

## Allegato 2 - FORMULARIO DEL PROGETTO

BANDO PUBBLICO PER LA SELEZIONE DI PROPOSTE PROGETTUALI, FINALIZZATE AL MONITORAGGIO, PRESERVAZIONE, VALORIZZAZIONE E RIPRISTINO DELLA BIODIVERSITÀ IN AREE PROTETTE, DA FINANZIARE NELL'AMBITO DEL PROGRAMMA DI RICERCA DEL CENTRO NAZIONALE DELLA BIODIVERSITÀ "NATIONAL BIODIVERSITY FUTURE CENTER (NBFC)", A VALERE SULLE RISORSE DEL PIANO NAZIONALE RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) MISSIONE 4, "ISTRUZIONE E RICERCA" - COMPONENTE 2, "DALLA RICERCA ALL'IMPRESA" - LINEA DI INVESTIMENTO 1.4, "POTENZIAMENTO STRUTTURE DI RICERCA E CREAZIONE DI "CAMPIONI NAZIONALI DI R&S" SU ALCUNE KEY ENABLING TECHNOLOGIES", FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXTGENERATIONEU" PROGETTO [NBFC].

### 1. DATI IDENTIFICATIVI DEL PROGETTO

<b>Titolo</b>	Genetic Diversity and connectivity of the <i>Posidonia oceanica</i> along the Calabria coast
<b>Acronimo</b>	EDIPO
<b>Soggetto Proponente</b>	Ente per i Parchi Marini Regionali della Calabria
<b>Data inizio</b>	1° marzo 2024
<b>Data fine</b>	30 Novembre 2025
<b>Durata in mesi</b>	21
<b>Nome Referente</b>	Raffaele Greco
<b>Dati di contatto Referente</b>	ENTE per i PARCHI MARINI REGIONALI della CALABRIA, Via Cittadella Regionale viale Europa - Loc. Germaneto, SNC, Comune Catanzaro, CAP 88100, Provincia CZ. <a href="mailto:dirigentegenerale@parchimarinalabdia.it">dirigentegenerale@parchimarinalabdia.it</a> <a href="mailto:protocollo@pec.parchimarinalabdia.it">protocollo@pec.parchimarinalabdia.it</a>

### 2. COPERTURE FINANZIARIE

<b>Copertura finanziaria dei Costi ammissibili del Progetto</b>	(Euro)	%
<b>Finanziamento Richiesto</b>	200.000	89%
Cofinanziamento del Progetto con risorse proprie del Soggetto Proponente.		
Cofinanziamento del Progetto con contributi concessi da altri soggetti, di cui:		
<i>Università della Calabria</i>	11.000	
<i>Università di Messina</i>	10.600	
<b>Totale Cofinanziamento del Progetto</b>	22.000	11%
<b>Totale Costi Ammissibili del Progetto</b>	222.000	100%

## NOTE SUL COFINANZIAMENTO DEL PROGETTO

Il co-finanziamento del progetto avverrà attraverso l'impiego di risorse umane, dedicate allo svolgimento di alcune attività, dell'Università della Calabria e dell'Università di Messina. Le spese del personale verranno opportunamente rendicontate e documentate.

## 3. BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO E CRONOPROGRAMMA

Solo di recente, la Calabria ha attivato la rete di monitoraggio dei siti Natura 2000 e ZSC con Habitat 1120 e al momento sono disponibili mappe aggiornate della estensione delle praterie più estese, con indicazioni dei principali drivers che insistono nei siti. EDIPO intende arricchire la conoscenza di questi siti, analizzando la diversità genetica delle popolazioni di *P. oceanica*, lungo le coste tirreniche e ioniche della Calabria e nella zona di transizione, rappresentata dalle popolazioni presenti lungo le coste calabresi nello Stretto di Messina, studiandone anche la biodiversità epifitica associata. È stato dimostrato che, dal punto di vista genetico, le popolazioni del bacino occidentale del Mediterraneo sono separate da quelle orientali, con la Calabria che rappresenta una zona di transizione. Diventa, quindi, urgente conoscere la struttura genetica delle praterie calabresi, a cui si associano le relative funzioni e servizi ecosistemici ad esse associate. Con circa 800 km di costa, la Calabria ospita 14 Zone a Protezione Speciale (ZPS) e una Area Marina Protetta, caratterizzate dall'habitat *P. oceanica*. Il progetto EDIPO vedrà la fattiva collaborazione di tre enti: l'Ente Parchi Marini della Calabria (EPMR), l'Università della Calabria (Unical), l'Università di Messina (Unime). L'EPMR offrirà supporto amministrativo, logistico e supervisionerà tutte le fasi di realizzazione del progetto. Gli obiettivi specifici di EDIPO sono:

1. la caratterizzazione genetica delle popolazioni di *P. oceanica*, presenti all'interno di 9 ZSC e dell'AMP Isola Capo Rizzuto, con l'individuazione dei livelli di diversità genetica e genotipica e dei patterns di connettività, lungo l'intero litorale calabrese (WP1);
2. la caratterizzazione della struttura fisica, al limite inferiore, di 2 ZSC pilota, per definire la vulnerabilità delle relative praterie, confrontando lo stato attuale con i modelli predittivi esistenti, con la georeferenziazione di un maggior numero di punti possibili, per gli studi di monitoraggio continuativo (WP2);
3. lo studio genomico della biodiversità specifica, delle popolazioni epifitiche associate a *P. oceanica* e loro dinamicità, in funzione della stagionalità e del versante di provenienza (WP3);
4. la comparazione tra la ricchezza genetica e genotipica delle popolazioni di *P. oceanica* e diversità epifitica, applicando strumenti bioinformatici dei dati omici e creazione di modelli predittivi, per capire gli effetti sulla biodiversità associata a tutte le pressioni in atto (WP4).

**WP1. Analisi della diversità genetica delle ZSC.** Unical sarà responsabile di questa WP. Saranno campionati random circa 40 ciuffi per ogni sito, in immersione SCUBA. I campioni saranno raccolti tenendo conto che esiste una struttura genetica lungo la profondità, anche all'interno della stessa prateria. I campioni saranno ripuliti dagli epifiti, essiccati in gel di silice per l'estrazione del DNA. Il DNA sarà estratto e purificato. La genotipizzazione sarà eseguita seguendo due approcci diversi. Come primo approccio, saranno utilizzati due set di loci microsatelliti, già utilizzati in modo estensivo per le analisi di genetica di popolazione di *P. oceanica* nel Mediterraneo. Verranno valutate sia la diversità genetica (diversità allelica, eterozigosi), che la diversità genotipica (Nr\_genotipi/Nr-campioni analizzati). La struttura genetica e la connettività saranno ottenute per l'intera area di studio e confrontate con i dati esistenti disponibili per il Mediterraneo. Su un set ridotto di campioni, rappresentativi dei versanti ionico e tirrenico e dello stretto di Messina, sarà poi effettuata una analisi di diversità genomica con approccio High Throughput Sequencing, utilizzando marcatori SNPs (Single Nucleotide Polymorphism). Ciò permetterà di valutare con maggiore dettaglio il livello di diversità fra le macroaree geografiche e le regioni geniche coinvolte.

**WP2. Caratterizzazione della struttura fisica del limite inferiore.** Unical sarà attiva in questa WP. Da uno studio pregresso delle ZSC, sono disponibili dati sui principali descrittori strutturali a macroscala e mesoscala delle praterie, così come dei descrittori a livello di individuo. Poco o nulla si conosce sulla struttura, batimetria e condizioni ambientali dei limiti inferiori. L'attività della WP integrerà il quadro conoscitivo, con la caratterizzazione del limite inferiore e la definizione su scala locale della tipologia di limite e di tutti i parametri ambientali di due siti pilota della costa calabrese: Fondali Isola di Cirella, sul versante tirrenico e AMP Isola Capo Rizzuto, sul versante ionico. A questo scopo, sarà utilizzato il rilevamento diretto, attraverso operatore subacqueo che, in ripetute immersioni, produrrà un'indagine video-fotografica ad alta definizione e georeferenziata. I dati serviranno alla definizione della batimetria, lungo il limite inferiore delle due praterie, della tipologia di limite, dei parametri ambientali quali luminosità (attenuazione della luce) e temperatura, misurati in quattro diversi momenti dell'anno. I dati verranno integrati, nelle equazioni predittive, del limite inferiore per le piante marine, utilizzando dati di estinzione della luce. Ciò, permetterà di definire in dettaglio eventuali driver che insistono sul limite inferiore e la loro eventuale regressione.

**WP3. Diversità di specie della comunità epifita attraverso approccio metabarcoding.** Unime e Unical collaboreranno in questa WP. L'identificazione delle specie epifitiche, esclusivamente basata sui loro tratti morfologici non è sempre possibile. Per un'accurata caratterizzazione tassonomica degli organismi è molto efficace la tecnologia basata sul DNA, riconosciuta come "DNA barcoding". Questa tecnica diagnostica utilizza brevi sequenze di DNA per l'identificazione di specie in un gruppo di organismi, nonché specie sconosciute. In una prima fase, il DNA genomico verrà estratto da 10 campioni di epifiti, raccolti in tre siti: Isola di Cirella (Tirreno), AMP Isola Capo Rizzuto (Ionio), Punta Pezzo Capo dell'Armi (Stretto di Messina) utilizzando kit e protocolli standard. Il DNA purificato verrà amplificato, utilizzando primers per eucarioti e le sequenze ottenute verranno confrontate con le sequenze disponibili in librerie di riferimento o nei database, per identificare una specie nota/sconosciuta. Il DNA verrà estratto da ulteriori campioni, raccolti nei tre siti in diversi momenti dell'anno. Variabili quali luce, temperatura, profondità, dimensione foliare verranno registrate per ciascun campione. Saranno create e rese disponibili le librerie delle sequenze genomiche identificate per ciascun gruppo tassonomico, utili alla identificazione delle specie. Questo consentirà di avere riproducibilità nelle analisi successive.

**WP4. Confronto tra variabilità genetica e biodiversità epifitica. Disseminazione dei risultati.** EPMR, Unical, Unime collaboreranno in questa WP. Verranno costruite tabelle di metadati, riportanti tutte le informazioni e i dati riguardanti i singoli campioni (es. variabili ambientali al momento del campionamento, geolocalizzazione, profondità, specie epifitiche identificate ai diversi tempi dell'anno). I dati saranno resi disponibili alla comunità scientifica, alle agenzie ambientali e resi interattivi in modo da effettuare aggiornamenti, modifiche e integrazioni a cura di gruppi di ricerca che sono attivi nello stesso ambito. Questo permetterà di avere un database aggiornato di riferimento per studi ecologici, di funzionamento degli ecosistemi, di segnalazioni di nuove specie, anche aliene. Tali informazioni saranno pubblicate in pagine dedicate su sito ufficiale di EPMR. In questa WP verranno svolte attività di disseminazione e public engagement da parte di tutti i partners.

Le attività proposte da EDIPO sono coerenti con le priorità del bando e specificamente sono funzionali alle attività degli spokes nell'ambito del NBFC quali lo Spoke 1, attività 1, microattività 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, con ricadute anche nelle microattività 2.1, 2.2 e 2.3; Spoke 2, attività 5, microattività 5.2,5.3,5.4, 5.5; Spoke 3, attività 1, microattività 1.1.

<b>Cronoprogramma</b>	<b>MESI</b>
<b>WP 1</b> - 4 unità di personale Unical effettueranno il campionamento in 10 siti, l'estrazione di DNA, analisi genetica e la elaborazione dei dati genetici. Il campionamento, la conservazione dei campioni, l'estrazione del DNA saranno a carico di Unical così come le amplificazioni geniche mediante PCR: Unical si occuperà dell'affidamento ad una company esterna per la produzione delle librerie SNPs. saranno definite le mappe genetiche di ciascun sito.	0-12
<b>WP 2</b> - 4 unità di personale Unical effettueranno immersioni al limite inferiore di due siti per l'analisi della tipologia del limite. Personale Unical effettuerà riprese video e foto sul limite inferiore, raccoglierà misure di parametri ambientali da utilizzare nei modelli predittivi di colonizzazione del limite inferiore.	0-12
<b>WP 3</b> - 3 ricercatori Unical effettueranno i campionamenti nei tre siti, selezionati nelle tre macroaree geografiche (tirrenico, ionico, di transizione), in quattro diversi periodi dell'anno. Unime eseguirà la selezione dei primers, estrarrà il DNA dai campioni ed effettuerà l'amplificazione delle sequenze target. Unime effettuerà il sequenziamento delle sequenze amplificate. Unime farà l'analisi bioinformatica, per la validazione delle sequenze e la determinazione, fino al rango di specie. Saranno create librerie di sequenze utilizzate per il riconoscimento delle specie suddivise per gruppi tassonomici.	3-18
<b>WP4</b> - EPMR, Unime, Unical collaboreranno per la creazione di tabelle di metadati, contenenti informazioni provenienti da più fonti (georeferenziazione, genotipo, parametri ambientali, profondità, tipologia di limite, diversità epifitica, macroarea geografica). Verrà confrontata la ricchezza genetica con la biodiversità epifitica, in ragione della macroarea di provenienza, della stagionalità e dei fattori ambientali che insistono nei tre siti. Sarà valutata l'opportunità di proporre tale metodologia per l'integrazione di nuovi descrittori a livello di prateria.	16-21

	<b>Mesi</b>																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<b>Task</b>																						
WPs meeting	■			■				■			■					■					■	■
Organizzazione dei Campionamenti	■			■				■			■											
Campionamenti		■	■		■		■		■	■		■	■									
WP1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
WP2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
WP3			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
WP4																■	■	■	■	■	■	■
Risultati e Disseminazione										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■	Primavera
■	Estate
■	Autunno
■	Inverno

#### 4. SOGGETTO PROPONENTE

<b>Nome legale</b>	Ente per i Parchi Marini Regionali della Calabria
<b>Tipologia</b>	Ente Pubblico
<b>Indirizzo</b>	Cittadella Regionale viale Europa – Località Germaneto
<b>Città</b>	Catanzaro
<b>Regione</b>	Calabria
<b>CAP</b>	88100
<b>email</b>	dirigentegenerale@parchimarinalabria.it
<b>Sito web</b>	<a href="https://www.parchimarinalabria.it">https://www.parchimarinalabria.it</a>

#### 5. ORGANIZZAZIONI/ENTI PARTNER (se previsti)

<b>PARTNER 1</b>	
<b>Nome legale</b>	Università della Calabria
<b>Tipologia</b>	Ente Pubblico
<b>Indirizzo</b>	Ponte Bucci
<b>Città</b>	Arcavacata di Rende (Cs)
<b>Regione</b>	Calabria
<b>CAP</b>	87036
<b>Telefono</b>	0984/494443 (Area ricerca, innovazione e impatto sociale)
<b>Sito web</b>	<a href="https://www.unical.it/">https://www.unical.it/</a>
<b>PARTNER 2</b>	
<b>Nome legale</b>	Università degli Studi di Messina
<b>Tipologia</b>	Ente Pubblico
<b>Indirizzo</b>	Piazza Pugliatti, 1
<b>Città</b>	Messina
<b>Regione</b>	Sicilia
<b>CAP</b>	98122
<b>Telefono</b>	0906761
<b>Sito web</b>	<a href="https://www.unime.it/">https://www.unime.it/</a>

## 6. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### **Descrivere il contesto e gli obiettivi del Progetto e come questi soddisfano i fabbisogni del territorio di riferimento. (max 2000 parole)**

La *Posidonia oceanica* è una specie clonale che forma praterie fitte e altamente produttive, in tutto il Mar Mediterraneo. I genotipi di *P. oceanica* possono persistere per centinaia di anni e le praterie possono essere rappresentate da un basso numero di genotipi, con bassa diversità allelica, rendendole più fragili alle perturbazioni ambientali a cui il biota marino è sempre più esposto. Infatti, una recente meta-analisi, condotta su gran parte del bacino del Mediterraneo occidentale, ha rilevato che la diversità genetica è positivamente correlata con il livello di impatto antropico, con praterie a bassa diversità genetica che non sono in grado di sopravvivere in aree ad alto impatto [1]. La variabilità genotipica e la struttura genetica delle popolazioni di *P. oceanica* nel Mar Mediterraneo sono state studiate a diverse scale spaziali. Nel complesso, sono stati trovati forti clini genetici lungo i gradienti latitudinali e longitudinali, con popolazioni confinate che mostrano un'elevata clonalità e una bassa diversità genetica [2]. Le popolazioni del Mediterraneo occidentale sono nettamente separate da quelle orientali, con il canale di Sicilia che rappresenta una zona di transizione [3,4]. Essendo al confine tra il bacino del Mediterraneo occidentale e quello orientale, la regione Calabria rappresenta quindi una chiara peculiarità, fungendo da importante barriera biogeografica, con popolazioni distribuite lungo le coste tirreniche potenzialmente slegate da quelle ioniche. Inoltre, con 800 km di coste, la regione Calabria ospita 14 Zone Speciali di Conservazione (ZSC) caratterizzate dall'habitat prioritario *Posidonia oceanica*. In questi siti, la conoscenza della struttura delle praterie e delle relative funzioni e servizi ecosistemici è scarsa o assente e sono urgentemente necessarie ulteriori ricerche. *P. oceanica* è anche un esempio archetipico di olobionte (cioè l'assemblaggio dell'ospite vegetale e delle sue comunità epifitiche, anche microbiche [5]), essendo in una relazione intima con diverse comunità di organismi associati alle loro foglie e radici [6]. Queste comunità hanno ruoli significativi per la crescita, la salute e la produttività delle piante, ad esempio fornendo una base trofica, e contribuendo anche in modo significativo al ciclo del carbonio (C) [7]. Tuttavia, non è noto nelle fanerogame marine se la comunità epifitica sia influenzata dal genotipo dell'ospite e se e in che misura le differenze nella composizione della comunità epifitica tra le diverse popolazioni di *P. oceanica* si riflettano nelle diverse funzioni e servizi dell'ecosistema.

Solo di recente, la Calabria ha attivato la rete di monitoraggio dei siti Natura 2000 e ZSC con Habitat 1120 e al momento sono disponibili mappe aggiornate delle praterie più estese con indicazioni dei principali drivers che insistono nei siti. EDIPO intende arricchire la conoscenza di questi siti, analizzando la diversità genetica delle popolazioni di *P. oceanica* lungo le coste tirreniche e ioniche della Calabria e nella zona di transizione rappresentata dalle popolazioni presenti lungo le coste calabresi nello Stretto di Messina, e di studiarne la biodiversità epifitica associata e la loro dinamicità annuale. Essendo la Calabria una barriera biogeografica è quindi urgente conoscere la struttura genetica delle praterie calabresi e delle relative funzioni e servizi ecosistemici ad esse associate, al fine di definire se esistono praterie ad elevata diversità genetica o praterie relitte la cui connettività è scarsa o nulla [8]. Le informazioni provenienti dalla valutazione della diversità genetica ci permetteranno di ottenere una mappa genetica delle popolazioni di *P. oceanica*, lungo la costa calabrese, comprendente la diversità genetica delle singole popolazioni e la connettività genetica tra le popolazioni.

Inoltre, l'integrazione delle informazioni relative alla diversità genetica, alla struttura fisica e alla comunità epifitica associata delle popolazioni di *P. oceanica* ci consentirà di:

- i) studiare le potenziali interrelazioni tra la struttura fisica, genetica e delle comunità epifitica delle praterie di *P. oceanica* nella regione Calabria ed esplorare come queste relazioni cambino in condizioni ambientali diverse in funzione delle macroaree geografiche;
- ii) stabilire un prezioso riferimento di base per il futuro monitoraggio del funzionamento e dello stato di conservazione delle praterie di *P. oceanica* nella regione anche in funzione dei cambiamenti climatici in atto;
- iii) fornire una base fondamentale per valutare la potenziale resilienza delle popolazioni agli impatti ambientali.

Tutte queste preziose informazioni saranno utili a definire le strategie di gestione e ripristino ambientale lungo la costa calabrese con l'obiettivo finale di preservare le preziose funzioni ecosistemiche e i servizi forniti dalle praterie di *P. oceanica*. Queste informazioni sono anche molto rilevanti per il raggiungimento degli obiettivi di conservazione stabiliti nell'ambito delle politiche di conservazione ambientale regionali, nazionali ed europee (ad es. WFD, MSFD). Una chiara comprensione delle interrelazioni tra la struttura genetica, la struttura fisica e la struttura delle comunità epifitiche delle praterie di *P. oceanica*, infatti, può fornire informazioni su siti donatori idonei per esperimenti di trapianto, basati sulla diversità dei genotipi e sulla compatibilità genetica/ epifitica/macroarea geografica con i siti di trapianto. Inoltre, il progetto si propone di migliorare le conoscenze, sull'importanza degli ecosistemi di *P. oceanica* presso le comunità di pescatori, attraverso i contatti che gli Enti coinvolti hanno con realtà locali, agenzie del terzo settore, associazioni di categoria. Questo progetto, infatti, sfrutterà sia le caratteristiche peculiari della penisola calabrese sia le competenze multidisciplinari di EPMR, Unical e Unime per fornire:

conoscenze estremamente rilevanti sia a scala locale, con implicazioni per i programmi di gestione e/o ripristino delle coste, che a scala mediterranea e globale, con implicazioni per la genetica delle popolazioni, l'ecologia e l'evoluzione di una pianta marina iconica;

l'attuale condizione socio-economico-culturale della Calabria richiede massima attenzione ed impegno. Ciò, che è prassi consolidata in altre regioni italiane in Calabria assume carattere di innovazione e richiede pertanto strumenti di attuazione condivisi al fine di migliorare la conoscenza dell'importanza degli ecosistemi di *P. oceanica* nella popolazione calabrese, attraverso eventi pubblici organizzati da EPMR, Unical, e Unime. Promuovere incontri, tra le Fisheries Local Action Groups del Tirreno e dello Ionio, Agenzie Ambientali locali, Governo Regionale e partner di progetto, avrà la finalità di creare una rete collaborativa per condividere obiettivi e risultati.

#### Bibliografia

1. Jahnke M, Olsen JL, Procaccini G. 2015 A meta-analysis reveals a positive correlation between genetic diversity metrics and environmental status in the long-lived seagrass *Posidonia oceanica*. *Mol Ecol* 24, 2336–2348. (doi:10.1111/mec.13174)
2. Meinesz A, Cirik Ş, Akcali B, Javel F, Migliaccio M, Thibaut T, Yükses A, Procaccini G. 2009 *Posidonia oceanica* in the Marmara Sea. *Aquatic Botany* 90, 18–22. (doi:10.1016/j.aquabot.2008.04.013)
3. Arnaud-Haond S, Migliaccio M, Diaz-Almela E, Teixeira S, Van De Vliet MS, Alberto F, Procaccini G, Duarte CM, Serrão EA. 2007 Vicariance patterns in the Mediterranean Sea: east–west cleavage and low dispersal in the endemic seagrass *Posidonia oceanica*. *Journal of Biogeography* 34, 963–976. (doi:10.1111/j.1365-2699.2006.01671.x)
4. Serra IA et al. 2010 Genetic structure in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* : disentangling past vicariance events from contemporary patterns of gene flow. *Molecular Ecology* 19, 557–568. (doi:10.1111/j.1365-294X.2009.04462.x)
5. Bordenstein SR, Theis KR. 2015 Host Biology in Light of the Microbiome: Ten Principles of Holobionts and Hologenomes. *PLoS Biol* 13, e1002226. (doi:10.1371/journal.pbio.1002226)
6. Tarquinio F, Hyndes GA, Laverock B, Koenders A, Sävström C. 2019 The seagrass holobiont: understanding seagrass-bacteria interactions and their role in seagrass ecosystem functioning. *FEMS Microbiology Letters* 366,

fnz057. (doi:10.1093/femsle/fnz057)

7. Brodersen KE, Koren K, Revsbech NP, Kühl M. 2020 Strong leaf surface basification and CO<sub>2</sub> limitation of seagrass induced by epiphytic biofilm microenvironments. *Plant Cell Environ* 43, 174–187. (doi:10.1111/pce.13645)

8. Comparison of ISSR and SSR markers for analysis of genetic diversity in the seagrass *Posidonia oceanica* IA Serra, G Procaccini, MC Intrieri, M Migliaccio, S Mazzuca, AM Innocenti. *Marine Ecology Progress Series* 338, 71–79.

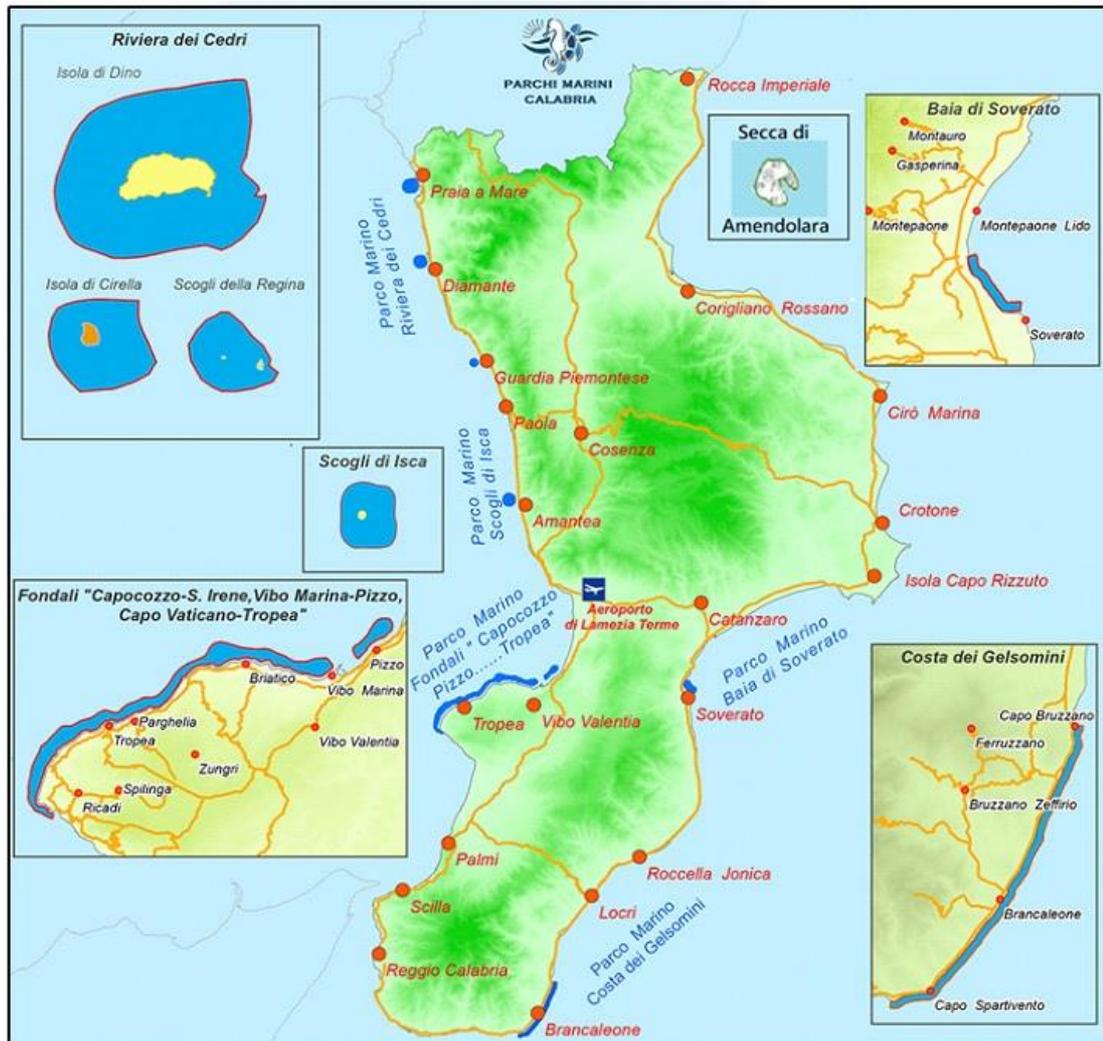


Fig. 1. Sitografia delle 9 ZSC e dell'AMP oggetto del progetto (Fondali Isola di Dino, Fondali di Isola di Cirella, Fondali di Pizzo, Capo Vaticano, Scilla, Punta Pezzo Capo dell'Armi, Fondali di Brancaleone, AMP Isola Capo Rizzuto, Fondali Mirto-Crosia).

**a. Quali risultati sono previsti e quali sono gli indicatori di performance qualitativi e quantitativi per ciascun risultato? (max 2000 parole)**

EDIPO aspira ad ottenere quattro specifici risultati:

1. il primo è la mappatura genetica di nove ZSC e della AMP delle coste calabresi e la dimostrazione della presenza di genotipi (alleli) esclusivi dei due versanti tirrenico e ionico, chiarendo così il ruolo della Calabria nella separazione delle popolazioni. L'indicatore quantitativo di performance è rappresentato dal numero di analisi/sito/mese. Sono previsti un massimo di 40 campioni per sito, con un totale di 400 analisi genetiche e 30 analisi genomiche SNPs, 10 mappe GIS con indicazioni sulla distribuzione dei genotipi;
2. il secondo risultato è rappresentato dall'identificazione delle specie epifitiche, mediante metabarcoding. Questo risultato presenta criticità dovute alla complessità delle comunità di epifiti notoriamente costituite da associazioni di specie bentoniche vegetali, animali ed anche fungine. Occasionalmente, possono essere rilevate anche specie ittiche nel loro stato larvale. Il dato positivo della tecnica è che consente di identificare, da un unico campione di DNA, specifici taxa, generi e specie sconosciute o mai segnalate per queste comunità. A titolo di esempio, sono state riportate per *Posidonia* 54 specie di Briozoi, 5 specie di Idrozoi e 52 taxa di microalghe. Si calcola che fra foglie e rizoma *Posidonia* possa avere più di 600 specie epifitiche. L'indicatore quantitativo di performance è rappresentato da 40 campioni in ciascuno dei tre siti, per un totale di 120 analisi genomiche. Un indicatore di performance sarà costituito dal numero di specie che verranno identificate mediante metabarcoding rispetto al numero di specie riportate in letteratura per ciascun specifico taxon. Per la pubblicazione sul portale GBIF, le sinonimie saranno confrontate con il registro mondiale delle specie marine (WoRMS);
3. il terzo risultato è dato dalla caratterizzazione e classificazione del dettaglio del limite inferiore, in due praterie pilota della Calabria, una tirrenica e l'altra ionica. L'indicatore di performance quantitativo è dato dal numero di punti georeferenziati lungo il limite inferiore, con maglie non superiori ai 200 m per estensioni non inferiori a 1000 m;
4. il quarto risultato è la costruzione di un database di metadati che costituirà un unico documento informatico (metadati di contenuto) descrittivo; una volta inserito in un sistema di archiviazione, tale documento sarà facilmente reperibile e aggiornabile. Uno dei sistemi più utilizzati è lo schema METS (*Metadata encoding and transmission standard*), all'interno del quale sono riportati diversi schemi di codifica. Possono essere create istanze che descrivono la struttura gerarchica delle risorse digitali, la registrazione di file, le posizioni dei file nella struttura gerarchica, e dei metadati associati a ogni singolo documento. L'indicatore di performance quantitativo sarà dato dal numero di cluster prodotti.

Per quanto riguarda l'indicatore di performance qualitativa, si farà riferimento a:

- 1) la qualità dei team di ricerca che opereranno nelle WPs. Il WP1, WP2 e WP4 coinvolgeranno 4 Unità di personale Scientifico dell'Università della Calabria (un Professore Associato e tre ricercatori da contrattualizzare) e una unità di personale tecnico-amministrativo. Per il WP3, l'Università degli studi di Messina coinvolgerà 4 unità di personale strutturato (1 Professore Ordinario di Ecologia, 1 Professore Associato di Genetica e 2 Ricercatori Senior, di Ecologia e Zoologia rispettivamente);
- 2) indicatore di qualità della produzione scientifica, dato dal numero di pubblicazioni attese (non inferiori a 4), partecipazioni a congressi nazionali e internazionali;

- 3) indicatore sintetico di performance nell'attività di terza missione (eventi divulgativi organizzati, associazioni coinvolte, eventi public engagement);
- 4) discostamento temporale delle attività indicate nel cronoprogramma e dei risultati associati.

**b. Quali sono gli elementi di innovatività del Progetto? (max 2000 parole)**

Confrontare i genotipi di *Posidonia* con la struttura delle comunità epifitiche rappresenta un elemento di innovazione per molti aspetti. Tra questi, poter identificare caratteri di unicità tra le popolazioni dei due versanti tirrenico e ionico, con possibili applicazioni in ambito di restauro ambientale, identificando i caratteri peculiari di siti donatori idonei ad esperimenti di trapianto, basati sulla diversità dei genotipi/ compatibilità epifiti/ambiente con i siti di trapianto.

Il metodo molecolare, proposto per la identificazione degli epifiti, prevede il campionamento diretto della comunità, raccogliendo e utilizzando esclusivamente le foglie, rendendo così il campionamento non distruttivo. Sarà testata l'utilità del metodo nel distinguere diverse condizioni di prateria, considerando due praterie modello sui due versanti. L'adattamento del metodo per il metabarcoding che usa *primer* generalisti evidenzierà la diversità degli eucarioti presenti e la loro distribuzione quali-quantitativa delineando un nuovo strumento per lo studio degli habitat di fanerogame marine in modo rapido ed efficiente. Ciò sarà cruciale per la ridefinizione delle misure di protezione e gestione per questo principale habitat costiero. Un elemento di innovazione è anche l'approccio integrato per la valutazione della tipologia di limite, un metodo consolidato, ma che sarà effettuato integrando metodi diretti ed indiretti con l'elaborazione dei dati ambientali utilizzando un'equazione [9] che tiene conto dei dati ambientali, come l'attenuazione della luce lungo la colonna d'acqua. Questa equazione stabilisce la profondità massima di colonizzazione al limite inferiore.

9. Duarte, C., Marbà, N., Krause-Jensen, D., & Sánchez-Camacho, M. (2007). Testing the predictive power of seagrass depth limit models. *Estuaries and Coasts*, 30(4), 652-656. <https://doi.org/10.1007/BF02841962>

**In che modo il Progetto è coerente con gli obiettivi e le finalità del Bando? (max 2000 parole)**

Il progetto EDIPO si articola in attività, il cui scopo è quello di arricchire le conoscenze sulle praterie calabresi e di sviluppare metodi innovativi potenzialmente applicabili nel monitoraggio, preservazione, valorizzazione e ripristino della biodiversità dell' Habitat 1120 e anche degli habitat che, indirettamente, vengono influenzati da questo (habitat marino costieri e della zona infralitorale). Ciò avrà una positiva ricaduta per tutti gli enti, primi fra tutti l'EPMR e l'AMP calabresi, che gestiscono in maniera diretta tali risorse naturali. Tra le potenziali ricadute in termini metodologici, due sono quelle di più immediata applicazione: 1) l'analisi integrata del limite inferiore, che si baserà su metodi diretti, indiretti, e sull'applicazione di modelli previsionali; 2) la valutazione della biodiversità epifitica riferita alla struttura genetica delle praterie, che integrerà due metodologie omiche e consentirà di correlare più variabili e concorrere a definire nuovi parametri, da utilizzare nella formulazione di nuovi indici dello stato ecologico degli habitat 1120.

Molte delle attività del progetto sono in linea con gli obiettivi e le finalità del National Biodiversity Future Center (NBFC). Infatti, EDIPO si focalizza sull'area del Mediterraneo meridionale, sui due versanti che sono entrambi hotspot di biodiversità. Il progetto pone le basi per integrare metodi ormai consolidati, come l'analisi genetica di popolazioni e la loro connettività, o lo studio strutturale delle praterie, con metodi innovativi omici, allo scopo di fornire nuovi strumenti descrittivi da impiegare nei programmi di protezione e ripristino

degli ecosistemi marini. Nella Tabella 1 è indicata la coerenza di ciascuna WP proposta da EDIPO con le priorità del bando e specificamente alle attività degli spokes nell'ambito del NBFC quali lo Spoke 1, attività 1, microattività 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, con ricadute anche nelle microattività 2.1, 2.2 e 2.3; Spoke 2, attività 5, microattività 5.2,5.3,5.4, 5.5; Spoke 3, attività 1, microattività.

1.1.

<b>Tabella1. Coerenza delle WPs del progetto con le attività di ricerca NBFC /Attività spokes</b>			
	<b>Macro-attività</b>	<b>Micro-attività</b>	<b>WPs</b>
<b>Spoke 1</b>	Attività 1: National (Marine) Biodiversity Observatory System: raccolta ed integrazione dei dati di biodiversità, variabili ambientali e pressioni umane.	1.1 National (Marine) Biodiversity Observatory System: costruzione geoportale per raccolta ed integrazione dei dati di biodiversità, variabili ambientali e pressioni umane.	WP3 WP4
		1.2 Siti pilota per monitoraggio sperimentale	WP2 WP3
		1.3 Raccolta ed analisi di campioni biologici per il monitoraggio della biodiversità marina a livello di popolazione/specie	WP1 WP3
		1.4 eDNA e altri approcci metodologici innovativi per monitorare i cambiamenti della biodiversità a livello di ecosistema	WP3
	Attività 2: Sensibilità, vulnerabilità e adattamento a cambiamenti climatici. Esperimenti a larga scala per identificare le soglie e i limiti delle specie marine allo stress causato dai cambiamenti climatici. Obiettivo: creazione modelli predittivi di previsione.	2.1 Revisione e meta-analisi dei dati esistenti sugli effetti degli stressor sulle risposte ecologiche negli ecosistemi marini	WP4
		2.2 Vulnerabilità ed adattamento agli stressor/driver multipli e scaling up	WP2
		2.3 Modelli di previsione su relazione tra biodiversità, struttura e funzionamento degli habitat esposti agli scenari di cambiamento climatico	WP4
Attività 3: Strategie innovative di conservazione della biodiversità marina delle coste italiane. Posizionamento di piattaforme AI per la identificazione automatica delle specie autoctone e delle specie invasive. Obiettivo: previsione di eventi e management dei siti coinvolgendo i vari stakeholders, quindi lavoro anche su processo partecipativo per la gestione.	3.2 Standardizzazione e/o protocolli e tool innovativi per il monitoraggio applicazione di protocolli e tool innovativi per il monitoraggio della biodiversità, i disegni sperimentali, i piani di monitoraggio, "early detection" dei cambiamenti e i piani formativi degli staff delle AMP	WP3 WP4	
<b>Spoke 2</b>	Attività 5: Sviluppo di innovative tecnologie multi-omiche per contrastare le minacce emergenti alla biodiversità marina	5.2 Costruzione di una struttura dedicata alla raccolta di dati multi-omici per coordinare la raccolta da scala locale a globale dei campioni, sviluppare nuove tecnologie e processi e analizzare i dati raccolti	WP4
		5.3 Sviluppo ed applicazione di nuovi protocolli Omici per lo studio della biodiversità marina	WP3
		5.4 Sviluppo ed applicazione di nuove pipelines bioinformatiche per l'analisi ed interpretazione dei dati omici marini	WP3
		5.5 Azioni di ricerca mirate per creare risposte data-informed e capire gli effetti sulla biodiversità marina di tutte le pressioni in atto in questo periodo storico.	WP1 WP3 WP4

**c. Come sono stati scelti i partner e quale sarà il loro contributo alle attività del progetto?  
(max 2000 parole)**

**L'Ente per i Parchi Marini Regionali (EPMR)** è un ente strumentale della Regione Calabria, con sede legale presso la Cittadella Regionale, istituito con il Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 195 del 28.12.2016, ai sensi della Legge regionale 16 maggio 2013, n. 24.

L'Ente nasce dall'accorpamento dei preesistenti cinque parchi marini regionali (Parco Marino Regionale "Riviera dei Cedri", Parco Marino Regionale "Baia di Soverato", Parco Marino Regionale "Costa dei Gelsomini", Parco Marino Regionale "Scogli di Isca" e Parco Marino Regionale "Fondali di Capocozzo - S. Irene Vibo Marina - Pizzo - Capo Vaticano - Tropea"). Inoltre, a tali parchi marini regionali, lo scorso anno, si è aggiunto il Parco marino regionale "Secca di Amendolara", istituito con L.R. n° 46 del 16/12/2022.

I suddetti sei parchi interessano le aree costiere e marine calabresi più rappresentative e di pregio dal punto di vista paesaggistico, naturalistico e biologico, comprendendo anche le due uniche Isole Calabresi, l'Isola di Dino e l'Isola di Cirella, gli scogli di Isca (noti come "Isca Grande" ed "Isca Piccola), le coste rocciose ed i fondali di Tropea e Capo Vaticano, segnalati come uno degli esempi più belli di flora e fauna mediterranea.

Nel perimetro dei Parchi sono presenti 9 ex Siti di Importanza Comunitaria, attualmente ZSC: Fondali marini dell'Isola di Dino-Capo Scalea - IT9310035, Fondali marini dell'Isola Cirella-Diamante - IT9310036, Isola di Dino - IT9310034, Isola di Cirella - IT9310037, Spiaggia di Brancaleone - IT9350160, Fondali di Capocozzo, S. Irene - IT9340094, Fondali di Pizzo Calabro IT9340092, Fondali di Capo Vaticano - IT9340093, Secche di Amendolara - IT 9310053. Tra le specie presenti, si segnala la presenza, nella Baia di Soverato, dell'*Hippocampus hippocampus* e *Hippocampus guttulatus*, le uniche due specie di signatidi della subfamiglia Hippocampinae presenti lungo le coste italiane e della *Caretta caretta*, che nidifica abitualmente nel tratto costiero compreso tra Capo Bruzzano a Nord e Punta Spropoli a Sud. I fondali ricadenti nell'area dei Parchi sono caratterizzati dalla presenza di significativa e variegata flora e fauna mediterranea (praterie di margherite di mare, spirografi, spugne, ...) e da praterie di *Posidonia oceanica*, ad alta biodiversità. Da segnalare anche la presenza, sino a pochi anni fa sconosciuta, di importanti colonie di coralligeno con gorgonie (*Paramuricea clavata*), corallo nero (*Antipathella subpinnata*) e falso corallo nero (*Savalia savaglia*). Oltre alle competenze di tutela, conservazione e valorizzazione delle aree parco, l'EPMR è stato individuato dalla Giunta Regionale - delibera n. 378 del 10.08.2018 - quale Ente Gestore di 28 Zone Speciali di Conservazione (ZSC), 20 delle quali esterne alla perimetrazione dei parchi marini.

**Partner Unical.** L'attività di ricerca del partner Unical è rivolta a chiarire i meccanismi di acclimatazione alla profondità e allo stress delle fanerogame marine, in particolare *Posidonia oceanica* mediante approcci molecolari e fisiologici. Attualmente il partner Unical e l'EMPR stanno collaborando nel progetto "ProSic-Isca" (CUP J92C20001060009) finanziato dalla Regione Calabria su Fondi FEAMP 2014-2020, Misura 1.40, (Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi marini di compensazione nell'ambito di attività di pesca sostenibili), grazie al quale hanno consolidato i rapporti e i reciproci obiettivi per la conservazione e valorizzazione delle praterie di *P. oceanica*. Unical è stato partner di un secondo progetto su fondi FEAMP, "MoSic" (Cup: J12C20003450009), con capofila la SZN, Sezione Calabrese, per attività di ricerca e di monitoraggio in sei ZSC calabresi. In tale contesto, ha ampliato così la conoscenza delle praterie, migliorato i metodi di campionamento e monitoraggio, elaborato la valutazione della qualità ecologica e il grado di congruenza degli attuali indici ecologici, con le reali condizioni delle praterie studiate. Grazie al progetto, Unical ha inoltre consolidato le collaborazioni con gli operatori subacquei e con le locali organizzazioni e associazioni del settore, per cui possiede una dettagliata conoscenza della

logistica e delle criticità legate alle immersioni subacquee in entrambi i versanti. Non ultimo, il partner Unical ha collaborato all'applicazione dei marcatori genetici neutrali (ISSR e SSR), per lo studio delle diversità genetica di alcune popolazioni naturali di *P. oceanica*, lungo le coste calabresi, dando nuove informazioni sulla diversità clonale di questa specie [8]. Il contributo principale di Unical sarà quindi quello di:

- a) effettuare tutte le operazioni a mare (prelievi per analisi genetica, prelievi per analisi degli epitifi, monitoraggio del limite inferiore);
- b) coordinare le attività laboratoriali, nelle fasi preparatorie dei campioni da utilizzare per l'estrazione e la purificazione del DNA nucleare, per le analisi genetiche e genomiche (SNPs), nella successiva costruzione delle mappe genetiche delle ZSC, nella definizione del database di metadati;
- c) attraverso il Liaison Office di Ateneo, Unical collaborerà alla corretta redazione dei documenti amministrativo-contabili, alla redazione dei report di monitoraggio periodico che saranno funzionali al processo di rendicontazione intermedio e finale del progetto.

**Partner Unime.** Il Laboratorio per lo Studio, la Ricerca e l'Esplorazione dell'Ambiente Marino (Lab StREAM) dell'Università degli Studi di Messina rappresenta un gruppo multidisciplinare di ricercatori afferenti ai Dipartimenti CHIBIOFARAM e SCIVET, i quali possiedono competenze consolidate in ambito ecosistemico marino ed oceanografico.

L'attività scientifica, svolta grazie alla strumentazione disponibile presso i dipartimenti sopra citati, è principalmente orientata verso lo studio di organismi animali acquatici, della loro distribuzione e di tutti i parametri che caratterizzano l'ambiente in cui essi vivono. L'attenzione del gruppo di ricerca, nel corso delle esperienze pregresse e delle progettualità in corso d'opera, è rivolta ad aree geografiche marine estreme o stressate, o ad aree caratterizzate da particolari condizioni antropiche o naturali, quali: Area lagunare di Oliveri-Tindari, Stretto di Messina, Laghi salmastri di Ganzirri e Faro (Messina), Isole Egadi, Coste Tirreniche e Ioniche calabresi e siciliane, aree antartiche, sorgenti idrotermali, nonché ambienti profondi e biocenosi associate a diversi substrati antropici tra cui relitti e siti di interesse archeologico. Nel corso di tali ricerche la componente biotica è stata integrata con quella abiotica dando risalto anche alle caratteristiche edafiche dei fondali e fisico-chimiche delle acque e dei substrati presenti. Le ricerche condotte dal gruppo riguardano i comparti bentonico, nectonico, con particolare riferimento alle risorse demersali, sia in termini di reti trofiche, sia per gli aspetti riproduttivi, su organismi target di interesse commerciale ed ecologico. Il gruppo tratta, inoltre, tematiche inerenti gli ambienti di transizione, la biodiversità di ambienti lagunari, le relazioni tra organismi bentonici e fauna demersale, il monitoraggio di aree marine protette, la valutazione dell'impatto sull'ambiente costiero di attività di posa di manufatti sui fondali marini. Il gruppo si occupa di argomenti inerenti la biologia di organismi animali selvatici e allevati (acquacoltura) con particolare riferimento alla presenza di inquinanti, specialmente microplastiche (e loro identificazione), e alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dei sedimenti (T, Sal, pH, DO, TOC, TN, TP, Sali di azoto e fosforo). LabStREAM si occupa inoltre di identificazione tassonomica di invertebrati e vertebrati acquatici, con particolare riferimento alle specie marine per mezzo di identificazione sia di tipo classico sia di tipo molecolare, tramite tecniche di barcoding e metabarcoding. Grazie agli expertise del team di ricerca LabStREAM di UniMe, questo si integra perfettamente negli scopi del progetto EDIPO. La cooperazione fra gli enti di ricerca partner del progetto è corroborata da diverse attività pregresse e in corso che hanno visto come attori i suddetti partner (UniCal, SZN, e UniMe), quali il precedentemente citato progetto "MoSic" (Cup: J12C20003450009), e il progetto "UNderwAter cuLTural hERitage conservation by means Anti- BiofouLing Econfriendly products (UNALTERABLE)" finanziato sul bando progetti di Ricerca CRIMAC "Centro ricerche ed infrastrutture marine avanzate in

Calabria” con Delibera n. 127 del 14/06/2021 del Consiglio di Amministrazione della Stazione Zoologica Anton Dohrn. Le attività che saranno svolte dal partner UniMe saranno rivolte all'identificazione tassonomica delle comunità epifitiche per mezzo di tassonomia classica e DNA metabarcoding, con elaborazioni bioinformatiche e saranno in grado di fornire i risultati necessari alla buona riuscita del progetto.

**d. Descrivere come saranno coinvolti gli attori del territorio di riferimento, con quali attività? (max 2000 parole)**

L'ATS, insieme ai partner, utilizzerà le reti di contatti, proprie di ciascun gruppo di ricerca. L'EPMR, nello specifico, può vantare Accordi partenariato e di programma, con le amministrazioni e gli enti locali delle aree dei Parchi e con le principali associazioni ambientaliste calabresi. Inoltre, l'EPMR terrà i contatti e curerà i rapporti con la Provincia di Crotone, ente gestore dell'AMP di Isola Capo Rizzuto, per lo svolgimento delle attività previste dal progetto. L'EMPR, infine, terrà i contatti e curerà i rapporti con il Settore Aree Protette del Dipartimento Ambiente della Regione Calabria, per aggiornamenti sulle attività, utili a modificare e/o integrare i piani di gestione e a divulgare le attività e i risultati del progetto.

Il territorio calabrese ha realtà consolidate, quali l'associazionismo di settore e i Gruppi di Azione Locale per la Pesca (FLAG). In particolare, il partner Unical ha contatti diretti e continuativi con il FLAG “Perla del Tirreno (Perti)” e con Centri subacquei dislocati lungo i vari segmenti di costa prossimi alle ZSC, che offrono supporto logistico e professionale per le attività subacquee. Con il FLAG Perti, sono stati formalizzati accordi di collaborazione per attività di divulgazione, assistenza e supporto logistico nelle aree portuali, essendo il FLAG capace di creare una rete tra operatori del settore della pesca e altri attori pubblici e privati locali. Unical, inoltre, nella figura del Rettore, ha sottoscritto di recente una convenzione con i Nuclei Subacquei dell'Arma dei Carabinieri, grazie alla quale sarà possibile, se necessario, avere supporto logistico in aree poco attrezzate o senza infrastrutture portuali.

**Descrivere come avverrà la gestione del Progetto e quali figure professionali verranno coinvolte (max 2000 parole)**

Per la gestione del progetto, verranno attuate le seguenti azioni:

- 1) stipula di un Accordo Temporaneo di Scopo, tra i partner, a firma dei responsabili legali degli Enti coinvolti, nel quale verranno dettagliate le competenze e le responsabilità per ciascun partner;
- 2) L'EPMR, in quanto Soggetto Capofila, costituirà il centro di spesa e, nell'ATS verrà riportata la suddivisione del budget a favore dei partner, per voci di spesa, in accordo con le WP di competenza e con le attività da svolgere. Ciò, semplificherà la verifica della spesa in fase di rendicontazione;
- 3) i coordinatori di WP saranno delegati quali responsabili scientifici, dai legali rappresentanti degli Enti coinvolti;
- 4) verrà stipulata una convenzione tra l'EPMR, Università della Calabria e l'Università di Messina, allo scopo di definire la eventuale erogazione di contratti e/o borse di studio, validare i risultati scientifici del progetto e promuovere la comunicazione scientifica, tramite le azioni di public engagement organizzate dall'Ateneo (es Notte dei Ricercatori, Nature Day, etc.).

## Figure professionali coinvolte

Il progetto EDIPO prevede la partecipazione di scienziati esperti, provenienti da due istituti di ricerca nazionali. Il partner Unical si avvale della docente Silvia Mazzuca (<https://scholar.google.com/citations?user=toTtasQAAAAJ&hl=it>) che è stata coinvolta in precedenti lavori sulla selezione dei marcatori e sulla genetica delle popolazioni di *P. oceanica*. Dal 2004 è stata pioniera nell'applicazione dell'approccio molecolare, basato sull'analisi proteomica funzionale alle fanerogame marine. E' stata partner di un ERC COAST dedicata alla ricerca e alla gestione delle fanerogame marine, e partecipato a tre workshop su fanerogame marine del Mediterraneo, grazie ai quali ha consolidato una forte rete europea che potrà essere coinvolta nelle attività di disseminazione dei risultati della ricerca. Dal 2021, S. Mazzuca ha coordinato le attività di due progetti finanziati dalla regione Calabria (FEAMP, misura 1.4) durante i quali il team ha consolidato l'expertise in attività di campo in SCUBA e nel monitoraggio. Per il progetto, saranno reclutate tre figure professionali, due Operatori Scientifici Subacquei certificati e un ricercatore con competenze molecolari in genetica e genomica che entreranno a far parte del gruppo di ricerca dell' Unical. Il team così composto, coordinerà il WP1 e WP2 e collaborerà al WP3 e WP4. Il partner UniMe, che vanta fra i partecipanti al progetto EDIPO la Prof.ssa Nunziacarla Spanò (ordinario di Ecologia), la Dott.ssa Serena Savoca (RTDb in Ecologia) il Dott. Gioele Capillo (RTDb in Zoologia), con pluriennale esperienza nello studio della fauna bentonica, e il gruppo di ricerca del Prof. Orazio Romeo (associato di Genetica) con esperienza decennale nel settore della bioinformatica applicata allo studio della biodiversità eucariotica, coordinerà il WP3 e parteciperà ai restanti WPs. Nello specifico il WP3 leader, nella persona della Dott.ssa Serena Savoca, con la collaborazione del gruppo di zoologia, coordinato dal prof Capillo e di genetica coordinato dal prof Romeo, definirà la componente epifitica associata alle due praterie di *P. oceanica*, e ne tratterà l'andamento stagionale per mezzo di applicazione di modelli statistici univariati e multivariati, utili a definire, fra gli altri, i potenziali rapporti interspecifici esistenti nelle praterie selezionate. La Dott.ssa Savoca ha, nel corso dei suoi studi, progressi e in corso d'opera, contribuito allo studio di interazioni simbiotiche, della variabilità stagionale e geografica di biocenosi di fondi duri e molli e relativi rapporti interspecifici; tale expertise sarà essenziale nel profilare le differenze fra le aree tirreniche e ioniche in termini di diversità, stagionalità e connettività ecosistemica delle praterie indagate.

## **Sono previste attività di comunicazione, diffusione e coinvolgimento del territorio? Descrivere quante e con quali modalità (max 2000 parole)**

I risultati saranno pubblicati su riviste scientifiche internazionali e divulgati attraverso la partecipazione a Congressi e Convegni rivolti a tutta la Comunità Scientifica. I risultati possono anche essere oggetto di una tesi di laurea, o un punto di partenza all'interno di un dottorato di ricerca. Gli obiettivi sono favorire la diffusione di nuove idee e nuovi progetti, creare nuove collaborazioni con colleghi italiani e stranieri; valorizzare l'immagine e il ruolo dell'ente finanziatore grazie all'impatto scientifico sul livello di interesse, visibilità e utilità della ricerca e valorizzare la ricerca italiana nel mondo.

Il progetto prevede attività di disseminazione e comunicazione volte a divulgare il progetto su scala locale, regionale, nazionale e internazionale.

La diffusione sarà pianificata da un piano strategico specifico che includa la comunicazione interna ed esterna, fissato all'interno del piano di comunicazione, condiviso con tutti i partner e guidato da EPM.

La comunicazione interna sarà sviluppata attraverso i principali canali generalmente

applicati per i progetti internazionali: scambi di e-mail, telefonate, incontri faccia a faccia, conferenze telefoniche o video, riunioni, e sarà focalizzata sul coordinamento delle attività e sulla metodologia, aggiustamenti durante la durata del progetto.

La comunicazione esterna e la diffusione ha l'obiettivo principale di promuovere il progetto, le sue attività e i risultati attraverso il coinvolgimento di diversi gruppi target, dagli scienziati alle comunità locali. Le attività si rivolgono agli istituti di ricerca e al mondo accademico, in quanto questi sono considerati attori potenti nell'applicazione degli approcci progettuali collaudati e nella promozione all'interno delle loro comunità. Le pubblicazioni scientifiche e la partecipazione a incontri internazionali da parte dei ricercatori coinvolti in questo progetto assicureranno il valore dei risultati del progetto tra le comunità scientifiche e le istituzioni europee competenti.

Le attività del progetto saranno divulgate attraverso la partecipazione dei partner a conferenze, webinar, ecc. correlati. Tutti i partner svolgeranno un ruolo attivo nelle attività di sviluppo e diffusione.

Verrà realizzata una pagina web sul sito ufficiale dell'EPMR: questo sito mostrerà gli obiettivi principali del Progetto più le attività di ricerca, supportate da video e immagini accattivanti. I contenuti del sito web saranno mantenuti e aggiornati in tempo reale e rifletteranno le fasi e lo sviluppo del Progetto.

Verranno organizzati in Calabria incontri intermedi e un incontro finale del progetto, durante il quale verrà ampliato l'impatto del progetto al fine di illustrare i risultati ottenuti sia dalla ricerca e dalla divulgazione che dalla pubblica istruzione. L'esito dell'incontro sarà riassunto in una relazione finale che sarà messa a disposizione delle parti interessate e dei decisori politici della regione Calabria.

**e. Descrivere l'impatto previsto (qualitativo e quantitativo). (max 2000 parole)**

Oltre al positivo impatto che i risultati delle attività avranno nelle linee di ricerca degli spokes nell'ambito del NBFC, sono previsti impatti sugli specifici programmi di monitoraggio della Marine Strategy in Calabria e eventualmente sul territorio nazionale. Dall'analisi genetica di 10 ZSC calabresi, dalle risultanti 10 mappe genetiche e della relazione di connettività tra le praterie nelle macroaree, nonché dall'analisi di dettaglio dei limiti inferiori di tre praterie e dal numero di specie epifitiche identificate si potranno avere ricadute positive sui descrittori nell'ambito del Modulo 10. Habitat delle praterie di P. oceanica, e in particolare

- **Descrittore 1:** WP1 e WP3. Le attività indicheranno in dettaglio la **biodiversità** collegata all'habitat, sia in termini di biodiversità intraspecifica, attraverso le analisi genetiche, sia della biodiversità interspecifica, valutata dalle analisi molecolari per la identificazione degli epifiti. Potranno essere identificate anche specie fino ad ora non segnalate e descritte. Avremo informazioni di dettaglio sulla distribuzione e l'abbondanza delle specie collegata con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche.
- **Descrittore 2:** WP3 evidenzierà la presenza di eventuali specie aliene sia epifitiche che ittiche (stati larvali); in questo ultimo caso il risultato impatterà positivamente anche sul **Descrittore 3** se le specie identificate ricadranno in popolazioni di tutti i pesci, molluschi e crostacei sfruttati a fini commerciali.

**Descrittore 4:** i risultati del WP1 e WP3 avranno impatti indiretti positivi anche sulle conoscenze degli elementi della **rete trofica** dell'habitat 1120, notoriamente una nursery, dal cui stato di salute ecologica dipende l'abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva.

- **Descrittore 5:** Infine, la valutazione dell'abbondanza relativa degli epifiti e la loro naturale dinamicità stagionale daranno informazioni sul grado di **eutrofizzazione di origine umana**, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell'ecosistema, fioriture algali opportuniste.

Il progetto EDIPO creerà una rete di collaborazione e di scambio reciproco tra istituti di ricerca, Ente Parchi Marini e numerose agenzie territoriali quali comuni, provincie, capitanerie di porto, associazioni, FLAG, Dipartimenti Regionali che insieme concorreranno al consolidamento delle buone pratiche e a garantire una compagine di riferimento per progettualità future nell'ambito del monitoraggio, conservazione e ripristino delle Aree Marine Protette e delle ZCS.



Figura 2. Indicatori del Modulo 10 Praterie di P. oceanica su cui avranno impatto positivo le attività del progetto.

**f. Descrivere come si intende garantire la sostenibilità delle attività del progetto dopo la fine del finanziamento (max 2000 parole).**

Il progetto, come ampiamente spiegato, servirà a migliorare e ad integrare il quadro conoscitivo sull'habitat prioritario 1120 di diverse ZSC calabresi. In tal senso, i risultati del progetto serviranno allo stesso EPMP, sia per una più puntuale definizione dei Piani di Gestione che, per elaborare, nell'ambito della specifica Programmazione regionale 2023-2027, gli interventi di eventuale ripristino degli habitat. Inoltre, gli stessi risultati del progetto saranno utilizzati per aggiornare il Formulario di Rete Natura 2000. Pertanto, dovendo estendere la attività conoscitive progettuali a tutte le ZSC, marine costiere della Calabria, sia l'E.P.M.R. che il Dipartimento Ambiente della Regione Calabria garantiranno la sostenibilità delle attività progettuali, anche dopo la fine del finanziamento.

Si fa notare che, in tal senso, con la D.G.R. n. 72 del 15/05/2020, la Regione Calabria ha adottato il PAF (Quadro delle Azioni Prioritarie) per i siti Natura 2000 per il periodo 2021-2027, che prevede:

- ✓ l'attivazione di misure di vigilanza, monitoraggio;

- ✓ il completamento della mappatura e censimento degli habitat e delle specie di interesse comunitario;
- ✓ le misure specifiche per il mantenimento degli habitat e delle specie (Posidonia oceanica, Coralligeno, Caretta caretta, etc..).

Il PAF 2021-2027, tra l'altro, individua le risorse finanziarie per l'attuazione delle suddette Misure, di mantenimento e ripristino di specie e habitat, relative alle ZSC DI Natura 2000 marine e costiere.

## 7. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

<b>WORK PACKAGE (WP) 1</b>	
<b>Nome attività</b>	<b>Analisi della diversità genetica e genomica delle ZPS calabresi</b>
<b>Tipologia di attività</b>	Attività di campo e sperimentale
<b>Descrizione attività (max 500 parole)</b>	Unical coordinerà questa WP. Saranno campionati random circa 40 ciuffi per ogni sito in immersione SCUBA in 10 siti (Isola di Dino, Isola di Cirella, Fondali di Pizzo, Capo Vaticano, Scilla, Punta Pezzo, Brancaleone, Isola Capo Rizzuto, Mirto-Crosia). I campioni saranno raccolti tenendo conto che esiste una struttura genetica lungo la profondità anche all'interno della stessa prateria. I campioni saranno ripuliti dagli epifiti, essiccati in gel di silice per l'estrazione del DNA. Il DNA sarà estratto e purificato. La genotipizzazione sarà eseguita utilizzando un dataset di loci microsatelliti ampiamente utilizzato per la caratterizzazione della struttura genetica di P. oceanica nel bacino mediterraneo. Verranno valutate sia la diversità genetica (diversità allelica, eterozigosi) che la diversità genotipica (Nr_genotipi/Nr-campioni analizzati). La struttura genetica e la connettività saranno ottenute per l'intera area di studio e confrontate con i dati esistenti disponibili per la maggior parte del bacino del Mediterraneo occidentale. Verrà effettuata l'analisi della struttura genetica e della connettività tra popolazioni. Su un sub-set di campioni rappresentativo dei versanti ionico e tirrenico e dello stretto di Messina, sarà effettuata una analisi di diversità genomica utilizzando marcatori SNPs con lo scopo di identificare con maggiore dettaglio le differenze tra le diverse macroaree geografiche ed associare le variazioni a regioni funzionali.
<b>Risultati attesi</b>	Ricerca Fondamentale
<b>Indicatori di performance (quali/quantitativi)</b>	L'indicatore quantitativo di performance è rappresentato dal numero di analisi/sito/mese. Considerando 40 analisi per 15 siti in un periodo di 10 mesi il valore indicatore quantitativo di performance massima per questo risultato è 60.

	L'indicatore qualitativo è dato dalla valutazione della diversità genetica (diversità allelica, eterozigosi) delle popolazioni analizzate e dal suo confronto con tutte le altre popolazioni del Mediterraneo.
<b>Durata attività</b>	16 mesi
<b>Mese di inizio</b>	Mese 1
<b>Mese di fine</b>	Mese 16
<b>Organizzazione/Ente Leader</b>	Unical
<b>(Se previsto) Partner</b>	
<b>Costo totale attività</b>	<b>55.000</b>
<b>Cofinanziamento Soggetto Proponente</b>	
<b>Contributo Enti terzi</b>	<b>7000 (cofin Unical)</b>
<b>Contributo richiesto</b>	<b>48.000</b>
<b>WORK PACKAGE (WP) 2</b>	
<b>Nome attività</b>	<b>Caratterizzazione della struttura fisica del limite inferiore in due siti pilota</b>
<b>Tipologia di attività</b>	Ricerca Fondamentale
<b>Descrizione attività (max 500 parole)</b>	Unical coordinerà questa WP. L'attività della WP integrerà il quadro conoscitivo con la caratterizzazione del limite inferiore e la definizione su scala locale della tipologia di limite e di tutti i parametri ambientali di due siti pilota della costa calabrese: Fondali Isola di Cirella sul versante tirrenico e AMP Isola Capo Rizzuto sul versante ionico. A questo scopo sarà utilizzato il rilevamento diretto con operatori subacquei, l'indagine video-fotografica ad alta definizione e georeferenziata con videocamera con sensore Full HD. I dati serviranno alla definizione della batimetria lungo tutto il limite inferiore delle due praterie, della tipologia di limite con punti distanti non più di 200 m e su una lunghezza non inferiore ai 1000 m, dei parametri ambientali quali luminosità (attenuazione della luce) temperatura, misurati in quattro diversi momenti dell'anno. I dati verranno integrati nelle equazioni predittive del limite inferiore per le piante marine utilizzando i valori di attenuazione della luce. Ciò permetterà di definire se l'attuale limite inferiore sia quello atteso e se il potenziale di colonizzazione della P. oceanica sia compromesso e di che grado; inoltre l'analisi permetterà di individuare il principale driver che insiste al limite inferiore.
<b>Risultati attesi</b>	Definizione topografica di dettaglio dei limiti inferiori delle due praterie

	<p>Definizione dei punti georeferenziati sui limiti inferiori delle due praterie per monitoraggi continuativi</p> <p>Classificazione della tipologia di limite</p> <p>Individuazione del principale driver al limite inferiore</p> <p>Realizzazione modelli previsionali di colonizzazione del limite inferiore nelle due praterie</p>
<b>Indicatori di performance (quali/quantitativi)</b>	<p>indicatore qualitativo: migliore conoscenza dei drivers che insistono sui due siti</p> <p>Indicatori quantitativi:</p> <p>2 mappe dettagliate del limite inferiore</p> <p>2 modelli previsionali di colonizzazione al limite inferiore</p>
<b>Durata attività</b>	12 mesi
<b>Mese di inizio</b>	<b>Mese 1</b>
<b>Mese di fine</b>	<b>Mese 12</b>
<b>Organizzazione/Ente Leader</b>	<b>Unical</b>
<b>(Se previsto) Partner</b>	
<b>Costo totale attività</b>	<b>79.700</b>
<b>Cofinanziamento Soggetto Proponente</b>	
<b>Contributo Enti terzi</b>	<b>4.400 (cofin Unical)</b>
<b>Contributo richiesto</b>	<b>79.700</b>
<b>WORK PACKAGE (WP) 3</b>	
<b>Nome attività</b>	<b>Biodiversità della comunità epifitica attraverso approccio metabarcoding</b>
<b>Tipologia di attività</b>	Ricerca Fondamentale
<b>Descrizione attività (max 500 parole)</b>	<p>Questo WP3 mira allo studio della comunità eucariotica associata a tre praterie di <i>P. oceanica</i> (Fondali di Cirella, Punta Pezzo Capo dell'Armi, AMP Isola Capo Rizzuto), attraverso campionamenti stagionali al fine di valutarne la variabilità temporale e spaziale, servendosi di metodi di laboratorio da sviluppare in maniera dedicata (protocolli estrattivi, amplificazione del DNA, processi bioinformatici). L'output finale di questo WP sarà quindi la definizione della diversità della comunità epifitica associata alle praterie di <i>P. oceanica</i> in un'area dove non sono presenti dati al riguardo. Le fasi sperimentali prevederanno un campionamento in</p>

	<p>situ di 10 campioni per sito, in quattro diversi momenti dell'anno, svolto in cooperazione con UniCal.</p> <p>Successivamente il DNA della comunità epifitica verrà estratto in laboratorio. Attraverso il raschiato delle foglie e rizomi mezzo lamette commerciali (che verranno sostituite tra campioni differenti), saranno raccolte e isolate le comunità epifitiche ad esse associate. Questi raschiati saranno quindi setacciati in acqua dolce attraverso un setaccio in acciaio inossidabile da 63 <math>\mu\text{m}</math>. I campioni verranno quindi separati in due frazioni utilizzando una colonna di due setacci in acciaio inossidabile (1 mm e 63 <math>\mu\text{m}</math> di dimensione della maglia) in acqua dolce. Come riportato da Wangenstein &amp; Turon, 2017, questo frazionamento dimensionale si ritiene necessario date le grandi differenze dimensionali degli organismi che popolano le foglie e rizomi di <i>P. oceanica</i>. Il materiale proveniente dalle frazioni di foglie e rizomi della pianta verrà quindi omogeneizzato con un mixer al fine di ottenere i campioni per le analisi di DNA metabarcoding. La sterilità dei materiali utilizzati verrà assicurata tra un campione e l'altro, così come l'inserimento di campioni di controllo positivo e negativo sarà valutata ove necessario. Per l'estrazione del DNA verranno utilizzati kit di estrazione dedicati a questo genere di substrati quali Quagen PowerMax Soil o PowerSoil Pro, utilizzando 5-10 g di ogni campione precedentemente omogenato, seguendo le specifiche tecniche dei kit ma anche apportando eventuali modifiche valutabili dalle prime fasi di prova sperimentale. La concentrazione e le caratteristiche del DNA estratto sarà valutata in analisi spettro-fluorometrica con lo strumento Q-bit. La fase di amplificazione del DNA verrà portata avanti inizialmente utilizzando primer generalisti rivolti alla comunità eucariotica, che diverse fonti riportano come efficaci ad ampio spettro (Leray et al., 2013; Wangenstein et al., 2018; Geller et al., 2013). Qualora fosse necessario, un'ulteriore amplificazione specifica separata sarà effettuata per le comunità animali e vegetali. Per il successivo sequenziamento dei campioni amplificati, precedentemente purificati con appositi kit (es. Qiagen QIAquick PCR Purification), ci si avvarrà del supporto di aziende esterne che effettuano questo tipo di servizio, e restituiranno i relativi dati grezzi (raw reads). Tali dati saranno elaborati nel processo bioinformatico che porterà alla generazione dell'output finale del presente WP3, ad opera del personale dedicato al progetto Unime/Unical. I dati ottenuti saranno integrati con i risultati delle identificazioni tradizionali (ove possibile) per avere uno spettro conoscitivo più ampio possibile che descriva le eventuali variazioni nella composizione della comunità epifitica. Verranno così rimarcate le eventuali differenze fra le popolazioni di <i>P. oceanica</i> nei due versanti, tirrenico e</p>
--	---

	Ionico e nella zona di transizione per comprendere se esistano specie e/o associazioni epifitica specifiche e come queste possano dipendere dai fattori locali.
<b>Risultati attesi</b>	<p>Definizione della diversità della comunità epifitica associata alle praterie di P. oceanica</p> <p>Analisi comparativa delle comunità associate alle tre praterie di P.oceanica selezionate</p> <p>Variazioni spazio-temporali nella composizione della comunità ed eventuali rapporti inter-specifici presenti</p>
<b>Indicatori di performance (quali/quantitativi)</b>	<p>Indicatore quantitativi: Numero di campioni provenienti da ciascuno dei tre siti, per un totale di 120 analisi genomiche.</p> <p>Numero di specie epifitiche identificate per sito</p> <p>Rapporto tra specie identificate mediante metabarcoding/numero di specie identificate con metodo classico</p> <p>Indicatore qualitativi: migliore conoscenza della dinamica delle popolazioni epifitiche riferite alle macroaree geografiche</p>
<b>Durata attività</b>	<b>15 mesi</b>
<b>Mese di inizio</b>	<b>Mese 3</b>
<b>Mese di fine</b>	<b>Mese 18</b>
<b>Organizzazione/Ente Leader</b>	<b>Unime</b>
<b>(Se previsto) Partner</b>	<b>Unical</b>
<b>Costo totale attività</b>	<b>67.300</b>
<b>Cofinanziamento Soggetto Proponente</b>	
<b>Contributo Enti terzi</b>	<b>10.600 (cofin Unime)</b>
<b>Contributo richiesto</b>	<b>56.700</b>
<b>WORK PACKAGE (WP) 4</b>	
<b>Nome attività</b>	<b>Confronto tra variabilità genetica e biodiversità epifitica.</b>

	<b>Disseminazione dei risultati</b>
<b>Tipologia di attività</b>	Trasferimento tecnologico
<b>Descrizione attività (max 500 parole)</b>	<p>EPMR, Unical e Unime collaboreranno in questa WP. L'EPMR metterà a disposizione tutte le informazioni pregresse sui siti presi in esame nel progetto. Il personale dell'EPMR collaborerà con i ricercatori di Unical e Unime all'elaborazione di tabelle di metadati. Generalmente, viene utilizzato lo schema METS (<i>Metadata encoding and transmission standard</i>) all'interno del quale sono riportati diversi schemi di codifica. Saranno create istanze che descriveranno la struttura gerarchica delle risorse digitali, la registrazione di file, le posizioni dei file nella struttura gerarchica, e dei metadati associati a ogni singolo documento. In questo modo verranno costruite tabelle di metadati riportanti tutte le informazioni e i dati riguardanti i singoli campioni (es. variabili ambientali al momento del campionamento, geolocalizzazione, posizione in riferimento alle mappe delle praterie esistenti, profondità, specie epifitiche identificate ai diversi tempi dell'anno). La natura dei metadati consente la loro condivisione con il pubblico e gli esperti del settore quali ricercatori, agenzie ambientali e Enti e saranno resi interattivi in modo da effettuare aggiornamenti, modifiche e integrazioni a cura di gruppi di ricerca che sono attivi nello stesso ambito. Questo permetterà di avere un database aggiornato di riferimento per studi ecologici, di funzionamento degli ecosistemi, di segnalazioni di nuove specie, anche aliene. Tali informazioni saranno pubblicate in sezioni dedicate della pagina ufficiale di EPM. In questa WP sarà confrontata la diversità genetica delle tre praterie selezionate con la biodiversità epifitica ad esse associate, e la loro dinamicità durante l'anno e in riferimento al versante tirrenico, ionico e di transizione. Ciò consentirà di evidenziare eventuali differenze dovute alla diversità genetica e alla localizzazione delle praterie. Se i risultati daranno indicazioni di correlazione significative, il metodo potrà essere proposto per l'integrazione degli attuali descrittori a livello di prateria. EPM coordinerà le azioni di divulgazione. Le attività di EDIPO coinvolgeranno tutti i partner nel tradurre i risultati della ricerca internazionale in un dialogo sociale locale che è quindi cruciale per migliorare la conoscenza e alimentare strategie politiche per il mantenimento della biodiversità marina lungo gli 800 km di costa calabrese. La Calabria è una regione in cui l'integrità dell'ambiente marino è costantemente compromessa perché le popolazioni locali rimangono insensibili al modo in cui le loro azioni, grandi e piccole, compromettono in modo significativo la salute marina, influenzando l'economia locale e il benessere sociale. Attraverso EDIPO, EMP e i partners non solo rafforzeranno</p>

	ed amplieranno ulteriormente il loro forte impegno esistente con tutti i settori della vita politica e sociale nella regione Calabria, ma genereranno anche azioni specifiche per incorporare considerazioni ed esigenze di diverse parti interessate.
<b>Risultati attesi</b>	Database di metadati con schema METS Correlazione fra diversità genetica e comunità epifitica Metodi per nuovi descrittori su scala prateria
<b>Indicatori di performance (quali/quantitativi)</b>	L'indicatore di performance quantitativo sarà dato dal numero di cluster/relazioni prodotti nel dataset di metadati
<b>Durata attività</b>	<b>5 mesi</b>
<b>Mese di inizio</b>	<b>Mese 16</b>
<b>Mese di fine</b>	<b>Mese 21</b>
<b>Organizzazione/Ente Leader</b>	<b>Ente Parchi Marini Regionali (EPMR)</b>
<b>Partner</b>	<b>Unime, Unical</b>
<b>Costo totale attività</b>	<b>20.000</b>
<b>Cofinanziamento Soggetto Proponente</b>	
<b>Contributo Enti terzi</b>	
<b>Contributo richiesto</b>	<b>20.000</b>