



**PROVINCIA DI CROTONE**  
**Ente Gestore Area Marina Protetta "Capo Rizzuto"**

Crotone, venerdì 31 maggio 2024

## *Capitolato tecnico*

**Sperimentazione e dimostrazione di tecnologie digitali innovative per il monitoraggio ambientale e l'attuazione di campagne di Citizen Science all'interno dell'Area Marina Protetta (AMP) Capo Rizzuto.**

### **Oggetto dell'appalto**

Il presente documento, allegato 2 all'Avviso di Manifestazione di Interesse, fornisce una descrizione dettagliata dei servizi richiesti nell'ambito del progetto "MOCAR - Monitoraggio e Caratterizzazione della biodiversità dell'AMP Capo Rizzuto attraverso tecnologie digitali innovative".

Le finalità di tali servizi riguardano la **sperimentazione** e la **dimostrazione**, attraverso **attività pilota**, delle potenzialità offerte dalle **tecnologie digitali** sia **nell'ambito del monitoraggio ambientale** delle principali specie ed habitat presenti all'interno dell'Area Marina Protetta (AMP) Capo Rizzuto, sia per l'attuazione di campagne di **Citizen Science** finalizzate alla **sensibilizzazione ed educazione ambientale** per i fruitori dell'AMP e della popolazione residente.

Per quanto riguarda il primo servizio, l'attività sperimentale è finalizzata alla dimostrazione delle potenzialità offerte dall'utilizzo di **sistemi robotici innovativi** per l'efficientamento del processo di monitoraggio e della caratterizzazione della biodiversità marina. In particolare, le tecnologie che saranno sperimentate al fine di sostenere questo processo sono:

1. **Veicoli Autonomi di Superficie (ASV)** dotati di SONAR Multi-beam, sidescan, sonda CTD, camera subacquea per la mappatura e la caratterizzazione degli ecosistemi di interesse quali il coralligeno e le praterie di *Posidonia oceanica* presenti all'interno dell'AMP Capo Rizzuto.
2. **Veicoli Subacquei Autonomi o Teleoperati (AUV, ROV)** equipaggiati con stereo camere ottiche e sistemi di localizzazione acustica per la caratterizzazione degli ecosistemi e delle specie presenti.

Inoltre, verranno sperimentati **Modelli di Intelligenza Artificiale** per l'elaborazione dei dati acquisiti che consentano la **classificazione speditiva** delle **specie marine selezionate** con particolare riferimento a quelle invasive che sono attualmente attenzionate all'interno dell'AMP Capo Rizzuto.

Il secondo servizio prevede la sperimentazione di **Smartphone subacquei** dotati di **apposite app e interfacciati a una piattaforma di gestione** in grado di supportare l'implementazione di processi di **Citizen Science** in cui snorkelisti e subacquei sono



Provincia di Crotone

coinvolti nella mappatura delle specie con particolare riferimento a quelle aliene presenti nell'AMP Capo Rizzuto.

A completamento dei servizi precedenti, è prevista una attività di **training e up-skilling** attuata attraverso l'erogazione di **corsi di formazione** per il personale AMP, gli stakeholder coinvolti nella sperimentazione delle tecnologie robotiche, i cittadini che parteciperanno alle campagne di Citizen Science.

- **Specifiche tecniche e Requisiti minimi dell'appalto**

- **Sperimentazione e Dimostrazione di tecnologie robotiche innovative per l'efficiamento del processo di monitoraggio e della caratterizzazione della biodiversità marina**

Il servizio prevede l'esecuzione di specifiche attività dimostrative in cui veicoli robotici quali ASV, AUV e/o ROV siano dotati di sistemi ottici (sia mono che stereoscopici) e sistemi di localizzazione acustica e impiegati per il monitoraggio degli habitat prioritari e delle specie protette presenti all'interno dell'AMP Capo Rizzuto. In dettaglio, l'obiettivo è di dimostrare le potenzialità di tali tecnologie per l'acquisizione di dati utili alla caratterizzazione dei popolamenti rappresentanti l'habitat di interesse e nella valutazione del loro stato ecologico. In particolare, tali veicoli saranno utilizzati per la realizzazione di transetti bionomici, mappature 3D dei fondali, ma anche per il visual census di specie aliene e per il monitoraggio degli eventi di morie di specie target sensibili. A differenza del monitoraggio effettuato per mezzo di operatori subacquei, l'impiego della tecnologia robotica marina comporta molteplici vantaggi quali: a) raccolta di documentazione video-fotografica ad alta definizione e georeferita; b) possibilità di estendere il monitoraggio al di sotto del piano infralitorale, abbattendo così le criticità operative legate all'immersione subacquea con bombole; c) ripetibilità dei transetti di monitoraggio, grazie all'impiego di sistemi di posizionamento subacqueo, e di conseguenza la possibilità di intraprendere studi di dinamica temporale delle popolazioni e restituzioni cartografiche bionomiche e territoriali georeferenziate GIS.

Il servizio richiesto dovrà articolarsi in due principali fasi così come di seguito riportato.

### **Descrizione della Fase 1 – Progettazione protocollo operativo per la sperimentazione delle tecnologie robotiche**

In questa fase è prevista la progettazione del protocollo operativo che verrà attuato per la sperimentazione delle tecnologie robotiche e l'analisi dei risultati ottenuti. In particolare, dovranno essere definite **le aree di interesse oggetto di monitoraggio**, le modalità di **impiego delle tecnologie robotiche** e di **raccolta dati**, di **elaborazione dei dati** e gli **indici di performance** delle tecnologie utilizzate.

Indipendentemente dalla specifica missione, per lo svolgimento delle attività di sperimentazione dovrà essere adottata una procedura operativa articolata nelle seguenti fasi:

#### **1. Fase preliminare di pianificazione:**

- 1.1. In seguito ad una riunione operativa con tecnici AMP dovranno essere identificate le aree di interesse oggetto di monitoraggio (**almeno 4 da individuare all'interno**

**dell'AMP Capo Rizzuto**), gli interventi da eseguire, definita la logistica relativa all'area di intervento;

- 1.2. La strumentazione e gli allestimenti specifici dovranno essere preventivamente verificati in mare;
- 1.3. Dovrà essere formalizzata la logistica, gli interventi e i limiti operativi inerenti ad ogni area di interesse.

## **2. Fase esecutiva:**

- 2.1. Preparazione della strumentazione e dispiegamento dei veicoli equipaggiati con la sensoristica specifica;
- 2.2. Esecuzione delle campagne dimostrative nelle aree di interesse;
- 2.3. Attività ausiliarie per la produzione dei dati richiesti.

## **3. Analisi e interpretazione dei risultati:**

- 3.1. Collezione dei dati acquisiti suddivisi per tipologia e area di intervento;
- 3.2. Elaborazione e aggregazione dei dati;
- 3.3. Analisi e interpretazione dei risultati.

### **Dettagli per l'esecuzione della fase 1**

- Le attività e i metodi di campionamento dovranno essere presidiati da tecnici in possesso di opportune qualifiche relative alla strumentazione e alla metodologia impiegata.
- Le attività di elaborazione dei dati dovranno essere presidiate da professionisti nel settore dell'elaborazione dei dati con comprovata esperienza su progetti simili.
- I rilievi e i campionamenti dovranno essere effettuati entro le 12 Mn dalla costa e ad una profondità massima di 100 m.
- Gli strumenti dovranno essere controllati da una stazione su imbarcazione o da una postazione su terra tramite connessione cablata o wireless tra l'interfaccia dello strumento e un PC Laptop o Workstation.
- Il rilascio del protocollo operativo dovrà essere fornito al RUP in formato digitale secondo le tempistiche fornite nella sezione 3 del presente documento.
- A conclusione dell'attività dovrà essere rilasciata al RUP tutta la documentazione relativa all'analisi dei risultati ottenuti in termini di cartografie prodotte, caratterizzazione delle aree investigate, risultati modello deep learning per riconoscimento specie aliene secondo le tempistiche fornite nella sezione 3 del presente documento.

### **Descrizione della fase 2 – Sperimentazione pilota nelle aree di interesse**

La sperimentazione consisterà nell'esecuzione di specifiche missioni di monitoraggio e caratterizzazione degli habitat individuati all'interno delle aree di interesse selezionate effettuate con l'ausilio di sistemi robotici quali veicoli autonomi di superficie (ASV), veicoli autonomi subacquei (AUV), veicoli operati da remoto (ROV), opportunamente equipaggiati con sensori Multibeam (MBES), Side Scan Sonar (SSS), Camera stereo-ottica subacquea, sonda multi-parametrica. Lo scopo è valutare le potenzialità di tali tecnologie quali strumenti per l'efficientamento delle attività previste nella programmazione triennale 2023-2025 del

progetto ISEA dell'AMP e dei Piani di Gestione dei SIC appartenenti alla Provincia di Crotona, con particolare riferimento alla Direttiva Quadro (2008/56/CE) e agli interventi diretti di tutela degli habitat e delle specie appartenenti alla Rete Natura 2000. In particolare, la sperimentazione dovrà essere focalizzata sui seguenti aspetti:

- 1. Mappatura dettagliata degli habitat marini.** Utilizzo di Veicoli Autonomi di Superficie e Veicoli Subacquei Autonomi (e/o Teleoperati) al fine di effettuare rilievi batimetrici ad alta risoluzione e acquisire immagini ad alta definizione dei fondali marini. Ciò permetterà di ottenere una mappatura dettagliata degli habitat marini presenti nell'AMP Capo Rizzuto, con particolare attenzione al coralligeno e alle praterie di *Posidonia oceanica*.
- 2. Identificazione e monitoraggio delle specie marine.** Impiego di avanzati sensori e strumenti di rilevamento, come SONAR Multi-beam, sidescan, camere ottiche subacquee, finalizzato all'identificazione e al monitoraggio delle specie marine presenti nell'AMP.
- 3. Utilizzo di modelli di Intelligenza Artificiale per l'analisi dei dati.** Impiego di modelli di Intelligenza Artificiale addestrati con appositi algoritmi per la classificazione rapida e precisa (**accuratezza minima del 75%**) di selezionate specie marine. In particolare, questi modelli contribuiranno all'identificazione e alla distinzione delle diverse specie presenti nell'AMP, con particolare attenzione alle specie invasive che richiedono una sorveglianza costante.

Nella seguente tabella sono riportati i **requisiti tecnici minimi** della strumentazione richiesta per l'attuazione delle attività sperimentali.

Strumentazione richiesta	Requisiti tecnici minimi
Veicolo autonomo di superficie (ASV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Raggio operativo di controllo &gt; 400 m;</li> <li>▪ Autonomia minima 4 ore;</li> <li>▪ Sistema di posizionamento RTK (accuratezza centimetrica);</li> <li>▪ Payload fino a 40 Kg;</li> <li>▪ Software di pianificazione missione e controllo sensori payload;</li> <li>▪ Comunicazione real-time su protocollo TCP/IP</li> </ul>
Veicolo autonomo subacqueo (AUV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Profondità operativa &gt; 100 m</li> <li>▪ Sistema di posizionamento acustico (USBL);</li> <li>▪ Sistema modulare per l'integrazione di sensori per fotogrammetria short-range e MBES;</li> <li>▪ Software di pianificazione missione integrato.</li> </ul>
Veicolo operato da remoto ibrido (HROV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Profondità operativa &gt; 100 m</li> <li>▪ Sistema di posizionamento acustico (USBL);</li> <li>▪ Sistema di navigazione autonoma con sensore DVL;</li> <li>▪ Sistema di regolazione automatica profondità/altitudine;</li> <li>▪ Unità ottica con sensore Full HD;</li> <li>▪ Sistema di illuminazione da minimo 40K lumen;</li> <li>▪ Software di pianificazione missione integrato.</li> </ul>
Multibeam Echo Sounder (MBES)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frequenza non inferiore ai 400 kHz;</li> <li>▪ Numero di beams maggiore di 256;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opzione backscatter;</li> <li>▪ Correzione differenziale per dati GPS;</li> <li>▪ Possibilità di integrazione sia su ASV, ROV e AUV;</li> <li>▪ Interfacciamento con strumento di correzione inerziale di moto (MRU).</li> <li>▪ File formato GeoTIFF, raw file e relativa restituzione segnale backscatter.</li> </ul>
Side Scan Sonar (SSS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema di acquisizione a doppia frequenza: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 50-200 kHz</li> <li>○ 400-900 kHz</li> </ul> </li> <li>▪ Risoluzione inferiore ai 50 cm</li> <li>▪ Possibilità di integrazione su sistemi ASV.</li> </ul>
Camera stereo-ottica subacquea	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dotata di sensore inerziale (IMU);</li> <li>▪ Risoluzione minima 2K pixel;</li> <li>▪ Campo visivo (FOV) &gt; 90°.</li> </ul>
Sonda multi-parametrica	Rilievo di parametri chimico-fisici della colonna d'acqua: conduttività elettrica, temperatura, profondità, pH

### Dettagli per l'esecuzione della fase 2

- La sperimentazione nelle 4 aree d'interesse avverrà in 3 fasi: **1) testing preliminare delle tecnologie candidate** al fine di definire in dettaglio le modalità operative in preparazione del protocollo; **2) prima sperimentazione pilota;** **3) sperimentazione finale.** Le tempistiche relative all'attuazione delle 3 fasi sono riportate nella sezione 3 del presente documento.
- La sperimentazione pilota dovrà garantire una copertura totale dei principali ecosistemi di interesse individuati all'interno delle 4 aree selezionate per un totale di circa **12 ha** (la copertura relativa a ciascuna delle 4 aree sarà concordata con la stazione appaltante in fase di progettazione del protocollo operativo).

### 2.2 Sperimentazione di Smartphone subacquei dotati di apposite app e interfacciati a una piattaforma di gestione in grado di supportare l'implementazione di processi di Citizen Science

Il servizio prevede la sperimentazione di speciali smartphone subacquei dotati di apposite app, specificatamente progettata al fine di supportare l'implementazione di processi di Citizen Science. In dettaglio, grazie a questi sistemi, i subacquei e gli appassionati di snorkeling potranno partecipare attivamente alla mappatura delle specie marine, con particolare attenzione a quelle aliene. Questo coinvolgimento diretto della comunità permetterà di raccogliere un'enorme quantità di dati provenienti da diverse località all'interno dell'AMP, aumentando la copertura spaziale e fornendo informazioni preziose sulla presenza e l'espansione di specie aliene. Inoltre, questa partecipazione attiva della comunità contribuirà a sensibilizzare il pubblico sull'importanza della conservazione marina e sulla necessità di proteggere la sua biodiversità.

Di seguito si riportano i **requisiti tecnici minimi** della strumentazione richiesta per l'attuazione delle attività sperimentali.

## 1. Smartphone subacqueo

- **Impermeabilità.** Deve essere impermeabile fino a una profondità di almeno 30 metri, per garantire la funzionalità subacquea senza danni.
- **Risoluzione Fotocamera.** Fotocamera di alta qualità con una risoluzione di almeno 12 megapixel per catturare immagini dettagliate della vita marina e degli habitat subacquei.
- **Stabilizzazione dell'Immagine.** Presenza di tecnologie di stabilizzazione dell'immagine, come l'OIS (Optical Image Stabilization) o l'EIS (Electronic Image Stabilization), per ridurre al minimo l'effetto tremolio nelle riprese subacquee.
- **GPS integrato.** Impiegato per registrare le coordinate geografiche esatte del punto di immersione e georeferire le immagini acquisite quando utilizzato da snorkelisti o lungo la costa.
- **Sistema di localizzazione subacqueo.** Possibilità di interfacciarsi con un sistema di localizzazione acustica subacquea per consentire di ottenere immagini georeferite acquisite durante le immersioni.
- **Connettività.** Connessioni wireless robuste, come Bluetooth e Wi-Fi, per consentire il trasferimento rapido e senza problemi dei dati raccolti sulla piattaforma di gestione.
- **Durata della Batteria.** Batteria con una durata sufficiente per supportare immersioni prolungate e l'uso continuo dell'applicazione subacquea e altre funzionalità dello smartphone (almeno 2 ore).
- **Schermo di Qualità.** Schermo di alta qualità, preferibilmente resistente ai graffi e leggibile anche sotto l'acqua, per consentire agli utenti di visualizzare e interagire con l'applicazione durante le immersioni.
- **Memoria Interna.** Una quantità significativa di memoria interna per archiviare foto, video e dati raccolti durante le immersioni senza dover ricorrere a schede di memoria esterne (almeno 512 GByte).

## 2. Applicazione mobile per Citizen Science

- **Facilità d'Uso.** Interfaccia utente intuitiva e facile da usare sia sulla superficie che sott'acqua, con pulsanti di comando grandi e facili da individuare anche con guanti subacquei.
- **Registrazione Utente.** Sistema di registrazione utente che consente agli utenti di creare un account personale e accedere all'applicazione.
- **Moduli di Raccolta Dati.** Moduli interattivi che guidano gli utenti attraverso il processo di raccolta dei dati, consentendo loro di inserire informazioni dettagliate sulle loro osservazioni subacquee, come specie marine avvistate, condizioni dell'acqua, temperatura, profondità, ecc.
- **Foto e Video.** La possibilità per gli utenti di acquisire foto e video delle loro osservazioni direttamente dall'applicazione, consentendo una documentazione visiva delle specie marine e degli habitat subacquei.
- **Feedback e Validazione.** Sistema di feedback e validazione che consente agli utenti di ricevere commenti sulle loro osservazioni da parte di esperti o altri utenti, garantendo la qualità dei dati raccolti.
- **Notifiche e Aggiornamenti.** Notifiche push e aggiornamenti dell'applicazione per tenere gli utenti informati sulle ultime novità, eventi, etc.



- **Privacy e Sicurezza.** Adeguati controlli sulla privacy e sulla sicurezza dei dati degli utenti, garantendo la protezione delle informazioni personali e dei dati sensibili raccolti durante le immersioni.
- **Supporto Multi-piattaforma.** Disponibilità dell'applicazione su diverse piattaforme, come iOS e Android, per massimizzare la portata e l'accessibilità degli utenti.
- **Assistenza e Supporto.** Sistema di assistenza e supporto integrato nell'applicazione per risolvere eventuali problemi tecnici o fornire risposte alle domande degli utenti.

### Dettagli per l'esecuzione del servizio

- Per tale attività si richiede un servizio di noleggio di **almeno 5 sistemi completi** per l'attuazione delle 2 campagne di citizen science previste dal progetto per un periodo di **7 mesi** non consecutivi.
- L'attività comprende inoltre un servizio di **assistenza e supporto** all'utilizzo della strumentazione per tutta la durata dell'appalto.
- In fase di progettazione delle campagne di Citizen Science, la Stazione Appaltante potrà richiedere customizzazioni dell'applicativo con l'aggiunta di funzionalità specifiche necessarie all'attuazione delle attività sperimentali.

### 2.3 Training e up-skilling sulle tecnologie robotiche e digitali impiegate nelle sperimentazioni pilota

A completamento dei servizi precedenti, è prevista una attività di training e up-skilling attuata attraverso l'erogazione di **corsi di formazione professionale** per il personale AMP, gli stakeholder coinvolti nella sperimentazione delle tecnologie robotiche, i cittadini che parteciperanno alle campagne di Citizen Science. In particolare, si richiede all'operatore economico l'erogazione di:

1. **corso di formazione professionale** della durata minima di **20 ore** focalizzato sull'uso delle tecnologie robotiche oggetto di sperimentazione nelle attività pilota relative al servizio *"Sperimentazione e Dimostrazione di tecnologie robotiche innovative per l'efficientamento del processo di monitoraggio e della caratterizzazione della biodiversità marina"*. Tale corso dovrà essere erogato secondo le tempistiche riportate in sezione 3, sia al personale AMP che agli stakeholder coinvolti nelle attività sperimentali (numero minimo di partecipanti uguale a **8**). In corso dovrà prevedere sia workshop teorici che la partecipazione alle attività in campo.
2. **corso di formazione** della durata minima di **3 ore** focalizzato sull'uso delle tecnologie digitali oggetto di sperimentazione nelle attività pilota relative al servizio *"Sperimentazione di Smartphone subacquei dotati di apposite app e interfacciati a una piattaforma di gestione in grado di supportare l'implementazione di processi di Citizen Science"*. L'erogazione dei corsi di formazione avverrà **in concomitanza delle attività di training** delle persone che parteciperanno alle campagne di Citizen Science previste dal progetto.



Il Dirigente del settore 5  
Dott. Arturo Crugliano Pantisano

Servizio 05-05 - AMP CAPO RIZZUTO  
Ing. Pierfrancesco Cappa  
Firma autografa sostituita a mezzo stampa  
art.3 comma 2 del D.Lgs. 39/93