

# NATIONAL BIODIVERSITY FUTURE CENTER NBFC

## BANDO A CASCATA

SPOKE 1: UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

### ALLEGATO C - DESCRIZIONE DELLO SPOKE 1 E TEMATICHE OGGETTO DEL BANDO

<b>Il contesto culturale dello SPOKE 1 di NBFC</b> D.D. MUR n. 1034 del 17/06/2022	La visione del NBFC è quella di promuovere la gestione sostenibile della biodiversità italiana al fine di migliorare la salute del pianeta e restituire effetti benefici, essenziali per tutte le persone. Questo è conforme alla visione 2050 dell'UE sulla biodiversità 'Vivere in armonia con la natura'. La Missione generale del Consorzio è quella di creare una vasta rete nazionale di università, centri di ricerca, associazioni e altri portatori di interesse privati e sociali per intraprendere azioni efficaci e immediate per fermare la perdita di biodiversità e il deterioramento dei servizi ecosistemici forniti, potenziando al contempo un uso sostenibile delle risorse derivate dalla biodiversità e nuove opportunità di lavoro. Come principale eredità del NBFC, verrà stabilito un Gateway Scientifico sulla Biodiversità che fungerà da Centro Nazionale per guidare lo sviluppo delle KET correlate alla biodiversità (inclusa l'ICT) per potenziare la ricerca che sostiene i
---	---



	<p>processi dalla scienza alla politica nella conservazione, restauro e valorizzazione della biodiversità. NBFC mira ad affrontare attività di ricerca e innovazione interdisciplinari e di frontiera dedicate al monitoraggio, alla conservazione, al restauro e alla valorizzazione della biodiversità italiana. La ricerca multidisciplinare, l'utilizzo delle KET disponibili e lo sviluppo di piattaforme digitali per memorizzare le informazioni permetteranno al Consorzio di: a) fornire uno spazio educativo e formativo per supportare la creazione di una nuova generazione di scienziati che lavorano su temi correlati alla biodiversità; b) fornire documentazione e linee guida per strategie di gestione e decisioni politiche; c) stimolare il settore privato a sviluppare: c.1) nuovi strumenti per l'analisi dei dati (ICT, in connessione con NC-HPC); c.2) nuovi strumenti per il monitoraggio della biodiversità e la gestione della conservazione; c.3) strategie per l'indagine e la valorizzazione di nuove molecole bioattive di interesse per la salute umana e il benessere, la cosmesi e i materiali; c.4) dati e strumenti per le attività economiche strettamente correlate alla biodiversità. Per la prima volta, NBFC offre uno sforzo coordinato e ben finanziato dedicato alla creazione di una comunità permanente multidisciplinare a livello nazionale dedicata allo studio della Biodiversità italiana e del suo impatto positivo sul paese, il cui patrimonio immateriale (umano/conoscenza) e materiale (database, infrastrutture, dispositivi, siti fisici per la disseminazione, dimostratori, luoghi restaurati, linee guida) influenzerà la consapevolezza del paese della sua importanza. Inoltre, per supportare azioni concrete volte a ridurre la perdita di biodiversità, i team di ricerca del Consorzio i) progetteranno e condurranno le loro attività di ricerca direttamente in condizioni di ambiente operativo (es., Living labs) adottando strategie e strumenti RRI e azioni transnazionali per la condivisione e lo sfruttamento di dati già disponibili e la rete di portatori di interesse da precedenti programmi/attività di ricerca, al fine di costruire ponti tra i confini disciplinari tradizionali ii) svilupperanno gruppi di lavoro tematici e linee guida scientifiche per una conservazione, restauro e monitoraggio affidabili della biodiversità, da condividere con gli organismi istituzionali (es. gruppi di lavoro del MITE su: Capitale Naturale, verde urbano, habitat marini, restauro di siti contaminati).</p>
<b>Sintesi del Programma NBFC</b>	<p>Il National Biodiversity Future Consortium (NBFC)</p> <p><a href="https://www.nbfc.it/">https://www.nbfc.it/</a> <a href="https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2022-10/Scheda%20di%20progetto%20-%20CN%204.pdf">https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2022-10/Scheda%20di%20progetto%20-%20CN%204.pdf</a></p> <p>si impegna per una tutela efficace e sostenibile della diversità biologica in Italia, seguendo l'obiettivo dell'Unione Europea di "Vivere in armonia con la natura" entro il 2050. Il suo scopo principale è creare una collaborazione a livello nazionale tra università, istituti di ricerca e altre organizzazioni per contrastare la diminuzione della biodiversità e potenziare i servizi offerti dagli ecosistemi, incoraggiando l'utilizzo responsabile delle risorse naturali e favorendo la creazione di nuovi posti di lavoro. Nel cuore della sua attività, NBFC istituirà il Biodiversity Science Gateway, un Portale Scientifico dedicato alla Biodiversità, che fungerà da punto di riferimento nazionale per la ricerca e lo sviluppo tecnologico in questo ambito. Il consorzio si dedicherà a ricerche interdisciplinari avanzate per monitorare, conservare e valorizzare la biodiversità, promuovendo l'istruzione scientifica e influenzando le politiche e le strategie di gestione ambientale. Inoltre, NBFC punta a formare una comunità multidisciplinare impegnata nello studio e nella valorizzazione della biodiversità italiana, sensibilizzando l'opinione pubblica e promuovendo piani di conservazione e restauro basati su solide basi scientifiche e in collaborazione con enti governativi.</p> <p>The National Biodiversity Future Center (NBFC) commits to effective and sustainable protection of biological diversity in Italy, aligning with the European Union's goal of "Living in harmony with nature" by 2050. Its main purpose is to establish a national-level collaboration among universities, research institutes and other organizations to counteract the decline in biodiversity and enhance the services provided by ecosystems, encouraging responsible use of natural resources and fostering the creation of new jobs. At the core of its activities, the NBFC will establish the Biodiversity Science Gateway, a scientific portal dedicated to biodiversity, which</p>



will serve as a national hub for research and technological development in this field. The consortium will dedicate itself to advanced interdisciplinary research for monitoring, conserving, and valorising the biodiversity, promoting scientific education and influencing environmental policy and management strategies. Furthermore, the NBFC aims to form a multidisciplinary community engaged in the study and enhancement of Italian biodiversity, raising public awareness and promoting conservation and restoration plans based on solid scientific foundations in collaboration with government entities.

**SPOKE 1 – Università degli Studi di Palermo: Azioni di mappatura e monitoraggio per preservare la biodiversità e il funzionamento degli ecosistemi marini (*Mapping and monitoring actions to preserve marine ecosystem biodiversity and functioning*)**

**Finalità dello Spoke 1**

**Objective of Spoke 1**

**Azioni di mappatura e monitoraggio per preservare la biodiversità e il funzionamento degli ecosistemi marini**

Lo SPOKE 1 di NBFC si concentra sui sistemi marini italiani che coprono oltre 8.500 km di costa e si caratterizzano per una combinazione di hotspot di biodiversità integrati in un paesaggio socio-ecologico marino. L'obiettivo principale è quello di fornire strategie innovative di cooperazione transfrontaliera nel Mar Mediterraneo per migliorare la nostra futura capacità di proteggere e conservare la biodiversità marina anche attraverso lo sviluppo di protocolli internazionali per condividere e trasferire le migliori pratiche italiane di monitoraggio e conservazione in accordo con gli obiettivi dell'UE e degli SDG 2030. Attraverso una combinazione di ricerca descrittiva e manipolativa, SPOKE 1 ha l'obiettivo di armonizzare le attuali conoscenze sulla biodiversità marino-costiera, integrandole in banche dati, adottando, promuovendo e rendendo prevalente l'uso delle metodologie e delle tecnologie di monitoraggio innovative ed emergenti. Lo SPOKE 1 utilizza approcci sperimentali per valutare la vulnerabilità degli habitat mediterranei agli stressori globali e locali al fine di fornire previsioni basate su meccanismi sulla futura distribuzione degli habitat marini, della struttura e del funzionamento per stabilire priorità e pianificare nuovi scenari di conservazione per raggiungere gli obiettivi dell'UE. L'impatto sarà misurabile attraverso i seguenti principali output: i) produzione di un Sistema Nazionale di Osservatorio della Biodiversità Marina per raccogliere e integrare dati e valori sulla biodiversità, per facilitare l'esplorazione dei tassi di funzionamento degli ecosistemi in un contesto di cambiamento ambientale e gli effetti degli usi umani; ii) per ridurre l'attuale frammentazione delle conoscenze sulla biodiversità adottando innovative metodologie innovative AI/ML; iii) per progettare una nuova serie di indicatori ecologici e strumenti innovativi di monitoraggio della biodiversità; iv) per stimare la vulnerabilità degli habitat mediterranei più importanti agli stressori legati ai cambiamenti climatici; v) per rafforzare la protezione della biodiversità marina nelle acque costiere italiane; vi) per preparare nuove generazioni di scienziati marini multidisciplinari in grado di gestire la complessità dei rapidi cambiamenti ambientali e di far fronte alle conseguenti sfide sociali derivanti dagli attuali (e futuri) tassi di perdita di biodiversità; vii) per innovare le strategie di cooperazione transfrontaliera nel Mar Mediterraneo per la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità.

SPOKE 1 will focus on the Italian marine systems covering more than 8,500 km of coast and is featured by a combination of hotspots of biodiversity embedded in a socio-ecological seascape. The main objective is to provide innovative cross-border cooperation strategies in the Mediterranean Sea to enhance our future ability to protect and conserve marine biodiversity also through the development of international protocols to share and transfer the Italian monitoring and conservation best practices in agreement with the EU and SDGs 2030 targets. Through a combination of descriptive and manipulative research, SPOKE 1 will harmonize the current marine-coastal biodiversity knowledge, integrating it in databases and adopting, promoting, and making prevalent the use of the most cost/effective new/emerging monitoring methodologies and technologies. Also, SPOKE 1 will use the experimental approaches to assess the vulnerability across Mediterranean habitats to global and local stressors to provide

	<p>mechanistic-based predictions on the future distribution of marine habitats, structure and functioning to set priorities and plan new conservation scenarios for reaching EU targets. The impact will be measurable through the following main outputs: i) a National Marine Biodiversity Observatory System to collate and integrate biodiversity data and values, to facilitate the exploration of ecosystem functioning rates under environmental change and human uses; ii) to decrease the current fragmentation in biodiversity knowledge by extensively adopting AI/ML methodologies; iii) to design a new suite of cost-effective ecological indicators and innovative biodiversity monitoring tools; iv) to estimate the vulnerability of the most important Mediterranean habitats to climate change-related stressors; v) to strengthen the protection of marine biodiversity in Italian coastal waters; vi) to prepare new generations of multidisciplinary marine scientists able to handle the complexity of fast environmental changes and to cope with the consequent societal challenges deriving from present (and future) rates of biodiversity loss; vii) to innovate cross-border cooperation strategies in the Mediterranean Sea for the conservation and sustainable use of biodiversity.</p>
<b>Tematiche oggetto dell'Avviso – Call's Research Topics</b>	
<p><b>TEMATICA DI RICERCA</b></p> <p><b>RESEARCH TOPIC– SPOKE 1 WP2-WP3 NBFC</b></p>	<p><b>Valutazione del ruolo degli stressor antropogenici nel guidare la relazione biodiversità-funzionamento dell'ecosistema (WP2) e sviluppo di sistemi automatici di identificazione, conta e valutazione di dimensioni della fauna vagile (e.g. fauna ittica) con tecniche di computer vision e deep learning per il potenziamento di azioni di conservazione marina (WP3)</b></p> <p>In Europa, oltre il 30% degli habitat si trova in condizioni precarie o scadenti, con la maggior parte delle specie vertebrate e invertebrate in trend di diminuzione della densità. Per comprendere come ridurre questo trend, e per invertirlo, gli scienziati sono chiamati a produrre conoscenze innovative e sviluppare nuove tecnologie avanzate, al fine di valutare in modo completo (quantitativo) gli effetti della biodiversità sul funzionamento degli ecosistemi per implementare le azioni di conservazione che possano adattarsi velocemente a nuove circostanze o repentini cambiamenti ambientali e sviluppando un innovativo framework di <i>adaptive conservation</i>. Un importante scopo di tali azioni è promuovere una conoscenza saliente, credibile e significativa per sensibilizzare la società sull'importanza cruciale della biodiversità nel determinare il benessere umano. Fermare e mitigare la perdita di biodiversità attraverso misure conservative deve basarsi sul mantenimento del funzionamento degli ecosistemi e sulla promozione e fornitura dei servizi ecosistemici, diventando il principio centrale delle azioni politiche a livello mondiale e ispirando le generazioni attuali e future degli ecologi e di tutti gli scienziati che si occupano di mare. Inoltre non è possibile trascurare che una piena azione di conservazione avviene attraverso (nel 2023) la combinazione di strumenti di monitoraggio tradizionali con tecnologie innovative e ottimizzanti in ambito di intelligenza artificiale (AI) e di machine/deep learning (ML/DL). Prototipizzare nuove tecnologie innovative infatti diventa cruciale e trasversalmente applicabile a tutti i contesti della conservazione come per esempio quelle che riguardano lo sviluppo di prototipi di applicazione di <i>computer vision</i> per l'elaborazione, la visualizzazione e l'analisi di elementi visivi (sia video che immagini). Tali tipi di applicazioni sono cruciali in molti ambiti come per esempio quello in cui sia necessario analizzare i video registrati dai <i>Baited Remote Underwater Video System</i> (BRUVs) oppure immagini statiche. Lo sviluppo atteso di tali tecnologie è quello di addestrare e sviluppare software di visione artificiale basato sull'intelligenza artificiale per esempio in grado di identificare diverse specie del Mar Mediterraneo, soprattutto pesci, da immagini/video con varie funzionalità come rilevamento (detection), tracciamento (tracking), riconoscimento (recognition), il conteggio (count) e dimensionamento (sizing) delle diverse specie di pesci. La combinazione di sperimentazione manipolativa, correlativa, di framework osservazionali e di tecnologie prototipizzate ad hoc come quelle dell'esempio appena descritto serviranno per</p>





sviluppare un framework per implementare la conoscenza su come arrestare la perdita di biodiversità. Essa può derivare da molteplici cause, influenzando trasversalmente il rapporto tra biodiversità e funzionamento dell'ecosistema (BEF) in tutti gli habitat; questa esercita un'azione pervasiva su scale diverse, dal livello locale a quello globale (e viceversa) ed è attualmente poco considerata nelle azioni di conservazione. Numerose ricerche indicano che il cambiamento ambientale, dovuto alla perdita di habitat in mare come l'eutrofizzazione, l'inquinamento, prelievo da pesca, arricchimento organico da attività di acquacoltura, fattori biologici come le specie invasive, fattori climatici come l'incremento delle temperature, la frequenza crescente di eventi estremi anche di tipo idrodinamico, l'acidificazione e i loro effetti collaterali, ad esempio la deossigenazione e la variazione della salinità, influenzano il funzionamento degli ecosistemi e a cascata la fornitura di beni e servizi ecosistemici e devono essere considerati nell'ambito della moderna conservazione.

In tali contesti lo Spoke 1, nell'ambito dei WP2 e WP3, intende fornire un finanziamento per proposte relative al monitoraggio di specie anche con prototipi di *computer vision* e *deep learning* basati su intelligenza artificiale (IA) e habitat. Per il monitoraggio delle specie, il prodotto atteso è l'addestramento e lo sviluppo di un software di visione artificiale basato su IA in grado di identificare diverse specie ittiche da video subacquee preregistrati (tipo BRUV) e immagini statiche di pesche. Le funzionalità devono includere: 1. il rilevamento (detection), 2. il tracciamento (tracking), 3. il riconoscimento (recognition), 4. il conteggio (count) e 5. il dimensionamento (sizing; solo su immagini statiche) delle diverse specie di pesci. Il processo di sviluppo del software comporterà una costante collaborazione con le unità di ricerca operanti nell'ambito del NBFC, che forniranno video BRUV e immagini statiche di catture di pesca, con relative annotazioni, per l'addestramento del modello di IA. Per il monitoraggio degli habitat, le proposte devono contenere azioni per testare previsioni teoriche su come gli stressor antropogenici influenzino la relazione biodiversità-funzionamento (BEF) e gli effetti sui servizi ecosistemici (ES) e sul capitale naturale (CN). Le proposte potranno basarsi su diversi approcci scientifici sperimentali, osservazionali e modellistici ecologici integrati e diverse variabili di risposta (e.g. degradazione materia organica, risposte metaboliche, tassonomia integrata, modellistica etc.), fornendo *long-term dataset*, mappature ad alta risoluzione spaziale e temporale in habitat marini (intertidali, transizione a fanerogame, ad alghe fotofile, pre- e.g. maërl e coralligeno), utilizzando vari tipi di stressor (e.g. eutrofizzazione, inquinamento, pressione da pesca, arricchimento organico da attività di acquacoltura, fattori biologici come le specie invasive, fattori climatici come l'incremento delle temperature e rumore subacqueo, frequenza crescente di eventi estremi come ondate di calore e eventi di tipo idrodinamico, acidificazione e i loro effetti collaterali, e.g. deossigenazione e variazione della salinità) come potenziali fonti interattive di influenza sulla relazione BEF, su ES e CN.

Le proposte devono essere corredate anche da azioni di trasferimento del sapere per incrementare la consapevolezza sociale e dei decisori politici sull'importanza della biodiversità (i.e. *science-policy nexus*) nel guidare il funzionamento degli ecosistemi, la fornitura di servizi ecosistemici e l'importanza delle tecnologie AI per implementare gli studi sul ruolo della biodiversità come driver di funzionamento. Risulterà premiale se le proposte offriranno azioni di sviluppo di nuove tecnologie per il monitoraggio degli habitat marini che risultino in un incremento di maturità tecnologica (TRL) tra 4 e 5/6, valorizzando tecnologie e competenze aerospaziali, di sviluppo di prototipi di sistemi basati su sensori di acquisizione di variabili fisiche (e.g. temperatura) e chimiche (e.g. CO<sub>2</sub>) ad alta risoluzione temporale (almeno 1 minuto), di tratti biologici (e.g. dimensione dell'oggetto, colore, morfologia, comportamento etc.), di sviluppo di reti di trasmissioni subacquee (IoT), sistemi di allerta precoce, strumenti per estrarre i dati raccolti dai video e dalle immagini statiche dai modelli di addestramento AI e archivarli in database, interfacce web di facile utilizzo per i ricercatori, gestori di aree marine protette, cittadini per l'estrazione delle informazioni richieste.

[Assessment of the role of anthropogenic stressors in driving the biodiversity-ecosystem functioning relationship \(WP2\) and development of automatic systems for identification,](#)



counting and size assessment of vagile fauna (e.g. fish) using computer vision and deep learning techniques for the enhancement of marine conservation actions (WP3).

In Europe, over 30% of habitats are in poor conditions, with the majority of vertebrate and invertebrate species showing a trend of decreasing density. To understand how to reverse this trend, scientists are called upon to produce innovative knowledge and develop new advanced technologies. This is necessary for a comprehensive (quantitative) assessment of the effects of biodiversity on ecosystem functioning and to implement conservation actions that can quickly adapt to new circumstances or sudden environmental changes, developing an innovative framework of adaptive conservation. A key goal of these actions is to promote salient, credible, effective and meaningful knowledge to raise societal awareness of the crucial importance of biodiversity in determining human well-being. Halting and mitigating biodiversity loss through conservative measures must be based on maintaining ecosystem functioning and promoting and providing ecosystem services, becoming the central principle of global political actions and inspiring current and future generations of ecologists and all scientists involved in marine studies. Furthermore, it's acknowledged that full conservation action, as of 2023, occurs through the combination of traditional monitoring tools with innovative, optimizing technologies in the fields of artificial intelligence (AI) and machine/deep learning (ML/DL). Prototyping new innovative technologies becomes crucial and universally applicable in all conservation contexts, such as those involving the development of computer vision application prototypes for processing, visualizing, and analysing visual elements (both video and images). Such applications are crucial in many areas, for example, in analysing videos recorded by Baited Remote Underwater Video Systems (BRUVs) or static images. The expected development of these technologies is to train and develop artificial intelligence-based computer vision software capable of identifying different species of the Mediterranean Sea, especially fish, from images/videos with various functionalities such as detection, tracking, recognition, counting, and sizing of different vagile species. The combination of manipulative experimentation, correlational, observational frameworks and ad-hoc prototyped technologies, as just described, will serve to develop a framework to enhance knowledge on how halting biodiversity loss. This can stem from multiple causes, transversely influencing the biodiversity-ecosystem functioning (BEF) relationship in all habitats; it has a pervasive action on different scales, from local to global (and vice versa), and is currently under-considered in conservation actions. Numerous studies indicate that environmental change, due to habitat loss at sea like eutrophication, pollution, fishing harvesting, organic enrichment from aquaculture and other human activities, biological factors such as invasive species, climatic factors like increasing temperature, the increasing frequency of extreme events, including hydrodynamic types, acidification and their side effects, for example, deoxygenation and salinity variation, affect ecosystem functioning and, consequently, the provision of ecosystem goods and services and must be considered in modern conservation.

In these contexts, Spoke 1, within the scope of WP2 and WP3, intends to provide funding for proposals related to the monitoring of species, including prototypes for computer vision and deep learning based on artificial intelligence (AI) and habitats. For species monitoring, the expected product is the training and development of an AI-based artificial vision software capable of identifying different fish species from prerecorded underwater videos (such as BRUV) and static images of catches. The functionalities must include: 1. detection, 2. tracking, 3. recognition, 4. counting, and 5. sizing (only on static images) of different fish species. The software development process will involve constant collaboration with research units operating within the NBFC, who will provide BRUV videos and static images of fishing catches, with related annotations, for training the AI model. For habitat monitoring, proposals must contain actions to test theoretical predictions on how anthropogenic stressors affect the biodiversity-ecosystem functioning (BEF) relationship and the effects on ecosystem services (ES) and natural capital (CN). Proposals may be based on different scientific approaches—experimental, observational and integrated ecological modelling - with various response variables (e.g. degradation of organic matter, metabolic(omic) responses, integrated taxonomy, modeling,

etc.), providing long-term datasets, high-resolution spatial and temporal mappings in marine habitats (intertidal, transition, seagrasses, macro-algae, pre-e.g., maërl and coralligenous), using various types of stressors (e.g. eutrophication, pollution, fishing pressure, organic enrichment from aquaculture activities, biological factors like invasive species, climatic factors like temperature increase and underwater noise, increasing frequency of extreme events like heatwaves and hydrodynamic events, acidification and anthropogenic climatic side effects, e.g. deoxygenation and salinity variation) as potential interactive sources of influence on the BEF relationship, on ES and CN.

The proposals must also be accompanied by knowledge transfer actions to increase social and political decision-makers' awareness of the importance of biodiversity (i.e. the science-policy nexus) in driving ecosystem functioning, the provision of ecosystem services and the importance of AI technologies for implementing studies on the role of biodiversity as a driver of ecosystem functioning. It will be advantageous if the proposals offer actions for developing new technologies for monitoring marine habitats resulting in a TRL increasing up to 4-5/6 by leveraging aerospace technologies and expertise, developing prototype systems based on sensors for acquiring physical variables (e.g. temperature) and chemical variables (e.g. CO<sub>2</sub>) at high temporal resolution (at least 1 minute), biological traits (e.g., object size, color, morphology, behaviour etc.), developing underwater transmission networks (IoT), early warning systems, tools for extracting data collected from videos and static images from AI training models and storing them in databases, user-friendly web interfaces for researchers, managers of marine protected areas and citizens for extracting the required information.

