ma, soprattutto, consente di studiare gli effetti delle barriere sulla pesca professionale e sportiva. In particolare verranno campionati stagionalmente i dati di cattura e sforzo (CPUE) della piccola pesca, per ottenere stime di biomassa per specie e/o gruppi di specie. Stagionalmente sarà campionato materiale biologico per ulteriori analisi: gli animali catturati verranno misurati e pesati, verrà determinato il sesso e lo stadio di maturità sessuale, saranno indagate le abitudini alimentari.

Il secondo metodo (tecniche visive) utilizza operatori subacquei e si adatta ad una varietà di differenti situazioni ed habitat. Consente di fornire informazioni qualitative, sulla presenza di organismi e sulla struttura della comunità, a differenti profondità o

lungo la colonna d'acqua. L'identificazione corretta delle specie può essere la parte più importante di un censimento visivo di raccolta dati.

Le attività di raccolta dati finora descritte consentiranno le seguenti elaborazioni:

- a) Lista tassonomica delle specie censite;
- b) Stime di biomassa dalla pesca commerciale;
- c) Stime di cattura per unità di sforzo (CPUE) dalla pesca commerciale;
- d) Curve di colonizzazione e decolonizzazione;
- e) Ricchezza specifica totale e ricchezza specifica media;
- f) Indici di diversità di Shannon-Weaver ($H' = - \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \times \ln \frac{N_i}{N}$) per valutare la diversità delle specie, dove N_i/N è l'abbondanza relativa di ciascuna specie, con N_i uguale all'abbondanza della specie i e N il numero totale di esemplari;
- g) Frequenza della presenza di una specie, come indicatore della stabilità del popolamento (Ody e Harmelin, 1994);
- i) Densità per metro quadro di struttura artificiale o metro cubo di struttura artificiale.

10. QUADRO ECONOMICO DI MASSIMA DELL'INTERVENTO

	Descrizione	N°	Costo unitario (€)	Importo parziale (€)	Importo totale
A	Creazione delle strutture:				€783.963,02
A.1	Moduli WAFEER	240	2.600,00	624.000,00	
A.2	Noleggio area cantiere di costruzione	1	25.000,00	25.000,00	
A.3	Trasporto e posizionamento dei moduli in mare	240	514,43	123.463,02	
A.4	Galleggianti di segnalazione e attrezzature di protezione	1	11.500,00	11.500,00	
B	Importo costi sicurezza (3,5%)			27.438,71	€27.438,71
C	Spese relative al controllo dell'evoluzione degli impianti nei 5 anni successivi alla realizzazione:				€225.000,00
C.1	Competenze Organismo scientifico di controllo	5	35.000,00	175.000,00	
C.2	Competenze Pescatori e compensazione sociale	5	10.000,00	50.000,00	
D	Totale dei costi di investimento (A+B+C)				€1.036.401,73
E	Onorari e spese generali				€129.550,22
E.1	Spese generali per servizi e forniture	1		25.910,04	
E.2	Progettazione esecutiva, direzione lavori, contabilità e misure, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione e collaudo	1		103.640,17	
F	Totale parziale (D+E)				€1.165.951,94
G	Imprevisti (5% su A)			39.198,15	€ 39.198,15
H	IVA (21% su F)				€ 244.849,91
I	TOTALE GENERALE DEL COSTO DEI LAVORI PREVISTI (F+G+H)				€ 1.450.000,00

11. BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2001. La ricerca a supporto delle imprese per la pesca responsabile. Sintesi divulgative di progetti di ricerca - Legge 41/82 - III Piano triennale. 270 pp.

Ambrosano E., Ferretti O. e Falcinelli F., 1986. Tipologia geomorfologica e caratterizzazione mineralogica dei sedimenti di spiaggia del litorale pugliese. In: Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia: elementi per la definizione del piano delle coste. ENEA: 55-67.

Bacci G., 1969. Biologia delle Secche della Meloria. 1. Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento. Boll. Pesca Piscicol. Idrobiol., 24: 5-30.

Bayle Sempere J.T., Ramon-Esplà A. e Charton J.A.G., 1994. Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblages in the Marine Reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). Bull. Mar. Sci., 55 (2-3): 824-835.

Bombace G., 1970. Notizie sulla malacofauna e sulla ittiofauna del coralligeno della Falesia. 3. I pesci della Falesia e delle "secche" costiere. Quad. Ric. Sper. Palermo, 14: 59-71.

Bombace G., 1989. Artificial Reefs in the Mediterranean Sea. Bull. Mar. Sci., 44(2): 1023-1032.

Bombace G., 1995. Le barriere artificiali nella gestione razionale della fascia costiera italiana. Biol. Mar. Medit. 2 (1): 1-14.

Bombace G., 2000. Barriere artificiali e maricoltura: analisi problematica e prospettive Biol. Mar. Medit. 7 (4): 173-184.

Brondi A., Benvegna F., Ferretti O. e Anselmi B., 1978. Classificazione geomorfologica delle coste italiane come base per l'impostazione di studi sulla contaminazione marina. Convegno AIOL - Sorrento.

Cardellicchio N., Geraci S., Cavallo R.A., Annichiarico C., Leone G., Marra C., Ragone P., Caroppo C. e Sbenaglia E., 1993. Monitoraggio acque costiere pugliesi: 1992/1993. Rapp. Tecn. n° 38/ISTTA/CNR: 69 pp.

Charbonnel E., Francour P. e Harmelin J. G., 1996. Finfish population assessment techniques on artificial reef: a review in the European Union. I EARRN Conference, 26-30 March 1996, Ancona, Italy.

D'Anna G., Badalamenti F., Gristina M. e Pipitone C., 1994. Influence of artificial reefs on coastal nekton assemblages of the Gulf of Castellammare (Northwest Sicily). Bull. Mar. Sci., 55 (2): 418-433.

D'Anna G., Badalamenti F., Lipari R., Cuttita A. e Pipitone C., 1995. Fish assemblages analysis by means of a visual census survey on an artificial reef and on natural areas in the Gulf of Castellammare (NW Sicily). Japan International Marine Science and Technology Federation, 1 (2): 221-226.

D'Onghia G., Tursi A., Matarese A., Policoro R. e Caroppo C., 1989. Alcuni aspetti biologici e gestionali di *Merluccius merluccius*, *Micromesistius poutassou*, *Phycis blennoides* e *Mullus barbatus* nel Mar ionio. Nova Thalassia, 10, suppl. I: 417-424.

D'Onghia G., Matarese A., Tursi A. e Maiorano P., 1994. Observations on the biology of *Aristeus antennatus* and *Aristaeomorpha foliacea* in the Ionian sea (Central Mediterranean). International workshop on life cycles and fisheries of deep water red shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus*, N.T.R.-ITPP Special publication, 3: 55-56.

Gasparini G.P. e Griffa A.L., 1986. Studio delle condizioni dinamiche nel Golfo di Taranto. In: Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia: elementi per la definizione del piano delle coste. ENEA: 101-125.

Fabi G. e Fiorentini L., 1994. Comparison between an artificial reef and a control site in the Adriatic Sea: analysis of four years of monitoring. Bull. Mar. Sci., 55 (2): 538-558.

Fabi G. e Spagnolo A., 2001. Le barriere artificiali. In: Cataudella S. e Bronzi P., eds. "Acquacoltura responsabile". Unimar - Uniprom, Roma: 454-466

Giacchetta F., Santamaria N., De Metrio P. and De Metrio G., 1995. Biologia e pesca della palamita (*Sarda sarda* Bloch) nel Golfo di Taranto. Biol. Mar. Medit., 2 (2): 465-486.

Harmelin-Vivien M. e Harmelin J. G., 1975. Presentation d'une methode d'evaluation in situ de la faune ichthyologique. Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cross, 1: 47-52.

Harmelin-Vivien M., Harmelin J. G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabè G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J. e Lasserre G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: methodes et problemes. Rev. D'Ecol. (Terre Vie), 40: 467-539.

Lucchetti A., 2003. Le barriere artificiali nella gestione della fascia costiera. Il Pesce (1): 15-19.

Marano G., Arata P., 1986. La pesca in Puglia. In: Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia: elementi per la definizione del piano delle coste. ENEA, 257-270.

Marano G., Pastorelli A.M., Ungaro N., 1998. Canale d'Otranto: ambiente e comunità biologiche. Biol. Mar. Medit., 5 (1): 1-11.

Ody D. and Harmelin J. G., 1994. Influence de l'architecture et de la localisation de récif artificiels sur leurs peuplements de poissons en Méditerranée. Cybium, 18 (1): 57-70.

OECD, 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD, Paris, 154 pp.

Parenzan P., 1983. Puglia marittima. Congedo editore. Voll. 1 e 2.

Pickering H., Whitmarsh D. and Jensen A., 1998. Artificial reef as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: Investigating the potential. *Marine Pollution Bulletin* (37): 8-12.

Relini G., 1979. Ricerche in corso in Liguria sulle barriere artificiali. In: *Proceedings of the Atti 8° Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura*, Bari, Aprile: pp. 79-87.

Relini G., 1991. Habitat in cemento per i pesci: l'esperienza della barriera artificiale di Loano (SV). *L'industria italiana del cemento*, 656: 392-401.

Relini M., Torchia G. e Relini G., 1994. Seasonal variation of fish assemblages in the Loano artificial reef (Ligurian Sea NW – Mediterranean). *Bull. Mar. Sci.*, 55 (2-3): 401-417.

Relini G., 2000. Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, 7 (3): 173-211

Riggio S., Badalamenti F., Chemello R. e Gristina M., 1989. Zoobenthic colonisation of a small artificial reef in southern Tyrrhenian: results of a three-year survey. *FAO Fish. Rep.* 428: 138-153.

Santos M.N. and Monteiro C.C., 1998. Comparison of the catch and fishing yield from an artificial reef system and neighbouring areas off Faro (Algarve, south Portugal). *Fishery Research* (39): 55-65.

Scordella G., Vilella S. and Licchelli C., 2012. Using artificial reef with high surface/volume ratio as mooring post for minimization of aquaculture impacts. *World Aquaculture Society Conference 2012*, Praga (Repubblica Ceca), September 1-5, 2012 (poster). *Book of Abstract*: 1004.

Scordella G., R. Vaccarella, V. Zonno e L. Rositani, 2008. Realizzazione di oasi di ripopolamento ittico e aree di protezione nelle acque costiere del Salento, per il miglioramento e lo sviluppo delle risorse acquatiche e la gestione sostenibile della pesca. *Atti del Workshop "Pesca e gestione delle aree marine protette"*, Porto Cesareo 30-31, Ottobre 2008: 45.

Senatore M.R., Mirabile L., Pescatore T. e Tramutoli M., 1980. La piattaforma continentale del settore nord-orientale del Golfo di Taranto. *Geol. Appl. Idrogeol.*, 15.

Sherman, R.L. 2000. Studies on the roles of reef design and site selection in juvenile fish recruitment to small artificial reefs. *Doctoral dissertation*. Nova Southeastern University, Dania, FL.: 173 pp.

Spieler R., Gillam D., Sherman K., Banks C., Corbett-Elder C. and Jordan L., 1999. Artificial reef Research in Broward County: The last six years. In: *Florida Artificial Reef Summit '98*. Horn W. (Ed.). Florida Dept. Environ. Protection: 60-68.

Stephan C.D. and Lindquist D.G., 1989. A comparative analysis of the fish assemblages associated with old and new shipwrecks and fish aggregating devices in Onslow Bay. *North Carolina Bulletin of Marine Science*, 44: 698-717.

Stefanon A., Michelozzi E., Sensi L. e Ferretti O., 1986. Rilievo mediante UNIBOOM e Side Scan Sonar dei fondali di due zone del Golfo di Taranto. In: Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia: elementi per la definizione del piano delle coste. ENEA: 69-85.

Tursi A., Matarese A., D'Onghia G., Panza M., Sion L. e Maiorano P., 1994. Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Capo d'Otranto - Capo Spartivento). Biol. Mar. Med., I (2): 95-104.

Viel M. e Zurlini G., 1986. Il sistema marino costiero pugliese: ecotipologia e qualità ambientale. In: Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia: elementi per la definizione del piano delle coste. ENEA, 271-277.

Viel M., Damiani V. e Setti M., 1986. Caratteristiche granulometriche e composizione mineralogica dei sedimenti della piattaforma pugliese. In: Indagine ambientale del sistema marino costiero della Regione Puglia: elementi per la definizione del piano delle coste. ENEA: 127-147.

Zito G., Ruggiero L. e Zuanni F., 1991 - Zone climatiche omogenee della Puglia. Atti 2° Colloquio Approcci metodologici per la definizione dell'ambiente fisico e biologico mediterraneo. Castro Marina, 19-22 novembre 1988.

12. ALLEGATI

1. Relazione di calcolo Modulo WAFEER ®

Relazione di calcolo Modulo WAFEER®

Il blocco stratificato sviluppa una massa di cls pari a 6.36 mc ed un peso di 15900 kg.

Normativa di riferimento

DM 9 gennaio 1996 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

DM 16 gennaio 1996 Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

Materiali impiegati

Acciaio Fe B 44k controllato in stabilimento

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 4400 \text{ Kg/cm}^2$

Calcestruzzo $R_{bk} = 350 \text{ kg/cm}^2$

Metodo verifica impiegato

Semiprobabilistico agli stati limite

Modellazione della struttura

La massa di ripopolamento è composta da una serie di pezzi: una piastra dello spessore di 30 cm con al centro un pilastro 40x40 avente altezza di 250 cm, quattro piastre in c.a. dello spessore di 20 cm portanti all'estradosso dei parallelepipedi in c.a. di varia dimensione ed una piastra di copertura dello spessore di 20 cm.

Le piastre sono state modellate utilizzando elementi finiti del tipo guscio (lastra-piastra) a 4 nodi aventi rigidità alla rotazione per l'asse ortogonale al piano. Il pilastro con un elemento finito di tipo trave a due nodi. L'utilizzo di elementi finiti di tipo guscio ha permesso di valutare gli stati di sollecitazione membranale e flessionale.

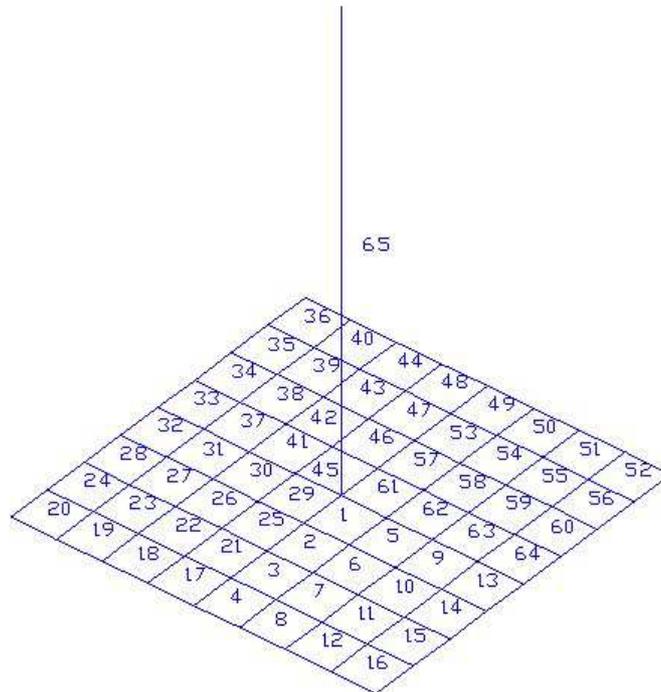
L'analisi è stata condotta con l'ausilio di un programma di calcolo per due condizioni di sollecitazione della struttura:

- 1) trasporto – in questo caso il sistema piastra-pilastro è stato considerato vincolato in sommità (gancio) e gravato del peso delle altre piastre. I blocchetti presenti sull'estradosso delle piastre intermedie sono stati assimilati ad un carico distribuito. Complessivamente il sovraccarico gravante sulla piastra portante inferiore è stato considerato pari a $0,296 \text{ kg/cm}^2$;
- 2) in opera nella conformazione a piramide – in quest'ultimo caso il sistema trave pilastro è stato considerato vincolato sui quattro angoli della base. A favore di sicurezza non si è valutato il contributo della spinta idrostatica;

Per quanto concerne le piastre intermedie si è considerata la situazione più gravosa di movimentazione in cantiere per l'impilamento con vincoli agli angoli della piastra.

Le armature sono state calcolate utilizzando due post-processor distinti per gli elementi bidimensionali e modimensionali

Alla pagina seguente si riporta la numerazione degli elementi del sistema piastra-pilastro.



Verifica del sistema piastra pilastro in cantiere

Verifica delle armature nel punto di coordinate [0.000; 100.000; 0.000].

Tale punto è il vertice 1 dell'elemento finito 64 di tipo lastra-piastra di spessore 30.00 cm.

Il punto appartiene alla parete orizzontale a quota z=0.00.

Questa verifica è rappresentativa in quanto il punto ha la caratteristica di essere:
 tra tutti i punti della struttura
 il più armato.

Le sollecitazioni, per ciascuna condizione elementare di carico, sono le seguenti:

Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg	kg
permanenti					
5.7786e-016	-9.9762e-017	-3.5564e-017	9.3614e+002	-2.8438e+001	6.5784e+000

L'armatura nel punto è:

superiore in direzione locale x: ø12/30 pari a 6.28 cmq per metro

superiore in direzione locale y: ø12/30 pari a 6.28 cmq per metro

inferiore in direzione locale x: pari a 2.26 cmq per metro

inferiore in direzione locale y: pari a 2.26 cmq per metro

La verifica è stata condotta per le seguenti combinazioni dei carichi:

(1) 1.40 * permanenti

La verifica è stata effettuata con il metodo degli stati limite.

Il fattore di sicurezza minimo per la combinazione dei carichi più gravosa (1) è 4.32

Verifica delle armature nel punto di coordinate [0.000; 0.000; 0.000].

Tale punto è il vertice 4 dell'elemento finito 45 di tipo lastra-piastra di spessore 30.00 cm.

Il punto appartiene alla parete orizzontale a quota z=0.00.

Questa verifica è rappresentativa in quanto il punto ha la caratteristica di essere:

tra tutti i punti della struttura

il più sollecitato per sforzi flessionali.

Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg	kg
permanenti					
2.6717e-016	-9.8039e-016	1.1789e-016	3.6176e+003	3.6176e+003	4.6921e+001

L'armatura nel punto è:

superiore in direzione locale x: $\emptyset 12/45 + \emptyset 12/30$ pari a 6.28 cmq per metro

superiore in direzione locale y: $\emptyset 12/45 + \emptyset 12/30$ pari a 6.28 cmq per metro

inferiore in direzione locale x: $\emptyset 12/50$ pari a 2.26 cmq per metro

inferiore in direzione locale y: $\emptyset 12/50$ pari a 2.26 cmq per metro

La verifica è stata condotta per le seguenti combinazioni dei carichi:

(1) 1.40 * permanenti

La verifica è stata effettuata con il metodo degli stati limite.

Il fattore di sicurezza minimo per la combinazione dei carichi più gravosa (1) è 1.13

Verifica delle armature nel punto di coordinate [-100.000; 75.000; 0.000].

Tale punto è il vertice 3 dell'elemento finito 52 di tipo lastra-piastra di spessore 30.00 cm.

Il punto appartiene alla parete orizzontale a quota z=0.00.

Questa verifica è rappresentativa in quanto il punto ha la caratteristica di essere:

tra tutti i punti della struttura

il più sollecitato per sforzi nel piano dell'elemento.

Le sollecitazioni, per ciascuna condizione elementare di carico, sono le seguenti:

Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg	kg
permanenti					
3.5435e-015	-1.0054e-014	4.7868e-015	1.4736e+001	2.0035e+002	9.9465e+001

L'armatura nel punto è:

superiore in direzione locale x: $\emptyset 12/30$ pari a 6.28 cmq per metro

superiore in direzione locale y: $\varnothing 12/30$ pari a 6.28 cmq per metro
inferiore in direzione locale x: pari a 2.26 cmq per metro
inferiore in direzione locale y: pari a 2.26 cmq per metro

La verifica è stata condotta per le seguenti combinazioni dei carichi:

(1) 1.40 * permanenti

La verifica è stata effettuata con il metodo degli stati limite.

Il fattore di sicurezza minimo per la combinazione dei carichi più gravosa (1) è 14.73

Verifica dell'elemento 65 di indice 65.

E' un pilastro che spicca a quota 0.00 con posizione in pianta [0.00; 0.00]

L'elemento e' significativo in quanto e' tra quelli in cui vi e' la maggiore:

armatura, flessione, taglio, tensione nell'acciaio, tensione tangenziale.

L'elemento ha sezione rettangolare con base 40.00 cm ed altezza 40.00 cm.

La verifica e' effettuata nella sezione 1 a 0.00 cm dall'estremo sinistro (0.00 della luce).

L'armatura longitudinale nella sezione e' costituita da 3 $\varnothing 12$ superiori e 3 $\varnothing 12$ inferiori.

L'armatura longitudinale totale nella sezione e' di 9.05 cmq.

L'armatura trasversale nella sezione e' di $\varnothing 8$ a 2 braccia a passo 15.00 cm

La combinazione delle condizioni di carico per la verifica e' come segue:

1.40 * permanenti

Le sollecitazioni di verifica nella sezione per la combinazione sono:

Momento -0.000 kgxcm nel piano verticale, -0.000 kgxcm nel piano orizzontale.

Taglio -0.000 kg nel piano verticale, nullo nel piano orizzontale.

Forza assiale -20776.000 kg. Torsione nullo .

Nella verifica a flessione con il metodo degli stati limite si ottiene:

la massima deformazione nel calcestruzzo e' 0.00 (x1000) (max -2.00)

la massima deformazione nell'acciaio e' 1.11 (x1000) (max 10.00)

Nella verifica a taglio con il metodo degli stati limite si ottiene:

Taglio ultimo nel piano verticale 0.52 kg.

Taglio ultimo nel piano orizzontale 0.25 kg.

Fattore di sicurezza 350131003519.14.

La verifica e' effettuata nella sezione 2 a 132.50 cm dall'estremo sinistro (0.50 della luce).

L'armatura longitudinale nella sezione e' costituita da 3 $\varnothing 12$ superiori e 3 $\varnothing 12$ inferiori.

L'armatura longitudinale totale nella sezione e' di 9.05 cmq.

L'armatura trasversale nella sezione e' di $\varnothing 8$ a 2 braccia a passo 15.00 cm

La combinazione delle condizioni di carico per la verifica e' come segue:

1.40 * permanenti

Le sollecitazioni di verifica nella sezione per la combinazione sono:

Momento -0.000 kgxcm nel piano verticale, -0.000 kgxcm nel piano orizzontale.

Taglio -0.000 kg nel piano verticale, nullo nel piano orizzontale.

Forza assiale -21518.000 kg. Torsione nullo .

Nella verifica a flessione con il metodo degli stati limite si ottiene:

la massima deformazione nel calcestruzzo e' 0.00 (x1000) (max -2.00)

la massima deformazione nell'acciaio e' 1.15 (x1000) (max 10.00)

Nella verifica a taglio con il metodo degli stati limite si ottiene:

Taglio ultimo nel piano verticale 0.67 kg.

Taglio ultimo nel piano orizzontale 0.32 kg.

Fattore di sicurezza 451484715063.99.

La verifica e' effettuata nella sezione 3 a 265.00 cm dall'estremo sinistro (1.00 della luce).

L'armatura longitudinale nella sezione e' costituita da 3 \varnothing 12 superiori e 3 \varnothing 12 inferiori.

L'armatura longitudinale totale nella sezione e' di 9.05 cmq.

L'armatura trasversale nella sezione e' di \varnothing 8 a 2 braccia a passo 15.00 cm

La combinazione delle condizioni di carico per la verifica e' come segue:

1.40 * permanenti

Le sollecitazioni di verifica nella sezione per la combinazione sono:

Momento -0.000 kgxcm nel piano verticale, -0.000 kgxcm nel piano orizzontale.

Taglio -0.000 kg nel piano verticale, nullo nel piano orizzontale.

Forza assiale -22260.000 kg. Torsione nullo .

Nella verifica a flessione con il metodo degli stati limite si ottiene:

la massima deformazione nel calcestruzzo e' 0.00 (x1000) (max -2.00)

la massima deformazione nell'acciaio e' 1.19 (x1000) (max 10.00)

Nella verifica a taglio con il metodo degli stati limite si ottiene:

Taglio ultimo nel piano verticale 2.32 kg.

Taglio ultimo nel piano orizzontale 1.12 kg.

Fattore di sicurezza 1559674470220.92.

La verifica e' effettuata nella sezione 1 a 13.25 cm dall'estremo sinistro (0.05 della luce).

L'armatura longitudinale nella sezione e' costituita da 3 \varnothing 12 superiori e 3 \varnothing 12 inferiori.

L'armatura longitudinale totale nella sezione e' di 9.05 cmq.

L'armatura trasversale nella sezione e' di \varnothing 8 a 2 braccia a passo 15.00 cm

La combinazione delle condizioni di carico per la verifica e' come segue:

1.40 * permanenti

Le sollecitazioni di verifica nella sezione per la combinazione sono:

Momento -0.000 kgxcm nel piano verticale, -0.000 kgxcm nel piano orizzontale.

Taglio -0.000 kg nel piano verticale, nullo nel piano orizzontale.

Forza assiale -20850.200 kg. Torsione nullo .

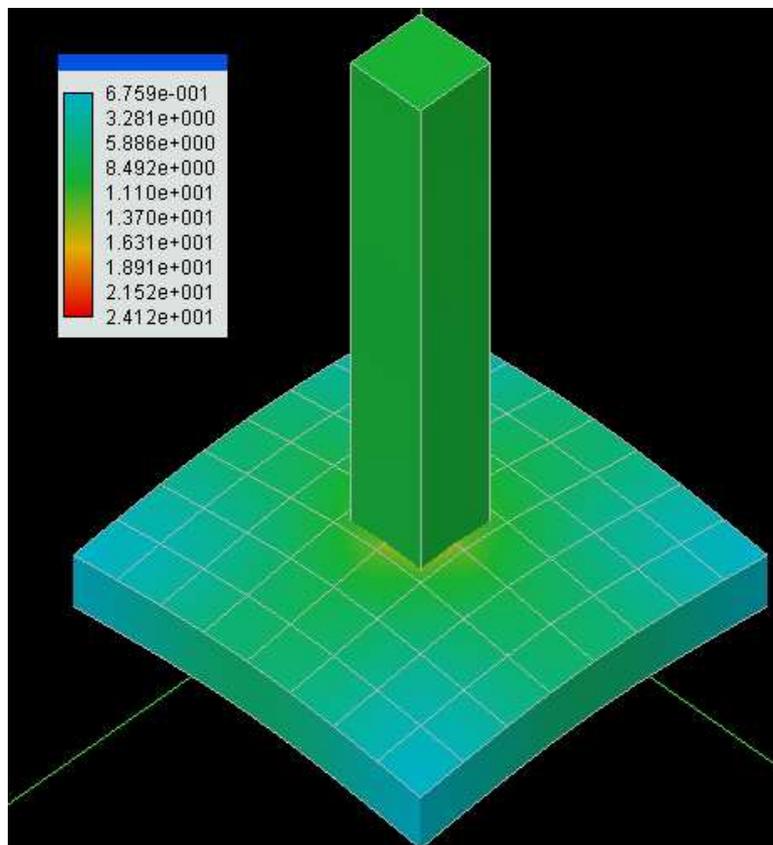
Nella verifica a flessione con il metodo degli stati limite si ottiene:

la massima deformazione nel calcestruzzo e' 0.00 (x1000) (max -2.00)

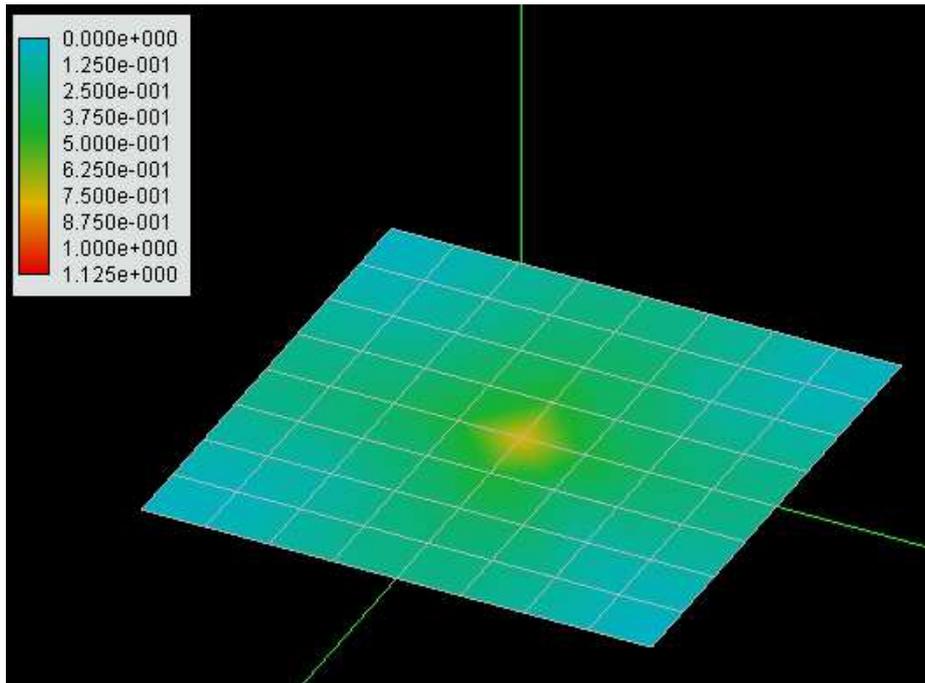
la massima deformazione nell'acciaio e' 1.12 (x1000) (max 10.00)

Nella verifica a taglio con il metodo degli stati limite si ottiene:

Taglio ultimo nel piano verticale 0.31 kg.
Taglio ultimo nel piano orizzontale 0.15 kg.
Fattore di sicurezza 211807644104.14.



Piastra-pilastro in cantiere – isosforzi



Piastra-pilastro in cantiere – fattore di sfruttamento

Verifica del sistema piastra pilastro nella configurazione a piramide

Verifica delle armature nel punto di coordinate [25.000; 25.000; 0.000].

Tale punto è il vertice 1 dell'elemento finito 1 di tipo lastra-piastra di spessore 30.00 cm.

Il punto appartiene alla parete orizzontale a quota z=0.00.

Questa verifica è rappresentativa in quanto il punto ha la caratteristica di essere:

tra tutti i punti della struttura

il più armato.

Le sollecitazioni, per ciascuna condizione elementare di carico, sono le seguenti:

Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg	kg
permanenti					
0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.7937e+003	1.7937e+003	5.8955e+001

L'armatura nel punto è:

superiore in direzione locale x: $\varnothing 12/15$ pari a 7.54 cmq per metro

superiore in direzione locale y: $\varnothing 12/15$ pari a 7.54 cmq per metro

inferiore in direzione locale x: $\varnothing 12/25$ pari a 4.52 cmq per metro

inferiore in direzione locale y: $\varnothing 12/25$ pari a 4.52 cmq per metro

La verifica è stata condotta per le seguenti combinazioni dei carichi:

(1) 1.40 * permanenti

La verifica è stata effettuata con il metodo degli stati limite.

Il fattore di sicurezza minimo per la combinazione dei carichi più gravosa (1) è 2.62

Verifica delle armature nel punto di coordinate [0.000; 100.000; 0.000].

Tale punto è il vertice 4 dell'elemento finito 13 di tipo lastra-piastra di spessore 30.00 cm.

Il punto appartiene alla parete orizzontale a quota $z=0.00$.

Questa verifica è rappresentativa in quanto il punto ha la caratteristica di essere:

tra tutti i punti della struttura

il più sollecitato per sforzi flessionali.

Le sollecitazioni, per ciascuna condizione elementare di carico, sono le seguenti:

Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg	kg
permanenti					
0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.3619e+002	2.5197e+003	4.3643e+001

L'armatura nel punto è:

superiore in direzione locale x: pari a 7.54 cmq per metro

superiore in direzione locale y: pari a 7.54 cmq per metro

inferiore in direzione locale x: pari a 4.52 cmq per metro

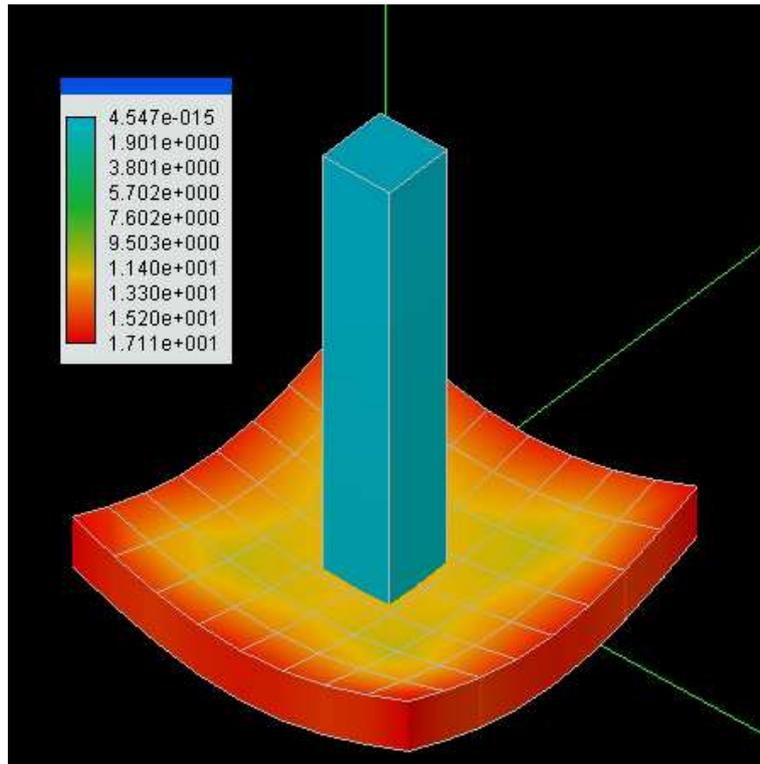
inferiore in direzione locale y: pari a 4.52 cmq per metro

La verifica è stata condotta per le seguenti combinazioni dei carichi:

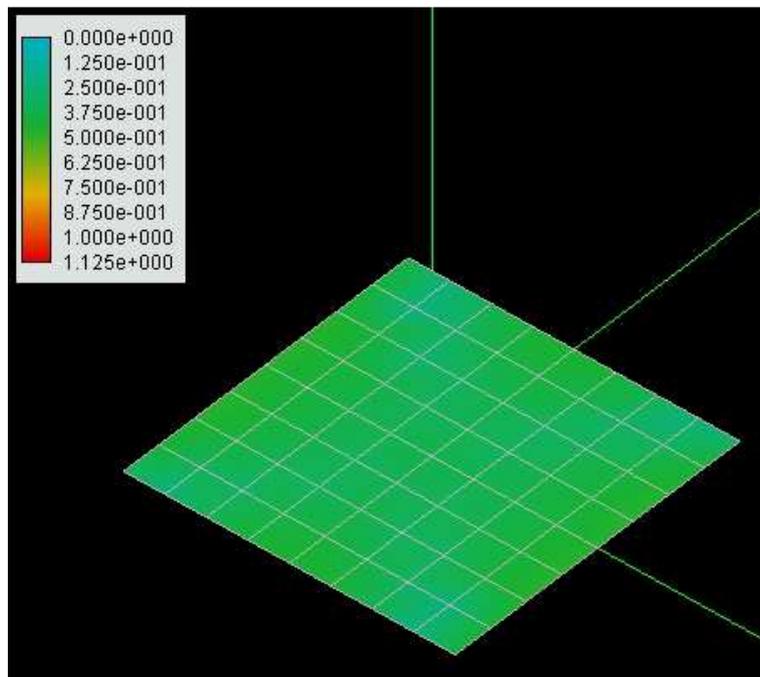
(1) 1.40 * permanenti

La verifica è stata effettuata con il metodo degli stati limite.

Il fattore di sicurezza minimo per la combinazione dei carichi più gravosa (1) è 1.92



Piramide-isosforzi



Piramide fattore di sfruttamento

Verifica delle piastre intermedie

Verifica delle armature nel punto di coordinate [0.000; 100.000; 0.000].

Tale punto è il vertice 1 dell'elemento finito 1 di tipo lastra-piastra di spessore 20.00 cm.

Il punto appartiene alla parete orizzontale a quota z=0.00.

Questa verifica è rappresentativa in quanto il punto ha la caratteristica di essere:

tra tutti i punti della struttura

il più armato.

Le sollecitazioni, per ciascuna condizione elementare di carico, sono le seguenti:

Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg	kg
permanenti					
0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	-3.8258e+002	-2.1559e+001	6.8805e+000

L'armatura nel punto è:

superiore in direzione locale x: pari a 4.52 cmq per metro

superiore in direzione locale y: pari a 4.52 cmq per metro

inferiore in direzione locale x: pari a 4.52 cmq per metro

inferiore in direzione locale y: pari a 4.52 cmq per metro

La verifica è stata condotta per le seguenti combinazioni dei carichi:

(1) 1.40 * permanenti

La verifica è stata effettuata con il metodo degli stati limite.

Il fattore di sicurezza minimo per la combinazione dei carichi più gravosa (1) è 4.50

Verifica delle armature nel punto di coordinate [100.000; 0.000; 0.000].

Tale punto è il vertice 3 dell'elemento finito 48 di tipo lastra-piastra di spessore 20.00 cm.

Il punto appartiene alla parete orizzontale a quota z=0.00.

Questa verifica è rappresentativa in quanto il punto ha la caratteristica di essere:

tra tutti i punti della struttura

il più sollecitato per sforzi flessionali.

Le sollecitazioni, per ciascuna condizione elementare di carico, sono le seguenti:

Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy
kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg	kg
permanenti					
0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	-2.1559e+001	-3.8258e+002	6.8805e+000

L'armatura nel punto è:

superiore in direzione locale x: pari a 4.52 cmq per metro

superiore in direzione locale y: pari a 4.52 cmq per metro

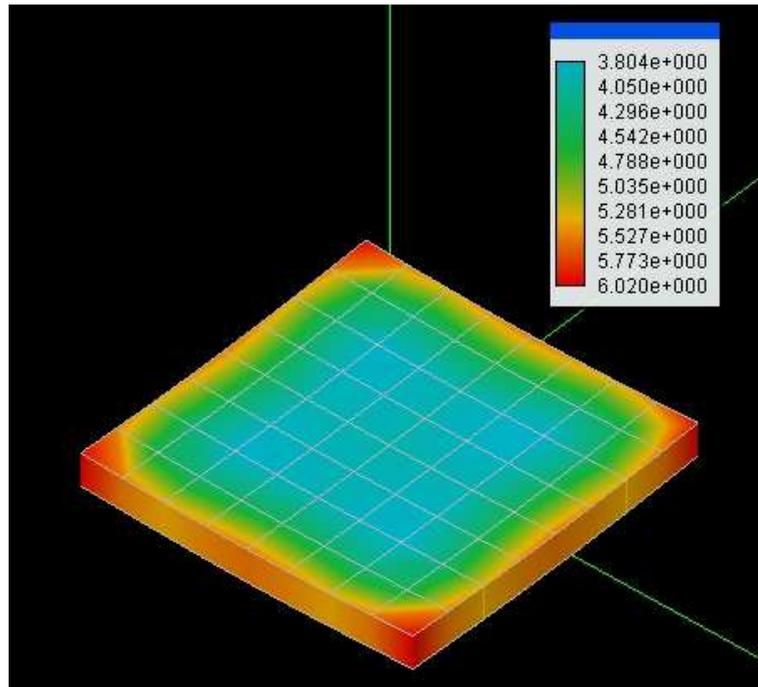
inferiore in direzione locale x: pari a 4.52 cmq per metro
inferiore in direzione locale y: pari a 4.52 cmq per metro

La verifica è stata condotta per le seguenti combinazioni dei carichi:

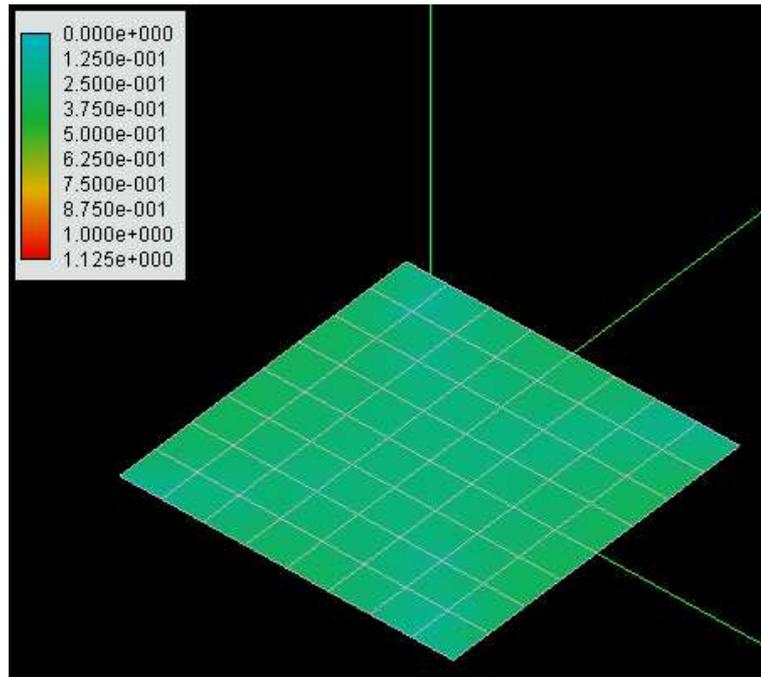
(1) 1.40 * permanenti

La verifica è stata effettuata con il metodo degli stati limite.

Il fattore di sicurezza minimo per la combinazione dei carichi più gravosa (1) è 4.39



Piastra intermedia-isosforzi



Piastra intermedia-fattore di sfruttamento