

ALLEGATO: “IL PROGETTO DI RICERCA”

PRIMA PARTE - Proposta di Capitolato Tecnico

1) DATI SALIENTI DEL PROGETTO

1.1 Titolo

- *Titolo del progetto*
Marine Hazard – Sviluppo di tecnologie innovative per l’identificazione, monitoraggio e mitigazione di fenomeni di contaminazione naturale e antropica.
- *Titolo del progetto in lingua inglese*
Marine Hazard – Development of innovative technologies for identification, monitoring and mitigation of natural and anthropic contamination processes
- *Soggetto/i Attuatore/i (Soggetto/i Partner coinvolti nel progetto):*
Il presente progetto è proposto da un insieme dei Soggetti promotori del Distretto Tecnologico per l’Ambiente Marino della Sicilia (DT AMar Sicilia), in dettaglio da:

EPR

CNR/IAMC - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per l’Ambiente Marino Costiero	UOS di Capo Granitola, Via del Mare, 3 – 91021 Torretta-Granitola (Fraz. di Campobello di Mazara – TP) - Tel.: 0924/40600 - Fax: 0924/40445
CNR/IBBR - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Genetica Vegetale	UOS di Palermo, Corso Calatafimi, 414 – 90129 Palermo
ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile	Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma – Tel. 06-36271 - Fax 06-36272591/2777
INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Laboratori Nazionali del Sud: Via S. Sofia, 62 - 95123 Catania - Tel: 095/542398 - Fax: 095/542398
INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	Sede di Palermo: Via Ugo La Malfa, 153 - 90146 Palermo - Tel.: 091/6809411 - Fax: 091/6809449
ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale	Sede di Palermo - Via Salvatore Puglisi, 9 - 90143 Palermo, Tel.: 091/6114044/5 -7302574 - Fax: 091/6114060
SZN - Stazione Zoologica “Anton Dohrn”	Villa Comunale - 80121 Napoli, Tel.: 081/5833111 - Fax: 081/7641355S
IZS – Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia	Sede di Palermo-Via G.Marinuzzi, 3-90129 Palermo, Tel.: 091 6565111-Fax: 091 6563568

GRANDI IMPRESE

Leonardo Spa	Via Monterusciello, 75 - 80072 Pozzuoli (NA), Tel.: 081/52522-262 - Fax: 081/8541914
--------------	--

MEDIE IMPRESE

Orion Srl	Orion s.r.l. Contrada Spartimento, 1 - 81050 Pastorano (CE), tel: 0823 504877, 0823 872451, 0823 879842, 0823
-----------	--

	883714
--	--------

PICCOLE E MICRO IMPRESE

Mater Sc.r.l.	Via Brece a Sant'Erasmus, 114-Napoli- Tel.: 081 6020711
Conisma	Unità locale di ricerca dell'Università di Palermo- Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Via Archirafi 18- 90123 Palermo- Tel.: 091 23862876- Fax: 091 6168755
Enviroconsult	Via San Donato, 86 – 80126 Napoli
CERICT	Viale Traiano Palazzo ex Poste-82100 Benevento- Tel.: 081 7683904

1.2 *Settore/Ambito*

Ambiente marino

1.3 *Sintesi del progetto (Abstract)*

Il termine “marine hazard” definisce la probabilità che si verifichi un evento dannoso o temibile da parte di forzanti naturali in ambiente marino. La capacità di valutazione e reazione a tale pericolo si fonda sulla comprensione dei meccanismi potenziali di innesco degli eventi e la disponibilità di strumenti in grado di mitigarne ed eventualmente prevenirne e gestirne gli effetti sull'ambiente e sull'uomo. Il progetto “Marine Hazard” intende:

- offrire un insieme di risposte operative e di soluzioni tecnologicamente avanzate per affrontare l'argomento della pericolosità connessa alla gestione delle risorse marine;
- proporre azioni specifiche capaci di affrontare una molteplicità di ambiti legati ad alcuni aspetti strategici di gestione e mitigazione della pericolosità in ambiente marino.

Obiettivo principale del Progetto è la creazione di un sistema integrato di competenze sul territorio in grado di affrontare in maniera moderna ed efficace aspetti rilevanti in materia di rischio ambientale, con specifico riferimento all'ambiente marino costiero. Tale ambiente, in particolare nelle aree della convergenza, rappresenta un elemento strategico per l'economia del territorio e ambito di particolare vulnerabilità sia per quanto riguarda le risorse ad esso collegate sia per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana delle popolazioni residenti. Il Progetto si propone di creare una forte sinergia tra l'ambito della ricerca scientifica e il comparto industriale per lo sviluppo dei temi selezionati. In sintesi, il Progetto intende:

- a) sviluppare nuovi approcci scientifici e tecnologici per una avanzata e appropriata gestione dell'ambiente e per un'efficace prevenzione di effetti che possono essere conseguenti ad **attività di estrazione di risorse minerarie** in ambiente profondo;
- b) individuare piani di gestione e recupero di aree soggette a forte impatto antropico tramite lo sviluppo di un impianto pilota su piattaforma mobile per la **bonifica di sedimenti** contaminati da inquinanti prioritari;
- c) sviluppare una nuova piattaforma osservativa integrata per il **monitoraggio in continuo e in tempo reale del sistema marino-costiero**;
- d) proporre un nuovo modello di gestione integrata della fascia costiera tramite il monitoraggio ed il restauro **di praterie di Posidonia oceanica** degradate da attività antropiche nonché tramite la valutazione del recupero dell'ecosistema, con applicazione di metodologie innovative, ecocompatibili ed ecosostenibili basate sull'osservazione dei processi naturali e sul mantenimento della variabilità genetica.

La costruzione di impianti pilota e infrastrutture di riferimento per i diversi aspetti considerati rappresenta un aspetto chiave e rilevante dell'attività del progetto, anche in vista degli sviluppi futuri del Distretto Tecnologico per l'Ambiente Marino. Il Progetto intende contribuire al governo del processo che va dalla conoscenza, tipicamente sviluppata dagli enti di ricerca, alla produzione di un prodotto, fine ultimo del mondo delle imprese. L'ambiente multidisciplinare che si intende creare e l'affiancamento coordinato tra risorse umane provenienti dal mondo della ricerca e delle aziende dovrebbero garantire inoltre l'efficacia dei passaggi intermedi che vanno dalla conoscenza alla tecnologia e dalla tecnologia al prodotto. In aggiunta, la proposta intende favorire lo sviluppo di massa critica in termini di risorse umane, tecnologiche e finanziarie al fine di beneficiare di economie di scala non altrimenti perseguibili.

1.4 Sintesi del progetto (Abstract)

The "Marine Hazard" defines the probability of natural harmful or dangerous events in the marine environment. The capacity of assessment and response to these threats is based on understanding potential mechanisms which trigger the events, and the availability of specific conceptual and operative "tools" to mitigate and possibly prevent and manage their effects on the

environment and people. The project "Marine Hazard" is focused on the following points:

- Provide a set of operational responses and technologically advanced solutions to mitigate effects related to the management of marine resources;
- Propose specific actions to tackle a variety of troubles associated to some aspects of strategic management and mitigation of hazards in the marine environment.

The main objective of the project is the creation of an integrated system of skills able to effectively and innovatively cope with some environmental risk-related issues, with specific reference to coastal marine environment. This environment, in particular in the Regions of Convergence, represents a strategic element for local economy, as well as an area of particular vulnerability either in terms of environment-related resources both or in terms of the effects on local residents' human health. The project aims to create a strong synergy between scientific research and technological transfer to the private sector, for the development of the selected themes.

In summary, the project aims to:

- a) Develop new scientific and technological approaches for an effective and innovative environmental management, and for an appropriate prevention of effects resulting from deep sea mining and mineral resource extraction;
- b) Identify management and recovery plans of areas affected by anthropogenic impact through the development of a mobile platform-based pilot plant for remediation of contaminated sediments;
- c) Develop a new integrated platform for continuous and real-time monitoring of coastal marine systems;
- d) Propose a new model of Integrated Coastal Zone Management (ICZM) through the monitoring and restoration of *Posidonia oceanica* meadows degraded by human activities, as well as through the evaluation of ecosystem recovery, in particular through the implementation of environment-friendly and sustainable innovative methodologies, based on the observation of natural processes and the maintenance of genetic variability.

The construction of pilot plants and infrastructures for the different aspects of the project is a key strategic element, also in view of future developments of the Technological District for the Marine Environment in Sicily ("DT-Amar Sicilia"). The project aims to contribute to the management of processes ranging from knowledge, typically developed by research institutions, the delivery of a product and/or service, to the ultimate goal of business and trade. The implementation of a strong multidisciplinary approach, coupled with the

cooperation among researchers and companies, should further ensure the effectiveness of the intermediate steps ranging from knowledge to technology and from technology to the final products and/or services. In addition, the proposal aims to foster the development of a “critical mass” in terms of human, technological and financial resources in order to benefit from economies of scale not otherwise liable.

1.5 Descrizione dell'obiettivo generale del progetto

Il progetto “Marine Hazard” si propone di affrontare l’argomento della pericolosità connessa alla gestione delle risorse marine con azioni specifiche capaci di affrontare una molteplicità di aspetti legati tra gli altri:

- ✓ alla conservazione del buono stato del mare e delle sue risorse,
- ✓ allo sviluppo di nuove tecnologie in grado di sfruttare in maniera sostenibile le risorse energetiche, minerali, alimentari che dal mare provengono,
- ✓ allo sviluppo di nuovi sistemi e piattaforme integrate in grado di ripristinare situazioni accettabili di comparti ambientali sottoposti ad intensi fenomeni di antropizzazione.

L’obiettivo principale del Progetto è la creazione di un sistema integrato di competenze sul territorio in grado di affrontare in maniera moderna ed efficace aspetti rilevanti in materia di rischio ambientale, con specifico riferimento all’ambiente marino costiero. Tale ambiente, soprattutto nelle aree della convergenza, rappresenta elemento strategico per l’economia del territorio e ambito di particolare vulnerabilità sia per quanto riguarda le risorse ad esso collegate sia per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana delle popolazioni residenti. Il progetto di ricerca si ripropone di creare una forte sinergia tra l’ambito della ricerca scientifica e il comparto industriale per lo sviluppo dei temi selezionati.

In sintesi, il progetto intende sviluppare nuovi approcci scientifici e tecnologici per una moderna e appropriata gestione dell’ambiente e per un’efficace prevenzione di effetti che possono essere conseguenti ad **attività di estrazione di risorse minerarie** in ambiente profondo (OR1), così come effetti di gestione e recupero di aree fortemente antropizzate tramite sviluppo di un impianto pilota su piattaforma mobile per la **bonifica di sedimenti** contaminati da inquinanti prioritari (OR2). Viene inoltre proposta una nuova piattaforma osservativa integrata per il **monitoraggio** in continuo e in tempo reale del sistema marino-costiero (OR3). Infine, viene proposto un nuovo modello di gestione integrata della fascia costiera tramite monitoraggio e restauro, bonifica e recupero naturale di praterie di *Posidonia oceanica* degradate da attività antropiche con applicazione di metodologie innovative, ecocompatibili ed ecosostenibili basate sull’osservazione dei processi naturali e sul mantenimento della variabilità genetica (OR4).

1.6 Descrizione degli elementi di coerenza del progetto con le traiettorie tecnologiche individuate nella Relazione Tecnica e con quanto indicato nel Piano di Sviluppo del Cluster presentato al Comitato Tecnico dell’Accordo di Programma.

La presente proposta progettuale è coerente con la con le traiettorie tecnologiche individuate nella Relazione Tecnica e con quanto indicato nel Piano di Sviluppo del Cluster presentato al Comitato Tecnico dell’Accordo di Programma. Il Progetto, in sintonia con la Strategia Regionale per la Ricerca e l’Innovazione (SRI), intende valorizzare e accrescere la qualità delle risorse umane, adeguandole alle esigenze poste dallo sviluppo di una società basata sulla conoscenza, e migliorare le condizioni di contesto in grado di stimolare l’innovazione; in particolare con gli obiettivi specifici di:

1. rafforzare il ruolo della ricerca e dell’innovazione come motore dello sviluppo regionale;
2. rafforzare la competitività del sistema produttivo regionale e sviluppare l’innovazione e le filiere produttive ad elevato valore aggiunto;

3. valorizzare il ruolo del capitale umano ai fini del potenziamento del sistema regionale e dello sviluppo della società della conoscenza.

In questo quadro, la proposta è un tassello importante della SRI in materia di Smart Communities, essendo finalizzato a sviluppare attività volte a valorizzare, promuovere e stimolare operazioni di recupero, salvaguardia e valorizzazione del patrimonio culturale, che include il paesaggio terrestre e marino, ed esercitare azioni di richiamo su numerose attività economiche in grado di assorbire nuova occupazione, soprattutto giovane, e al tempo stesso garantire al territorio un vantaggio competitivo. A questo scopo, il Progetto intende contribuire al governo del processo che va dalla conoscenza, tipica degli enti di ricerca, alla produzione di un prodotto, fine ultimo del mondo delle imprese. L'ambiente multidisciplinare che si intende creare e l'affiancamento coordinato tra risorse umane provenienti dal mondo della ricerca e delle aziende dovrebbero garantire inoltre l'efficacia dei passaggi intermedi che vanno dalla conoscenza alla tecnologia e dalla tecnologia al prodotto. In aggiunta, la proposta intende favorire lo sviluppo di massa critica in termini di risorse umane, tecnologiche e finanziarie al fine di beneficiare economie di scala in forme non altrimenti perseguibili.

2) STATO DELL'ARTE

La valutazione del rischio in un territorio consiste nella valutazione globale delle probabilità e gravità allo scopo di scegliere le adeguate misure di sicurezza.

Nella valutazione degli scenari evolutivi possibili di un territorio, quali l'analisi di problematiche di carattere ambientale, il rischio R è un valore definito dal prodotto:

$$R = P \cdot Vu \cdot Val$$

dove P è la pericolosità (Hazard) dell'evento in analisi, ovvero la probabilità che un fenomeno accada in un determinato spazio con un determinato tempo di ritorno; Vu è la vulnerabilità, ovvero l'attitudine di un determinato elemento a sopportare gli effetti legati al fenomeno pericoloso (ad es. nel caso di rischio sismico la capacità di un edificio a resistere all'effetto dello scuotimento); Val è il valore che l'elemento esposto al pericolo assume in termini di vite umane, risvolti economici, artistici, culturali o altro.

Un numero crescente di disastri causati da pericoli (sia di origine naturale che antropica) è stato registrato negli ultimi decenni, con impatto diretto su milioni di persone (CRED, 2011 e Agenzia europea dell'ambiente, 2010) e sulle economie di interi paesi (Barredo, 2009). Fino ad ora, l'incremento delle perdite è stato per lo più associato a cambiamenti sociali, piuttosto che ai cambiamenti climatici indotti dall'uomo (Barredo, 2009), ma ci si attende che gli eventi estremi, causa della maggior parte dei disastri, aumenteranno proprio con il cambiamento climatico (Esterling et al., 2000 e Morss et al., 2011) e con gli effetti dell'aumento di concentrazione delle attività antropiche lungo le coste.

L'impatto in termini di danno economico ed umano ha indotto la Commissione europea a elaborare un quadro giuridico, come la direttiva 2000/60/CE (2000) e la direttiva sulle alluvioni 2007/60/CE (2007), per aumentare la prevenzione, la preparazione, la protezione e la risposta agli eventi estremi e di promuovere la ricerca e l'accettazione di misure di prevenzione dei rischi all'interno della società.

Una parte importante di un approccio olistico alla gestione dei rischi naturali è la messa a punto di **sistemi di allerta precoce**, che possono essere definiti come "la fornitura di informazioni tempestive ed efficaci, attraverso le istituzioni identificate, che consente agli individui esposti a un pericolo di agire per evitare o ridurre il loro rischio e prepararsi per una risposta efficace" (ISDR, 2004). Recenti studi hanno mostrato che i sistemi di allarme rapido possono avere benefici

significativamente superiori ai costi per il loro sviluppo e mantenimento (Rogers e Tsirkunov, 2011 e Teisberg e Weiher, 2009).

La consapevolezza dei pericoli naturali è un fattore chiave nella riduzione del loro impatto sulla società. Recenti iniziative internazionali stanno favorendo lo sviluppo di una **cultura della prevenzione dei rischi** e la promozione di sistemi di allerta precoce.

L'Hazard è, quindi, per definizione inteso come la potenzialità che un'azione o un'attività scelta (ivi inclusa l'assenza di interventi) porti a una perdita o ad un evento indesiderabile. Chiaramente, questa definizione di pericolosità è aperta ad una grande quantità di scenari differenti, di possibili cause di "pericolo", di fattori da cui essa scaturisce. Da ciò deriva la necessità di interventi mirati sulla definizione della pericolosità che guardi ad un determinato settore ed alle sue problematiche specifiche, cercando di risalire alle possibili sorgenti e valutandone, ove possibile con misure oggettive e ripetibili, ogni possibile scenario di evoluzione locale della pericolosità.

È chiaro, dunque, che il processo ideale per la valutazione della pericolosità di un'area è la comprensione dei meccanismi potenziali di innesco degli eventi dannosi (climatici, oceanografici, meteorologici, alimentari, industriali, etc.) e, attraverso il loro studio, l'attivazione di una serie di strumenti, quali la modellizzazione (ove possibile), la catalogazione in banche dati (preferibilmente geo-riferite) e la definizione dei valori di soglia della pericolosità per un dato evento, la comprensione dei tempi di ritorno e la conseguente classificazione in termini di eventi attesi, eventi possibili ed eventi probabili.

Questa catena rappresenta il filo logico ideale che unisce i fondamenti dell'approccio alle azioni correlate al concetto di pericolosità di un evento (o di una serie di eventi), ovvero:

- ✓ Monitoraggio
- ✓ Gestione
- ✓ Mitigazione
- ✓ Prevenzione.

La specificità di un territorio può far emergere uno o più fattori di pericolosità rispetto ad altri. La traduzione del possibile approccio di questa "flow-chart" logica al territorio della Regione Sicilia suggerisce innanzitutto la valutazione del rischio geologico come potenziale fattore di pericolosità. In Italia, ad es., diverse regioni presentano un alto rischio idrogeologico (Campania, Calabria, Piemonte, Sicilia, Liguria) inteso come prodotto della probabilità di occorrenza di un fenomeno franoso. Sebbene in molti casi si tratti di un fenomeno connesso con la natura del territorio, ovvero strettamente dipendente dalla geologia e geomorfologia dei terreni e dei pendii, in molte altre circostanze esso appare come una conseguenza della modificazione del territorio da parte dell'uomo con costruzione di infrastrutture quali strade, ponti, ferrovie, case che vanno spesso ad impattare l'ambiente naturale causando difficile convivenza e scarso adattamento reciproco.

La presenza di importanti strutture sismogenetiche nell'area siciliana, storicamente ad impatto devastante (ad es., il terremoto di Messina nel 1908), la massiccia presenza di strutture vulcaniche (il Monte Etna, l'Arco Eoliano, etc.), nonché il diffuso dissesto idrogeologico rendono questo territorio estremamente bisognoso dal punto di vista della valutazione di pericolosità scaturente da eventi ad innesco che potremmo definire di area geologico/geofisica. In realtà il territorio della Regione Sicilia (e di molte altre aree regioni del sud Italia) sono oggetto di particolare attenzione in merito a tali sorgenti di pericolosità, grazie alla grande quantità di progetti che coinvolgono il Dipartimento di Protezione Civile, le Università e gli Enti Pubblici di Ricerca (su tutti l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e che mirano a formulare protocolli di monitoraggio, gestione e mitigazione.

A ciò si aggiunge che il territorio siciliano è soggetto ad impatto potenziale di sorgenti di pericolosità di altro tipo, poco o per nulla considerate fino ad oggi.

In particolare, la presenza di aree di lavorazione delle risorse (gas o combustibili), con impianti sul territorio di grandi dimensioni come Gela (CL), Augusta (SR), Milazzo (ME), la presenza di miniere per l'estrazione di minerali e di porzioni terminali di gasdotti transnazionali, rendono la Regione Sicilia una delle aree più soggetta a pericolosità scaturente da sorgenti che potremmo

definire di trattamento e reperimento delle risorse. Gran parte dei settori costieri della regione, in particolare, sono particolarmente esposti al problema del transito del greggio per la raffinazione, della presenza di materiali di risulta delle estrazioni minerarie, dei possibili impatti antropici in termini di inquinamento su porzioni estese di litorale, etc.

In questo quadro generale, il progetto intende approfondire quattro temi prioritari (O.R.) elencati in seguito, per i quali si dettaglia nel par. 8 lo stato dell'arte di riferimento:

- a. *Prevenzione di effetti correlati al reperimento delle risorse minerarie di origine marina (OR1)*
- b. *Bonifica di sedimenti contaminati da inquinanti prioritari (OR2)*
- c. *Sviluppo di nuovi sensori e approcci integrati al Remote Sensing marino-costiero (OR3)*
- d. *Messa a punto di tecnologie e strategie gestionali per la salvaguardia e il restauro ambientale delle praterie di Posidonia oceanica(OR4).*

3) DESCRIZIONE DELL'OBIETTIVO FINALE

- **Caratteristiche e prestazioni da realizzare**

Il progetto “Marine Hazard” è organizzato in quattro obiettivi di ricerca che sono di seguito descritti in dettaglio. Il filo conduttore delle azioni che caratterizzano e strutturano il progetto è legato alla ricerca di processi e strumenti efficaci di mitigazione per alcuni dei più rilevanti fenomeni di impatto ambientale in ambiente marino. Le tematiche specifiche nell'ambito delle quali il progetto si articola rappresentano ambiti di particolare interesse strategico industriale per il paese e aspetti chiave per il recupero e un adeguato sfruttamento delle risorse in ambiente marino. Gli obiettivi che ci si propone di raggiungere sono finalizzati alla creazione di prototipi pre-industriali che integrino tecnologie disponibili con tecniche di nuova generazione e siano funzionali alle richieste ed esigenze specifiche dei vari settori di interesse.

– *Prevenzione di effetti correlati al reperimento delle risorse minerarie di origine marina (OR1)*

L'aumento significativo della richiesta di mercato di metalli quali rame, nichel, cobalto e terre rare per uso commerciale ha spinto le compagnie minerarie a focalizzare l'attenzione sui potenziali giacimenti di noduli poli-metallici in acque profonde. Esplorazioni in acque internazionali finalizzate allo sfruttamento di questi giacimenti vedono attualmente impiegate multinazionali del campo minerario sovietiche, cinesi e indiane. L'investimento sulle conoscenze tecnologiche, in particolare sull'evoluzione dei sistemi per il recupero in profondità dei noduli poli-metallici, ha impiegato complessivamente questi paesi per circa mezzo miliardo di dollari (Yamazaki, 2005). Benché attualmente ancora poco operativa, l'estrazione mineraria in ambiente marino è una delle questioni aperte a livello internazionale, sulle quali la ricerca scientifica e tecnologica, sia pubblica che privata, continua ad investire risorse. L'attenzione è concentrata all'ambiente vulcanico ed in particolare in settori dove le emissioni idrotermali sono in grado di produrre elevate concentrazioni di minerali con elevato potenziale economico.

I fattori che hanno finora frenato la crescita delle attività di “*marine mining*” sono di vario tipo:

- i) tecniche e strumentazioni per lo sfruttamento non sono ancora stati sviluppati a costi competitivi; ii) difficoltà nel produrre leggi efficaci che regolamentino lo sfruttamento a causa del carattere transnazionale degli impatti e del fatto che molti giacimenti sono localizzati in acque internazionali (anche se, spesso, in contesti di Zona Economica Esclusiva)
- iii) possibili impatti ambientali, la cui definizione è difficile da attuare, anche a causa della necessità di avere informazioni e previsioni sito-specifiche.

In questo contesto si inseriscono le azioni previste dall'OR1, che prevede lo svolgimento di alcune attività multidisciplinari di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, o che mirino alla conoscenza di dettaglio in aree con presenza di fenomeni di idrotermalismo (presente e passato), delle caratteristiche di tipo deposizionale, delle potenzialità reali di sfruttamento e di ricchezza

delle forme viventi e del loro ruolo all'interno della catena alimentare, con il fine di permettere una corretta valutazione dell'hazard connesso a possibili progetti di sfruttamento industriale.

Tema principale di questo OR è quindi la creazione di un sistema integrato di conoscenze e competenze in grado di affrontare in maniera avanzata ed efficace gli aspetti rilevanti in materia di rischio ambientale, con specifico riferimento allo sfruttamento di georisorse in ambiente marino. Tale ambiente, soprattutto nelle aree di convergenza, rappresenta un elemento strategico per l'economia del territorio sotto molteplici aspetti, ma è anche ambito di particolare vulnerabilità sia per quanto riguarda le risorse ad esso collegate sia per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana. Il progetto di ricerca si ripropone di creare una forte sinergia tra l'ambito della ricerca scientifica e il comparto industriale per lo sviluppo dei temi selezionati.

Sarà effettuata l'estrazione di risorse minerarie in ambiente profondo, allo scopo di valutare, con l'ausilio di opportune metodologie investigative (esplorazione geofisica e campionature), la potenziale sostituzione dell'attività estrattiva in ambiente sub-aereo con attività di prelievo di minerali direttamente in aree vulcaniche sottomarine.

Saranno valutate la distribuzione, l'estensione, la qualità ed il potenziale impatto estrattivo sull'ecosistema dei giacimenti di noduli poli-metallici presenti su alti relativi del fondo mare. I depositi solfurei massivi correlati all'attività idrotermale di tali alti possono contenere significative concentrazioni di metalli ad elevato interesse economico (Oro, Argento, Rame, Zinco, Piombo). In particolare, sarà esplorato il *Palinuro Seamount*, un alto vulcanico con estensione di 55x25 km e con allineamento preferenziale N100°E, che sembra essere particolarmente promettente in termini di potenziali giacimenti.

Inoltre, saranno valutati i rischi correlati agli hazard di tipo meteo-climatico (estremi onda metrici e correnti) per la progettazione e operatività delle infrastrutture estrattive o di supporto. Sarà realizzata la caratterizzazione geochimica dei sedimenti e delle acque finalizzata all'individuazione di georisorse marine potenzialmente sfruttabili. Infine, sarà dato un contributo all'esecuzione di rilievi batimetrici per la ricostruzione del modello digitale del fondale, alla caratterizzazione granulometrica e morfologica della spiaggia emersa e sommersa ed all'applicazione di modelli fisico-matematici finalizzati alla descrizione dell'idrodinamica e della dinamica dei sedimenti, con l'individuazione del regime e delle tendenze evolutive dei litorali.

Il Progetto dunque intende sviluppare nuovi approcci scientifici e tecnologici per una moderna e appropriata gestione dell'ambiente e per un'efficace prevenzione di effetti che possono essere conseguenti ad **attività di estrazione di risorse minerarie** in ambiente da shallow a profondo.

– Bonifica di sedimenti e acque contaminati da inquinati prioritari (OR2)

Il Solvent extraction e la Supercritical Fluid Extraction sono trattamenti chimici che prevedono l'estrazione del contaminante organico (ad es. Idrocarburi Policiclici Aromatici [IPA], Policlorobifenili [PCB]) dal sedimento mediante l'utilizzo di solventi organici (ad es. etil-acetato) nel primo caso o di fluidi supercritici (ad es. anidride carbonica, CO₂) nel secondo caso. L'utilizzo di solventi organici per l'estrazione implica un ulteriore passaggio di separazione del contaminante dal solvente organico che generalmente avviene per distillazione. Una volta estratti, i contaminanti solubilizzati in fase acquosa con un co-solvente organico, possono essere degradati mediante processi geo-ossidativi. Tra questi, verranno selezionati quelli che portano alla generazione in situ di agenti ossidanti particolarmente forti come il radicale ossidrile (potenziale standard 2.8V) che è in grado di ossidare i contaminanti organici fino a loro completa mineralizzazione.

Per i contaminanti inorganici, la sperimentazione si baserà su tecniche di bio-risanamento seguite da trattamenti di lavaggio del sedimento (sediment washing). Verranno quindi isolati ed identificati ceppi batterici naturali (selezionati in siti contaminati) metallo-resistenti in grado di mobilitazione i metalli e portarli in soluzione acquosa in seguito ad un trattamento di lavaggio del sedimento. Il Sediment Washing (SW) è un trattamento chimico che consiste nel lavaggio del sedimento con chelanti organici (ad esempio EDTA) e/o inorganici (ad esempio acido citrico) o semplicemente con acqua. Una volta in fase acquosa i metalli possono essere bioaccumulati da

microalghe (fitorisanamento) o precipitati mediante alcalinizzazione del mezzo acquoso per essere così isolati e trasportati in discarica.

Infine, sarà sviluppato un impianto pilota mobile per la bonifica in- ed ex-situ di ambienti costieri contaminati. L'impianto sarà testato presso la sede IAMC-CNR di Capo Granitola.. In particolare, si è interessati al recupero ambientale di matrici acquose e sedimenti in aree particolarmente affette da contaminazione, come i siti di interesse nazionale di Gela, Milazzo, Napoli Orientale, etc. Risulterà necessario uno studio sito-specifico della biogeochimica dei contaminanti così come delle caratteristiche chimico-fisiche del sistema considerato per una definizione appropriata delle più adeguate tecniche di de-contaminazione necessarie per un proficuo recupero di materiali e ambienti.

– Sviluppo di nuovi sensori e approcci integrati al Remote Sensing marino-costiero (OR3)

L'obiettivo riguarda la realizzazione di un **Laboratorio per il Telerilevamento** basato sull'integrazione di varie componenti, appositamente implementate:

- lo sviluppo di un centro di acquisizione ed integrazione dei dati;
- la implementazione di laboratori di riferimento per la caratterizzazione e la configurazione strumentale e la verifica delle osservazioni dallo spazio;
- lo sviluppo di nuove capacità osservative attraverso la realizzazione e caratterizzazione di nuovi sensori e lo sviluppo di nuove piattaforme;
- l'implementazione di nuovi algoritmi, anche applicati alle osservazioni dallo spazio, e metodi per la caratterizzazione dell'ambiente marino, con particolare riferimento alle regioni costiere.

Il Laboratorio di Telerilevamento permetterà di rispondere in maniera "intelligente" e immediata a fenomeni di emergenze, contaminazione ambientale e rischio sulla salute umana delle popolazioni residenti, con particolare riferimento alle regioni costiere.

Il **Centro di acquisizione dati** sarà localizzato all'interno dell'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del CNR di Capo Granitola (Campobello di Mazara, TP).

Verrà costituito un database interrogabile, interfacciabile con il Geoportale Nazionale¹, il programma Copernicus² ed altri geoportali INSPIRE³-compliant o afferenti al Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali⁴ (RNNDT). Esso potrà raccogliere tutti i dati scientifici e bibliografici riguardanti le varie fenomenologie in gioco, per assicurare l'aggiornamento continuo attraverso la raccolta del sistema di controllo.

Si costituirà la stazione operativa di controllo (piattaforma tecnologica), che per la natura dei lavori e la sensibilità dei dati sarà accessibile al solo personale qualificato autorizzato, che avrà la capacità in tempi brevi di "leggere" tutti gli Early Warning per la messa in atto di azioni operative a protezione di persone e cose a rischio imminente.

L'integrazione delle informazioni sarà sviluppata in un apposito sistema di banca dati georeferenziata (GeoDatabase), inserita in una architettura di tipo GIS per la gestione e la condivisione di informazioni geografiche e geospaziali (la cosiddetta "Spatial Data Infrastructure", SDI⁵). Tale architettura prevedrà anche lo sviluppo e l'implementazione di una specifica applicazione di tipo Web-GIS, per la consultazione e la fruizione in rete (internet/intranet) delle informazioni geospaziali (e.g. mappe tematiche, etc.) prodotte nel corso delle presenti attività. Inoltre, la SDI così delineata potrà costituire la base di un successivo

¹ Geoportale Nazionale (GN): <http://www.pcn.minambiente.it/GN/>

² Programma Europeo "Copernicus", precedentemente denominato GMES (Global Monitoring for Environment and Security): <http://www.copernicus.eu/>

³ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:it:PDF>

⁴ Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali (RNNDT): <http://www.rndt.gov.it/RNDT/home/index.php>

⁵ Con "Spatial Data Infrastructure" (SDI) si intende l'insieme di tecnologie, metodi, procedure finalizzate a facilitare la disponibilità, l'omogeneità e l'accesso a dati geospaziali. Una SDI gestisce dati e relativi attributi, metadati, strumenti per la ricerca, la visualizzazione e l'interrogazione dei dati (cataloghi e webmapping), nonché le modalità di accesso agli stessi.

Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) geospaziale (finalizzato agli scopi progettuali), nel cui contesto l'applicazione Web_GIS rappresenterebbe l'interfaccia geografica.

A seguito della costituzione della piattaforma tecnologica e attraverso la produzione periodica di mappe tematiche, il progetto supporterà le attività di monitoraggio della qualità e del degrado delle aree costiere e l'analisi dei processi evolutivi di queste zone focalizzando l'attenzione non soltanto sul controllo dei principali parametri di qualità della matrice acquatica, ma passando anche a considerare la qualità ambientale ed ecosistemica nel suo più ampio significato. Per tale motivo, sarà anche oggetto di analisi il sottosistema terrestre che influenza le caratteristiche delle acque prospicienti e che, viceversa, è modellato nel suo aspetto fisico ed ecologico.

Il sistema di banca dati avrà una struttura modulare, che permetterà espansioni future, anche in vista dello sviluppo di nuove applicazioni e metodi legati alla realizzazione di nuovi sensori (si veda ad es. i sensori previsti per l'osservazione dallo spazio, come i programmi Sentinel). Il centro di acquisizione dati avrà anche la funzione di integrare informazioni provenienti dalle varie componenti del Laboratorio per il Telerilevamento, permettendo un utilizzo di sorgenti di dati ed informazioni differenziate.

Nell'ambito del Laboratorio per il Telerilevamento verranno **sviluppati nuovi sensori** per la caratterizzazione delle proprietà delle acque basati su tecniche di telerilevamento. Questi sensori saranno installati su piattaforme integrate multi-sensore; in questo ambito ci sarà una forte sinergia con le attività previste in OR.2. All'interno del Laboratorio si prevede anche lo sviluppo di una stazione per il monitoraggio acustico ad alta sensibilità (fino a rumore equivalente Sea State Zero), con banda estesa verso le basse frequenze (>0.1 Hz) e con elevate capacità di ricostruzione spaziali. La stazione permetterà di tracciare ed identificare con precisione differenti sorgenti acustiche sottomarine, a supporto sia alla valutazione dell'inquinamento acustico, definito dalle normative vigenti, sia alla valutazione dell'impatto acustico di natanti di soggetti pubblici e privati.

Contribuiranno al Laboratorio per il Telerilevamento anche lo **sviluppo di nuovi algoritmi** e metodi, principalmente basati sull'utilizzo delle osservazioni dallo spazio. In questo contesto, attività specifiche saranno indirizzate allo studio della distribuzione della *Posidonia oceanica* e degli sversamenti di idrocarburi in mare. Lo studio sulla *Posidonia* sarà basato su osservazioni multi/iperspettrali ad alta risoluzione dallo spazio sulla base dei dati acquisiti dai sistemi satellitari ed aerei più recenti (Landsat 8, World View2 ...) in grado di permettere il monitoraggio la mappatura degli ecosistemi costieri e dei parametri di qualità dell'acqua d'interesse a scale spazio-temporali adeguate. Questo studio, che sarà collegato alle attività di OR4, sarà supportato da misure di verifica in situ, e permetterà di studiare l'evoluzione della distribuzione della *Posidonia* anche sulla base dell'analisi di situazioni pregresse basata sulle serie storiche dei rilievi aerospaziali disponibili.

L'indagine sugli "oil spill" utilizzerà principalmente dati SAR, sfruttando le piattaforme satellitari attualmente operative su base nazionale (Costellazione Cosmo-SkyMed), europea (Sentinel 1,...) ed internazionale (ALOS, TerraSar X,...). In quest'ottica saranno testate le possibili sinergie tra questi sensori attivi in grado di rilevare la presenza superficiale di fuoriuscite di idrocarburi e quelli passivi operanti nei canali termici e nell'ottico riflessivo a corta lunghezza d'onda utilizzabile quest'ultimo in caso di presenza d'inquinamento flottante al disotto della superficie.

Di seguito, le tematiche che saranno oggetto di osservazione:

- ✓ qualità delle acque (Concentrazione clorofilla-a, Solidi in sospensione, Temperatura superficiale del mare, Sostanza gialla- Gelbstoff, *Posidonia oceanica*, colibatteri ed inquinanti);
- ✓ paesaggio costiero (Mappe di Uso del Suolo e ai suoi cambiamenti, Qualità del paesaggio);
- ✓ erosione costiera e circolazione delle correnti marine (definizione e variazione della linea di costa, mappe ondametrische, mappa della distribuzione del vento sulla superficie marina, circolazione delle correnti marine, mappa del rischio morfodinamico);

- ✓ traffico marittimo (diffusione degli inquinanti in acque marine profonde e costiere, in atmosfera e deposizione sul mare);
- ✓ sversamenti dovuti a perdite da pipeline per il trasferimento di olio o gas;
- ✓ inquinamento acustico ed effetti sull'ecosistema.

- Messa a punto di tecnologie e strategie gestionali per la salvaguardia e il restauro ambientale delle praterie di *Posidonia oceanica* (OR4)

L'obiettivo generale del presente OR è lo sviluppo di nuove tecnologie per il ripristino di ambienti ed ecosistemi marini degradati, con particolare riferimento alle praterie di *Posidonia oceanica* che abbiano subito impatti antropici.

Si tratta quindi di sviluppare prodotti, processi e servizi finalizzati al restauro di praterie di *Posidonia oceanica* attraverso l'utilizzo di metodologie innovative, ecocompatibili ed ecosostenibili a partire dalle conoscenze scientifiche del gruppo di lavoro su aspetti riguardanti:

- ✓ la biologia delle fanerogame marine con particolare riferimento al ciclo riproduttivo e alla germinazione dei semi;
- ✓ la genetica
- ✓ le tecniche di trapianto di *Posidonia oceanica*;
- ✓ il monitoraggio dei sistemi ripristinati

Il presente OR4 si svilupperà attraverso cinque Obiettivi Realizzativi (WP 4.1, WP 4.2, WP 4.3, WP 4.4 e WP 4.5): WP 4.1. Selezione di siti potenzialmente idonei e realizzazione e monitoraggio di interventi di riforestazione di praterie di *P. oceanica* degradate mediante supporto brevettato in bioplastica; WP 4.2, Sviluppo di prodotti, processi e servizi finalizzati all'allevamento, al mantenimento ed alla propagazione di plantule di *Posidonia oceanica* per il restauro e la facilitazione del recupero naturale delle praterie; WP 4.3 Valutazione del processo di recupero degli ecosistemi interessati da interventi di restauro ambientale; WP 4.4 Analisi della compatibilità genetica fra siti accettori e donatori in iniziative di ripristino e messa a punto di early warning indicators in *Posidonia oceanica*; WP 4.5 Conservazione dei semi e selezione di plantule di *Posidonia oceanica* resistenti a stress ambientali.

- **Specifiche quantitative da conseguire**

Il progetto "Marine Hazard" è strutturato in quattro obiettivi realizzativi che affrontano diverse problematiche di R&S riguardanti il comparto della mitigazione di potenziali effetti di impatto ambiente marino. In particolare, l'OR1 si propone di sviluppare tecnologie di nuova generazione per l'esplorazione e l'estrazione di risorse minerarie e metalli preziosi in ambiente idrotermale con una mitigazione efficace dei processi coinvolti in fase estrattiva. Lo sviluppo delle tecnologie di esplorazione ed estrazione proposte rappresentano una risposta moderna e tecnologicamente innovativa finalizzata alla fruizione di risorse minerarie in ambiente marino attualmente di interesse strategico per l'industria dei metalli preziosi e delle materie prime. L'OR2 si propone di integrare nuove tecnologie di bonifica per sedimenti marini caratterizzati da differenti parametri chimico-fisici. La creazione di una piattaforma integrata mobile in grado di bonificare tipologie diverse di sedimenti con diversi gradi di inquinamento rappresenta un ambito di interesse primario per il recupero ambientale di aree costiere particolarmente affette da contaminazione industriale e più genericamente antropica.

L'OR3 si propone di sviluppare una piattaforma integrata di tecnologie di remote sensing (satelliti, droni, etc.) in grado di monitorare in tempo reale gli effetti di contaminazione costiera e fenomeni di erosione, per fenomeni idrogeologici, sempre in aree costiere.

L'OR4 si occuperà di ripristinare fondali marini degradati mediante interventi di riforestazione con *Posidonia oceanica*. Il progetto prevede l'utilizzo di un prodotto innovativo, brevettato dal soggetto terzo Biosurvey srl (<http://www.biosurvey.it/>) spin-off accademico dell'Università degli Studi di Palermo, consistente in un sistema realizzato in plastica biodegradabile (bioplastica) per il

fissaggio in forma rapida ed efficace di talee di *P. oceanica* sul fondo marino, allo scopo di garantire l'attecchimento e la crescita della pianta e di agevolare la dinamica naturale di sviluppo della prateria. In particolare, i principi su cui si basa il prodotto brevettato sono:

- l'esteso utilizzo di materiale plastico biodegradabile per garantire, alla fine del processo di radicamento, la dissoluzione dell'apparato di sostegno delle talee;
- la modularità del sistema che consente una elevata flessibilità nelle strategie di ricoprimento del fondale e l'adattabilità a diverse specie vegetali;
- la semplificazione delle tecniche di ancoraggio per aumentare l'efficienza della posa e ridurre i costi;
- l'utilizzo di geometrie bio-ispirate che emulino la modalità naturale di colonizzazione del fondale da parte della pianta.

Prevenzione di effetti correlati al reperimento delle risorse marine (OR1)

Problematiche tecnico scientifiche o tecnologiche

Gli alti strutturali relativi del fondo mare rappresentano una risorsa ed un rischio per le aree in cui sono situati. Una risorsa poiché potenzialmente ricchi di materie prime, in particolare metalli preziosi derivanti da minerali di genesi primaria in ambiente vulcanico allo stadio idrotermale, fattore su cui vanno a concentrarsi le attenzioni delle compagnie minerarie negli ultimi anni, e per la pesca, poiché l'elevato gradiente batimetrico e la presenza di comunità chemio-sintetiche funge da incipit per la concentrazione di comunità ittiche locali. I fattori di rischio, invece, sono da collocarsi nelle tipiche fenomenologie di ambiente vulcanico, ovvero: emissioni gassose, potenziali collassi laterali, fenomeni di eruzione locali a scala contenuta, presenza di sismicità locale più o meno a bassa intensità, di potenziali e/o incipienti eventi tsunamigenici connessi ad attività di esplosione, eruzione o collasso laterale.

Le aree idrotermali possano essere caratterizzate dalla presenza di strutture più o meno complesse, denominati camini, che sostengono forme di vita adattate a condizioni fisico-chimiche altamente instabili. Tali strutture sottomarine, formate dall'unione di granuli di sabbia o fango ad una matrice di carbonato, composta dall'ossidazione microbica delle emissioni gassose (principalmente metano) rientrano nell'allegato I della direttiva Habitat (92/43/CEE) al punto 1180 con la voce "**strutture sottomarine causate da emissioni di gas**". Si tratta di "tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione". Le aree idrotermali, inoltre, possono essere caratterizzate dalla presenza di specie protette dal protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) quali *Corallium rubrum*, *Antipathella subpinnata* e altre specie poco note.

In tal caso, i fattori di rischio legati all'estrazione mineraria in ambiente marino potrebbero essere rappresentati dalla distruzione di tali habitat e specie di notevole interesse conservazionistico.

Obiettivo specifico

La pianificazione e gestione di infrastrutture marine comporta l'analisi degli hazard meteorologici per la salvaguardia delle strutture e persone e per evitare incidenti con ripercussioni sull'ambiente marino. Molte delle risorse e degli elementi di hazard finora descritti sono connessi fra loro, generando un sistema-ambiente altamente specifico che è peculiare dei *seamount* e spesso caratteristico di ogni specifico sito, sia in termini di biodiversità e di giacimenti minerari, sia in termini di hazard. Per tale ragione, uno studio multi-disciplinare di casi studio ad elevata specificità, quali quelli estremamente complessi del Bacino Tirrenico sud-orientale, può essere considerato un fattore di crescita in termini di conoscenza e ricerca, sia pubblica che privata, con potenziali ricadute ed impatto anche in settori specifici dell'economia, quale quello delle materie prime.

Soluzioni da studiare

Il presente progetto si propone di investigare, in termini di valutazione degli elementi di rischio e delle risorse, il *Palinuro Seamount*, un complesso vulcanico situato nel Mar Tirreno costituito da un gruppo di apparati vulcanici sovrapposti o coalescenti (almeno 7) estremamente differenziate in termini di evoluzione morfo-vulcanica. Molte sono le problematiche che rendono interessante lo studio di questo seamount, e in particolare: la vicinanza alla costa, la dimensione complessiva, la posizione (70 km a W del margine calabro-campano) anche in chiave di rischio vulcanico, il ruolo nel contesto geodinamico del Tirreno Meridionale. Il Palinuro Seamount (0.8-0.3 Ma, di seguito PS) è un complesso vulcanico situato nel Mar Tirreno, il Bacino estensionale di retro arco del Mediterraneo centrale la cui apertura è connessa alla subduzione della litosfera ionica nel contesto generale della convergenza fra le placche Africana ed Euroasiatica. Alcuni autori hanno ipotizzato che il PS si sia formato lungo faglie profonde situate in corrispondenza del versante meridionale, ad allineamento N100°E (da cui il controllo morfo-strutturale; Colantoni et al, 1981; Del Ben et al, 2008), aventi componente cinematica di trascorrenza sinistra (Savelli, 2001; Mantovani et al, 2009). Guarnieri (2006) ha ipotizzato che tale faglia potrebbe avere portata litosferica e potrebbe rappresentare il margine di rottura della piattaforma in subduzione in corrispondenza della porzione terminale dell'arco calabro. Tra le caratteristiche peculiari di questo complesso vulcanico sottomarino, le seguenti sono considerabili di maggior interesse:

- 1) La vicinanza alla costa. Tale complesso vulcanico è infatti situato a soli 70 km dal confine occidentale calabro-campano, e risulta quindi fondamentale investigarne le caratteristiche anche in termini di rischio sia per quanto attiene a potenziali collassi laterali, probabilmente già attivi in passato, sia per quanto concerne eventuali residui di attività sismo-vulcanica, documentati in precedenti survey geofisici (Soloviev et al., 1990). L'alto strutturale del PS giace, inoltre, sulla direttrice che congiunge a lineamenti sismogenetici attivi a terra (Guerra et al., 2006; Passaro et al., 2011).
- 2) La dimensione complessiva, 55 km lungo la direzione di allineamento preferenziale (N100°E) e 25 km lungo la perpendicolare ne fanno uno degli edifici più estesi del Tirreno orientale.
- 3) La posizione. Il PS, infatti, è localizzato fra il vulcano sottomarino Marsili a Sudovest, considerato come un segmento di margine di placca passiva del Tirreno, la Piana del Marsili a Sud, caratterizzata da una moderata estensione ma con notevole profondità (> 3500m; Marani et al., 2002), ed il bacino sedimentario del Golfo di Salerno a Nord, caratterizzato dalla presenza del graben Plio-Pleistocenico, incidente sulla piattaforma carbonatica mesozoica, sulla quale potenti successioni sedimentarie si sono impostate, guidate da tettonica trascorrente Est-Ovest oltre che verticale. Ad Est del PS, il vulcano sottomarino Glabro funge da raccordo verso la terraferma in corrispondenza della parte settentrionale della scarpata continentale dell'arco calabro-peloritano.
- 4) Il ruolo nel contesto geodinamico del Tirreno meridionale. Ad oggi, rimane aperto l'interrogativo sul significato geodinamico connesso alla formazione del PS. Tra le questioni aperte, non è chiaro se il PS: può essere interpretato come a) una parte del vulcanismo dell'Arco Eoliano (ad es., Finetti, 2005), b) indipendente dall'Arco Eoliano e controllato da strutture tettoniche profonde (ad es., Guarnieri, 2006); e / o c) un complesso vulcanico marginali di ispessimento della parte distale del bacino tipo-oceanico del Marsili (De Astis et al., 2003).

La conoscenza di questo *seamount* è stata per lungo tempo limitata ai risultati di una prima fase esplorativa, avvenuta negli anni '70/'80 e prevalentemente focalizzata alla valutazione degli aspetti vulcanologici e petrografici, grazie ad analisi su campioni di roccia prelevati nell'arco di numerose campagne oceanografiche (Ciabatti, 1970; Fabbri et al., 1973; Del Monte, 1972; Marinelli, 1975; Di Girolamo, 1978; Kidd e Armansson, 1979; Colantoni et al., 1981; Beccaluva et al., 1982 e 1985; Gamberi et al., 1987. Riassunte in Dekov e Savelli., 2004, e riferimenti bibliografici ivi contenuti). I prodotti vulcanici analizzati, prevalentemente lave basaltiche

calcalcaline, una volta datati, hanno consentito di individuare il range temporale della formazione: 0.8-0.3 Ma prima dell'attuale (Beccaluva et al, 1985.) di buona parte dell'attività vulcanica del *seamount*, anche se gli ultimi cicli di attività potrebbero essere in realtà significativamente più giovani. A tal proposito, uno strato di tefra campionate in sedimenti marini profondi del Sud Adriatico e datate 10 ka è stato tentativamente correlato all'attività PS (Siani et al., 2004). I depositi solfurei massivi correlati all'attività idrotermale possono contenere, significative concentrazioni di metalli con elevato interesse economico. Mediamente, per tonnellata di materiale, si sono riscontrate le seguenti concentrazioni: Oro 2-20g /t; Argento 20-1200g /t; Rame 5-15% ; Zinco 5-50%; Piombo 3-23%.

La stima economica dei valori dei metalli contenuti può essere indicativamente compresa nel range 500-2000 dollari/tonnellata.

Attualmente, i fondali marini sono stati esplorati complessivamente per circa il 3% della superficie, mentre molta parte dei settori profondi degli oceani risultano poco o per nulla conosciuti. Il potenziale delle risorse correlate allo sfruttamento di solfuri massivi marini dei fondali è enorme, in particolare se si tiene in considerazione l'abbondanza dei giacimenti in aree chiave quali la East Pacific Rise, in cui i settori a possibile sfruttamento economico globalmente si estendono su una superficie pari al doppio dell'insieme di tutte le terre emerse. Nelle aree esplorate, sono state rinvenute circa 150 aree di mineralizzazione idrotermale, con depositi polimetallici ricchi di solfuro di rame, zinco, piombo, argento e oro che sono simili ai depositi trovati a terra in Australia e Canada. Estrazioni e/o valutazioni di giacimenti sono operative o in fase di programmazione in molti paesi, fra cui Nuova Zelanda (Kermadec, Monovai), Giappone, Papua-Nuova Guinea, Vanatu, Micronesia, Repubblica di Palau.

Bonifica di sedimenti contaminati da inquinanti prioritari(OR2)

Problematiche tecnico scientifiche o tecnologiche

Programmi di ricerca importanti dal punto di vista economico sono stati sviluppati negli ultimi quindici anni nelle aree costiere italiane (area industriale di Bagnoli e Porto Marghera, Rada di Augusta, litorale di Gela, Porto di Brindisi, ecc.) maggiormente sottoposte a degrado ambientale al fine di un reintegro di tali zone in programmi di sviluppo sociale ed economico nel medio periodo. La Regione Siciliana è caratterizzata da lunghi litorali sottoposti per più di cinquant'anni ad invasivo impatto industriale (Rada di Augusta, Golfo di Gela, Golfo di Milazzo, Porto di Termini Imerese, ecc.) e soltanto una parte ridotta di queste aree marino-costiere è stata sottoposta a monitoraggio, mentre si attende da anni lo sviluppo di piani di caratterizzazione e indagine. Seppur con cautela, dati epidemiologici dimostrano effetti significativi della contaminazione ambientale sulle popolazioni residenti evidenziando ancor di più la necessità di sviluppo di politiche di monitoraggio e bonifica ambientale per tali aree. Contaminanti considerati dalla comunità internazionale come prioritari per la salute umana, tra i quali si annoverano i metalli pesanti, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), i composti organoclorurati, pesticidi vari, ecc., che si trovano solamente in traccia nelle acque, possono accumularsi in quantità elevate nei sedimenti. Alcune di queste sostanze, bandite più di 30 anni fa, come, ad es., i PCB, ancora oggi continuano a persistere nell'ambiente. Altri contaminanti, invece, continuano ad essere immessi ancora oggi, provenienti dal trasporto marittimo, fognature, scarichi industriali non autorizzati, discariche, dalla deposizione atmosferica e, ovviamente, dai fiumi e torrenti che dall'entroterra trasportano gli inquinanti in prossimità delle foci e degli estuari dei fiumi.

A seconda delle specifiche caratteristiche chimico-fisiche degli inquinanti, essi, non rimangono definitivamente intrappolate nei sedimenti, ma possono essere rilasciate repentinamente, in seguito a fenomeni fisici e chimici naturali rappresentando potenziali rischi per l'ambiente e l'ecosistema. Come precedentemente descritto, i principali trattamenti ad oggi identificati come applicabili alla bonifica dei sedimenti contaminati sono essenzialmente mutuati dalle tecniche di

decontaminazione dei terreni e comprendono trattamenti di biorisanamento, *sediment washing*, estrazione con solventi, ossidazione chimica, solidificazione/stabilizzazione e trattamenti termici (desorbimento termico, incenerimento). L'applicabilità dei trattamenti citati è condizionata dal fatto che i sedimenti possiedono caratteristiche peculiari, quali ad es. la salinità, il contenuto d'acqua e la presenza di una rilevante frazione limo-argillosa, che possono complicarne l'esecuzione o ridurre l'efficienza di decontaminazione. Pertanto, il trasferimento ai sedimenti di trattamenti comprovati nel caso di terreni contaminati richiede particolari cautele.

Obiettivo specifico

Obiettivo dell'OR2 è la messa a punto di una piattaforma mobile che integri tecniche di bonifica di sedimenti marini tramite supercritical fluid extraction/ossidazione chimica (per i contaminati organici) e bioremediation/sediment washing (per i metalli pesanti) in grado di ridurre in maniera significativa il potenziale di rischio associato ai livelli di inquinamento di questa specifica matrice ambientale. Tecniche di decontaminazione afferenti ai summenzionati approcci verranno inoltre applicate alle "acque di lavaggio" e risulta dalla bonifica dei sedimenti marini trattati. Obiettivo finale dell'azione è la creazione di un prototipo pilota da testare su un'ampia gamma di tipologie di sedimenti e contaminazione (organica ed inorganica)

Soluzioni da studiare

La presente attività di ricerca investigherà i principi su cui basare una tecnologia di trattamento mediante tecnica di Supercritical Fluid Extraction combinata a processi geoossidativi e bioremediation combinato a sediment washing da applicare al riutilizzo dei sedimenti contaminati di origine portuale. Il Sediment Washing rappresenta una tecnologia di bonifica ex situ in cui gli agenti inquinanti vengono rimossi dal sedimento mediante il loro trasferimento ad una fase liquida, solitamente acquosa. Il processo si basa essenzialmente su due meccanismi (De Fraja Frangipane et al., 1994): la dissoluzione dei contaminanti nell'agente estraente e la dispersione dei contaminanti nel liquido d'estrazione sotto forma di particelle sospese. Nelle configurazioni impiantistiche più semplici il liquido di lavaggio è acqua, in quelle più complesse, in fase di sperimentazione, è costituito da soluzioni acquose contenenti specifici reagenti chimici in grado di promuovere il passaggio degli inquinanti dal suolo alla soluzione estraente. In entrambi i casi il liquido di lavaggio può essere recuperato, depurato e/o ricircolato nell'impianto (Vaccari et al., 2004). Nel trattamento di sedimenti contaminati da metalli pesanti, si possono utilizzare soluzioni acquose contenenti chelanti organici, inorganici o semplicemente acqua. In alcuni casi il sedimento, al termine del trattamento, può subire un ulteriore lavaggio (con estraente depurato, o con acqua pulita) al fine di rimuovere i residui dell'agente di estrazione contaminato, disidratato ed avviato al riutilizzo come terreno bonificato per esempio tramite il riempimento di casse di colmata (Tatano, 1999). La frazione limo-argillosa, invece, viene generalmente conferita in discarica. Per la valutazione dell'applicabilità del sediment washing devono essere considerati una serie di fattori presi nel loro insieme. Un fattore risulta essere la composizione granulometrica del terreno; infatti, il trattamento è affidabile soprattutto per terreni caratterizzati da un contenuto del 50-70% in sabbia e ghiaia. Se il contenuto di particelle fini (limi ed argille, in generale particelle di dimensioni inferiori a 0,063 mm) è pari al 30-50% il trattamento di sediment washing è comunque applicabile, ma potrebbe non essere conveniente. La frazione grossolana (ghiaia e sabbia), invece, oltre ad avere un minor contenuto di inquinanti (a differenza di quella più fine che risulta, solitamente, quella più inquinata), presenta il vantaggio di poter essere riutilizzata anche nel settore delle costruzioni civili. Tra le ulteriori problematiche vi sono quelle legate alle fasi di movimentazione del materiale lungo le linee dell'impianto, spesso legate al comportamento reologico del materiale trattato ed in particolare della sua parte più fine (argilla), nonché all'utilizzo delle tradizionali pompe monovite non sempre in grado di sopportarne l'elevata resistenza delle miscele tra le diverse fasi di trattamento. Occorre pertanto investigare sistemi di movimentazione alternativi che evitino malfunzionamenti e fermate continue dell'impianto

semplificando il più possibile tutto il piping delle linee di trattamento. Le caratteristiche della frazione fine sono comunque tali da far classificare tale materiale come pericoloso. Per quanto riguarda il suo recupero quindi, il primo riferimento normativo nell'ordinamento italiano per il recupero di materia ed energia è il D.Lgs. 22/1997. Esso prevedeva che il recupero dei rifiuti potesse avvenire secondo una duplice modalità di intervento: il regime semplificato ed il regime ordinario. Nel primo caso i rifiuti potevano essere recuperati nel cosiddetto "regime di comunicazione", ovvero bastava comunicare il codice del rifiuto che si intendeva recuperare all'albo dei gestori ambientali per poter avviare l'attività. Questo era possibile in quanto i rifiuti che potevano essere recuperati erano individuati da una serie di decreti ministeriali (D.M. 5 febbraio 1998 e D.M. 12 giugno 2002) che indicavano, per ogni tipologia di rifiuto recuperabile, l'attività lavorativa dalla quale doveva derivare, le caratteristiche, le modalità di recupero e le caratteristiche dei prodotti ottenuti, nonché il loro impiego. Il regime ordinario prevedeva, invece, che l'attività di recupero dei rifiuti dovesse essere autorizzata esplicitamente attraverso un apposito provvedimento della regione. In questo caso era possibile richiedere l'autorizzazione anche per il trattamento di rifiuti non elencati nei D.M. 5 febbraio 1998 e D.M. 12 giugno 2002. La normativa attualmente in vigore (D.Lgs 152/2006) dispone che, in attesa di nuovi provvedimenti, rimangano in vigore le norme del D.Lgs. 22/1997 (D.Lgs. 152/2006, art. 181, comma 6). Nel caso di interesse pertanto, ovvero per il riutilizzo in regime semplificato della frazione fine derivante dal trattamento di sediment washing, è necessario che il rifiuto sia classificato come non pericoloso. Da qui nasce l'esigenza di sottoporre talvolta il limo di risulta del processo di sediment washing ad ulteriore trattamento prima del riutilizzo. Se si pensa che l'attuale costo di conferimento in discarica (compreso il trasporto) della frazione fine varia tra 100 e 130 €/t (Vaccari et al, 2009) si capisce la necessità di individuare soluzioni adeguate dal punto di vista sia tecnico sia ambientale, che consentano di recuperare e valorizzare anche la frazione limosa originata dal processo di sediment washing.

Sviluppo di nuovi sensori e approcci integrati al Remote Sensing marino-costiero (OR3)

Problematiche tecnico scientifiche o tecnologiche

Lo scenario complessivo di riferimento è rappresentato dalla possibilità di intervenire attraverso il remote sensing marino-costiero ed il telerilevamento nei casi di emergenze ambientali (varie forme d'inquinamento delle acque interne e marine, allagamenti, mareggiate, ecc.). L'ambiente marino costiero è un ecosistema complesso e dinamico, soggetto a degrado ambientale, sia per la fragilità tipica di ogni ambiente di transizione sia per gli interessi conflittuali che vi si accentrano. La fascia costiera racchiude una consistente parte delle risorse economiche e naturalistiche del nostro Paese, la cui salvaguardia dipende da una loro gestione sostenibile che necessita di sistemi di monitoraggio ambientale finalizzati ad un'efficace caratterizzazione dei vari fattori d'impatto. Si evidenzia quindi un aumento della richiesta di servizi avanzati di monitoraggio anche nei settori energetici, strategici per il nostro paese. Oltre a centrali e gasificatori che tipicamente insistono sulle coste italiane, le industrie estrattive, ad esempio, sono interessate agli impianti offshore (numerose licenze rilasciate recentemente nel sud Italia) propri anche del comparto delle rinnovabili con l'eolico, per cui il V.I.A.(Valutazione d'Impatto Ambientale) con controlli ambientali specifici sugli ecosistemi è generalmente prevista negli iter autorizzativi. Per poter coniugare quindi in maniera soddisfacente ed ecosostenibile le necessità di salvaguardia delle risorse ambientali e lo sfruttamento delle risorse energetiche è quindi necessario mettere a punto degli strumenti tecnico operativi innovativi che rendano possibile monitorare costantemente ed efficacemente i vulnerabili ecosistemi costieri con la caratterizzazione dell'eventuale impatto associato alle specifiche attività antropiche d'interesse.

Oggi l'Osservazione della Terra mediante il telerilevamento (EO) aerospaziale è diffusamente sfruttata per raccogliere una molteplicità d'informazioni estensive sugli oceani a diverse scale

spaziali e temporali, utilizzando principalmente tecniche di radiometria spettrale nel visibile comunemente nota come Ocean Color (colore dell'oceano). Queste tecniche pur essendo notevolmente efficaci per studi sinottici degli ecosistemi in mare aperto risentono tutt'ora di alcune limitazioni per il monitoraggio degli ecosistemi costieri dove i processi tendono ad operare con frequenza più alta ed a scala spaziale di maggior dettaglio, e dove frequentemente la maggiore complessità ottica e torbidità delle acque dei bassi fondali, impone approcci modellistici e d'inversione maggiormente efficaci per sfruttare adeguatamente tali dati telerilevati per l'analisi degli ecosistemi costieri in termini di discriminazione, estensione e dei relativi parametri biofisici inclusi quelli relativi alla qualità dell'acqua. In questo contesto a livello internazionale sono stati avviati programmi specifici per lo sviluppo delle tecniche di monitoraggio costiero sulla base delle tecnologie di telerilevamento (ex. progetto Coastcolour dell'ESA).

La problematica della gestione sostenibile del territorio, del suo mantenimento, della sua valorizzazione e della misurazione del reale impatto delle politiche definite dalla pubblica amministrazione è un tema sempre più attuale nelle agende locali e nazionali. Pertanto, la capacità di realizzare una gestione accurata del territorio nei suoi vari aspetti è un elemento chiave per la realizzazione di un efficiente impiego delle risorse a disposizione della PA.

In tale senso, la possibilità di utilizzare le sempre più potenti tecnologie ICT di nuova generazione, in grado di elaborare le informazioni ad oggi disponibili da numerose sorgenti telerilevate (a terra, in mare, da aereo, e in particolar modo da satellite) è fondamentale - se non addirittura indispensabile - per realizzare un nuovo concetto di gestione e monitoraggio ambientale integrato e aggiornato in tempo reale. Infatti, le tecniche di telerilevamento, abbinate alle sempre più sofisticate procedure di elaborazione delle informazioni telerilevate, possono permettere l'aggiornamento in tempo reale del territorio e quindi abilitare la possibilità di realizzare una sua reale gestione efficiente per la quale sono indispensabili informazioni e dati aggiornati in tempo reale, dettagliati, e affidabili, con tempi di messa a disposizione ridotti.

Purtroppo, il rilievo del territorio condotto attraverso il normale processo delle verifiche manuali a terra, attraverso il monitoraggio delle cosiddette aree campione, è un'attività molto dispendiosa sia per il tempo richiesto, sia per il fatto che necessita di competenze tecniche molto approfondite e sia perché interessa aree territoriali limitate all'estensione delle aree campione. Occorre anche osservare che sebbene un primo passo in direzione di una maggiore copertura territoriale sia stato eseguito in alcuni settori della gestione del territorio (es. contributi per l'agricoltura) con delle procedure che prevedono delle digitalizzazioni manuali basate su foto aeree; purtroppo tali procedure non si sono ancora pienamente diffuse sul nostro territorio nel contesto delle minacce ambientali e del *marine hazard* in particolare.

Alla luce di quanto esposto, si comprende come le principali problematiche di R&S connesse al telerilevamento ambientale siano, da una parte, legate alla capacità di mettere a disposizione della collettività e dei decisori istituzionali i risultati di eccellenza ottenuti dal sistema pubblico e privato della ricerca scientifica in questa tematica; dall'altra esse sono da ricondursi allo sviluppo di nuovi sensori e metodi di indagine ed alla verifica ed ottimizzazione delle osservazioni dallo spazio, soprattutto nelle regioni costiere (acque di tipo II), dove la derivazione di grandezze è particolarmente complessa. Per affrontare queste problematiche si intende realizzare una piattaforma tecnologica ed organizzativa volta a coprire in modo sinergico ed efficiente, le varie necessità di rilevamento, monitoraggio, gestione e pianificazione dell'ambiente marino e delle emergenze ad esso correlate. Accanto allo sviluppo di sistemi di integrazione, presentazione e consultazione dei dati osservati, che ne garantiscano la fruibilità ai decisori, si intende supportare lo sviluppo di nuovi metodi e sensori, di sistemi per la verifica, validazione ed ottimizzazione di metodi ed algoritmi di inversione dei dati satellitari, creando anche un primo nucleo che permetta la caratterizzazione e calibrazione di sensori per il telerilevamento, in ragione del ruolo cruciale che questi aspetti giocano sulla capacità di ottenere informazioni significative.

La crescita del settore del telerilevamento applicato al monitoraggio del rischio ambientale marino-costiero riveste dunque un'importanza molteplice, sia scientifica che economica: dal punto

di vista tecnologico, il settore è significativo per lo sviluppo di nuove applicazioni e l'affinamento di quelle esistenti; dal punto di vista formativo, per la creazione di nuove figure professionali capaci di gestire in contesti di ricerca, di governance e presso la P.A. le nuove tecnologie, dal punto di vista infrastrutturale, per l'adozione e l'adeguamento di nuovi centri e/o laboratori, virtuali e non, *single-sited* e/o diffusi, ove sia possibile portare avanti ricerche e sperimentazioni.

Ricapitolando, le questioni su cui i processi di R&S insistono maggiormente sono:

- ✓ Generare la consapevolezza circa il ruolo della tecnologia nella gestione dei disastri (*Disaster Management – DM*);
- ✓ Creare un pool di personale specializzato nella geoinformatica e nella gestione dei disastri naturali e nello sviluppo di appositi DSS;
- ✓ Supportare la creazione di nuovi database spaziali per la gestione delle calamità naturali;
- ✓ Sviluppare il potenziale di ricerca ("*Research Trigger*") nel campo della valutazione ambientale e, l'applicabilità del telerilevamento applicato al monitoraggio del rischio ambientale marino-costiero con un ampio ventaglio di opportunità:
- ✓ Idrometeorologico: inondazioni, straripamenti, pericoli costieri, siccità, etc.;
- ✓ Geologico: frane, terremoto, pericoli derivanti da attività minerarie e acque sotterranee, etc.;
- ✓ Ambientale: sversamenti di idrocarburi, erosione della fascia costiera, acidificazione degli oceani, inquinamento acustico, etc. In definitiva, si intende completare il range di rischio marino costiero oggetto di indagine da parte del presente progetto: il risultato atteso è quello di uno strumento che, al termine della prima fase di progettazione e realizzazione dell'infrastruttura tecnologica, sia in grado di fornire indicazioni utili alla collettività e agli strumenti di controllo e pianificazione, e allo stesso tempo possa generare nuove prospettive di sviluppo economico per imprese in grado di investire in servizi ambientali ad alto contenuto tecnologico.

Obiettivo specifico

L'obiettivo principale dell'OR.3 è di sviluppare un Laboratorio per il Telerilevamento basato sulla integrazione di varie componenti attraverso un centro di acquisizione ed elaborazione di dati telerilevati. Le componenti comprendono un settore di sviluppo di nuovi sensori ed algoritmi per il telerilevamento, sistemi per la verifica di osservazioni dallo spazio, e centri di riferimento per caratterizzazione e taratura di strumentazione. L'integrazione delle componenti verrà effettuata attraverso la realizzazione del centro di acquisizione dati e di protocolli di presentazione e visualizzazione integrata di dati.

Soluzioni da studiare

Le attività dell'OR.3 saranno indirizzate a studiare vari aspetti fondamentali per la realizzazione del Laboratorio per il Telerilevamento. Gli aspetti che necessitano soluzioni innovative riguardano:

- lo sviluppo e la caratterizzazione di nuovi sensori;
- lo sviluppo di nuovi algoritmi da applicare a dati telerilevati, soprattutto dallo spazio, che permettano la caratterizzazione di fenomeni specifici, soprattutto nelle regioni costiere, e la verifica delle informazioni ottenibili, con la successiva ottimizzazione dei metodi di inversione;
- la definizione di protocolli e metodi per la caratterizzazione e taratura di misure da satellite e sensori per il telerilevamento;
- sviluppare metodi e sistemi che supportino una corretta valutazione ambientale sulla base di dati telerilevati.

Messa a punto di tecnologie e strategie gestionali per la salvaguardia e il restauro ambientale delle praterie di *Posidonia oceanica* (OR 4)

Problematiche tecnico scientifiche o tecnologiche

Le praterie di *Posidonia oceanica*, come altre fanerogame marine in altre aree geografiche, sono in regressione principalmente a causa degli impatti antropici sulla zona costiera (Badalamenti et al., 2006; Badalamenti et al., 2011; Orth et al., 2006; Short & Wyllie-Echeverria, 1996).

Per mitigare i danni generati dalle attività antropiche sono stati effettuati diversi tentativi di ripristino attraverso il trapianto di talee ed in misura minore di germogli, con risultati fortemente variabili (e.s. Balestri et al., 2011; Molenaar & Meinesz, 1995). A dispetto dell'incertezza dell'esito finale gli interventi di trapianto comportano sempre notevoli costi ed impatti più o meno estesi sui letti donatori. Inoltre un aspetto quasi sempre trascurato nella programmazione di un intervento di ripristino è quello della valutazione della compatibilità genetica tra siti donatori e siti accettori di propaguli e del polimorfismo genetico delle popolazioni donatrici (Lloyd et al., 2012; Procaccini & Piazzini, 2001; Reynolds et al., 2012a; Reynolds et al., 2012b). La compatibilità genetica tra zone di prelievo e zone di reimpianto influisce sulla capacità dei trapianti di adattarsi a condizioni diverse e può avere un'importante ricaduta sull'efficacia del trapianto.

Obiettivo specifico

Una delle problematiche affrontate dall'OR sarà l'incremento dell'efficacia delle metodologie di riforestazione e parallelamente l'abbassamento dei costi degli interventi mediante una metodologia di trapianto che prevede l'utilizzo di supporti in plastica biodegradabile per il posizionamento delle talee sul fondale. Inoltre verranno sviluppate metodologie per l'allevamento, il mantenimento e la propagazione di plantule di *Posidonia oceanica* ottenute da propaguli distaccate spontaneamente dalle praterie al fine di minimizzare gli impatti ai letti donatori dovuti agli espianti di materiale biologico negli interventi di ripristino. Infine verranno effettuate analisi per valutare il livello di diversità genetica delle praterie potenziali donatrici di propaguli e valutare la compatibilità genetica tra potenziali siti donatori e siti accettori.

Soluzioni da studiare

La minimizzazione degli impatti ai letti donatori ed il mantenimento della variabilità genetica delle popolazioni interessate da interventi di ripristino verranno affrontati sviluppando metodiche di allevamento, mantenimento e propagazione in vasca di plantule di *P. oceanica* ottenute da propaguli naturalmente distaccati dalle praterie. Le principali limitazioni all'utilizzo di semi e germogli per il ripristino di praterie di *P. oceanica* consistono nella variabilità interannuale nella produzione di frutti e semi e nello scarso tasso di reclutamento dei propaguli sessuali in natura. Questa variabilità determina l'incertezza nella disponibilità di propaguli e rende difficile la pianificazione di interventi di ripristino basati sull'utilizzo di semi. La raccolta e l'allevamento dei germogli in un impianto di acquacoltura potrà espandere la finestra di tempo disponibile per l'utilizzo di propaguli sessuali in interventi di ripristino. Definire le migliori modalità di coltivazione dei germogli in vivaio, garantendone la sopravvivenza sul lungo periodo, contribuirà a rendere fattibile l'utilizzo di propaguli sessuali di *P. oceanica* in programmi di ripristino. Inoltre la possibilità di accogliere materiale biologico proveniente da aree differenti del Mar Mediterraneo potrà contribuire a bilanciare la variabilità regionale nella produzione di frutti.

La possibilità di utilizzare talee di *P. oceanica* naturalmente distaccate dalle praterie per il ripristino di aree degradate comincia ad essere esplorata con buoni risultati sulle percentuali di sopravvivenza anche a distanza di tre anni dalla raccolta (Balestri et al., 2011). Le attività sperimentali saranno indirizzate ad incrementare i tassi di sopravvivenza e di rigenerazione delle talee distaccate naturalmente e poste all'interno dello stabulario. Inoltre le attività di sviluppo sperimentale e ricerca industriale saranno orientate a garantire il mantenimento di un buono stato di salute delle plantule sul lungo periodo ed a rendere operativo il processo a media e larga scala.

La problematica della compatibilità genetica del materiale biologico utilizzato per i trapianti tra praterie donatrici e praterie riceventi verrà affrontata attraverso una mappatura genetica a scala medio fine delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste italiane ed in particolare in aree

identificate come a più alta probabilità di raccolta di semi o talee, rispetto ad aree possibili accettrici. Sarà inoltre esplorata la possibilità di mettere a punto strumenti molecolari per evidenziare la presenza di situazioni di stress e prevenire il danno potenziale sulle praterie in zone impattate, prima che questo si renda realmente visibile.

4) DURATA (IN MESI) E DATA DI INIZIO DEL PROGETTO

Durata del progetto: 24 mesi

Data di inizio delle attività: 16 gennaio 2014

5) LUOGHI DI SVOLGIMENTO DEL PROGETTO

Il progetto sarà sviluppato completamente in sedi presenti nella Regione Sicilia (province di Palermo, Catania e Trapani) e Regione Campania (provincia di Napoli). In particolare:

- Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR) Capo Granitola-Via del Mare, 3 Torretta Granitola- (Fraz. Campobello di Mazara, Tp) 91021
- Istituto Bioscienze e Biorisorse (CNR)-Corso Calatafimi, 414 – 90129 Palermo
- Istituto di biochimica delle proteine (CNR)-Via Pietro Castellino 111 - 80131 Napoli
- INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare Laboratori Nazionali del Sud-Via S. Sofia, 62 - 95123 Catania
- INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sede di Palermo-Via Ugo La Malfa, 153 - 90146 Palermo
- ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale Sede di Palermo-Via Salvatore Puglisi, 9 - 90143 Palermo
- SZN - Stazione Zoologica "Anton Dohrn" -Villa Comunale80121 Napoli
- IZS – Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia-Via G. Marinuzzi, 3 □90129, Palermo
- Leonardo Spa Via Monteruscio, 75 - 80072 Pozzuoli (NA),
- CeRICT-Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo - Fabbricato 8b, Via Cintia 80125, Napoli
- Laboratorio ENEA di Osservazioni Climatiche di Lampedusa-Contrada Capo Grecale-92010 Lampedusa
- ENEA-Via Principe di Granatelli, 24-90139 Palermo
- ENEA - P.le Enrico Fermi, 1Località Granatello – 80055 Portici (NA)
- DAIMAR Srl (soggetto terzo di CERICT), Via 11 Maggio, 4-91026 Mazara del Vallo
- Mater Sc.r.l., Via Brece a Sant'Erasmo, 114-Napoli
- Conisma, Unità locale di ricerca dell'Università di Palermo- Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Via Archirafi 18- 90123 Palermo
- Orion Srl, Contrada Spartimento, 1 - 81050 Pastorano (CE)
- Enviroconsult, Via San Donato, 86 – 80126 Napoli

6) DESCRIZIONE DELLA COMPAGINE DEI PROPONENTI

La compagine che promuove il progetto di ricerca mette in campo un forte approccio interdisciplinare: le sue componenti abbracciano per competenza scientifico-tecnologiche le diverse anime del progetto, tutte incentrate sull'ambiente marino e le sue risorse, e nella fattispecie:

- ✓ la valutazione del rischio connesso a possibili progetti di sfruttamento industriale, quali attività estrattive, produzione di energia geotermica, etc. (OR1- INGV, CNR, ISPRA, Leonardo Spa, CoNISMa, ENEA);
- ✓ l'implementazione di tecniche prototipali per la bonifica e la bio-remediation di ecosistemi degradati (OR2- CNR, ENEA, IZS, Enviroconsult, MATER Srl, CeRICT, Orion);
- ✓ lo sviluppo di sensoristica ambientale e tecnologie di telerilevamento per la previsione di fenomeni di erosione, antropizzazione, sversamenti (OR3- CNR, ENEA, INFN, Orion, INGV);
- ✓ la messa a punto di tecnologie di restauro ambientale (OR4- CNR, CoNISMa, ENEA, Orion, SZN).

Di seguito, una breve presentazione di ogni soggetto coinvolto:

Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR

Il CNR partecipa alla proposta distrettuale attraverso i seguenti Istituti:

1) IAMC – Istituto per l'Ambiente Marino Costiero:

l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR è il principale fautore del DT-AMar Sicilia. Si occupa tradizionalmente di tematiche inerenti l'ambiente marino, con particolare riguardo agli aspetti geologici, chimici, fisici e biologici. A queste ricerche, che presentano anche carattere applicativo, si associano attività tecnologiche e di formazione.

Le aree di interesse includono:

- ✓ Geologia e geofisica marina: Morfobatrimetria, Stratigrafia e Assetto tettonico dei fondi marini, Risorse e rischi, Paleoclima;
- ✓ Biodiversità degli ecosistemi marini e cicli biogeochimici, con particolare riguardo alla fascia costiera e alle sue risorse; tolleranza del sistema marino alle perturbazioni naturali e antropiche;
- ✓ Risorse biologiche, con attenzione alle risorse della pesca e dell'acquacoltura;
- ✓ Oceanografia operativa con previsioni delle future condizioni dell'ecosistema marino;
- ✓ Ecologia marina e degli ecosistemi costieri;
- ✓ Microbiologia marina;

2) Istituto di Bioscienze e Biorisorse (IBBR-CNR) (già Istituto di Genetica Vegetale – IGV):

l'IBBR-CNR si occupa della conservazione e valorizzazione delle risorse genetiche e si trova impegnato nell'OR4 del presente progetto. Ha esperienza pluriennale nei campi della raccolta e gestione della biodiversità, dello studio della variabilità genetica, della sua valorizzazione e del miglioramento genetico di piante erbacee, arboree e forestali di interesse per l'economia italiana. L'IBBR possiede know-how di alto livello nel settore della genetica vegetale ed in particolare quello relativo all'isolamento e caratterizzazione di geni vegetali, allo studio della diversità genetica ed alla caratterizzazione delle risorse genetiche vegetali mediante marcatori molecolari, come dimostrano le numerose pubblicazioni su prestigiose riviste nazionali ed internazionali. Tali competenze sono attestate inoltre dai numerosi progetti di ricerca finanziati da Istituzioni nazionali ed internazionali, cui i ricercatori dell'IBBR hanno partecipato e partecipano, in collaborazione con altri Enti di ricerca italiani ed esteri, anche in qualità di coordinatori scientifici.

Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare - CoNISMa

Il Consorzio ha personalità giuridica ed è vigilato dal MIUR. E' stato costituito il 21.02.1994. Non ha fini di lucro. E' formato da 30 Università italiane (Ancona "Politecnica delle Marche", Bari, Bologna, Cagliari, Camerino, Catania, Cosenza "della Calabria", Firenze, Genova, Lecce, Messina, Milano, Milano "Bicocca", Modena e Reggio Emilia, Napoli

“Federico II”, Napoli “Parthenope”, Napoli “Seconda Università”, Palermo, Parma, Pisa, Politecnico di Bari, Roma “La Sapienza”, Roma Tor Vergata, Salerno, Sassari, Siena, Teramo, Trieste, Urbino, Viterbo “La Tuscia”).

All'interno del progetto, il CoNISMa offrirà trasversalmente le sue competenze in diversi OR del progetto.

Gli afferenti risultano essere circa 600, tra professori, ricercatori e tecnici, tutti collocati nelle 6 sezioni nazionali (Fisica del Mare, Geologia e Sedimentologia Marina, Oceanografia Biologica e Biologia Marina, Oceanografia Chimica e Chimica del Mare, Idraulica Marittima e Costiera, Geografia Cartografia e Telerilevamento) in base alla scelta motivata di ciascuno di essi. Ogni afferente al CoNISMa confluisce in una sola sezione nazionale, mentre può confluire in una o più delle seguenti aree tematiche: Ambiente Costiero Litorale, Ambiente Oceanico, Ambiente Salmastro, Ambienti Polari, Tecnologie Marine, Biotecnologie Marine, Aree Marine Protette, Pesca, Acquacoltura e Maricoltura.

Il CoNISMa si propone di promuovere e coordinare ricerche e altre attività scientifiche ed applicative nel campo delle Scienze del mare, favorendo la collaborazione non solo tra le Università consorziate, ma anche con altre Università, con Enti pubblici e privati di ricerca, Enti locali e territoriali, strutture produttive. Inoltre, si prefigge:

- ✓ di promuovere ed incoraggiare, anche mediante la concessione di Borse di Studio, la preparazione di esperti nei vari campi della ricerca;
- ✓ di avviare il trasferimento dei risultati della ricerca nazionale ed internazionale nel campo delle Scienze del mare, per le loro applicazioni nel settore pubblico e privato;
- ✓ di promuovere e sostenere progetti nazionali ed internazionali, nonché di eseguire studi per Amministrazioni statali, Enti pubblici e privati, Enti locali e territoriali, Agenzie, sia nazionali che internazionali.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – INGV

L'INGV, principalmente impegnato in attività di ricerca e monitoraggio sismico e vulcanico del territorio nazionale, ha anche un consolidato filone di ricerche legato ai monitoraggi in ambiente marino e nel progetto “Marine Hazard” avrà un ruolo fondamentale nell' in OR1 e OR3.

L'INGV ha una lunga esperienza di sviluppo, validazione ed uso di sistemi di monitoraggio sottomarini sia in modalità autonoma sia cablati. Tali sistemi sono stati e vengono utilizzati in ambienti estremi come quelli di alto fondale (fino a 4000 m) e per lunghi periodi di tempo (anni) nel Mar Mediterraneo, in Oceano Atlantico e nel Mar di Weddell (Antartide). Accanto alla realizzazione di sistemi di monitoraggio, sono stati realizzati anche prototipi di strumentazione geofisica e geochemica, anche in collaborazione con altre realtà scientifiche e industriali italiane e straniere. Tale esperienza è stata acquisita con il coordinamento di alcuni progetti finanziati dalla Commissione Europea (GEOSTAR, GEOSTAR-2, TYDE, ORION-GEOSTAR-3, EMSO-PP) e la partecipazione ad altri (ASSEM, ESONET-CA, MOMARNET, TRANSFER, KM3NET-DS, NEAREST, NERIES, ESONET-NoE, HYPOX, DS3F), nonché a progetti nazionali (PNRA, PRIN, FIRB, POR).

L'INGV è coordinatore della Fase Preparatoria di EMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observatory), una delle grandi infrastrutture di Ricerca Europee inserite nella Roadmap di ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures). EMSO ha lo scopo di realizzare una rete permanente sottomarina nei mari circondanti l'Europa, integrata con le reti terrestri. La Sicilia orientale, in particolare, è uno dei nodi di questa rete e attualmente l'unico ad avere sistemi sottomarini cablati. In tale quadro nell'ambito del progetto PEGASO (progetto di sviluppo di infrastrutture per la geofisica ambientale) ha progettato e realizzato l'osservatorio sottomarino SMM (Seafloor Marine Module) in grado di operare da basse profondità fino ad oltre 1000 m e di trasmettere dati da fondo mare di tipo chimico-fisico e acustico in real-time.

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - INFN

L'INFN è l'ente dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e svolge attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare.

La ricerca fondamentale in questi settori richiede l'uso di tecnologie e strumenti di ricerca d'avanguardia che l'INFN sviluppa nei propri laboratori e in collaborazione con il mondo dell'industria.

L'Istituto promuove inoltre il trasferimento delle competenze, delle metodologie e delle tecniche strumentali sviluppate nell'ambito della propria attività verso campi di ricerca diversi quali la medicina, i beni culturali e l'ambiente. Tutte queste attività si svolgono in stretta collaborazione con il mondo universitario.

Nel progetto, l'INFN sarà impegnato all'interno dell'OR3.

Le 19 Sezioni hanno sede in dipartimenti universitari e realizzano il collegamento diretto tra l'Istituto e le Università. I quattro Laboratori, con sede a Catania, Frascati, Legnaro e Gran Sasso, ospitano grandi apparecchiature e infrastrutture messe a disposizione della comunità scientifica nazionale e internazionale. Il personale dell'INFN conta circa 2000 dipendenti propri e quasi 2000 dipendenti universitari coinvolti nelle attività dell'Istituto e 1300 giovani tra laureandi, borsisti e dottorandi.

L'organizzazione dell'INFN rappresenta un efficace equilibrio fra gestione centralizzata e decentralizzata ed è frutto di consuetudini consolidate negli anni.

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile - ENEA

L'ENEA partecipa a tutti e 4 gli OR del progetto Marine Hazard. I Laboratori coinvolti nel progetto svolgono attività nei seguenti attori:

✓ Ricerca sul clima, a supporto delle innovazioni nella gestione ambientale e dello sviluppo di tecnologie per lo sviluppo economico sostenibile. Le attività includono la modellistica e l'osservazione del sistema climatico a scala regionale, l'elaborazione di strategie energetiche e lo sviluppo di nuove tecnologie per l'adattamento delle infrastrutture e delle attività umane ai cambiamenti ambientali. In particolare, in Sicilia sono state sviluppate e vengono gestite due stazioni dedicate alle osservazioni del clima: la prima, che si trova sull'isola di Lampedusa (sarà una sede operativa del DT-AMar Sicilia) è attiva dal 1997 ed è inserita in varie reti internazionali di misura (*Global Atmosphere Watch, dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale; Aerosol Robotic Network, della NASA; Cooperative Air Sampling Network della NOAA; GEOMON; rete europea di stazioni per la misura dei gas ad effetto serra; etc.*); la seconda si trova sulle Madonie, dove vengono raccolti regolarmente dal 2004 campioni di aria utilizzati per studiare l'evoluzione dei gas a effetto serra e dove è in via di sviluppo una stazione permanente;

✓ ricerche finalizzate - *con approccio multidisciplinare (ingegneria, geologia, chimica e geochimica ambientale, microbiologia ambientale, ecotossicologia, sensoristica e modellistica)* - all'implementazione di innovazione metodologica e tecnologica nei sistemi di acquisizione dati e alla sperimentazione in laboratorio nei settori della caratterizzazione del territorio, della protezione e degli interventi di risanamento degli ambienti continentale, marino e fluviale; inoltre, vengono studiati modelli per la previsione del comportamento dei contaminanti nell'ambiente e degli effetti delle strategie di intervento sugli ecosistemi;

✓ attività di ricerca, consulenza e intervento sul territorio per la risoluzione di problematiche ambientali con un approccio multidisciplinare, che coinvolge discipline quali la chimica, la geochimica, la biologia, l'ingegneria; un aspetto importante è quello della messa a punto di tecniche e metodi, *anche innovativi*, per le analisi in campo ambientale con grande attenzione alla qualità del dato.

Il personale ENEA è localizzato nelle sedi di Lampedusa (AG), Palermo e Portici (NA).

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA

L'ISPRA è stato istituito con la legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del D.L. 25 giugno 2008, n. 112. L'ISPRA svolge le funzioni, con le inerenti risorse finanziarie, strumentali e di personale, dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici di cui all'articolo 38 del D.Lgs. n. 300 del 30 luglio 1999 e successive modificazioni, dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica di cui alla legge 11 febbraio 1992, n. 157 e successive modificazioni, e dell'Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare di cui all'articolo 1-bis del decreto-legge 4 dicembre 1993, n.496, convertito in legge, con modificazioni, dall'articolo 1, comma 1, della legge 21 gennaio 1994, n. 61.

L'ISPRA è vigilato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Di seguito la lista dei Temi trattati dall'ISPRA che sarà prevalentemente coinvolto nell'OR1 del Progetto "Marine Hazard":

- ✓ Acqua
- ✓ Agenda 21
- ✓ Alghe tossiche
- ✓ Aree protette
- ✓ Aria
- ✓ Emergenze ambientali
- ✓ Energia rinnovabile
- ✓ Impatti e Gestione Ambientale nei Porti
- ✓ Mercato verde
- ✓ Natura e Biodiversità
- ✓ Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento - IPPC
- ✓ Protezione dell'atmosfera a livello globale
- ✓ Radioattività e radiazioni
- ✓ Rischio industriale e le Direttive "Seveso"
- ✓ Rischio sostanze chimiche (REACH, prodotti fitosanitari)
- ✓ Rischio tecnologico
- ✓ Rumore, vibrazioni e radiazioni elettromagnetiche
- ✓ Siti contaminati
- ✓ Suolo e Territorio
- ✓ Sviluppo sostenibile
 - ✓ Valutazione Ambientale Strategica (VAS)
 - ✓ Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)

Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia “A. Mirri” – IZS

L'Istituto nasce come punto di riferimento di tutte le componenti a capo della cultura veterinaria sul territorio e come centro di assistenza permanente agli allevatori.

La sua principale finalità è sempre stata la difesa sanitaria del patrimonio zootecnico e ittico, attraverso la sperimentazione, lo studio eziologico-patogenetico delle malattie infettive e diffuse degli animali e la produzione di presidi diagnostici ed immunizzanti.

L'IZSSI collabora con analoghe istituzioni nazionali ed estere.

L'Istituto opera in Qualità (ACCREDIA N. 0246), effettua esami di laboratorio la cui validità è riconosciuta in tutta Europa e certificata da minuziosi controlli effettuati dall'interno e dall'esterno della sua struttura a garanzia e tutela costante della Salute Pubblica e del mondo della produzione, commercializzazione e vendita dei prodotti alimentari.

L'Istituto avendo inoltre come *mission* la promozione della salute pubblica e della sanità animale, svolge attività di prevenzione, di diagnosi, di controllo e ricerca nell'ambito della sanità e benessere animale, della sicurezza degli alimenti e della tutela ambientale.

Stazione Zoologica “Anton Dohrn” - SZN

La missione della Stazione Zoologica è la ricerca scientifica nel campo della biologia marina, con particolare riferimento agli organismi marini ed alle interazioni che essi stabiliscono tra di loro e con l'ambiente che li circonda.

Le ricerche nel campo della biologia marina, oltre a consentire avanzamenti delle conoscenze di base, hanno spesso una valenza biomedica. Ne costituiscono esempi illuminanti i premi Nobel per la Fisiologia e Medicina ottenuti da eminenti studiosi per studi condotti su organismi marini. Attualmente la conoscenza di genomi di numerosi organismi marini e la crescente facilità di ottenerne di nuovi, la possibilità di utilizzare nuove metodologie della cosiddetta genetica inversa e della microscopia avanzata, apre nuovi fronti di investigazione nel settore della Biologia. Inoltre, l'esplorazione della biodiversità presente nei mari viene sempre più ritenuta un settore da cui deriveranno avanzamenti fondamentali relativi alla conoscenza di meccanismi biologici di base, di nuove sostanze bioattive e dei meccanismi che intervengono negli equilibri climatici globali.

Il Progetto “Marine Hazard” prevede principalmente il coinvolgimento dei laboratori di Ecologia ed Evoluzione del Plancton e di Ecologia Funzionale ed Evolutiva (nell'OR4 del Progetto) il cui organico è formato da 18 unità di personale e la cui superficie totale è pari a circa 220 metri quadri. Esso può inoltre contare su attrezzature quali: Analizzatori automatici di nutrienti, Spettrofluorimetri, Spettrofotometri, HPLC, CHN, Sonde multiparametriche real time e auto acquisenti, Fluorimetri a flusso, Fluorimetri a fluorescenza modulata, Trasmisometri, Phyto-Pam, Citofluorimetro, etc.

Centro Regionale Information Communication Technology - CeRICT

Le attività del CeRICT (Scrl) riguardano i settori dell'ICT con azioni dirette e/o trasversali negli specifici ambiti di competenze. La compagine societaria del CeRICT evidenzia una significativa presenza di competenze sia nel comparto IT che TLC, in particolare:

a) Competenze IT (Tecnologie dell'informazione):

- ✓ Metodologie di progetto hardware/software (Ingegneria del Software);
- ✓ Progettazione e valutazione di sistemi e componenti digitali basati su Tecnologie hardware riconfigurabili;
- ✓ Integrazione di prodotti open-source hardware e software nel ciclo di sviluppo di sistemi ;
- ✓ Architetture e componenti per la realizzazione di primitive crittografiche;
- ✓ Progettazione e valutazione di sistemi distribuiti affidabili operanti in sicurezza;
- ✓ Progettazione e sviluppo di applicazioni in ambiente distribuito;

- ✓ Sistemi ad agenti;
- ✓ Sviluppo di applicazioni orientate alla domotica;
- ✓ Protocolli di telecontrollo;
- ✓ Progettazione, realizzazione e caratterizzazione di sistemi distribuiti di misura;
- ✓ Progettazione di Piattaforme per il trattamento dell'informazione multimediale con particolare enfasi alle
 - ✓ applicazioni di teleformazione e teledidattica;
 - ✓ Knowledge Management;
 - ✓ Progettazione ed implementazione di piattaforme web per la gestione di sistemi di database distribuiti;
 - ✓ Data sharing dei risultati clinici e scientifici in ambito di ricerca medica;
 - ✓ Progettazione e sviluppo di applicazioni web;
 - ✓ Tecnologie avanzate di sicurezza sul web;
 - ✓ Sistemi multiagente per la progettazione di sistemi proattivi.
- b) Competenze TLC (Tecnologie della Telecomunicazione).
 - ✓ Strumenti di comunicazione e marketing;
 - ✓ Progettazione di applicazioni per reti mobili;
 - ✓ Caratterizzazione di servizi innovativi in ambito web e terminali mobili;
 - ✓ Reti per servizi innovativi multimediali;
 - ✓ Progettazione di servizi su reti mobili interoperanti con reti fisse;
 - ✓ Piattaforme software per la configurazione degli apparati di rete: affidabilità e qualità;
 - ✓ Caratterizzazione dei requisiti di sistemi distribuiti
 - ✓ Applicazioni telematiche su reti mobili;
 - ✓ Tecnologie per la pianificazione e la progettazione di infrastrutture di rete a larga banda di tipo geografico;
 - ✓ Sistemi firewall centralizzati ed in rete;
 - ✓ Progettare interfacce adattive ed interfacce di realtà virtuale;
 - ✓ Progettazione e sviluppo di infrastrutture di sicurezza basate su firma digitale;
 - ✓ Progettazione di sistemi di TLC su portante ottica;
 - ✓ Progettazione, realizzazione e caratterizzazione di componenti e sistemi optoelettronici;
 - ✓ Strumentazione di misura per i sistemi di TLC;
 - ✓ Sviluppo ed analisi di circuiti elettronici per le telecomunicazioni;
 - ✓ Tecnologie innovative nell'ambito di sistemi e reti wireless a larga banda: trasmissione e sicurezza;
 - ✓ Effetti biologici dei campi elettromagnetici alle frequenze utilizzate nei sistemi di TLC mobili.

CeRICT realizza le attività tecnico-scientifiche utilizzando le Unità organizzative autonome dei propri Soci, non disponendo di Unità organizzative autonome interne. In particolare, per questo progetto è previsto il coinvolgimento di:

- ✓ Dipartimento di Informatica e Sistemistica – Università Federico II, Napoli.
- ✓ Dipartimento di Ingegneria Biomedica, Elettronica e delle Telecomunicazioni - Università Federico II, Napoli.
- ✓ Dipartimento di Ingegneria – Università del Sannio, Benevento.
- ✓ Dipartimento di Informatica - Università di Salerno.
- ✓ Dipartimento di Matematica e Informatica - Università di Salerno.
- ✓ Dipartimento Ingegneria Elettronica e Ingegneria Informatica - Università di Salerno.
- ✓ Dipartimento Per le Tecnologie - Università di Napoli “Parthenope”.
- ✓ Istituto di Calcolo e Reti ad alte prestazioni ICAR – CNR.

- ✓ Dipartimento Ingegneria dell'Informazione – Seconda Università di Napoli.

LEONARDO SPA

Dal 1° gennaio 2016, le attività di Whitehead Sistemi Subacquei Spa (WASS) sono confluite nella Divisione Sistemi di Difesa, nell'ambito del settore Elettronica, Difesa e Sistemi di Sicurezza di Leonardo - Finmeccanica S.p.A. Pertanto, Leonardo Spa, acquisendo l'esperienza di WASS è oggi attiva anche nel settore della costruzione di sistemi di difesa subacquei, come siluri o sonar.

LEONARDO Spa è una grande imprese nel settore della progettazione, sviluppo e realizzazione di sistemi di difesa subacquei per soddisfare i requisiti operativi delle marine militari di tutto il mondo, assicurando al cliente un efficace ciclo di vita. LEONARDO Spa ricopre quindi un importante ruolo di riferimento nazionale e mondiale per la sistemistica subacquea.

Nell'ultimo decennio inoltre, nello stabilimento campano, si è acquisita anche una notevole esperienza sulle tecnologie di progetto e realizzazione di trasduttori elettroacustici che sono componente base di tutti i sistemi che costituiscono il *core business* aziendale.

In questo quadro, si è reso necessario un'intensa attività di ricerca in campo sensoristico subacqueo e relativo processo segnale-dato, in particolar modo su:

- ✓ *Diced array* operanti alle alte ed altissime frequenze per sistemi di *imaging*;
- ✓ Cortine lineari idrofoniche sottili a sensori optoacustici;
- ✓ Materiali alternativi ai tradizionali di tipo ceramico per la realizzazione di sensori efficienti sia in trasmissione sia in ricezione.

Le competenze di LEONARDO Spa a beneficio del Progetto "Marine Hazard" riguardano prevalentemente l'OR1.

Tutto ciò ha permesso a LEONARDO SPA di diventare il riferimento di Finmeccanica per tutte le attività relative alla sorveglianza subacquea (sistemi di protezione, sicurezza e monitoraggio siti sensibili) assicurando al Gruppo la capacità di competere nel campo dei sistemi integrati complessi.

Le attività di Ricerca sono altresì indirizzate a sviluppare tecnologie e prodotti "*dualuse*", quali UUV (*Unmanned Underwater Vehicle*) e AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) utilizzabili sia nel campo della difesa sia in quello civile, per ampliare le capacità operative nell'ambito della protezione e sicurezza siti sensibili e del monitoraggio ambientale.

Orion Srl

Orion è una società di riferimento a livello internazionale nel settore dell'automazione per l'industria e l'ecologia, nonché un *player* di riferimento nel mercato del monitoraggio ambientale, attraverso attività di consulenza, *systems integration* (fornitura e messa in servizio di sistemi integrati), *outsourcing* (fornitura di servizi in campo orientati alla garanzia di un risultato), gestione e manutenzione nel settore del monitoraggio in continuo ed automatizzato delle seguenti matrici di rilevanza ambientale:

- ✓ Atmosfera
- ✓ Emissioni Convogliate e gas di processo
- ✓ Acque superficiali, di falda, marino - costiere e reflue industriali

Pertanto, Orion contribuirà a sviluppare gli OR2 e OR3 del Progetto "Marine Hazard".

Inoltre, Orion è impegnata nello sviluppo di apparecchiature innovative applicate al monitoraggio e al controllo dell'aria e delle acque; tra i prodotti più rappresentativi si possono evidenziare:

- ✓ Stazioni fisse e mobili per monitoraggio dell'aria in modo continuo.
- ✓ Stazioni specifiche per il monitoraggio dell'inquinamento prodotto dal traffico urbano.

- ✓ Sistemi di analisi di emissioni prodotte nei processi industriali.
- ✓ Sistemi di acquisizione dati e software per l'elaborazione e il trasferimento dei dati via modem, radio, ecc.
- ✓ Progettazione e sviluppo di software applicati al campo dell'ecologia.
- ✓ Sistemi di valutazione dell'inquinamento atmosferico.
- ✓ Sistemi per la certificazione secondo EPA di apparecchiature analitiche
- ✓ Sistemi e Sonde per analisi delle acque.
- ✓ Servizi di monitoraggio ambientale ritagliati su esigenze "custom".

MATER Soc. Cons. a R.L.

MATER Soc. Cons. a R. L. è un Laboratorio di Innovazione Tecnologica e Laboratorio di ricerca accreditato presso il Ministero dell'Università e della Ricerca ai sensi dell'Art. 14 commi 9-15 del D.M. n.593/2000.

Fornisce consulenza direzionale in diversi ambiti produttivi, garantendo ai Clienti lo sviluppo armonico delle loro potenzialità.

Nel settore del supporto all'innovazione e alla ricerca scientifica e tecnologica, MATER progetta e realizza interventi di ricerca per la messa a punto di processi produttivi, prodotti e servizi innovativi.

Nel corso della propria attività l'azienda ha sviluppato consolidati protocolli di collaborazione con il mondo accademico e della ricerca pubblica. In tale contesto la MATER è impegnata nella realizzazione di progetti di ricerca in cooperazione con Università, strutture pubbliche e private presenti sul territorio nazionale ed internazionale.

Le attività di studio e ricerca consentono alla MATER di ottenere risultati concreti da trasferire al cliente nell'ottica della realizzazione di nuovi prodotti e/o per il miglioramento della qualità totale del prodotto, dei processi e dei servizi.

Questi ultimi settori rappresentano i punti di forza della divisione grazie alle elevate capacità progettuale ed operativa.

MATER è impegnata a promuovere il "sistema di ricerca" conscia delle proprie responsabilità verso il mondo sempre più globalizzato (e quindi sempre più caratterizzato da rapporti di interdipendenza) e verso le generazioni future.

Indirizzare lo sviluppo della ricerca significa rafforzare:

- ✓ la qualità della vita, in termini di tutela dell'ambiente e della salute, innovazione e qualificazione di prodotti e tecnologie;
- ✓ lo sviluppo economico e sociale, in termini di incremento dell'occupazione e della competitività del sistema imprenditoriale, anche per stimolo che deriva dalla presenza di consumatori più responsabili ed informati.

Si segnala che Mater Scrl. ha acquisito il ramo d'azienda di Avantech, l'azienda originariamente presente nel DT-Amar Sicilia e che viene sostituita nell'OR2 del progetto da Mater Scrl.

Enviroconsult Srl.

Enviroconsult è una micro impresa la cui attività è essenzialmente centrata nell'espletamento di studi, ricerca e consulenza nel campo dell'ecologia degli ecosistemi acquatici. All'interno del Progetto, la società è impegnata nell'OR2. Più in particolare la società ha svolto attività di valutazione di impatto ambientale di Siti di Interesse Nazionale, di redazioni di piani di caratterizzazione di aree costiere sottoposte a dragaggi, di valutazione scientifica del destino dei materiali da dragare. La società svolge attività di consulenza e monitoraggio di opere di ingegneria costiera e attività di caratterizzazione chimica fisica e microbiologica di siti di

interesse comunitario e di aree marine protette. L'attività di studi è altresì centrata nel campo dell'acquacoltura estensiva ed intensiva in termini di monitoraggio fisico, chimico e microbiologico. Le principali attività produttive dell'azienda possono essere sintetizzate attraverso le Commesse condotte nell'ultimo esercizio.

Le principali linee di produzioni sono i servizi per l'ambiente di vario tipo con maggiore enfasi agli ambienti acquatici marini, di transizione e dulcicoli. La produzione di servizi è indirizzata sia agli Enti pubblici che a Società private. E' attualmente aperta una collaborazione scientifica con vari ricercatori afferenti ad Università e Enti pubblici di ricerca linea di ricerca aperta e indirizzata all'individuazione di nuove tecnologie nel campo dei recuperi ambientali.

7) RESPONSABILE DEL PROGETTO

Responsabile Scientifico del Progetto: Dr. Mario Sprovieri

Luogo di nascita: Palermo

Data di nascita: 05/08/1969

Titolo di studio: Laurea Scienze Geologiche

Ricercatore del Consiglio Nazionale delle Ricerche

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero - U.O.S. di Capo Granitola

Via del Mare, 3 - Capo Granitola

91021, Campobello di Mazara (TP), Italia

E-mail: mario.sprovieri@iamc.cnr.it

Esperienza in relazione al sistema produttivo e scientifico:

Laureato in Scienze geologiche, dal 1 aprile 2001 è ricercatore presso l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero di Capo Granitola (TP) del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Ha conseguito nel luglio del 1997 il dottorato di ricerca in Geochimica presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Palermo, occupandosi di problematiche di oceanografia chimica. La sua attività di ricerca è principalmente focalizzata sui seguenti temi: i) studio della variabilità naturale del clima e del sistema oceano dal Cretacico al tardo Neogene attraverso l'uso di traccianti isotopici, chimici e biologici, ii) ricerca sulle dinamiche di interazione all'interno del bacino Mediterraneo tra litosfera, atmosfera e biosfera, iii) studio dei potenziali meccanismi di trasferimento di contaminanti organici e inorganici in aree marino- costiere fortemente antropizzate. E' attualmente *team leader* del progetto europeo ITN GTSnext focalizzato alla ricostruzione del tuning astronomico della parte superiore del Cretacico. E' stato ed è attualmente Principal Investigator dei progetti europei EUROCEANS, JERICO, PERSEUS e SESAME finalizzati all'applicazione di tecniche di geochimica isotopica per la definizione dei cicli biogeochimici del carbonio e dell'azoto nel bacino mediterraneo. E' coordinatore e responsabile di diversi progetti nazionali e internazionali focalizzati all'applicazione di tecniche isotopiche per lo studio di catene trofiche marine e lo studio della distribuzione di contaminanti organici ed inorganici in aree marino-costiere. E' stato coordinatore di cinque scuole estive internazionali di Paleoclimatologia e Scienze Ambientali. Ha pubblicato più di 90 lavori su riviste internazionali di paleocenografia, stratigrafia e scienze ambientali. E' responsabile della Commessa "Biogeochimica dell'ambiente marino". Maggiori dettagli sono riportati nel curriculum vitae in formato euro pass, allegato alla presente scheda di Progetto.

8) OBIETTIVI, ATTIVITÀ E TEMPISTICA

8.1 Struttura del prodotto/processo/servizio

O.R. 1 – VALUTAZIONE E PREVENZIONE DI EFFETTI CORRELATI AL REPERIMENTO DELLE RISORSE MARINE	
1.1 Studio dei potenziali giacimenti da sistemi idrotermali (GSI) sottomarini presenti nel Mar Tirreno sud-orientale e nel Canale di Sicilia	
1.1.1	Stato dell'arte della conoscenza a livello internazionale sull'esplorazione e sfruttamento dei depositi di origine idrotermale (GSI)
1.1.2	Realizzazione di un database geofisico/geochimico/biologico sui GSI
1.1.3	Pianificazione e realizzazione di almeno un survey a larga scala su possibili siti con GSI potenzialmente sfruttabili nel Mar Tirreno sud-orientale e nel Canale di Sicilia
1.1.4	Monitoraggio in continuo tramite osservatori dedicati
1.2 Progetto Pilota di Esplorazione e valutazione dei GSI sul Palinuro Seamount	
1.2.1	Esplorazione magnetometrica e side scan sonar di dettaglio sul Palinuro Seamount (PS)
1.2.2	Esplorazione sismica a riflessione
1.2.3	Esplorazione magnetometrica di dettaglio
1.2.4	Esplorazione diretta tramite acquisizione di immagini ROV
1.2.5	Campionature e caratterizzazione geochimica dei sedimenti sul PS
1.2.6	Valutazione del potenziale estrattivo e hazard associati tramite approccio geostatistico
1.3 Sistema Acustico per la Rivelazione di Fenomeni di Idrotermalismo Sottomarino	
1.3.1	Studio sulle problematiche riguardanti l'utilizzo di sistemi sonar per la identificazione delle emissioni gassose sottomarine
1.3.2	Studio dei requisiti operativi e della configurazione architettuale del modello dimostratore e degli algoritmi del sistema sonar per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino
1.3.3	Prove sperimentali e analisi dei dati acquisiti dalla ricerche condotte a scala ridotta nel laboratorio elettroacustico della LEONARDO SPA di Pozzuoli
1.3.4	Progetto esecutivo, realizzazione e test in vasca del modello dimostratore del sistema acustico per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino
1.3.5	Esecuzione delle prove sperimentali in ambiente reale (PS) del modello dimostratore del sistema per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino
1.3.6	Analisi critica dei risultati acquisiti a valle delle prove sperimentali condotte in ambiente reale
1.4 Analisi di possibili impatti nell'ambiente marino e sottomarino	
1.4.1	Studio di dettaglio dell'ecosistema del PS con particolare attenzione alle aree con presenza di GSI
1.4.2	Realizzazione di una climatologia mensile della circolazione marina profonda nell'area del Palinuro
1.4.3	Realizzazione di un modello complessivo di dispersione di ipotetici plumes in relazione alle possibili tecniche di sfruttamento di GSI sul PS
1.4.4	Applicazione dei modelli di dispersione ad altri potenziali GSI rinvenibili su targets specifici evinti in A1.1.1
1.4.5	Studio degli scenari di impatto antropico da prelievo di GSI sull'ecosistema del PS
1.4.6	Studio e realizzazione di modelli dimostratori in scala per prelievo a basso impatto di GSI
O.R. 2 – BONIFICA DI SEDIMENTI CONTAMINATI DA INQUINANTI PRIORITARI	
2.1 Caratterizzazione delle matrici e individuazione dei requisiti di processo	
2.1.1	Prelievo e caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica di un selezionato numero di sedimenti marini inquinati da metalli pesanti e composti organici
2.1.2	Messa a punto di una piattaforma integrata di monitoraggio in continuo per analisi delle performance dei processi di bonifica
2.2 Verifica e ottimizzazione del processo a scala di laboratorio	
2.2.1	Messa a punto delle migliori condizioni di sediment-washing per metalli pesanti e solvent extraction per composti organici di sedimenti con caratteristiche chimico-fisiche differenti e decontaminazione di acque di risulta (scala di laboratorio)

2.2.2	Messa a punto dei parametri per utilizzo di tecniche di supercritical fluid extraction sull'ampia gamma di sedimenti disponibili
2.2.3	Selezione dei più adeguati ceppi batterici per la indurre la lisciviazione microbica dei metalli pesanti nei sedimenti. Sediment-washing e trattamento delle acque di lavaggio con microalghe (fitorisanamento).
2.2.4	Integrazione delle diverse tipologie di decontaminazione e disegno progettuale della piattaforma di bonifica integrata
2.3 Sviluppo del prototipo a scala pilota e ottimizzazione del processo di bonifica	
2.3.1	Costruzione del prototipo di piattaforma di bonifica integrata alla scala pilota
2.3.2	Identificazione dei punti di forza della piattaforma di bonifica su sistemi mobili
O.R. 3 – SVILUPPO DI NUOVI SENSORI E APPROCCI INTEGRATI AL REMOTE SENSING MARINO-COSTIERO	
3.1	Infrastruttura tecnologica per il Telerilevamento
3.2	Ricerca e sviluppo di soluzioni innovative per l'ecosistema costiero
3.3	Sviluppo di sensori per il rilevamento di colibatteri e sostanze tossiche
3.4	Sviluppo di una stazione acustica ad alta sensibilità
O.R. 4 – MESSA A PUNTO DI TECNOLOGIE E STRATEGIE GESTIONALI PER LA SALVAGUARDIA E IL RESTAURO AMBIENTALE DELLE PRATERIE DI <i>POSIDONIA OCEANICA</i>	
4.1 Ripristino di praterie di <i>P. oceanica</i> degradate mediante interventi di riforestazione realizzati con supporto brevettato in bioplastica	
4.1.1	Stato dell'arte sulle conoscenze dell'area di studio e sui metodi e le tecnologie di ripristino dei siti. Caratterizzazione dell'area marina interessata all'intervento e del regime idrodinamico. Individuazione del sito donatore e di un sito idoneo dove realizzare l'impianto pilota di riforestazione.
4.1.2	Prelievo delle talee dal sito donatore e messa a dimora nel sito prescelto utilizzando apposito supporto brevettato realizzato in materiale bioplastico. Monitoraggio dell'impianto pilota di riforestazione.
4.2 Sviluppo di prodotti, processi e servizi finalizzati all'allevamento, al mantenimento ed alla propagazione di plantule di <i>Posidonia oceanica</i> per il restauro e la facilitazione del recupero naturale delle praterie.	
4.2.1 Predisposizione di un network per il monitoraggio dello spiaggiamento di frutti e semi di <i>Posidonia oceanica</i> e sviluppo di protocolli per l'identificazione ed il controllo dei patogeni.	
4.2.2	Sviluppo di un prototipo a scala pilota per la raccolta, il mantenimento e la propagazione del materiale biologico
4.2.3	Realizzazione ed ottimizzazione di un sistema di gestione e monitoraggio dell'impianto di acquacoltura
4.2.4 Trasferimento a mare delle plantule su apposito supporto brevettato realizzato in materiale bioplastico e monitoraggio delle plantule..	
4.3 Valutazione del processo di recupero degli ecosistemi interessati da interventi di restauro ambientale.	
4.3.1	Stato dell'arte sui processi di recupero di ecosistemi degradati e valutazione delle caratteristiche chimiche e biologiche dell'area interessata dall'intervento
4.3.2	Valutazione del recupero dell'ecosistema interessato dagli interventi di restauro ambientale
4.3.3	Identificazione di indicatori/descrittori del recupero da utilizzare nei processi di monitoraggio e gestione degli ecosistemi marini sottoposti a restauro ambientale
4.4 Analisi della compatibilità genetica fra siti accettori e donatori in iniziative di ripristino e messa a punto di early warning indicators in <i>Posidonia oceanica</i>	
4.4.1	Messa a punto di <i>early warning indicators</i> dello stato della pianta ed analisi della compatibilità genetica fra siti accettori e donatori
4.5 Conservazione dei semi e selezione di plantule di <i>Posidonia oceanica</i> resistenti a stress ambientali	
4.5.1	Tecniche per la conservazione dei semi di <i>P. oceanica</i> a basse temperature
4.5.2	Individuazione di nuovi marcatori associati all'adattamento agli stress ambientali e loro validazione.

8.2 OBIETTIVI REALIZZATIVI E ATTIVITÀ

O.R. 1 – VALUTAZIONE E PREVENZIONE DEGLI EFFETTI CORRELATI AL REPERIMENTO DELLE RISORSE MARINE

Stato dell'arte

L'idrotermalismo sottomarino è uno dei fenomeni basilari per la vita sulla terra e costituisce l'anello di congiunzione tra attività endogene abiotiche (vulcanismo e sismicità sottomarina) e nascita e sviluppo di attività biotiche tramite batteri autotrofi. Idrotermalismo sottomarino significa anche attività deposizionale che, in funzione del chimismo delle rocce vulcaniche di partenza, rappresenta una riserva di elementi pregiati e quindi possibile oggetto di attività estrattive. La presenza di aree sottomarine di potenziale interesse industriale per lo sviluppo di attività estrattive è strettamente legata all'attività vulcanica responsabile della formazione di sistemi idrotermali che attraverso uno scambio acqua-roccia ad alte temperature, sono in grado di rimuovere selettivamente alcuni elementi chimici arricchendoli nelle fasi solide a solfuri che precipitano nelle immediate vicinanze delle sorgenti calde (hydrothermal vents) a fondo mare e si concrezionano in depositi massivi ricchi di elementi pregiati (Ag, Cu, Co, Zn, Fe). Il settore meridionale del mar Tirreno e il Canale di Sicilia sono caratterizzati dalla presenza di numerosi seamounts (Sisifo, Enarete, Eolo, Lametini, Alcione, Palinuro, Marsili e Glauco) e da isole vulcaniche (Alicudi, Filicudi, Salina, Lipari, Vulcano, Panarea e Stromboli nel Tirreno, Linosa e Pantelleria nel Canale di Sicilia) la cui formazione ha avuto inizio circa un milione di anni fa per la parte sommersa e circa 400 mila anni fa con lo sviluppo della parte emersa degli edifici vulcanici. Numerose campagne esplorative sono state svolte da tutti gli EPR italiani e da numerose istituzioni straniere finalizzate al rinvenimento di idrotermalismo attivo o più semplicemente al rinvenimento di depositi a solfuri. Recenti campagne di misure (p.e. Aeolian 2007 coordinata dal CNR-IAMC) si sono focalizzate sulla caratterizzazione chimico-fisica di traccianti connessi ad eventi idrotermali presenti nella colonna d'acqua su dieci seamounts del basso Tirreno e dell'arco eoliano. Il dataset ottenuto ha consentito di caratterizzare le masse d'acqua investigate in relazione all'eventuale presenza di alterazioni chimico-fisiche nei parametri tipici derivanti dalla presenza di plumes idrotermali. Il rapporto isotopico dell'elio, in particolare, ha mostrato valori ascrivibili alla presenza di plumes per ben 6 dei 10 vulcani sottomarini esplorati (Marsili, Palinuro, Enarete, Eolo, Sisifo, e Secca del Capo), mentre presumibilmente attività idrotermale significativa e conseguenti potenziali giacimenti sono noti sul Seamount Vavilov. Negli anni 2010-2013 l'ISPRA ha effettuato 4 campagne esplorative con Nave ASTREA, in collaborazione con altri Enti di Ricerca (INGV, IAMC-CNR) intorno alle isole di Panarea, Alicudi e Stromboli al fine di acquisire informazioni dettagliate sulla morfobatimetria dell'area e caratterizzare gli habitat associati ad aree idrotermali mediante indagini visive con ROV a profondità comprese tra 100 e 500 m e prelievi di sedimenti con Benna e Box corer – Rov guidata. Sono state individuate aree con distribuzione di camini spenti, con evidente presenza di depositi sulfurei e sono state caratterizzate le facies associate a tali habitat, ma non è nota l'estensione dell'area interessata da tali fenomeni, né l'eventuale presenza di camini attivi.

E' importante sottolineare come le aree idrotermali possano essere caratterizzate dalla presenza di strutture più o meno complesse (camini o "black/white smokers") che sostengono forme di vita adattate a condizioni fisico-chimiche altamente instabili. Tali strutture sottomarine, formate dall'unione di granuli di sabbia o fango ad una matrice di carbonato, composta dall'ossidazione microbica delle emissioni gassose (principalmente metano) rientrano nell'allegato I della direttiva Habitat (92/43/CEE) al punto 1180 con la voce "**strutture sottomarine causate da emissioni di gas**". Si tratta di "tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione". Le aree idrotermali, inoltre, possono essere

caratterizzate dalla presenza di specie protette dal protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) quali *Corallium rubrum*, *Antipathella subpinnata* e altre specie poco note.

L'esistenza e la persistenza nel tempo dei depositi idrotermali ricchi di elementi richiesti dal mercato estrattivo (rame, nichel, cromo, etc) e indicatori di sistemi ad alta entalpia utili come possibile risorsa geotermica, è intimamente legata sia alla attività vulcanica che alla presenza di strutture tettoniche e vulcano-tettoniche alla base dei rischi vulcanico e sismico. D'altro canto gli stessi sistemi idrotermali costituiscono la fonte primaria per la vita permettendo lo sviluppo di forme vitali autotrofe a loro volta alla base della catena alimentare e quindi della vita stessa dei mari, senza dimenticare il notevole interesse conservazioni stico di numerose specie la cui esistenza è legata all'idrotermalismo sottomarino..

I sistemi idrotermali marini sono caratterizzati da condizioni chimico-fisiche estreme (elevate pressioni, elevate temperature, alte concentrazioni di CO₂ e di H₂S, bassi valori pH) che rendono questi habitat proibitivi per la maggior parte degli organismi eucariotici, ma non per quelli procariotici (Batteri ed Archaea). I microrganismi svolgono un ruolo essenziale nel funzionamento degli ecosistemi idrotermali perché sono coinvolti nella trasformazione degli elementi inorganici rilasciati dalle emissioni e sono alla base delle catena alimentare come produttori primari. Solo studi recenti che hanno fatto ricorso a metodi molecolari, indipendenti dalla coltivazione e hanno consentito di definire questi ambienti come "hotspots" di biodiversità. Tali ambienti offrono una vantaggiosa opportunità per l'esplorazione della diversità microbica e per l'isolamento di nuovi microrganismi estremofili (termofili, alofili, acidofili) produttori di biomolecole (enzimi, esopolisaccaridi, lipidi, ecc.) con prospettive applicative nel settore ambientale, farmaceutico (antibiotici, antivirali, antitumorali, immunoregolatori e immunostimolanti), nutrizionale, cosmetico e per l'attività estrattiva di metalli (*bioleaching*). **L'esplorazione della biodiversità** in ambienti estremi e lo **sfruttamento delle biomolecole** per scopi industriali sono due aspetti intimamente legati tra loro. Il prelievo di campioni per lo studio della diversità microbica e per l'isolamento dei microrganismi di interesse biotecnologico deve essere considerato eco-compatibile perché non distruttivo. Lo studio delle comunità microbiche presenti nei siti idrotermali prescelti verrà utilizzato per valutare gli effetti delle attività di "marine mining".

I fattori di rischio connessi a qualunque attività economica miri allo sfruttamento di georisorse in ambiente sottomarino sono quindi da collocarsi sia nelle tipiche fenomenologie di ambiente vulcanico, ovvero emissioni gassose, potenziali collassi laterali, fenomeni di eruzione locali a scala contenuta, presenza di sismicità locale, potenziali eventi tsunamigenici connessi ad attività di esplosione, eruzione o collasso laterale, sia da classificare nei fattori di rischio legati all'estrazione mineraria in ambiente marino, dove si materializzano nella potenziale distruzione di quegli habitat idrotermali dove specie microbiche autotrofe sono alla base della catena alimentare, nella potenziale distribuzione di elementi inquinanti al seguito dei sollevamenti di plumes, nella distruzione potenziale di specie assolutamente uniche.

Nell'ambito del mangement del Marine Hazard nell'area del Tirreno Meridionale-Canale di Sicilia, risulta immediata la necessità di conoscere distribuzione, intensità e caratteristiche dei sistemi idrotermali sottomarini e della loro relazione con lo stato di attività dei sistemi vulcanici attivi e quiescenti e delle faglie attive. Di qui la necessità di campagne esplorative multidisciplinari a grande scala sulle aree sede di attività idrotermale/deposizionale che, fornendo le caratteristiche chimico-fisiche, biologiche e microbiologiche dei depositi e dei sistemi idrotermali, e permettendo la messa a punto di tecniche e processi per affrontare in modo dettagliato lo studio di aree di eventuale interesse per attività di sfruttamento di georisorse (attività estrattiva). A tale scopo saranno messe in opera:

- 1) Almeno tre campagne di acquisizione dati in mare (per almeno 30 gg./nave complessivi) che forniranno un nuovo, decisivo contributo allo stato dell'arte della conoscenza di alcuni settori specifici del Tirreno sud-orientale e del Canale di Sicilia;

- 2) Lo studio, la realizzazione e il test in mare di una strumentazione acustica di nuova concezione per la scoperta ed il monitoraggio di centri di emissione idrotermale
- 3) Lo studio e la valutazione degli ecosistemi presenti nelle aree studio ed in particolare sul Palinuro Seamount
- 4) La valutazione dei possibili aspetti di impatto antropico di eventuali interventi di estrazione/prelievo di Giacimenti da Sistemi Idrotermali (GSI) sul Palinuro Seamount

Descrizione delle attività

L'OR è diviso in 4 WP così suddivisi:

WP1 – Studio dei potenziali giacimenti da sistemi idrotermali (GSI) sottomarini presenti nel Mar Tirreno sud-orientale e nel Canale di Sicilia

Sulla base delle informazioni preesistenti (campagne di ricerca pregresse, dati disponibili presso gli Enti, dati di letteratura) le attività verranno finalizzate alla raccolta organica delle informazioni e alla ricerca finalizzata alla migliore definizione della presenza e persistenza di aree sottomarine potenzialmente attraenti per lo sfruttamento delle georisorse. Le attività del WP1, attraverso una esplorazione multidisciplinare a larga scala di alcuni sistemi idrotermali del Tirreno e del Canale di Sicilia, mireranno a definire le tipologie di hazard connesse a potenziali attività di sfruttamento industriale. Lo stato dell'arte della conoscenza a livello internazionale sull'esplorazione e sfruttamento dei depositi di origine idrotermale verrà raccolto in uno specifico database, anche se i dati (e le conseguenti proprietà intellettuali e di sfruttamento) messi a fattor comune saranno comunque ad appannaggio dei soggetti (EPR, Aziende) che li renderanno disponibili. Sulla base delle conoscenze e delle fasi di studio preliminare verrà pianificato e realizzato almeno un survey a larga scala su possibili siti con GSI (Giacimenti da Sistemi Idrotermali) potenzialmente sfruttabili nel Mar Tirreno sud-orientale e nel Canale di Sicilia. In tale WP verranno anche studiati e messi in opera sistemi di monitoraggio in continuo tramite osservatori dedicati, allo scopo di incrementare il dettaglio della conoscenza sui sistemi sia per le specifiche direttamente afferenti alle attività dell'OR1, sia per quanto attiene alle potenziale ricaduta di tali investigazioni sulla conoscenza degli altri aspetti del Marine Hazard legato ai seamount (sismicità, collassi laterali ed eventuali tsunami associati, etc.).

WP2 – Progetto Pilota di Esplorazione e valutazione dei GSI sul Palinuro Seamount.

E' il work-package all'interno del quale viene pianificato e testato sul seamount Palinuro un progetto pilota finalizzato alla messa a punto delle tecniche di indagine di dettaglio di una area sottomarina di possibile interesse industriale finalizzato ad attività estrattive. Il progetto pilota prevede che sia gli EPR che le imprese partecipanti riversino metodi e tecniche di indagine messi a punto durante attività pregresse di laboratorio o di campo in un unico progetto "pilota" dove tutte le tecnologie saranno contemporaneamente applicate e validate. Obiettivo finale è la definizione dei processi utili a valutare e minimizzare i diversi hazard legati sia alla fase esplorativa che alla fase di sfruttamento delle georisorse in ambiente sottomarino, in particolare in un sistema ad alto dinamismo come quello idrotermale. La ricostruzione di dettaglio dei depositi idrotermali richiederà necessariamente la pianificazione e messa in opera di più campagne oceanografiche, allo scopo di effettuare (al più elevato dettaglio possibile) l'esplorazione magnetometrica e side scan sonar di dettaglio sul Palinuro Seamount (PS), l'esplorazione sismica a riflessione (con tecniche sparker multitip, chirp e sismica multicanale), magnetometrica e gravimetrica. Il dataset così costruito fornirà la conoscenza necessaria per fornire il reale stato dell'arte della conoscenza, dell'estensione e della qualità dei potenziali giacimenti di GSI. Tutti i giacimenti verranno anche investigati con acquisizioni ROV, finalizzate

alla valutazione dello stato complessivo del sistema anche in termini di potenziale impatto ambientale sulle specie. L'utilizzo di campionature e caratterizzazione geochimica dei sedimenti sul PS renderanno possibile, anche grazie all'applicazione di un approccio geostatistico, la valutazione degli elementi presenti e l'estensione dei potenziali giacimenti.

WP3 – Sistema Acustico per la Rivelazione di Fenomeni di Idrotermalismo Sottomarino

Obiettivo del WP3 dell'ORI è quello studiare, definire, progettare e realizzare il modello dimostratore di un sistema acustico attivo orientato alla localizzazione, visualizzazione e monitoraggio dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino anche in acque profonde. Lo sviluppo verrà articolato in fasi consecutive a volte parzialmente sovrapposte; in una prima fase di studio verranno affrontate tutte le problematiche connesse alla scelta ottima dei segnali di trasmissione e delle frequenze operative del sistema sonar per la localizzazione dei fenomeni delle bubble clouds. A questa prima fase di studio seguirà quella ad alto livello dell'architettura del modello dimostratore e della definizione dei requisiti operativi cui il dimostratore dovrà rispondere a livello di sistema e sottosistema. Verranno in questa fase definiti inoltre i requisiti degli algoritmi di trattamento del segnale che saranno installati sull'elettronica del sistema per la localizzazione dei flussi idrotermali sottomarini. Prove sperimentali in ambiente controllato verranno svolte a supporto dell'attività di ricerca e a conforto delle scelte ottimali da intraprendere. Seguirà la realizzazione del progetto esecutivo di dettaglio, l'integrazione delle singole parti costituenti il sistema e tutta una fase di prove sperimentali nella vasca di misura del laboratorio elettroacustico della LEONARDO SPA di Pozzuoli rivolto a verificare la rispondenza del modello dimostratore integrato e delle sue singole parti ai requisiti di sistema e sottosistema definiti nel corso delle precedenti attività. Il modello dimostratore integrato e testato in vasca verrà poi installato in ambiente reale per la fase di prove sperimentali in mare, cui seguirà, attraverso l'utilizzo degli algoritmi di elaborazione dei segnali progettati precedentemente, l'analisi critica dei risultati

WP4 – Analisi di possibili impatti nell'ambiente marino e sottomarino

Le informazioni attualmente disponibili indicano il seamount Palinuro come possibile area di interesse per attività estrattive di depositi polimetallici da sistemi idrotermali. Di particolare attenzione, come riportato in precedenza, sono gli ecosistemi specifici generati in presenza di centri di emissione idrotermale. Tali ecosistemi, spesso unici anche rispetto a centri di emissione vicini nello spazio, producono spesso la proliferazione di specie ed associazioni peculiari, che si differenziano anche nell'ambito di centri di emissioni diverse su uno stesso alto strutturale. La peculiarità delle emissioni sarà quindi uno degli aspetti sui quali verrà riposta maggior attenzione all'interno del WP4 dell'ORI. Tale studio sarà incentrato sull'ecosistema del PS, con particolare attenzione alle aree con presenza di GSI ed alle interazioni fra caratteristiche sedimentologiche, morfologiche e caratteristiche degli ecosistemi. Infine, verrà realizzato uno studio di dettaglio dei modelli di circolazione complessiva ad altissima risoluzione sul Seamount Palinuro, che fornirà importanti indicazioni sulla diffusione dei plumes per eventuali, future fasi di estrazione e sfruttamento di GSI. La realizzazione di un modello complessivo di dispersione di ipotetici plumes verrà effettuata anche per altri potenziali GSI rinvenibili su targets specifici evinti in A1.1. Verranno, infine, valutati possibili modelli dimostratori per prelievo a basso impatto di GSI in affioramento.

WP1. Studio dei potenziali giacimenti da sistemi idrotermali (GSI) sottomarini presenti nel Mar Tirreno sud-orientale e nel Canale di Sicilia

Attività 1.1.1 – Stato dell’arte della conoscenza a livello internazionale sull’esplorazione e sfruttamento dei depositi di origine idrotermale (GSI)		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	6
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, ISPRA, INGV, CONISMA, ENEA, LEONARDO SPA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV) Palermo, (ISPRA) Palermo, (ENEA) Palermo, Portici, Milazzo, LEONARDO SPA (Napoli), (CONISMA) Palermo, Messina	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ		
<p>Il WP1 Attività di raccolta dati già in possesso degli enti partners del progetto o disponibili in letteratura finalizzata alla costruzione di un database delle informazioni disponibili riguardo l’attività idrotermale dei mari italiani.</p> <p>Attività di confronto multidisciplinare da svolgere attraverso meeting, riunioni e conference dedicate. Tale fase sarà fondamentale per mettere a fattor comune le conoscenze sullo stato dell’arte e per definire i mezzi adeguati per il rilevamento, la cartografia, la mappatura e la caratterizzazione geochimica dei rilievi, l’indagine delle caratteristiche sedimentologiche dei siti da esplorare, i desiderata tecnici per le nuove tecnologie da impiegare (acustiche e ROV) nei siti con presenza di emissioni e di depositi. Verranno anche definite le caratteristiche ambientali da monitorare, i mezzi e gli strumenti necessari. In tale attività verrà anche messa in opera la fase di studio delle caratteristiche di un sistema ROV, in funzione delle necessità dettate dai survey previsti nell’OR1, per l’ottimizzazione di un sistema ROV con sensori di temperatura e caratteristiche meccaniche che lo rendano adeguato a prelevare campioni specifici di GSI ROV-guidati.</p> <p>Obiettivi:</p> <ol style="list-style-type: none"> individuazione delle sorgenti di immissione di contaminanti naturali da sistemi sottomarini attivi connessi a strutture vulcaniche e tettoniche Su aree con presenza di idrotermalismo del basso Tirreno, arco Eoliano e Canale di Sicilia; Definizione della tipologia di elementi chimici e specie gassose immessi nelle acque marine e loro possibili relazioni con i sistemi di alimentazione profonda (magmi) o con i sistemi di trasferimento e mobilitazione dei fluidi (faglie); Studio delle comunità microbiche e definizione delle forme vitali associate ai diversi sistemi idrotermali in funzione delle condizioni chimico-fisiche, della pressione idrostatica, delle relazioni con l’attività vulcanica; Studio delle modifiche, in funzione delle necessità dettate dai survey previsti nell’OR1, per l’ottimizzazione di un sistema ROV con sensori di temperatura e caratteristiche meccaniche che lo rendano adeguato a prelevare campioni specifici di GSI ROV-guidati. 		
DELIVERABLES ATTIVITÀ		
<ul style="list-style-type: none"> Stato dell’arte sull’idrotermalismo nel Tirreno. Mese 6. Stato dell’arte vulcano-strutturale, biologico e chimico dei siti da esplorare. Mese 6. 		

Attività 1.1.2 – Realizzazione di un database geofisico/geochimico/biologico sui GSI		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	3	14
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, ISPRA, INGV, CONISMA, ENEA	

SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA, INGV, ENEA) Palermo, Portici, Milazzo, (CONISMA) Messina
---------------------------	---

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

Tale attività sarà incentrata sulla generazione di un database specifico dei dati potenzialmente utili per la localizzazione, la cartografia e la valutazione dei potenziali giacimenti di GSI. Tutti i partner faranno confluire nel database i dati (geofisici, di ispezioni ROV, biologici, etc.) che potranno fornire indicazioni sulle faglie e sui meccanismi di messa in posto dei GSI lungo tutto l'arco del Tirreno sud-orientale e del Canale di Sicilia. Il database che si intende produrre avrà interfaccia grafica per la localizzazione e la selezione dei dati disponibili da utente e sarà accessibile online. I dati messi a fattor comune resteranno comunque di proprietà (anche intellettuale) degli Enti/Partners fornitori. Tale database sarà realizzato in due fasi, ed integrato con i dati resi disponibili durante le attività di progetto.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Realizzazione di un database per la localizzazione, la cartografia e la valutazione dei potenziali giacimenti. Mese 12, 24.
- Implementazione nel database dei nuovi dati acquisiti durante le fasi esplorative. Mese 12, 24.

Attività 1.1.3 – Pianificazione e realizzazione di almeno un survey a larga scala su possibili siti con GSI potenzialmente sfruttabili nel Mar Tirreno sud-orientale e nel Canale di Sicilia

TIPOLOGIA ATTIVITÀ	S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	8	5
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, ISPRA, INGV, CONISMA, LEONARDO SPA, ENEA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV) Palermo, (CONISMA) Messina, (LEONARDO SPA) Napoli, (ENEA) Palermo, Portici	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

Sulla base dei risultati dell'attività 1.a saranno progettati dei survey specifici di prelievo di campioni del fondo mare (fluidi, sedimenti e campioni biologici) al fine di fornire elementi necessari alla valutazione di giacimenti e di attività deposizionale in corso nelle aree di studio. Le attività necessitano di consistenti tempi nave per la ricerca a mare e si opererà sia con i vettori disponibili presso i partners sia impegnandone altri con opportuni contratti. I prelievi di fluidi saranno eseguiti sia con bottiglie Niskin che tramite ROV. I prelievi di sedimento saranno effettuati con dragaggi benne e box corer. I campioni verranno opportunamente trattati ed esaminati per:

- la valutazione granulometrica dei sedimenti,
- la determinazione della composizione chimica,
- la determinazione delle comunità bentoniche (macrobenthos),
- la valutazione quantitativa delle comunità microbiche

Le analisi saranno eseguite presso i laboratori degli EPR

Obiettivi: fornire dati analitici su tutte le matrici che possono essere coinvolte da possibili attività estrattive o comunque da forme di sfruttamento delle georisorse in ambiente sottomarino.

Contributi alla definizione e mitigazione degli hazard

DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Survey esplorativo su potenziali GSI. Mese 12.

Attività 1.1.4–Monitoraggio in continuo tramite osservatori dedicati		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	6	13
SOGGETTO ATTUATORE	INGV, CNR, ISPRA, LEONARDO SPA, CONISMA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(INGV, ISPRA) Palermo, Milazzo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (CONISMA) Messina, (LEONARDO SPA) Napoli	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Sviluppo industriale di metodologie e infrastrutture tecnologicamente avanzate per la valutazione dello stato di attività dei sistemi idrotermali sottomarini e delle sue variazioni spazio-temporali tramite osservatori sottomarini dedicati al monitoraggio in continuo su scale temporali di medio-lungo termine con acquisizione di parametri fisici chimici e biologici selezionati. I sistemi osservativi già prototipizzati in altri ambiti, verranno riprogettati per renderli idonei alle applicazioni di questo progetto e testati tramite deposizione sui sistemi idrotermali in studio. Le attività di monitoraggio saranno svolte sperimentalmente su aree selezionate in base ai risultati dell'attività WP1.</p> <p>Obiettivo: avere contributi alla definizione dell'hazard da contaminazione di elementi tossici o pericolosi dovuta ad attività idrotermale persistente in funzione della profondità (ossidazione o no, attività fotosintetica o no, etc)</p> <ol style="list-style-type: none"> valutazione del contributo alla contaminazione delle acque marine e del biota da parte di elementi considerati pericolosi per la salute. Valutazione del contributo in termini di massa e tipologia di elementi alla attività deposizionale intesa come sorgente primaria per le georisorse. Valutazione quantitativa delle comunità microbiche ed individuazione di popolazioni autotrofe ed eterotrofe mediante studi molecolari. <p>Le operazioni di deposizione e recupero degli osservatori che richiedono mezzi navali idonei, saranno effettuate contestualmente alle altre attività di ricerca in funzione del tipo di vettore disponibile</p>
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Valutazione del contributo alla contaminazione delle acque marine e del biota da parte di elementi considerati pericolosi per la salute. Mese 18. • Valutazione del contributo in termini di massa e tipologia di elementi alla attività deposizionale intesa come sorgente primaria per le georisorse. Mese 18. • Valutazione quantitativa delle comunità microbiche ed individuazione di popolazioni autotrofe ed eterotrofe mediante studi molecolari. Mese 18.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	220,97
ISPRA	181,69
INGV	208,40
CONISMA	64,12

ENEA	76,01
LEONARDO SPA	109,50
TOTALE	860,68

AGGREGATO	PERSONALE	456,98
	SPESE GENERALI	201,08
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	35,00
	COSTI DI ESERCIZIO	167,62

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	108

COSTI (K€) - SS-	
IAMC-CNR	7,85
ISPRA	11,90
INGV	12,44
CONISMA	0,00
ENEA	0,00
LEONARDO SPA	0,00
TOTALE	32,19

AGGREGATO	PERSONALE	13,72
	SPESE GENERALI	6,17
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	12,31

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	4

WP 2. Progetto pilota di Esplorazione e valutazione dei GSI sul Palinuro Seamount

Attività 1.2.1 –Esplorazione magnetometrica e side scan sonar di dettaglio sul Palinuro Seamount (PS)	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.

MESE DI INIZIO E DURATA	4	9
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, ISPRA, INGV	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA, INGV) Palermo, Milazzo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ		
<p>Attualmente, il miglior rilievo disponibile sul PS (in termini di modello digitale del terreno o DTM) rappresenta la morfologia della dorsale con una risoluzione di 20X20 m, significativa soprattutto sulla porzione apicale del seamount. In tale area la presenza di depositi GSI è nota, così come la presenza di emissioni idrotermali attive. Sulla base delle informazioni disponibili verrà pianificato un rilievo di dettaglio nelle zone di emissione e sui depositi GSI con l'ausilio di sistemi morfobatimetrici di nuova generazione. La scelta di questi sistemi mira al rilievo di dettaglio delle transizioni acustiche di backscatter e delle corrispondenti anomalie magnetiche. In tale attività sono previste:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pianificazione ed esecuzione di un rilievo combinato side scan sonar e magnetico (che assicurerà il maggior dettaglio possibile grazie alla vicinanza delle strumentazioni alle sorgenti). • Elaborazione delle carte di backscatter del fondale. • Elaborazione del segnale magnetico con tecniche di boundary analysis e valutazione tridimensionale della dimensione delle sorgenti. • Restituzione cartografica ed implementazione nel database realizzato all'attività 1.2. 		
DELIVERABLES ATTIVITÀ		
<ul style="list-style-type: none"> • Rilievo dei dati backscatter sul PS. Mese 8, 16. • Rilievo dei dati magnetici sul PS. Mese 8, 16. • Carta del backscatter sui GSI del PS. Mese 8, 16. • Elaborati cartografici del dato magnetico su GSI del PS. Mese 8, 16. 		

Attività 1.2.2 – Esplorazione sismica a riflessione		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	5	9
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, ISPRA, INGV	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA, INGV) Palermo, Milazzo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ		
<p>Sia le porzioni apicali del PS, sia la sua base e le caldere poste nella parte più occidentale del complesso vulcanico del PS saranno oggetto di un esteso e dettagliato rilievo effettuato con prospezioni acustiche del sottofondo. Tali acquisizioni saranno effettuate in particolare sulle zone con presenza di GSI, e forniranno la conoscenza di base necessaria alla comprensione dell'estensione degli stessi GSI, oltre che dei rapporti reciproci fra bedrock e sedimento. Durante tale attività, quindi, si procederà come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pianificazione ed esecuzione di un rilievo sparker multitemp sulle principali morfostrutture del PS. • Pianificazione ed esecuzione di un rilievo sparker multitemp di dettaglio sui settori maggiormente promettenti in termini di sfruttamento dei GSI. • Pianificazione ed esecuzione di un rilievo subbottom di dettaglio sui settori maggiormente 		

<p>promettenti in termini di sfruttamento dei GSI.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborazione dei dati e restituzione cartografica. Implementazione del database realizzato all'attività 1.1.2
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Rilievo sparker multitemp sul PS. Mese 9, 17. • Rilievo subbottom sul PS. Mese 9, 17. • Elaborati cartografici e sismo-stratigrafici finali. Mese 9, 17.

Attività 1.2.3 – Esplorazione magnetometrica di dettaglio		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	6	9
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, INGV, ISPRA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV, ISPRA) Palermo, Milazzo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>L'interpretazione del DTM e l'analisi morfometrica ben evidenziano le principali caratteristiche morfologiche e strutturali del complesso vulcanico. Il DTM mostra che il Palinuro è costituito da una dorsale di circa 55 km con allineamento preferenziale N100°E larga circa 25 km in direzione Nord-Sud. Lungo la cresta principale del complesso vulcanico sono distinti e ben visibili diversi edifici vulcanici raggruppabili in tre settori sulla base delle differenze morfo-vulcaniche. Nel primo settore, quello occidentale, le morfologie sono di tipo "anfiteatro". Esse sono probabilmente attribuibili al collasso gravitazionale di elementi vulcanici interpretabili come caldere situate a profondità fra -1600m e -1200m. Nonostante siano disponibili dati relativi al DTM (Digital Terrain Model) del PS, attualmente molte delle strutture (in particolare quelle profonde) necessitano di essere esplorate dal punto di vista morfologico con maggior dettaglio rispetto a quanto fatto ad oggi. In tale attività verranno quindi realizzate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pianificazione ed esecuzione di un rilievo batimetrico al maggior dettaglio possibile delle features vulcano-strutturale che compongono l'alto strutturale relativo del PS. • Allo scopo di implementare le conoscenze sulla morfologia del seamount al maggior dettaglio possibile, si cercherà di realizzare un'acquisizione con AUV che renda possibile la riduzione del footprint e la restituzione di porzioni del PS con risoluzioni mai ottenute ad oggi. • Elaborazione delle carte del DTM. • Esplorazione al maggior dettaglio possibile delle strutture basali del PS e dei rapporti con il Glauco Seamount (situato ad E) e con il Marsili Seamount (ad Ovest). • Restituzione cartografica ed implementazione nel database realizzato all'attività 1.1.2.
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Rilievo batimetrico sul PS. Mese 10, 18. • Rilievo AUV sul PS. Mese 10, 18. • Carta batimetrica di dettaglio del PS. Mese 10, 18. • Carte batimetriche ad altissima risoluzione del PS. Mese 10, 18. • Elaborati cartografici finali. Mese 10, 18.

Attività 1.2.4 – Esplorazione diretta tramite acquisizione di immagini ROV

TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	8	7
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, ISPRA, INGV, ENEA, CONISMA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV, ENEA) Palermo, (CONISMA) Messina,	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Acquisizione video mediante ROV (Remotely Operated Vehicles) delle aree maggiormente promettenti in termini di sfruttamento di GSI. Le acquisizioni ROV mireranno, inoltre, alla scoperta delle caratteristiche di eventuali strutture sottomarine di interesse comunitario (Direttiva Habitat) e degli habitat ad esse associate, di strutture geologiche, di emissioni rilevate durante le precedenti fasi di studio e di acquisizione.</p> <p>Saranno pianificati dei survey specifici per la registrazione di filmati ROV ad alta definizione utilizzando un ROV Pollux III equipaggiato con camera digitale (Nikon D80, 10 megapixel) e video camera ad alta definizione (Sony HDR-HC7). Il ROV è dotato di sensore di profondità, bussola e due fasci laser paralleli che forniscono una scala di 10 cm per la misura di strutture e taglie di specie. In particolare, tale attività mira a fornire informazioni sulla presenza di strutture sottomarine di interesse comunitario non ancora note. Infine, i dati acquisiti verranno implementati nel database realizzato all'attività 1.2</p>
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Rilievo ROV su aree di interesse per i GSI sul PS. Mese 11, 20. • Prelievo di campioni con strumentazione ROV sul PS. Mese 10, 18.

Attività 1.2.5 – Campionature e caratterizzazione geochemica dei sedimenti sul PS		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	13	6
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, INGV, CONISMA,	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV) Palermo, (CONISMA) Messina	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Il Palinuro risulta uno tra i seamounts del mar Tirreno sul quale l'attività idrotermale con formazione di noduli e composti dello zolfo sembra essere potenzialmente feconda. Osservazioni del fondale marino su gran parte del Palinuro hanno messo in evidenza la presenza principalmente di depositi di ossidi di Mn e Fe e meno di solfuri massivi ma manca attualmente una sistematica mappatura e campionatura di tali depositi. Risulta evidente comunque che sebbene non siano ancora stati ritrovati camini solforici, l'alta concentrazione di una flocculante coltre di batteri e il rinvenimento di uno strato di sedimenti scuri potrebbero essere evidenza di un'attività idrotermale attiva nell'area. Inoltre il rinvenimento di abbondanti minerali argillosi testimoniano la presenza di fluidi idrotermali che localmente sono responsabili della formazione di solfuri massivi ma anche dell'alterazione della roccia vulcanica del substrato. I solfuri rinvenuti sul Palinuro studiati sino ad oggi mostrano concentrazioni di circa 14 % di Pb, 28 di Zn, 1 di Cu, ma anche notevoli di Hg, As, Ag. Associati ai depositi di solfuri ci sono tra una profondità di 90 e 900 metri al di sotto del livello del mare una grande varietà di ossidi ricchi in Mn e Fe. Questi noduli presentano una grande varietà di componenti e morfologie differenti a</p>

testimonianza dell'ambiente di formazione variabile nel tempo perché fortemente condizionato dall'alta energia dell'area.

Nell'ambito all'Attività 2.5 verranno effettuati prelievi di campioni del fondo mare, che forniranno gli elementi necessari alla valutazione dei depositi metalliferi presenti sul "Palinuro Seamount" in termini di qualità dei giacimenti. I prelievi saranno effettuati con dragaggi, benne tipo "Van Veen" e box corer, e trattati per la valutazione granulometrica, per la composizione chimica e per la determinazione delle comunità bentoniche (macrobenthos). Laddove il substrato roccioso sarà rinvenuto sotto coperture sedimentarie caratterizzate da spessori ≥ 6 m saranno effettuati carotaggi e pistone, per definire le caratteristiche sismo-stratigrafiche delle coperture incoerenti e tarare le successive fasi di esplorazione (sismica a riflessione, in particolare).

I campioni verranno opportunamente trattati ed esaminati per:

- la determinazione della composizione chimica,
- la valutazione granulometrica dei sedimenti,
- la valutazione della diversità delle comunità microbiche nei siti prescelti e l'isolamento di microrganismi estremofili coltivabili di interesse biotecnologico,
- la determinazione delle comunità di organismi bentonici (macrobenthos).

L'attività è mirata a tre principali scopi:

- i) ottenere una dettagliata conoscenza sulla geochimica dei sistemi interessati e delle matrici di interesse per lo sfruttamento, quali tenori elementali, distribuzione e frequenza dei noduli;
- ii) raccogliere una base di dati (baseline) ambientale di riferimento per potere valutare i probabili effetti delle attività nell'ambito dei piani di lavoro sviluppati per lo sfruttamento della risorsa marina e dei programmi di monitoraggio correlati.
- iii) sulla base dei dati raccolti, definire le componenti e i parametri chimici, geologici e fisici di cui tenere conto per valutare ogni possibile effetto potenzialmente dannoso derivante dall'attività di sfruttamento.

Tutti i dati raccolti, insieme a quelli ottenuti in altre attività, aiuteranno a fornire linee guida nel preparare un piano di lavoro per lo sfruttamento dei noduli polimetallici

Infine, è prevista l'elaborazione dei dati e la restituzione cartografica della distribuzione degli elementi considerati di maggior interesse e l'implementazione nel database realizzato all'attività 1.2

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Esecuzione di prelievi di campioni di acqua e sedimento in aree di GSI sul PS. Mese 12, 21.
- Analisi geochimiche dei campioni prelevati. Mese 12, 21.
- Valutazione geochimica del potenziale estrattivo di GSI selezionati sul PS. Mese 12, 21.
- Valutazione della qualità e quantità di possibili inquinanti presenti nei sedimenti. Mese 12, 21.

Attività 1.2.6 – Valutazione del potenziale estrattivo e hazard associati tramite approccio geostatistico

TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	13	6
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, INGV, CONISMA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV) Palermo, (CONISMA)	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

In tale attività verrà applicato un approccio geostatistico ai dati del database (di cui all'attività 1.2). Tale approccio consentirà di ottenere:

- Pianificazione del campionamento sulla base delle risultanze delle attività pregresse, ottimizzando l'efficienza del piano di campionamento adottato in funzione del numero e della dislocazione dei dati disponibili. Il campionamento verrà quindi pianificato in modo da ridurre quanto più possibile la ridondanza di informazione e massimizzando dunque il grado di precisione delle stime ottenute in funzione del numero di osservazioni disponibili. Produzione di mappe di distribuzione in due e tre dimensioni e delle relative mappe di errore tenendo in considerazione: i) il cambio del supporto statistico operato nell'associare ad una particolare parcella di sedimento il valore relativo al volume di sedimento analizzato e ii) l'errore dovuto al campionamento

Tale approccio intende ottenere una stima geostatistica della distribuzione dei depositi di GSI e del potenziale errore commesso nella stima dei volumi

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Carte della distribuzione di minerali e/o elementi di maggior interesse. Mese 16, 23.
- Carte della distribuzione delle stime degli errori. Mese 16, 23.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	167,97
ISPRA	111,38
INGV	158,40
CONISMA	62,85
ENEA	23,01
TOTALE	523,60

AGGREGATO		
	PERSONALE	310,51
	SPESE GENERALI	125,82
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	15,00
	COSTI DI ESERCIZIO	72,27

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]

PERSONALE DIRETTO	60
--------------------------	-----------

COSTI (K€) - SS-	
IAMC-CNR	7,85
ISPRA	11,90
INGV	11,00
CONISMA	0,00
ENEA	0,00

TOTALE	30,75
---------------	--------------

AGGREGATO	PERSONALE	12,76
	SPESE GENERALI	5,69
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	12,31

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	4

WP 3. Sistema Acustico per la Rivelazione di Fenomeni di Idrotermalismo Sottomarino

Le emissioni gassose sottomarine, caratterizzate da un tempo medio di vita e da un'estensione in quota a partire dal fondo del mare, rappresentano dal punto di vista acustico una disomogeneità spazio-temporale del mezzo di propagazione. L'impiego del sonar per la loro identificazione, nella modalità attiva di funzionamento, è supportato dalla sua capacità di rivelare variazioni del livello dell'eco e la dispersione temporale della forma d'onda emessa, causate dalla presenza di bolle all'interno della massa d'acqua. Lo scattering di una bubbles cloud è influenzato dalle proprietà fisiche e geometriche delle bolle che caoticamente salgono dal fondo, in relazione alla frequenza portante del codice di modulazione del segnale. Il sonar è in grado di monitorare questo fenomeno anche in condizioni di scarsa visibilità, come avviene nell'esplorazione delle regioni profonde del mare. Sonar ad alta direttività su piattaforme mobili di superficie o anche sottomarine consentono di scandire un ampio volume d'acqua in prossimità del fondo in tempi relativamente brevi.

Attività 1.3.1 – Studio sulle problematiche riguardanti l'utilizzo di sistemi sonar per la identificazione delle emissioni gassose sottomarine	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I.
MESE DI INIZIO E DURATA	1 6
SOGGETTO ATTUATORE	LEONARDO SPA, INGV
SEDE DI ATTUAZIONE	(LEONARDO SPA,) Napoli, (INGV) Palermo

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
Lo studio che sarà svolto in questa attività avrà come oggetto l'analisi delle features dell'eco prodotto da una bubbles cloud di determinate caratteristiche fisiche e geometriche. Lo scopo è quello di individuare i valori ottimali della frequenza, della direttività e la strategia di esplorazione del fondo marino più idonea per garantire soddisfacenti prestazioni in fase di detezione, in relazione alla dimensione dell'area controllata e ai conseguenti tempi di monitoraggio del fenomeno. Lo studio riguarderà sia i sistemi sonar di superficie a grandi portate sia quelli ubicati su piattaforme in grado di scendere in profondità e monitorare gli starti profondi con portate limitate. A supporto di questa attività, verranno sviluppati programmi di simulazione con tecniche FEM per la verifica teorica delle prestazioni attese del sonar.

DELIVERABLES ATTIVITÀ	
<ul style="list-style-type: none"> • Studio di dettaglio dei fenomeni correlati alle emissioni idrotermali dal punto di vista acustico. Mese 6. • Simulazioni con tecniche FEM per la verifica teorica delle prestazioni attese del sonar. Mese 6. 	

Attività 1.3.2 – Studio dei requisiti operativi e della configurazione architetture del modello dimostratore e degli algoritmi del sistema sonar per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	5	14
SOGGETTO ATTUATORE	LEONARDO SPA, CNR	
SEDE DI ATTUAZIONE	Napoli, Campobello di Mazara	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ		
<p>In questa attività verranno configurati l'hardware ed il software di un modello dimostratore nelle due sezioni TX-RX e saranno prodotti i codici di modulazione delle forme d'onda e gli algoritmi di processing del segnale d'eco per la definizione dei requisiti operativi del sistema. In particolare verranno definiti i livelli di sensibilità idrofonica, verranno dimensionate le cortine sensoriali e le caratteristiche spettrali della risposta di amplificazione del segnale per garantire la necessaria sagomatura dei fasci di radiazione, la limitatezza della cella di risoluzione sonar e i guadagni di processo che influenzano i parametri statistici della detezione.</p>		
DELIVERABLES ATTIVITÀ		
<ul style="list-style-type: none"> • Definizione dei requisiti operativi del sistema. Mese 18. • Modello dimostratore nelle sezioni TX-RX. Mese 18. • Codici di modulazione delle forme d'onda. Mese 18. • Algoritmi di processing del segnale d'eco. Mese 18. 		

Attività 1.3.3 – Prove sperimentali e analisi dei dati acquisiti dalla ricerche condotte a scala ridotta nel laboratorio elettroacustico della LEONARDO SPA di Pozzuoli		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	7	8
SOGGETTO ATTUATORE	LEONARDO SPA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(LEONARDO SPA) Napoli	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ		
<p>Verranno effettuate in vasca verifiche sperimentali delle risposte e prestazioni teoriche delle diverse componenti elettroacustiche ed elettroniche del modello dimostratore. In particolare saranno misurati i livelli di direttività delle cortine sensoriali, di sensibilità idrofonica del singolo trasduttore e il valore di ammettenza di ingresso per definire le condizioni di adattamento energetico lungo la catena di ricezione e trasmissione del segnale. In questa attività i dati raccolti</p>		

nella sperimentazione saranno utilizzati per definire i valori ottimali dei parametri di codifica del segnale, in particolare la durata dell'impulso, e saranno caratterizzati i parametri della riverberazioni per la corretta applicazione degli algoritmi di rivelazione.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Verifiche in vasca strumentata dei livelli di direttività delle cortine sensoriali. Mese 14.
- Verifiche in vasca strumentata della sensibilità idrofonica del singolo trasduttore. Mese 14.
- Verifiche in vasca strumentata del valore di ammettenza di ingresso per definire le condizioni di adattamento energetico lungo la catena di ricezione e trasmissione del segnale. Mese 14.

Attività 1.3.4 – Progetto esecutivo, realizzazione e test in vasca del modello dimostratore del sistema acustico per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino

TIPOLOGIA ATTIVITÀ	S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	12	9
SOGGETTO ATTUATORE	LEONARDO SPA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(LEONARDO SPA) Napoli	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

In questa fase verrà riprodotto in ambiente controllato il fenomeno idrotermale ridimensionato secondo il fattore di scala che intercorre fra la vasca di prova e l'ambiente operativo reale. I segnali d'eco raccolti dall'antenna ricevente del dimostratore saranno elaborati secondo il protocollo definito nella sez.A3.2 e saranno verificati i requisiti prestazionali. Il segnale della riverberazione nella configurazione monostatica del sonar verrà caratterizzato sia nella propagazione per linea orizzontale sia nella propagazione per linea verticale, allo scopo di confrontare le prestazioni di un sonar per la rivelazione di flussi idrotermali nelle due possibili configurazioni.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Realizzazione del modello dimostratore. Mese 20.
- Caratterizzazione del segnale della riverberazione nella configurazione monostatica del sonar nella propagazione per linea orizzontale sia nella propagazione per linea verticale. Mese 20.
- Caratterizzazione del segnale della riverberazione nella configurazione monostatica del sonar nella propagazione per linea verticale. Mese 20.

Attività 1.3.5 – Esecuzione delle prove sperimentali in ambiente reale (PS) del modello dimostratore del sistema per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	21	2
SOGGETTO ATTUATORE	LEONARDO SPA, CNR, ISPRA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(LEONARDO SPA) Napoli, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA) Milazzo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
In questa attività il sistema sonar, nella configurazione che compete al modello dimostratore, dovrà operare in ambiente reale con fondo marino caratterizzato da emissioni idrotermali. L'obiettivo è il monitoraggio dell'area per la rivelazione dei target di interesse e lo loro localizzazione in tempo reale. La sperimentazione riguarderà sia l'impiego di sonar di superficie, a grandi portate, applicato allo scafo di una piattaforma mobile, sia l'impiego di sonar di profondità, a piccole portate, con fascio di radiazione orizzontale.
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Survey in ambiente reale con l'uso del modello dimostratore. Mese 22. • Localizzazione di flussi idrotermali attivi. Mese 22. • Esecuzione di survey ROV sui flussi detectati col modello dimostratore per la validazione. Mese 22.

Attività 1.3.6 – Analisi critica dei risultati acquisiti a valle delle prove sperimentali condotte in ambiente reale		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	22	3
SOGGETTO ATTUATORE	LEONARDO SPA, CNR, ISPRA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(LEONARDO SPA) Napoli, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA) Milazzo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
L'attività conclusiva riguarda l'analisi dei risultati sperimentali, la verifica dell'attendibilità dei modelli adottati nella definizione del prototipo e la concordanza fra le prestazioni teoriche attese e quelle realmente riscontrate nell'ambiente operativo.
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Analisi e presentazione dei dati sperimentali ottenuti dal modello dimostratore in ambiente reale. Mese 24.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	58,90
INGV	38,10
LEONARDO SPA	1.250,50
ISPRA	141,98

TOTALE	1493,23
---------------	----------------

AGGREGATO	PERSONALE	944,95
	SPESE GENERALI	447,78
	STRUMENTI	10,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	90,50

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	278,5

COSTI (K€) - SS-	
IAMC-CNR	18,25
INGV	6,50
LEONARDO SPA	340,00
ISPRA	9,87
TOTALE	374,62

AGGREGATO	PERSONALE	125,17
	SPESE GENERALI	62
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	187,46

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	41,50

WP 4. Analisi di possibili impatti nell'ambiente marino e sottomarino

Attività 1.4.1 - Studio di dettaglio dell'ecosistema del PS con particolare attenzione alle aree con presenza di GSI

TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	6	12
SOGGETTO ATTUATORE	ENEA, ISPRA, CNR, INGV,	
SEDE DI ATTUAZIONE	(ENEA, ISPRA, INGV) Palermo, Portici, Milazzo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara,	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	6	12
SOGGETTO ATTUATORE	ENEA, ISPRA, CNR, INGV, AGEOTEC	
SEDE DI ATTUAZIONE	(ENEA, ISPRA, INGV) Palermo, Portici, Messina, Milazzo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (AGEOTEC) Trapani	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Il Mar Tirreno è una zona critica per i programmi di conservazione italiani. Dal momento che l'economia delle regioni limitrofe si basa fortemente sul trasporto via mare e sull'uso delle risorse costiere, l'impatto ambientale di queste attività devono essere attentamente monitorati. Gli effetti dell'ambiente sulle attività umane sono importanti e devono essere valutati.</p> <p>In particolare, le comunità delle bocche idrotermali sono in grado di sostenere la vita di specifiche bio-associazioni in quanto gli organismi delle sorgenti dipendono da batteri chemiosintetici per l'alimentazione. I fluidi emessi dai camini sono ricchi di sali minerali disciolti e supportano una vasta popolazione di batteri chemioautotrofi. Questi batteri usano composti di zolfo, in particolare il solfuro di idrogeno, un prodotto chimico altamente tossico per gli organismi conosciuti, per la produzione di materiale organico attraverso il processo di chemiosintesi.</p> <p>In tali attività verranno studiati nel dettaglio:</p> <ol style="list-style-type: none"> Le comunità e le bio-associazioni presenti in aree di emissioni attive Le comunità e le bio-associazioni presenti nei sedimenti Le comunità e le bio-associazioni presenti nella colonna d'acqua <p>Tali comunità saranno investigate con l'ausilio di:</p> <ol style="list-style-type: none"> Acquisizioni di prelievi ad altezze discrete nella colonna d'acqua con sonde CTD dotate di bottiglie di Niskin Acquisizioni di prelievo di sedimento Acquisizione di immagini dirette dei fondali (ROV) Acquisizioni di campioni tramite ROV specifici dotati di braccetti per il prelievo
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> Acquisizione ed elaborazione dati biogeochimici della colonna d'acqua. Mese 8, 18, 24. Acquisizione ed elaborazione dati biogeochimici nei sedimenti. Mese 8, 18, 24. Acquisizione e prelievo di campioni in aree di emissione tramite ROV. Mese 8, 18, 24. Stato dell'arte sulle comunità e bio-associazioni in aree di GSI. Mese 8, 18, 24.

Attività1.4.2 - Realizzazione di una climatologia mensile della circolazione marina profonda nell'area del Palinuro		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	6	8
SOGGETTO ATTUATORE	ISPRA, ENEA, CNR	
SEDE DI ATTUAZIONE	(ENEA) Palermo, Portici, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ		
<p>Nel corso di questa attività verrà realizzato uno studio climatologico della circolazione marina profonda nell'area del Vulcano Palinuro mediante l'analisi dei dati prodotti da un modello di circolazione tridimensionale a circa 2Km di risoluzione. In particolare lo studio sarà condotto attraverso l'analisi di una simulazione di hindcast per il periodo 1999-2014. Successivamente saranno realizzate mappe dettagliate della circolazione marina profonda nell'area del Palinuro. Al fine di fornire le necessarie informazioni oceanografiche per successivi studi sedimentologici nell'area del Palinuro sarà realizzato un database consultabile via web attraverso il quale sarà possibile ottenere i dati climatologici prodotti.</p>		
DELIVERABLES ATTIVITÀ		
<ul style="list-style-type: none"> • Realizzazione di una simulazione marina di hindcast per il periodo 1999-2014 per l'area del Vulcano Palinuro. Mese 15 • Realizzazione delle climatologie mensili della circolazione marina profonda nell'area del Palinuro. Mese 15 • Implementazione del database consultabile via web e pubblicazione su questo dei dati climatologici ottenuti. Mese 15 		

Attività1.4.3 - Realizzazione di un modello complessivo di dispersione di ipotetici plumes in relazione alle possibili tecniche di sfruttamento di GSI sul PS		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	10	4
SOGGETTO ATTUATORE	ISPRA, ENEA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(ISPRA, ENEA) Palermo, Portici	
DESCRIZIONE ATTIVITÀ		
<p>Grazie alle informazioni ottenute nelle precedenti attività dell'OR1 verrà implementato un modello di diffusione di plumes sulla base degli studi della letteratura internazionale in materia di prelievo di sedimento sul Palinuro Seamount. Verranno considerati sia i dati morfologici che sedimentologici, oltre al modello di circolazione realizzato in A4.2. Tale studio verrà effettuato in due fasi, allo scopo di integrare i risultati in funzioni degli avanzamenti delle attività di survey e dell'implementazione di altri dati nel database generale.</p>		
DELIVERABLES ATTIVITÀ		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementazione di un modello di migrazione di contaminanti sul PS in relazione alle possibili tecniche di sfruttamento di GSI. Mese 11, 23. • Implementazione di modelli di plumes sedimentari risospesi e debris legati alla produzione di tailings di lavorazione del minerale sul PS in relazione alle possibili 		

tecniche di sfruttamento di GSI. Mese 11, 23.

Attività1.4.4 - Applicazione dei modelli di dispersione ad altri potenziali GSI rinvenibili su targets specifici evinti in 1.1.1		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	13	4
SOGGETTO ATTUATORE	ISPRA, ENEA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(ISPRA, ENEA) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Grazie alle informazioni ottenute nelle precedenti attività dell'OR1 (ed analogamente a quanto effettuato per le precedenti attività) verrà implementato un modello di diffusione di plumes sulla base degli studi della letteratura internazionale in materia di prelievo di sedimento sui settori maggiormente promettenti in termini di presenza di potenziali GSI.</p> <p>Si procederà con la realizzazione di un modello di circolazione di massima sulla base dei dati resi disponibili dalle precedenti attività dell'OR1, sia di survey che di letteratura. Verranno considerati sia i dati morfologici che sedimentologici, oltre ai modelli di circolazione realizzati. Tale studio verrà effettuato in due fasi, allo scopo di integrare i risultati in funzioni degli avanzamenti delle attività di survey e dell'implementazione di altri dati nel database generale.</p>
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Implementazione di un modello di dettaglio di migrazione di contaminanti sul PS (in relazione alle possibili tecniche di sfruttamento) ad altissima risoluzione in aree di GSI. Mese 14, 24. • Implementazione di modelli di plumes sedimentari risospesi e debris legati alla produzione di tailings di lavorazione del minerale sul PS (in relazione alle possibili tecniche di sfruttamento) ad altissima risoluzione in aree di GSI. Mese 14, 24.

Attività1.4.5 - Studio degli scenari di impatto antropico da prelievo di GSI sull'ecosistema del PS		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	15	2
SOGGETTO ATTUATORE	ISPRA, CNR, INGV	
SEDE DI ATTUAZIONE	(ISPRA, INGV) Palermo, Milazzo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Verranno analizzati gli scenari di possibile impatto antropico. Tali scenari dovranno necessariamente tenere conto di diversi fattori dell'Hazard marino, quali:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Possibili collassi laterali nelle aree di prelievo. 2) Possibili scenari di scuotimento e potenziali danni su impianti fissi/mobili da utilizzare per le fasi di estrazione. 3) Azione di impatto dovuta alla diffusione areale dei plumes a medio-lunga scala temporale sulle bio-associazioni che popolano il seamount. <p>Tali scenari saranno valutati sulla base dei dati di letteratura e, dove possibile, su tutti i casi nei quali l'incremento dei dati disponibili produrrà un significativo avanzamento nello stato dell'arte</p>

della conoscenza del PS.
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Mappatura di aree di possibile o incipiente collasso laterale. Carta della franosità. Mese 15, 21. • Analisi del rischio sismico sottomarino. Mese 15, 21. • Diffusione areale dei plumes a medio-lunga scala: scenari di impatto. Mese 15, 21.

Attività 1.4.6 - Studio e realizzazione di modelli dimostratori in scala per prelievo a basso impatto di GSI

TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R. I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	22	2
SOGGETTO ATTUATORE	ISPRA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(ISPRA) Milazzo, Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

Sulla base degli studi realizzati nell'OR e dei dati disponibili, oltre che sulla base dello stato dell'arte a livello internazionale in materia di prelievo di sedimento in mare, verranno analizzate le tecniche attualmente in uso anche in relazione ai potenziali plumes che potrebbero originare (a seguito di possibili fasi di estrazione), dell'intorbidimento della colonna d'acqua e degli effetti antropici causati sulle comunità presenti sul PS da parte di possibili sistemi di prelievo. Tale studio mirerà alla valutazione della miglior tecnica di prelievo, che minimizzi i costi di realizzazione col minimo impatto possibile sull'ecosistema. Infine, potranno essere valutate e realizzate piccole soluzioni meccaniche di modelli dimostratori di strumentazioni meccaniche per il prelievo ottimizzati per GSI

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Stato dell'arte sulle tecniche di prelievo di sedimenti sepolti e/o sommersi in aree marine. Mese 23.
- Studio di un modello dimostratore per prelievo di sedimento a basso impatto in aree di GSI. Mese 23.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	44,95
ISPRA	165,01
INGV	16,10
ENEA	76,50
TOTALE	332,56

AGGREGATO	PERSONALE	140,81
	SPESE GENERALI	56,31
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	135,44

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	35,5

COSTI (K€) - SS-	
IAMC-CNR	18,25
ISPRA	11,90
INGV	4,50
ENEA	0,00
TOTALE	34,65

AGGREGATO	PERSONALE	15,57
	SPESE GENERALI	7,09
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	11,99

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	5,5

O.R. 2 - BONIFICA DI SEDIMENTI CONTAMINATI DA INQUINANTI PRIORITARI

Stato dell'arte

Nelle aree costiere antropizzate ed industrializzate (porti, petrolchimici, etc.) i suoli e i sedimenti marini rappresentano un comparto ambientale di ampia recezione di contaminati organici (prodotti petrolchimici, pesticidi, PCB) ed inorganici (metalli pesanti, metalloidi) di origine antropica. In una zona marina contaminata il sedimento riveste una duplice ruolo di *storage* e di *source* e la modulazione tra questi ruoli viene regolata dal complesso delle proprietà chimico – fisiche della colonna d'acqua, le cui variazioni possono determinare, su archi temporali anche ristretti, profonde alterazioni del chimismo dei sedimenti e quindi il rilascio dei contaminanti verso la colonna d'acqua.

La contaminazione da metalli pesanti e metalloidi (arsenico, cadmio, cobalto, cromo, manganese, mercurio, molibdeno, nichel, piombo, rame, zinco) è uno dei fenomeni maggiormente diffusi in corrispondenza dei territori fortemente antropizzati; i metalli pesanti figurano tra i contaminanti maggiormente insidiosi per gli ecosistemi acquatici, a causa della loro spiccata tossicità e della tendenza ad accumularsi all'interno del comparto sedimentario, oltre che della impossibilità a subire alcun tipo di degradazione: la contaminazione da metalli pesanti possiede quindi un carattere permanente. Il loro comportamento prevalentemente cationico, unito all'esistenza, per numerosi di essi, di differenti stati di ossidazione, determina la loro spiccata attitudine ad adsorbirsi sulla superficie dei minerali argillosi ed a formare complessi con la sostanza organica.

L'attività microbica verso i metalli si esplica attraverso diversi processi biochimici, che si traducono in diversi effetti: detossificazione, mobilizzazione o immobilizzazione. Tali processi

possono essere applicati in modo mirato per sviluppare tecniche di biorisanamento. Per il trattamento dei sedimenti *ex situ*, ad esempio, è di interesse la produzione microbica di acido solforico, attraverso il quale i batteri lisciviano i metalli presenti, detossificando in tal modo il loro microhabitat. Lo sfruttamento di queste caratteristiche metaboliche ha permesso di sviluppare efficienti trattamenti di lisciviazione biologica di sedimenti, mediante la somministrazione di zolfo elementare che viene trasformato in acido solforico dai batteri solfo-ossidanti spontaneamente presenti nei sedimenti, con conseguente lisciviazione endogena dei metalli. Un successivo step di lavaggio con acqua permette quindi di eliminare i metalli dai sedimenti [C. Loeser et al., *Chemosphere* 66 (2007)1699-1705]

L'attività microbica che trasforma e degrada la sostanza organica contenuta nei sedimenti spesso modifica la speciazione chimica dei metalli pesanti e metalloidi rendendoli più o meno mobili attraverso la colonna di sedimento. La loro mobilità sarà inoltre funzione della granulometria e della litologia (capacità di scambio cationico) dei sedimenti coinvolti, del loro pH ed Eh, della quantità di sostanza organica.

Dall'altro lato i cosiddetti Persistent Organic Pollutants (POPs), ovvero l'insieme di composti organici considerati persistenti nell'ambiente e con caratteristiche spesso carcinogene e mutagene (IPA, PCB, Pesticidi, Diossine e Furani, etc.) rappresentano una classe ampissima di inquinanti prodotti da attività antropiche spesso associate a sistemi industriali, petrolchimici, etc. Il loro spiccato carattere lipofilo tende a legare questi composti al sedimento e alle sue componenti (materia organica, particelle fini, etc.) rendendo tale matrice un vero e proprio sink per questa classe di inquinanti. Un'azione di bonifica efficace non può pertanto non tenere in conto un'azione specifica in grado di agire in forme diverse su una rimozione efficace di POPs eventualmente presenti nei sedimenti.

Il risanamento dei sedimenti marini contaminati, ovvero l'eliminazione delle sostanze inquinanti o la riduzione della loro concentrazione a livelli accettabili, è un intervento obbligatorio per la bonifica e la gestione sostenibile di un sito ambientale contaminato e per impedire la successiva migrazione dei contaminanti (US EPA, 1997). In questa direzione diventa indispensabile comprendere in maniera esaustiva i fattori in grado di controllare i processi che favoriscono la mobilitazione dei contaminanti all'interfaccia sedimento-acqua ed influenzano la loro redistribuzione all'interno del comparto sedimentario per individuare le strategie di bonifica più efficaci e pervenire all'intento ultimo di evitare fenomeni di tossicità a carico del biota acquatico e di nocimento alla salute umana.

Le tecniche di intervento sui sedimenti contaminati possono essere classificate come *in situ* ed *ex situ*. Le tecnologie di intervento *in situ* prevedono il trattamento o il semplice confinamento dei sedimenti senza rimozione di questi dal sito stesso. Le tecniche di tipo *ex situ*, invece, prevedono un preliminare intervento di dragaggio dei sedimenti, seguito da una eventuale fase di trattamento per la rimozione dei contaminanti in impianto fisso o mobile, e dal successivo avvio dei materiali a riutilizzo o a smaltimento in discarica controllata.

Ovviamente la scelta dei trattamenti *ex situ* è condizionata dalle caratteristiche dell'area, dalla disponibilità di spazi e risorse, dalle caratteristiche quali - quantitative dei sedimenti e dalla loro destinazione finale. Le tecnologie *in situ* sono accomunate dalla riduzione della mobilità e biodisponibilità dei metalli pesanti, ed alla loro stabilizzazione nel sedimento ottenibile mediante numerosi processi (adsorbimento, precipitazione, complessazione). Il vantaggio nel caso delle tecniche di bonifica *in situ* sta in un evidente contenimento dei costi, della semplicità e rapidità dell'intervento, anche se l'ambito di applicazione appare circoscritto ai casi di inquinamento molto particolari. Sul fronte opposto, le tecnologie *ex situ* consentono un reale abbattimento dei contaminanti, permettendo altresì di scongiurare gli eventuali fenomeni di rilascio successivo di contaminanti da parte dei sedimenti (sorgente potenziale di inquinamento secondario) e pertanto appaiono maggiormente indicati nei casi di inquinamento massiccio, esteso e reiterato (Peng et al., 2009).

Tra le varie tipologie di interventi di bonifica la letteratura scientifica propone una distinzione in base alle modalità operative con cui viene condotto il processo di decontaminazione sedimenti.

Tra le tecnologie in situ figurano numerose tecniche di fissazione, messe a punto negli anni '90 del XX secolo e mirate a promuovere delle trasformazioni chimiche in grado di generare prodotti nei quali la biodisponibilità dei contaminanti risulti minore, senza per questo richiedere il prelievo ed il trasporto dei materiali contaminati, né tanto meno prevedere la generazione di rifiuti pericolosi per l'ambiente.

Questo obiettivo viene perseguito mediante l'aggiunta di opportune sostanze in grado di promuovere la formazione, in seno ai sedimenti da trattare, di fasi minerali nelle quali i contaminanti risultino inclusi in maniera estremamente stabile anche a seguito delle fisiologiche variazioni riscontrabili nelle condizioni naturali del mezzo, con il duplice vantaggio, in definitiva, di limitare significativamente le possibilità di ingresso nella rete trofica e di migrazione e dispersione del contaminante nell'ambiente circostante.

Il principale vantaggio di queste tecniche risiede nel minor impatto sull'integrità degli ecosistemi e sulla salute delle popolazioni locali, oltre che nella rapidità di trattamento, circa comparabile con quella della semplice escavazione. Successivamente all'asportazione della porzione superficiale del sedimento, o in alternativa a questa pratica (laddove non vi sia la necessità di ripristinare la profondità della colonna d'acqua), si può procedere alla messa in sicurezza del sedimento contaminato senza una sua preliminare rimozione, procedendo alla sua ricopertura in situ con un opportuno materiale isolante in grado di adsorbire significativamente il contaminante, riducendo contemporaneamente il suo impatto sulla fase acquosa sovrastante (in situ capping, ISC). Si tratta di una tecnica ampiamente utilizzata nell'interposizionamento di uno o numerosi strati, di spessore sufficiente, tra lo strato di sedimento contaminato e la colonna d'acqua sovrastante, utili ad isolare quest'ultimo e quindi a ridurre drasticamente i fenomeni di trasferimento di contaminanti dal primo verso la seconda. In questo caso l'obiettivo non è quello della rimozione del contaminante, bensì dell'isolamento fisico della matrice che lo contiene dallo strato d'acqua sovrastante: per riuscire nell'obiettivo le operazioni devono essere svolte servendosi di materiale ricoprente di granulometria tale da impedire la successiva fessurazione dello strato posto ad isolamento del sedimento; sovente si ricorre a materiale di natura sabbiosa.

I trattamenti termici consentono di rimuovere, distruggere o immobilizzare un'ampia gamma di contaminanti organici ed inorganici presenti nei sedimenti. Durante l'applicazione di un trattamento termico, i diversi contaminanti presenti nei sedimenti possono prendere parte ad una o più delle seguenti reazioni: volatilizzazione, trasformazione in forme meno pericolose, intrappolamento all'interno della massa fluida (vetrificazione). Un esempio è il trattamento termico di sedimenti contaminati da mercurio tramite il desorbimento termico (thermal desorption) (Massacci et al. 2000, Mulligan et al., 2001). Questa tecnologia di bonifica ex situ sfrutta l'estrema volatilità del mercurio allo stato metallico ed il valore particolarmente basso della sua temperatura critica di evaporazione (356°C), per indurre l'estrazione termica (per evaporazione) del mercurio inorganico presente nei sedimenti (usualmente nel proprio stato elementare o sotto forma di composti di Hg(II) quali HgS, HgO, HgCO₃) mediante il loro riscaldamento fino a temperature comprese tra 600° C e 800°C.

La tecnologia Cement-Lock prevede il trattamento termico di sedimenti contaminati tramite un processo di inertizzazione con produzione di cemento. Questa tecnologia è stata sviluppata dal GTI (Gas Technology Institute) tramite installazione di un impianto pilota. La tecnologia Cement-Lock è basata su un processo termico-chimico che consente: la rimozione dei contaminanti organici; l'immobilizzazione dei contaminanti inorganici; la formazione di un cemento con caratteristiche simili a quelle utilizzate in edilizia.

Il sistema Novosol-Solvey un trattamento chimico-termico che prevede una prima fase di fosfatazione e disidratazione dove tramite immissione di acido fosforico a freddo si formano minerali fosfatici (apatiti) che trattengono i metalli pesanti ed una seconda fase di calcinazione

(650°C) dove la materia organica viene distrutta e i metalli pesanti vengono mobilizzati nella matrice solida.

I trattamenti fisici sono volti a favorire il trasferimento dei contaminanti dalla fase solida che costituisce il materiale ad un'altra fase (in genere liquida o gassosa) o a produrne la separazione dalla matrice solida stessa, mentre i trattamenti chimici la struttura chimica dei contaminanti riducendone la tossicità o favorendone la possibilità di separazione dalla matrice solida.

Il *sediment washing* è un processo di trattamento chimico-fisico, tipicamente *ex situ*, che consiste nel prelievo e nel successivo lavaggio del materiale contaminato da metalli pesanti e composti organici con soluzione estraenti (washing solution) in grado di promuovere il trasferimento dei contaminanti dai sedimenti alle stesse soluzioni (chemical leaching), eventualmente in presenza di opportuni additivi, quali acidi, basi, surfattanti, agenti chelanti (chemical extraction). Questo metodo viene ampiamente utilizzato nel caso di contaminanti metallici debolmente legati, presenti principalmente in forma di ossidi, idrossidi o carbonati; richiede preliminarmente di scegliere la soluzione più idonea da impiegare, sulla base della natura e della forma del contaminante da rimuovere e degli effetti ambientali e sanitari: i più utilizzati agenti estraenti sono l'acido etilendiamminotetraacetico (EDTA), lo ioduro di potassio (KI) ed il tiosolfato di sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). In presenza di elevati tenori di sostanza organica o di argille, data la notevole affinità verso i metalli che finisce per ostacolarne un'efficace rimozione, occorre prevedere un pretrattamento di rimozione della sostanza organica mediante aggiunta di additivi (surfattanti, agenti chelanti). I punti di forza di questa tecnica sono rappresentati dai tempi di trattamento contenuti, dalla elevata efficacia e specificità di trattamento (grazie ad una scelta mirata della soluzione di lavaggio da impiegare in ragione dei contaminanti attesi) e dalla possibilità di riconferire il materiale trattato nel sito d'origine. Tuttavia, occorre comunque precisare come sussistano dei punti di debolezza, individuabili nei costi elevati per la mobilitazione della massa da trattare ed il suo temporaneo stoccaggio (comuni, per altro, a tutte le tecnologie di remediation *ex situ*), negli ingenti volumi idrici necessari per la preparazione delle soluzioni di lavaggio e per la loro rimozione successiva, nella scarsa biodegradabilità degli additivi impiegati per agevolare il trattamento e nella insorgenza di un insieme di problemi aggiuntivi ogni qual volta si operi su matrici ad elevato contenuto argilloso o di materia organica. Una tecnica rientrante nel gruppo delle strategie di sediment washing è quella denominata *sulfur-based treatment technology* che consente la bonifica *in situ* di matrici contaminate da metalli pesanti attraverso l'induzione della precipitazione di numerosi metalli tossici altamente solubili (arsenico, piombo, rame, zinco, cadmio, molibdeno, uranio) nella rispettiva forma solforata non tossica, a seguito dell'aggiunta del reagente polisolfuro di calcio CaS_4 (Cascade®).

La stabilizzazione/solidificazione è una tecnica di remediation non distruttiva finalizzata alla riduzione della mobilità di metalli pesanti presenti all'interno del sedimento ed al loro sequestro attraverso l'aggiunta di un agente stabilizzante (cemento, leganti a base solforosa o fosfatica, resine in poliestere o polisilossani, calce, etc) in grado di dare origine ad un prodotto con elevata integrità strutturale che possa essere immagazzinato o impiegato per altri usi (Tai Gyu Lee et al., 2011). I processi di stabilizzazione/solidificazione vengono ampiamente applicati nel trattamento dei rifiuti pericolosi contaminati da mercurio dove i leganti usualmente impiegati per la decontaminazione dei sedimenti da mercurio sono dati dal powder reactivated carbon (PCA) o dal thiol functionalized zeolite (TFZ). Questa tecnologia presenta il vantaggio della semplice reperibilità delle materie prime impiegate e dell'assenza della necessità di ricorrere a materiali agglomeranti aggiuntivi, e della possibilità di procedere al recupero dei materiali impiegati. Il principale difetto di questa tecnica di bonifica è dato dall'impossibilità di procedere alla estrazione dei contaminanti dai materiali trattati ed alla loro successiva reimmissione nel sito d'origine; essi devono pertanto essere rimpiazzati da materiali opportuni, con i conseguenti costi di smaltimento dei materiali ottenuti (volumi maggiorati fino al 30 % e necessità di reperire aree apposite) e di approvvigionamento di quelli sostitutivi. Vi è poi la questione aperta della longevità di un tale trattamento, sulla quale non esistono dati scientifici di supporto, data la "giovinezza" di questa

tecnica: ragioni di cautela raccomandano pertanto l'istituzione di un piano di monitoraggio sul sito di stoccaggio, atto a garantirne la sicurezza a lungo termine.

La tecnica dell' *elettrocinesi* è una delle tecnologie di risanamento dei sedimenti contaminati più innovative e di relativamente recente applicazione, e si dimostra particolarmente efficace per la rimozione di metalli pesanti, contaminanti organici e radionuclidi da sedimenti a granulometria fine. Tale tecnica prevede l'applicazione di un campo elettrico tramite degli elettrodi infissi nel terreno, induce un flusso di acqua, particelle cariche e ioni a muoversi all'interno del sedimento, anche se caratterizzato da bassa permeabilità. I meccanismi attraverso i quali avviene la migrazione dell'acqua e dei contaminanti verso gli elettrodi sono essenzialmente tre: elettromigrazione, elettrosmosi e elettroforesi. Dopo che i contaminanti sono stati trasportati verso l'elettrodo, questi vengono rimossi congiuntamente alla soluzione, la quale deve essere pertanto avviata al trattamento. I tipi di contaminanti trattabili mediante elettrocinesi sono i metalli pesanti, gli anioni (nitrati, solfati, cianuri), sostanze organiche quali acido acetico, i fenoli, DNAPL, nonché benzine, gasolio, kerosene, oli lubrificanti, idrocarburi alogenati, composti organici non alogenati, IPA, radionuclidi (Cs137, Sr90, Co60, Ur), e sostanze esplosive.

L'*electrochemical remediation* rappresenta una tecnica emergente di remediation *in situ* su suoli, sviluppata dalla P2-Soil Remediation, Inc. Weiss Associates (Emeryville, CA) ma applicabile anche ad interventi di bonifica *ex situ* su sedimenti (Kirkelund et al., 2009; Mulligan et al., 2001). I processi di *electrochemical remediation treatment* (ECRT) sono in grado di rimuovere efficacemente elementi recalcitranti alla decontaminazione quali metalli pesanti e mercurio, sia in forma ionica solubile che legata (ossidi, idrossidi, carbonati) all'interno delle particelle di sedimento, ma anche IPA e composti fenolici. Alla base di questa tecnica vi è l'applicazione controllata di una corrente DA/AC a bassa intensità, fatta passare tra una coppia di elettrodi opportunamente distribuiti all'interno della massa da trattare per indurre (alternativamente) la mineralizzazione dei contaminanti organici attraverso un processo di geossidazione elettrochimica (*ElectroChemicalGeoOxidation*, ECGO) e la complessazione, mobilitazione e conseguente rimozione dei contaminanti metallici depositatisi sulla superficie degli elettrodi attraverso un processo di complessazione indotta (*Induced Complexation*, IC).

I trattamenti biologici si basano sulla ossidazione biologica della sostanza organica biodegradabile da parte di particolari microrganismi. Tale tecnologia sfrutta la capacità di funghi, batteri ed enzimi di degradare composti organici complessi, quali PCB e pesticidi, in forme più semplici. Con il termine *bioremediation* si intende l'insieme dei trattamenti nel quale processi biologici sono utilizzati per degradare o trasformare i contaminanti in forme non tossiche o in ogni caso meno tossiche di quelle di partenza. Uno dei principali vantaggi della bioremediation è che le caratteristiche fisiche e chimiche di base dei sedimenti trattati sono del tutto analoghe a quelle dei sedimenti in alimentazione, consentendo un'ampia gamma di possibilità di reimpiego per il materiale trattato. Tali processi sono principalmente basati sull'attività di microrganismi o piante che utilizzano, trovando un substrato di crescita favorevole, i contaminanti presenti nei sedimenti come fonte di nutrimento ed energia e possono avvenire in modo spontaneo (attenuazione naturale), oppure essere promossi attraverso l'apporto di ossigeno (nel caso di processi di tipo aerobico) e nutrienti. Nell'applicazione di tecniche di tipo biologico può essere previsto anche l'utilizzo di microrganismi "alloctoni", isolati in laboratorio, per la degradazione di uno specifico contaminante.

Nel contesto della bioremediation, la *bioprecipitation* consiste nella formazione di minerali come solfuri e fosfati che contengono specie chimicamente stabili di metalli che in questo caso modo vengono trattenuti nella fase più stabile del sedimento. Il biosorption è un processo che consiste nella rimozione di una sostanza contaminante presente in una soluzione da parte di materiale biologico. Il biosorption è una tecnica dove un inquinante interagisce con un biosorbente (la superficie solida di una matrice biologica) con il risultato finale di accumulo di inquinante all'interfaccia sostanza sorbita -biosorbente e riduzione dell'inquinante nella soluzione.

Con il termine “biosorption” si intende un trattamento biologico consistente nell’adsorbimento dei metalli alla superficie o all’interno di una biomassa algale o batterica; questo fenomeno è reso possibile dalla presenza superficiale di gruppi funzionali (carbossilico, amminico, idrossilico, sulfidrilico), tutti accomunati dal possesso di cariche elettriche negative e quindi in grado di attrarre quantità apprezzabili di ioni metallici.

Con riferimento al mercurio, la riduzione microbica dalla forma bivalente Hg(II) a quella elementare Hg(0), immediatamente seguita dalla sua volatilizzazione (e quindi dalla decontaminazione dei sedimenti) è stata puntualmente documentata sia in ambienti ben ossigenati che atossici (Mason et al., 1995).

La *phytoremediation* rappresenta una strategia di intervento biomedata in grado di perseguire lo scopo del contenimento o della riduzione dei fenomeni di contaminazione organica ed inorganica a danno dei sedimenti mediante l’individuazione di specie vegetali capaci di assumere notevoli quantità di contaminanti e di bioaccumularli all’interno dei propri tessuti, con un effetto risultante di sequestro (specie iperaccumulatrici).

Tra i vantaggi di questa strategia di intervento occorre menzionare i costi sovente inferiori rispetto alle strategie di escavazione o stabilizzazione in situ e con un miglior grado di accettazione da parte delle comunità locali.

Comparison of remedial technologies				
Technology	Description	Applicability	Limitations	Costs
Containment and isolation				
Confined disposal facility and geocontainers	Retention of sediments in a confined area	Wide variety of sediments can be used as pretreatment	Does not destroy contaminants, must control contaminant pathway	US\$ 20–65/m ³
Stabilization/solidification	Creation of an inert waste	Injection of solidifying chemicals	Must contain less than 50% moisture content, organic contaminants can interfere, increases volume greater than 30%	US\$ 60–290/t
Treatment method				
Physical separation	Includes, froth flotation, gravity separation, screening, etc.	For high metal concentrations	High moisture and organic. Contaminants must be associated with fine grained material	US\$ 90–870/t US\$ 30–70/m ³
Washing	Addition of surfactants and other additives to solubilize	For sand and gravel sized sediments	Restricted to weakly bound metals	US\$ 60–245/t
Thermal	Elevated temperature extraction and processing for metal removal	Highly contaminated volatile metal contaminated sediments	Higher water contents increase costs	US\$ 250–9000/t
Biological leaching and phytoremediation	Use of microbes for metal heap leaching or in slurry reactors; use of plants for metal extraction	Applicable for sand and gravel sized sediments and low metal contaminant levels	Not yet demonstrated at large scale	US\$ 15–200/t

Fig. 1 - Tecniche di remediation per matrici contaminate da mercurio e metalli pesanti. (Mulligan et al. 2001)

Necessità della ricerca

La problematica relativa alla decontaminazione di sedimenti marini in aree costiere affette da contaminazione industriale risulta particolarmente importante per il nostro paese, con specifiche criticità nell’ambito delle aree di convergenza e specificatamente in Sicilia dove sono presenti quattro Siti di Interesse Nazionale e molte aree a forte impatto antropico. Pertanto, la necessità di mettere a punto nuove tecnologie integrate, su piattaforme mobili, in grado di recuperare con buoni tassi produttivi, sedimenti marini tramite processi di bonifica ex situ, risulta palesemente strategica e in molti casi chiave per un’opportuna gestione dello spazio costiero e per la salvaguardia delle risorse alimentari e delle popolazioni residenti nelle aree limitrofe alle zone contaminate. Gli obiettivi intermedi e finali dell’azione proposta risultano inoltre di grande attualità e di specifico interesse per aziende leader nel settore, coinvolte all’interno del progetto stesso, e che vedono nelle attività una forte componente di innovatività tecnologico-scientifica basata su integrazione di tecniche diverse.

Obiettivi della ricerca

L'OR2 è diviso in 3 WP che contengono attività lavorative tra loro collegate e finalizzate al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

WP1 – In questo WP verranno caratterizzati dal punto di vista chimico-fisico e microbiologico diverse tipologie di sedimenti prelevati in aree marine-costiere affette da forte impatto antropico ed industriale. I sedimenti analizzati rappresenteranno un'ampia gamma di tipologie di contaminazione (organica ed inorganica) e rilevanti casi studio per appropriata estensione dei protocolli di bonifica da studiare e adottare nei due WP seguenti tramite individuazione di opportuni requisiti di processo

WP2 – Obiettivo di questo WP è la messa punto e l'ottimizzazione di processi integrati di bonifica di sedimenti e acque residue tramite attività di laboratorio. Verranno inoltre messi a punto sistemi di monitoraggio in continuo dei contaminanti per seguire le performance dei trattamenti applicati.

WP3 –In questo WP verrà infine sviluppato e realizzato il prototipo di bonifica integrato su piattaforma mobile per sedimenti marini e acque residue. Verranno inoltre messi a punto sistemi di monitoraggio in continuo per l'analisi delle performance di bonifica alla scala di prototipo.

Descrizione delle attività

WP1. Caratterizzazione delle matrici e individuazione dei requisiti di processo

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ	
Attività 2.1.1 – Prelievo e caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica di un selezionato numero di sedimenti marini inquinati da metalli pesanti e composti organici	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.+ S.S.
MESE DI INIZIO E DURATA	1 6
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, Enviroconsult, MATER, ENEA, IZS
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ENEA, MATER, IZS) Palermo, (ENVIROCONSULT) Napoli

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
L'attività prevede il prelievo e la caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica di un numero rilevante di sedimenti marini prelevati in aree marino-costiere affette da contaminazione da composti organici e metalli pesanti. In particolare, verranno analizzati campioni prelevati nelle seguenti aree: Bagnoli, Porto di Napoli, Augusta. Lo spettro composizionale dei sedimenti trattati offre un'ampia opportunità di test per l'impianto di bonifica che si intende realizzare in grado di rappresentare varie possibilità e tipologie di contaminazione su matrici assai diversificate (differenti tipologie di gran size, composizione mineralogica, etc.) Per ogni campione verranno analizzate le proprietà chimico, fisiche, mineralogiche e sedimentologiche. Su ogni campione di sedimento verranno inoltre effettuate analisi relative ai livelli di contaminazione da metalli pesanti e composti organici (IPA, PCB, Pesticidi, Idrocarburi, composti organoclorurati, etc.) con particolare attenzione alle attuali 41 sostanze prioritarie che comprendono sostanze di origine industriale, prodotti fitosanitari e metalli/composti metallici (Direttiva 2000/60/CE). Per ogni campione verrà inoltre analizzato lo stato di speciazione, forma chimica e mobilità dei contaminanti nella matrice sedimento nonché le interazioni tra

contaminante e matrici in termini di capacità di sorbing e interazione superficiale. La distribuzione nei diversi comparti e la mobilità nella matrice sedimento dei diversi metalli pesanti verranno verificate tramite estrazioni sequenziali e test di “screening” utilizzabili anche in campo e messi a punto nei laboratori ENEA (Pinto et al., 2010). Il quadro analitico fornirà un’indicazione completa sulla reale distribuzione e mobilità degli inquinanti nelle matrici investigate nonché sulla tipologia di interazione chimico-fisica alle interfacce sedimento-contaminante. Questa fase risulta essenziale per una comprensione profonda ed un’adeguata selezione degli approcci di sediment-washing, bioremediation e supercritical fluid extraction. Verranno inoltre analizzati i parametri ecotossicologici associati ai diversi sedimenti per stabilire il rischio ambientale ad essi associato. I risultati ecotossicologici verranno comparati con le analisi effettuate su acque di lavaggio e sedimenti alla fine del processo di bonifica

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Selezione e campionamento di sedimenti da aree fortemente antropizzate- Mese 2.
- Caratterizzazione chimico-fisica ed ecotossicologica dei sedimenti marini selezionati. Mese 6.
- Caratterizzazione della comunità microbica dei sedimenti selezionati.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ

Attività 2.1.2 – Messa a punto di una piattaforma integrata per il monitoraggio in continuo dei contaminanti inorganici per l’analisi delle performance dei processi di bonifica

TIPOLOGIA ATTIVITÀ

R.I.+S.S.

MESE DI INIZIO E DURATA

1

18

SOGGETTO ATTUATORE

Orion, CeRICT, ENEA

SEDE DI ATTUAZIONE

(ENEA) Palermo, Portici (ORION, CERICT) Napoli

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

L’attività prevede lo sviluppo di sensori in fibra ottica per il monitoraggio in continuo di temperatura e pressione nella fase acquosa durante il processo di sediment washing.. Verranno inoltre sviluppati sistemi di monitoraggio in continuo per i metalli pesanti presenti in fase acquosa dopo il sediment washing. La possibilità di monitorare in tempo reale le principali caratteristiche fisiche della fase acquosa post washing permetteranno di migliorare le performance dei processi. Inoltre l’accuratezza dei valori misurati, nonché i detection limit per i due parametri estremamente bassi permetteranno di verificare limitate variazioni di P eT nelle diverse fasi di remediation legate alla fase di stripping di contaminanti e speciazione dello stesso in fase acquosa.

Parallelamente verrà sviluppato un sistema di monitoraggio in continuo della materia organica totale (TOC) sciolta in acqua, per seguire lo stato di avanzamento del processo geossidativo dei contaminanti organici. In questo modo sarà possibile monitorare ed ottimizzare il trattamento di ossidazione avanzata in tempi reali. Questo aiuterà a disegnare in maniera opportuna l’impianto pilota di bonifica integrata.

L’attività permetterà di verificare, seppur per un numero limitato di variabili, l’evoluzione delle performance della bonifica durante i vari step al fine di ottimizzarne l’azione.

Verranno inoltre sviluppati sensori in fibra ottica in grado di monitorare in continuo temperatura, pressione e trobidità in fase acquosa durante la fase di prelievo dei sedimenti. La possibilità di monitorare in tempo reale le principali caratteristiche fisiche della colonna d’acqua al momento del dragaggio permetteranno di migliorare le performance dei processi legati alla fase di prelievo

del materiale dal fondo mare. Inoltre l'accuratezza dei valori misurati, nonché i detection limit per i tre parametri estremamente bassi permetteranno di verificare limitate variazioni di P, T e torbidità in fase acquosa.

La performance della sensoristica sviluppata verrà valutata e qualificata tramite un rigoroso programma di QA/QC, utilizzando tecniche analitiche validate e, ove applicabile, l'uso di materiali di riferimento certificati (CRM).

Ci si avvarrà della consulenza di Daimar Srl (soggetto terzo di CERICT) per la realizzazione dei sensori di torbidità, della parte strutturale, comprensiva di tutta l'elettronica, della meccanica necessaria alla eventuale movimentazione sottomarina e l'infrastruttura telematica per la trasmissione dei dati in remoto.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Protocolli sperimentali per la realizzazione di un sistema di monitoraggio in continuo dei metalli pesanti e TOC in acqua. Consegna al mese 15;
- Sviluppo di sistemi elettronici ed attività di prove. Mese 15.
- Sviluppo di sensori in fibra ottica per misure di temperatura e pressione. Mese 15.
- Generazione della piattaforma integrata. per il monitoraggio in continuo Mese 18.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	111,58
ENVIROCONSULT	108,75
IZS	57,98
CERICT	500,00
ENEA	94,30
MATER	93,92
ORION	825,76
TOTALE	1792,29

AGGREGATO	PERSONALE	685
	SPESE GENERALI	335,79
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	395,00
	COSTI DI ESERCIZIO	376,50

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	171,0

COSTI (K€) - SS-	
IAMC-CNR	0,00
ENVIROCONSULT	11,25
IZS	7,88
CERICT	0,00

ENEA	47,20
ORION	36,48
TOTALE	102,80

AGGREGATO	PERSONALE	57,07
	SPESE GENERALI	28,53
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	17,20

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	9

WP2. Verifica e ottimizzazione del processo a scala di laboratorio

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 2.2.1 – Messa a punto delle migliori condizioni di sediment-washing per metalli pesanti e solvent extraction per i composti organici in sedimenti con caratteristiche chimico-fisiche differenti e decontaminazione di acque di risulta (scala di laboratorio)		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.+S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	6	18
SOGGETTO ATTUATORE	CNR	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p><i>Bonifica di sedimenti contaminati-attività in microcosmo</i></p> <p>L'attività prevede lo sviluppo in laboratorio dei processi utili alla decontaminazione da composti organici e metalli pesanti nel sedimento. Verranno in particolare testati solventi organici a basso impatto ambientale, in grado di estrarre i contaminanti organici dai sedimenti. Agenti chelanti particolarmente efficienti e con impatto ambientale estremamente ridotto verranno utilizzati per verificare la capacità estraente nei confronti dei metalli pesanti presenti nei sedimenti. Inoltre, modalità e tempi di estrazione e modalità di interazione tra sedimento e soluzione estraente verranno adeguatamente testate e verificate allo scopo di verificare le combinazioni in grado di offrire le massime performance del processo. Infine, verranno testati processi di geossidazione (come ad esempio elettro-ossidazione) in grado di ossidare parzialmente e/o completamente i composti organici frutto dell'estrazione dal sedimento.</p> <p><i>Estrazione di contaminanti dal sedimento e trattamento di acque residue.</i></p> <p>Si procederà quindi all'ottimizzazione del processo di lavaggio dei sedimenti per la rimozione dei metalli pesanti valutando il livello di trasferimento della parte contaminante dalla fase solida a quella acquosa; e allo stesso tempo verrà ottimizzato, il miglior protocollo operativo per la più efficiente rimozione dei contaminanti organici dai sedimenti marini mediante estrazione con solventi organici. Particolare attenzione verrà rivolta allo studio ulteriore riguardo la stratificazione dei contaminanti nei sedimenti durante le fasi di lavaggio degli stessi che</p>

consentirà di “scomporre” il sedimenti oggetto dei suddetti trattamenti nelle sue componenti granulometriche fondamentali

Le azioni previste riguardano l’allestimento e verifica funzionale dell’impianto di sediment washing a scala di laboratorio; una serie di sistemi a setaccio dinamico permetteranno la separazione granulometrica del sedimento e la verifica dello stato di contaminazione delle diverse classi separate. A valle verrà predisposta la vasca di recupero del materiale fine da sottoporre ad estrazione e decontaminazione successiva. Si procederà inoltre all’allestimento e verifica funzionale del sistema di estrazione del solvente/i: durante questa fase verrà allestito un piccolo impianto semplificato, a scala di laboratorio per verificare le possibilità e la percentuale di recupero dei differenti solventi utilizzati ad esempio attraverso tecniche di distillazione. Prove di estrazione in batch mediante l’impiego di diversi solventi permetteranno di testare l’efficienza dei diversi agenti solventi in relazione alla tipologia di contaminazione riscontrata e l’eventuale applicazione in serie degli stessi nel caso di contaminazione mista; Per quanto riguarda i solventi, una lista non esaustiva tra quelli potenzialmente utilizzabili nella sperimentazione include. i) etanolo, ii) acetone, iii) etil acetato. Chelanti organici (acido citrico, EDTA, EDDS) nonché acidi umici e fulvici verranno utilizzati come agenti chelanti che portano alla formazione di complessi stabili (chelati). Il metallo complessato dal chelante non è più disponibile per ulteriori reazioni con altri reagenti nei sistemi chimici o biologici.

Processi geo-ossidativi per l'ossidazione completa dei contaminati organici estratti. Successivamente al processo di estrazione con solventi, i contaminanti organici solubilizzati in acqua con un co-solvente organico (es. etanolo, acetone) o con ciclodestrine, verranno sottoposti ad un trattamento geoossidativo che porti alla loro completa mineralizzazione. Tra i trattamenti ossidativi, verranno selezionati processi di ossidazione chimica avanzata (come ad esempio elettro-Fenton) che prevedono la formazione in situ del radicale ossidrilico, uno tra i più forti agenti ossidanti (potenziale standard di 2,8 V) attualmente esistenti, in grado di ossidare i contaminanti organici fino ad anidride carbonica ed acqua. Valutazione critica sulla efficacia del metodo, comparazione con metodi convenzionali, analisi dei benefici.

Il sistema maggiormente efficiente verrà messo a punto e progettato in scala laboratorio;

Opportune prove di efficacia funzionale verranno effettuate testando, in parallelo, matrice reale ed opportune matrici standard di controllo onde valutare il potenziale effetto sinergico del complesso contaminante, determinante ai fini delle scelte strategiche per il perfezionamento di eventuali attività di pre- o post trattamento della matrice.

Opportuni studi sulle criticità riscontrate ed eventuali comparazioni in varie modalità operative consentiranno di ottimizzare al meglio l’assetto specifico massimizzando al contempo le performances attese.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Selezione di solventi con maggiore capacità estraente dei composti organici da sedimenti contaminati. Mese 24.
- Selezione delle migliori tecniche di estrazione di metalli pesanti dai sedimenti contaminati. Mese 24.
- Selezioni delle migliori condizioni ossidative per la completa distruzione dei contaminanti organici estratti dopo il solvent extraction. Mese 24. Analisi di performance del processo di sediment-washing a scala di laboratorio. Mese 24.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ

Attività 2.2.2 – Messa a punto dei parametri per utilizzo di tecniche di supercritical fluid extraction

sull'ampia gamma di sedimenti disponibili.		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.+ S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	6	18
SOGGETTO ATTUATORE	MATER, CNR	
SEDE DI ATTUAZIONE	(MATER) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Al fine di rimuovere i contaminanti organici dai sedimenti marini, verrà dunque ottimizzato un trattamento di estrazione con solvente organico a basso impatto ambientale (solvent extraction) e parallelamente uno di estrazione con anidride carbonica (CO₂) allo stato supercritico (supercritical fluid extraction). I due metodi verranno quindi comparati in termini di efficienza e costi/beneficio.</p> <p>Il meccanismo di decontaminazione attraverso CO₂ supercritica è simile a quello attraverso l'uso di un solvente organico. Infatti, l'anidride carbonica se portata allo stato supercritico (T_c= 31°C e P_c=74 bar) si comporta come un solvente organico non polare. La differenza tra un solvente organico ed un fluido allo stato supercritico come la CO₂ è nella loro capacità estraente. I fluidi supercritici possiedono caratteristiche di gas e di liquido contemporaneamente. Essi sono meno densi e meno viscosi di un solvente, quindi diffondono più velocemente. Questo significa che l'estrazione attraverso una matrice solida come il sedimento avviene più rapidamente ed efficacemente rispetto all'utilizzo di un solvente organico. Le proprietà di un fluido supercritico sono controllate dalla temperatura (T) e dalla pressione (P). Variando T e P, varia la solubilità dei contaminanti organici nel fluido supercritico. Questo rende particolarmente semplice la separazione del contaminante organico dal fluido supercritico. Ad esempio nel caso dell'uso della CO₂ come fluido supercritico, con una semplice depressurizzazione è possibile recuperare il contaminante organico estratto e senza nessuna traccia di solvente. Inoltre, ed è questo il maggior vantaggio di questa tecnica, il sedimento può essere recuperato in seguito all'estrazione rimanendo inalterate le sue principali proprietà chimico-fisiche.</p> <p>Diversi fluidi in condizioni supercritiche possono essere utilizzati come estraenti. Tuttavia la CO₂ presenta condizioni supercritiche convenienti in quanto non è richiesta molta energia per tenere il fluido in condizioni supercritiche (bassi valori di T_c e P_c). La CO₂ è inoltre economica, chimicamente stabile, non tossica e non infiammabile.</p> <p>Il meccanismo di estrazione è il seguente: la CO₂ supercritica è pompata attraverso il sedimento contaminato posizionato all'interno di un estrattore. Ad un determinato valore di T e P, il contaminante organico è solubilizzato nel fluido supercritico, e viene trasportato quindi fuori dalla matrice. Il contaminante potrà poi essere separato dalla CO₂ supercritica e raccolto in un separatore, variando semplicemente T e P e quindi la sua solubilità nel fluido. La CO₂ invece, potrà essere recuperata, ricondensata e riutilizzata per un successivo ciclo di estrazione. Le variabili di questo processo di estrazione sono la temperatura, la pressione e il flusso di massa della CO₂ che possono essere controllate mediante un sistema automatizzato. La temperatura del processo è in questo caso scelta in base alla temperatura critica del solvente e non, come nel caso del solvent extraction in cui la separazione del contaminante dal solvente organico avviene mediante distillazione, in base alle condizioni di equilibrio liquido-vapore della miscela di alimentazione. L'estrazione con fluidi supercritici ha perciò il vantaggio di operare a temperature moderate e nello stesso tempo di consentire separazioni difficili. Un ulteriore vantaggio è il superamento dei limiti di separazione della distillazione dovuti alla presenza di azeotropi. Un'altro vantaggio rispetto all'utilizzo del solvente organico è la selettività: è possibile variare la solubilità dei diversi contaminanti organici nel fluido supercritico, semplicemente variando T e P. In questo modo è possibile estrarre un tipo di contaminante alla volta oppure estrarli insieme e poi separarli successivamente. In letteratura sono presenti studi che dimostrano l'efficienza dell'estrazione di</p>

composti organici (IPA, PCB e pesticidi) in sedimenti marini e suoli contaminati mediante l'utilizzo di CO₂ allo stato supercritico.

Descrizione generale dell'impianto:

L'impianto per il processo sarà costituito da una o più celle di estrazione in acciaio (in modo da operare ad alte pressioni ad esempio 100-450 bar), inserite in un forno opportunamente settato alla temperatura di esercizio. Un apparato per il flusso di massa in grado di misurare, la massa, il volume, la temperatura e la densità del flusso è posto all'interno del forno in modo da tenerlo alla stessa temperatura della cella di estrazione.

La CO₂ è conservata in un cilindro a temperatura e pressione atmosferica. Al momento dell'estrazione la CO₂ è refrigerata e poi compressa alla pressione di esercizio richiesta. Una volta compressa la CO₂ fluisce nella cella di estrazione posta nel forno dove verranno raggiunte le temperature di esercizio. La densità, il flusso di massa, la temperatura e la pressione della CO₂ supercritica sono misurate prima di entrare nella cella di estrazione. Una volta avvenuta l'estrazione, il contaminante viene raccolto in una vial di vetro mentre la CO₂ viene riportata alle condizioni atmosferiche. Vi sarà inoltre una sezione di pompaggio che comprenderà due pompe dosatrici a membrana per l'alimentazione della CO₂, e per l'invio del fluido nella cella di estrazione.

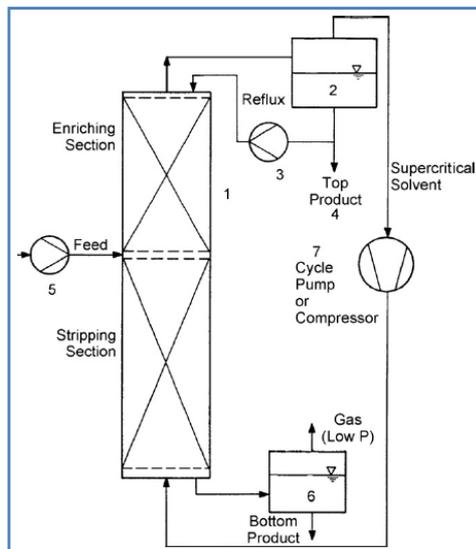


Figura 1- Schema illustrativo del funzionamento di un processo SFE

Vi sarà inoltre una sezione di pompaggio che comprenderà due pompe dosatrici a membrana per l'alimentazione della CO₂, e per l'invio del fluido nella cella di estrazione. L'estrattore sarà dotato di una grande flessibilità operativa, che si concretizza in:

- Possibilità di utilizzare profili di temperatura ;
- Possibilità di variare la portata di CO₂ in un ampio intervallo;

Possibilità di variare la pressione della CO₂

Il tutto sarà completato dalla presenza di valvole, lettori e controllori di temperatura, indicatori di pressione ed elementi riscaldanti. Tutte le apparecchiature operanti sotto pressione sono costruite in acciaio AISI 316.

Verrà in dettaglio realizzato un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisitio) composto da :

- un insieme di sensori e trasduttori, installati sui punti principali impianto;
- un sistema di acquisizione e trasmissione (con protocolli industriali) dei dati provenienti

dai sensori; - un sistema di raccolta dei dati e di visualizzazione remote degli stessi; - un sistema di “early warning” in grado di segnalare eventuali anomalie del sistema o situazioni potenzialmente pericolosa; - un sistema di allarme in grado di segnalare (anche su sistemi mobili) situazioni di emergenza.
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Realizzazione di sistemi di supercritical fluid extraction alla scala di laboratorio. Mese 24. • Applicazione della SFE ai sedimenti disponibili . Mese 24. • Verifica delle performance della SFE e comparazione con i risultati del solvent extraction Mese 24.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 2.2.3 – Selezione dei più adeguati ceppi batterici per indurre la lisciviazione microbica dei metalli pesanti in sedimenti marini. Sediment washing e trattamento delle acque di lavaggio con microalghe (fitorisanamento).		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.+S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	6	12
SOGGETTO ATTUATORE	MATER	
SOGGETTO TERZO		
SEDE DI ATTUAZIONE	(MATER) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Tale fase prevede l’individuazione e la selezione di ceppi batterici autoctoni e non, la valutazione della loro capacità di trasformazione dei contaminanti presenti nei campioni analizzati e la loro produzione massiva.</p> <p>In particolare saranno presi in considerazione microrganismi con potere lisciviante dei metalli presenti nei sedimenti. Successivamente i metalli lisciviati verranno separati tramite lavaggio e sia i sedimenti che l’acqua verranno alcalinizzati separatamente. Tale processo avverrà su scala di laboratorio mediante l’impiego di sistemi sperimentali adeguati al successivo scale up su impianto pilota (WP3).</p> <p>L’inoculo usato sarà costituito da acque e sedimenti contaminati conservate in contenitori sterili e i microrganismi autoctoni verranno selezionati utilizzando diversi terreni di arricchimento.</p> <p>Le colture verranno incubate alle apposite condizioni di crescita dei ceppi batterici, in modo da selezionare colonie singole di batteri mediante trasferimenti successivi in terreni di coltura e diluizioni seriali dal medium liquido. Ciò consentirà l’isolamento di colonie pure di singoli ceppi. Verranno utilizzate metodiche di biologia molecolare per identificare i singoli ceppi isolati in coltura pura, mediante amplificazione e sequenziamento del gene codificante per il 16S rRNA e confronto con le sequenze di riferimento disponibili nei database . Inoltre, l'estrazione del DNA genomico totale presente nei campioni di acqua e sedimenti , all’amplificazione mediante PCR del gene 16S, la corsa elettroforetica e l’ eventuale clonaggio e sequenziamento delle bande ottenute permetteranno di definire il profilo molecolare completo delle comunità microbiche presenti nei campioni, incluse le specie non coltivabili. .</p> <p>Ogni singolo ceppo isolato sarà sottoposto a test specifici per rilevare le competenze metaboliche verso i contaminanti da trattare.</p> <p>Mediante analisi chimiche sarà valutata la cinetica di rimozione dei metalli pesanti. Al fine di</p>

incentivare i processi metabolici target, in base ai risultati della caratterizzazione chimica potrà essere preso in considerazione il ricorso alla tecnica della biostimulation, con l'aggiunta di nutrienti, nel caso di carenza di azoto e fosforo e/o alla tecnica della bioaugmentation, che prevede l'arricchimento delle funzioni metaboliche necessarie per migliorare l'efficienza del processo di bioremediation, e viene attuata attraverso l'inoculo massivo di microrganismi autoctoni metabolicamente competenti. In caso di carenza di microrganismi autoctoni, potranno inoltre essere valutati ceppi già presenti in commercio o descritti in letteratura al fine di creare un consorzio microbico efficace in grado di accelerare i processi naturali di bioremediation.

Come alternativa al processo di alcalinizzazione per la rimozione dei metalli dalle acque di lavaggio, verranno sperimentati inoculi microalgali in grado di bioaccumulare i metalli rimuovendoli così dalla fase acquosa (fitorisanamento). Per tale trattamento verranno utilizzati fotobioreattori prototipali di tipo chiuso (la coltura non entra in contatto con l'atmosfera o con altri tipi di contaminanti) e open ponds.

La scelta di alghe eucariote si baserà sulla possibilità di generare un gran numero di mutanti, sui quali applicare una crescente pressione selettiva ed ottenere così delle "cultivar" della specie desiderata, adatte al tipo di contaminante da trattare. I mutanti selezionati, daranno vita ad una coltura esprimente interamente il fenotipo desiderato. Nel caso specifico si prenderanno in esame microalghe del genere *Chlorella*, note per l'altissima efficienza fotosintetica e particolarmente richieste sul mercato per proprietà quali l'abbondante presenza di clorofilla, proteine e nutrienti essenziali.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Selezione dei ceppi batterici da utilizzare singolarmente o come consorzio microbico per i processi di bioremediation. Selezione dell'inoculo microalgale. Mese 18.
- Protocolli di crescita e utilizzo dei ceppi selezionati. Mese 18.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ

Attività 2.2.4 – Integrazione delle diverse tipologie di decontaminazione e creazione del disegno progettuale della piattaforma di bonifica integrata

TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	12	6
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, MATER	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (MATER) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

L'attività prevede il disegno progettuale per lo sviluppo di una piattaforma di bonifica integrata di tecniche di supercritical fluid extraction/ossidazione chimica e bioremediation/sediment washing in grado di assicurare l'efficienza nel recupero di sedimenti contaminati da composti organici e metalli pesanti.

Quest'attività risulta necessaria per la definizione del disegno sperimentale dell'impianto pilota da realizzare nell'ambito del WP3 e permetterà di evidenziare criticità nell'identificazione delle migliori performance di bonifica di entrambe le tecniche di remediation nonché di identificare i processi di integrazione tra i due approcci.

Sulla base delle performance realizzate su impianto bench scale questa fase prevedrà la scelta della processo di trattamento ottimale e la sua implementazione a scala pilota. La piattaforma integrerà il sistema di sensori per misure di T e P e un sistema di monitoraggio in continuo dei

metalli pesanti e TOC in acque residue in grado di verificare le performance della bonifica durante i vari step considerati e analizzare possibili migliorie per l'ottimizzazione dell'intero processo, sia per la matrice sedimento che per quella acqua di lavaggio.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Disegno sperimentale della piattaforma integrata di bonifica. Mese 18.
- Test sulle performance della piattaforma integrata di bonifica. Mese 18.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	276,42
MATER	236,00
TOTALE	512,42

AGGREGATO	PERSONALE	296,48
	SPESE GENERALI	134,24
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	22,40
	COSTI DI ESERCIZIO	59,30

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	77

COSTI (K€) - SS-	
IAMC-CNR	7,78
MATER	0,00
TOTALE	7,78

AGGREGATO	PERSONALE	4,65
	SPESE GENERALI	2,33
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	0,80

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	0

WP3. Sviluppo del prototipo a scala pilota e ottimizzazione finale del processo di bonifica

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ
Attività 2.3.1 – Costruzione del prototipo di piattaforma di bonifica integrata alla scala pilota

TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	12	12
SOGGETTO ATTUATORE	MATER, CNR, IZS	
SEDE DI ATTUAZIONE	(MATER, IZS) Palermo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>L'attività prevede la costruzione della piattaforma integrata, progettata nella precedente attività 2.4 di WP2. Ciascuno dei processi di trattamento ottimali individuati in bench scale sarà riscaldato alle opportune dimensioni di impianto pilota e sarà realizzato con macchinari ed apparecchiature in grado, per quanto possibile, di lavorare "in continuo" o "in quasi continuo", in modo da avere da subito un presupposto di partenza per arrivare alla produttività di trattamento di circa 10 mc/giorno di sedimento trattato. Infatti, questo obiettivo di prestazione, necessario ad avere un sistema dimostrativo in grado di fornire dati facilmente riscalabili ad un ipotetico impianto in scala 1:1, comporta una potenzialità di trattamento media, su una giornata di 8 ore di lavoro, pari a circa 1,3 mc/ora di materiale trattato. Se si considera, inoltre, la fase transitoria di accensione e spegnimento, la potenzialità media reale del trattamento deve essere di circa 1,5 mc/ora, e tali portate sono più facilmente raggiungibili con macchinari di dimensioni relativamente piccole ma che lavorino "in continuo" o "in quasi continuo". Questo approccio consentirà anche di realizzare gli elementi della piattaforma integrata suddividendoli in moduli trasportabili, (container chiusi o sistemi montati su skid), in modo da verificare da subito, seppure in scala ridotta, la potenziale realizzazione di una sorta di piattaforma integrata mobile. Nella prima parte di questa fase, sarà realizzata la selezione dei fornitori qualificati che dovranno fornire le macchine ed apparecchiature, provvedere all'assemblaggio ed avviamento dei singoli apparati forniti; al termine della selezione, saranno attribuite le commesse specifiche e sarà necessario monitorare i tempi di evasione degli ordini, in modo da garantire il rispetto delle tempistiche pianificate per la realizzazione delle attività previste in WP3.</p> <p>Alla luce dei risultati ottenuti nella precedente WP2 e dei target di trattamento obiettivo di WP3, nella prima fase di questa attività sarà anche verificata l'eventuale necessità di passaggi autorizzativi da parte degli Enti competenti, qualora i materiali da trattare, per origine e quantità, dovessero ricadere nelle more della normativa sulla realizzazione ed esercizio di impianti sperimentali per il trattamento di rifiuti. In base ai risultati di queste verifiche saranno attuate le opportune azioni correttive e migliorative del caso.</p> <p>Una volta realizzata e messa in esercizio la piattaforma integrata, la sequenza dei processi di bonifica testati alla scala di laboratorio verrà riprodotta alla scala reale per verificare la capacità di recupero di sedimenti affetti da contaminazione organica ed inorganica.</p> <p>Inoltre, nelle sezioni di trattamento delle acque di processo o di ricondizionamento degli eventuali solventi/agenti lavanti impiegati, saranno verificati alcuni degli aspetti più critici per le valutazioni di ecocompatibilità ed economicità. Per fare un esempio, un ipotetico trattamento di estrazione con solvente estremamente efficace nel rimuovere i contaminanti, ma dal quale non si riesca a recuperare e rigenerare il solvente esaurito a fine processo, per riutilizzarlo in testa al trattamento, avrà necessariamente una valutazione di economicità (ed anche di ecocompatibilità) non positiva. Per i processi di Sediment Washing a base acquosa, si può fare un analogo ragionamento: un'eventuale impiego di additivi lavanti che siano estremamente efficaci nel rimuovere i contaminanti inorganici, ma che poi rendano estremamente difficoltoso gestire le acque di risulta dai lavaggi, avrebbe un'ottima performance di decontaminazione ma difficilmente potrebbe risultare sufficientemente economico ed ecocompatibile.</p> <p>La piattaforma integrata di sensorie sistemi di monitoraggio in continuo sviluppata per nella dimensione di bench scale verrà adeguata alla scala pilota offrendo uno strumento di monitoraggio in continuo delle performance delle varie fasi di bonifica dei sedimenti e delle acque di lavaggio</p>

dei sedimenti stessi.

Come detto, l'obiettivo del processo integrato di bonifica è quello di raggiungere performance di abbattimento dei contaminanti al di sotto dei livelli soglia previsti dalla normativa ambientale nazionale con una "produttività" di circa 10 mc di sedimento al giorno.

Le matrici ambientali utilizzate verranno analizzate dal punto di vista chimico ed ecotossicologico alla fine del processo di bonifica, confrontando i dati ottenuti con quelli dei materiali non trattati, per verificare la capacità di remediation ottenuta e il reale abbattimento del potenziale di rischio ecotossicologico di sedimenti e acque di lavaggio.

Verranno infine verificate le performance di bonifica ottenute (in termini di abbattimento di carico di contaminanti e volumi di matrice trattata) e comparate alle performance di altri approcci disponibili sul mercato e adeguatamente testati in letteratura.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Realizzazione della piattaforma di bonifica integrata alla scala pilota. Mese 24.
- Messa a punto sensori dei sistemi di monitoraggio in continuo alla scala pilota. Mese 24.
- Raggiungimento di produttività di bonifica di 10mc per giorno e abbattimento delle soglie di contaminanti al di sotto dei valori riportati dalla normativa nazionale. Mese 24.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 2.3.2 – Identificazione dei punti di forza della piattaforma di bonifica su sistemi mobili		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	RI+SS	
MESE DI INIZIO E DURATA	20	4
SOGGETTO ATTUATORE	CNR	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

Le attività conclusive di WP3 saranno focalizzate sulla verifica ed ottimizzazione dei trattamenti di diverse tipologie di sedimenti. Ci sia attese che, nel passaggio di scala, possano emergere criticità, spunti di miglioramento e nuovi elementi di valutazione, che di norma non possono essere rilevati lavorando in bench scale. A titolo di esempio, la semplice movimentazione dei materiali da gestire, dovendo raggiungere un target di processo di circa 10 mc/giorno di sedimenti trattati, comporterà la necessità di mettere a punto degli idonei sistemi di polmonazione a monte dei trattamenti, e di raccolta dei differenti flussi di materia a valle dei trattamenti, con delle logiche ben più complesse della movimentazione di piccole aliquote di materiali su scala di laboratorio. Potrà, inoltre, essere necessario approntare dei sistemi di contenimento delle emissioni in atmosfera diffuse e di trattamento specifico delle emissioni in atmosfera convogliate. E' possibile che le attività di ottimizzazione finale comportino, in corso d'opera, delle modifiche a qualcuno degli elementi della piattaforma integrata, andando ad influire anche sulla logica di realizzazione dei moduli su supporti trasportabili, (container chiusi o sistemi montati su skid). L'ultimo mese di attività sarà dedicato alla stesura del report finale dell'intera attività progettuale, per il completamento di eventuali prove aggiuntive e per verifiche finali (analisi chimico-fisiche) su campioni prodotti dai trattamenti ottimizzati.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Rapporto sui punti di forza della piattaforma di bonifica su sistemi mobili. Mese 4.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	185,10
IZS	57,98
MATER	845,67
TOTALE	1.088,74

AGGREGATO	PERSONALE	227,32
	SPESE GENERALI	104,33
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	222,40
	COSTI DI ESERCIZIO	534,70

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	58

COSTI (K€) - SS-	
IAMC-CNR	7,78
IZS	7,88
MATER	90,00
TOTALE	105,66

AGGREGATO	PERSONALE	6,57
	SPESE GENERALI	3,28
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	50,00
	COSTI DI ESERCIZIO	45,80

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	1

O.R. 3 – SVILUPPO DI NUOVI SENSORI E APPROCCI INTEGRATI AL REMOTE SENSING MARINO-COSTIERO

Stato dell'arte

Per le attività relative a questo tema si prevede l'ausilio di tecnologie di rilevamento da remoto utilizzando sensori appropriati, in previsione della costituzione del Laboratorio di Telerilevamento per lo studio di fenomeni di impatto naturale e antropico sul sistema costiero della Regione Sicilia, che dovrà consentire il monitoraggio permanente dell'ambiente marino e marino costiero al fine di verificare e analizzare l'evoluzione spazio/temporale degli eventi

naturali e antropici che incidono sull'intera fascia costiera del territorio regionale, con particolare riferimento ai fenomeni di erosione, antropizzazione, inquinamento da sversamento di olio e sostanze tossiche ("oil spill"), navigazione.

Lo sviluppo di nuove e avanzate tecnologie di comunicazione fa sì che la sensoristica per lo studio dell'ambiente marino costiero possa oggi utilizzare diverse piattaforme quali: sensori iperspettrali e SAR (Synthetic Aperture Radar) e Lidar da satellite e/o da aereo; sensori acquatici fissi e mobili per il monitoraggio dei diversi parametri delle acque marino-costiere; sensori terrestri per il monitoraggio delle coste e dei parametri ambientali come SAR terrestri o laserscan, fotometri solari e stazioni meteo.

Queste strumentazioni possono essere utilizzate in remoto e consentono di ricevere in tempo reale i dati, mediante piattaforme tecnologiche, così da permettere a scienziati e autorità competenti di controllo del territorio, il monitoraggio in continuo di acque oceaniche (Acque tipo I), acque costiere o interne (Acque tipo II), di fenomeni di erosione delle coste, di aerosol, CO₂ e gas atmosferici per la correzione del dato acquisito da satellite o da aereo.

L'attività connessa a questo tema rappresenta anche il completamento e la valorizzazione dei risultati di tre progetti sviluppati dall'IAMC-CNR, a carattere regionale:

- ✓ "Progetto e Sviluppo di un Biosensore per la rilevazione in real-time di Metalli Pesanti" – BIOMEPI - PO FESR Sicilia 2007-2013 Avviso 2011 – Asse IV - Obiettivo Operativo 4.1.1 – Linea di Intervento 4.1.1.2;
- ✓ "Calypso HF Radar Monitoring System and Response Against Marine Oil Spills in The Malta Channel" – CALYPSO - P.O. Italia-Malta 2007-2013 - Asse II – Mis. 2.3;
- ✓ "Piano ICT per l'eccellenza nella Sicilia occidentale del settore innovazione imprenditoriale a partire dalla ricerca marina" - ICT-E3 - Delibera CIPE del 29 gennaio 2004, n. 8, nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro (APQ) in materia di Società dell'Informazione) e nazionale, quali il Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale e il Geoportale Nazionale entrambi promossi dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con l'obiettivo strategico di finalizzare le attività di monitoraggio a supporto della prevenzione dei rischi naturali e della gestione delle emergenze.

Il Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) è un Accordo di Programma, stipulato a Gennaio 2006, tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile (DPC) e Ministero della Difesa (MD) d'intesa con le Regioni e le Province Autonome con l'obiettivo di costituire una banca dati ad altissima risoluzione rappresentativa del territorio nazionale, finalizzata alla prevenzione e mitigazione del dissesto idrogeologico ottenuta con tecniche di telerilevamento aereo e da satellite.

Il Geoportale Nazionale (GN) rappresenta una "biblioteca" sul web della cartografia e dei dati geospaziali disponibili sul territorio italiano e riguardanti i principali tematismi ambientali e territoriali, in stretta integrazione con il Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali (RNDDT).

Tale integrazione favorirà il consolidamento e la valorizzazione d'investimenti già assegnati e la creazione, quindi, di un modello reticolare di cooperazione interdipartimentale a livello regionale che renda possibile soprattutto la circolazione dell'informazione territoriale.

Il Laboratorio per il Telerilevamento comprenderà varie componenti, integrate attraverso un sistema di raccolta e presentazione/visualizzazione dei dati. Le varie componenti comprendono attività dedicate allo sviluppo di nuovi sensori ed algoritmi, alla verifica di misure satellitari, ed alla caratterizzazione e taratura di sensoristica convenzionale ed innovativa.

L'attività farà, inoltre, diretto riferimento alla costellazione COSMO SkyMed, programma satellitare dell'Agenzia Spaziale Italiana, che utilizza tecnologia SAR (Synthetic Aperture Radar) capace di ricevere dati utili, con la risoluzione di un metro, 24 ore al giorno, anche in condizioni di cielo nuvoloso e di notte grazie alle frequenze utilizzate nelle microonde. I dati radar ad alta risoluzione, messi a disposizione dalla costellazione COSMO SkyMed,

rappresentano un asset tecnologico a disposizione di tutti gli Enti preposti al monitoraggio e controllo degli eventi disastrosi ed è ad oggi la prima costellazione di satelliti radar per applicazioni duali e a copertura globale. In aggiunta, saranno presi in considerazione nuovi sensori dallo spazio.

Necessità della ricerca

La gestione delle zone costiere e degli aspetti ambientali connessi richiede che una serie di informazioni, provenienti dal settore del telerilevamento, siano rese disponibili e fruibili, sia per interventi specialistici e di ricerca, sia per i decisori politici ed amministrativi. In aggiunta, è necessario sviluppare ed ottimizzare sia nuovi sistemi di osservazione, sia i metodi di inversione dei dati telerilevati, in modo che sia possibile fornire informazioni accurate, soprattutto nelle zone a più forte influenza antropica dove la derivazione delle caratteristiche ambientali del mare sono più complesse. La combinazione del settore della ricerca pubblica con le imprese è cruciale per poter produrre sensori e metodologie che siano prontamente disponibili.

Obiettivi della ricerca

Gli obiettivi di OR.3 sono di costituire un Laboratorio che integri: la componente sensoristica (relativa sia allo sviluppo di nuovi sensori, che alla capacità di caratterizzarli e tararli, che alla verifica delle osservazioni raccolte dagli strumenti su satellite o aeromobile), quella relativa allo sviluppo e/o l'ottimizzazione di algoritmi e metodi di inversione dei dati telerilevati, e quella relativa all'acquisizione e presentazione dei dati telerilevati. Tutte queste componenti saranno integrate in una banca dati ed un sistema informativo basato su sistemi GIS e web-GIS, in modo da rendere fruibili le informazioni provenienti dal settore del telerilevamento.

Descrizione delle attività

WP1. Infrastruttura tecnologica per il Telerilevamento

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 3.1 - Infrastruttura tecnologica per il telerilevamento		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	24
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, ENEA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ENEA) Lampedusa, (ENEA) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
In questa fase verrà progettata e realizzata l'infrastruttura tecnologica per l'acquisizione, l'analisi e la previsione, la pubblicazione e la condivisione di dati cartografici e territoriali al fine di supportare le attività di <i>decision-making</i> per il monitoraggio in continuo, per lo studio delle modifiche della fascia costiera, per la rilevazione delle trasformazioni naturali e indotte sul territorio avvenute in aree maggiormente esposte a rischi naturali e antropici. Ciò si realizzerà sulla base di architetture, di tecniche e di soluzioni software omogenee rispetto a quelle attualmente esistenti nell'ambito dell'amministrazione Regionale. Tale infrastruttura, tramite dati da telerilevamento satellitare, da aereo, e da sensoristica fissa (radar costieri, boe strumentate, eccetera) diventerà il supporto tecnico nelle attività dei settori

regionali competenti in materia di protezione del territorio e dei beni dai rischi naturali. Verrà sfruttato il know-how posseduto grazie all'esperienza del progetto RITMARE (SP3) che ha in itinere il monitoraggio di zone marino costiere mediante l'acquisizione di immagini satellitari ad alta risoluzione e il supporto di campagne di CAL/VAL che forniscono metodi e protocolli di acquisizione dei dati in situ per la calibrazione del sensore satellitare.

Verrà inoltre integrata la piattaforma tecnologica descritta nell'SP 5 di RITMARE, studiata per fornire le indicazioni utili alla costruzione sistema osservativo SAR, con il relativo modello e piano di sviluppo con tutti i suoi sottosistemi riguardanti il monitoraggio di aree marino costiere, di deformazioni superficiali, stima del campo di vento, correnti, onde. Il Geoportale Nazionale (GN) del MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) e gli altri *repository* istituzionali connessi al Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali, rappresentano una fonte a cui attingere per consultare e fruire (via webservice-GIS) di cartografia, mappe tematiche e dati geospaziali riguardante i principali aspetti ambientali e territoriali.

Per l'integrazione, la gestione e la condivisione delle informazioni territoriali e geospaziali sarà sviluppata una apposita "Spatial Data Infrastructure" (SDI), comprendente una banca dati georeferenziata (GeoDatabase), metodologie GIS per l'analisi spaziale ed una specifica applicazione Web-GIS. Quest'ultima consentirà la consultazione e la fruizione in rete (internet/intranet) delle informazioni geospaziali (e.g. mappe tematiche, etc.) prodotte nel corso delle attività progettuali.

Saranno parte della infrastruttura anche Laboratori di riferimento, basati a Capo Granitola e Lampedusa, per la caratterizzazione e taratura di sensori (ad es. Meloni et al., 2012; Diemoz et al., 2011; Gomez Amo et al., 2012) e per la misura di validazione e riferimento rispetto alle osservazioni dallo spazio (ad es. Gomez Amo et al., 2013; Mateos et al., 2012; Meloni et al., 2005; Pace et al., 2005; Arola et al., 2009).

L'integrazione delle attività in un'unica "piattaforma tecnologica" favorirà il consolidamento e la valorizzazione d'investimenti già assegnati e la creazione, quindi, di un modello reticolare di cooperazione interdipartimentale a livello Regionale che renda possibile soprattutto la circolazione dell'informazione territoriale.

L'infrastruttura di telerilevamento avrà la possibilità di utilizzare diverse piattaforme quali le costellazioni satellitari SAR fornite da COSMO SkyMed (ASI) e SENTINEL-1 (ESA), il sensore iperspettrale di prossima generazione PRISMA di ASI, Hyperion di USGS, Worldview-2 di SIC, Aster, HICO e gli iperspettrali DAEDALUS e CASI su aereo.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Progetto della banca dati e dei laboratori di riferimento a Capo Granitola e Lampedusa; attivazione di misure di validazione. Mese 6.
- Implementazione della banca dati e progetto di interfacce GIS di visualizzazione e presentazione. Mese 12.
- Protocolli di caratterizzazione e taratura dei sensori; archiviazione di dati da satellite e da altri sensori. Mese 18.
- Completamento del portale cartografico; presentazione delle misure di calibrazione e validazione. Mese 24.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	141,34
ENEA	315,50
TOTALE	456,84

AGGREGATO	PERSONALE	220,69
	SPESE GENERALI	110,35
	STRUMENTI	26,50
	CONSULENZE	35,00
	COSTI DI ESERCIZIO	64,30

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	41,00

WP2. Ricerca e sviluppo di soluzioni innovative per l'ecosistema costiero

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 3.2- Ricerca e sviluppo di soluzioni innovative per l'ecosistema costiero		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	24
SOGGETTO ATTUATORE	CNR, ENEA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ENEA) Lampedusa, (ENEA) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Obiettivo della seconda fase è l'innovazione e lo sviluppo di prodotti allo stato dell'arte, realizzati a seguito della costituzione di campagne di calibrazione e validazione (CAL/VAL) <i>in situ</i> di immagini ottiche iperspettrali e SAR acquisite da piattaforme satellitari e/o aeree, integrate, per fornire soluzioni alle problematiche inerenti l'ecosistema costiero, il sistema idrogeologico in ambiente costiero, i fenomeni di contaminazione e impatto antropico nella sua accezione più ampia.</p> <p>Questa fase sarà condotta e realizzata operando in sinergia con gli Enti di Ricerca presenti sul territorio regionale, finalizzando ad obiettivi specifici il grande bagaglio di competenza presente in tali Enti.</p> <p>L'innovazione di prodotto avrà anche ricadute sui processi che vedranno coinvolte numerose Piccole e Medie Imprese che operano nel campo della prevenzione ambientale di erosione costiera, dissesto idrogeologico, contaminazione puntuale in ambito costiero sia da fenomeni di sversamento di inquinanti in acque profonde o costiere da foci di aste fluviali, moto ondosio, onde anomale, eccetera.</p> <p>I servizi e i prodotti geo-spaziali saranno progettati e realizzati per essere d'immediato supporto ai processi decisionali e programmatici degli Enti e autorità competenti nell'esercizio delle attività istituzionali relative al monitoraggio, alla prevenzione ed al ripristino delle aree degradate.</p> <p>Le procedure di gestione e trasferimento "real time" dei dati saranno integrate a quelle di sviluppo di applicazioni specifiche per il monitoraggio e il controllo del territorio marino e marino-costiero mediante il sistema realizzato dalla Regione Sicilia la rete informativa europea "Infrastructure for Spatial Information in the European Community" (INSPIRE). http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/481.</p> <p>Tale fase comprende le seguenti attività:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ costituzione della base di dati dell'intera fascia costiera della Regione Sicilia tramite l'acquisizione di dataset prodotti da piattaforma satellitare multisensore e/o aerea; ✓ servizi di assistenza evolutiva finalizzati alla costituzione e al popolamento della base di

dati;

- ✓ servizi di assistenza evolutiva finalizzati al processamento ed elaborazione dei dati;
- ✓ sviluppo di software applicativi per la realizzazione del sistema informativo e per la definizione di prodotti e servizi a partire dallo studio e monitoraggio di casi critici individuati;
- ✓ avvio operativo e integrazione del sistema realizzato nel contesto istituzionale Regionale.

L'avvio operativo del sistema avrà la finalità di far sì che quanto realizzato nella fase di progettazione e sviluppo conduca realmente a un miglioramento rilevante rispetto all'attuale capacità della Regione Sicilia di far fronte alle problematiche connesse alla pressione antropica sull'ecosistema marino costiero. Per questo i due elementi che saranno ulteriormente sviluppati sono:

- ✓ la formazione del personale destinato all'operatività della piattaforma tecnologica, che prevede l'uso di software altamente specializzato per la gestione ed elaborazione dei dati ed immagini, e l'utilizzo di strumentazione di campagne per la calibrazione e la validazione del dato sensoriale;
- ✓ la predisposizione e realizzazione di un Piano di Integrazione che inserisca la piattaforma nella rete di centri regionali che validino e qualificano operativamente i prodotti e i servizi erogati.

Dovrà essere prevista un'intensa e continua attività formativa che riguarderà tutti gli aspetti della generazione di prodotti di informazione geospaziale, dalla acquisizione dei dati, alla elaborazione degli stessi fino al loro utilizzo in applicazioni specifiche. L'attività di formazione e aggiornamento sarà elemento portante dello sviluppo del sistema e della sua capacità di trascinamento e di coinvolgimento di tutti i soggetti regionali preposti al monitoraggio e controllo del territorio. In questa fase progettuale, si propone infatti la formazione di un gruppo di ricercatori, tecnologi, tecnici, assegnisti di ricerca, dottorandi che dovranno operare, gestire e studiare il sistema di monitoraggio sia nelle fasi di acquisizione dati che nelle fasi di interpretazione e restituzione.

Nel contesto delle problematiche relative all'ecosistema costiero saranno esplorati e sviluppati approcci innovativi per la caratterizzazione della distribuzione di *Posidonia oceanica*; le analisi saranno basate sull'utilizzo di immagini da sensori iperspettrali (ad es. Borfecchia et al., 2013° e 2013b), anche in combinazione con rilevamenti in situ. Un altro filone di attività sarà legato alla caratterizzazione degli sversamenti di idrocarburi in mare. Lo studio sarà basato sull'utilizzo di osservazioni SAR.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Progetto del data base costiero, in collegamento con OR.3.1. Mese 12.
- Definizione di procedure e metodi stato dell'arte per la derivazione di parametri per l'ecosistema costiero; implementazione del sistema informativo e di applicativi. Mese 18.
- Presentazione del sistema informativo integrato per l'ecosistema costiero. Mese 24.

COSTI (K€) - RI-	
IAMC-CNR	60,64
ENEA	104,50
TOTALE	165,15

AGGREGATO	PERSONALE	93,63
-----------	-----------	-------

	SPESE GENERALI	46,82
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	24,70

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	17

WP3. Sviluppo di sensori per il rilevamento di colibatteri e sostanze tossiche

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 3.3 - Sviluppo di sensori per il rilevamento di colibatteri e sostanze tossiche		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.+S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	18
SOGGETTO ATTUATORE	ORION	
SEDE DI ATTUAZIONE	(ORION) Napoli	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
Nell'ambito del progetto le attività riguarderanno lo sviluppo di una piattaforma sensoristica per il monitoraggio di metalli pesanti ed altre sostanze tossiche quali gli endocrine disruptors . In particolare, si utilizzeranno due approcci: biosensori ad inibizione reversibile e sensori biomimetici basati su polimeri a stampo molecolare. Le attività saranno svolte negli stabilimenti Orion di Capua e nel laboratorio di chimica analitica dell'Università del Salento (Lecce) diretto dal Prof. Cosimino Malitesta. In particolare, nel laboratorio UniSalento saranno sviluppati protocolli sperimentali per la realizzazione di sensori (nella fase di sviluppo saranno utilizzati anche rivelatori ottici e/o SPR) e negli stabilimenti Orion di Capua si provvederà allo sviluppo dell'elettronica , del contenitore e dei sistemi di campionamento dei sensori.
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> Sviluppo di sistemi elettronici ed attività di prove in campo ad una distanza media dalle coste da 30 a 5000m (Orion, Capua). Mese 20.

COSTI (K€) - RI-	
ORION	291,25
TOTALE	293,25

AGGREGATO	PERSONALE	87,50
	SPESE GENERALI	43,75
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	62,00
	COSTI DI ESERCIZIO	100,00

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	30

COSTI (K€) - SS-	
ORION	31,69
TOTALE	33,69

AGGREGATO	PERSONALE	13,13
	SPESE GENERALI	6,56
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	5,00
	COSTI DI ESERCIZIO	7,00

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	4,5

WP4. Sviluppo di una stazione acustica ad alta sensibilità

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 3.4. - Sviluppo di una stazione acustica ad alta sensibilità		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I. + S.S.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	10
SOGGETTO ATTUATORE	INFN, INGV	
SEDE DI ATTUAZIONE	(INFN) Catania, (INGV) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>L'attività che si intende condurre ha come obiettivo lo sviluppo di stazioni acustiche ad alta sensibilità in grado di poter effettuare un monitoraggio ed una caratterizzazione dei rumori acustici "generati dall'uomo e dalle macchine" in ambito marino al fine di poter permettere una oggettiva analisi dell'impatto sull'ambiente marino stesso.</p> <p>L'attività in particolare è suddivisa in una serie di sotto attività quali:</p> <p><i>A.1 Definizione delle specifiche tecniche:</i> In questa fase si prevede una completa caratterizzazione delle potenziali fonti di rumore che dell'ambiente nel quale le stesse saranno misurate oltre che la definizione delle specifiche tecniche dell'infrastrutture che si dovrà realizzare.</p> <p><i>A.2 Progettazione del sensore acustico e del sistema di acquisizione:</i> In questa fase è prevista la progettazione del sensore acustico, in termini di performance, dimensioni, caratteristiche elettriche, profondità operativa, tipologia di interfaccia e della sua elettronica di acquisizione (dimensioni scheda, modalità e protocollo di acquisizione, caratteristiche elettriche, ...) e del SW di acquisizione dati.</p>

A.3 Progettazione della stazione: In questa fase è prevista la progettazione della stazione acustica che ospiterà i sensori. verranno definite le dimensioni, il materiale, le interfacce (connettori), le modalità e procedure di installazione / recupero.

A.4 realizzazione prototipo: in questa fase è prevista la realizzazione di un prototipo dei sensori acustici, del sistema di acquisizione ed elaborazione che sarà poi la base per la costruzione della stazione stessa.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Report con le specifiche tecniche dell'attività. Mese 3.
- Documento con progetto esecutivo del sensore e del sistema di acquisizione (HW e SW) necessario per la costruzione del prototipo. Mese 6.
- Documento con progetto esecutivo (disegni e schemi di connessione) della stazione di acquisizione. Mese 6.
- Report test di caratterizzazione del prototipo del sensore acustico e del sistema di acquisizione dati. Mese 10.

COSTI (K€) - RI-	
INFN	450,00
INGV	151,88
TOTALE	601,88

AGGREGATO	PERSONALE	371,25
	SPESE GENERALI	185,63
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	45,00

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	99

COSTI (K€) - SS-	
INFN	50,00
INGV	0,00
TOTALE	50,00

AGGREGATO	PERSONALE	30,00
	SPESE GENERALI	15,00
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	5,00

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	8

O.R. 4 – MESSA A PUNTO DI TECNOLOGIE E STRATEGIE GESTIONALI PER LA SALVAGUARDIA E IL RESTAURO AMBIENTALE DELLE PRATERIE DI POSIDONIA OCEANICA

Stato dell'arte

Il progressivo incremento delle attività antropiche che hanno interessato la fascia costiera nelle ultime decadi e lo scenario di crescenti pressioni che ne deriva per il futuro ha posto la necessità di salvaguardare ecosistemi ed habitat di elevata importanza con mezzi più efficaci. Tra gli habitat marino costieri di maggiore pregio ambientale vi sono le praterie a fanerogame marine. Tali habitat presentano un elevato valore in base ai beni e servizi forniti. Esse risultano il sistema ambientale più importante e produttivo nell'ambiente marino costiero, valutato in circa 19,000\$ per ettaro all'anno, un valore in media 25 volte più alto di quello dell'ambiente oceanico e di quello terrestre, 3 volte quello delle barriere coralline e 10 volte quello delle foreste tropicali (Costanza et al., 1997). In particolare l'habitat delle praterie di *Posidonia oceanica* si caratterizza in condizioni di equilibrio per l'elevato grado di resistenza, il lento ritmo di accrescimento vegetativo ed il ridotto apporto della riproduzione sessuata.

Si stima che nel Mediterraneo occidentale (Italia, Francia, Spagna) questi sistemi abbiano subito una regressione del 30-40% negli ultimi 20-30 anni (Airoldi e Beck, 2007) e che la densità dei fascicoli foliari sia diminuita del 50% in poche decadi, con le maggiori perdite tra i 10 ed i 20 metri di profondità (EUCC 1998). Il recupero naturale delle praterie è stato descritto raramente, i pochi casi documentati riportano il recupero attraverso la crescita vegetativa di patch ben insediate ancora presenti nell'area che ha subito un impatto (Diaz-Almela et al., 2008; Gonzales-Correa et al., 2005, 2008; Meinesz & Lefevre, 1984) mentre il recupero a partire da ampie aree completamente private di vegetazione è ancora più raro (ma vedi Badalamenti et al., 2011) e si stima richieda dalle decine alle centinaia di anni (Duarte, 2002; Gonzales-Correa et al. 2005; Meinesz & Lefevre, 1984). Il tasso di accrescimento molto basso e lo scarso successo del reclutamento sessuale determinano una capacità di recupero molto limitata e rendono questi sistemi particolarmente vulnerabili agli impatti antropici. Nelle ultime decadi sono stati fatti sforzi crescenti per prevenire la regressione delle praterie e per mettere a punto metodologie di ripristino degli habitat degradati. Attualmente, il materiale utilizzabile per il ripristino di praterie di *P. oceanica* è rappresentato da zolle, talee o semi prelevati da popolazioni naturali. La maggior parte delle esperienze di riforestazione di *P. oceanica* sono basate sul trapianto di fasci e rizomi, raccolti dai siti donatori, cioè da praterie in buona salute, e ancorati nei siti riceventi. Tra i sistemi di fissaggio impiegati con maggior successo per *P. oceanica* possiamo considerare mattonelle, tutori metallici e griglie (Meinesz et al., 1992, 1993; Molenaar e Meinesz, 1992). Su *matte* morta possono essere utilizzati chiodi metallici, mentre sono necessarie cornici di cemento su fondi mobili o su roccia. La sopravvivenza delle talee è in genere maggiore su *matte* e più bassa su sabbia.

Nel complesso finora gli interventi di trapianto di *P. oceanica* hanno prodotto risultati altamente variabili. Le metodologie di trapianto sono ancora in fase sperimentale ed il monitoraggio degli interventi effettuati è spesso limitato ad un intervallo di tempo troppo breve (inferiore a cinque anni) in relazione alle dinamiche della specie per consentire una valutazione attendibile dei risultati (Cunha et al., 2012). A dispetto dell'incertezza dell'esito finale, gli interventi di trapianto comportano sempre notevoli costi ed impatti più o meno estesi sui letti interessati dall'espianto del materiale biologico. Se da una parte queste considerazioni rendono evidente la necessità di dare priorità alla protezione delle praterie esistenti e sottolineano che il ripristino non dovrebbe mai essere considerato la prima alternativa come misura di mitigazione di interventi di ingegnerizzazione della costa, dall'altra evidenziano l'assoluta necessità di indirizzare gli sforzi

della ricerca verso metodologie basate su una più approfondita conoscenza dell'ecologia delle specie, che azzerino o minimizzino gli impatti sulle praterie esistenti, risultando dunque più efficaci ed ecosostenibili.

In questa direzione si muovono le sperimentazioni condotte nell'ambito dei metodi indipendenti dal letto donatore ("donor meadow independent methods", Seddon, 2004) e quelli che puntano alla facilitazione del recupero naturale delle praterie. I metodi indipendenti dal letto donatore includono l'utilizzo di semi e germogli (Marion and Orth, 2010; Tanner and Parham 2010; Orth et al., 2012; Statton et al., 2013), di propaguli vegetativi naturalmente distaccati dalle praterie e raccolti in mare o spiaggiati (Balestri et al., 2011), nonché di piante coltivate (propagate) in laboratorio a partire da semi o talee (Balestri and Lardicci, 2012). I metodi di facilitazione del recupero naturale mirano a potenziare i processi naturali incrementando la probabilità di reclutamento dei propaguli rilasciati dalle praterie adiacenti al sito target attraverso il posizionamento di substrati idonei (Wear et al., 2010; Irving et al., 2010). In questo senso risulta particolarmente rilevante il caso studio di Capo Feto, ove il processo di regressione e ricolonizzazione naturale della prateria attraverso propaguli vegetativi è stato ampiamente documentato (Di Carlo et al., 2005; Badalamenti et al., 2011).

I metodi basati sull'utilizzo di semi consentono inoltre di preservare il polimorfismo genetico delle popolazioni, caratteristica correlata positivamente con la stabilità e capacità di recupero dei sistemi a fanerogame marine (Reusch et al., 2006; Reynolds et al., 2012). Tali metodologie rappresentano dunque un importante contributo per lo sviluppo di strategie di ripristino volte a minimizzare gli impatti ai letti donatori ed al mantenimento della variabilità genetica delle popolazioni trapiantate.

Necessità della ricerca

In *P. oceanica*, gli indici ecologici utilizzati per valutare lo stato di salute delle praterie includono una serie di descrittori di densità dei ciuffi, profondità del limite inferiore, copertura, tipo di crescita del rizoma, produzione di foglie ed allungamento del rizoma, oltre a ulteriori descrittori che includono la determinazione delle quantità di P, N, il contenuto di carboidrati non strutturali, di fenoli e di vari metalli in tracce (Pergent-Martini et al., 2005; Casazza et al., 2006; Montefalcone, 2009).. Una vasta meta-analisi di 170 specie, ed altre simulazioni effettuate, hanno mostrato comunque che la maggior parte delle specie non sono spinte verso l'estinzione prima che fattori genetici le impattino, indicando che i processi ecologici, demografici e genetici non possono essere considerati separatamente (Spielman et al., 2004). Idealmente, i parametri monitorati dovrebbero fornire segnali di allarme precoci che il sistema è in difficoltà, molto prima che le condizioni diventino irreversibili e possibilmente non-ripristinabili. Purtroppo, questo non è quasi mai il caso con i descrittori utilizzati al momento. Gli attuali programmi di controllo, infatti, sono solo in grado di monitorare i cambiamenti (Fernandez-Torquemada et al., 2008), non di individuarli in modo precoce, cosa che sarebbe possibile con descrittori di tipo genetico e genomico. Un sistema di preallarme basato su questo tipo di descrittori è stato recentemente realizzato nei coralli e nei pesci di barriera corallina (Downs et al., 2005; Kassahn et al., 2007). Una delle attività previste dal presente OR sarà dedicata alla messa a punto di "early warning indicators" per l'individuazione del tipo e del livello di stress a cui la pianta è sottoposta attraverso tecniche di sequenziamento massivo del trascrittoma della specie (WP 4.4). Le attività di sviluppo sperimentale e ricerca industriale saranno orientate a mettere a punto un sistema rapido di individuazione della presenza di condizioni di stress, attraverso la misura dei valori di espressione genica di geni coinvolti nella risposta a stress specifici.

L'efficacia dei trapianti dipende da molteplici fattori, quali le caratteristiche biologiche della specie, la tecnica di trapianto e lo stress relativo generato dalla manipolazione della pianta, la

compatibilità genetica tra le popolazioni donatrici e quelle accettrici, l'adattabilità delle piante trapiantate alle nuove condizioni ambientali, la scelta di siti idonei.

Lo sviluppo delle radici rappresenta un problema cruciale per la sopravvivenza delle plantule trapiantate e l'instabilità del sedimento nel sito ricevente causa un'alta mortalità delle plantule. Il substrato scelto sembra avere un'importanza non trascurabile sui tassi di sopravvivenza. L'idoneità di un sito a ricevere un impianto di riforestazione è in stretta relazione con le caratteristiche fisiche e chimiche delle acque, il tipo di substrato ed il regime idrodinamico. Pertanto, una conoscenza approfondita delle caratteristiche ambientali dell'area da ripristinare e la sperimentazione con impianti pilota fornisce elementi per valutare l'idoneità del sito prima di effettuare il trapianto su ampia scala (Fonseca, 1998). Tra le attività di caratterizzazione di un sito selezionato per un intervento di trapianto riveste notevole importanza lo studio su modello dei processi idrodinamici nella fascia costiera determinati dal moto ondoso da largo a riva.

I modelli usati in idraulica marittima, sebbene diversi tra loro per formulazione teorica e soluzione numerica, possono essere ricondotti ad un unico schema concettuale che comprende due moduli:

1. un primo modulo, chiamato "wave driver" che affronta lo studio della propagazione dell'onda da largo a riva. I dati di input sono la batimetria del dominio e le caratteristiche ondose di largo, mentre i dati di output sono generalmente l'altezza e la direzione d'onda in tutti i punti del dominio.
2. Un secondo modulo chiamato "wave averaged models" recepisce gli output del "wave driver" e fornisce le componenti di velocità ed i livelli idrici in scala temporale molto maggiore rispetto al periodo d'onda. In tal modo è possibile ricostruire, in particolare, il regime delle correnti originate dal moto ondoso sotto costa, che condizionano le dinamiche sedimentarie.

Esistono in letteratura numerose formulazioni di modelli di tipo "wave driver", il cui studio rappresenta uno dei temi di maggiore interesse in ingegneria costiera (si citano, tra gli altri, Mei & Liu, 1993 e Liu & Losada, 2002). Allo stato attuale, sono molto utilizzati i modelli basati sulla mild slope equation (Berkhoff, 1972), nelle sue formulazioni, rispettivamente, ellittica (Madsen & Larsen, 1987) e parabolica (Kirby, 1986; Johnson & Poulin, 2000). In alternativa, possono essere utilizzati modelli basati sull'equazione di conservazione della densità di energia spettrale del moto ondoso (Holthuijsen et al., 1989).

Per quanto riguarda il "wave averaged model", per le aree costiere si utilizzano normalmente modelli di tipo 2DH, in cui le componenti di velocità sono mediate lungo la verticale, valido nell'ipotesi di shallow water conditions (Falconer, 1993). Il moto ondoso viene tenuto in conto attraverso il radiation stress, ottenuto generalmente come output del wave driver.

L'intervento di riforestazione previsto dal progetto (WP 4.1) punterà a sviluppare una metodologia che incrementi l'efficacia del trapianto e parallelamente che riduca i costi dell'intervento. In particolare, il progetto prevede l'utilizzo di un prodotto innovativo, brevettato dal soggetto terzo Biosurvey srl (<http://www.biosurvey.it/>) spin-off accademico dell'Università degli Studi di Palermo, consistente in un sistema realizzato in plastica biodegradabile (bioplastica) per il fissaggio in forma rapida ed efficace di talee di *P. oceanica* sul fondo marino, allo scopo di garantire l'attecchimento e la crescita della pianta e di agevolare la dinamica naturale di sviluppo della prateria. Tale intervento sarà preceduto da una caratterizzazione del regime idrodinamico dell'area marina interessata tramite modellizzazione dei processi idrodinamici. La scelta del modello da utilizzare sarà effettuata considerando l'estensione e la morfologia dell'area ed i particolari fenomeni da descrivere, tenendo conto dei tempi e delle capacità di calcolo. La geometria del dominio di calcolo sarà ricostruita sulla base dei rilievi che saranno effettuati nell'ambito del progetto. In particolare, una volta disponibili i dati batimetrici, saranno prodotte, mediante interpolazione, griglie di calcolo di risoluzione adeguata all'estensione del dominio ed alla precisione voluta, sulle quali saranno svolte le simulazioni.

Per quanto riguarda l'utilizzo di semi e germogli per il ripristino di praterie di *P. oceanica*, le principali limitazioni consistono nella variabilità interannuale nella produzione di frutti e semi da parte delle praterie e nello scarso tasso di reclutamento dei propaguli sessuali in natura. Questa variabilità determina l'incertezza nella disponibilità di propaguli e rende difficile la pianificazione di interventi di ripristino basati sull'utilizzo di semi. La raccolta e l'allevamento dei germogli in un impianto di acquacoltura potrà espandere la finestra di tempo disponibile per l'utilizzo di propaguli sessuali in interventi di ripristino. Definire le migliori modalità di raccolta e coltivazione dei germogli in vivaio (WP 4.2) contribuirà a rendere fattibile l'utilizzo di propaguli sessuali di *P. oceanica* in programmi di ripristino. Inoltre la possibilità di accogliere materiale biologico proveniente da aree differenti del Mar Mediterraneo potrà contribuire a bilanciare la variabilità regionale nella produzione di frutti.

Sebbene il tasso di germinazione e di sopravvivenza dei germogli in laboratorio sia elevato (Belzunce *et al.*, 2008; Balestri *et al.*, 1998) il tasso di reclutamento in natura è molto basso. L'utilizzo di propaguli sessuali all'interno di una strategia di ripristino richiede la messa a punto di tecniche che incrementino la persistenza dei propaguli in situ, anche attraverso l'utilizzo di substrati idonei.

La possibilità di utilizzare talee di *P. oceanica* naturalmente distaccate dalle praterie per il ripristino di aree degradate comincia ad essere esplorata con buoni risultati sulle percentuali di sopravvivenza delle talee anche a distanza di tre anni dalla raccolta (Balestri *et al.*, 2011). Le attività sperimentali svolte all'interno dell'impianto di acquacoltura, saranno indirizzate ad incrementare i tassi di sopravvivenza e di rigenerazione delle talee distaccate naturalmente e poste all'interno dello stabulario. Inoltre le attività di sviluppo sperimentale e ricerca industriale saranno orientate a garantire il mantenimento di un buono stato di salute delle plantule sul lungo periodo (WP 4.2).

La problematica della compatibilità genetica tra popolazioni donatrici di propaguli e popolazioni accettrici e del polimorfismo genetico del materiale utilizzato per effettuare interventi di ripristino verrà affrontata nel WP 4.4. Le linee guida per il reimpianto delle fanerogame marine suggeriscono di raccogliere il materiale genetico da trapiantare da ambienti con condizioni ecologiche comparabili a quelle di trapianto (Fonseca, 2011; Paling *et al.*, 2007; Renton *et al.*, 2011; van Katwijk *et al.*, 2009), poiché l'adattamento alle condizioni ambientali locali sembra essere un requisito fondamentale per la riuscita dei trapianti (es. Hämmerli & Reusch, 2002). Studi sull'efficienza dei trapianti di fanerogame marine evidenziano che la percentuale di successo dei trapianti è influenzata positivamente dal polimorfismo genetico delle popolazioni donatrici (Lloyd *et al.*, 2012; Reynolds *et al.*, 2012a,b). La scelta di materiale geneticamente polimorfico è preferita in eventi di ripristino su larga scala per favorire la ripresa di tutte le funzioni ecologiche dell'ecosistema (Johnson *et al.*, 2010; Hughes & Stachowicz, 2004; Leimu *et al.*, 2006). Le strategie di reimpianto, siano esse basate sull'utilizzo di talee adulte o di semi germinati in laboratorio, non possono prescindere dalla conoscenza delle discontinuità genetiche esistenti fra le zone di prelievo e quelle di reimpianto, con la conseguente valutazione delle capacità dei trapianti di adattarsi a condizioni diverse.

Il progetto risponderà a questa problematica attraverso l'implementazione di tecniche genetiche per la determinazione della qualità del materiale da utilizzare in strategie di trapianto.

Obiettivi della ricerca

Lo scopo del presente OR è sviluppare prodotti, processi e servizi finalizzati al monitoraggio, al restauro ed alla facilitazione del recupero naturale di praterie di *Posidonia oceanica* attraverso metodologie innovative, ecocompatibili ed ecosostenibili e più efficaci poiché basate sull'osservazione dei processi naturali e sul mantenimento della variabilità genetica. Tale scopo sarà raggiunto attraverso:

1. la riforestazione pilota di praterie degradate attraverso supporto brevettato realizzato con materiale in bioplastica;
2. lo sviluppo di un prototipo a scala pilota di stabulario per il mantenimento, l'allevamento e la propagazione di plantule di *P. oceanica* ottenute da semi e talee naturalmente distaccate dalle praterie;
3. la messa a punto di "early warning indicators" per l'individuazione del tipo e del livello di stress a cui la pianta è sottoposta e l'implementazione di tecniche genetiche per la determinazione della qualità e del materiale da utilizzare in strategie di trapianto;
4. lo sviluppo di processi di monitoraggio ambientale che consentiranno di valutare il recupero dell'ecosistema marino oggetto di riforestazione e di valutare l'efficienza dell'intervento.

Descrizione delle attività

WP1. Ripristino di praterie di *P. oceanica* degradate mediante interventi di riforestazione realizzati con supporto brevettato in materiale in bioplastica.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 4.1.1 – Stato dell'arte sulle conoscenze dell'area di studio e sui metodi e le tecnologie di ripristino dei siti. Caratterizzazione dell'area marina interessata all'intervento e del regime idrodinamico. Individuazione del sito donatore e di un sito idoneo dove realizzare l'impianto pilota di riforestazione.		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	6
SOGGETTO ATTUATORE	CONISMA, ENEA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(CONISMA, ENEA) Palermo, Portici	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>a) Individuazione e raccolta organica di dati bibliografici spazialmente e temporalmente distribuiti relativi al benthos (con particolare riferimento alle praterie a fanerogame marine).</p> <p>b) Individuazione e raccolta organica di dati bibliografici sulle metodologie in uso per i trapianti e le tecniche di ancoraggio di fanerogame marine, sulla scelta del materiale per il trapianto, sui modelli di selezione delle aree idonee a ricevere il trapianto e sui fattori di crescita e sopravvivenza.</p> <p>c) Rilievi batimetrici (Multibeam), morfologici (Side Scan Sonar) e sismo-acustici (Sub Bottom Profiler) ed attività di "verità mare".</p> <p>d) Caratterizzazione del regime idrodinamico dell'area interessata dall'intervento</p> <p>e) Elaborazione ed analisi dei dati ottenuti dai rilievi in campo.</p> <p>L'attività consisterà in una esaustiva ricerca bibliografica sulla caratterizzazione abiotica e biotica dell'area oggetto della ricerca. Saranno inoltre raccolti ed organizzati dati di letteratura relativi ai metodi ed alle tecniche di riforestazione con fanerogame marine di fondali degradati. Inoltre, saranno svolte attività finalizzate alla caratterizzazione cartografica e biocenotica dell'area selezionata attraverso l'impiego di sistemi acustici avanzati ad elevata risoluzione. In particolare, i sistemi acustici avanzati rappresentano un supporto essenziale per la caratterizzazione, valutazione e monitoraggio della fascia costiera e delle biocenosi di maggior pregio ambientale. L'utilizzo di queste moderne tecnologie consente una rapida acquisizione di dati ambientali ad elevata risoluzione su grande scala, con una riduzione dei costi e dei tempi rispetto alle metodiche tradizionali. Risulta quindi possibile un'accurata raccolta di informazioni morfo-batimetriche e sismo acustiche con elevate risoluzioni.</p>

Inoltre sarà condotto uno studio del regime idrodinamico indotto dal moto ondoso nell'area di intervento, attraverso l'utilizzo di modelli matematici, secondo lo stato dell'arte della materia.

Il clima ondoso di largo sarà ricostruito sulla base dei dati disponibili della Rete Ondametrica Nazionale. Le simulazioni saranno condotte mediante l'utilizzo di modelli matematici, scelti tra quelli disponibili in base alla morfologia e natura del fondale ed alla precisione richiesta.

Tutte le attività comprese nella **OR4.1.1** sono identificabili come attività di Ricerca Industriale (di seguito indicata come RI) e verranno concluse entro la durata del progetto.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

Prodotti

- Digital Terrain Model (DTM)
- Sonogrammi
- Carte tematiche (batimetria, biocenosi, etc.)
- Pubblicazioni scientifiche e rapporti

Impatti:

- Approfondimento delle conoscenze.
- Formazione giovani ricercatori.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ

Attività 4.1.2 – – Valutazione dell'idoneità dei siti riceventi e prelievo delle talee da siti donatori e messa a dimora nei siti prescelti utilizzando apposito supporto brevettato realizzato in materiale bioplastico. Monitoraggio degli impianti di riforestazione.

TIPOLOGIA ATTIVITÀ

R.I.

MESE DI INIZIO E DURATA 212

SOGGETTO ATTUATORE

CONISMA

SEDE DI ATTUAZIONE

(CONISMA) Palermo

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

- a. Valutazione dell'idoneità dei siti dove realizzare gli impianti di riforestazione di *P. oceanica*. La scelta dei siti verrà effettuata attraverso l'utilizzo di un modello di "idoneità al reimpianto". Tale modello, includerà dati georeferenziati combinati con test di trapianti a piccola scala.
- b. Individuazione dei siti donatori da cui verranno prelevate le talee che saranno utilizzate nelle attività di reimpianto. La scelta dei siti donatori terrà conto della distanza dal sito ricevente, della profondità di prelievo delle talee e della qualità donatrice delle praterie donatrici, con particolare attenzione alla presenza ed abbondanza di eventi riproduttivi sessuati (infiorescenze e frutti).
- c. Prelievo delle talee dai siti donatori e messa a dimora delle talee nei siti prescelti utilizzando apposito supporto realizzato in materiale bioplastico. Le attività di prelievo di talee saranno eseguite secondo criteri di sostenibilità, riducendo al minimo l'impatto sulla popolazione naturale. Il taglio delle talee sarà infatti limitato alle piante che colonizzano i margini dei gradini di erosione delle matte. Questa procedura risulta non distruttiva in quanto incide su materiale destinato ad essere asportato naturalmente per azione idrodinamica.

L'intervento verrà realizzato utilizzando un brevetto che offre una soluzione modulare, affidabile, biocompatibile ed efficiente per l'esecuzione di campagne di riforestazione dei fondali con fanerogame marine. I principi su cui si basa l'invenzione sono:

- l'esteso utilizzo di materiale plastico biodegradabile per garantire alla fine del processo di radicamento la dissoluzione dell'apparato di sostegno delle talee;
- la modularità del sistema in modo da garantire una elevata flessibilità nelle strategie di ricoprimento del fondale e l'adattabilità a diverse specie vegetali;
- la semplificazione delle tecniche di ancoraggio per aumentare l'efficienza di posa e ridurre i costi;
- l'utilizzo di geometrie bio-ispirate che emulino la modalità naturale di colonizzazione del fondale da parte della pianta.

Tale supporto presenta tempi di bio-degradazione compatibili con i tempi necessari alle talee per la radicazione e la loro fissazione in maniera stabile al substrato del sito prescelto.

Monitoraggio dell'impianto pilota.

Verranno effettuati controlli periodici negli impianti finalizzati alla raccolta di informazioni sulla vitalità e l'attecchimento del reimpianto.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

Prodotti (Mese 12):

- Carte tematiche
- Manuali metodologici ed operativi
- Ottimizzazione e realizzazione strutture di ancoraggio talee
- Realizzazione impianto pilota di riforestazione
- Rapporti e pubblicazioni

Impatti (Mese 12):

- Approfondimento delle conoscenze
- avanzamento tecnologico
- Miglioramento qualità dell'acqua
- Incremento della biodiversità
- Ripristino fondali degradati
- Acquisizione nicchia di mercato
- Occupazione

COSTI (K€) - RI-	
CONISMA	604,00
ENEA	49,93
TOTALE	653,93

AGGREGATO	PERSONALE	384,34
	SPESE GENERALI	113,38
	STRUMENTI	4,50
	CONSULENZE	138,00
	COSTI DI ESERCIZIO	13,71

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	75

WP2. Sviluppo di prodotti, processi e servizi finalizzati all'allevamento, al mantenimento ed alla propagazione di piantule di *Posidonia oceanica* per il restauro e la facilitazione del recupero naturale delle praterie

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ	
Attività 4.2.1 –Predisposizione di un network per il monitoraggio dello spiaggiamento di frutti e semi di <i>Posidonia oceanica</i> e sviluppo di protocolli per l'identificazione ed il controllo dei patogeni.	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	S.S.
MESE DI INIZIO E DURATA 420	
SOGGETTO ATTUATORE	CNR
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Predisposizione di un network per il monitoraggio delle coste nel periodo di rilascio di frutti e semi da parte delle praterie. Verranno localizzate le aree di spiaggiamento ed accumulo di frutti e semi lungo la costa e di germogli in mare sulla base delle esperienze pregresse e dei dati di letteratura. Verranno individuati i soggetti pubblici e privati dislocati sul territorio in corrispondenza di tali aree, quali gestori di AMP e SIC, nonché di associazioni ambientaliste, culturali, sportive. Si procederà allo sviluppo ed alla formalizzazione di protocolli, accordi, convenzioni con i soggetti interessati a collaborare all'attività di monitoraggio delle aree di interesse. Nel corso del progetto verranno eseguite sperimentazioni volte all'identificazione di funghi patogeni causa del deperimento di una percentuale importante (attorno al 30 - 40%) dei semi in via di germinazione e/o delle plantule. Le attività saranno svolte in collaborazione con altre realtà in possesso di importanti banche di biodiversità fungina in Europa soprattutto per quanto riguarda funghi marini.</p> <p>Si procederà a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Stipulare una convenzione con la struttura individuata; 2) effettuare prove di identificazione dei funghi coinvolti nelle morie di plantule con opportuni test di reinfezione per dimostrare la capacità infettiva; 3) effettuare prove per determinare i parametri fisico-chimici che permettono la crescita e l'infezione dei funghi potenzialmente patogeni; 4) svolgere prove di sensibilità a biocidi per mettere a punto protocolli di sterilizzazione del materiale raccolto in natura.
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Rete per il monitoraggio dello spiaggiamento di frutti e semi. Mese 24. • Protocolli per il controllo dei patogeni. Mese 12.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ	
Attività 4.2.2 – Sviluppo di un prototipo a scala pilota di stabulario per la raccolta, il mantenimento e la propagazione del materiale biologico	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	S.S.
MESE DI INIZIO E DURATA	112
SOGGETTO ATTUATORE	CNR
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Adeguamento delle strutture esistenti presso l'IAMC di Capo Granitola per svolgere le attività di acquacoltura previste e cioè l'allevamento ed il mantenimento di plantule di <i>P. oceanica</i> ottenute da propaguli. Verranno adeguate le strutture esistenti presso il Wet-lab di Capo Granitola al fine di realizzare il sistema prototipale di vasche per l'allevamento delle plantule. Si prevedono circa 5 mesi per l'adeguamento della struttura e del sistema di approvvigionamento e sterilizzazione delle acque. Contestualmente, in relazione al periodo di svolgimento delle attività, si potrà procedere alla raccolta del materiale biologico.</p>
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Prototipo, realizzazione prototipo a scala pilota dello stabulario. Mese 5.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ	
Attività 4.2.3 – Realizzazione ed ottimizzazione di un sistema di gestione e monitoraggio dell'impianto di acquacoltura	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	S.S.
MESE DI INIZIO E DURATA	114
SOGGETTO ATTUATORE	ORION
SEDE DI ATTUAZIONE	(ORION) Napoli

DESCRIZIONE ATTIVITÀ	
Realizzazione di un sistema di monitoraggio in continuo ed in remoto dei parametri ambientali all'interno dell'impianto di acquacoltura.	
DELIVERABLES ATTIVITÀ	
<ul style="list-style-type: none"> Realizzazione del sistema di controllo dello stabulario: viene sviluppata una nuova tecnica per il controllo in continuo dei parametri chimico fisici quali pH, Conducibilità, temperatura, fosforo e azoto, CO₂. La tecnica è finalizzata a ridurre i costi aumentando la qualità delle misure e consiste nell'accentrare tutte le misure in un unico ambiente indipendentemente dal numero di celle, sviluppando una tecnica di lavaggio che non contamina i campioni. Mese12. 	

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ	
Attività 4.2.4 – Trasferimento a mare delle plantule su apposito supporto brevettato realizzato in materiale bioplastico e monitoraggio delle plantule.	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	S.S.
MESE DI INIZIO E DURATA	1113
SOGGETTO ATTUATORE	CNR
SEDE DI ATTUAZIONE	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara

DESCRIZIONE ATTIVITÀ	
L'attività prevede l'inserimento delle plantule allevate nello stabulario in appositi supporti realizzati in materiale bioplastico. I supporti verranno successivamente trasferiti a mare e le plantule successivamente trasferite a mare e verranno monitorate per i restanti mesi del progetto al fine di valutarne la sopravvivenza e la persistenza in situ. Verrà avviata inoltre la sperimentazione di metodologie tese ad ottimizzare i substrati da utilizzare per l'allevamento e per il trapianto delle plantule in situ..	
DELIVERABLES ATTIVITÀ	
<ul style="list-style-type: none"> Documento, Report relativo al trasferimento delle plantule a mare su appositi supporti in bioplastica e monitoraggio in situ..Mese 24. 	

COSTI (K€) - SS-	
IAMC-CNR	517,27
ORION	132,08

TOTALE	649,35
---------------	---------------

AGGREGATO	PERSONALE	262,50
	SPESE GENERALI	131,25
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	68,00
	COSTI DI ESERCIZIO	187,60

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	54,6

WP3. Valutazione del processo di recupero degli ecosistemi interessati da interventi di restauro ambientale

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 4.3.1 – Stato dell'arte sui processi di recupero di ecosistemi degradati e valutazione delle caratteristiche chimiche e biologiche dell'area interessata dall'intervento		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	8
SOGGETTO ATTUATORE	CONISMA	
SEDE DI ATTUAZIONE	(CONISMA) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ (max 1 pagina)
<ul style="list-style-type: none"> • Raccolta ed analisi della letteratura inerente i processi di recupero degli ecosistemi marino-costieri. • Raccolta dei dati disponibili sulle caratteristiche ambientali dell'area oggetto dell'intervento. • Ideazione del disegno di campionamento, raccolta di campioni ed analisi di laboratorio ai fini della valutazione delle caratteristiche chimiche e biologiche dell'area oggetto dell'intervento. <p>Sarà condotta un'analisi dettagliata della bibliografia disponibile sulle risposte ecosistemiche al disturbo e ai processi di recupero e restauro ambientale. A tale scopo saranno consultate le principali banche dati disponibili on-line. Saranno successivamente predisposti dei prelievi di campioni per la successiva analisi in laboratorio. La tipologia di campioni e di analisi da eseguire sarà individuata nella prima parte del progetto. Comunque le indagini saranno finalizzate sia alla caratterizzazione chimica (nutrienti, contaminanti nei nei sedimenti), che biologica (risposta della pianta e delle comunità ittiche associate) dell'area oggetto dell'intervento. Ciò consentirà di fare il punto zero delle condizioni ambientali in cui versa l'area di studio al fine di seguirne poi l'evoluzione in seguito all'intervento di recupero.</p> <p>Tutte le attività comprese nella OR4.3.1 sono identificabili come attività di Ricerca Industriale (di seguito indicata come RI) e verranno concluse entro il 12° mese di progetto.</p>
DELIVERABLES ATTIVITÀ
<ul style="list-style-type: none"> • Report bibliografico. Mese 4.

- Report sulle caratteristiche chimiche e biologiche dell'area di studio. Mese 8

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ	
Attività 4.3.2 – Valutazione del recupero dell'ecosistema interessato dagli interventi di restauro ambientale	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.
MESE DI INIZIO E DURATA 420	
SOGGETTO ATTUATORE	CONISMA
SEDE DI ATTUAZIONE	(CONISMA) Palermo

DESCRIZIONE ATTIVITÀ	
<ul style="list-style-type: none"> • Valutazione della risposta di <i>Posidonia oceanica</i> al trapianto in termini di concentrazione di nutrienti ed accumulo di contaminanti; • Valutazione delle risposte trofico-funzionali della fauna ittica e chimico-trofiche del sedimento. <p>Verranno effettuate delle indagini su <i>P. oceanica</i> nell'area del trapianto e nella prateria donatrice attraverso descrittori chimici (nutrienti, isotopi stabili di carbonio ed azoto, contaminanti, fenoli). I rapporti stechiometrici dei nutrienti, le informazioni sulla loro origine e su eventuali processi di accumulo di contaminanti congiuntamente con le indagini fenologiche condotte nell'attività 4.1.2 consentiranno di valutare la risposta della pianta al trapianto ed alle nuove condizioni ambientali. Verranno inoltre effettuate indagini sulle comunità associate alla pianta per valutarne le risposte ecosistemiche alla riforestazione. A tal proposito saranno effettuate indagini sulla struttura delle comunità ittiche associate. La matrice sedimentaria sarà analizzata per valutare eventuali variazioni alle caratteristiche chimico-fisiche (granulometria, nutrienti, accumulo di carbonio).). In base allo screening pre-intervento si valuterà se effettuare anche alcune indagini su specifici contaminanti.</p> <p>Tutte le attività comprese nella OR4.3.2 sono identificabili come attività di Ricerca Industriale (di seguito indicata come RI) e verranno concluse entro il 24° mese di progetto.</p>	
DELIVERABLES ATTIVITÀ	
<ul style="list-style-type: none"> • Rapporti e pubblicazioni. Mese 24. 	

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ	
Attività 4.3.3 – Identificazione di indicatori/descrittori del recupero da utilizzare nei processi di monitoraggio e gestione degli ecosistemi marini sottoposti a restauro ambientale	
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.
MESE DI INIZIO E DURATA	13 11
SOGGETTO ATTUATORE	CONISMA
SEDE DI ATTUAZIONE	(CONISMA) Palermo

DESCRIZIONE ATTIVITÀ	
Valutazione dei descrittori utilizzati per seguire la risposta ecosistemica all'intervento di riforestazione.	

Utilizzando i risultati ottenuti nella fase di monitoraggio dell'ecosistema sottoposto all'intervento di riforestazione, saranno valutate le risposte fornite dai vari descrittori ,in modo da identificare quelli che maggiormente forniranno informazioni utili alla descrizione e valutazione dei processi di recupero. Nell'identificazione dei migliori descrittori saranno anche tenuti in considerazione aspetti relativi ai loro costi e tempistica in modo da proporre un protocollo di monitoraggio che consenta una valutazione efficiente.

Tutte le attività comprese nella **OR4.3.3** sono identificabili come attività di Ricerca Industriale (di seguito indicata come RI) e verranno concluse entro il 24° mese di progetto.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Rapporti e pubblicazioni. Mese 24.

COSTI (K€) - RI-	
CONISMA	351,03
TOTALE	351,03

AGGREGATO	PERSONALE	258,90
	SPESE GENERALI	72,36
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	19,77

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	41

WP4. Analisi della compatibilità genetica fra siti accettori e donatori in iniziative di ripristino e messa a punto di early warning indicators in Posidonia oceanica

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 4.4.1- Messa a punto di indicatori precoci di stress in <i>Posidonia oceanica</i> ed analisi della compatibilità genetica fra siti accettori e donatori in iniziative di ripristino		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	24
SOGGETTO ATTUATORE	SZN	
SEDE DI ATTUAZIONE	(SZN) Napoli	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
La presente attività sarà focalizzata su due direttive principali. (i) La messa a punto di <i>early warning indicators</i> attraverso tecniche di sequenziamento massivo del trascrittoma della di <i>Posidonia oceanica</i> , al fine di selezionare geni target che rispondono a particolari tipi di stress e di disegnare arrays di espressione genica da utilizzare per la individuazione delle principali fonti di impatto e (ii) La definizione delle discontinuità genetiche esistenti fra le putative zone di prelievo e di reimpianto, attraverso una mappatura genetica a scala medio fine delle praterie di

Posidonia oceanica lungo le coste italiane e la messa a punto di protocolli standard di laboratorio per la genotipizzazione individuo/specifica di piante di *Posidonia oceanica*.

Le attività di ricerca relative al primo punto prevedono il sequenziamento massivo del trascrittoma di piante mantenute in condizioni sperimentali e sottoposte a diversi livelli e modalità di stress. Attraverso analisi bioinformatiche saranno poi individuate regioni geniche differenzialmente espresse nelle diverse condizioni testate. I geni target selezionati saranno validati *in situ* con tecniche di RT-qPCR. I risultati di tale attività potranno portare alla costruzione di eco-chips molecolari rappresentati da batterie di geni coinvolti nella risposta allo stress causato dagli interventi antropici sulla fascia costiera e dalle variazioni dei parametri ambientali.

Le attività di ricerca relative al secondo punto prevedono la mappatura fine della struttura genetica della specie in esame in aree chiave del bacino mediterraneo, ed in particolare in aree identificate come a più alta probabilità di raccolta di semi o talee, rispetto ad aree possibili accettrici. Tale mappatura fornirà il livello basale di conoscenza per poter effettuare successive analisi *ad hoc*, specificamente mirate ai singoli casi che potranno presentarsi quando il sistema di riforestazione sarà a regime. Si mirerà inoltre ad implementare le modalità di genotipizzazione del materiale raccolto (semi o talee). L'analisi della diversità genetica del materiale raccolto (maggiore eterozigosi e diversità allelica garantiscono una maggiore adattabilità) ed il confronto con materiale presente nelle zone di reimpianto o in aree adiacenti, avverranno con l'utilizzo di marcatori molecolari individuo/specifici che sono in grado di individuare e distinguere singoli genotipi attraverso l'analisi di differenze nella sequenza nucleotidica. L'attività prevede la selezione del minimo set significativo di marcatori in grado di fornire il livello di sensibilità atteso. Tali marcatori vengono attualmente utilizzati in protocolli standard di laboratorio ma questi possono essere ulteriormente automatizzati attraverso la creazione di sistemi di analisi automatizzati in piastra o in microvolumi.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Mappatura genetica *P. oceanica* lungo le coste mediterranee e creazione di una banca dati di supporto ai programmi di trapianto. Mese 8.
- Trascrittoma di *Posidonia oceanica* nelle condizioni di interesse. Mese 12.
- Lista di geni differenzialmente espressi nelle condizioni di interesse. Mese 14.
- Selezione del minimo set significativo di marcatori per la genotipizzazione individuo/specifica di *P. oceanica* in supporto ai progetti di trapianto. Mese 14.
- Validazione in situ dei geni differenzialmente espressi via RT-q PCR. Mese 20.
- Protocollo di genotipizzazione del materiale per trapianti in rapporto alle attività dei WP 4.1 e 4.2. Mese 24.

COSTI (K€) - RI-	
SZN	421,34
TOTALE	421,34

AGGREGATO	PERSONALE	167,56
	SPESE GENERALI	83,78
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	0,00
	COSTI DI ESERCIZIO	170,00

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]

WP 5. Conservazione dei semi e selezione di plantule di *Posidonia oceanica* resistenti a stress ambientali.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ		
Attività 4.5.1 – Tecniche per la conservazione dei semi di <i>P. oceanica</i> a basse temperature		
TIPOLOGIA ATTIVITÀ	R.I.	
MESE DI INIZIO E DURATA	1	24
SOGGETTO ATTUATORE	CNR (IBBR)	
SEDE DI ATTUAZIONE	(IBBR-CNR) Palermo	

DESCRIZIONE ATTIVITÀ
<p>Nelle ultime decadi le praterie di <i>Posidonia oceanica</i> mostrano segni di regressione e rarefazione. Le cause sono molteplici e spesso legate all'attività antropica. In relazione a questo fenomeno si studiano sistemi utili a ricostituire le praterie danneggiate attraverso tecniche di reimpianto. Alla luce di questa realtà, per garantire la disponibilità di semi anche nelle annate di scarsa produzione, si rende necessaria la messa a punto di un sistema di conservazione di semi in condizioni controllate che consenta una produzione continua di materiale vegetale. Tali tecniche potranno essere utilizzate per conservare i semi che daranno origine al materiale da utilizzare per il reimpianto di praterie a seguito di germinazione in condizioni controllate. Il mantenimento dei semi e dei semenzali in condizioni controllate permetterà di ottenere piante con standard morfologici e sanitari eccellenti.</p> <p>L'alterazione del normale andamento di dormienza o assenza di dormienza nei semi delle fanerogame marine è stato realizzato su <i>Zostera marina</i> con il processo di vernalizzazione (esposizione dei semi a basse temperature per stimolare la germinazione evitando la dormienza) e buoni risultati sono stati ottenuti con l'abbassamento della salinità (Tanner e Parham, 2010). Le specie del genere <i>Posidonia</i> non presentano dormienza dei semi e non sono stati pubblicati protocolli per l'induzione della dormienza. Un'esperienza riportata su <i>Biologia Marina Mediterranea</i> indica che la conservazione anche per pochi giorni dei semi al buio a temperature di circa 4°C determina un incremento della mortalità importante e proporzionale alla durata del periodo di conservazione. Tuttavia, i semi conservati a 6°C mostrano una capacità di germinazione decisamente maggiore rispetto ai semi conservati a temperatura ambiente anche se, con il trascorrere del tempo di conservazione, si osserva un aumento della mortalità e un generale rallentamento del processo di germinazione e di crescita (Balestri et al., 1998).</p> <p>La presente attività sarà focalizzata nella messa a punto di un protocollo che permetta la conservazione in condizioni controllate per lunghi periodi di semi di <i>P. oceanica</i>. Dopo la raccolta in natura, i semi saranno estratti dai frutti e suddivisi in modocasuale in gruppi. Ogni gruppo di semi verrà conservato in condizioni differenti per temperatura e substrato e, per ogni condizione verranno utilizzati gli idonei protocolli già disegnati appositamente per <i>Posidonia</i> o messi a punto per altre specie e adattati per <i>Posidonia</i>. Sarà effettuato un monitoraggio costante dello stato sanitario del materiale vegetale conservato e saranno sviluppati metodi di controllo delle infezioni di potenziali patogeni (in particolare funghi e batteri) che possono ridurre la sopravvivenza dei semi di <i>P. oceanica</i>.</p> <p>Per valutare l'efficienza dei protocolli di conservazione i semi saranno posti nelle condizioni</p>

ottimali per la germinazione (descritte in Balestri et al., 1998) e la loro vitalità sarà valutata calcolando la percentuale di germinazione e lo sviluppo delle plantule.

Parallelamente, verrà testata la crioconservazione di Posidonia in azoto liquido utilizzando come materiale di partenza sia semi che porzioni di semenzali per verificare se per questa specie è possibile la conservazione in azoto liquido. Gli espianti saranno crioconservati sottoponendoli alla tecnica della vitrificazione in modo da ridurre il danneggiamento delle cellule. La vitalità degli espianti verrà valutata calcolando la percentuale di germinazione e la vitalità delle plantule trasferite in ambiente idoneo dopo la germinazione.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Raccolta semi. Mese 6.
- Messa a punto di un protocollo di conservazione in differenti substrati e a temperature differenti. Mese 12.
- Valutazione germinabilità e conservazione plantule in condizioni controllate. Mese 24.

DENOMINAZIONE ATTIVITÀ

Attività 4.5.2- Individuazione di nuovi marcatori associati all'adattamento agli stress ambientali e loro validazione

TIPOLOGIA ATTIVITÀ

R.I.

MESE DI INIZIO E DURATA

1

24

SOGGETTO ATTUATORE

CNR (IBBR)

SEDE DI ATTUAZIONE

(IBBR-CNR) Palermo

DESCRIZIONE ATTIVITÀ

Questa attività nasce dall'osservazione che il riscaldamento globale e l'inquinamento stanno avendo un notevole impatto sulla biodiversità e sullo stato di molti ambienti naturali incluso quello marino.

Nel mare Mediterraneo si è osservato negli ultimi decenni un costante incremento della temperatura e della pressione antropica (Coma et al, 2009); tale andamento si ipotizza sia stato uno dei fattori importanti che ha determinato il declino delle praterie di Posidonia (Marbà & Duarte, 2010). Vanno però sottolineati ulteriori fattori di rischio abiotico, non secondari, costituito dall'innalzamento della salinità delle acque (Fernandez-Torquemada & Sandoz-Lizaso, 2012) e dagli agenti inquinanti, quali i metalli pesanti.

Pertanto l'individuazione di marcatori molecolari utilizzabili per la selezione assistita di plantule resistenti ad alcuni di questi è da considerare di strategica rilevanza.

La presente attività si articola in due fasi principali. (i) Individuazione di geni e relativi marcatori molecolari associati a genotipi di P. oceanica adattati a specifiche condizioni ambientali legate a differenti concentrazioni di metalli pesanti, che costituiscono fattori di rischio per la sopravvivenza e riproduzione della pianta. (ii) Validazione dei marcatori molecolari individuati, analizzando individui prelevati da siti caratterizzati da differenti concentrazioni di inquinanti (metalli pesanti).

Le attività che verranno svolte relativamente al primo punto prevedono l'estrazione dell'RNA totale ed il successivo sequenziamento dell'intero trascrittoma delle piante di Posidonia

utilizzando la tecnica dell'RNAsequencing (RNASeq) (Wang et al 2009) al fine di individuare geni coinvolti nella resistenza a fattori di stress abiotici (e.g.. metalli pesanti) e relativi marcatori molecolari associati. In particolare saranno prelevati individui da siti naturali caratterizzati da differenti concentrazioni di metalli pesanti presenti nell'ambiente, al fine di individuare le popolazioni con le migliori potenzialità adattative.

Delle popolazioni oggetto di studio verrà estratto l'RNA totale e, attraverso la tecnica dell'RNASeq, verrà sequenziato l'intero trascrittoma.

RNASeq è una tecnica per l'analisi del trascrittoma e la sua quantificazione, basata sulle recenti tecnologie Next Generation Sequencing (NGS). Lo sviluppo tecnologico ha infatti permesso di ottenere piattaforme di sequenziamento che generano dati ad alto throughput e con costi molto inferiori rispetto ai sequenziatori tradizionali. Attraverso il NextSeq 500 (Illumina) sarà possibile avere per ogni popolazione di *Posidonia*, campionata nei siti con differenti livelli di inquinanti, un elevato numero di sequenze (reads) ed informazioni a costi contenuti. Verranno costruite librerie a partire da bulk delle popolazioni studiate ed i frammenti che compongono le librerie RNAseq verranno sequenziate da entrambe le estremità (Sequenziamento Paired-End). Questa metodica consentirà di caratterizzare isoforme dei trascritti e dei geni. Da ogni lane (flow cell) si otterranno circa 400 milioni di frammenti, equivalenti a 800 milioni di paired-end di 150 bp. Le read sono quindi le sequenze, ottenute dal sequenziatore, che identificano l'ordine in cui si susseguono le basi azotate che compongono il gene.

Attraverso tools bioinformatici verrà effettuato un filtraggio delle reads ottenute e solamente quelle sequenze che supereranno il quality control verranno considerate nelle analisi successive. Le sequenze selezionate verranno poi allineate e attraverso dei software e script sviluppati ad hoc verrà fatta un'annotazione e saranno individuati i geni presenti nel trascrittoma e fra questi verranno analizzati quelli con maggiore differenza nei livelli di espressione, con particolare attenzione a quelli correlati allo stress ambientale analizzato preso in considerazione. Inoltre, sempre attraverso analisi bioinformatiche, verranno chiamate le varianti (Single Nucleotide Polymorphism -SNP), permettendo di identificare marcatori associati alle differenti popolazioni di *Posidonia*, analizzate provenienti da siti con crescenti livelli di inquinanti. Verranno inoltre analizzate in dettaglio le regioni regolative dei geni differenzialmente espressi per individuare eventuali polimorfismi responsabili da associare alle risposte agli stress ambientali. Tali marcatori potranno costituire uno strumento efficiente per la selezione assistita di plantule resistenti a condizioni di stress abiotico.

Le attività che verranno svolte relativamente al secondo punto consisteranno nel testare l'efficacia dei marcatori molecolari individuati e nella selezione di putative plantule resistenti agli stress studiati.

Individui di *Posidonia oceanica* prelevati da vari siti verranno genotipizzati al fine di verificare l'associazione fra marcatori ed elevate quantità di metalli pesanti presenti negli ambienti di provenienza.

Validata l'analisi, si procederà con la selezione assistita di plantule ottenute in laboratorio per germinazione, in condizioni controllate, di semi prelevati in natura.

Le attività verranno svolte in collaborazione al soggetto terzo Enbiotech Srl (azienda certificata iso 9001 per la ricerca e lo sviluppo di sviluppo in ambito biotecnologico, dalla progettazione alla realizzazione di prodotti nuovi ed innovativi, con particolare attenzione al settore agroalimentare) che si occuperà, ricevuti gli RNA dall'IBBR, dell'analisi RNAsequencing e darà un supporto all'IBBR per la successiva analisi bioinformatica

Validata l'analisi, si procederà con la selezione assistita di plantule ottenute in laboratorio per germinazione, in condizioni controllate, di semi prelevati in natura.

DELIVERABLES ATTIVITÀ

- Trascrittoma di *Posidonia oceanica* da condizioni diverse. Mese 12.

- Lista di geni differenzialmente espressi. Mese 6.
- Lista marcatori per MAS. Mese 18.
- Validazione marcatori molecolari. Mese 24.

COSTI (K€) - RI-	
CNR (IBBR)	629,04
TOTALE	629,04

AGGREGATO	PERSONALE	289,36
	SPESE GENERALI	144,68
	STRUMENTI	0,00
	CONSULENZE	120,00
	COSTI DI ESERCIZIO	75,00

IMPEGNO RISORSE [mesi/uomo]	
PERSONALE DIRETTO	80

9) **SCHEDA DEI COSTI AMMISSIBILI (Autogenerata dal sistema SIRIO)**

10) **ARTICOLAZIONE DEI COSTI PER LE ATTIVITA' PREVISTE**

OR1	CNR		ENEA		INFN	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	260.253,33	€ 28.266,67	€ 107.010,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	130.126,67	€ 14.133,33	€ 53.495,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 102.431,25	€ 9.871,87	€ 15.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 492.811,25	€ 52.271,87	€ 175.505,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00

OR1	INGV		ISPRA		IZS	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 208.000,00	€ 18.940,00	€ 333.290,00	€ 10.000,00	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 104.000,00	€ 9.465,00	€ 89.689,86	€ 2.340,00	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 10.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 50.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 58.995,00	€ 6.035,09	€ 200.826,00	€ 33.230,00	€ 0,00	€ 0,00

Totale	€ 420.995,00	€ 34.440,09	€ 633.805,86	€ 45.570,00	€ 0,00	€ 0,00
---------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	--------	--------

OR1	SZN		CERICT		CONISMA	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 84.700,00	€ 0,00
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 23.673,65	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 18.600,00	€ 0,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 126.973,65	€ 0,00

OR1	MATER	
	RI	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00

Totale	€ 0,00	€ 0,00
---------------	--------	--------

OR1	ENVIROCONSULT		ORION		LEONARDO SPA	
	RI	SS	RI	SS	RI	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 860.000,00	€ 110.000,00
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 430.000,00	€ 55.000,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 70.000,00	€ 175.000,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 1.360.000,00	€ 340.000,00

OR1	TOTALE	
	RI	SS
Personale	€ 1.853.253,33	€ 167.206,67
Spese generali	830.995,18	€ 80.943,33
Attrezzature/beni immateriali	€ 10.000,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 50.000,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 465.825,00	€ 224.137,77
Totale	€ 3.210.071,99	€ 472.287,77

OR2	CNR		ENEA		INFN	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 326.400,00	€ 9.300,00	€ 42.000,00	€ 25.000,00	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 163.200,00	€ 4.650,00	€ 21.000,00	€ 12.500,00	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 44.800,00	€ 0,00	€ 5.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 38.600,00	€ 1.620,00	€ 26.300,00	€ 9.700,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 573.000,00	€ 15.570,00	€ 94.300,00	€ 47.200,00	€ 0,00	€ 0,00

OR2	INGV		ISPRA		IZS	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 63.967,08	€ 3.833,33
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 31.983,54	€ 1.916,67
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 20.000,00	€ 10.000,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 115.950,63	€ 15.750,00

OR2	SZN		CERICT		CONISMA	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00	€ 120.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00	€ 60.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 150.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00	€ 170.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00	€ 500.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00

OR2	MATER	
	RI	SS
Personale	€ 300.416,67	€ 0,00
Spese generali	€ 120.166,67	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 200.000,00	€ 50.000,00
Costi di esercizio	€ 555.000,00	€ 40.000,00
Totale	€ 1.175.583,33	€ 90.000,00

OR2	ENVIROCONSULT		ORION		LEONARDO SPA	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 64.166,67	€ 5.833,33	€ 291.840,00	€ 24.320,00	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 32.083,33	€ 2.916,67	€ 145.920,00	€ 12.160,00	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 240.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 12.500,00	€ 2.500,00	€ 148.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 108.750,00	€ 11.250,00	€ 825.760,00	€ 36.480,00	€ 0,00	€ 0,00

OR2	TOTALE	
	RI	SS
Personale	€ 1.208.793,75	€ 68.283,33
Spese generali	€ 574.355,21	€ 34.141,67
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 639.800,00	€ 50.000,00

Totale	€ 151.875,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
---------------	-----------------	--------	--------	--------	--------	--------

OR3	SZN		CERICT		CONISMA	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00

OR3	MATER	
	RI	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00

OR3	ENVIROCONSULT	ORION	LEONARDO SPA	
------------	----------------------	--------------	---------------------	--

	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00	€ 87.500,00	€ 13.125,00	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00	€ 43.750,00	€ 6.562,50	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 62.000,00	€ 5.000,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00	€ 102.000,00	€ 5.000,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00	€ 295.250,00	€ 29.687,50	€ 0,00	€ 0,00

OR3	TOTALE	
	RI	SS
Personale	€ 773.070,00	€ 43.125,00
Spese generali	€ 386.535,00	€ 21.562,50
Attrezzature/beni immateriali	€ 26.500,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 97.000,00	€ 5.000,00
Costi di esercizio	€ 237.000,00	€ 10.000,00
Totale	€ 1.519.105,00	€ 79.687,50

OR4	CNR		ENEA		INFN	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€	€ 207.780,00	€ 27.000,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00

	289.361,33					
Spese generali	€ 144.680,67	€ 103.890,00	€ 13.500,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 4.500,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 120.000,00	€ 68.052,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 75.000,00	€ 137.600,00	€ 4.930,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 629.042,00	€ 517.322,00	€ 49.930,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00

OR4	INGV		ISPRA		IZS	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Spese generali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00

OR4	SZN		CERICT		CONISMA	
	RI	SS	RI	SS	RI.	SS
Personale	€	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€	€ 0,00

Consulenze/prest. terzi	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Costi di esercizio	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 50.000,00	€ 0,00	€ 0,00
Totale	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 132.080,00	€ 0,00	€ 0,00

OR4	TOTALE	
	RI	SS
Personale	€ 1.100.162,25	€ 262.500,00
Spese generali	€ 414.200,21	€ 131.250,00
Attrezzature/beni immateriali	€ 4.500,00	€ 0,00
Consulenze/prest. terzi	€ 258.000,00	€ 68.052,00
Costi di esercizio	€ 278.480,00	€ 187.600,00
Totale	€ 2.055.342,46	€ 649,402,00

11) VERIFICA DELL'ESITO DEL PROGETTO DI RICERCA

11.1 Verifica intermedia

Riepilogo Risultati					
Attività	Descrizione	Responsabile	Partner Coinvolti	Luogo di esecuzione	Mese
1.1.1	Report sulla stato dell'arte relativo allo sfruttamento dei depositi di origine idrotermale	CNR	ISPRA, INGV, CONISMA, ENEA, WASS	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV) Palermo, (ISPRA) Palermo, (ENEA) Palermo, Portici, Milazzo, WASS (Napoli), (CONISMA) Palermo, Messina	6
1.1.2	Database geofisico/geochimico/biologico per l'area mediterranea	CNR	ISPRA, INGV, CONISMA, ENEA	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA, INGV, ENEA) Palermo, Portici, Milazzo, (CONISMA) Messina	12
1.1.3	Report relativo al survey effettuato nel Mar Tirreno sud-orientale e Canale di Sicilia	CNR	ISPRA, INGV, CONISMA, WASS, ENEA	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV) Palermo, (CONISMA) Messina, (WASS) Napoli, (ENEA) Palermo, Portici	12
1.1.4	Installazione dei sistemi di monitoraggio	INGV	CNR, ISPRA, WASS, CONISMA	(INGV, ISPRA) Palermo, Milazzo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (CONISMA) Messina, (WASS) Napoli	18
1.2.1	Report relativo all'esplorazione magnetometrica e side scan effettuata sul Palinuro Seamount	CNR	ISPRA, INGV	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA, INGV) Palermo, Milazzo	16
1.2.2	Report relativo all'esplorazione di sismica a riflessione effettuata sul Palinuro Seamount	CNR	ISPRA, INGV	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA, INGV) Palermo, Milazzo	17
1.2.3	Report relativo all'esplorazione magnetometrica e gravimetrica effettuata sul Palinuro seamount	CNR	ISPRA, INGV	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA, INGV) Palermo, Milazzo	18
1.2.4	Report relativo all'esplorazione tramite ROV effettuata sul Palinuro seamount	CNR	ISPRA, INGV, ENEA, CONISMA	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV, ENEA) Palermo, (CONISMA) Messina	20
1.2.5	Report relativo al campionamento e alle analisi geochimiche effettuate sul Palinuro seamount	CNR	INGV, CONISMA	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV) Palermo, (CONISMA) Messina	21
1.2.6	Report sulla valutazione dell'hazard associato al potenziale estrattivo	CNR	INGV, CONISMA	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (INGV) Palermo, (CONISMA) Messina	23
1.3.1	Report relativo all'analisi di sistemi sonar per l'identificazione di emissioni gassose sottomarine	WASS	INGV	WASS, Napoli, (INGV) Palermo	6
1.3.2	Specifica dei requisiti operativi e della configurazione architetture del modello dimostratore e degli algoritmi del sistema sonar per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino	WASS	CNR	Napoli, Campobello di Mazara	18
1.3.3	Report relativo alla sperimentazione a supporto delle attività di ricerca condotta nel laboratorio WASS di Pozzuoli	WASS		napoli	14
1.3.4	Progetto esecutivo, realizzazione e test in vasca del modello dimostratore del sistema acustico per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino	WASS		Campania	20
1.3.5	Report relativo alle prove sperimentali condotte in ambiente reale (PS) del modello dimostratore del sistema per la rivelazione dei fenomeni di idrotermalismo sottomarino	WASS	CNR, ISPRA	(WASS) Napoli, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA) Milazzo	22
1.3.6	Report su analisi critica dei risultati acquisiti a valle delle prove sperimentali condotte in ambiente reale	WASS	CNR, ISPRA	(WASS) Napoli, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ISPRA) Milazzo	24
1.4.1	Studio di dettaglio dell'ecosistema del PS con particolare attenzione alle aree con presenza di GSI	ENEA	ISPRA, CNR, INGV	(ENEA, ISPRA, INGV) Palermo, Portici, Milazzo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara,	24
1.4.2	Realizzazione di una climatologia mensile della circolazione marina profonda nell'area del Palinuro	ISPRA	ENEA, CNR	(ENEA) Palermo, Portici, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara	15
1.4.3	Realizzazione di un modello complessivo di dispersione di ipotetici plumes in relazione alle possibili tecniche di sfruttamento di GSI sul PS	ISPRA	ENEA	(ISPRA, ENEA) Palermo, Portici	23
1.4.4	Report relativo all'applicazione dei modelli di dispersione applicati ai casi studio identificati in 1.1.1	ISPRA	ENEA	(ISPRA, ENEA) Palermo	24
1.4.5	Studio degli scenari di impatto antropico da prelievo di GSI sull'ecosistema del PS	ISPRA	CNR, INGV	(ISPRA, INGV) Palermo, Milazzo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara	21
1.4.6	Studio e realizzazione di modelli dimostratori in scala per prelievo a basso impatto di GSI	ISPRA		(ISPRA) Milazzo, Palermo	23
2.1.1	caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica di un selezionato numero di sedimenti marini inquinati da metalli pesanti e composti organici	CNR	MATER, ENEA, IZS, ENVIROCONSULT	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ENEA, MATER, IZS) Palermo, (ENVIROCONSULT) Napoli	6
2.1.2	Messa a punto di una piattaforma integrata per il monitoraggio in continuo dei contaminanti inorganici per l'analisi delle performance dei processi di bonifica	ORION	CERICT, ENEA	(ENEA) Palermo, Portici (ORION, CERICT) Napoli	18
2.2.1	Report relativo alla scelta dei migliori parametri per attività di sediment-washing per metalli pesanti e solvent extraction per i composti organici in sedimenti con caratteristiche chimico-fisiche differenti e decontaminazione di acque di risulta	CNR		(IAMC-CNR) Campobello di Mazara	24
2.2.2	Report relativo alle più adeguate tecniche di supercritical fluid extraction sull'ampia gamma di sedimenti disponibili.	MATER		(MATER) Palermo	24
2.2.3	Report relativo alla scelta dei più adeguati ceppi batterici per indurre la lisciviazione microbica dei metalli pesanti in sedimenti marini.	MATER		(MATER) Palermo	18
2.2.4	creazione del disegno progettuale della piattaforma di bonifica integrata	CNR	MATER	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (MATER) Palermo	18
2.3.1	Report relativo alla costruzione della piattaforma di bonifica integrata alla scala pilota	MATER	CNR, IZS	(MATER, IZS) Palermo, (IAMC-CNR) Campobello di Mazara	24
2.3.2	Report relativo a comparazione con performance di bonifica ottenute con la piattaforma integrata rispetto a soluzioni disponibili sul mercato	CNR		(IAMC-CNR) Campobello di Mazara	24
3.1	Report sullo stato dell'arte di infrastrutture tecnologiche di telerilevamento disponibili sul mercato	CNR	ENEA	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ENEA) Lampedusa, (ENEA) Palermo	24
3.2	Report relativo al disegno sperimentale per telerilevamento di ecosistemi costieri	CNR	ENEA	(IAMC-CNR) Campobello di Mazara, (ENEA) Lampedusa, (ENEA) Palermo	24
3.3	Generazione di un prototipo di sensori per rilevamento di colibatteri e sostanze tossiche in ambiente costiero	ORION		(ORION) Napoli	18
3.4	Report relativo alla costruzione della stazione acustica ad alta sensibilità	INFN	INGV	(INFN) Catania, (INGV) Palermo	10
4.1.1	Report sullo stato dell'arte relativo alle tecnologie di ripristino di siti marino-costieri	CONISMA	ENEA	(CONISMA, ENEA) Palermo, Portici	6
4.1.2	prelievo delle tatee da siti donatori e messa a dimora nei siti prescelti utilizzando apposito supporto brevettato realizzato in materiale bioplastico. Monitoraggio degli impianti di riforestazione.	CONISMA		(CONISMA) Palermo	12
4.2.1	Report relativo alla predisposizione di un network di monitoraggio degli effetti di spiaggiamento di frutti e semi di <i>P. oceanica</i>	CNR		(IAMC-CNR) Campobello di Mazara	24
4.2.2	Report relativo al prototipo per il mantenimento e la propagazione del materiale biologico	CNR		(IAMC-CNR) Campobello di Mazara	12
4.2.3	Generazione del sistema di gestione e monitoraggio dell'impianto di acquacultura prototipale	ORION		(ORION) Napoli	24
4.2.4	Trasferimento a mare delle piantule su apposito supporto brevettato realizzato in materiale bioplastico e monitoraggio delle piantule	CNR		(IAMC-CNR) Campobello di Mazara	24
4.3.1	Report sullo stato dell'arte dei processi di recupero di ecosistemi degradati	CONISMA		(CONISMA) Palermo	8
4.3.2	Report sulla valutazione del recupero dell'ecosistema interessato dagli interventi di restauro ambientale	CONISMA		(CONISMA) Palermo	24
4.3.3	Generazione di un database relativo ad indicatori/descrittori del recupero da utilizzare nei processi di monitoraggio e gestione degli ecosistemi marini sottoposti a restauro ambientale	CONISMA		(CONISMA) Palermo	24
4.4.1	Report relativo alla fase di early warning indicators dello stato della pianta ed analisi della compatibilità genetica fra siti accettori e donatori	SZN		(SZN) Napoli	24
4.5.1	Report relativo alla scelta delle tecniche per la conservazione dei semi di <i>P. oceanica</i> a basse temperature	CNR (IBBR)		(IBBR-CNR) Palermo	24
4.5.2	Reporti relativo all'individuazione di nuovi marcatori associati all'adattamento agli stress ambientali e loro validazione.	CNR (IBBR)		(IBBR-CNR) Palermo	24

Un panel di esperti, costituito da un rappresentante per ognuno dei partner del progetto, verificherà la congruità e correttezza dei report prima di renderli disponibili all'esperto in sede di verifica intermedia.

11.2 Verifica finale

- **Risultati disponibili a fine attività**

La verifica finale del Progetto “Marine Hazard” sarà effettuata attraverso l’analisi dei risultati disponibili a fine di ciascuna attività. In particolare alla fine del Progetto occorrerà verificare che: i) tutte le attività previste dai quattro OR siano state ultimate in maniera appropriata, ii) tutte le infrastrutture previste siano state completamente realizzate, iii) tutti gli strumenti siano resi disponibili, v) tutti gli esempi applicativi (applicazioni e prodotti) previsti siano stati realizzati. Le modalità con le quali saranno verificati i risultati raggiunti sono: i) analisi del contenuto dei rapporti tecnici finali la cui pubblicazione è prevista entro la fine del ventesimo mese di attività progettuale ii) una review finale da tenersi il primo mese dopo la conclusione del progetto.

OR1 – VALUTAZIONE E PREVENZIONE DI EFFETTI CORRELATI AL REPERIMENTO DELLE RISORSE MARINE

WP1.1 Il buon esito della ricerca sarà verificabile dalla realizzazione di un database che implementi lo stato dell’arte della ricerca sui GSI nel Tirreno e nel Canale di Sicilia, dalla realizzazione di una campagna oceanografica su almeno un target di potenziali GSI, dall’installazione “*in situ*” di almeno un osservatorio dedicato.

WP1.2 L’esito della ricerca sarà verificabile sulla base dei prodotti cartografici ottenuto da survey dedicati (carte magnetiche; acquisizione sismica a riflessione, Modello Digitale del Terreno) e, inoltre, dalle analisi chimiche delle campionature di acqua e sedimento e da acquisizioni di immagini ROV in aree di potenziali GSI sul Palinuro Seamount.

WP1.3 Il buon esito della ricerca sarà verificabile attraverso le prove (in vasca ed in ambiente reale) del modello dimostratore di sistema acustico per la rilevazione di fenomeni di idrotermalismo marino.

WP1.4. Il buon esito della ricerca sarà verificabile dalla generazione di un modello di circolazione di dettaglio sul Palinuro Seamount e dalla realizzazione dei modelli di dispersione di ipotetici plumes di risedimentazione in seguito ad ipotesi di attività di prelievo in ambito di GSI.

OR2 – BONIFICA DI SEDIMENTI E ACQUE CONTAMINATI DA INQUINATI PRIORITARI

WP2.1 Obiettivo finale del WP è la creazione ed immediata fruizione di un dataset chimico-fisico e microbiologico dei sedimenti utilizzati come caso studio per il progetto.

WP2.2 Obiettivo del WP è la creazione e messa a punto della piattaforma integrata di bonifica SW-SFE-bioremediation alla scala di laboratorio accoppiata alla piattaforma di sensori real-

time per il monitoraggio in tempo reale delle performance di bonifica sui sedimenti disponibili.

WP2.3. Obiettivo del WP è la costruzione dell'impianto di bonifica alla scala pilota in grado di trattare una portata di sedimenti con differenti caratteristiche chimico-fisiche e per un volume di circa 10-50 mc/giorno.

OR3 – SVILUPPO DI NUOVI SENSORI E APPROCCI INTEGRATI AL REMOTE SENSING MARINO-COSTIERO

Disponibilità della banca dati e del sistema di presentazione dei dati basata su sistema GIS; disponibilità dei due Laboratori di riferimento (Capo Granitola e Lampedusa) per la caratterizzazione e taratura dei sensori per il telerilevamento.

Disponibilità di banca dati e sistema informativo per le aree costiere

Disponibilità di nuovi sensori per il rilevamento per colibatteri e sostanze tossiche.

Disponibilità della stazione ad alta sensibilità per il monitoraggio acustico.

OR4 – IDENTIFICAZIONE DELLO STATO DI SALUTE DI SPECIE E HABITAT MARINO-COSTIERE E MESSA A PUNTO DI TECNOLOGIE E STRATEGIE GESTIONALI PER LA LORO SALVAGUARDIA ED IL RESTAURO AMBIENTALE

WP 4.1: Obiettivo finale è di sviluppare tecnologie avanzate in grado di generare prodotti, processi e servizi eco-compatibili ed eco-sostenibili, finalizzati alla realizzazione di interventi risanamento, recupero e monitoraggio di ambienti marini costieri alterati da attività antropiche.

WP 4.2: Obiettivo finale del progetto è quello di definire le modalità ottimali di raccolta, allevamento in vasca e propagazione delle plantule di *P. oceanica*. I risultati disponibili a fine attività consisteranno in protocolli dettagliati sulle caratteristiche dei substrati da utilizzarsi per l'allevamento e per il trapianto in situ delle plantule.

WP 4.3: Obiettivo finale del progetto è di verificare le risposte nel breve termine di alcune componenti ambientali all'intervento di ripristino di *P. oceanica*, sulla base delle quali sviluppare un protocollo di monitoraggio per la valutazione del recupero degli ecosistemi marini sottoposti a restauro.

WP 4.4: Gli obiettivi finali dell'attività sono l'individuazione di geni target coinvolti nella risposta a diversi tipi di stress e la messa a punto un prototipo di micro-array molecolare che includa tali geni, la mappatura fine della struttura genetica della specie in esame in aree chiave del bacino mediterraneo e la formulazione di un protocollo automatizzato di genotipizzazione del materiale (semi e talee) utilizzato per trapianti

WP 4.5: Obiettivo finale del progetto è quello di selezionare genotipi di *P. oceanica* resistenti ad elevate temperature e salinità delle acque. I risultati disponibili a fine attività consisteranno in una lista di marcatori molecolari in grado di discriminare i genotipi più resistenti e nella descrizione degli stessi. Parallelamente sarà messo a punto un sistema di conservazione a basse temperature dei semi di *P. oceanica* la cui efficacia sarà validata dalla percentuale di germinazione e sopravvivenza dei semi conservati.

- **Modalità con cui sarà verificabile l'esito dell'intera ricerca**

OR1 – VALUTAZIONE E PREVENZIONE DI EFFETTI CORRELATI AL REPERIMENTO DELLE RISORSE MARINE

WP1.1 Il buon esito della ricerca sarà verificabile dalla realizzazione di un database che implementi lo stato dell'arte della ricerca sui GSI nel Tirreno e nel Canale di Sicilia, dalla

realizzazione di una campagna oceanografica su almeno un target di potenziali GSI, dall'installazione "*in situ*" di almeno un osservatorio dedicato.

WP1.2 L'esito della ricerca sarà verificabile sulla base dei prodotti cartografici ottenuto da survey dedicati (carte magnetiche; acquisizione sismica a riflessione, Modello Digitale del Terreno) e, inoltre, dalle analisi chimiche delle campionature di acqua e sedimento e da acquisizioni di immagini ROV in aree di potenziali GSI sul Palinuro Seamount.

WP1.3 Il buon esito della ricerca sarà verificabile attraverso le prove (in vasca ed in ambiente reale) del modello dimostratore di sistema acustico per la rilevazione di fenomeni di idrotermalismo marino.

WP1.4. Il buon esito della ricerca sarà verificabile dalla generazione di un modello di circolazione di dettaglio sul Palinuro Seamount e dalla realizzazione dei modelli di dispersione di ipotetici plumes di risedimentazione in seguito ad ipotesi di attività di prelievo in ambito di GSI.

OR2 – BONIFICA DI SEDIMENTI E ACQUE CONTAMINATI DA INQUINATI PRIORITARI

WP2.1 L'esito della ricerca è misurabile in termini di innovazione prodotta e di personale formato nell'ambito del progetto formativo ed impiegato nelle imprese partner e di settore. L'esito della ricerca potrà essere valutato positivamente nel caso in cui saranno fornite informazioni accurate e complete sulle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti da bonificare e sulla descrizione dei processi chimico-fisici all'interfaccia utili per la scelta dei parametri più adeguati da adottare per la bonifica dei sedimenti stessi.
per le tecniche più appropriate fornite informazioni sulla risposta all'intervento da parte di almeno tre comparti dell'ecosistema indagato.

WP2.2 L'esito positivo della ricerca verrà valutato in base alla funzionalità della piattaforma integrata di bonifica dei sedimenti alla scala di laboratorio con ottenimento dei valori dei parametri da esportare alla scala pilota. La ricerca verrà inoltre valutata in base alla capacità da parte dei sensori costruiti di valutare le performance di bonifica durante i diversi step considerati.

WP2.3. L'esito della ricerca verrà valutato in base alla capacità produttiva dell'impianto pilota stimata in non meno di 10-50 mc/giorno per tutte le tipologie di sedimenti disponibili. Si ritiene inoltre rilevante l'ottenimento di autorizzazioni specifiche per il trattamento di sedimenti contaminati a partire dagli ambiti delle Regioni di convergenza.

OR3 – SVILUPPO DI NUOVI SENSORI E APPROCCI INTEGRATI AL REMOTE SENSING MARINO-COSTIERO

WP3.1. L'esito positivo della ricerca verrà valutato in base alla funzionalità del sistema informativo integrato di archiviazione e presentazione dei dati telerilevati, e dalla verifica dei dati presenti nella banca dati. La ricerca verrà inoltre valutata in base alla capacità da parte dei Laboratori di riferimento di effettuare caratterizzazione e taratura della strumentazione

WP3.2. L'esito positivo della ricerca verrà valutato in base alla funzionalità di nuovi algoritmi basati su misure SAR e multi/iperspettrali per la caratterizzazione della zona costiera; sulla capacità di fornire dati in tempo reale per il controllo ed il monitoraggio del territorio marino

e marino-costiero; sul Piano di integrazione del sistema informativo nel contesto istituzionale regionale; sulla formazione del personale destinato all'operatività della piattaforma tecnologica.

WP3.3. L'esito della ricerca verrà valutato sulla funzionalità della piattaforma sensoristica per la misura di colibatteri ed altre sostanze tossiche in ambiente marino.

WP3.4. L'esito della ricerca sarà verificato sulla base della operatività del prototipo della stazione per la misura ad alta sensibilità del rumore acustico.

OR4 – MESSA A PUNTO DI TECNOLOGIE E STRATEGIE GESTIONALI PER LA SALVAGUARDIA E IL RESTAURO AMBIENTALE DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA*

WP 4.1: L'esito della ricerca è misurabile in termini di innovazione prodotta e di personale formato nell'ambito del progetto formativo ed impiegato nelle imprese partner e di settore. Per quanto concerne l'innovazione prodotta è misurabile in termini di pubblicazioni scientifiche su riviste IF, partecipazione a convegni e workshop, manuali metodologici, eventuali libri pubblicati da case editrici internazionali, risanamento di tratti costieri.

WP 4.2: Il buon esito della ricerca potrà essere valutato in base alle percentuali di sopravvivenza delle plantule sia all'interno dell'impianto prototipale sia nel sito di trapianto in mare. I tassi di mortalità delle plantule dovranno essere inferiori al 15% a tre mesi dalla germinazione. La messa a punto di protocolli di sterilizzazione del materiale biologico raccolto sul campo potrebbe consentire un incremento minimo della sopravvivenza delle plantule di un 20% rispetto ai valori iniziali. Tale incremento potrà tuttavia essere valutato solo dopo un eventuale secondo ciclo di coltivazione in vasca.

WP 4.3: L'esito della ricerca potrà essere valutato positivamente nel caso in cui siano fornite informazioni sulla risposta all'intervento da parte di almeno tre comparti dell'ecosistema indagato

WP 4.4: Prove in situ della risposta dei geni selezionati via RT-PCR, raccolta di materiale vegetale spiaggiato ed assegnazione alle zone di origine in base alle mappature genetiche.

WP 4.5: Il buon esito della ricerca potrà essere valutato in base alle percentuali di sopravvivenza.

Bibliografia

- Airoldi, L., M.W. Beck (2007) Loss, Status and Trend for Coastal Marine Habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 45, 345-405.
- APAT, 2007. Atlante delle opere di sistemazione costiera. Manuali e linee guida 44/2007.
- Arnaud-Haond S., Migliaccio M., Diaz-Almela E., Teixeira S., Vliet M., Alberto F., Procaccini G., Duarte C.M., Serrão E., 2007 Vicariance patterns in the Mediterranean Sea: East-West cleavage and low dispersal in the endemic seagrass *Posidonia oceanica*. *Journal of Biogeography*, 34 (6): 963-976
- Badalamenti F., Alagna A., D'Anna G., Terlizzi A., Di Carlo G., 2011. The impact of dredge-fill on *Posidonia oceanica* seagrass meadows: Regression and pattern of recovery, *Mar Poll Bull* 62, 483-489
- Badalamenti, F., G. Carlo, et al. (2006) Effects of Dredging Activities on Population Dynamics of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Mediterranean Sea: The Case Study of Capo Feto (SW Sicily, Italy). *Hydrobiologia*, 555(1), 253-261.
- Balestri, E., and C. Lardicci 2012. Nursery-propagated plants from seed: a novel tool to improve the effectiveness and sustainability of seagrass restoration. *Journal of Applied Ecology* 49:1426-1435.
- Balestri, E., F. Vallerini, and C. Lardicci 2011. Storm-generated fragments of the seagrass *Posidonia oceanica* from beach wrack - A potential source of transplants for restoration. *Biological Conservation* 144:1644-1654.
- Balestri, E., L. Piazzini, and F. Cinelli 1998 a. In vitro germination and seedling development of *Posidonia oceanica*. *Aquatic Botany* 60:83-93.
- Barredo J.I., 2009. Normalised flood losses in Europe: 1970–2006. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 97–104.
- Beccaluva, L., Gabbianelli, G., Lucchini, F., Rossi, P.L., Savelli, C., 1985. Petrology and K/Ar ages of volcanic dredged from the Eolian seamounts: implications for geodynamic evolution of the Southern Tyrrhenian basin. *Earth Planet. Sci. Lett.* 74, 187–208.
- Beccaluva, L., Rossi, P.L., Serri, G., 1982. Neogene to Recent volcanism of the Southern Tyrrhenian–Sicilian area: implications for the geodynamic evolution of the Calabrian Arc. *Earth Evol. Sci.* 3, 222–238.
- Belzunce, M., R. M. Navarro, and H. F. Rapoport 2008. *Posidonia oceanica* seeds from drift origin: viability, germination and early plantlet development. *Botanica Marina* 51:1-9.
- Berkhoff, 1972. "Computation of combined refraction-diffraction". *Proc. 13th Conference on Coastal Engineering*, Vancouver, pp. 471-490.
- Blumberg, A. and Mellor, G.: A Description of a Three-Dimensional Coastal Ocean Circulation Model, in: *Three Dimensional Coastal Ocean Circulation Model*, edited by Heaps, N., 1-16, American Geophysical Union, 1987. is forced at the surface by momentum, heat, and salt flux .
- Borfecchia, F., C. Micheli, F. Carli, S. Cognetti De Martis, V. Gnisci, V. Piermattei, A. Belmonte, L. De Cecco, S. Martini, and M. Marcelli, Mapping spatial patterns of *Posidonia oceanica* meadows by means of Daedalus ATM airborne sensor in the coastal area of Civitavecchia (Central Tyrrhenian sea, Italy), *Remote Sens.* 5, 4877-4899, 2013a.
- Borfecchia, F., L. De Cecco, S. Martini, G. Ceriola, S. Bollanos, G. Vlachopoulos, L. M. Valiante, A. Belmonte, and C. Micheli, *Posidonia oceanica* genetic and biometry mapping through high resolution satellite spectral vegetation indices and sea-truth calibration, *International Journal of Remote Sensing*, 34, 4680-4701, 2013.
- Boszke L., Kowalski A., Glosinska G., Szarek R., Siepak J. Environmental Factors Affecting Speciation of Mercury in the Bottom Sediments; an Overview. *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 12, No. 1 (2003), 5 – 13.
- Casazza G., Lopez Royo C., Silvestri C. 2006 Seagrasses as key coastal ecosystems: an overview of the recent EU WFD requirements and current applications. *Biologia Marina Mediterranea*: 13:189-193
- Catherine N. Mulligan, Raymond N. Yong, Bernard F. Gibbs. An evaluation of technologies for the heavy metal remediation of dredged sediments. *Journal of Hazardous Materials* 85 (2001) 145–163.
- Chang, T.C.; Yen, J.H. On-site mercury-contaminated soils remediation by using thermal desorption technology. *J. Hazard. Mater.* 2006, B128, 208-217.
- Ciabatti, M., 1970. Sedimenti dei monti sottomarini. Ricerche geologiche preliminari nel Mar Tirreno: In: Selli (Ed.), *G. Geol.*, vol. 37, pp. 73–88.
- Colantoni, P., Lucchini, F., Rossi, P.L., Sartori, R., Savelli, C., 1981. The Palinuro volcano and magmatism of the southeastern Tyrrhenian Sea (Mediterranean). *Mar. Geol.* 39, M1–M12.

- Collasiol, A.; Pozebon, D.; Maia, S. M. Ultrasound assisted mercury extraction from soil and sediment. *Anal. Chim. Acta* 2004, 518, 157-164.
- Costanza, R., R. d'Arge, et al. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260.
- Cunha, A. H., Marbà N.N., van Katwijk, M. M., Pickerell, C., Henriques, M., Guillaume, B., Ferreira, A., Garcia, S. Joxe M. Garmendia, J. M. and Pablo Manent, P. 2012. Changing Paradigms in Seagrass Restoration. *Res Ecol* 20 (4), 427-430.
- De Astis, G., Ventura, G., Vilardo, G., 2003. Geodynamic significance of the Aeolian volcanism (Southern Tyrrhenian Sea, Italy) in light of structural, seismological, and geochemical data. *Tectonics* 22 (4), 1040–1057.
- Dekov, V.M., Savelli, C., 2004. Hydrothermal activity in the SE Tyrrhenian Sea: an overview of 30 years of research. *Mar. Geol.* 204, 161–185.
- Del Ben, A., Barnaba, C., Taboga, A., 2008. Strike-slip systems as the main tectonic features in the Pliocene-Quaternary kinematics of the Calabrian Arc. *Marine Geophysical Research* 29, 1-12.
- Del Monte, M., 1972. Il vulcanesimo del Mar Tirreno- nota preliminare sui vulcani Marsili e Palinuro. *G. Geol.* 38, 231–252.
- Di Carlo, G., Badalamenti, F., Jensen, A., Koch, E., Riggio, S., 2005. Colonisation process of vegetative fragments of *Posidonia oceanica* (L.) Delile on rubble mounds. *Mar. Biol.* 147 (6), 1261–1270.
- Di Girolamo, P., 1978. Geotectonic settings of Miocene-Quaternary volcanism and around the Eastern Tyrrhenian Sea border (Italy) as deduced from the Major Element. *Geochemistry Bull. Volcanol.* 41 (3), 1–22.
- Di Girolamo, P., 1978. Geotectonic settings of Miocene-Quaternary volcanism and around the Eastern Tyrrhenian Sea border (Italy) as deduced from the Major Element. *Geochemistry Bull. Volcanol.* 41 (3), 1–22.
- Diaz-Almela, E., Marbà, N., Álvarez, E., Santiago, R., Martínez, R., Duarte, C.M., 2008. Patch dynamics of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: implications for recolonisation process. *Aquat. Bot.* 89, 397–403.
- Diemoz, H., A. M. Siani, G. Casale, A. di Sarra, B. Petkov, S. Scaglione, A. Bonino, S. Facta, F. Fedele, D. Grifoni, B. Serpillo, L. Verdi, and G. Zipoli, First national intercomparison of solar ultraviolet radiometers in Italy, *Atmos. Meas. Tech.*, 4, 1689–1703, 2011.
- Downs CA, Fauth JE, Robinson CA et al. (2005) Cellular diagnostics and coral health: declining coral health in the Florida Keys. *Marine Pollution Bulletin*, 51, 558–569.
- Duarte, C.M., 2002. The future of seagrass meadows. *Environ. Conserv.* 29, 192–206.
- E.A. Stern, K.R. Donato, N.L. Ciesceri, K.W. Jones. Integrated sediment decontamination for the NY/NJ Harbor, in: *Proceedings of the National Conference on Management and Treatment of Contaminated Sediments*, Cincinnati, OH, 2000, 13–15 May 1997, pp. 71–81.
- Easterling D.R. et al., 2000. Climate Extremes: Observations, Modeling, and Impacts. *Science*, 289 (5487), 2068-2074. DOI: 10.1126/science.289.5487.2068
- EUCC — The Coastal Union. 1998. *Posidonia beds*. In *Facts and Figures on Europe's Biodiversity: State and Trends 1998–1999*, B. Delbaere (ed.). Technical Report Series. Tilburg: ECNC. Online. Available at [HTTP: http://www.coastalguide.org/dune/posidi.html](http://www.coastalguide.org/dune/posidi.html)
- Fabbri, A., Marabini, F., Rossi, S., 1973. Lineamenti geomorfologici del Monte Palinuro e del Monte delle Baronie (Mar Tirreno). *G. Geol.* 39, 133–156.
- Fabbri, A., Marabini, F., Rossi, S., 1973. Lineamenti geomorfologici del Monte Palinuro e del Monte delle Baronie (Mar Tirreno). *G. Geol.* 39, 133–156.
- Falconer, R. A., “An Introduction to Nearly-Horizontal Flows” *Coastal, Estuarial and Harbour Engineers' Reference Book* (M. B. Abbott and W. A. Price ed.), Chapman & Hall, London, pp 27-36, 1993.
- Fernández-Torquemada, Y., Díaz-Valdés, M., Colilla, F., Luna, B., Sánchez-Lizaso, J. L., and Ramos-Esplá, A. A. 2008. Descriptors from *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows in coastal waters of Valencia, Spain, in the context of the EU Water Framework Directive. – *ICES Journal of Marine Science*, 65: 1492–1497
- Fonseca, M. S. (2011). Addy revisited: what has changed with seagrass restoration in the last 64 years? *Restoration Ecology*, 29(73–81).
- G. Dermont, M. Bergeron, G. Mercier, M. Richer-Lafleche. Metal-contaminated soils: remediation practices and treatment technologies. *Pract. Period. Hazard. Tox. Radioact. Waste Manage.* 12 (2008) 188–210.
- Gamberi, F., Marani, M., Savelli, C., 1997. Tectonic, volcanic and hydrothermal features of a submarine portion of the Aeolian arc (Tyrrhenian Sea). *Mar. Geol.* 140, 167–181.

- Gómez-Amo, J. L., V. Estellés, A. di Sarra, R. Pedrós, M.P. Utrillas, J. A. Martínez-Lozano, C. González-Frias, E. Kyrö, and J.M. Vilaplana, Operational considerations to improve total ozone measurements with a Microtops II ozone monitor, *Atmos. Meas. Technol.*, 5, 759–769, 2012.
- Gómez-Amo, J.L., V. Estellés, A. di Sarra, R. Pedrós, D. Sferlazzo, M.P. Utrillas and J.A. Martínez-Lozano, A comparison of Microtops II and satellite ozone measurements in the period 2001-2011, *Journal Atmos. Solar-Terr. Phys.*, 94, 5-12, 2013.
- González-Correa, J.M., Bayle, J.T., Sánchez-Lizaso, J.L., Valle, C., Sánchez-Jerez, P., Ruiz, J.M., 2005. Recovery of deep *Posidonia oceanica* meadows degraded by trawling. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 320 (1), 65–76.
- González-Correa, J.M., Torquemada, Y.F., Sánchez-Lizaso, J.L., 2008. Long-term effect of beach replenishment on natural recovery of shallow *Posidonia oceanica* meadows. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 76 (4), 834–844.
- Guarnieri, P., 2006. Plio-Quaternary segmentation of the south Tyrrhenian forearc basin. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.)* 95, 107–118.
- Guerra I., Harabaglia P., Gervasi A. and Rosa A.B.; 2005: The 1998-1999 Pollino (Southern Apennines, Italy) seismic crisis: tomography of a sequence. *Ann. Geophys.*, 48, 995-1007.
- Hämmerli, A., & Reusch, T. B. H. (2002). Local adaptation and transplant dominance in genets of the marine clonal plant *Zostera marina*, 242(2000), 111–118
- Holthuijsen, L.H., Booij, N., Herbers, T.H.C., 1989. “A Prediction Model for Stationary, Short-Crested Waves in Shallow Water with Ambient Currents”, *Coastal Engineering*, Vol. 13, pp. 23-54
- Hughes, a R., & Stachowicz, J. J. (2004). Genetic diversity enhances the resistance of a seagrass ecosystem to disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(24), 8998–9002
- Irving, A. D., J. E. Tanner, S. Seddon, D. Miller, G. J. Collings, R. J. Wear, S. L. Hoare, and M. J. Theil. Testing alternate ecological approaches to seagrass rehabilitation: links to life-history traits. *Journal of Applied Ecology* 47:1119-1127.
- Johnson, H. & Poulin S., 2000. “On the Accuracy of Parabolic Wave Models”, Proc. 26th International Coastal Engineering Conference, Copenhagen.
- Johnson, R., Stritch, L., Olwell, P., Lambert, S., Horning, M. E., & Cronn, R. (2010). What are the best seed sources for ecosystem restoration on BLM and USFS lands? . *Native Plants Journal*, 11(2), 117–131
- Kassahn KS, Caley MJ, Ward AC, Connolly AR, Stone G, Crozier RH: Heterologous microarray experiments used to identify the early gene response to heat stress in a coral reef fish. *Mol Ecol* 2007,16(8):1749–1763
- Kidd, R.B., Armansson, H., 1979. Manganese and iron micronodules from a volcanic seamount in the Tyrrhenian Sea. *J. Geol. Soc. London* 136, 71–76.
- Kirby, J.T. (1986). Rational approximations in the parabolic equation method for water waves, *Coastal Engineering*. Vol. 10, pp. 355-378.
- Kyllonen, H.; Pirkonen, P.; Hintikka, V.; Parvinen, P.; Gronroos, A.; Sekki, H. Ultrasonically aided mineral processing technique for remediation of soil contaminated by heavy metals. *Ultrason. Sonochem.* 2004, 11, 211-216.
- L.Y. Qu, S.Z. Fu, L. Liu, Y.M. An, M. Li. A study on the soil improvement polluted by mercury (in Chinese). *J. Guizhou Normal Univ. (Nat. Sci.)* 22 (2004) 49–51.
- Leimu, R., Mutikainen, P., Koricheva, J., & Fischer, M. (2006). How general are positive relationships between plant population size, fitness and genetic variation? *Journal of Ecology*, 94(5), 942–952
- Liu, P.L.-F. & Losada I.J. 2002. Wave Propagation Models in Coastal Engineering. *Journal of Hydraulic Research*, vol. 40, no. 3, pp. 229-240. IAHR.
- Liu, P.L.-F. & Losada I.J. 2002. Wave Propagation Models in Coastal Engineering. *Journal of Hydraulic Research*, vol. 40, no. 3, pp. 229-240. IAHR.
- Lloyd, M. W., Burnett Jr., R. K., Engelhardt, K. A. M., & Neel, M. C. (2012). Does genetic diversity of restored sites differ from natural sites? A comparison of *Vallisneria americana* (Hydrocharitaceae) populations within the Chesapeake Bay. *Conservation Genetics*, 13(3), 753–765
- Loser C, Zehnsdorf A, Hoffmann P, Seidel H. (2007). Remediation of heavy metal polluted sediment by suspension and solid-bed leaching: Estimate of metal removal efficiency. *Chemosphere* 66, 1699-1705.
- Madsen, P.A. & Larsen, J., 1987. An Efficient Finite-Difference Approach to the Mild-Slope Equation. *Coastal Engineering*, 11 (1987) pp. 329-351.

- Mantovani, E., Babbucci, D., Tamburelli, C., Viti, M., 2008. A review on the driving mechanism of the Tyrrhenian–Apennines system: Implications for the present seismotectonic setting in the Central-Northern Apennines. *Tectonophysics*. doi:10.1016/j.tecto.2008.10.032. *Mar. Geol.* 94, 131–146.
- Marani, M.P., Trua, T., 2002. Thermal constriction and slab tearing at the origin of a super-inflated spreading ridge, Marsili Volcano (Tyrrhenian Sea). *J. Geophys. Res.* 107, 2188.
- Marinelli, G., 1975. Magma evolution in Italy. In: Squires (Ed.), *Geology of Italy*, Earth Sci. Soc. of Libyan Arab Republic, Tripoli, pp. 165–219.
- Marion, S. R., and R. J. Orth 2010. Innovative Techniques for Large-scale Seagrass Restoration Using *Zostera marina* (eelgrass) Seeds. *Restoration Ecology* 18:514-526.
- Mason, R. P.; Morel, F. M. M.; Hemond, H. F. The role of microorganisms in elemental mercury formation in natural waters. *Water Air Soil Pollu.* 1995, 80, 775-787.
- Mateos, D., J. Bilbao, A.I. Kudish, A.V. Parisi, G. Carbajal, A. di Sarra, R. Román, and A. de Miguel, Validation of satellite erythemal radiation retrievals using ground-based measurements in five countries, *Remote Sensing Environ.*, 128, 1-10, 2013.
- Meinesz, A., H. Molenaar, et al. (1992) Vegetative Reproduction in *Posidonia oceanica*: I. Effects of Rhizome Length and Transplantation Season in Orthotopic Shoots. *Marine Ecology PSZN*, 13(2), 163-174.
- Meinesz, A., Lefèvre, J.R., 1984. Régénération d'un herbier de *Posidonia oceanica* quarante années après sa destruction par une bombe dans la rade de Villefranche (Alpes-Maritimes, France). In: Boudouresque, C.F., Jeudy de Grissac, A., Olivier, J. (Eds.), *International Workshop Posidonia oceanica Beds. GIS Posidonie, France*, pp. 39–44.
- Meloni, D., A. di Sarra, J. R. Herman, F. Monteleone, and S. Piacentino, Comparison of ground-based and TOMS erythemal UV doses at the island of Lampedusa in the period 1998-2003: Role of tropospheric aerosols, *J. Geophys. Res.*, 110, D01202, doi: 10.1029/2004JD005283, 2005.
- Meloni, D., C. Di Biagio, A. di Sarra, F. Monteleone, G. Pace, and D. M. Sferlazzo, Accounting for the solar radiation influence on downward longwave irradiance measurements by pyrgeometers, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 29, 1629-1643, 2012.
- mercury-contaminated hazardous wastes. *J. Hazard. Mater.* 2004, 114, 211-223.
- Migliore, L., Rotini, A., Randazzo, D., Albanese, N.N. and Giallongo, A. (2007) Phenols content and 2-Delectrophoresis protein pattern: a promising tool to monitor *Posidonia* meadows health state, *BMC Ecology*, 7, 6.
- Molenaar H, Meinesz A (1995) Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*: Survival and Development of Transplanted Cuttings According to Different Spacings, Arrangements and Substrates. *Botanica Marina* 38: 313-322.
- Molenaar, H., A. Meinesz (1992) Vegetative Reproduction in *Posidonia oceanica* II. Effects of Depth Changes on Transplanted Orthotopic Shoots: 175-185.
- Molenaar, H., A. Meinesz (1995) Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*: Survival and Development of Transplanted Cuttings According to Different Spacings, Arrangements and Substrates. *Botanica Marina*, 38, 313-322.
- Molenaar, H., A. Meinesz, et al. (1993) Vegetative Reproduction in *Posidonia oceanica*. Survival and Development in Different Morphological Types of Transplanted Cuttings. *Botanica Marina*, 36, 481-488.
- Montefalcone, M. (2009) Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: a review, *Ecological Indicators*, 9, 595-604
- Moore, K.A., R.L. Wetzel, et al. (1997) Seasonal pulses of turbidity and their relations to eelgrass (*Zostera marina* L.) survival in an estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 215(1), 115-134.
- Meinesz, A., Lefèvre, J.R., 1984. Régénération d'un herbier de *Posidonia oceanica* quarante années après sa destruction par une bombe dans la rade de Villefranche (Alpes-Maritimes, France). In: Boudouresque, C.F., Jeudy de Grissac, A., Olivier, J. (Eds.), *International Workshop Posidonia oceanica Beds. GIS Posidonie, France*, pp. 39–44.
- Morss et al., 2011. Improving Societal Outcomes of Extreme Weather in a Changing Climate: An Integrated Perspective. *Annu. Rev. Environ. Resour.* , 36, 1–25.
- Navarro A., I. Caadas, D. Martinez, J. Rodriguez, J. Mendoza. Application of solar thermal desorption to remediation of mercury-contaminated soils. *Sol. Energy* 83 (2009) 1405–1414.
- Newman, A. P.; Lorimer, J. P.; Mason, T. J.; Hutt, K. R. An investigation into the ultrasonic treatment of polluted solids. *Ultrason. Sonochem.* 1997, 4, 153-156.

- Orth RJ, Harwell MC, Inglis GJ (2006) Ecology of Seagrass Seed and Dispersal Strategies. In: Larkum AWD, Orth RJ, Duarte CM (eds) *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp 111-133
- Orth, R. J., K. A. Moore, S. R. Marion, D. J. Wilcox, and D. B. Parrish 2012. Seed addition facilitates eelgrass recovery in a coastal bay system. *Marine Ecology Progress Series* 448:177-195.
- P. Massacci, L. Piga, M. Ferrini. Applications of physical and thermal treatment for the removal of mercury from contaminated materials. *Miner. Eng.* 13 (2000) 963–967.
- Pace, G., D. Meloni, and A. di Sarra, Forest fire aerosol over the Mediterranean basin during summer 2003, *J. Geophys. Res.*, 110, D21202, doi:10.1029/2005JD005986, 2005.
- Paling, E. I., Van Keulen, M., & Tunbridge, D. J. (2007). Seagrass transplanting in Cockburn Sound, Western Australia: A comparison of manual transplantation methodology using *Posidonia sinuosa* Cambridge et Kuo. *Restoration Ecology*, 15(2), 240–249.
- Passaro S., Milano G. D'isanto C. Ruggieri S. Tonielli R. Bruno P. Sprovieri M. Marsella E., 2010. DTM-Based morphometry of the Palinuro seamount (Italy, Eastern Tyrrhenian Sea): geomorphological and volcanological implication; *Geomorphology*, 115, 1-2, 129-140.
- Passaro S., Milano G., Sprovieri M., Ruggieri, S., Marsella E., 2011. Quaternary still-stand landforms and relations with flank instability events of the Palinuro Bank (south-eastern Tyrrhenian Sea) *Quaternary International*, 232, 1-2, 228-237.
- Pergent-Martini, C., Leonia, V., Pasqualini, et al. (2005) Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows: Use and application, *Ecological Indicators*, 5, 213-230.
- Procaccini, G, Piazzini, L, (2001). Genetic Polymorphism and Transplantation Success in the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica*. *Res Ecol*, 9(3): 332–338
- Randall, P.; Cgattopadhyay, S. Advances in encapsulation technologies for the management of
- Renton, M., Airey, M., Cambridge, M. L., & Kendrick, G. a. (2011). Modelling seagrass growth and development to evaluate transplanting strategies for restoration. *Annals of botany*, 108(6), 1213–23.
- Reusch, T. B. H., and A. R. Hughes 2006. The emerging role of genetic diversity for ecosystem functioning: Estuarine macrophytes as models. *Estuaries and Coasts* 29:159-164.
- Reynolds, L. K., K. J. Mcglathery, and M. Waycott 2012a. Genetic diversity enhances restoration success by augmenting ecosystem services. *PloS one* 7:e38397.
- Reynolds, L. K., Waycott, M., McGlathery, K. J., Orth, R. J., & Zieman, J. C. 2012b. Eelgrass restoration by seed maintains genetic diversity: case study from a coastal bay system. *Marine Ecology-Progress Series*, 448, 223–233.
- Savelli, C., 2001. Two-stage progression of volcanism (8–0Ma) in the central Mediterranean (southern Italy). *J. Geodyn.* 31, 393–410.
- Seddon S., 2004. Going with the flow: Facilitating seagrass rehabilitation. *Ecological Management and restoration* 5 (3), 167-176.
- Serra, I.A., Innocenti, A.M., Di Maida, G., Calvo, S., Migliaccio, M. and Zambianchi, E., et al. (2010) Genetic structure in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: disentangling past vicariance events from con- temporary patterns of gene flow, *Molecular Ecology*, 19, 557-568.
- Short FT, Wyllie-Echeverria S (1996) Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental Conservation* 23: 17-27
- Siani, G., Sulpizio, R., Paterne, M., Sbrana, A., 2004. Tephrostratigraphy study for the last 18,000 14C years in a deep-sea sediment sequence for the South Adriatic. *Quaternary Science Reviews* 23, 2485-2500.
- Soloviev, S.L., Kuzin, I.P., Kovachev, S.A., Ferri, M., Guerra, I., Luongo, G., 1990. Microearthquakes in the Tyrrhenian Sea as revealed by joint land and sea-bottom seismographs.
- Spielman, D., Brook, B. W., et al. (2004) *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 101, 15261-15264
- Statton, J., M. L. Cambridge, K. W. Dixon, and G. A. Kendrick 2013. Aquaculture of *Posidonia australis* Seedlings for Seagrass Restoration Programs: Effect of Sediment Type and Organic Enrichment on Growth. *Restoration Ecology* 21:250-259.
- Sylvain Ponserre, Debarati Guha Sapir, Femke Vos, Regina Below, 2011. Annual Disaster Statistical Review 2011 The numbers and trends. CREED Special Pub.
- Tai Gyu Lee, Yujin Eom, Chul Hun Lee, and Kyung Su Song, 2011. Stabilization and Solidification of Elemental Mercury for Safe Disposal and/or Long-Term Storage. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 61:1057–1062.

Tanner, C. E., and T. Parham 2010. Growing *Zostera marina* (eelgrass) from Seeds in Land-Based Culture Systems for Use in Restoration Projects. *Restoration Ecology* 18:527-537.

US EPA. Capsule Report: Aqueous Mercury Treatment. 1997, EPA/625/R-97/004

J. Wang et al., 2012. Remediation of mercury contaminated sites – A review. *Journal of Hazardous Materials* 221– 222 (2012) 1–18

USACE (U.S. Army Corps of Engineers), 2002. Coastal Engineering Manual. Engineer Manual 1110-2-1110. U.S. Army Corps of Engineers.

Van Katwijk, M. M., Bos, A. R., De Jonge, V. N., Hanssen, L. S. A. M., Hermus, D. C. R., & De Jong, D. J. (2009). Guidelines for seagrass restoration: Importance of habitat selection and donor population, spreading of risks, and ecosystem engineering effects. *Marine Pollution Bulletin*, 58(2), 179–188.

Vetrano A., E. Napolitano, R. Iacono, K. Schroeder, GP. Gasparini, 2010 Tyrrhenian sea circulation and water masses fluxes in the spring 2004: OBServations and model results *J. Geophys. Res.* vol 115. C06023 doi:10.1029/2009JC005680

Wear, R. J., J. E. Tanner, and S. L. Hoare 2010. Facilitating recruitment of *Amphibolis* as a novel approach to seagrass rehabilitation in hydrodynamically active waters. *Marine and Freshwater Research* 61:1123-1133.

Yamazaki, D. T., 2005. The Coming Copper Crisis: Important Role of Deep-Sea Mineral Resources in Fulfilling Japan's Demand: 35th Underwater Mining Institute.

Ziqi He, B.S., M.S. Sonochemical remediation of mercury from contaminated sediments. The Ohio State University 2006. Made available by Ohio Sea Grant as OHSU-TD-109.

SECONDA PARTE

1) ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DELL'EFFETTO INCENTIVANTE DELL'INTERVENTO PUBBLICO

- **Aspetti quantitativi**

LEONARDO SPA

Con riferimento all'evoluzione dell'ultimo triennio (e alle proiezioni di Piano), nella tabella seguente sono riportati i dati relativi ai costi sostenuti in LEONARDO SPA per le attività di ricerca e sviluppo.

in K€	2010	2011	2012	2013	2014	2015
R&S	13.924	9.097	13.250	13.600	14.000	14.250
Ricavi	97.433	82.186	130.200	135.000	138.400	142.000
% su ricavi	14%	11%	10%	10%	10%	10%

Gli addetti alle funzioni di Ricerca e Sviluppo in LEONARDO SPA sono 49 su un totale di 406 risorse. Nello stabilimento di Monterusciello sono 11 su un totale di 84. È da precisare che sovente le attività di Ricerca e Sviluppo richiedono la partecipazione di unità qualificate dell'ente di progettazione. Per questo motivo le unità devolute allo svolgimento di attività di R&S all'occorrenza possono raddoppiare.

Le iniziative di Ricerca e Sviluppo finanziate da parte del MIUR ad oggi sono:

- Progetto SisMA (n. 9149): ricerca e sviluppo di un sistema di monitoraggio ambientale marino con particolare riferimento agli eventi sismici.
- Progetto STSS 500 (n. 100): ricerca di sensori idonei e sviluppo di algoritmi di processo di segnale di un sistema idrofonico multi-sensore per la ricostruzione dell'immagine tridimensionale di oggetti sommersi.
- Progetto ASSO (DM28916): ricerca dei materiali idonei e sviluppo di sensori idrofonici a fibra ottica a reticolo mobile (reticolo di Bragg).
- Progetto COMAS (PON01_02140): ricerca e sviluppo sperimentale per la manutenzione dei beni archeologici sommersi, ove Leonardo Spa, congiuntamente all'Università della Calabria (UNICAL), si propone di studiare e sviluppare algoritmi di fusione dati, provenienti da una telecamera tridimensionale ottica e da una telecamera tridimensionale acustica, allo scopo di ottenere immagini dello scenario subacqueo e dei reperti ivi presenti anche in condizioni di acque perturbate (VIDEOACUSTICA).

- **Elementi distintivi**

LEONARDO SPA

Il presente Progetto di Ricerca mira allo studio e alla progettazione-realizzazione di tecnologie innovative idonee alla rivelazione e visualizzazione di fenomeni di idrotermalismo sottomarino anche su fondali profondi. Lo scopo è quello poter avere a disposizione sistemi in grado di fornire i dati e le conoscenze necessari per una accurata valutazione degli aspetti connessi al rischio ambientale, con specifico riferimento ad attività di estrazione di risorse minerarie in ambiente marino.

LEONARDO SPA si pone obiettivi molto interessanti rispetto alle attività di routine dell'impresa, fra i quali si distinguono:

- Studio e sviluppo di sistemi innovativi di elaborazione di segnali e dati, idonei al riconoscimento ed alla classificazione di fenomeni subacquei che implicano un'analisi a frequenze alte ed altissime.
- Introduzione delle tecnologie di sistemi sonarattivi e passivi che utilizzano antenne acustiche innovative, operanti su una vasta gamma di frequenze, rilanciando l'immagine dell'impresa sul piano internazionale.
- Arricchimento del know-how sia su nuovi materiali per sensori sia relativamente alla microelettronica, al fine di progettare e realizzare sistemi modulari, compatti, versatili nel loro impiego.
- Prospettiva di nuovi prodotti con rapporto costo/prestazioni in grado di competere sul mercato globale.
- Rilancio occupazionale nello stabilimento campano (introduzione di nuove tecnologie e salvaguardia dell'occupazione).

I risultati attesi hanno diretto impatto su:

- Tecnologie per l'innovazione e lo sviluppo dei servizi ed applicazioni relativi alla sensoristica integrata di vario tipo.
- Sistemi /Sottosistemi elettroacustici per la rivelazione e localizzazione di fenomeni sottomarini caratterizzati da "bubble clouds" naturali (es.: white e black smokers) o indotti (es: scie emesse da piattaforme navali)
- Sistemi per il monitoraggio e controllo dei parametri fisici dell'ambiente marino.
- Sistemi per l'ispezione geofisica.
- Sistemi di monitoraggio sismico.

2) CARATTERISTICHE INNOVATIVE E TECNICO-SCIENTIFICHE

I quattro obiettivi realizzativi del progetto Marine Hazard contribuiranno in maniera significativa allo sviluppo di problematiche di ricerca industriale e sviluppo nei diversi ambiti di e allo sviluppo di azioni utili all'avanzamento tecnologico in campi di interesse strategico per il paese. L'innovazione scientifico-tecnologica offerta per quattro ambiti di interesse particolarmente rilevanti nell'ambito del marine hazard è considerata assolutamente adeguata alle esigenze di mitigazione di significativi impatti antropici in ambiente marino e pertanto importante per affrontare in maniera moderna ed efficace la gestione di sistemi marino-costieri affetti da impatto antropico di diversa tipologia e intensità.

In particolare, l'OR1 fornendo il primo quadro generale (supportato da un data-base) della distribuzione e tipologia dei sistemi idrotermali e dei depositi polimetallici di interesse minerario, consentirà di definire i possibili hazards legati ad interventi finalizzati allo sfruttamento delle georisorse. L'elevato grado di conoscenza della geologia, chimica, biologia e oceanografia che caratterizza i sistemi idrotermali sottomarini unitamente alla loro attività di posizionamento, fornirà gli strumenti necessari a valutarne i rimedi per una minimizzazione degli hazards.

L'attività dell'OR2 permetterà di realizzare il primo impianto pilota di bonifica di sedimenti marini e acque in grado di integrare tecnologie diverse di sediment washing e supercritical fluid extraction in grado di trattare e bonificare un'ampia gamma di matrici contaminate. L'impianto di trattamento

combinato delle matrici ambientali tramite sistemi integrati di bonifica verrà installato su piattaforma mobile in grado di assicurare l'utilizzo in diverse aree caratterizzate da fenomeni di impatto antropico.

Le attività di OR3 sono indirizzate a sviluppare un Laboratorio per il Telerilevamento con diverse componenti. Nell'ambito del Laboratorio verranno sviluppate metodologie avanzate nei settori dello sviluppo di nuovi sensori; nella caratterizzazione e taratura dei sensori; nello sviluppo di nuovi metodi ed algoritmi per l'inversione delle osservazioni dallo spazio. Varie attività saranno sviluppate in stretta collaborazione tra Enti pubblici e impresa. L'infrastruttura costituirà una risorsa sia per le amministrazioni pubbliche che per imprese, sia come strumento di supporto alle decisioni che come laboratorio per la verifica e caratterizzazione di nuova strumentazione.

Le attività dell'OR4 risponderanno alle più recenti richieste nell'ambito dell'ecologia del restauro ambientale, sviluppando metodologie di ripristino delle praterie di *Posidonia oceanica* più efficienti, ecocompatibili ed ecosostenibili. Questo obiettivo verrà realizzato sviluppando procedure per il mantenimento, l'allevamento e la propagazione di plantule di *Posidonia oceanica* ottenute senza impattare i letti donatori (i), testando una metodologia di riforestazione basata sull'utilizzo di supporti in plastica biodegradabile, affidabili e veloci nel posizionamento (ii), ed affrontando le problematiche del mantenimento della variabilità genetica delle praterie ripristinate, nonché della compatibilità genetica tra siti donatori e siti accettori (iii). L'interazione tra EPR ed aziende si concretizzerà nello sviluppo ed ottimizzazione di un sistema di monitoraggio che consenta di tenere sotto controllo i parametri ambientali rilevanti per l'allevamento delle plantule e per l'ottimizzazione del processo (i) e nella validazione/ottimizzazione di una metodologia di trapianto basata sull'utilizzo di un supporto in plastica biodegradabile già brevettato (ii).

- ***Novità, originalità delle conoscenze acquisibili con riferimento allo stato dell'arte delle conoscenze e delle tecnologie relative al settore/ambito di interesse.***

Una serie di elementi rendono lo sviluppo delle attività scientifico/tecnologiche proposte nei diversi OR particolarmente rilevanti per i diversi ambiti di interesse. In particolare:

OR1 fornisce per la prima volta un quadro esaustivo della consistenza e distribuzione dei depositi idrotermali sottomarini e delle loro caratteristiche geo-bio-chimiche. Il progetto pilota sviluppato sul seamount Palinuro consentirà di definire, su uno dei siti con maggior attrattiva industriale, le tecniche di indagine e di intervento rivolte a possibili attività di sfruttamento minerario unitamente ai disturbi antropici indotti al sistema naturale e alle relative misure di contenimento degli hazards.

OR2. Lo sviluppo di una piattaforma integrata di bonifica in grado di combinare sediment washing e supercritical fluid extraction per un ampio spettro di caratteristiche chimico-fisiche di sedimenti marini contaminanti da un'ampia tipologia di inquinanti organici ed inorganici, nonché la realizzazione della suddetta piattaforma su sistemi mobili rende l'attività di ricerca e sviluppo di questo OR particolarmente adeguata per affrontare con un approccio moderno le problematiche relative alla bonifica di sedimenti e acque in un'ampia gamma di aree marine costiere contaminate da impatto industriale e antropico in genere.

OR3. La realizzazione del Laboratorio permetterà di espandere le conoscenze sia nel settore della sensoristica e nella caratterizzazione e taratura di nuovi sistemi di misura, sia di sviluppare nuove applicazioni integrate per la presentazione di dati telerilevati, anche a supporto dei decisori pubblici e privati. Le applicazioni saranno specializzate sul territorio regionale, mirando a fornire prodotti verificati ad alta risoluzione.

OR4. La riforestazione delle praterie di *P. oceanica* è una misura di mitigazione spesso prescritta a seguito della realizzazione di attività antropiche impattanti sull'ambiente marino costiero. L'esito finale degli interventi di trapianto ed il successivo recupero ambientale sono stati finora incerti evidenziando l'assoluta necessità di indirizzare gli sforzi della ricerca scientifica e tecnologica verso

metodologie che azzerino o minimizzino gli impatti sulle praterie esistenti e basate su una più approfondita conoscenza dell'ecologia delle specie, risultando dunque più efficaci e sostenibili ecologicamente. La riduzione dei costi degli interventi di trapianto è un altro aspetto chiave che potrà consentire l'estensione degli interventi dalla piccola alla media e larga scala. L'OR4 si propone di sviluppare prodotti, processi e servizi indirizzati a rispondere efficacemente a queste problematiche proponendo per la prima volta l'utilizzo di plantule ottenute da semi e talee spontaneamente distaccate dalle praterie per interventi di ripristino e l'utilizzo di un supporto in plastica biodegradabile per effettuare i trapianti.

LEONARDO SPA

Il presente Progetto di Ricerca si propone di studiare le caratteristiche di fenomeni che possano comportare rischi in ambiente subacqueo, allo scopo di sviluppare di sistemi integrati che utilizzino sensori ad elevata frequenza operativa (gamma 50-500 KHz) per l'analisi della fenomenologia nota in campo internazionale come "bubbole clouds".

Di rilievo è lo studio degli algoritmi di processo segnali e dati e delle tecnologie per lo sviluppo di array trasduttori ad elevata frequenza, allo scopo di rispondere ai diversi requisiti di impiego nell'ambito del controllo dei parametri acustico-fisici.

Il successo di questo progetto permetterà di realizzare per la prima volta sistemi di analisi di monitoraggio e analisi di ambienti marini, consentendo l'installazione di basi sensoriali in mare che possano monitorare fenomeni di idrotermalismo sottomarino in relazione ad attività di estrazione delle georisorse. Le conoscenze acquisibili in questo progetto sono:

- Tecnologie di ottimizzazione dei processi produttivi di trasduttori ed array sensoriali attivi e passivi ceramici che operino con buona efficienza ad alta/altissima frequenza.
- Tecnologie per la rivelazione della presenza, anche in acque profonde, di fenomeni di idrotermalismo sottomarino e che ne consentano la visualizzazione in campo vicino
- Tecnologie di acquisizione ed elaborazione dei dati per la rivelazione e l'analisi dei parametri acustici in ambiente marino.
- Tecniche di progettazione e realizzazione di sistemi di controllo di parametri fisici in ambito marino.

Ad oggi, in campo nazionale non ci sono concorrenti in tali specializzazioni. In campo internazionale queste tecnologie sono in fase di attiva ricerca presso i grandi produttori di sistemi e trasduttori per applicazioni di Elettroacustica Subacquea.

- **Utilità delle conoscenze acquisibili per innovazioni di prodotto/processo/servizio che accrescono la competitività e favoriscano lo sviluppo della richiedente e/o del settore di riferimento.**

Per tutti e quattro gli OR del progetto è previsto un significativo sviluppo di conoscenze scientifico-tecnologiche in grado di generare nuovi approcci alla creazione di prodotti e servizi moderni e competitivi nei diversi settori. Questo direttamente comporterà una significativa crescita delle competenze e uno sviluppo diretto delle conoscenze e potenzialità per le aziende coinvolte e un diretto interesse per gli EPR implicati nelle varie attività di ricerca e sviluppo del progetto.

In particolare:

OR1. Lo sviluppo delle conoscenze dei sistemi idrotermali richiede un notevole sforzo di innovazione tecnologica sia in termini di metodologie che di strumenti. La creazione di nuovi sistemi acustici necessari alla individuazione delle sorgenti idrotermale e la messa a punto di tecniche di indagine e di estrazione con test sul sistema naturale "Palinuro" apporteranno notevoli

benefici alle aziende direttamente impegnate nel progetto e all'intero sistema industriale interessato alle potenziali aree di sfruttamento

OR2. Lo sviluppo di sensori di nuova generazione risulta un'azione intermedia con immediate ricadute in diversi ambiti di interesse, al di là della diretta fruizione nell'ambito della realizzazione della piattaforma integrata di bonifica. Inoltre, l'acquisizione di conoscenze dirette su matrici ambientali caratterizzate da tipologie chimico-fisiche differenti e l'azione di tecniche di bonifica integrate offriranno un'immediata capacità competitiva in un settore di interesse socio-economico strategico per il nostro paese, aggredendo in maniera moderna ed efficace la problematica relativa alla mitigazione degli effetti di contaminazione di ampie aree marino-costiere dell'Italia ed offrendo soluzioni vere al recupero di spazi economicamente rilevanti delle coste italiane.

OR3. Lo sviluppo di nuovi sensori, nuovi metodi di telerilevamento, e di un sistema di presentazione dei dati telerilevati troveranno applicazione nel territorio regionale, con particolare riferimento alle zone costiere. Il Laboratorio per il Telerilevamento costituirà una infrastruttura a servizio sia degli sviluppi di metodologie e tecniche strumentali, sia delle decisioni e della gestione delle risorse marine.

OR.4 All'interno di questo OR, EPR ed aziende svilupperanno le conoscenze scientifico tecnologiche necessarie all'allevamento e mantenimento ed alla propagazione di plantule di *P. oceanica* con lo scopo di sviluppare protocolli di allevamento e rendere possibile la realizzazione di riserve di propaguli ottenute senza impattare i letti donatori da utilizzarsi in interventi di ripristino. Inoltre EPR ed aziende collaboreranno per sviluppare ed ottimizzare una metodologia di trapianto che consente la dissoluzione dell'apparato di sostegno delle talee alla fine del processo di radicamento e semplifica notevolmente la procedura di ancoraggio, riducendo i costi di messa a dimora. Queste azioni consentiranno di sviluppare un approccio moderno, maggiormente sostenibile dal punto di vista ecologico ed economico e dunque più competitivo, al ripristino dei fondali marino costieri caratterizzati da praterie di *Posidonia oceanica*.

LEONARDO SPA:

Un sistema di monitoraggio, che includa l'analisi e la valutazione di fenomeni che impattano sul "marine hazard", apre la strada a nuove prospettive innovative di prodotto, che accrescono la competitività e favoriscono lo sviluppo delle ditte proponenti e le introducono nel mercato internazionale in posizione di riguardo rispetto alle concorrenti straniere.

Tra le principali applicazioni che si possono prevedere si citano:

- Controllo e classificazione dei segnali acustici nelle zone subacquee costiere. e/o oceaniche
- Dispositivi non invasivi di allarme per segnali acustici inquinanti nelle zone protette.
- Dispositivi per il monitoraggio di fenomeni legati alla sismica dei fondali marini.
- Dispositivi in grado di rivelare la presenza di fenomeni di idrotermalismo sottomarino per uno sfruttamento controllato e mirato delle georisorse

3)COPERTURA FINANZIARIA

- **Fonti di copertura finanziaria preventivate, ad integrazione degli incentivi richiesti, ed informazioni a supporto della loro congruità.**

Di seguito sono riportati gli oneri a carico dei proponenti distribuiti negli anni secondo la programmazione delle attività.

In k€	2018	2019	TOT.
CNR	183,98	188,31	372,29
ENEA	58,00	60,04	118,04
INFN	45,00	30,00	75,00
INGV	49,50	41,60	91,10
ISPRA	46,95	66,96	113,91
IZS	6,60	13,20	19,76
SZN	31,60	31,60	63,20
CERICT	50,00	25,00	75,00
CONISMA	79,62	22,29	101,91
MATER	51,90	413,40	465,45
ENVIROCONSU LT	29,9	14,9	44,81
ORION	276,10	235,30	511,30
LEONARDO SPA	360,00	320,00	680,00

Nota: Valori espressi in KEuro

Di seguito è riportato l'impegno finanziario complessivo per anno solare, al lordo del cofinanziamento secondo la programmazione delle attività.

In k€	2018	2019	TOT.
CNR	1.116, 86	1.365, 06	2.481,9 2
ENEA	400,00	386,05	786,95
INFN	300,00	200,00	500,00
INGV	330,12	277,20	607,32
ISPRA	285,61	393,77	679,38
IZS	44,30	87,4	131,70
SZN	210,20	211,14	421,34
CERICT	333,00	167,00	500,00
CONISMA	833,11	248,89	1.082,0 0
MATER	141,00	1.124, 58	1.265,5 8
ENVIROCONSU LT	80,00	40,00	120,00
ORION	857,00	462,26	1.319,2 6
LEONARDO SPA	900,00	800,00	1.700,0 0

Nota: Valori espressi in KEuro

4) VALIDITA' INDUSTRIALE DEL PROGETTO

- **Coerenza strategica e gestione del progetto**

Tutte le attività svolte all'interno del progetto vedono un'interazione intima e continua tra le azioni sviluppate dalle imprese e dai sette EPR coinvolti. In particolare, tutte le imprese coinvolte nei diversi ambiti scientifico e tecnologici coperti dalle azioni dei diversi OR risultano direttamente e significativamente già coinvolte nei diversi settori all'interno dei quali offriranno il proprio contributo. Ciò implicitamente comporta una diretta opportunità per le imprese di ottenere un avanzamento significativo nei diversi ambiti propri nonché di accrescere la potenzialità competitiva tramite un'interazione con altre aziende ed EPR coinvolti all'interno del progetto.

Le attività di monitoraggio delle diverse fasi del progetto sono chiaramente descritte al paragrafo 11.1 e 11.2 e segnano in maniera chiara la traccia per una verifica mensile di tutte le azioni considerate all'interno dei diversi OR. L'obiettivo che vede per tutti gli OR la realizzazione di prototipi pre-industriali chiaramente comporta un'immediata evidenza della potenzialità del progetto e pertanto una forte connotazione quantitativa nella verifica degli obiettivi raggiunti e risultati intermedi e finali che il progetto stesso si prefigge.

LEONARDO SPA

Leonardo Spa ha obiettivi strategici nel campo delle applicazioni dell'Elettroacustica Subacquea. Nel Progetto di Ricerca "Marine Hazard" si affronta lo studio di tecnologie innovative, sia a livello algoritmico sia a livello sensoriale, per lo sviluppo, realizzazione e test di un sistema elettroacustico per la rivelazione e localizzazione di emissioni gassose in ambiente subacqueo.

Pertanto, il presente progetto è coerente con gli obiettivi strategici aziendali di LEONARDO SPA che mirano ad una leadership di settore.

In particolare, a valle del Progetto di Ricerca, si disporrà delle conoscenze tecnologiche e sistemistiche per lo sviluppo e la realizzazione di sensori acustici subacquei innovativi ad alta ed altissima frequenza e relativi sistemi di acquisizione ed elaborazione dati, impiegabili sia in campo sonaristico sia per il controllo dei parametri geofisici marini.

La ricaduta dello studio di sensori e sistemi di tal tipo va vista anche come possibile applicazione delle connesse tecnologie nei prodotti di "core business" del Partner industriale LEONARDO SPA (ad es.: sistemi di sorveglianza, localizzazione e classifica che si avvalgono di array ad alta frequenza, per robotica subacquea, rilevazione dei dati dell'ambiente marino, etc.).

MATER

Mater è una società consortile al cui interno operano aziende impegnate nella progettazione in ambito ecologico-ambientale. Tra le società consorziate, alcune di esse a loro volta sono componenti di gruppi industriali impegnati in attività di bonifica di siti inquinati. Mater è una società costantemente orientata alla ricerca di nuove soluzioni tecnologiche da proporre sul mercato direttamente o per tramite dei propri consorziati; la politica di sviluppo di Mater, quindi, volta all'acquisizione di know-how tecnologico, è coerente con gli obiettivi del progetto e, in particolare, con l'importante possibilità di collaborazione con gli enti di ricerca partner del progetto.

ORION

Orion da 25 anni è presente sul mercato nazionale e internazionale nel settore inquinamento aria e acqua (acque sotterranee, superficiali, di mare e di processi industriali). Come esempi tipici di applicazioni: rete di controllo acque di mare nel nord Adriatico, sul mar Nero (controllo qualità

acque di mare, acque profonde e sensori per il Warning tsunami), controllo e analisi dei depuratori in regione Campania, ecc. Questo per definire che le attività di Orion sono legate alla costruzione di tutte le apparecchiature per l'automazione e analisi delle acque.

Attualmente sono in produzione nello stabilimento di Capua- Pastorano (CE) Boe per alto mare, sistemi di analisi ad alta velocità per profili chimico fisici marini (fino a d un max di 100m), sensori chimico fisici e entro breve analizzatori per il controllo delle acque di scarico civili e industriali (progetto "Sourface" interamente progettato internamente).

Lo sviluppo di prodotti innovativi, orientati al mercato, è stato e sarà sempre il punto di forza del Gruppo (formato da quattro società Orion Srl, Unitec Srl, RT Environment Srl, MTX Srl). Tutta la produzione avviene in Italia negli stabilimenti di Veggiano (PD), Capua (Caserta), Modena. Ogni stabilimento è orientato ad una particolare produzione, Capua in questo caso produce Boe, mede, sistemi di comando, sensori allo stato solido (tecnica a film spesso).

• **Competitività tecnologica**

Tutte le attività di ricerca industriale e sviluppo tecnologico previste nei quattro OR del progetto offriranno significativi miglioramenti tecnologici e nuove conoscenze che immediatamente permetteranno un posizionamento competitivo nei diversi mercati di interesse delle imprese coinvolte e un posizionamento strategico delle attività degli EPR coinvolti. Tutte le attività del progetto risultano collocate in aree di interesse economico e tecnologico moderne e di interesse strategico per il nostro paese e rappresentano pertanto un'opportunità rilevante per il miglioramento competitivo a livello nazionale ed internazionale. Le tecnologie che verranno sviluppate rappresentano un vero cutting-edge nei diversi settori e offriranno opportunità di integrazione e conoscenze rilevanti nei vari ambiti considerati dal progetto. Come chiaramente sviluppato nello stato dell'arte relativo alle conoscenze nei diversi settori del progetto, l'offerta scientifica e tecnologica offerta dalle attività dei diversi OR risulta ben posizionata in mercati che risultano aperti a nuove conoscenze e sistemi applicativi.

LEONARDO SPA:

I sistemi di analisi e valutazione dei rischi del mare, implicano:

- Studi e sviluppo di tecniche algoritmiche ad elevata risoluzione
- Studio di tecnologie avanzate per la successiva realizzazione di array proiettori ed idrofonici operanti in una larga banda di frequenze.
- Studio ed ottimizzazione dei processi per una successiva integrazione e miniaturizzazione mirata ad ottenere sistemi modulari che utilizzano sensori ed array di sensori compatti.
- Studio per applicazioni nel campo delle acquisizioni sismiche marine.
- Studio per applicazioni nel campo dell'estrazione delle georisorse anche su fondali profondi.

L'adozione di sensori ed array di sensori a larga banda consente di coniugare le esigenze operative di sistemi di vario tipo.

In particolare, tali sensori ed array hanno una notevole versatilità d'impiego: dai sistemi mobili o fissi per il monitoring dell'ambiente marino ai sistemi di rilevamento dei fenomeni sismici.

MATER

Le attività di ricerca e sviluppo che verranno svolte da Mater nell'ambito del progetto, che si concretizzeranno in particolare con la sperimentazione di un impianto pilota utilizzando la tecnica di tecnica di "Supercritical Fluid Extraction", rappresentano per Mater e per le aziende consorziate a

Mater, un'opportunità di crescita tecnologica in grado di elevare notevolmente la loro capacità progettuale e di penetrazione di mercato. In particolare, le tecnologie che verranno sviluppate nel corso dell'OR2, consentono a Mater di proporsi al mercato come leader in un settore in cui la capacità progettuale rappresenta il maggior punto di discriminazione tra i diversi concorrenti. Le soluzioni tecnologiche che Mater sperimenterà nell'ambito del progetto non sono attualmente presenti sul mercato, italiano ed internazionale; all'estero esistono rari esempi di impipienti sperimentali con i quali, attualmente, si è solamente dimostrata la potenziale efficacia di questa promettente tecnologia. Pertanto, i risultati che Mater acquisirà a valle dello svolgimento del progetto rappresentano per essa un vantaggio competitivo che potrà "spendere" negli anni a venire sul mercato delle bonifiche in Italia e all'estero, cui si proporrà con tecnologie e know-how che superano lo stato dell'arte dei principali concorrenti.

ORION

Gli obiettivi che ci si pone sono:

- 1) Costruire analizzatori automatici continui di colibatteri e tossici
- 2) Costruire analizzatori automatici continui con tecnologia FIA
- 3) Sviluppare sistemi di automazione e controllo delle vasche per l'allevamento di specie acquatiche sia flora che fauna

Attualmente la tecnologia mondiale del punto 1 non esiste, ma è evidente l'interesse nel poter realizzare questo controllo in modo capillare, sia nei paesi sviluppati che in via di sviluppo. Una parte di questo turismo è vincolato alla qualità garantita delle acque (diciamo un DOC delle acque). Attualmente le aree turistiche sono interessate ad ottenere qualificazioni come ad esempio la "bandiera blu" che aumenta l'attrazione turistica per questi luoghi.

Per costruire una boa che trasmetta dati significativi per la balneabilità delle acque si deve stimare un costo non inferiore ai 250/300.000€ con una manutenzione annua pari al 15/20% del costo di installazione. Inoltre i parametri che misura in continuo non sono garanti della qualità biologica e chimica delle acque. Il Ns. obiettivo è fornire boe di piccole dimensioni distribuite in modo capillare sulle aree balneabili ad un costo che non superi i 30.000 € e una manutenzione pari al max 10% all'anno. In questo caso la boa sarebbe equipaggiata con sensori chimico fisici tradizionali, sensori delle specie di colibatteri e di sostanze tossiche per la salute umana.

Ovviamente la base principale di tutto è che la tecnologia messa a disposizione dai centri di ricerca del CNR di Napoli e dell'Università del Salento confermino le caratteristiche di base attualmente in fase di ricerca. Si parte da una logica legata al principio di sensori a base proteica sensibili al prodotto da analizzare (tecnica già sviluppata per i marker tumorali, individuate le proteine saranno replicate con biotecnologie). Le competenze messe a disposizione dalla Orion sia dal punto di vista tecnico che di marketing garantiscono un risultato molto elevato.

La tecnologia del punto 2 è relativa a quantità di prodotti da immettere sul mercato molto inferiori alla precedente ma su un mercato molto professionale di clienti interessati alla misura delle minime quantità di metalli nelle acque profonde di mare e nelle sorgive, il prodotto risulta competitivo se è possibile analizzare più metalli contemporaneamente e se tra questi sono presenti metalli quali mercurio, cromo ecc. Il Ns. obiettivo sarà anche:

- arrivare ad almeno un prototipo del costo complessivo di circa 7000€ per metallo (sempre se tra questi è presente mercurio e cromo) che abbia la possibilità di analizzare livelli di concentrazioni vicini allo zero. Dopo un periodo di sviluppo precompetitivo (2 anni) e la costruzione di una preserie (da 5 a 10 strumenti in base alle garanzie date dal prototipo) si potrà affrontare un mercato che ci vede già protagonisti in Italia e che ci vede preparati per l'estero (i paesi con ridotte possibilità di acque dolci o molto turistici sono i primi clienti (Cina, Europa e paesi dell'Est Europa sono i migliori clienti oltre a tutti i centri di ricerca).

Il terzo punto è ovviamente molto più semplice e dipende solo dalla tecnologia che la Orion può mettere a disposizione. L'obiettivo in questo caso è poter fornire un prodotto di serie in tutti le parti

del mondo facilmente installabile sia dal cliente finale (impianti di acquacultura avanzati) che da distributori a media professionalità. Sarà molto importante poter sviluppare un'automazione telecomandabile da qualsiasi parte del mondo, poter prelevare campioni significativi con costi molto bassi e bassa professionalità industriale, poter compattare il più possibile il sistema per rendere semplici gli allacci idraulici e elettrici (diciamo una IKEA dell'automazione). Il prodotto avrà varie opzioni per cui la quotazione dell'impianto potrà andare da un minimo di 30.000€ fino anche a 200.000€ per impianti di acquacultura sofisticati (quello sperimentale per l'allevamento della posidonia è significativo).

- **Ricadute economiche dei risultati attesi**

I risultati attesi, che in seguito a successiva industrializzazione possono trasmutarsi in nuovi prodotti da immettere sul mercato sono i seguenti:

È intenzione della costituenda aggregazione DT Amar di sfruttare industrialmente i risultati raggiunti con il presente progetto di ricerca, utilizzando lo strumento dello “**spin-off**”.

In particolare, i partner industriali e scientifici del progetto intendono costituire uno spin-off (nelle forme che giuridicamente verranno ritenute più opportune) al fine di gestire le successive fasi di industrializzazione e di ingegnerizzazione, sia in termini tecnico/scientifici che in termini finanziari e gestionali.

Lo spin-off, in tal senso, rappresenterà il braccio operativo sul mercato del Distretto, relativamente agli ambiti tecnologici esplorati e sviluppati con il presente progetto.

Si è infatti convinti che attraverso uno spin-off possano essere contemporaneamente perseguiti i seguenti obiettivi:

- ✓ rapidità decisionale (una sola “azienda”, di piccole dimensioni, necessità di tempi estremamente inferiori rispetto a quelli necessari per azioni concordate tra diverse aziende di medie e grandi dimensioni, seppur aggregate in un Distretto Tecnologico);
- ✓ capacità di attrarre finanziatori istituzionali (lo strumento dello spin-off è infatti uno degli strumenti privilegiati dalle società di venture capital o simili);
- ✓ convergenza dei piani di sviluppo industriale;
- ✓ capacità di produrre innovazione (grazie alla presenza del CNR nella compagine dello spin-off);
- ✓ possibilità di coinvolgere, in modo snello ed efficace, nuovi soggetti interessati all'industrializzazione e agli sviluppi commerciali dei risultati delle attività scientifiche del Distretto.

LEONARDO SPA

Il mercato in grado di recepire il prodotto tecnologico derivabile dai sensori innovativi e dai sistemi che li adottano, è vario per le molteplici applicazioni.

Più in particolare, le conoscenze acquisibili dalle attività di studio, condotte sia a breve sia a medio/lungo termine, su sensori e sistemi avanzati, investigati da LEONARDO SPA nel presente progetto, consentono di:

- a) incrementare la fetta di mercato di prodotti appartenenti al core business della LEONARDO SPA, che opera nel campo sia dei trasduttori sia dei sottosistemi integrati;

b) acquisire nuove aree di mercato, in virtù della versatilità d'impiego del prodotto (monitoring, sistemi di classifica per immagini impiegabili nel campo off-shore, sistemi per la visualizzazione e l'analisi degli scenari sottomarini, sistemi per la rivelazione della scia di piattaforme navali . "wake homing" -, etc.).

Di seguito è illustrato la situazione attuale del mercato accessibile con la posizione delle principali aziende del settore, inclusa LEONARDO SPA.



La situazione espressa dal grafico si riferisce ad un valore totale annuo di mercato di 16 milioni di euro.

Di seguito è illustrato la situazione prevista del mercato di riferimento con la posizione delle principali aziende del settore, inclusa LEONARDO SPA.



La situazione espressa dal grafico si riferisce ad un valore totale annuo di mercato stimato di 22 milioni di euro.

MATER

In Italia il mercato relativo alla realizzazione degli impianti di bonifica è limitato soltanto dalla capacità finanziaria degli enti (quasi esclusivamente pubblici) preposti al risanamento ambientale. Si ritiene che la possibilità di offrire al mercato una nuova tecnologia con un rapporto costo/beneficio particolarmente vantaggioso possa non solo consentire a Mater di guadagnare mercato tra le aziende concorrenti ma anche consentire l'avvio di nuove attività di bonifica oggi non attivabili con le attuali tecnologie disponibili. Occorre sottolineare, inoltre, che le ricadute economiche, seppur difficilmente quantificabili (si tratta di impianti che potranno essere disponibili sul mercato a seguito di una industrializzazione da realizzarsi a sua volta a valle del progetto) riguardano sia la realizzazione ex novo di impianti di medie e grosse dimensioni (il cui impatto economico di ciascuno di essi, per Mater, è misurabile nell'ordine dei milioni di euro) sia l'assistenza e la consulenza a soggetti (pubblici e privati) già impegnati in attività di bonifica, verso i quali Mater potrà proporsi come partner tecnologico e consulente tecnico/scientifico. In particolare, si ritiene che il reddito operativo lordo annuo che genereranno, a regime, le attività legate alla nuova tecnologia sviluppata da Mater nell'ambito del progetto, sia superiore all'investimento che Mater (al netto del contributo MIUR) affronterà per la realizzazione della presente iniziativa (pari a circa € 500.000,00).

ORION

Le ricadute economiche sono pesantemente legate ai risultati della ricerca. Attualmente il mercato per il punto 1 è pronto e le quantità di vendita auspicabili sono elevate. Il problema unico è quale risultato si raggiunge nello sviluppo sensoristico.

Partendo da un dato ipotizzabile, dopo 2 anni di lavoro si può ottenere un prodotto chiamato "flagblu" che fornisce i seguenti dati in continuo : analisi della torbidità, dei colibatteri, della temperatura, delle sostanze tossiche tra cui le diossine (queste solo per un mercato più ristretto e molto nazionale). Sarà costruito con una dimensione non superiore a un cubo di 300mm di lato e installabile su boa, meda, f isso sulla parete di un porto commerciale o turistico ad un prezzo che sarà inversamente proporzionale alla quantità venduta.

Possiamo ipotizzare un prezzo di 30.000€ (prezzo di vendita commerciale sui mercati internazionali). Quantità possibili dopo una prima serie prototipale : da 5 a 20 pezzi in base alla sicurezza data dal prototipo, che avrà una gestazione precompetitiva di almeno 12 mesi dopo la fine del progetto e le conclusioni scientifiche sullo stesso.

Quantità vendibili il primo anno 20 pezzi, il secondo anno 100 pezzi, fino ad un assestamento sui 250/300pezzi annui.

Se il prezzo fosse 15.000€ sicuramente le quantità commerciabili sarebbero almeno il doppio, e per importi inferiori ai 10.000€ si supererebbero i 300 pezzi anno (con una serie di upgrade per la fornitura anche a laboratori chimici e enti ambientali).

• Previste ricadute occupazionali

La creazione dello spin-off comporterà automaticamente la richiesta di occupazione qualificata, in gran parte reperita attraverso le figure professionali formate nel collegato progetto di formazione.

LEONARDO SPA

Il Progetto di Ricerca, per i suoi contenuti altamente specialistici ed innovativi nel campo delle tecnologie dei sistemi ad alta risoluzione e di conseguenza dei sensori a larga banda di frequenze, si

riflette sulla realtà industriale dello Stabilimento di Pozzuoli della ditta LEONARDO SPA nelle prospettive di seguito descritte.

a) Prospettive a Breve Termine

Per gli aspetti di Ricerca e Sviluppo industriale inerenti all'arco temporale dei prossimi cinque anni si prevede:

- Adeguamenti di organico di R&S successivi al termine del progetto, quantizzabile in 2 risorse.
- Salvaguardia di circa 15 posti di lavoro in area operativa, di cui circa il 70% nei settori di Studio, Progetto e Sviluppo ed il 30% nei settori di Fabbricazione e Collaudo.

b) Prospettive a Medio-Lungo Termine

Le prospettive occupazionali relative ad un arco temporale di 10 anni (2013-2023) sono dipendenti da due fattori:

- Dimensioni, in termini quantitativi ed economici, di eventuali sistemi sensoriali basati sull'industrializzazione di quanto deriva dal presente Progetto di Ricerca.
- Altre esigenze di Mercato (Nazionale ed Internazionale) di sistemi o parti in esso impiegate, sempre derivanti dalle componenti di R&S tipiche del presente Progetto di Ricerca.

Le ricadute occupazionali, o comunque di salvaguardia occupazionale, possono ad oggi stimarsi, nell'arco temporale sopra citato, di circa 10 unità lavorative medie annue in una realtà industriale che non è solo costituita dalle aziende partecipanti al presente Progetto di Ricerca, ma che comprende anche piccole-medie aziende dell'indotto (non solo campano ma anche delle altre regioni della convergenza) per prestazioni e servizi accessori (ad es. costruzione circuiti stampati, aziende meccaniche, etc.).

MATER

L'impegno del personale di Mater e/o delle sue consorziate nel progetto è pari circa 8 anni/uomo nel periodo di realizzazione dell'iniziativa. Circa un terzo di tali risorse verranno acquisite appositamente a seguito di selezione; al termine del progetto, Mater e/o le sue aziende consorziate manterranno i profili di maggiore interesse. A regime, inoltre, la realizzazione di nuovi impianti di bonifica rappresenta un'opportunità occupazionale per profili professionali di vari livelli (tecnici, responsabili si impianto, progettisti, etc.); in tal senso non trascurabile è l'incremento occupazionale indotto.

ORION

Il progetto ha per fine una ricerca in un settore in cui l'Azienda oggi è presente. Lo stabilimento di Capua ha un area libera per ulteriori produzioni industriali; le macchine per la costruzione di tutti gli apparati periferici (elettronica miniaturizzata, contenitori stagni, boe ecc. sono già presenti, ma non ha la tecnologia per la produzione dei biosensori la quale sarà affidata o ad aziende terze o all'interno in base alle necessità industriali ed ai consigli degli enti di ricerca. Dobbiamo pertanto dividere le posizioni occupazionali tra ricercatori durante il periodo di ricerca e occupati in base a quanto si raggiunge nello sviluppo dei prototipi.

Il ns budget prevede:

- 1 laureato in tecniche elettroniche e di telecomunicazione per un periodo di 24 mesi
- 1 laureato in biologia o chimica per un periodo di 24 mesi
- 1 perito informatico ed elettronico per un periodo di 24 mesi

In fase di produzione, pur avendo già personale esperto nella costruzione delle macchine pensiamo ad un'assunzione minima di 2 addetti oltre quelli attualmente presenti se i progetti non daranno i

risultati tecnici e di marketing previsti, fino ad almeno 10 unità di cui 4 tecnici, 2 operai professionali e 4 laureati in materie scientifiche se i risultati della ricerca sono quelli attesi. La società per sua filosofia non assume personale a tempo determinato se non nel periodo iniziale di ricerca o per scopi non oggetto della ragione sociale (applicazioni particolari di SW o prodotti non oggetto del core business). La professionalità necessaria nell'ambito della Ns. attività non permette di avere personale esperto prima di almeno 2 anni di lavoro.

Impatto atteso sul riposizionamento strategico delle imprese proponenti e del sistema socioeconomico delle Regioni della Convergenza e

Il progetto contribuisce notevolmente al riposizionamento strategico del sistema socioeconomico della Regione Sicilia attraverso un innalzamento degli standard di controllo e risanamento dell'ambiente marino-costiero, nonché per il salto tecnologico che consente alle aziende aderenti al Distretto di riposizionare sul mercato i propri prodotti, con l'ambizione di meglio competere a livello internazionale.

Contestualmente, la stretta collaborazione delle aziende con gli EPR anche al fine di acquisire nuove tecnologie di controllo e ripristino dell'ambiente, dirige l'attività imprenditoriale verso nicchie di mercato ad alto valore aggiunto, del tutto inesplorate nel territorio di riferimento del DT AMar ma poco affrontate anche a livello nazionale ed internazionale.

In ogni caso, i risultati attesi dal presente progetto consentono al Distretto, alle aziende ed agli enti proponenti ed allo spin-off che verrà creato, di affrontare problematiche di risanamento ambientale con tecnologie e metodologie "integrate", attualmente non disponibili sul mercato se non a fronte di enormi investimenti a carico delle amministrazioni interessate al risanamento.

Si ritiene, quindi, che la proposta "commerciale" di cui si disporrà a valle delle attività di industrializzazione dei risultati del progetto consentirà ai proponenti di riposizionare la propria offerta a livello internazionale, con rilevanti ricadute socio-economiche nelle regioni della convergenza, presso cui verrà effettuato lo sfruttamento industriale.

LEONARDO SPA

Per comprendere l'impatto della costruzione progettuale sul complesso posizionamento del sistema socioeconomico delle Regioni della Convergenza occorre tratteggiare sinteticamente il quadro complessivo posto dalla politica di coesione.

Per definizione, la politica di coesione mira a produrre risultati concreti, promuovere la coesione economica e sociale e ridurre il divario di sviluppo tra le varie regioni. Facendo leva sul potenziale di sviluppo che esiste in tutte le regioni, i programmi della politica di coesione promuovono una crescita equilibrata e la creazione di occupazione.

Mediante un approccio integrato, essi favoriscono lo sviluppo sostenibile delle regioni e dell'intera UE.

Le tre linee guida della Politica di Coesione riprendono gli assi fondamentali degli obiettivi di sviluppo di Lisbona e Goteborg:

Rendere più attraenti gli Stati Membri, le regioni e le città migliorando l'accessibilità, garantendo servizi di qualità e salvaguardando le potenzialità ambientali.

Promuovere l'innovazione, l'imprenditoria e lo sviluppo dell'economia della conoscenza attraverso azioni di ricerca ed innovazione, comprese le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

Creare nuovi e migliori posti di lavoro attirando un maggior numero di persone verso il mercato del lavoro o l'attività imprenditoriale, migliorando l'adattabilità dei lavoratori e delle imprese e aumentando gli investimenti nel capitale umano.

Il Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR), il Fondo sociale europeo (FSE) e il Fondo di coesione contribuiscono al conseguimento di tre obiettivi: Convergenza, Competitività regionale e Occupazione e Cooperazione territoriale europea.

La ragione di fondo dell'obiettivo Convergenza è promuovere condizioni che favoriscano la crescita e fattori che portino a una convergenza reale per gli Stati membri e le regioni meno sviluppate. Nell'UE27 questo obiettivo interessa – in 18 Stati membri – 84 regioni con una popolazione di 154 milioni di persone, il cui PIL pro capite è inferiore a 75% della media comunitaria nonché – su una base di esclusione progressiva (phasing-out) – altre 16 regioni con 16,4 milioni di abitanti il cui PIL supera soltanto di poco la soglia a causa dell'effetto statistico dell'UE allargata. L'importo disponibile contestualmente all'obiettivo Convergenza è di € 282,8 miliardi, pari a 81,5% del totale ed è ripartito come segue: € 199,3 miliardi per le regioni Convergenza, mentre € 14 miliardi sono riservati alle regioni “phasing-out” e € 69,5 miliardi al Fondo di coesione, il quale interessa 15 Stati membri.

Al di fuori delle regioni Convergenza, l'obiettivo Competitività regionale e occupazione intende rafforzare la competitività e l'attrattività delle regioni nonché l'occupazione a livello regionale. L'obiettivo di Cooperazione territoriale europea, in ultimo, rafforzerà la cooperazione transfrontaliera mediante iniziative congiunte a livello locale e regionale, la cooperazione transnazionale volta a uno sviluppo territoriale integrato e la cooperazione e lo scambio di esperienze a livello interregionale.

Per raggiungere tali obiettivi è stata definita una strategia globale basata sulla conoscenza, sulla ricerca, sull'innovazione e sul capitale umano, che ha incentrato ed aumentato considerevolmente le risorse finanziarie stanziata a favore di questi settori d'intervento, come richiesto dalle nuove disposizioni in materia di destinazione degli stanziamenti.

Gli Stati membri e le regioni d'Europa devono ispirarsi alle buone prassi che hanno prodotto visibili risultati positivi in termini di crescita e di occupazione, perseguendo l'obiettivo dello sviluppo sostenibile e favorendo le sinergie tra la dimensione economica, sociale e ambientale.

Sulla base di questi orientamenti strategici comunitari si è definito il nuovo Quadro Strategico Nazionale, il documento politico di riferimento dei nuovi Programmi Operativi, finalizzato a trasferire le indicazioni della normativa comunitaria in indirizzi strategici ed operativi per l'attuazione in Italia di una “politica regionale unitaria” per il periodo 2007/2013.

Queste considerazioni si attagliano perfettamente anche al contesto campano.

Il Quadro Strategico regionale, infatti, è stato delineato grazie ad un forte impianto valutativo che ha accompagnato la politica regionale 2000-2006, che ha consentito di individuare i risultati conseguiti ed i fattori che hanno impedito il conseguimento degli obiettivi. Tale analisi sostiene, in primo luogo, la scelta di confermare l'impostazione generale della politica regionale di sviluppo orientata da criteri di valutazione, monitoraggio e premialità, così come caratterizzata da una governance multilivello, articolata in tematiche e progetti prioritari che trovano integrazione nei territori.

Questa è la matrice dei processi decisionali in chiave strategica dell'Istituzione regionale.

Tra le priorità che interessano settori di intervento ai quali fanno riferimento anche gli strumenti programmatici di altre politiche comunitarie, si inscrivono quelle per la ricerca e lo sviluppo tecnologico (Settimo Programma Quadro) e per l'innovazione (PIC), ma anche quelle per l'ambiente (LIFE+), l'apprendimento lungo tutto l'arco della vita, la società dell'informazione, la sicurezza, l'occupazione e la solidarietà sociale.

Nel periodo 2007-13 le iniziative a favore dell'ICT costituiscono ambito di intervento preferenziale per la Regione Campania. Il Progetto di Ricerca “Marine Hazard”, in particolare, relativo a sistemi per la valutazione dei rischi in ambito subacqueo, ha anche delle notevoli ricadute sull'ambiente che può essere una fonte di crescita economica; si pensi, ad esempio, alle tecnologie innovative ecocompatibili, che promuovono un uso efficiente dell'energia, all'ecoturismo o al rilancio di alcune zone attraverso la protezione degli habitat naturali.

Tutte le politiche dell'UE devono garantire lo sviluppo sostenibile e un elevato livello di protezione ambientale. Di qui l'obbligo per gli Stati membri di effettuare valutazioni dell'impatto e consultare le autorità ambientali e l'opinione pubblica quando attuano determinati tipi di progetti, anche se finanziati dalla politica di coesione.

Appare evidente come la proposta progettuale si inquadri perfettamente all'interno dei driver strategici posti dalla normativa e dalla documentazione regionale, nazionale e sovranazionale. Come precedentemente affermato, il presente progetto si pone l'obiettivo complessivo di sviluppare un sistema di monitoraggio dell'ambiente marino, che consenta al contempo di detettare e localizzare le fonti acustiche di rumore e di controllare i parametri geofisici.

La soluzione tecnologica prospettata integra le più avanzate tecnologie nella sensoristica acustica, nell'acquisizione e trasmissione dei dati e nel trattamento e modellistica predittiva dei dati in tempo reale.

A partire da questa sintetica definizione sembra chiaro che il progetto si candidi a pieno titolo a gravitare nell'orbita di interesse settoriale ICT, la quale come precedentemente affermato è stata riconosciuta come una priorità assoluta tra le aree di intervento Campane capaci di condizionare le politiche di sviluppo nazionali e sovranazionali.

Le peculiari caratteristiche e le modalità operative ipotizzate all'interno dell'idea progettuale esprimono chiaramente le capacità della stessa di inserirsi a pieno titolo all'interno delle evoluzioni settoriali registrate sui temi dell'informazione e della comunicazione, intendendo questi ultimi soprattutto come flusso di risorse da veicolare in tempo utile a scopi preventivi ed a sostegno della conoscenza. Questa declinazione si postula possibile in base all'utilizzo sistematico e scientifico delle soluzioni tecnologiche proposte dalla frontiera dell'innovazione.

La capacità del progetto di candidarsi ad effettuare il monitoraggio ed il controllo permanente dell'ambiente marino, con diretto impatto sia per ciò che riguarda le sue proprietà fisiche e di carattere spiccatamente ambientale sia per quanto riguarda le attività marittime e commerciali, esprime la tendenziale coincidenza tra i fattori fondanti della proposta ed i fondamentali driver di sviluppo delle politiche di coesione.

La possibilità di tracciare ampie mappature grazie all'utilizzo di un numero significativo di punti di rilevazione rende la soluzione approntata particolarmente adatta alla soluzione di problematiche di natura ambientale su vasta scala consente di ottenere flussi informativi propedeutici alla gestione razionale delle attività produttive di riferimento.

Questo progetto, infine, si distingue per la particolare capacità di accogliere soluzioni tecnologiche caratterizzate da un elevatissimo tasso di innovazione applicato ad un comparto produttivo in grado di registrare ricadute socioeconomiche di elevatissimo livello.

La capacità di far convivere il settore ICT, caratterizzato da elevatissima presenza di innovazione tecnologica, con quello ambientale qualifica il progetto come multisettoriale, in modo da amplificare l'impatto moltiplicativo delle ricadute economiche e sociali.

- **Previsione della localizzazione dello sfruttamento industriale**

Lo sfruttamento industriale dei risultati, gestiti dallo spin-off, avverrà per la maggior parte nel territorio siciliano.

In particolare, nel pianificare la valorizzazione e lo sfruttamento industriale del know how che sarà sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca si è tenuto conto di quelle che sono le esigenze del mercato e delle necessità che le aziende partecipanti ritengono di soddisfare al fine di presentarsi come leader tecnologici sui mercati internazionali.

La componente produttiva e di continuo sviluppo del sistema rimarrà presso le aziende aderenti al Distretto, già attrezzate per svolgere tali attività presso le loro sedi presenti in zona convergenza.

LEONARDO SPA

Lo stabilimento coinvolto nello sfruttamento industriale del progetto è, per LEONARDO SPA, quello di Monterusciello in Pozzuoli (Napoli) in cui l'azienda opera.

Chiaramente potranno essere coinvolte medie e piccole imprese di supporto, localizzate prevalentemente in Campania, senza però escludere il coinvolgimento di PMI presenti in altre regioni della convergenza.

5) ARTICOLAZIONE DEI COSTI

CNR

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabria	Campania	Puglia	Sicilia		Calabria	Campania	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI				2,17	2,17				0,00	0,00
	1.1	SS				0,08	0,08				0,00	0,00
	1.2	RI				1,67	1,67				0,00	0,00
	1.2	SS				0,08	0,08				0,00	0,00
	1.3	RI				0,58	0,58				0,00	0,00
	1.3	SS				0,17	0,17				0,00	0,00
	1.4	RI				0,42	0,42				0,00	0,00
	1.4	SS				0,17	0,17				0,00	0,00
O R2	2.1	RI				1,33	1,33				0,00	0,00
	2.1	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
	2.2	RI				2,42	2,42				0,28	0,28
	2.2	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
	2.3	RI				1,33	1,33				0,28	0,28
	2.3	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
O R3	3.1	RI				1,58	1,58				0,00	0,00
	3.1	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
	3.2	RI				0,67	0,67				0,00	0,00
	3.2	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
	3.3	RI				0,0	0,0				0,00	0,00
	3.3	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
	3.4	RI				0,0	0,0				0,00	0,00
	3.4	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
O R	4.1	RI				0,0	0,0				0,00	0,00
	4.1	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
	4.2	RI				0,0	0,0				0,00	0,00
	4.2	SS				3,80	3,80				0,86	0,86
	4.3	RI				0,0	0,0				0,00	0,00
	4.3	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
	4.4	RI				0,0	0,0				0,00	0,00
	4.4	SS				0,0	0,0				0,00	0,00
	4.5	RI				0,0	0,0				1,52	1,52
	4.5	SS				6,67	6,67				0,00	0,00

ENEA

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	R/S	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabria	Campania	Puglia	Sicilia		Calabria	Campania	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI		0,80		0,00	0,80				0,00	0,00
	1.1	SS		0,00		0,00	0,0				0,00	0,00
	1.2	RI		0,15		0,00	0,15				0,00	0,00
	1.2	SS		0,00		0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	RI		0,00		0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	SS		0,00		0,00	0,00				0,00	0,00
	1.4	RI		0,0		0,80	0,80				0,00	0,00
	1.4	SS		0,00		0,00	0,00				0,00	0,00
O R2	2.1	RI		0,70		0,00	0,70		0,20		0,00	0,20
	2.1	SS		0,00		0,40	0,40				0,00	0,00
	2.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R3	3.1	RI				2,30	2,30				0,69	0,69
	3.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	RI				1,00	1,0				0,00	0,00
	3.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R	4.1	RI		0,44		0,00	0,44				0,00	0,00
	4.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	SS				0,00	0,00				0,00	0,00

INFN

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Tota le	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R2	2.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R3	3.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	RI				6,00	6,00				0,00	0,00
	3.4	SS				0,67	0,67				0,00	0,00
O R	4.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	SS				0,00	0,00				0,00	0,00

INGV

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI				1,92	1,92				0,00	0,00
	1.1	SS				0,08	0,08				0,00	0,00
	1.2	RI				1,67	1,67				0,00	0,00
	1.2	SS				0,08	0,08				0,00	0,00
	1.3	RI				0,46	0,46				0,00	0,00
	1.3	SS				0,13	0,13				0,00	0,00
	1.4	RI				0,29	0,29				0,00	0,00
	1.4	SS				0,13	0,13				0,00	0,00
O R2	2.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R3	3.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	RI				2,25	2,25				0,00	0,00
	3.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R	4.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	SS				0,00	0,00				0,00	0,00

ISPRA

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI				1,33	1,33				0,00	0,00
	1.1	SS				0,08	0,08				0,00	0,00
	1.2	RI				0,67	0,67				0,00	0,00
	1.2	SS				0,08	0,08				0,00	0,00
	1.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.4	RI				1,58	1,58				0,00	0,00
	1.4	SS				0,08	0,08				0,00	0,00
O R2	2.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R3	3.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R	4.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	SS				0,00	0,00				0,00	0,00

IZS

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI				1,83	1,83				0,00	0,00
	1.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R2	2.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.1	SS				0,83	0,83				0,00	0,00
	2.2	RI				0,08	0,08				0,00	0,00
	2.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	SS				0,83	0,83				0,00	0,00
O R3	3.1	RI				0,08	0,08				0,00	0,00
	3.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R	4.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	SS				0,00	0,00				0,00	0,00

SZN

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R2	2.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R3	3.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R	4.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	RI		4.83			4.83		0,00			0,00
	4.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	SS		0,00			0,00		0,00			0,00

CERICT

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R2	2.1	RI		3,00			3,00		1,89			1,89
	2.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R3	3.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R	4.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	SS		0,00			0,00		0,00			0,00

CONISMA

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI				0,67	0,67				0,00	0,00
	1.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.2	RI				0,67	0,67				0,00	0,00
	1.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	1.4	RI				0,08	0,08				0,00	0,00
	1.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R2	2.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	2.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R3	3.1	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	3.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
O R	4.1	RI				5,83	5,83				2,59	2,59
	4.1	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.2	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.3	RI				3,42	3,42				0,00	0,00
	4.3	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.4	SS				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	RI				0,00	0,00				0,00	0,00
	4.5	SS				0,00	0,00				0,00	0,00

MATER

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI		00			0,00				0,00	0,00
	1.1	SS		00			0,00				0,00	0,00
	1.2	RI		00			0,00				0,00	0,00
	1.2	SS		00			0,00				0,00	0,00
	1.3	RI		00			0,00				0,00	0,00
	1.3	SS		00			0,00				0,00	0,00
	1.4	RI		00			0,00				0,00	0,00
	1.4	SS		00			0,00				0,00	0,00
O R2	2.1	RI		1,92			1,92				0,00	0,00
	2.1	SS		0,00			0,00				0,00	0,00
	2.2	RI		4,00			4,00				0,00	0,00
	2.2	SS		0,00			0,00				0,00	0,00
	2.3	RI		2,67			2,67				2,53	2,53
	2.3	SS		0,00			0,00				0,00	0,00
O R3	3.1	RI		00			0,00				0,00	0,00
	3.1	SS		00			0,00				0,00	0,00
	3.2	RI		00			0,00				0,00	0,00
	3.2	SS		00			0,00				0,00	0,00
	3.3	RI		00			0,00				0,00	0,00
	3.3	SS		00			0,00				0,00	0,00
	3.4	RI		00			0,00				0,00	0,00
	3.4	SS		00			0,00				0,00	0,00
O R	4.1	RI		00			0,00				0,00	0,00
	4.1	SS		00			0,00				0,00	0,00
	4.2	RI		00			0,00				0,00	0,00
	4.2	SS		00			0,00				0,00	0,00
	4.3	RI		00			0,00				0,00	0,00
	4.3	SS		00			0,00				0,00	0,00
	4.4	RI		00			0,00				0,00	0,00
	4.4	SS		00			0,00				0,00	0,00
	4.5	RI		00			0,00				0,00	0,00
	4.5	SS		00			0,00				0,00	0,00

ENVIROCONSULT

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Tota le	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R2	2.1	RI		1,83			1,83		0,00			0,00
	2.1	SS		0,17			0,17		0,00			0,00
	2.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R3	3.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R	4.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	SS		0,00			0,00		0,00			0,00

ORION

Personale e consulenze [Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Tota le	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		Calabri a	Campan ia	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00

	1.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
<i>O</i> <i>R2</i>	2.1	RI		4,00			4,00		3,03			3,03
	2.1	SS		0,33			0,33		0,00			0,00
	2.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
<i>O</i> <i>R3</i>	3.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	RI		2,50			2,50		0,78			0,78
	3.3	SS		0,38			0,38		0,06			0,06
	3.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
<i>O</i> <i>R</i>	4.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	SS		0,00			0,00		0,00			0,00

LEONARDO SPA

Personale e consulenze

[Impegno in anni-uomo]

O.R./ ATTIVITA'	RI/ SS	Personale					Consulenze					
		87.3a Convergenza				Totale	87.3a Convergenza				Totale	
		Calabria	Campania	Puglia	Sicilia		Calabria	Campania	Puglia	Sicilia		
O R1	1.1	RI		1,20			1,20		0,00			0,00
	1.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.3	RI		12,85			12,85		0,00			0,00
	1.3	SS		1,80			1,80		0,00			0,00
	1.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	1.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R2	2.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	2.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R3	3.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	3.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
O R	4.1	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.1	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.2	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.3	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.4	SS		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	RI		0,00			0,00		0,00			0,00
	4.5	SS		0,00			0,00		0,00			0,00

6) REQUISITI PER LA CONCESSIONE DI ULTERIORI AGEVOLAZIONI

Il presente Progetto comporta sia la collaborazione effettiva fra almeno due dei soggetti, di cui al comma 1 dell'art. 5, DM 593/00, dalla lettera a) alla lettera d), indipendenti l'uno dall'altro, secondo le condizioni previste, sia il requisito dello svolgimento in cooperazione tra uno dei soggetti di cui sopra e uno dei soggetti di cui al comma 3 dell'articolo 5 del D.M. 593/00 e s.m.i., ossia Università, Enti di ricerca di cui all'art. 8 del DPCM

30.12.1993 n. 593, e s.m.i., ENEA, ASI ed altri organismi di ricerca, sussistendo anche per questo le condizioni previste dalla normativa. Si specifica che la percentuali di costo del progetto sono pari ad un totale del 66% per gli EPR e del 34% per le Aziende.

Allegato 1

CURRICULUM VITAE DEL RESPONSABILE DI PROGETTO

**FORMATO EUROPEO
PER IL CURRICULUM
VITAE**



INFORMAZIONI PERSONALI

Nome **SPROVIERI Mario**
Indirizzo Via del Mare, 3
91021 - Torretta Granitola (fraz. C/bello di Mazara)
Italia
Telefono +39 0924 40600
Fax +39 0924 40445
Mobile + 39 335 8746499
E-mail mario.sprovieri@iamc.cnr.it

Nazionalità Italiana

Data di nascita 05/08/1969

ESPERIENZA LAVORATIVA

Date **Da Aprile 2001 ad oggi**
Funzione o posto occupato Ricercatore III Livello
Nome e indirizzo del datore di lavoro Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR), Calata Porta di Massa, Interno
lavoro Porto
80133 Napoli (NA)
Tipo o settore d'attività Ricerca

Date **Da Aprile 2001 ad oggi**
Funzione o posto occupato Responsabile del Laboratorio di geochimica organica, inorganica ed isotopica
Nome e indirizzo del datore di lavoro Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR), Calata Porta di Massa, Interno
lavoro Porto
80133 Napoli (NA)
Tipo o settore d'attività Ricerca

Date **Da Giugno 2009 ad oggi**

Funzione o posto occupato
Nome e indirizzo del datore di lavoro

Tipo o settore d'attività

Date

Funzione o posto occupato
Nome e indirizzo del datore di lavoro

Tipo o settore d'attività

Date

Funzione o posto occupato
Nome e indirizzo del datore di lavoro

Tipo o settore d'attività

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

Date

Certificato o diploma ottenuto
Nome e tipo d'istituto di istruzione o formazione

Principali materie/competenze professionali apprese

Date

Certificato o diploma ottenuto

Nome e tipo d'istituto di istruzione o formazione

Principali materie/competenze professionali apprese

PROFILO SCIENTIFICO E COMPETENZE PROFESSIONALI

Responsabile della UOS di Capo Granitola

UOS di Capo Granitola, Via del Mare, 3
91021 - Torretta Granitola (fraz. C/bello di Mazara)

Ricerca

Da Ottobre 2008 ad oggi

Responsabile del Gruppo di geochimica dell' IAMC-CNR di Capo Granitola

UOS di Capo Granitola, Via del Mare, 3
91021 - Torretta Granitola (fraz. C/bello di Mazara)

Ricerca

Da Ottobre 2005 ad oggi

Responsabile della Commessa del CNR "Biogeochimica dell'ambiente marino"

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR), Calata Porta di Massa, Interno Porto
80133 Napoli (NA)

Ricerca

Settembre 1994-Luglio 1997

Dottorato di Ricerca

Dipartimento CFTA dell'Università di Palermo

'Paleoceanografia e Ciclostratigrafia dell'intervalloTortoniano-Messiniano: evidenze da indicatori geochimici in campionature ad alta risoluzione'

Tutors Prof. A. Longinelli e Prof. A. Belanca

Novembre 1988- Luglio 1992

Laurea

Dipartimento CFTA dell'Università di Palermo

'Ciclostratigrafia (foraminiferi planctonici, minerali argillosi, isotopi stabili). Sezione di Falconara (Miocene superiore)' Relatori: Prof. A. Bellanca e Prof. E. Di Stefano

Mario Sprovieri ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Geochimica (1997) presso l'Università di Palermo. E' stato quindi Ricercatore a contratto in differenti Sedi dell'Istituto IAMC-CNR, Professore a contratto di "Laboratorio di Oceanografia" presso la Facoltà di Scienze Ambientali dell'Università di Palermo e Professore a contratto di "Oceanografia Chimica" presso l'Università 'Parthenope' di Napoli. Attualmente è Ricercatore e Responsabile dei Laboratori di Geochimica presso le sedi

dell'Istituto IAMC-CNR di Napoli e Capo Granitola. Da giugno 2009 è Responsabile della UOS di Capo Granitola (IAMC-CNR).

La sua attività di ricerca è principalmente focalizzata sui seguenti temi: i) studio della variabilità naturale del clima e del sistema oceano dal Cretacico al tardo Neogene attraverso l'uso di traccianti isotopici, chimici e biologici, ii) ricerca sulle dinamiche di interazione all'interno del bacino Mediterraneo tra litosfera, atmosfera e biosfera, iii) studio dei potenziali meccanismi di trasferimento di contaminanti organici ed inorganici in aree marino- costiere fortemente antropizzate.

E' attualmente *team leader* del progetto europeo ITN GTSnext focalizzato alla ricostruzione del tuning astronomico della parte superiore del Cretacico. E' stato ed attualmente Principal Investigator dei progetti europei EURCEANS, JERICO, PERSEUS e SESAME con l'obiettivo di applicare tecniche di geochimica isotopica per la definizione dei cicli biogeochimici del carbonio e dell'azoto nel bacino mediterraneo. E' coordinatore e responsabile di diversi progetti nazionali e internazionali focalizzati all'applicazione di tecniche isotopiche per lo studio di catene trofiche marine e lo studio della distribuzione di contaminanti organici ed inorganici in aree marino-costiere. E' stato coordinatore di cinque scuole estive internazionali di Paleoclimatologia. Ha pubblicato più di 90 lavori su riviste internazionali di paleoceanografia, stratigrafia e scienze ambientali. E' responsabile della Commessa "Biogeochimica dell'ambiente marino". E' revisore abituale di molte riviste internazionali di paleoceanografia, stratigrafia integrata e scienze ambientali.

PRINCIPALI PROGETTI DI RICERCA

EUROCEANS (*Principal Investigator*) - European network of excellence for Ocean Ecosystem Analysis – Sixth Framework Program/Contract Reference 511106 (2005-2009)

VECTOR - Vulnerabilità delle Coste e degli ecosistemi marini italiani ai cambiamenti climatici e loro ruolo nei cicli del carbonio mediterraneo - Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca (2005-2008)

ANDRILL (*Principal Investigator*)– Antarctic geological DRILLing Programme (2006-2010)

COFIN 2003-2005 (*Partecipante UO di Palermo*) - "Ricostruzione ad alta risoluzione dell'evoluzione paleoclimatica, paleoceanografica ed eco-biostratigrafica del bacino Mediterraneo nel tardo Quaternario (0-450 ky bp) in base all'analisi di traccianti faunistici, floristici, chimici e isotopici"

COFIN 2006-2008 (*Partecipante UO di Napoli*) – "Sedimentologia dei Travertini di Tivoli"

COFIN 2006-2008 (*Partecipante UO di Padova*) - "Analisi biostratigrafica a plancton calcareo e ricostruzione paleoceanografica multi disciplinare (foraminiferi, nannofossili calcarei, isotopi e geochimica) dell'intervallo stratigrafico (Gelasiano) della Formazione di Cutro (Calabria ionica)."

GNV Project (*Team Leader*) – V3_3 Ischia - Tefrostratigrafia ad alta risoluzione della Carota MD001_2473 (Tirreno meridionale) (2005-2007)

Bilaterale Italia-Messico 2008 (*Team Leader*) - "Studio degli Inquinanti Organici Persistenti in Ambienti Acquatici del Messico"

BIOMARE (*Responsabile UO di Napoli*) - Identificación de Biomarcadores del impacto antropogénico en comunidades MARinas: una aproximación Ecosistémica - Proyectos de Investigación españoles (2006-2008)

**RESPONSABILE SCIENTIFICO E
DEL LABORATORIO DI
GEOCHIMICA PER LE SEGUENTI
CARATTERIZZAZIONI
AMBIENTALI**

EARTHTIME-The European Contribution – ESF-RNP-2007

GTSnext (Team Leader) – FP7 – PEOPLE-2007-1-1-ITN

SPICOSA (FP6) (Reviewer WP5) – Science and Policy Integration for Coastal Systems Assessment - sixth framework programme Priority 1.1.6.3

Bilaterale Italia-Messico 2007 (Team Leader)– “Rilevanza dei problemi di inquinamento in ambienti costieri e lacustri del Messico.”

2009

Autorità Portuale di Napoli

“Piano di caratterizzazione integrativo dei sedimenti portuali nelle aree incluse nella perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale e nelle altre aree portuali”

Stazione Zoologica “Anton Dohrn”

“Piano operativo di campionamento dei sedimenti e degli organismi per l'esecuzione del Piano integrativo di caratterizzazione ambientale dell'area marina esterna al Porto di Napoli nel sito di bonifica di interesse Nazionale di Napoli Orientale”

2008

Autorità Portuale di Agropoli

“Caratterizzazione ambientale dei sedimenti di fondo mare all'interno del Porto di Agropoli”

GE.CO. S.r.l.: Concessionario Ischia Gas S.r.l.

“Caratterizzazione ambientale dei sedimenti di fondo mare nell'interno degli approdi di Bacoli-Lago Fusaro e Ischia -San Pietro, finalizzata alla realizzazione del gasdotto Bacoli-Ischia”

2006

Commissariato di Governo per l’Emergenza, Bonifiche e Tutela delle Acque – Regione Campania

“Sito di Interesse Nazionale di Napoli Orientale – Area di Porto Fiorito- Caratterizzazione a mare integrativa”

Autorità Portuale di Napoli

“Integrazione al piano di caratterizzazione della darsena di Levante ai sensi del D.M. 471/99 – Parte a terra”

Autorità Portuale di Napoli

“Piano operativo di campionamento integrativo dei fondali marini inclusi nella perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di Napoli Orientale Progetto Porto Fiorito ed analisi geochimiche dei sedimenti”

GE.CO. S.r.l.: Concessionario Ischia Gas S.r.l.

“Caratterizzazione ambientale dei sedimenti di fondo mare nell'interno degli approdi di Bacoli-Lago Fusaro e Ischia -San Pietro, finalizzata alla realizzazione del gasdotto Bacoli-Ischia”

2005

Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare – ICRAM

“Collaborazione scientifica per l’effettuazione di indagini sismostratigrafiche, geoelettriche e campionamento di sedimenti con adeguata strumentazione sul litorale sabbiosa di Bagnoli (Napoli)”

Comune di Portici

“Piano di caratterizzazione geochimica dei sedimenti marino-costieri dell’area di Portici”

2004

Autorità Portuale di Napoli

“Affidamento dei servizi di studi e ricerche finalizzate alla realizzazione del piano delle indagini per la caratterizzazione delle aree a terra e dei sedimenti da dragare nelle darsene di Levante, Diaz e Granili e di indagini propedeutiche ai lavori di una colmata alla testata del Molo Carmine e zona retrostante il Molo Martello”.

Autorità Portuale di Napoli

“Affidamento di studi e ricerche finalizzate alla realizzazione del piano delle indagini per la caratterizzazione ambientale dell’area marino-costiera prospiciente il sito bonifica di interesse nazionale di Napoli Orientale”

Autorità Portuale di Napoli

“Piano di caratterizzazione geochimica dei sedimenti marino-costieri dell’area di San Giovanni a Teduccio”

SELEZIONE DEI 10 ARTICOLI SCIENTIFICI PIÙ RILEVANTI NELL’AMBITO DELLE TEMATICHE DEL PROGETTO

1. Bonsignore, M., Salvagio Manta, D., **Sprovieri, M.**, Basilone, G., Bonanno, A., Falco, F., Oliveri, E., Traina, A., Mazzola, S. (2013). Mercury in fishes from the Augusta bay: risk assessment and public health implication. *Food and Chemical Toxicology* 56 (2013) 184–194.
2. Ventura, G., Passaro, S., Milano G., **Sprovieri, M.** (2013). Marsili Seamount (Southern Tyrrhenian Sea, Italy): a back-arc spreading ridge or a volcanic arc edifice? *Earth Science Reviews*, 116, 85-94.
3. **Bagnato, E., Sprovieri, M.**, Barra, M., Bitetto, M., Bonsignore, M., Oliveri, E., Calabrese, S., Parello, F., and Mazzola, S., (2013). The sea-air exchange of mercury (Hg) in the marine boundary layer of the Augusta basin (southern Italy): concentrations and evasion flux. (2013). *Chemosphere* (in press)
4. **Ruiz-Fernández A.C., Sprovieri M.**, Piazza R., Frignani M., Sanchez-Cabeza J.A., Feo M.L., Bellocci L.G., Vecchiato M., Hascibe Pérez L. Páez-Osuna F. (2012) 210Pb-derived history of PAHs and PCBs accumulation in sediments of a tropical inner Lagoon (Las Matas, Gulf of Mexico) near a major oil refinery. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 82, 136-153.
5. Feo M.L., **Sprovieri M.**, Gherardi S., Sammartino S., Marsella E. (2011). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Polychlorinated Biphenyls in the harbour of Naples (southern Italy): time and spatial distribution patterns. *Environ. Monit. Assess.*, 174, 445-459.
6. **Sprovieri M.**, Oliveri E., Di Leonardo R., Romano E., Ausili A., Gabellini M., Barra M., Tranchida G., Bellanca A., Neri R., Budillon F., Saggiomo R., Mazzola S. and Saggiomo V. (2011) The key role of the Augusta basin (southern Italy) in the mercury contamination of the Mediterranean Sea. *J. Env. Monitoring*, 13 (6), 1753-1760.
7. Lupton J., de Ronde C., **Sprovieri M.**, Baker E.T., Bruno P., Italiano F., Walker S., Faure K., Leybourne M., Britten K., and Greene R. (2010) Active Hydrothermal Discharge on the Submarine Aeolian Arc: New Evidence from Water Column Observations. *Journal Geophysical Research*, 116, B02102, 22 PP., 2011 □ doi:10.1029/2010JB007738.
8. **Giuliani S., M. Sprovieri, M. Frignani, N. H. Cu, C. Mugnai, L. G. Bellucci, S. Albertazzi, S. Romano, M. L. Feo, E. Marsella** (2008) Presence and origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in nine coastal lagoons of central Vietnam. *Marine Pollution Bulletin. Baseline* 56 (8), 1504-1512.
9. **Sprovieri, M.**, Feo, M.L., Prevedello, L., Salvagio Manta, D., Sammartino, S., Tamburino, S., Marsella, E. Heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons and

polychlorinated biphenyls in surface sediments of the Naples harbour (Southern Italy). *Chemosphere*, 67, 998-1009.

10. Salvagio Manta D., Angelone M., Bellanca A., Neri R., **Sprovieri M.** (2002). Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily) *The Science of the Total Environment*, 300, 299-243.