

Relazione tecnica di aggiornamento

oggetto: AGGIORNAMENTO TECNICO RELATIVO AL *DELIVERABLE* N. 1 – PROTOCOLLI DI MONITORAGGIO PER MACROCATEGORIE

proponente: Regione Puglia - Dipartimento Ambiente, Paesaggio e Qualità urbana
Via Gentile n. 52, 70126 Bari

realizzato da: ERSE *Ecological Research and Services for the Environment* soc. coop. s.t.p.
Via Aurelia sud 291, 55 049 Viareggio (LU) – www.erseambiente.it

attività: relazione tecnica: protocollo di monitoraggio per macrocategorie e piano di campionamento esemplificativo di una specie *target* per la “valutazione delle minacce alla biodiversità dovute alla presenza di specie aliene invasive e relativo piano d'azione per la conservazione della biodiversità”, all’interno del progetto *BEST - Addressing joint Agro- and Aqua-Biodiversity pressures Enhancing SuSTainable Rural Development*.

INDICE

INDICE	2
Premessa	3
Sezione 1: Introduzione	3
Sezione 2: Definizione delle azioni di monitoraggio	4
2.1 Individuazione delle macrocategorie	4
2.2 Azioni di monitoraggio	5
2.2.1 Categoria #1: PIANTE TERRESTRI	5
2.2.2 Categoria #2: MACROFITE D'ACQUA DOLCE	12
2.2.3 Categoria #3: MACROFITE MARINE	17
2.2.4 Categoria #4: ANIMALI TERRESTRI	22
2.2.5 Categoria #5: ANIMALI D'ACQUA DOLCE	35
2.2.6 Categoria #6: ANIMALI MARINI	43
2.3 Declinazione nel territorio pugliese	47
2.3.1 PANORAMICA DELLE TECNICHE DI MONITORAGGIO APPLICATE	47
2.3.2 INQUADRAMENTO NEL TERRITORIO PUGLIESE	49
Sezione 3: Piano di gestione esemplificativo	52
Sezione 4: Riferimenti bibliografici	56
4.1 Siti <i>web</i> consultati	66
Appendice 1: schede di rilevamento esemplificative	67

Premessa

La presente relazione tecnica ha lo scopo di descrivere lo stato dei lavori riguardo all'elaborazione di protocolli di monitoraggio suddivisi per macrocategorie, definendone gli obiettivi generali e specifici e individuandone le modalità di applicazione. Per le macrocategorie individuate verranno infatti definite le principali tecniche di monitoraggio più utilizzate, attraverso una descrizione delle metodiche e relative tempistiche, le variabili da rilevare, la scala temporale ed una stima di massima dei costi necessari in termini di risorse economiche, attrezzature e personale coinvolti. A termine dei relativi capitoli seguirà la stesura di un piano di gestione esemplificativo specie-specifico, introduttivo alle successive fasi del progetto, mentre in appendice saranno fornite delle schede di campionamento esemplificative riferite ad alcune delle metodologie di monitoraggio individuate nel presente documento.

Sezione 1: Introduzione

Appare ormai evidente come la salvaguardia della biodiversità, sia a livello regionale che nazionale, richieda un impegno costante dal punto di vista tecnico-scientifico, anche in funzione degli obblighi derivanti dalle politiche comunitarie. Tale patrimonio è tuttavia minacciato da numerosi fattori di origine antropica, inclusa la presenza sul territorio delle cosiddette specie aliene invasive (più comunemente indicate con l'acronimo inglese IAS, *Invasive Alien Species*). L'introduzione e la diffusione delle specie alloctone è infatti una delle cause principali del declino della biodiversità a livello globale, causando profondi squilibri e alterando i cosiddetti servizi ecosistemici che assicurano la resilienza di un ambiente in salute. Tali specie hanno inoltre un profondo impatto negativo dal punto di vista economico, stimato in oltre 12 miliardi di euro annui nell'Unione Europea. Solo in Italia il numero di specie esotiche è aumentato del 96% negli ultimi 30 anni, complici l'incremento del commercio, del turismo e dei viaggi.

Il 14 febbraio del 2018 è entrato in vigore il Decreto Legislativo n.230 del 15 dicembre 2017, al fine di adeguare la normativa nazionale in seguito al recepimento delle disposizioni del regolamento (UE) n. 1143/2014 recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive. Tra i vari principi e criteri, il Decreto individua "Le Regioni e le Province Autonome, e i Parchi Nazionali [...] tra i destinatari primari della norma in virtù delle competenze in materia di monitoraggio e attuazione degli interventi di eradicazione e delle misure di gestione, nonché di ripristino degli ecosistemi danneggiati."

Il monitoraggio si prefigura conseguentemente come uno strumento chiave per il raggiungimento degli obiettivi generali individuati dalle normative europee nella lotta contro le specie alloctone, attraverso l'individuazione dei parametri fondamentali indicatori dello *status* di una specie, i quali dovranno variare a seconda dell'indagine in questione. Tali obiettivi generali sono volti a rilevare dati relativi alla presenza/assenza di una data specie *target*, areali di distribuzione, abbondanza delle popolazioni, habitat occupati e *trend* futuri. La raccolta dei dati, momento cruciale delle attività di sorveglianza e monitoraggio, deve essere effettuata utilizzando metodologie specifiche, standardizzate e condivise, in modo da essere ripetibili e confrontabili nel tempo. Tuttavia, considerata sia il numero che la grande biodiversità delle specie alloctone, sia animali che vegetali, già presenti sul territorio, risulta impossibile individuare un'unica metodica di monitoraggio applicabile trasversalmente alle diverse categorie di alloctoni, così come appare non funzionale l'individuazione un protocollo *ad hoc* per ciascuno di essi. Per tale ragione occorre diversificare gli obiettivi specifici delle azioni di monitoraggio che verranno intraprese, e che dipenderanno dai tipi di *output* necessari per il raggiungimento degli obiettivi generali sopracitati.

Sezione 2: Definizione delle azioni di monitoraggio

2.1 Individuazione delle macrocategorie

Ricapitolando quanto espresso alla precedente sezione, l'estrema variabilità delle specie animali e vegetali oggetto di potenziali protocolli di monitoraggio fa sì che non sia possibile l'attuazione di uno o pochi piani di monitoraggio *ad hoc*, bensì sia necessaria una categorizzazione delle specie *target* in gruppi (macrocategorie), in modo da rilevare dei *pattern* ecologici ricorrenti e identificare dei piani di azioni comuni applicabili a più specie simultaneamente. Per quanto riguarda i parametri da prendere in considerazione per la suddivisione in macrocategorie, sono state valutate due opzioni principali, ossia la divisione delle specie dal punto di vista tassonomico o dal punto di vista ecologico.

La categorizzazione delle specie dal punto di vista tassonomico si basa sui rapporti filogenetici tra le specie, esplicitati mediante una classificazione in *taxa* che condividono delle caratteristiche comuni, derivate filogeneticamente da un medesimo antenato. Tale categorizzazione è molto utilizzata nei piani di gestione faunistica, inclusi i monitoraggi. Ad esempio, è comune utilizzare le principali categorie tassonomiche (anfibi, pesci, uccelli, insetti, ecc.) come matrici di campionamento, il che presenta il vantaggio pratico di identificare rapidamente ed intuitivamente i *target* delle azioni previste. Tuttavia, per quanto chiaro da un punto di vista organizzativo, la suddivisione in tali categorie sottintende implicitamente non tanto un'affinità genetica tra le specie all'interno di ciascuna categoria, quanto piuttosto alle caratteristiche fisiologiche e comportamentali che tali specie condividono, in quanto frutto di un percorso evolutivo comune, e che permettono loro di sfruttare le medesime caratteristiche ecologiche dell'ambiente in cui vivono. Risulta perciò pratico, ad esempio, identificare il gruppo dei pesci come tali, ma solo in quanto accomunati dall'aver un ciclo biologico all'interno della matrice acquatica e dall'aver (per i più) abitudini nectoniche; ciò li rende idonei per un protocollo di monitoraggio comune (ad es. mediante l'utilizzo di reti). La suddivisione in categorie tassonomiche può dunque risultare pratica ed efficace in alcuni contesti: lo stabilire protocolli di monitoraggio specifici per tali categorie rischia tuttavia di non includere quelle specie che, pur distanti dal punto di vista filogenetico, condividano le medesime caratteristiche ecologiche (es. altre specie acquatiche vagili non appartenenti al gruppo dei pesci), le quali potrebbero essere oggetto di protocolli di monitoraggio analoghi; allo stesso modo, una medesima categoria tassonomica potrebbe includere specie filogeneticamente vicine tra loro, ma caratterizzate da adattamenti ecologici profondamente differenti, che determinano caratteristiche ecologiche diverse e, di conseguenza, l'inapplicabilità di determinate metodiche efficaci per le restanti specie incluse nella categoria (es. pesci adattati ad ambienti peculiari, per i quali il monitoraggio tramite l'utilizzo di reti risulta non applicabile). Il criterio tassonomico non risulta pertanto sempre efficace per individuare e ottimizzare le tecniche di monitoraggio da applicare per ciascuna macrocategoria.

In considerazione di quanto sopra, è stato pertanto ritenuto opportuno organizzare le macrocategorie in base alle loro caratteristiche ecologiche (in particolare il tipo di ambiente in cui svolgono l'intero o la gran parte del ciclo vitale, nonché le capacità di dispersione e colonizzazione all'interno di tale ambiente), al fine ottimizzare l'identificazione dei *pattern* comuni sulla base dei quali elaborare i protocolli di monitoraggio. Appare evidente come tali macrocategorie vadano comunque a sovrapporsi, almeno in parte, alle categorizzazioni tassonomiche di cui sopra, tuttavia queste ultime non sono state considerate come il criterio di suddivisione prioritario.

Di seguito si elencano le macrocategorie individuate sulla base dell'analisi delle diverse tipologie di specie alloctone presenti sul territorio regionale, già evidenziate e descritte in dettaglio nel corso del presente progetto. Ciascuna di tali categorie è descritta nel capitolo successivo:

- *categoria #1*: PIANTE TERRESTRI
- *categoria #2*: MACROFITE DI ACQUA DOLCE
- *categoria #3*: MACROFITE MARINE
- *categoria #4*: ANIMALI TERRESTRI
 - *sottocategoria #4.1*: ANIMALI A BASSA VAGILITÀ
 - *sottocategoria #4.2*: ANIMALI AD ALTA VAGILITÀ
- *categoria #5*: ANIMALI D'ACQUA DOLCE
- *categoria #6*: ANIMALI MARINI

2.2 Azioni di monitoraggio

Vengono di seguito elencate le macrocategorie ecologiche individuate, con una breve descrizione, seguite dalle principali azioni di monitoraggio corrispondenti.

2.2.1 Categoria #1: PIANTE TERRESTRI

La varietà di condizioni biogeografiche, geomorfologiche e climatiche che caratterizza l'Europa continentale e il bacino Mediterraneo fa dell'Italia una straordinaria area di concentrazione sia di specie, sia di habitat, sia di aree con elevati livelli di naturalità. In Italia sono stati identificati importanti centri di biodiversità, ad esempio nelle isole tirreniche, nelle Alpi Marittime e Liguri, senza contare l'elevato tasso di endemismo che caratterizza molte aree quali, tra le altre, la catena appenninica. Questo grande patrimonio naturale è minacciato da una serie di criticità attribuibili, in ultima analisi, a dinamiche generali di sviluppo economico, sia globali sia nazionali, che portano alla distruzione e alla frammentazione degli habitat, in relazione a una crescente urbanizzazione, alla proliferazione di infrastrutture e all'intensificazione delle pratiche agricole. L'introduzione delle specie alloctone, l'uso non sostenibile delle risorse e delle specie e gli effetti dei cambiamenti climatici completano il quadro delle minacce principali.

Sulla terraferma, la categoria ecologica delle piante terrestri comprende al suo interno quegli organismi vegetali che esplicano qui il loro ciclo vitale e che crescono in habitat non acquatici (inclusi quelli periodicamente sommersi, ma esclusi quelli prevalentemente allagati), inclusi campi agricoli, pascoli, foreste, paesaggi urbani, zone selvagge e lungo i corsi d'acqua. Le piante terrestri includono alberi, arbusti, viti, erbe e piante erbacee capaci di riprodursi e diffondersi nell'ambiente secondo molteplici strategie riproduttive e di dispersione. Organismi che necessitano della radiazione solare più o meno diffusa per poter accrescersi e prosperare e di condizioni del suolo ottimali per poter godere del giusto apporto idrico e minerale. Data la disponibilità ambientale eterogenea di questi fattori, le piante terrestri, nel corso del tempo hanno sviluppato, in base alla geomorfologia e agli elementi climatici, strategie di adattamento, crescita e riproduttive capaci di farle primeggiare in certi ambienti o di resistere alla competizione per le risorse tra di loro.

Tale categoria ecologica vede la maggior parte delle specie aliene individuate insediate e colonizzanti gli habitat antropizzati (e gran parte di esse si trova esclusivamente in questi ambienti fortemente disturbati), ma anche le cenosi

boschive e le cenosi ripariali. Fra i vari tipi di uso del suolo, il maggior numero di specie di piante aliene terrestri è stato rilevato nelle aree urbane, seguite dai siti industriali e dalle vie di comunicazione, ambienti degradati dove la strategia di adattamento, crescita e diffusione di queste specie è notevolmente superiore a quella delle piante autoctone dei territori in questione.

2.2.1.1 METODO FITOSOCIOLOGICO BRAUN-BLANQUET

Descrizione: il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet, 1928), consente di riconoscere i tipi di vegetazione sulla base delle loro caratteristiche floristiche, strutturali, ecologiche e dinamiche e consiste nell'effettuare, in un'area scelta come omogenea da un punto di vista vegetazionale in base a criteri fisiografici e paesaggistici, un rilievo floristico, cioè l'elenco di tutte le entità presenti all'interno di questa area prescelta. Ciò avviene mediante la stesura di un elenco floristico per ogni fascia d'altezza completato con l'abbondanza relativa di ogni specie. Successivamente (fase sintetica) vengono comparati i diversi rilievi e viene eseguita l'elaborazione sintassonomica che porta a definire le tipologie vegetazionali attraverso il confronto floristico, ecologico e statistico dei rilievi eseguiti, oppure i dati rilevati possono essere ulteriormente elaborati (es. tramite *cluster analysis* o altre metodiche statistiche).

Variabili da rilevare: minimo areale (varia a seconda del tipo di vegetazione da monitorare), tipologia ambientale di riferimento, identificazione delle specie, copertura relativa per i vari strati.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista per ciascuna stazione di analisi, benché si consigli l'impiego di due tecnici. Occorre prevedere l'impiego di almeno un'ora per ciascuna stazione di campionamento, oltre alla tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Strumentazione necessaria:

- materiale da campo:
 - *posizionatore GPS*
 - *supporto digitale/cartaceo, matita*
- materiale da laboratorio:
 - *microscopio stereoscopico*

Costi: medio-bassi. I costi, una volta acquistata l'attrezzatura da laboratorio utile per il riconoscimento microscopico dei campioni prelevati, sono relativi al personale coinvolto e all'esecuzione di ciascuna campagna di campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione dell'insieme di specie vegetali che costituisce il popolamento di una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (liste floristiche) che di struttura tridimensionale dello stesso, con conseguente definizione della tipologia di habitat e/o dell'associazione fitosociologica di riferimento. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato sia per ottenere

informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* dagli areali di riferimento (tramite la redazione delle liste floristiche), sia (e soprattutto) informazioni quantitative in merito al grado di ingressione di determinate specie alloctone all'interno dei popolamenti esaminati, con stima della relativa copertura e valutazione degli effetti sull'associazione fitosociologica di riferimento (es. la presenza di una medesima specie alloctona in una determinata area può avere valenze diverse sulla base delle relative percentuali di copertura e/o dell'eventuale alterazione della sintassonomia del popolamento riscontrato).

2.2.1.2 TRANSETTO VEGETAZIONALE

Descrizione: il metodo del transetto vegetazionale viene usato per studiare nel dettaglio una determinata associazione vegetale o per valutare le variazioni floristiche e strutturali tra tipi diversi lungo un gradiente ecologico. Si esegue seguendo un percorso lineare prestabilito ("transetto") attraverso l'ambiente vegetato in predico di caratterizzazione, e descrivendo le diverse specie incontrate nell'intorno di questo. L'ispezione deve consentire di rilevare le specie presenti e di assegnare a ciascuna di esse un valore stimato di abbondanza. Ripetendo i rilevamenti nel tempo si possono ottenere informazioni sulla dinamica di vegetazione.

Variabili da rilevare: tipologia ambientale di riferimento, identificazione delle specie, stime delle percentuali di copertura relativamente alla superficie battuta dal transetto di rilevamento.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista per ciascuna stazione di analisi. Occorre prevedere l'impiego di almeno un'ora per ciascuna stazione di campionamento, oltre alla tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica (maggiormente speditiva rispetto alla precedente metodica Braun-Blanquet, in quanto viene fornita unicamente la lista floristica relativa al transetto battuto e la stima delle relative percentuali di copertura, senza procedere alla caratterizzazione fitosociologica del popolamento)

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo:
 - *posizionatore GPS*
 - *supporto digitale/cartaceo, matita*
- materiale da laboratorio:
 - *microscopio stereoscopico*

Costi: bassi. I costi, una volta acquistata l'attrezzatura da laboratorio utile per il riconoscimento microscopico dei campioni raccolti, sono unicamente relativi al personale coinvolto e all'esecuzione di ciascuna campagna di campionamento. I costi risultano maggiormente contenuti rispetto a quelli preventivabili per la precedente metodica Braun-Blanquet, in quanto viene fornita unicamente la lista floristica relativa al transetto battuto

e la stima delle relative percentuali di copertura, senza procedere alla caratterizzazione fitosociologica del popolamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione dell'insieme di specie vegetali che costituisce il popolamento di una determinata area di studio, soprattutto in termini qualitativi (liste floristiche) e semiquantitativi (stime delle percentuali di copertura). A differenza del metodo Braun-Blanquet, non viene definita l'associazione fitosociologica di riferimento, a tutto vantaggio della spedività del metodo. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato per ottenere rapidamente informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* dagli areali di riferimento (tramite la redazione delle liste floristiche), oltre che per avere una stima indicativa sul tasso di ingressione delle stesse (particolarmente utili in caso di colonizzazioni incipienti e/o recrudescenze post-interventi di contenimento).

2.2.1.3 TELERILEVAMENTO

Descrizione: il metodo del telerilevamento viene usato per studiare complessivamente la distribuzione di una determinata associazione vegetale o per valutare la reale presenza e diffusione di una specie vegetale sul territorio rilevato. Si esegue mediante l'utilizzo di un aeromobile (solitamente un drone a controllo remoto) dotato di sensori multispettrali, capaci di rilevare la firma spettrale di un oggetto in particolare (in questo caso, una determinata specie vegetale), che viene fatto volare sopra l'ambiente vegetato in predico di caratterizzazione, permettendo così sia la rilevazione della firma spettrale delle diverse specie contattate durante il sorvolo dell'area in oggetto che l'acquisizione delle immagini utili alle successive elaborazioni. Premessa indispensabile è l'acquisizione della firma spettrale per ciascuna specie oggetto di rilevamento, che dovrà essere precedentemente caratterizzata mediante un opportuno campionamento e una successiva analisi in laboratorio. L'ispezione area deve consentire di rilevare, durante la fase di volo, la presenza e l'estensione di tutte le specie di interesse. Ripetendo i rilevamenti nel tempo si possono ottenere informazioni sulla dinamica di vegetazione. Tali informazioni dovranno poi essere elaborate mediante *software* appositi (es. GIS).

Variabili da rilevare: firma spettrale della specie da monitorare, condizioni atmosferiche con cui effettuare il monitoraggio, valutazione dell'accuratezza del telerilevamento.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista, accompagnato da personale in possesso della licenza di pilotaggio per aeromobili a controllo remoto. Occorre prevedere l'impiego del tempo utile al campionamento e alla rilevazione della firma spettrale della specie di interesse, alla preparazione del drone e al sorvolo dell'area interessata dallo studio, oltre alla tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase di analisi attraverso l'utilizzo del computer.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo:
 - *guide di identificazione*
 - *software per l'inserimento e l'analisi dei dati*
- materiale da telerilevamento:
 - *droni da telerilevamento (fotocamera, videocamera, sensori multispettrali)*

Costi: medio-alti. I costi, una volta acquistata o noleggiata l'attrezzatura necessaria al telerilevamento, saranno relativi sia al personale coinvolto e all'esecuzione del campionamento, sia all'applicazione del *software* per la successiva identificazione degli areali di diffusione (in particolare la fase relativa alla caratterizzazione della firma spettrale per le specie *target*, necessariamente dispendiosa in termini di tempo e risorse). I maggiori costi risulteranno quindi attribuibili alla dotazione dell'attrezzatura necessaria allo svolgimento della metodologia.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione multispettrale della distribuzione areale di caratteristiche specie vegetali che costituiscono il popolamento di una determinata area di studio, soprattutto in termini quantitativi (stime delle percentuali di copertura da parte di una o più specie *target* a seguito dell'elaborazione con opportuni *software*). Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo risulta particolarmente utile, nonostante il maggior sforzo economico richiesto, nella quantificazione degli areali occupati da specie vegetali a rapida diffusione e forte capacità colonizzatrice (es. le piante succulente invasive capaci di colonizzare terreni scoperti o occupati da gariga/macchia bassa mediterranea), e/o in grado di formare rapidamente popolamenti monospecifici nelle aree ingredite (es. le specie invasive d'alto fusto, quali ailanto e robinia, all'interno di popolamenti arborei-arbustivi oggetto di disturbo), in particolare per monitorare l'andamento di eventuali interventi di contenimento e valutarne l'efficacia *ex post*. Il metodo può essere inoltre impiegato per ottenere rapidamente informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* (tramite la rilevazione di firme spettrali opportunamente definite in modo da risultare specie-specifiche) in areali di riferimento caratterizzati da difficoltà di accesso per un rilevatore a piedi (es. contesti ambientali caratterizzati da particolare acclività, situazioni di golene, forre o lame, contesti insulari di piccole dimensioni), oltre che per avere una stima indicativa sul tasso di ingressione delle stesse; anche in questo caso, il metodo risulta particolarmente utile in caso di colonizzazioni incipienti e/o valutazione di eventuali recrudescenze post-interventi di contenimento.

2.2.1.4 MODELLI PREDITTIVI

Descrizione: I modelli predittivi si basano su algoritmi relativi all'interpretazione dei dati di dinamica di popolazione delle specie in esame, di cui vengono individuate le regolarità e gli andamenti. La metodologia consiste nell'avvalersi di dati di presenza e di distribuzione sia pregressi che raccolti mediante campionamenti più recenti rispetto ad una specie-*target* oggetto di indagine, e, avvalendosi di modelli statistici e informatici, prevederne la sua futura distribuzione. Si dovrà prevedere quindi una prima fase di raccolta dati (ricerca di riferimenti bibliografici *ad hoc*, dati di distribuzione, ecc.), un'integrazione del *database* con dati più recenti (eseguendo, se necessario ulteriori campionamenti specifici nell'area da monitorare, per i quali ci si potrà avvalere della metodologia più opportuna fra quelle sin qui esposte) e, infine, una fase di analisi statistica

utile a prevedere come e in che modo si diffonderà la specie oggetto di studio, trasponendo infine i risultati ottenuti in un modello di distribuzione digitale (es. tramite *software* GIS).

Variabili da rilevare: dati relativi all'ecologia di popolazione della specie in esame (distribuzione, ecologia, ecc.), disponibili da collazione dell'informazione bibliografica esistente ovvero elaborati *ad hoc* tramite campagne di monitoraggio specifico.

Scala temporale: le serie di dati in esame devono coprire intervalli di tempo significativi per l'elaborazione di ipotesi predittive sufficientemente robuste, pertanto la scala temporale per questo tipo di analisi è giocoforza molto alta (es. per le specie vegetali, intervalli di anni o decenni in funzione delle dinamiche di accrescimento ed espansione delle diverse specie).

Frequenza di rilevamento: gli eventuali campionamenti a supporto della costruzione del modello dovranno essere eseguiti in conformità alla metodica prescelta, per la quale si rimanda alle descrizioni precedenti.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista che conosca e sappia utilizzare i modelli predittivi e di elaborazione cartografica. Occorre prevedere l'impiego del tempo utile al campionamento (se mancano dati recenti) e alla raccolta di dati bibliografici oltre che all'elaborazione statistica dei dati e alla trasposizione degli stessi su *software* GIS.

Attrezzature necessarie:

- materiale da lavoro:
 - *guide di identificazione (per campionamenti integrativi)*
 - *software dedicati per l'inserimento e l'analisi statistica e distributiva dei dati*

Costi: non valutabili *a priori*. I costi consistono principalmente nelle ore/uomo da impiegarsi da parte di personale formato nella ricerca di dati bibliografici pregressi, nei costi degli eventuali campionamenti integrativi, e nelle risorse necessarie all'elaborazione statistica dei dati. Un *database* di partenza sufficientemente completo consente l'elaborazione di modelli predittivi relativamente robusti con un impiego limitato di risorse, mentre un *set* dati carente richiede l'implementazione dell'informazione mediante campionamenti *ad hoc*, con conseguente aumento dei costi.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è quello di riuscire a predire e monitorare la distribuzione areale di determinate specie vegetali all'interno di un'area di studio. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato per ottenere informazioni qualitative in merito a potenziali aree che potrebbero essere raggiunte e/o colonizzate in futuro dalla specie in esame, così da avere una stima indicativa sul tasso di ingressione delle stesse (particolarmente utili in caso di colonizzazioni incipienti).

2.2.1.5 PROGETTI CITIZEN SCIENCE

Descrizione: i progetti *citizen science*, di cui esistono numerose varianti, vengono genericamente definiti come quel complesso di attività collegate ad una specifica ricerca scientifica a cui partecipano semplici cittadini: la definizione riunisce pertanto una serie di azioni anche molto diverse tra loro, accomunate dal fatto di prevedere la partecipazione della cittadinanza ad attività riconducibili alla scienza. Il contributo della

popolazione nella sorveglianza attiva sul territorio può rivelarsi una risorsa cruciale nella segnalazione di specie *target*, potendone consentire tanto l'identificazione precoce quanto un monitoraggio costante e capillare sul territorio. Nel caso delle attività di monitoraggio ambientale di tipo *citizen science*, queste devono invariabilmente prevedere una prima fase di formazione attiva dei partecipanti al riconoscimento morfologico della specie bersaglio ed eventualmente all'utilizzo di semplici strumenti necessari per rilevare e segnalare la presenza e la distribuzione della specie stessa (es. binocoli da campo, strumenti GPS, abilità informatiche di base per consentire l'inserimento dei dati raccolti in banche dati *online* di libero accesso). In una fase successiva, le segnalazioni effettuate potranno confluire in un *database* di libero accesso, dove saranno validate da personale esperto.

Variabili da rilevare: i progetti di monitoraggio ambientale di tipo *citizen science* hanno come oggetto di rilevamento la specie *target*, spesso in termini di presenza/assenza (in particolari per le specie vegetali).

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo. Il periodo temporale in cui effettuare le sessioni di rilevamento è determinato dalle tempistiche del progetto (due giorni, un mese, tutto l'anno, ecc.)

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista che possa validare le fotografie delle specie segnalate dai partecipanti al progetto.

Attrezzature necessarie:

- materiale da lavoro:
 - *piattaforme informatiche ad hoc*
 - *supporto informativo- divulgativo per le campagne*

Costi: bassi. Le risorse necessarie sono quelle relative alla formazione del cittadino-scienziato coinvolto nel progetto e, in seconda battuta, nell'analisi dei dati forniti dalla cittadinanza. Una formazione efficace e di buona qualità è indispensabile per ridurre i principali problemi insiti nell'impiego di simili iniziative, consistenti perlopiù in errori o difficoltà nell'identificazione della specie commessi dal cittadino-scienziato, con conseguenti falsi positivi/negativi.

Obiettivi: obiettivo della tecnica di monitoraggio è quello di riuscire, attraverso il coinvolgimento della cittadinanza, ad individuare e a mappare la distribuzione areale di specifiche specie vegetali, soprattutto in termini qualitativi. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato per ottenere rapidamente e diffusamente informazioni qualitative in merito a potenziali aree che sono occupate dalla specie-*target*, oltre che per avere una stima indicativa sul tasso di ingressione delle stesse (particolarmente utili in caso di colonizzazioni incipienti). Il metodo risulta particolarmente efficace per il monitoraggio delle specie alloctone vegetali di grandi dimensioni o comunque facilmente individuabili, anche per la possibilità di supportare ciascun avvistamento da parte del cittadino-scienziato con materiale fotografico, anche di dettaglio, che può essere successivamente validato dal tecnico esperto. Un ulteriore vantaggio connesso all'applicazione del metodo è quello legato alla diffusione della conoscenza relativa al problema delle specie alloctone nella popolazione coinvolta nel progetto, in particolare in occasione degli eventi di formazione, durante in quali

vengono forniti i dati corretti circa la tipologia, la distribuzione e la pericolosità delle specie alloctone presenti sul territorio, con conseguente progressiva sensibilizzazione della cittadinanza attiva nei confronti del problema.

2.2.2 Categoria #2: MACROFITE D'ACQUA DOLCE

Gli ambienti umidi possono essere sottoposti ad un gran numero di minacce antropogene a scala differente: i cambiamenti climatici a scala globale, la frammentazione e la trasformazione territoriale (bonifiche, urbanizzazione e artificializzazione in senso lato) a scala regionale/di paesaggio e un gran numero di altri fattori e processi a scala locale (ad es. introduzione e invasione di specie alloctone, stress idrico, inquinamento, interrimento, pascolo, fruizione non controllata, abbandono pratiche colturali, tra cui quelle legate alla piscicoltura). Gli ecosistemi acquatici sono estremamente vulnerabili agli impatti generati dalle specie esotiche invasive; in particolare, laghi e fiumi rappresentano lo scenario di alcuni degli esempi più spettacolari e famosi di invasioni biologiche. Per le piante, l'acqua rappresenta un ottimo vettore per frutti, semi e parti vegetative, favorendo la diffusione non controllata di specie. Gli impatti esercitati dalle specie invasive sono molteplici e interessano tutti i livelli di organizzazione biologica, da quello genetico a quello ecosistemico, oltre a determinare importanti modifiche, ad esempio, del ciclo dei nutrienti. Sono numerosi i casi di invasioni favorite dall'aumento di temperatura che possono portare all'estinzione locale di specie native e ad effetti di semplificazione e banalizzazione delle biocenosi. L'insediamento di specie alloctone sembra per altro facilitato dalle condizioni di vulnerabilità di corpi d'acqua sottoposti ad intense pressioni antropiche.

La categoria ecologica delle piante d'acqua dolce comprende le idrofite, ossia quegli organismi vegetali il cui fabbisogno idrico è massimo e che si sono adattate a vivere sommerse o galleggianti nell'acqua. Possono essere emergenti, galleggianti o sommerse: le idrofite emergenti e sommerse sono sempre radicate nel substrato, mentre le idrofite galleggianti possono essere radicate nel substrato o liberamente galleggianti. Con il termine piante acquatiche sono invece normalmente indicate quelle piante vascolari, sia angiosperme sia felci, che hanno sviluppato specifici adattamenti per poter vivere in un ambiente tanto particolare. Queste piante possiedono foglie con una cuticola sottile o assente e presentano degli stomi con cellule di guardia per lo più inattive, che li fanno restare aperti, sono dotate di tessuti aeriferi con funzione di galleggiamento e possiedono radici specializzate nella cattura di ossigeno. Le piante acquatiche si riproducono alquanto facilmente, anche a partire da piccole porzioni di esse; per questo motivo molte specie sono considerate invasive in molte parti del mondo.

2.2.2.1 METODO FITOSOCIOLOGICO BRAUN-BLANQUET

Descrizione: Il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet, 1928) viene descritto nella macrocategoria precedente, ma declinato nella definizione delle associazioni riguardanti le principali idrofite di acqua dolce. Il monitoraggio prevede due fasi: la prima, più analitica, consistente nel rilievo e stima della abbondanza relativa delle specie; la seconda, sintetica, nella definizione dell'associazione vegetazionale. Nel caso in cui l'ambiente umido da indagare sia un vaso naturale/artificiale potrebbe essere necessario avvalersi di un natante.

Variabili da rilevare: minimo areale (varia a seconda del tipo di vegetazione da monitorare), tipologia ambientale di riferimento, identificazione delle specie e copertura relativa.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista per ciascuna stazione di analisi, benché si consigli l'impiego di due tecnici (necessario se si prevede l'uso del natante). Occorre prevedere l'impiego di almeno un'ora per ciascuna stazione di campionamento, oltre alla tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Strumentazione necessaria:

- materiale da campo:
 - *posizionatore GPS*
 - *supporto digitale/cartaceo, matita*
 - *imbarcazione (adeguata al contesto ambientale in indagine)*
 - *materiale da campionamento (vasetti/sacchetti, coltellino, ecc.)*
- materiale da laboratorio:
 - *microscopio stereoscopico*

Costi: medio-bassi. I costi, una volta noleggiata l'imbarcazione e acquistata l'attrezzatura da laboratorio utile per il riconoscimento microscopico dei campioni prelevati, sono relativi al personale coinvolto e all'esecuzione di ciascuna campagna di campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione dell'insieme di specie vegetali che costituisce il popolamento di una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (liste floristiche) che quantitativi dello stesso, con conseguente definizione della tipologia di habitat e/o dell'associazione fitosociologica di riferimento. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone in acqua dolce, il metodo può essere impiegato sia per ottenere informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* dagli areali di riferimento (tramite la redazione delle liste floristiche), sia (e soprattutto) informazioni quantitative in merito al grado di ingressione di determinate specie alloctone all'interno dei popolamenti esaminati.

2.2.2.2 TRANSETTO DI VEGETAZIONE

Descrizione: Il metodo del transetto di vegetazione viene usato per studiare nel dettaglio una determinata associazione vegetale o per valutare le variazioni floristiche e strutturali tra tipi diversi lungo un gradiente ecologico. Nel caso delle associazioni vegetali acquatiche, lo si applica partendo dalla riva e procedendo verso il centro dell'invaso, e termina quando si rileva l'assenza di vegetazione su tutti i quattro punti di campionamento ai quattro lati dell'imbarcazione usata per il campionamento oppure quando è stata raggiunta la massima profondità dell'invaso. L'ispezione deve consentire di rilevare le specie presenti e di assegnare un valore di abbondanza (metodo di Kohler) per ciascuna specie individuata. Questa tecnica dà la possibilità di ottenere nell'immediato informazioni sulla struttura spaziale delle popolazioni in esame e sullo sfruttamento delle risorse delle specie che le compongono. Ripetendo i rilevamenti nel tempo si possono ottenere informazioni sulla dinamica di vegetazione.

Variabili da rilevare: tipologia ambientale di riferimento, trasparenza dell'acqua, errori associati al riconoscimento delle specie, acque lentiche.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo. Da tenere da conto, inoltre, della latitudine e altitudine dell'area di studio.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista per ciascuna stazione di analisi, benché si consigli l'impiego di due tecnici (necessario se si prevede l'uso del natante). Occorre prevedere l'impiego di almeno un'ora per ciascuna stazione di campionamento, oltre alla tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Strumentazione necessaria:

- materiale da campo:
 - *posizionatore GPS*
 - *supporto digitale/cartaceo, matita*
 - *imbarcazione (adeguata al contesto ambientale in indagine)*
 - *materiale da campionamento (barattoli/sacchetti, coltellino, ecc.)*
- materiale da laboratorio:
 - *microscopio stereoscopico*

Costi: medio-bassi. I costi, una volta noleggiato il natante e acquistata l'attrezzatura da laboratorio utile per il riconoscimento microscopico dei campioni raccolti, sono relativi al personale coinvolto e all'esecuzione di ciascuna campagna di campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione dell'insieme di specie vegetali che costituisce il popolamento di una determinata area di studio, soprattutto in termini qualitativi (liste floristiche) e semiquantitativi (stime delle percentuali di copertura). A differenza del metodo Braun-Blanquet, non viene definita l'associazione fitosociologica di riferimento, a tutto vantaggio della spedività del metodo. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato per ottenere rapidamente informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* dagli areali di riferimento (tramite la redazione delle liste floristiche), oltre che per avere una stima indicativa sul tasso di ingressione delle stesse (particolarmente utili in caso di colonizzazioni incipienti e/o recrudescenze post-interventi di contenimento).

2.2.2.3 TELERILEVAMENTO

Descrizione: il metodo del telerilevamento viene usato per studiare complessivamente la distribuzione di una determinata associazione vegetale o per valutare la reale presenza e diffusione di una specie vegetale sul territorio rilevato. Si esegue mediante l'utilizzo di un aeromobile (solitamente un drone a controllo remoto) dotato di sensori multispettrali, capaci di rilevare la firma spettrale di un oggetto in particolare (in questo caso, una determinata specie vegetale), che viene fatto volare sopra l'ambiente vegetato in predicato di caratterizzazione, permettendo così sia la rilevazione della firma spettrale delle diverse specie contattate

durante il sorvolo dell'area in oggetto che l'acquisizione delle immagini utili alle successive elaborazioni. Premessa indispensabile è l'acquisizione della firma spettrale per ciascuna specie oggetto di rilevamento, che dovrà essere precedentemente caratterizzata mediante un opportuno campionamento e una successiva analisi in laboratorio. L'ispezione area deve consentire di rilevare, durante la fase di volo, la presenza e l'estensione di tutte le specie di interesse. Ripetendo i rilevamenti nel tempo si possono ottenere informazioni sulla dinamica di vegetazione. Tali informazioni dovranno poi essere elaborate mediante *software* appositi (es. GIS).

Variabili da rilevare: firma spettrale della specie da monitorare, condizioni atmosferiche con cui effettuare il monitoraggio, valutazione dell'accuratezza del telerilevamento.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista, accompagnato da personale in possesso della licenza di pilotaggio per aeromobili a controllo remoto. Occorre prevedere l'impiego del tempo utile al campionamento e alla rilevazione della firma spettrale della specie di interesse, alla preparazione del drone e al sorvolo dell'area interessata dallo studio, oltre alla tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase di analisi attraverso l'utilizzo del computer.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo:
 - *guide di identificazione*
 - *software per l'inserimento e l'analisi dei dati*
- materiale da telerilevamento:
 - *droni da telerilevamento (fotocamera, videocamera, sensori multispettrali)*

Costi: medio-alti. I costi, una volta acquistata o noleggiata l'attrezzatura necessaria al telerilevamento, saranno relativi sia al personale coinvolto e all'esecuzione del campionamento, sia all'applicazione del *software* per la successiva identificazione degli areali di diffusione (in particolare la fase relativa alla caratterizzazione della firma spettrale per le specie *target*, necessariamente dispendiosa in termini di tempo e risorse). I maggiori costi risulteranno quindi attribuibili alla dotazione dell'attrezzatura necessaria allo svolgimento della metodologia.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione multispettrale della distribuzione areale di caratteristiche specie vegetali che costituiscono il popolamento di una determinata area di studio, soprattutto in termini quantitativi (stime delle percentuali di copertura da parte di una o più specie *target* a seguito dell'elaborazione con opportuni *software*). Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo risulta particolarmente utile, nonostante il maggior sforzo economico richiesto, nella quantificazione degli areali occupati da specie vegetali a rapida diffusione e forte capacità colonizzatrice (es. le piante succulente invasive capaci di colonizzare terreni scoperti o occupati da gariga/macchia bassa mediterranea), e/o in grado di formare rapidamente popolamenti monospecifici nelle aree ingredite (es. le specie invasive d'alto fusto, quali ailanto e robinia, all'interno di popolamenti arborei-arbustivi oggetto di disturbo), in particolare

per monitorare l'andamento di eventuali interventi di contenimento e valutarne l'efficacia *ex post*. Il metodo può essere inoltre impiegato per ottenere rapidamente informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* (tramite la rilevazione di firme spettrali opportunamente definite in modo da risultare specie-specifiche) in areali di riferimento caratterizzati da difficoltà di accesso per un rilevatore a piedi (es. contesti ambientali caratterizzati da particolare acclività, situazioni di golene, forre o lame, contesti insulari di piccole dimensioni), oltre che per avere una stima indicativa sul tasso di ingressione delle stesse; anche in questo caso, il metodo risulta particolarmente utile in caso di colonizzazioni incipienti e/o valutazione di eventuali recrudescenze post-interventi di contenimento

2.2.2.4 ANALISI DEL DNA AMBIENTALE

Descrizione: il metodo consiste nella raccolta di frammenti di DNA proveniente dagli organismi nell'ambiente in cui vivono (liquidi biologici o frammenti di tessuto), dalla cui analisi in laboratorio, mediante tecniche di amplificazione e sequenziamento del DNA, è possibile ottenere dati di presenza/assenza e di abbondanza relativa delle specie raccolte. L'ambiente acquatico si presta in maniera ottimale a questo tipo di approccio, grazie alla rapida dispersione e dei frammenti nel corpo idrico ed alla facilità di campionamento.

Variabili da rilevare: materiale genetico relativo alla specie da analizzare.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: per la fase di campo è sufficiente l'impiego di un solo tecnico che si occupi della raccolta dei campioni e della corretta conservazione; la fase analitica deve prevedere la preparazione del campione, l'estrazione, l'amplificazione tramite PCR e il sequenziamento degli ampliconi ottenuti, oltre all'allineamento delle sequenze su un *data base* apposito e l'interpretazione in senso filogenetico dei risultati ottenuti.

Attrezzature necessarie:

- fase di campo:
 - *materiale per la conservazione dei campioni*
 - *materiale da campionamento (barattoli/sacchetti, ecc.)*
 - *imbarcazione (adeguata al contesto ambientale in indagine)*
- fase analitica:
 - *strutture e materiale per estrazione, amplificazione, purificazione e sequenziamento di campioni di DNA ambientale*
 - *software per l'inserimento e l'analisi dei dati filogenetici*

Costi: alti. I costi sono riferibili perlopiù alla fase analitica, che include le spese necessarie alla processazione dei campioni di DNA ambientale ed al sequenziamento degli stessi, in genere presso laboratori specializzati.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione ambientale e specifica degli organismi vegetali d'acqua dolce, soprattutto in termini qualitativi (*check-list* delle specie vegetali) e semiquantitativi (stime successive di

abbondanza relativa, le quali tuttavia richiedono l'impiego di ulteriori tecniche molecolari, con conseguente aggravio dei costi). Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato per ottenere rapidamente informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* nella zona umida oggetto di studio.

2.2.3 Categoria #3: MACROFITE MARINE

Il Mediterraneo, una delle principali eco-regioni del pianeta, risulta essere per la sua ricchezza in termini di biodiversità tra i più importanti ecosistemi marini al mondo, nonostante rappresenti solo lo 0,7% della superficie globale dei mari. Si stima infatti che ospiti tra le 10.000 e le 12.000 specie marine sia vegetali che animali, pari quasi al 10 % del totale che popolano i mari del pianeta. Le azioni di tutela di quest'area sono, dunque, essenziali per la vita delle generazioni presenti e future.

I cambiamenti climatici, unitamente al degrado degli ecosistemi che li rende più vulnerabili a fattori di perturbazione esterni, stanno determinando negli anni recenti dei cambiamenti importanti nella fauna e flora del Mediterraneo. Nel corso degli ultimi decenni, ad esempio, si sono moltiplicate le segnalazioni di specie esotiche in Mediterraneo la cui introduzione o la diffusione hanno portato in certi casi ad un'alterazione degli equilibri ecologici e della rete trofica, arrivando a costituire nel caso delle specie invasive una diretta minaccia per gli habitat e le altre specie, nonché per la salute umana. Le cause principali di tali introduzioni sono essenzialmente da imputarsi, sia in modo diretto sia indiretto, ad attività antropiche. L'apertura del canale di Suez, il trasporto marittimo (organismi presenti nelle acque di zavorra delle navi o adesi agli scafi) e l'acquacoltura sono tra i principali vettori d'ingresso per queste specie. Tra le specie invasive marine si rinvencono alcune macrofite (alghe) marine il cui impatto sugli altri organismi marini è legato alla competizione diretta o indiretta per lo spazio e le risorse.

La categoria ecologica delle macrofite marine contiene al suo interno quegli organismi appartenenti al Regno Vegetale, eucarioti e fotosintetici, che presentano clorofilla A e altri pigmenti, che vivono all'interno di ambienti acquatici o umidi, d'acqua dolce o salata e possono essere sia unicellulari che pluricellulari, con un elevato grado di differenziamento. Le alghe possiedono inoltre un corpo (tallo) complesso e indifferenziato (in cui non si distinguono fusto, radici, foglie, fiori e frutti), il cui colore permette di distinguere sommariamente gli organismi appartenenti a questa categoria ecologica. La grande presenza di clorofilla nel tallo di alcune alghe permette di distinguere quelle che sono chiamate Alghe Verdi, organismi che perlopiù possono essere contattati nei primi metri dalla superficie, laddove la luce riesce a penetrare i primi strati d'acqua permettendo a questi organismi di svolgere la fotosintesi clorofilliana e poter vivere. Le specie appartenenti a questa divisione, quindi, sono normalmente rinvenibili su substrati rocciosi e all'interno della colonna d'acqua fino ad una profondità che può raggiungere i 15-30 metri.

2.2.3.1 METODO DI RACCOLTA DIRETTA

Descrizione: Il metodo consiste nell'ottenere una check-list completa delle specie presenti per lo studio della biodiversità macrofittica, caratteristica di ogni area marina. La metodologia prevede una prima fase di raccolta diretta dei campioni (tramite erborizzazione e grattaggi integrali) lungo costa avvalendosi di un natante facendo particolare attenzione all'integrità della struttura del tallo e percorrendo per la raccolta diversi transetti con andamento dalla riva verso il largo (tenendo in considerazione i piani bionomici e la morfologia del fondale)

e una seconda fase di successivo studio tassonomico delle macrofite, incluse anche le piccole specie epifite, utilizzando il microscopio ottico e lo stereoscopio. Tale metodologia viene spesso affiancata a quella della copertura (trattata nel sottocapitolo successivo) per definire le associazioni macrofitiche.

Variabili da rilevare: tipologia ambientale di riferimento e identificazione delle specie.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: è necessario l'impiego di almeno due tecnici, di cui un vegetazionista esperto che si occuperà di rilevare le macrofite acquatiche durante i rilievi, oltre al personale di supporto addetto alla logistica dei mezzi; in caso di transetto di rilevamento/quadrato di rilevamento condotto in immersione è necessario prevedere l'impiego di Operatori Scientifici Subacquei (OSS). Occorre prevedere l'impiego di almeno due ore per ciascuna stazione di campionamento, oltre alla tempistica necessaria per l'analisi morfologica dei campioni eventualmente raccolti attraverso l'opportuna strumentazione di laboratorio.

Strumentazione necessaria:

- materiale da campo:
 - *imbarcazione (adeguata al contesto ambientale in indagine)*
 - *attrezzatura subacquea (anche per fotodocumentazione)*
 - *materiale necessario per l'erborizzazione e la raccolta delle macrofite (barattoli, coltellino, ecc.)*
- materiale da laboratorio:
 - *microscopio ottico e stereoscopico*

Costi: medio-bassi. I costi, una volta acquistata l'attrezzatura da laboratorio utile per il riconoscimento microscopico dei campioni raccolti e quelli relativi allo sforzo di campionamento, sono relativi al personale coinvolto e all'esecuzione di ciascuna campagna di campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione del maggior numero di specie macrofitiche che compongono le associazioni vegetali marine delle singole aree marino-costiere, sia in termini qualitativi (liste floristiche) che di struttura tridimensionale dello stesso. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato per ottenere informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* dagli areali di riferimento (tramite la redazione delle liste floristiche).

2.2.3.2 METODO DELLA COPERTURA

Descrizione: Il metodo consiste nel rilevare l'abbondanza relativa delle singole specie contattate su una porzione di substrato e può essere espressa come una misura di superficie (m²) ma più comunemente come percentuale di copertura (%). La metodologia consiste in un rilievo che viene effettuato all'interno di un popolamento elementare abbastanza esteso definito "Area Minima Qualitativa" (AMQ), così che si possa aumentare la superficie del rilevamento fino a raggiungere l'estensione minima, che consente di avere una serie completa di dati per descrivere validamente le comunità. Nel momento in cui all'aumentare della superficie di

campionamento non si ha più aumento del numero di specie inventariate si potrà definire quella superficie come “area minima del popolamento”, ossia la minima superficie di substrato in cui si riscontra il numero massimo di specie del popolamento in esame. Questo metodo, complementare all’approccio squisitamente qualitativo della raccolta diretta, permette di definire le associazioni fitosociologiche che si instaurano tra le macrofite negli ambienti marino-costieri.

Variabili da rilevare: tipologia ambientale di riferimento, identificazione delle specie, Area Minima Qualitativa.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l’arco dell’anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l’anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: è necessario l’impiego di almeno due tecnici, di cui un vegetazionista esperto che si occuperà di rilevare le macrofite acquatiche durante i rilievi, oltre al personale di supporto addetto alla logistica dei mezzi; in caso di transetto di rilevamento/quadrato di rilevamento condotto in immersione è necessario prevedere l’impiego di Operatori Scientifici Subacquei (OSS). Occorre prevedere l’impiego di almeno due ore per ciascuna stazione di campionamento, oltre alla tempistica necessaria per l’analisi morfologica dei campioni eventualmente raccolti attraverso l’opportuna strumentazione di laboratorio.

Strumentazione necessaria:

- materiale da campo:
 - *imbarcazione (adeguata al contesto ambientale in indagine)*
 - *attrezzatura subacquea (anche per fotodocumentazione)*
 - *materiale necessario per l’erborizzazione e la raccolta delle macrofite (barattoli, coltellino, ecc.)*
- materiale da laboratorio:
 - *microscopio ottico e stereoscopico*

Costi: medio-bassi. I costi, una volta acquistata l’attrezzatura da laboratorio utile per il riconoscimento microscopico dei campioni raccolti e quelli relativi allo sforzo di campionamento, sono relativi al personale coinvolto e all’esecuzione di ciascuna campagna di campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è il riconoscimento morfologico e la stima delle abbondanze relative delle specie macrofitiche che compongono le associazioni vegetali marine delle singole aree marino-costiere, in termini quantitativi e di calcolo della superficie occupata dalle popolazioni macrofitiche. Nell’ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato sia per ottenere informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* dagli areali di riferimento (tramite la redazione di liste floristiche) sia (e soprattutto) informazioni quantitative in merito al grado di ingressione di determinate specie alloctone all’interno dei popolamenti esaminati, con stima della relativa copertura e valutazione degli effetti sull’associazione fitosociologica di riferimento.

2.2.3.3 VISUAL CENSUS

Descrizione: Il metodo consiste in un campionamento non distruttivo per lo studio della biodiversità marina, o anche per le applicazioni successive di indici biologici (es. CARLIT) che non necessitano di una lista floristica esaustiva. La tecnica di monitoraggio si avvale dell'osservazione descrittiva della diversità macrofittica della fascia del medio e infra-litorale, senza la necessità della raccolta dei campioni, anche da imbarcazione. Può svolgersi lungo un transetto, in cui viene eseguita un'osservazione lungo un percorso definito, o definendo un quadrato, dove invece esiste un punto di campionamento in una specifica e ben definita area di riferimento. La metodologia prevede inoltre una buona conoscenza dell'area di studio e della comunità biologica in esame ed è utilizzata principalmente da operatori esperti. All'eventuale e possibile raccolta di campioni di difficile riconoscimento seguirà una fase di riconoscimento morfologico in laboratorio.

Variabili da rilevare: grado di trasparenza dell'acqua, identificazione delle specie di macrofite presenti.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo, eventualmente da ridursi ai periodi primaverile e autunnale.

Risorse umane necessarie: è necessario l'impiego di almeno due tecnici, di cui un vegetazionista esperto che si occuperà di rilevare le macrofite acquatiche durante i rilievi, oltre al personale di supporto addetto alla logistica dei mezzi; in caso di transetto di rilevamento/quadrato di rilevamento condotto in immersione è necessario prevedere l'impiego di Operatori Scientifici Subacquei (OSS). Occorre prevedere l'impiego di almeno un'ora per ciascuna stazione di campionamento, oltre alla tempistica necessaria per l'analisi morfologica dei campioni eventualmente raccolti attraverso l'opportuna strumentazione di laboratorio.

Strumentazione necessaria:

- materiale da campo:
 - *attrezzatura subacquea (anche per fotodocumentazione)*
 - *materiale necessario per l'erborizzazione e la raccolta eventuale di campioni di macrofite (barattoli, coltellino, GPS, ecc.)*
 - *imbarcazione (adeguata al contesto ambientale in indagine)*
- materiale da laboratorio:
 - *microscopio ottico e stereoscopico*

Costi: medio-bassi. I costi, una volta acquistata l'attrezzatura da laboratorio utile per il riconoscimento microscopico dei campioni raccolti e quelli relativi allo sforzo di campionamento, sono unicamente relativi al personale coinvolto e all'esecuzione di ciascuna campagna di campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione in termini qualitativi (liste floristiche) del maggior numero di specie di macrofite che compongono le associazioni vegetali marine delle aree marino-costiere in indagine (le macrofite marine non sono più presenti già a partire dai piani disfotici). Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato per ottenere informazioni qualitative in merito alla presenza/assenza di determinate specie-*target* degli ambienti costieri a fondo litoraneo medio-basso (tramite la redazione delle liste floristiche).

2.2.3.4 TELERILEVAMENTO

Descrizione: Il metodo del telerilevamento viene usato per studiare complessivamente la distribuzione di una determinata associazione vegetale o per valutare la reale presenza e diffusione di una specie vegetale sul fondale lungo costa (zona intertidale). Si esegue mediante l'utilizzo di drone, o anche di un veicolo sommergibile a pilotaggio remoto (ROV) dotato di sensori multispettrali, capaci di rilevare la firma spettrale di un oggetto (nel nostro caso di una determinata specie vegetale). Il mezzo percorre l'ambiente vegetato in predico di caratterizzazione, permettendo così la rilevazione della firma spettrale delle diverse specie contattate durante l'immersione e l'acquisizione delle immagini utili alle successive elaborazioni. Premessa indispensabile è l'acquisizione della firma spettrale per ciascuna specie oggetto di rilevamento, che dovrà essere precedentemente caratterizzata mediante un opportuno campionamento e una successiva analisi in laboratorio. L'ispezione deve consentire di rilevare l'estensione e la presenza di tutte le specie di interesse. Ripetendo i rilevamenti nel tempo si possono ottenere informazioni sulla dinamica di vegetazione. Tali informazioni dovranno poi essere elaborate mediante *software* appositi (es. GIS).

Variabili da rilevare: firma spettrale della specie da monitorare, condizioni atmosferiche con cui effettuare il monitoraggio, valutazione dell'accuratezza del telerilevamento.

Scala temporale: stagionale, in funzione delle fluttuazioni delle specie vegetali lungo l'arco dell'anno.

Frequenza di rilevamento: dal momento che la metodica ha una scala temporale stagionale, la risoluzione massima applicabile alla stessa è di quattro volte l'anno, corrispondenti alle quattro stagioni del normale ciclo vegetativo.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico vegetazionista accompagnato da personale in possesso della licenza di pilotaggio per aeromobili a controllo remoto. Occorre prevedere l'impiego del tempo utile al campionamento e alla rilevazione della firma spettrale della specie di interesse, alla preparazione del mezzo e all'esecuzione del rilievo integrale dell'area interessata dallo studio, oltre alla tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase di analisi attraverso l'utilizzo del computer.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo:
 - *guide di identificazione*
 - *computer per l'inserimento e l'analisi dei dati*
 - *imbarcazione*
 - *materiale da campionamento macrofite marine (coltello barattoli/sacchetti)*
- materiale da telerilevamento:
 - *drone/ROV*
 - *apparecchiatura da telerilevamento (fotocamera, videocamera, sensori multispettrali)*

Costi: medio-alti. I costi, una volta acquistata o noleggiata l'attrezzatura necessaria al telerilevamento, saranno relativi sia al personale coinvolto e all'esecuzione del campionamento, sia all'applicazione del *software* per la successiva identificazione degli areali di diffusione (in particolare la fase relativa alla caratterizzazione della firma spettrale per le specie *target*, necessariamente dispendiosa in termini di tempo e risorse). I maggiori costi risulteranno quindi attribuibili alla dotazione dell'attrezzatura necessaria allo svolgimento della metodologia.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione multispettrale della distribuzione areale di caratteristiche specie vegetali che costituiscono il popolamento di una determinata area di studio, soprattutto in termini quantitativi (stime delle percentuali di copertura da parte di una o più specie *target* a seguito dell'elaborazione con opportuni *software*). Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo risulta particolarmente utile, nonostante il maggior sforzo economico richiesto, nella quantificazione degli areali occupati da specie vegetali a rapida diffusione e forte capacità colonizzatrice e/o in grado di formare rapidamente popolamenti monospecifici nelle aree ingredite (in particolare le specie algali).

2.2.4 Categoria #4: ANIMALI TERRESTRI

L'Italia ha un patrimonio di biodiversità tra i più significativi in Europa, sia per numero totale di specie animali e vegetali, sia per l'elevato tasso di endemismi. Questa ricchezza è dovuta in gran parte all'estrema eterogeneità del territorio, dal punto di vista geologico, topografico e climatico, nonché alla sua posizione centrale all'interno del bacino del Mediterraneo, riconosciuto come uno degli hotspot di biodiversità a livello globale. La fauna terrestre italiana è attualmente stimata in circa 50'000 specie, di cui oltre il 90% risulta costituito da invertebrati. Il phylum più numeroso è infatti quello degli artropodi, con oltre 40'000 specie, perlopiù appartenenti alla classe degli insetti, in particolare coleotteri (12'000 specie circa).

Questa ricchezza in termini di biodiversità è tuttavia seriamente compromessa da numerosi fattori antropici, e numerose specie ed ecosistemi stanno subendo un forte degrado che rischia di portare irrimediabilmente alla loro scomparsa. Le "Liste Rosse Italiane" forniscono dati poco rassicuranti al riguardo: sono minacciate o a rischio di estinzione, tra i vertebrati italiani, il 9% dei Rettili, il 36% degli Anfibi, il 23% dei Mammiferi e il 27% degli Uccelli nidificanti. L'introduzione di specie invasive contribuisce in buona parte a questo declino, essendo riconosciuta tra le prime cause di perdita di biodiversità a livello globale. In questa direzione si rende fondamentale l'adozione di protocolli di azione basati su una conoscenza approfondita su distribuzione e abbondanza di queste specie sul territorio, a loro volta prodotti da accurati piani di monitoraggio.

L'elevata eterogeneità dell'ambiente terrestre e delle specie che vi abitano rappresenta tuttavia uno degli ostacoli più grandi nell'identificazione di protocolli di monitoraggio a largo spettro. A tal proposito abbiamo proceduto tramite la divisione in gruppi di specie con differenti gradi di mobilità, le cui potenziali capacità di dispersione sono determinate dalla loro biologia. Abbiamo raggruppato le specie non volatrici sotto la categoria "bassa vagilità" (identificate nelle specie di *Rattus rattus* e *R. norvegicus*), mentre la categoria "alta vagilità" comprende quelle specie che durante il loro ciclo vitale (o durante alcune fasi dello stesso) hanno la capacità di volare e dunque di disperdersi più rapidamente. Queste ultime sono state poi suddivise in avifauna ed entomofauna per motivi pratici legati alla loro biologia e all'adozione di tecniche di monitoraggio differenziate.

2.2.4.1 TRAPPOLAGGIO PER SPECIE A BASSA VAGILITÀ

Descrizione: la cattura degli esemplari come metodo di rilevamento diretto rappresenta una delle tecniche di monitoraggio più utilizzate per i micromammiferi. Gli animali sono catturati mediante trappole a vivo, di vari modelli a seconda delle necessità e delle specie *target*, spesso associate a protocolli di Cattura-Marcatura-Ricattura onde evitare di contare più volte gli stessi individui e introdurre una sovrastima della popolazione.

Tra i numerosi modelli, si possono citare, per i micromammiferi, le trappole di tipo Sherman, Longworth, Trip-Trap e Pitfall, mentre per quanto riguarda il numero si consiglia di utilizzarne almeno 7x7 per ogni griglia, e almeno due repliche (griglie/transetti) per ogni tipologia ambientale presente.

Variabili da rilevare: numero di individui catturati, specie, dati biometrici, tipologia ambientale di riferimento.

Scala temporale: annuale, durante i picchi di riproduzione degli animali, evitando eventuali stagioni di letargo/ibernazione quando presenti.

Frequenza di rilevamento: variabile, da una a due sessioni l'anno a seconda delle specie, che possono avere uno o più picchi riproduttivi (ad es. roditori).

Risorse umane necessarie: Si consiglia l'utilizzo di squadre di due persone per ciascun sito o per gruppo di siti vicini, necessari per il posizionamento, l'ispezione e l'eventuale cattura-marcatura degli individui. Sono necessarie 5-6 giornate consecutive di campionamento per ciascuna sessione.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *trappole a vivo, con relative esche*
 - *materiale per la marcatura degli individui (targhette auricolari, coloranti, ecc.)*

Costi: medi. Una volta ammortizzato il costo dell'acquisto delle trappole le campagne successive avranno il solo costo del personale coinvolto e dell'allestimento base della campagna.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione di una determinata area di indagine, sia in termini qualitativi (lista delle specie presenti sul territorio) che di abbondanza di popolazioni, suddivise per tipologie ambientali. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, tale metodo può essere applicato sia per monitorare la presenza/assenza di determinate specie-*target* da aree specifiche (come isole o aree particolarmente sensibili), sia per determinare l'abbondanza assoluta e relativa di queste specie all'interno di tale area di studio, così da quantificare il grado di ingressione della specie e il carico che questa esercita sull'ambiente. Tale metodologia si applica per quegli organismi caratterizzati da bassa vagilità, relativamente parlando, ossia quelle specie prevalentemente terrestri per cui il trappolaggio in un'area di studio relativamente ristretta permette di avere una stima affidabile sulla loro attuale distribuzione, avendo queste capacità di dispersione più limitate rispetto ad altri organismi (ad esempio insetti volatori, uccelli, ecc.)

2.2.4.2 RILEVAMENTO INDIRECTO

Descrizione: la presenza di specie terrestri può essere valutata anche attraverso tecniche di rilevamento indiretto, pur tenendo in conto dei limiti della metodologia, sfruttando le tracce che gli animali lasciano al loro passaggio. Tra le tecniche più utilizzate spicca la ricerca e l'analisi delle borre di rapace, capaci di fornire indicazioni sulla comunità di micromammiferi di un territorio, o l'utilizzo di trappole specifiche, dette di presenza. Si tratta in quest'ultimo caso di strumenti che permettono di riconoscere la presenza dell'animale a partire dalle tracce che lasciano, come parti di pelo (*hair tubes*), segni di morsi (*chew cards*) o impronte (*track plates*).

Variabili da rilevare: quantificazione dei segni di presenza, variabili in funzione delle tecniche utilizzate; annotazione delle specie.

Scala temporale: annuale, durante i picchi di riproduzione degli animali, evitando eventuali stagioni di letargo/ibernazione quando presenti.

Frequenza di rilevamento: variabile, da una a due sessioni l'anno a seconda delle specie, che possono avere uno o più picchi riproduttivi (ad es., roditori).

Risorse umane necessarie: un singolo operatore è sufficiente per il posizionamento delle trappole e la periodica ispezione (non giornaliera), nonché per le successive analisi in laboratorio. Occorre prevedere il tempo necessario per l'eventuale analisi dei dati (come, ad esempio, campioni di pelo) in fase di laboratorio.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *trappole di presenza*
- materiale da laboratorio
 - *microscopio stereoscopico/biologico (per l'eventuale analisi in laboratorio di peli, ossa, ecc.)*

Costi: medi. Necessario il costo dell'acquisto delle trappole, del personale coinvolto per l'allestimento e lo svolgimento base della campagna, per considerando l'attrezzatura da laboratorio per le analisi successive.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della composizione della comunità delle specie in una determinata area di studio, soprattutto in termini qualitativi (presenza/assenza) e semiquantitativi (stime di abbondanza eventualmente basate su classi di frequenza). Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere utilizzata per valutare la presenza di una determinata specie-*target* in una nuova area di interesse per la quale non si hanno informazioni al riguardo. Rispetto al trappolaggio a vivo, l'analisi indiretta di presenza di una specie ha il vantaggio di necessitare di un minor investimento in termini di tempo e risorse umane, essendo la raccolta dati più saltuaria nel tempo (le campagne di trappolaggio, per confronto, a vivo hanno bisogno di più giorni consecutivi di campionamento e di più operatori). Come per il metodo precedente, tale protocollo si applica per quelle specie caratterizzate da avere una bassa vagilità, avendo queste capacità di dispersione più limitate rispetto ad altri organismi (ad esempio insetti volatori, uccelli, ecc.)

2.2.4.3 FOTOTRAPPOLAGGIO

Descrizione: il fototrappolaggio (detto anche *camera-trapping*) è uno strumento di indagine e monitoraggio ampiamente utilizzato in ambito faunistico. negli ultimi decenni. Esso consiste nella collocazione, all'interno dell'area di interesse, di fotocamere e videocamere automatiche, le quali sono in grado di attivarsi, tramite fotocellula, al passaggio di un animale e di registrarne una sua foto o un video. Tale metodologia ci permette dunque di collezionare dei dati in punti prestabiliti in maniera standardizzata, raccogliendo eventualmente anche una serie di metadati associati alle foto o ai video quali l'ora, la data o la temperatura del momento dello scatto. L'insieme di queste informazioni fa sì che il fototrappolaggio sia un ottimo strumento per lo studio di abbondanze relative o assolute, a seconda delle necessità e degli indici applicati.

Variabili da rilevare: passaggio degli animali ripresi dalle foto/videocamere; identificazione quando possibile dei singoli individui.

Scala temporale: annuale, preferibilmente durante i picchi di riproduzione degli animali, evitando eventuali stagioni di letargo/ibernazione quando presenti.

Frequenza di rilevamento: una sessione annuale è sufficiente, purché prolungata nel tempo, ossia nell'ordine di settimane/mesi. Necessari periodici sopralluoghi per assicurarsi dello stato dell'attrezzatura e raccogliere i dati.

Risorse umane necessarie: Un solo operatore è sufficiente per posizionare le foto/videocamere ed il recupero dei dati. Valutare la presenza di uno o più operatori aggiuntivi all'intensificarsi dello sforzo di campionamento. Lo sforzo maggiore è da intendersi nelle ore spese ad analizzare i campioni fotografici/video successivamente alla raccolta delle schede di memoria sul campo.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - apparecchi fotografici/videocamere
- materiale per l'analisi dei dati
 - computer per l'analisi delle immagini/video prodotti

Costi: medio-alti. Necessario l'acquisto di apparecchiature fotografiche ed eventuali riparazioni/sostituzioni.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della composizione della comunità di specie in una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini semiquantitativi (stime di abbondanza relativa). Laddove sia possibile, tramite l'analisi fotografica/video il riconoscimento dei singoli individui, un'estesa campagna di fototrappolaggio può restituire anche dati di natura quantitativi, attraverso la produzione di stime di abbondanza assoluta in una determinata area. Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere applicata per valutare la presenza di specie-*target* in aree di nuova indagine, nonché valutare l'abbondanza di una o più popolazioni in un'area la cui presenza è già accertata ma non si abbiano dati sull'estensione di queste. Come per i metodi precedenti, tale protocollo si applica per le specie a bassa vagilità, e ha come vantaggio rispetto a questi uno sforzo di campionamento più basso dal punto di vista delle risorse umane, richiedendo le fototrappole una revisione periodica ma distribuita in lassi di tempo relativamente lunghi (settimane/mesi). Lo svantaggio principale è rappresentato dall'onere economico, a causa dell'investimento nell'acquisto delle apparecchiature video/fotografiche e nel loro mantenimento.

2.2.4.4 BREEDING BIRD SURVEY

Descrizione: questa tecnica di censimento e monitoraggio si basa sul metodo denominato *Breeding Bird Survey*, specifico per l'avifauna. Tale indagine si applica attraverso la creazione di transetti lineari posti all'interno di quadrati di 1 km² generati casualmente nello spazio. I rilevatori devono effettuare dei censimenti alle prime ore dell'alba durante il periodo riproduttivo della stagione primaverile, attraverso due transetti lunghi 1 km

ciascuno all'interno di ogni quadrato. Gli uccelli vengono divisi in categorie di distanza dal transetto, ed eventualmente vengono raccolte informazioni relative all'habitat percorso durante il sopralluogo.

Variabili da rilevare: identificazione della specie; distanza dal transetto; habitat interessato.

Scala temporale: annuale, in funzione del picco riproduttivo delle specie (da aprile a giugno nel caso dell'ornitofauna).

Frequenza di rilevamento: due mattine per ogni quadrato ogni anno, una per ognuno dei due transetti al suo interno.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un operatore a transetto. Valutare la presenza di più operatori nel caso di un numero esteso di quadrati, in modo da coprire simultaneamente più punti concentrandoli nel periodo riproduttivo. Occorre prevedere, oltre al tempo speso su campo per ciascuna stazione di campionamento, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *taccuino*
 - *binocolo*

Costi: bassi. La spesa è intesa per il personale coinvolto e l'acquisto di eventuali binocoli per i monitoraggi.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità ornitica di una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini quantitativi (stime di abbondanza). Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere applicata nell'identificazione precoce di alcune specie-*target*, in aree in cui la loro presenza non sia ancora stata accertata, e nelle stime di abbondanza di queste in un determinato habitat/ambiente/area di interesse. A differenza delle tecniche precedenti, il presente protocollo di monitoraggio si applica per specie ad alta vagilità, caratterizzate cioè da un'elevata capacità di dispersione. Nel caso particolare tale metodologia, specifica per l'avifauna, ha il vantaggio di richiedere un basso investimento dal punto di vista del personale e delle attrezzature, essendo necessario un operatore dotato di binocolo per ciascun sito. Si consiglia tuttavia di prevedere la presenza di più operatori laddove lo sforzo di campionamento sia consistente, al fine di concentrare i censimenti nel periodo riproduttivo ed evitare il sovracampionamento.

2.2.4.5 DISTANCE SAMPLING

Descrizione: il metodo del *distance sampling* si basa sull'utilizzo di transetti lineari o rilievi puntiformi in cui l'abbondanza degli organismi indagati è stimata a partire dalla distanza rilevata dall'osservatore. Il transetto può essere percorso a piedi o tramite veicolo, incluse imbarcazioni, percorrendo a velocità costante le aree da indagare. Nel caso di rilievo puntiforme l'osservatore effettua le sue osservazioni in un lasso di tempo determinato e costante per ogni stazione. Tale metodo trova una sua applicazione nella stima di abbondanza di popolazioni il cui numero sarebbe poco realisticamente stimabile attraverso aree campione dall'estensione predefinita.

Variabili da rilevare: identificazione della specie; distanza dal transetto.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività delle specie.

Frequenza di rilevamento: una sessione per ogni transetto lineare ogni anno

Risorse umane necessarie: Almeno due operatori nel caso di utilizzo di mezzi, di cui uno deputato alla guida ed uno al censimento. è sufficiente. Valutare la presenza di più operatori nel caso di un numero esteso di quadrati, in modo da coprire simultaneamente più punti concentrandoli nel periodo riproduttivo. Occorre prevedere, oltre al tempo speso su campo per ciascuna stazione di campionamento, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *taccuino*
 - *binocolo*
- mezzo di trasporto (autoveicolo/imbarcazione, ecc.).

Costi: variabili. Da bassi nel caso di transetti percorribili a piedi fino a medio-alti nel caso di noleggio di mezzi motorizzati/imbarcazioni.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità ornitica di una determinata area di studio, prevalentemente con lo scopo di ottenere dei dati di natura quantitativa (stime di abbondanza). Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere applicata nell'identificazione precoce di alcune specie-*target*, in aree in cui la loro presenza non sia ancora stata accertata, ma soprattutto nelle stime di abbondanza di popolazioni già insediate. Dal punto di vista delle risorse necessarie, nel caso in cui il transetto sia lineare tale metodologia ha il vantaggio di richiedere un basso investimento dal punto di vista del personale e delle attrezzature, essendo necessario un operatore dotato di binocolo per ciascun transetto. Le condizioni variano se il transetto deve essere effettuato su distanze considerevoli o in condizioni particolari tali da richiedere l'utilizzo di mezzi motorizzati o eventuali imbarcazioni, nel caso di censimenti in zone umide. Rispetto al metodo dei transetti all'interno dei quadrati, la presente tecnica è più semplice da implementare nel caso di territori dalla topografia complessa, in cui siano disponibili delle strade o delle tratte acquatiche. Le assunzioni di base è che le specie-*target* si muovano spesso e preferibilmente in gruppo.

2.2.4.6 CENSIMENTI TRAMITE PROGETTI DI *CITIZEN SCIENCE*

Descrizione: tali progetti prevedono il coinvolgimento della cittadinanza attraverso azioni di *citizen science*, già definito alle precedenti sezioni. Il contributo della popolazione nella sorveglianza attiva sul territorio può rivelarsi una risorsa cruciale nella lotta contro le specie invasive, in particolare nei confronti delle specie animali particolarmente riconoscibili e facili da contattare. Numerosi sono i progetti che si sono avvalsi di questa strategia (CSMON-LIFE, Life ASAP, SINAnet ISPRA), la quale prevede in un primo momento la produzione di materiale informativo volto al facilitare l'identificazione delle specie-*target* da parte della cittadinanza, e conseguentemente la produzione di specifiche applicazioni utili per raccogliere tali segnalazioni e farle confluire in un *database* comune, dove possono venire validate da personale esperto.

Variabili da rilevare: identificazione della specie; eventuali fotografie (da parte dei cittadini); controlli e validazione delle informazioni (da parte del personale esperto).

Scala temporale: dal momento che il monitoraggio è affidata alla cittadinanza, tutto il corso dell'anno è potenzialmente valido come periodo di raccolta dati. Il periodo di efficacia dello stesso è però variabile da specie a specie.

Frequenza di rilevamento: variabile, le informazioni vengono rilevate in momenti differenti dai cittadini.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico esperto deputato all'analisi e alla valutazione dei dati raccolti dalla cittadinanza.

Attrezzature necessarie:

- materiale da lavoro:
 - *piattaforme informatiche ad hoc*
 - *supporto informativo- divulgativo per le campagne*

Costi: bassi. Le risorse necessarie sono quelle relative alla formazione del cittadino-scienziato coinvolto nel progetto e, in seconda battuta, nell'analisi dei dati forniti dalla cittadinanza. Una formazione efficace e di buona qualità è indispensabile per ridurre i principali problemi insiti nell'impiego di simili iniziative, consistenti perlopiù in errori o difficoltà nell'identificazione della specie commessi dal cittadino-scienziato, con conseguenti falsi positivi/negativi.

Obiettivi: obiettivo della tecnica di monitoraggio è quello di riuscire, attraverso il coinvolgimento della cittadinanza, ad individuare e a mappare la distribuzione areale di specie-*target*, soprattutto in termini qualitativi. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, il metodo può essere impiegato per ottenere rapidamente e in maniera capillare informazioni qualitative in merito a potenziali aree in cui sono presenti le specie bersaglio. Il metodo risulta particolarmente efficace per il monitoraggio delle specie alloctone facilmente riconoscibili e contattabili, anche per la possibilità di supportare ciascun avvistamento da parte del cittadino-scienziato con materiale fotografico che può essere successivamente validato dal tecnico esperto. Un ulteriore vantaggio connesso all'applicazione del metodo è quello legato alla diffusione della conoscenza relativa al problema delle specie alloctone nella popolazione coinvolta nel progetto, in particolare in occasione degli eventi di formazione, durante in quali vengono forniti i dati corretti circa la tipologia, la distribuzione e la pericolosità delle specie alloctone presenti sul territorio, con conseguente progressiva sensibilizzazione della cittadinanza attiva nei confronti del problema.

2.2.4.7 CENSIMENTO DEI SITI DI ROOST

Descrizione: i *roost* sono siti di raduno dove grandi gruppi di uccelli si riuniscono al termine delle loro attività diurne. Fenomeno tipico delle specie gregarie, tale comportamento permette di poter allestire delle sessioni di monitoraggio basate sul censimento delle specie di interesse in pochi luoghi specifici, concentrando l'attività degli operatori e ottenendo delle stime affidabili.

Variabili da rilevare: numero di individui; identificazione delle specie.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività delle specie (il *roost* è un fenomeno legato prevalentemente alla stagione non riproduttiva, nel caso dell'avifauna nella stagione autunnale e invernale).

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno. I rilevamenti si realizzano al crepuscolo, quando gli animali tornano ai dormitori e la visibilità permette di effettuare il censimento.

Risorse umane necessarie: più operatori, il numero varia in base alla grandezza dei siti di *roost*, che devono essere censiti simultaneamente onde evitare il sovracampionamento. Occorre prevedere, oltre al tempo speso su campo

per ciascuna stazione di campionamento, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *taccuino*
 - *binocolo*

Costi: medio-bassi. Le risorse vanno convogliate nel personale coinvolto nelle azioni di monitoraggio.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la quantificazione delle popolazioni di specie-*target* in una determinata area di studio, con lo scopo di ottenere dei dati quantitativi con stime ad alto livello di affidabilità. Nel caso dello studio di specie alloctone con abitudini gregarie caratterizzate dalla formazione di *roost*, tale tecnica permette di quantificare l'estensione della popolazione in esame con bassa approssimazione, concentrandosi tali specie in pochi punti specifici. Il vantaggio prevalente del presente protocollo è infatti rappresentato dalla relativa semplicità di campionamento e dall'ottenimento di stime molto affidabili, soprattutto nel caso di uccelli dalle dimensioni considerevoli, quali i trampolieri. Lo svantaggio principale, al contrario, è dato dalla ridotta applicabilità del metodo, essendo questo riservato alle specie con le suddette caratteristiche ecologico-comportamentali

2.2.4.8 CENSIMENTO DEI SITI DI NIDIFICAZIONE

Descrizione: molte specie hanno abitudini gregarie anche durante il periodo di nidificazione, costituendo delle vere e proprie colonie riproduttive dove si concentrano grandi numeri di individui. Analogamente ai siti di *roost*, è possibile effettuare dei censimenti di monitoraggio direttamente presso tali siti di nidificazione.

Variabili da rilevare: numero di individui; identificazione delle specie.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi riproduttivi delle specie (primaverile per l'avifauna).

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno per sito.

Risorse umane necessarie: uno o più operatori, il numero varia in base alla grandezza delle colonie riproduttive, che devono essere censite simultaneamente onde evitare il sovracampionamento. Occorre prevedere, oltre al tempo speso su campo per ciascuna stazione di campionamento, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *taccuino*
 - *binocolo*

Costi: medio-bassi. Le risorse vanno convogliate nel personale coinvolto nelle azioni di monitoraggio.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la quantificazione delle popolazioni di specie-*target* in una determinata area di studio, con lo scopo di ottenere dei dati quantitativi con stime ad alto livello di affidabilità. Nel caso dello studio di specie alloctone con abitudini gregarie caratterizzate dalla formazione di colonie riproduttive, tale

tecnica permette di quantificare l'estensione della popolazione in esame con scarsa approssimazione, concentrandosi tali specie in pochi punti specifici. Il vantaggio prevalente del presente protocollo è infatti rappresentato dalla relativa semplicità di campionamento e dall'ottenimento di stime molto affidabili. Lo svantaggio principale, al contrario, è dato dalla ridotta applicabilità del metodo, essendo questo riservato alle specie con le suddette caratteristiche ecologico-comportamentali

2.2.4.9 MODELLI DI DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE

Descrizione: identificati con il termine anglosassone di *Species Distribution Models* (SDM), tali modelli si basano sull'incrocio di informazioni spaziali, geografiche, fisiche ed ecologiche per poter costruire la distribuzione delle specie attraverso delle vere e proprie mappe di idoneità ecologica. Fondati sull'utilizzo di *software* che si basano su Sistemi Informativi Geografici (GIS), questi modelli permettono di prevedere eventuali future distribuzioni della specie in un momento di colonizzazione incipiente, fornendo uno strumento di prevenzione nei confronti di potenziali specie invasive presenti sul territorio che richiedano un monitoraggio accurato.

Variabili da rilevare: dati di presenza e/o abbondanza della specie nell'area interessata; dati geospaziali delle matrici fisiche, climatiche o ecologiche che possano influenzare la distribuzione della specie.

Scala temporale: non influente, la tecnica di monitoraggio si basa su analisi di dati già disponibili.

Frequenza di rilevamento: non influente, la tecnica di monitoraggio si basa su analisi di dati già disponibili.

Risorse umane necessarie: sufficiente un singolo operatore, il cui impiego sarà convogliato nella raccolta di dati dalla letteratura e/o *database* specifici e dall'elaborazione dei modelli in questione.

Attrezzature necessarie:

- materiale per l'analisi dei dati
 - *software dedicati per il processamento e l'analisi dei dati (prevalentemente di tipo geospaziale, GIS)*

Costi: medio-bassi. Le risorse vanno convogliate nel personale coinvolto nell'analisi dei dati e nell'eventuale acquisto di apparecchiature elettroniche e/o *software* dedicati.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la costruzione di modelli predittivi di distribuzione della specie, attraverso la costruzione di mappe di idoneità per la presenza della specie. Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere utilizzata per valutare l'eventuale presenza di specie-*target* in aree per le quali si hanno dati nulli o carenti a disposizione. Il vantaggio di tale tecnica consiste nel poter costruire delle mappe di potenziale presenza della specie in modo da organizzare delle spedizioni di monitoraggio mirate e ottimizzare le risorse a disposizione. Lo svantaggio, nel presente caso, è dato dalla necessaria presenza di dati pregressi al riguardo, che tengano di conto oltre alla distribuzione delle popolazioni analizzate anche delle caratteristiche geografiche, fisiche ed ecologiche correlate a tali dati.

2.2.4.10 TRAPPOLAGGIO PER SPECIE AD ALTA VAGILITÀ

Descrizione: il trappolaggio per la fauna volante è prevalentemente utilizzato nel monitoraggio dell'entomofauna, per il calcolo di stime di abbondanza. Esistono molti tipi di trappole, le quali si basano sull'attrazione degli insetti attraverso stimoli di vario tipo. Si distinguono prevalentemente quelle che utilizzano stimoli visivi, come ad esempio le trappole luminose per gli insetti notturni o crepuscolari, o altre basate su stimoli chimici, definite trappole chemiotropiche, che sfruttano sostanze feromonalmente. Il trappolaggio a fini di monitoraggio è in genere applicato per seguire l'andamento delle curve di volo, durante i picchi in cui si ha la maggior frequenza di eventi riproduttivi.

Variabili da rilevare: numero di individui catturati, identificazione delle specie.

Scala temporale: stagionale, in funzione dei picchi riproduttivi delle specie.

Frequenza di rilevamento: una o più volte l'anno, nel caso di specie con più cicli di riproduzione in un anno (bi-multivoltine); prolungata nel tempo se necessario analizzare specie il cui ciclo biologico non è conosciuto.

Risorse umane necessarie: Sufficiente un operatore che posizioni le trappole e raccolga gli individui periodicamente. Occorre prevedere, oltre al tempo speso su campo per ciascuna stazione di campionamento, la tempistica necessaria per il conteggio ed il riconoscimento degli individui in laboratorio.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *trappole (di vario tipo, come luminose o chemiotropiche)*
- materiale da laboratorio
 - *microscopio stereoscopico*

Costi: medi. Le risorse vanno convogliate nel personale coinvolto nell'analisi nonché nell'acquisto di trappole e microscopi necessari per la raccolta e l'analisi dei dati.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità entomologica tipica di una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini quantitativi (stime di abbondanza). Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere applicata per valutare la presenza di una specie in una determinata area per cui ancora non si abbiano informazioni al riguardo o, eventualmente, per valutare l'estensione delle popolazioni già insediate attraverso stime di abbondanza. Il vantaggio di tale tecnica consiste nel poter allestire delle campagne di monitoraggio con dei costi relativamente ristretti dal punto di vista economico, relativi prevalentemente all'installazione di trappole nell'area di studio. Eventualmente il costo è da ritenersi più elevato nel caso in cui la difficile identificazione della specie renda necessario l'utilizzo di strumentazione da laboratorio per una corretta analisi.

2.2.4.11 ANALISI ACUSTICA

Descrizione: le analisi bioacustiche possono essere utilizzate per identificare degli individui vegetali infestati da insetti patogeni, come nel caso del punteruolo rosso. Il suono prodotto dal movimento e dal foraggiamento delle larve che si nutrono del legno può infatti essere rilevato grazie a specifici apparecchi di registrazione,

soprattutto durante i primi stadi di colonizzazione della pianta, quando la concentrazione di larve sulla pianta è ancora relativamente bassa.

Variabili da rilevare: pattern acustici (rilevati dallo strumento) specie-specifici.

Scala temporale: stagionale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una o più volte l'anno, nel caso di specie multivoltine come il punteruolo rosso, volta a monitorare lo stato di salute delle essenze vegetali potenzialmente infestate.

Risorse umane necessarie: è sufficiente un operatore che utilizzi l'attrezzatura, durante la fase di monitoraggio.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *microfono piezo-elettrico per la rilevazione della specie.*

Costi: medi. Le risorse vanno convogliate nel personale coinvolto nell'analisi nonché nell'acquisto degli apparecchi acustici necessari al campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la rilevazione di determinate specie durante le fasi di infestazione, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini semiquantitativi (sfruttando indirettamente l'abbondanza degli insetti attraverso una stima delle essenze arboree infestate). Nello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere sfruttata per analizzare l'ingresso di specie-*target* in aree non ancora colonizzate o per fare una stima di abbondanza in aree nelle quali la presenza è già accertata. Il vantaggio è rappresentato dalla facilità di applicazione, riuscendo ad agire preventivamente e a identificare le specie in una fase precoce di infestazione. Dal punto delle risorse necessarie, la tecnica non prevede metodi di ispezione invasivi per la pianta e onerosi economicamente, e disponendo dell'attrezzatura necessaria i costi vengono ammortizzati con l'analisi estensiva di grandi quantitativi di individui vegetali analizzati.

2.2.4.12 ANALISI OLFATTIVA

Descrizione: i cani possono essere utilizzati come biosensori nell'identificazione di infestazioni da insetti. Le tracce chimiche rilasciate dalle secrezioni degli alberi infestati, come nel caso delle palme, o degli insetti/uova durante l'infestazione possono infatti essere rilevate da cani appositamente allenati allo scopo. Tale tecnica si presta per le strategie di prevenzione nel controllo di materiale vegetale in porti, stazioni, e più genericamente depositi di quarantena adibite ai controlli sulla biosicurezza.

Variabili da rilevare: attività dell'animale nell'identificazione della specie.

Scala temporale: stagionale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una o più volte l'anno, nel caso di specie multivoltine come il punteruolo rosso, volta a monitorare lo stato di salute delle essenze vegetali potenzialmente infestate.

Risorse umane necessarie è sufficiente l'impiego di un operatore specializzato durante la fase di monitoraggio, con la presenza di un cane da fiuto addestrato.

Attrezzature necessarie:

- cane da fiuto addestrato appositamente.

Costi: medio-bassi. Le risorse vanno convogliate nel personale coinvolto nell'addestramento di animali per lo scopo.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la rilevazione di determinate specie durante le fasi di infestazione, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini semiquantitativi (sfruttando indirettamente l'abbondanza degli insetti attraverso una stima delle essenze arboree infestate). Nello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere sfruttata per analizzare l'ingresso di specie-*target* in aree non ancora colonizzate o per fare una stima di abbondanza in aree nelle quali la presenza è già accertata. Il vantaggio è rappresentato dalla facilità di applicazione, riuscendo ad agire preventivamente e a identificare le specie in una fase precoce di infestazione. Dal punto delle risorse necessarie, la tecnica non prevede metodi di ispezione invasivi per la pianta e onerosi economicamente, e disponendo dell'attrezzatura necessaria i costi vengono ammortizzati con l'analisi estensiva di grandi quantitativi di individui vegetali analizzati.

2.2.4.13 ANALISI TERMICA

Descrizione: le telecamere ad infrarossi possono essere utilizzate per rilevare gli aumenti di temperatura degli alberi infestati, come nel caso del punteruolo rosso. Le larve che si nutrono dentro il tronco generano infatti dei processi fermentativi che comportano un aumento della temperatura all'interno dei tessuti e rilevabili anche dalla chioma dell'albero.

Variabili da rilevare: variazioni anomale nella temperatura della pianta infestata.

Scala temporale: stagionale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una o più volte l'anno, nel caso di specie multivoltine come il punteruolo rosso, volta a monitorare lo stato di salute delle essenze vegetali potenzialmente infestate.

Risorse umane necessarie: è sufficiente un operatore che utilizzi l'attrezzatura, durante la fase di monitoraggio.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - telecamere ad infrarossi

Costi: medi. Le risorse vanno convogliate nel personale coinvolto nell'analisi nonché nell'acquisto degli apparecchi necessari al campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la rilevazione di determinate specie durante le fasi di infestazione, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini semiquantitativi (sfruttando indirettamente l'abbondanza degli insetti attraverso una stima delle essenze arboree infestate). Nello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere sfruttata per analizzare l'ingresso di specie-*target* in aree non ancora colonizzate o per fare una stima di abbondanza in aree nelle quali la presenza è già accertata. Il vantaggio è rappresentato dalla facilità di applicazione, riuscendo ad agire preventivamente e a identificare le specie in una fase precoce di infestazione. Dal punto delle risorse necessarie, la tecnica non prevede metodi di ispezione invasivi per la pianta e onerosi economicamente, e disponendo dell'attrezzatura necessaria i costi vengono ammortizzati con l'analisi estensiva di grandi quantitativi di individui vegetali analizzati.

2.2.4.14 ANALISI DI DNA AMBIENTALE

Descrizione: il metodo consiste nella raccolta di frammenti di DNA proveniente dagli organismi nell'ambiente in cui vivono (liquidi biologici o frammenti di tessuto), dalla cui analisi in laboratorio, mediante tecniche di amplificazione e sequenziamento del DNA, è possibile ottenere dati di presenza/assenza e di abbondanza relativa delle specie raccolte. Il suolo si presta a questo tipo di approccio, grazie anche alla facilità di campionamento. La permanenza di tali frammenti, abbinata alle attuali tecniche di amplificazione e sequenziamento del DNA, permette di ottenere una *check-list* delle specie animali e vegetali che popolano o hanno popolato l'ambiente in esame.

Variabili da rilevare: sequenze di DNA appartenenti alla specie di interesse.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno, necessaria a monitorare lo stato di presenza e/o abbondanza, meglio se in concomitanza con i picchi di attività della specie.

Risorse umane necessarie: per la fase di campo è sufficiente l'impiego di un solo tecnico che si occupi della raccolta dei campioni e della corretta conservazione; la fase analitica deve prevedere la preparazione del campione, l'estrazione, l'amplificazione tramite PCR e il sequenziamento degli ampliconi ottenuti, oltre all'allineamento delle sequenze su un *data base* apposito e l'interpretazione in senso filogenetico dei risultati ottenuti.

Attrezzature necessarie:

- fase di campo:
 - *materiale per la conservazione dei campioni*
 - *materiale da campionamento (barattoli/sacchetti, ecc.)*
- fase analitica:
 - *strutture e materiale per estrazione, amplificazione, purificazione e sequenziamento di campioni di DNA ambientale*
 - *software per l'inserimento e l'analisi dei dati filogenetici*

Costi: alti. I costi sono riferibili perlopiù alla fase analitica, che include le spese necessarie alla processazione dei campioni di DNA ambientale ed al sequenziamento degli stessi, in genere presso laboratori specializzati.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la rilevazione di una o più specie di un'area di studio predefinita, soprattutto in termini qualitativi (*check-list* delle specie animali) e semiquantitativi (stime successive di abbondanza relativa, le quali tuttavia richiedono l'impiego di ulteriori tecniche molecolari, con conseguente aggravio dei costi). Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, tale metodica trova un'applicazione nell'identificazione precoce di una specie-*target* nei primi stadi di colonizzazione, quando i protocolli di monitoraggio classici darebbero risultati insoddisfacenti a meno di campagne intensive e relativamente estese. Prevalentemente, tale tecnica è utilizzata per analisi di presenza/assenza di una specie in una certa matrice, attraverso l'identificazione di specifiche sequenze di DNA. Tuttavia, è possibile, attraverso l'utilizzo

di protocolli standardizzati, l'applicazione di tale metodica per analisi di tipo quantitativo, grazie al calcolo delle concentrazioni di DNA rilevate (in questo caso prevalentemente in casi in cui la presenza è già accertata e siano necessari dati di abbondanza). Il principale vantaggio di questa tecnica è la possibilità di analizzare la presenza di una specie nei primissimi stadi di colonizzazione, andando ad agire tempestivamente con protocolli di eradicazione/contenimento *ad hoc*. Allo stesso tempo, lo svantaggio principale è dato dai costi di applicazione, sia per la parte di campo che per la parte di analisi.

2.2.5 Categoria #5: ANIMALI D'ACQUA DOLCE

Fiumi, laghi, stagni e zone umide sono tra gli ecosistemi con il più alto tasso di biodiversità, grazie all'elevato numero di risorse e microhabitat che si concentrano in aree dall'estensione relativamente ristretta. Tali habitat che i corpi d'acqua dolce offrono agli organismi viventi sono diversi: la superficie, la colonna d'acqua, il fondale (letto), le zone con maggiore o minore corrente, le pozze temporanee, ecc. A livello globale, gli ambienti di acqua dolce rappresentano solo lo 0,01% dell'acqua mondiale e lo 0,08% della superficie terrestre, ospitando tuttavia oltre 100'000 specie viventi, circa il 6% di quelle scoperte sino ad ora. Attualmente, purtroppo, stiamo sperimentando una costante degradazione di questi ambienti, per cause dirette o indirette riconducibili alle attività umane. Tra queste, l'introduzione di specie aliene rappresenta una delle cause principali responsabili del degrado di questi ambienti, e l'Italia non fa eccezione in questo senso. Al contrario, le specie alloctone in Italia sono più numerose rispetto a quelle presenti in altri stati europei, con il taxon più colpito rappresentato da quello dei pesci ossei (una specie su due di pesci d'acqua dolce è alloctona), la cui comparsa nei nostri ecosistemi è causata prevalentemente dalle immissioni associate alle attività di pesca e di acquacoltura.

Lo studio ed il monitoraggio delle comunità animali e vegetali che colonizzano i corpi idrici, sia autoctone che non, è pertanto fondamentale, nell'ottica dell'acquisizione di un quadro più dettagliato volto a conseguenti provvedimenti di carattere conservazionistico.

2.2.5.1 ELETTROPESCA

Descrizione: la pesca elettrica, o elettropesca, è una delle tecniche di monitoraggio più utilizzate per indagare la comunità ittica di un corpo d'acqua dolce. La variegata composizione degli ecosistemi acquatici comporta l'utilizzo di strumenti e modalità di campionamento diversificati, e non è possibile definire un unico protocollo di monitoraggio valido per tutti gli ambienti. In linea di massima si distinguono tuttavia due principali procedure di campionamento: la prima valida per i corsi d'acqua guadabili (profondità massima 0,7 – 1 m anche in funzione della velocità di corrente) e la seconda per i corsi d'acqua non guadabili, i laghi e gli invasi artificiali. Entrambe le procedure prevedono il campionamento non letale e con rilascio degli individui nei medesimi siti di cattura.

Variabili da rilevare: identificazione della specie, sesso (quando possibile), dimensioni, peso.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno.

Risorse umane necessarie: necessario l'impiego di 3-4 persone, con una media di 4-6 ore per sito, in funzione di motivi di sicurezza legati alle condizioni ripariali e dell'alveo. Occorre prevedere, in aggiunta, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- Materiale da campo
 - *Elettroscandaglio*
 - *Stivali ascillari in gomma o altro materiale isolante*
 - *Dispositivi di protezione individuale (casco, giubbotto salvagente, guanti isolanti, kit primo soccorso, ecc.)*
 - *Retino con manico isolante*
 - *Contenitori in plastica per il trasporto e lo stoccaggio degli esemplari catturati.*
 - *Bilancia elettronica digitale*
 - *Ittiometro*
 - *Imbarcazione (nel caso di campionamento in acque lentiche o lotiche di grandi dimensioni)*

Costi: alti. I costi sono riferibili all'elevato numero di operatori coinvolti, adeguatamente formato e certificati, nonché all'attrezzatura necessaria per il campionamento, oggetto di periodiche revisioni per motivi di sicurezza.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità ittica di una determinata area di indagine, sia in termini qualitativi (lista delle specie presenti sul territorio) che di abbondanza e struttura di popolazioni. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, tale metodo può essere applicato sia per monitorare la presenza/assenza di determinate specie-*target* da aree, sia per determinare l'abbondanza assoluta e relativa di queste specie all'interno di tale area di studio, così da quantificare il grado di ingressione della specie e il carico che esercita su questo ambiente. Tale metodologia permette inoltre di calcolare la struttura della popolazione, attraverso la suddivisione degli individui catturati in classi di dimensione, in modo da ottenere informazioni relative alla dinamica di popolazione della specie in esame. L'elettropesca è una delle tecniche di monitoraggio più utilizzate nel campo dell'ittiofauna, grazie all'elevato tasso di cattura e alla rapidità di esecuzione, che si svolge nell'arco di poche ore. Lo svantaggio principale è fornito dal fattore economico, in quanto sia per il numero di operatori che per l'attrezzatura necessaria sono previsti dei costi relativamente alti per la realizzazione della campagna (tenendo comunque di conto che i protocolli di monitoraggio in ambiente acquatico risultano mediamente più costosi che in ambiente terrestre, a prescindere dalle tecniche utilizzate).

2.2.5.2 UTILIZZO DI RETI DA PESCA

Descrizione: l'utilizzo di reti per la cattura ed il monitoraggio della fauna acquatica implica la presenza di attrezzature e tecniche ormai consolidate negli anni. Nel corso del tempo sono stati perfezionati innumerevoli tipi di reti e di tecniche di pesca, la cui descrizione esaustiva esula dagli scopi di questo elaborato. Tuttavia, è possibile individuare due grandi macrocategorie:

- reti da posta: reti il cui funzionamento si basa sulla loro disposizione in modo da formare una barriera verticale e lasciare che siano le prede a rimanervi impigliate (solitamente tramite l'utilizzo di sugheri

e piombi per il mantenimento della posizione). Esistono molte tipologie di reti da posta, con diverse tecniche di funzionamento. Si distinguono in ogni caso in due tipologie: fisse (ancorate al fondo) e derivanti (libere di spostarsi con la corrente).

- nasse: reti costituite da una maglia metallica rigida o di plastica, con una tipica struttura ad imbuto che permette all'animale di entrare e non riuscire più ad uscirne. Tale tipo di rete è utilizzato non solo per le specie ittiche ma anche per altre categorie di organismi, tra cui i crostacei

Variabili da rilevare: identificazione della specie, sesso (quando possibile), dimensioni, peso.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno.

Risorse umane necessarie necessario l'impiego di almeno 3 persone, con una media di 4-6 ore. Occorre prevedere, in aggiunta, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - reti
 - stivali ascellari in gomma (nel caso di campionamenti in fiumi guadabili)
 - imbarcazione (eventuale nel caso di campionamento in acque lentiche o lotiche di grandi dimensioni)
 - contenitori in plastica per il trasporto e lo stoccaggio degli esemplari catturati.
 - bilancia elettronica digitale
 - ittiometro

Costi: alti. I costi sono riferibili all'elevato numero di operatori coinvolto e all'attrezzatura necessaria per il campionamento, inclusa l'imbarcazione.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità ittica di una determinata area di indagine, sia in termini qualitativi (lista delle specie presenti sul territorio) che di abbondanza e struttura di popolazioni. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, tale metodo può essere applicato sia per monitorare la presenza/assenza di determinate specie-*target* da aree, sia per determinare l'abbondanza assoluta e relativa di queste specie all'interno di tale area di studio, così da quantificare il grado di ingressione della specie e il carico che esercita su questo ambiente. Tale metodologia permette inoltre di calcolare la struttura della popolazione, attraverso la suddivisione degli individui catturati in classi di dimensione, in modo da ottenere informazioni relative alla dinamica di popolazione della specie in esame. La pesca tramite reti è largamente utilizzata nel campo del monitoraggio dell'ittiofauna. L'utilizzo di reti convenzionali è utilizzato laddove l'utilizzo dell'elettrostorditore risulti poco pratico a causa della conformazione dell'alveo, della corrente, della profondità, ecc. Dal punto di vista economico, l'acquisto delle reti rappresenta la spesa maggiore, che può essere ammortizzata nel tempo. Dal punto di vista delle risorse umane, il numero di operatori può essere leggermente inferiore rispetto all'elettropesca, nonostante il tempo necessario al campionamento sia più elevato.

2.2.5.3 MONITORAGGIO CON RETINO IMMANICATO

Descrizione: il protocollo di monitoraggio prevede l'utilizzo di un retino immanicato a maglia fine (500 µm), analogo a quello utilizzato per il calcolo dell'Indice Biotico Esteso (IBE), con il quale setacciare il corpo d'acqua interessato. Ove vi sia la possibilità, è necessario effettuare il campionamento tra vegetazione e sedimenti a diverse profondità: superficiale, media e vicino al fondo. Per poter comparare i rilievi, è necessario definire un'unità di tempo in cui effettuare il campionamento, come un'ora o una sua frazione. Il monitoraggio deve essere ripetuto nel corso degli anni per valutare la consistenza e l'andamento numerico delle popolazioni, motivo per cui è opportuno selezionare siti dove non siano previsti interventi antropici che possano modificarne sensibilmente la struttura.

Variabili da rilevare: identificazione delle specie, conteggio degli individui.

Scala temporale: stagionale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una o più volte nel corso dell'anno (fino ad un campionamento per ogni stagione), in funzione delle dinamiche di popolazione delle specie da monitorare.

Risorse umane necessarie: È sufficiente la presenza di un singolo operatore. Tuttavia, la presenza di una seconda persona è consigliata in stazioni di difficile accesso o con problemi di sicurezza. Occorre prevedere, in aggiunta, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *retino immanicato*
 - *stivali ascellari*
 - *secchi per il trasporto degli esemplari catturati.*
 - *materiale per l'analisi su campo (vassoi, lenti, pinze, cucchiari, alcool, ecc.).*
- materiale da laboratorio
 - *microscopio stereoscopico/biologico*

Costi: medio-bassi. I costi sono riferibili al numero di operatori coinvolto e all'attrezzatura necessaria per il campionamento.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità di invertebrati di una determinata area di indagine, sia in termini qualitativi (lista delle specie presenti sul territorio) che quantitativi (stime di abbondanza). Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, tale metodo può essere applicato sia per monitorare la presenza/assenza di determinate specie-*target* da aree, sia per determinare l'abbondanza assoluta e relativa di queste specie all'interno di tale area di studio, così da quantificare il grado di ingressione della specie e il carico che esercita su questo ambiente. Tale metodica è utilizzata per l'analisi delle comunità di macro-invertebrati acquatici, con un investimento in termini di risorse umane e di attrezzatura relativamente ristretto. L'utilizzo del microscopio in laboratorio è indicato nel caso di presenza di specie le cui dimensioni richiedono strumenti di ingrandimento per la corretta identificazione.

2.2.5.4 PROGETTI DI CITIZEN SCIENCE

Descrizione: tali progetti prevedono il coinvolgimento della cittadinanza attraverso azioni di *citizen science*, già definiti alle precedenti sezioni. Il contributo della popolazione nella sorveglianza attiva sul territorio può rivelarsi una risorsa cruciale nella lotta contro le specie invasive, in particolare nei confronti delle specie animali particolarmente riconoscibili e facili da contattare. Numerosi sono i progetti che si sono avvalsi di questa strategia (CSMON-LIFE, Life ASAP, SINAnet ISPRA), la quale prevede in un primo momento la produzione di materiale informativo volto al facilitare l'identificazione delle specie-*target* da parte della cittadinanza, e conseguentemente la produzione di specifiche applicazioni utili per raccogliere tali segnalazioni e farle confluire in un *database* comune, dove saranno validate da personale esperto.

Variabili da rilevare: identificazione della specie; eventuali fotografie (da parte dei cittadini); controlli e validazione delle informazioni (da parte del personale esperto).

Scala temporale: dal momento che il monitoraggio è affidata alla cittadinanza, tutto il corso dell'anno è potenzialmente valido come periodo di raccolta dati.

Frequenza di rilevamento: variabile, le informazioni vengono rilevate in momenti differenti dai cittadini.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico esperto deputato all'analisi e alla valutazione dei dati raccolti dalla cittadinanza.

Attrezzature necessarie:

- materiale da lavoro:
 - *piattaforme informatiche ad hoc*
 - *supporto informativo- divulgativo per le campagne*

Costi: bassi. Le risorse necessarie sono quelle relative alla formazione del cittadino-scienziato coinvolto nel progetto e, in seconda battuta, nell'analisi dei dati forniti dalla cittadinanza. Una formazione efficace e di buona qualità è indispensabile per ridurre i principali problemi insiti nell'impiego di simili iniziative, consistenti perlopiù in errori o difficoltà nell'identificazione della specie commessi dal cittadino-scienziato, con conseguenti falsi positivi/negativi.

Obiettivi: obiettivo della tecnica di monitoraggio è quello di riuscire, attraverso il coinvolgimento della cittadinanza, ad individuare e a mappare la distribuzione areale di specie-*target*, soprattutto in termini qualitativi. Il metodo risulta particolarmente efficace per il monitoraggio delle specie alloctone facilmente riconoscibili e contattabili, anche per la possibilità di supportare ciascun avvistamento da parte del cittadino-scienziato con materiale fotografico che può essere successivamente validato dal tecnico esperto. Un ulteriore vantaggio connesso all'applicazione del metodo è quello legato alla diffusione della conoscenza relativa al problema delle specie alloctone nella popolazione coinvolta nel progetto, in particolare in occasione degli eventi di formazione, durante in quali vengono forniti i dati corretti circa la tipologia, la distribuzione e la pericolosità delle specie alloctone presenti sul territorio, con conseguente progressiva sensibilizzazione della cittadinanza attiva nei confronti del problema.

2.2.5.5 ANALISI DI DNA AMBIENTALE

Descrizione: il metodo consiste nella raccolta di frammenti di DNA proveniente dagli organismi nell'ambiente in cui vivono (liquidi biologici o frammenti di tessuto), dalla cui analisi in laboratorio, mediante tecniche di amplificazione e sequenziamento del DNA, è possibile ottenere dati di presenza/assenza e di abbondanza relativa delle specie raccolte. L'ambiente acquatico si presta in maniera ottimale a questo tipo di approccio, grazie alla rapida dispersione e dei frammenti nel corpo idrico ed alla facilità di campionamento. La permanenza di tali frammenti, abbinata alle tecniche di amplificazione e sequenziamento del DNA, permette di ottenere una *check-list* delle specie animali e vegetali. Oltre alla produzione di dati di presenza/assenza, è possibile inoltre ricavare dati di abbondanza relativa dai campioni, grazie alla percentuale di sequenze ottenute attribuite alle varie specie.

Variabili da rilevare: tracce di DNA appartenenti alla specie di interesse.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno, necessaria a monitorare lo stato di presenza e/o abbondanza, meglio se in concomitanza con i picchi di attività della specie,

Risorse umane necessarie: per la fase di campo è sufficiente l'impiego di un solo tecnico che si occupi della raccolta dei campioni e della corretta conservazione; la fase analitica deve prevedere la preparazione del campione, l'estrazione, l'amplificazione tramite PCR e il sequenziamento degli ampliconi ottenuti, oltre all'allineamento delle sequenze su un *data base* apposito e l'interpretazione in senso filogenetico dei risultati ottenuti.

Attrezzature necessarie:

- fase di campo:
 - *stivali ascellari (nel caso di campionamenti in fiumi guadabili)*
 - *imbarcazione (eventuale nel caso di campionamento in acque lentiche o lotiche di grandi dimensioni)*
 - *materiale per la conservazione dei campioni*
 - *materiale da campionamento (barattoli/sacchetti, ecc.)*
- fase analitica:
 - *strutture e materiale per estrazione, amplificazione, purificazione e sequenziamento di campioni di DNA ambientale*
 - *software per l'inserimento e l'analisi dei dati filogenetici*

Costi: alti. I costi sono riferibili perlopiù alla fase analitica, che include le spese necessarie alla processazione dei campioni di DNA ambientale ed al sequenziamento degli stessi, in genere presso laboratori specializzati.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la rilevazione di una o più specie di un'area di studio predefinita, soprattutto in termini qualitativi (*check-list* delle specie animali) e semiquantitativi (stime successive di abbondanza relativa, le quali tuttavia richiedono l'impiego di ulteriori tecniche molecolari, con conseguente aggravio dei costi). Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, tale metodica trova un'applicazione nell'identificazione precoce di una specie-*target* nei primi stadi di colonizzazione, quando i protocolli di monitoraggio classici darebbero risultati insoddisfacenti a meno di campagne intensive e relativamente estese. Prevalentemente, tale tecnica è utilizzata per analisi di presenza/assenza di una specie in una certa

matrice, attraverso l'identificazione di specifiche sequenze di DNA. Tuttavia, è possibile, attraverso l'utilizzo di protocolli standardizzati, l'applicazione di tale metodica per analisi di tipo quantitativo, grazie al calcolo delle concentrazioni di DNA rilevate (in questo caso prevalentemente in casi in cui la presenza è già accertata e siano necessari dati di abbondanza). Il principale vantaggio di questa tecnica è la possibilità di analizzare la presenza di una specie nei primissimi stadi di colonizzazione, andando ad agire tempestivamente con protocolli di eradicazione/contenimento *ad hoc*. Allo stesso tempo, lo svantaggio principale è dato dai costi di applicazione, sia per la parte di campo che per la parte di analisi

2.2.5.6 VISUAL CENSUS

Descrizione: il censimento visuale, comunemente indicato con il termine anglosassone *Visual Census*, è una tecnica di campionamento che si svolge in immersione e che permette di censire la flora e la fauna acquatica semplicemente con l'osservazione delle specie e la registrazione degli avvistamenti. È generalmente effettuato in immersione con ausilio di autorespiratore. Applicata perlopiù in ambiente marino, sono noti casi di applicazione anche in ambiente dulciacquicolo, laddove le condizioni chimico-fisiche del bacino lo permettano.

Variabili da rilevare: numero di individui; superficie occupata dalle colonie (variabile in funzione delle specie e della loro biologia).

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno, meglio se in concomitanza con i picchi di attività della specie.

Risorse umane necessarie: è necessario l'impiego di almeno due Operatori Scientifici Subacquei (OSS), oltre al personale di supporto addetto alla logistica dei mezzi. Occorre prevedere l'impiego di almeno due ore per ciascuna stazione di campionamento, oltre alla tempistica necessaria per l'analisi morfologica dei campioni eventualmente raccolti attraverso l'opportuna strumentazione di laboratorio.

Attrezzature necessarie:

- Materiale da campo
 - attrezzatura subacquea per le immersioni
 - imbarcazione
 - attrezzatura per la delimitazione dei transetti (cime, pesi, ecc.)
 - eventuali boe per l'identificazione del sito nei campionamenti successivi
 - materiale per la raccolta dati subacquea (taccuino subacqueo)

Costi: alti. I costi sono riferibili al personale coinvolto, al noleggio dell'imbarcazione e all'attrezzatura da immersione necessaria per la raccolta dati. Occorre prevedere, in aggiunta, la tempistica necessaria per la restituzione di tali dati relativi alla fase sintetica.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità di una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini quantitativi (stime di abbondanza). Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere applicata nell'identificazione precoce di alcune specie-*target*, in aree in cui la loro presenza non sia ancora stata accertata, e nelle stime di abbondanza di queste in una

determinata area di interesse. Tale protocollo si applica sia per specie ad alta vagilità, come nel caso di specie nectoniche, che per specie sessili e/o bentoniche. Il principale vantaggio che rende il *Visual Census* in ambiente di acqua dolce preferibile ad altri metodi tradizionali (pesca, veleni, elettroscandore) è dato soprattutto dall'elevata compatibilità ambientale, fattore che lo rende un protocollo ideale in aree protette. Lo svantaggio rispetto ad altre tecniche è dato dall'elevato costo determinato dalla presenza dell'imbarcazione e di operatori specializzati per le immersioni subacquee.

2.2.5.7 TRANSETTO FAUNISTICO

Descrizione: osservazione e/o ascolto di tutte le specie presenti lungo un percorso predefinito, che possa prevedere anche la stima della distanza di ciascuna osservazione. Tra le varie tipologie di monitoraggi faunistici si può citare il *Visual Encounter Survey* (VES), applicato prevalentemente nel campo dell'erpetologia, che si basa sul conteggio di individui lungo transetti o in aree note, tra cui in aree umide dove vi siano siti con difficile accesso al corpo idrico ma da cui si disponga di buona visibilità anche delle sponde.

Variabili da rilevare: numero di individui e delle eventuali ovature.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno, meglio se in concomitanza con i picchi di attività della specie.

Risorse umane necessarie: sufficiente un singolo operatore, pur valutando un reclutamento più intensivo in funzione dell'estensione del campionamento, da concentrarsi nei momenti di maggior attività delle specie di interesse. Occorre prevedere, in aggiunta, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *binocolo*
 - *stivali a coscia/ascellari nel caso di transetti guadabili*

Costi: bassi. I costi sono riferibili al personale coinvolto, e all'attrezzatura da campo (binocoli ed eventuali stivali).

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità di una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini quantitativi (prevalentemente, attraverso stime di abbondanza). Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere applicata nell'identificazione precoce di alcune specie-*target*, in aree in cui la loro presenza non sia ancora stata accertata, e nelle stime di abbondanza di queste in una determinata area di interesse. Tale protocollo risulta essere molto versatile in quanto non necessita di attrezzature costose né di ingenti risorse umane, rendendolo idoneo per campionamenti speditivi e a costo relativamente basso. Il vincolo di tale metodologia è dato dall'applicabilità del metodo, valido per quelle specie la cui identificazione è possibile senza effettuare immersioni o catture in ambiente acquatico (ad es. rettili acquatici, quali *Trachemys* sp.)

2.2.6 Categoria #6: ANIMALI MARINI

Il Mar Mediterraneo è riconosciuto come un hotspot di biodiversità, con oltre 17'000 specie segnalate di cui un quinto endemiche del bacino. Allo stesso tempo, le ecoregioni marine del nostro Mare sono tra le più impattate a livello globale, a causa dei numerosi processi che minano questa ricchezza biologica, tra cui l'introduzione di specie aliene. Nel caso del bacino mediterraneo, l'introduzione di specie alloctone è stata mediata prevalentemente dall'apertura del Canale di Suez, dal traffico marittimo incontrollato che ha veicolato l'ingresso di specie attraverso le acque di zavorra, dall'acquacoltura e dall'acquariofilia. Ad oggi circa 1'000 specie sono state introdotte nel Mar Mediterraneo, e circa la metà sono in fase di stabilizzazione. Tali specie invasive possono sostituire le specie native, causando in tal modo perdita di genotipi nativi, modificazioni dell'habitat, alterazioni delle reti trofiche e dei processi ecosistemici, degradazione dei servizi ecosistemici, impatti sulla salute umana ed economici.

La tutela della biodiversità marina è dunque un obiettivo fondamentale per l'Italia, e tale impegno richiede l'adozione di un sistema di raccolta dati capillare e standardizzato che, oltre alla tutela delle specie minacciate e protette dalle normative nazionali e comunitarie, tenga di conto delle loro minacce, nello specifico delle specie aliene invasive che trovano rifugio nei nostri mari. Le attività di monitoraggio si configurano in questo senso uno strumento chiave, per permettere all'Italia di attuare in modo efficace quanto richiesto a livello europeo per la tutela della biodiversità marina.

2.2.6.1 UTILIZZO DI TELECAMERE SUBACQUEE E SONAR

Descrizione: Il SONAR (*SOund Navigation And Ranging*) è una tecnica che sfrutta la propagazione delle onde sonore per identificare e indagare oggetti al di sotto della superficie dell'acqua. Molto utilizzato per indagini sottomarine e nell'ambito della pesca, sono noti in letteratura anche esempi di impiego di tale tecnologia per il monitoraggio di comunità bentoniche, al fine di ricostruire mappe dettagliate del fondale che descrivano la distribuzione e l'abbondanza delle specie di interesse, identificando le potenziali aree di distribuzione sui tratti di fondale idonei. Tale metodologia può essere supportata da analisi video tramite videocamere subacquee, al fine di aumentare il livello di dettaglio e prevedere eventualmente il campionamento di sedimenti in aree mirate.

Variabili da rilevare: analisi degli apparecchi sonar; analisi dei video effettuati.

Scala temporale: annuale.

Frequenza di rilevamento: una volta nel corso dell'anno.

Risorse umane necessarie: necessari 3-4 operatori, deputati alla guida dell'imbarcazione, all'utilizzo della strumentazione e alla raccolta degli eventuali campioni di sedimento. Occorre prevedere, in aggiunta, la tempistica necessaria per l'analisi dei dati forniti dalla strumentazione, dall'analisi dei sedimenti e per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - *imbarcazione (adeguata al bacino di indagine)*
 - *apparecchi sonar adeguata alla tipologia di informazione necessaria*
 - *videocamere*

- *software per il processamento dei dati*
- materiale da laboratorio
 - *microscopio per l'analisi dei sedimenti (se prevista)*

Costi: alti. I costi sono riferibili al personale coinvolto, necessario anche nella eventuale fase di analisi dei sedimenti, al noleggio dell'imbarcazione e dell'apparecchiatura necessaria.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità di una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini quantitativi (prevalentemente, attraverso stime di abbondanza). Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere applicata nell'identificazione precoce di alcune specie-*target*, in aree in cui la loro presenza non sia ancora stata accertata, ma soprattutto nelle stime di abbondanza di comunità marine. Tale tecnologia è infatti applicata prevalentemente nell'analisi dell'estensione delle popolazioni di organismi bentonici, dalle praterie algali (ad es. *Caulerpa* sp.) alle comunità di animali marini quali spugne, coralli, ecc. Questa tecnica permette una mappatura fine delle comunità biotiche dell'area di studio, restituendo delle informazioni di dettaglio preziose per futuri piani di gestione. Lo svantaggio principale è imputabile principalmente al fattore economico, necessitando tale protocollo di monitoraggio di attrezzature e personale molto specifici e dal costo elevato.

2.2.6.2 VISUAL CENSUS

Descrizione: il censimento visuale, comunemente indicato con il termine anglosassone *Visual Census*, è una tecnica di campionamento che si svolge in immersione e che permette di censire la flora e la fauna acquatica semplicemente con l'osservazione delle specie e la registrazione degli avvistamenti. È generalmente effettuato in immersione con ausilio di autorespiratore.

Variabili da rilevare: numero di individui; superficie occupata dalle colonie (variabile in funzione delle specie e della loro biologia).

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una volta l'anno, meglio se in concomitanza con i picchi di attività della specie.

Risorse umane necessarie: necessarie: almeno due operatori, deputati al monitoraggio e alla guida dell'imbarcazione. Valutare la presenza di più operatori legate all'estensione del campionamento e a motivi di sicurezza.

Attrezzature necessarie:

- Materiale da campo
 - *attrezzatura subacquea per le immersioni*
 - *imbarcazione*
 - *attrezzatura per la delimitazione dei transetti (cime, corpi morti, ecc.)*
 - *eventuali boe per l'identificazione del sito nei campionamenti successivi*
 - *materiale per la raccolta dati subacquea (taccuino subacqueo)*

Costi: medio-alti. I costi sono riferibili al personale coinvolto, al noleggio dell'imbarcazione e all'attrezzatura da immersione necessaria per la raccolta dati.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità di una determinata area di studio, sia in termini qualitativi (presenza/assenza) che in termini quantitativi (stime di abbondanza). Nel caso dello studio di specie alloctone, tale metodologia può essere applicata nell'identificazione precoce di alcune specie-*target*, in aree in cui la loro presenza non sia ancora stata accertata, e nelle stime di abbondanza di queste in una determinata area di interesse. Tale protocollo si applica sia per specie ad alta vagilità, come nel caso di specie neotoniche, che per specie sessili e/o bentoniche. Il principale vantaggio che rende il *Visual Census* in ambiente marino preferibile ad altri metodi tradizionali (sonar, utilizzo di reti da pesca, ecc.) è dato soprattutto dall'elevata compatibilità ambientale, fattore che lo rende un protocollo ideale in aree protette. Il fattore economico rimane comunque un fattore limitante, in quanto seppur i costi siano minori rispetto ad altre tecniche di monitoraggio con attrezzature specifiche (vedi sonar, capitolo precedente), la presenza di operatori specializzati e l'utilizzo di eventuali imbarcazioni la rendono una tecnica non sempre applicabile.

2.2.6.3 UTILIZZO DI RETI DA PESCA

Descrizione: l'utilizzo di reti per la cattura ed il monitoraggio della fauna acquatica implica la presenza di attrezzature e tecniche ormai consolidate negli anni. Nel corso del tempo sono stati perfezionati innumerevoli tipi di reti e di tecniche di pesca, la cui descrizione esaustiva esula dagli scopi di questo elaborato. Tuttavia, è possibile individuare due grandi macrocategorie:

- reti da posta: reti il cui funzionamento si basa sulla loro disposizione in modo da formare una barriera verticale e lasciare che siano le prede a rimanervi impigliate (solitamente tramite l'utilizzo di sugheri e piombi per il mantenimento della posizione). Esistono molte tipologie di reti da posta, con diverse tecniche di funzionamento. Si distinguono in ogni caso in due tipologie: fisse (ancorate al fondo) e derivanti (libere di spostarsi con la corrente).
- nasse: reti costituite da una maglia metallica rigida o di plastica, con una tipica struttura ad imbuto che permette all'animale di entrare e non riuscire più ad uscirne. Tale tipo di rete è utilizzato non solo per le specie ittiche ma anche per altre categorie di organismi, tra cui i crostacei.

Variabili da rilevare: identificazione della specie, sesso (quando possibile), dimensioni, peso.

Scala temporale: annuale, in funzione dei picchi di attività della specie.

Frequenza di rilevamento: una volta nel corso dell'anno, con una media di 4-6 ore per sito.

Risorse umane necessarie: necessario l'impiego di almeno 3 persone, con una media di 4-6 ore. Occorre prevedere, in aggiunta, la tempistica necessaria per la restituzione dei dati relativi alla fase sintetica.

Attrezzature necessarie:

- materiale da campo
 - reti
 - stivali ascillari in gomma (nel caso di campionamenti in fiumi guadabili)
 - imbarcazione (eventuale nel caso di campionamento in acque lentiche o lotiche di grandi dimensioni)
 - contenitori in plastica per il trasporto e lo stoccaggio degli esemplari catturati.
 - bilancia elettronica digitale

o *ittiometro*

Costi: alti. I costi sono riferibili all'elevato numero di operatori coinvolto e all'attrezzatura necessaria per il campionamento, inclusa l'imbarcazione.

Obiettivi: obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione della comunità ittica di una determinata area di indagine, sia in termini qualitativi (lista delle specie presenti sul territorio) che di abbondanza e struttura di popolazioni. Nell'ambito dello studio delle specie alloctone, tale metodo può essere applicato sia per monitorare la presenza/assenza di determinate specie-*target* da aree, sia per determinare l'abbondanza assoluta e relativa di queste specie all'interno di tale area di studio, così da quantificare il grado di ingressione della specie e il carico che esercita su questo ambiente. Tale metodologia permette inoltre di calcolare la struttura della popolazione, attraverso la suddivisione degli individui catturati in classi di dimensione, in modo da ottenere informazioni sulla dinamica di popolazione della specie alloctona in studio. La pesca tramite reti è largamente utilizzata nel campo del monitoraggio dell'ittiofauna. Nel caso dell'ambiente marino, l'utilizzo di reti convenzionali risulta economicamente più sostenibile rispetto ad altre tecniche con attrezzature specifiche. L'acquisto delle reti rappresenta infatti la spesa maggiore, che può tuttavia essere ammortizzata nel tempo. Dal punto di vista delle risorse umane, il numero di operatori è comparabile con quello di altre tecniche già analizzate in precedenza.

2.2.6.4 PROGETTI DI CITIZEN SCIENCE

Descrizione: tali progetti prevedono il coinvolgimento della cittadinanza attraverso azioni di *citizen science*, già definiti alle precedenti sezioni. Il contributo della popolazione nella sorveglianza attiva sul territorio può rivelarsi una risorsa cruciale nella lotta contro le specie invasive, in particolare nei confronti delle specie animali particolarmente riconoscibili e facili da contattare. Numerosi sono i progetti che si sono avvalsi di questa strategia (CSMON-LIFE, Life ASAP, SINAnet ISPRA), la quale prevede in un primo momento la produzione di materiale informativo volto al facilitare l'identificazione delle specie-*target* da parte della cittadinanza, e conseguentemente la produzione di specifiche applicazioni utili per raccogliere tali segnalazioni e farle confluire in un *database* comune, dove saranno validate da personale esperto.

Variabili da rilevare: identificazione della specie; eventuali fotografie (da parte dei cittadini); controlli e validazione delle informazioni (da parte del personale esperto).

Scala temporale: dal momento che il monitoraggio è affidata alla cittadinanza, tutto il corso dell'anno è potenzialmente valido come periodo di raccolta dati. Il periodo di efficacia dello stesso è però variabile da specie a specie.

Frequenza di rilevamento: variabile, le informazioni vengono rilevate in momenti differenti dai cittadini.

Risorse umane necessarie: è sufficiente l'impiego di un solo tecnico esperto deputato all'analisi e alla valutazione dei dati raccolti dalla cittadinanza.

Attrezzature necessarie:

- materiale da lavoro:
 - o *piattaforme informatiche ad hoc*
 - o *supporto informativo- divulgativo per le campagne*

Costi: bassi. Le risorse necessarie sono quelle relative alla formazione del cittadino-scienziato coinvolto nel progetto e, in seconda battuta, nell'analisi dei dati forniti dalla cittadinanza. Una formazione efficace e di buona qualità è indispensabile per ridurre i principali problemi insiti nell'impiego di simili iniziative, consistenti perlopiù in errori o difficoltà nell'identificazione della specie commessi dal cittadino-scienziato, con conseguenti falsi positivi/negativi.

Obiettivi: obiettivo della tecnica di monitoraggio è quello di riuscire, attraverso il coinvolgimento della cittadinanza, ad individuare e a mappare la distribuzione areale di specie-*target*, soprattutto in termini qualitativi. Il metodo risulta particolarmente efficace per il monitoraggio delle specie alloctone facilmente riconoscibili e contattabili, anche per la possibilità di supportare ciascun avvistamento da parte del cittadino-scienziato con materiale fotografico che può essere successivamente validato dal tecnico esperto. Un ulteriore vantaggio connesso all'applicazione del metodo è quello legato alla diffusione della conoscenza relativa al problema delle specie alloctone nella popolazione coinvolta nel progetto, in particolare in occasione degli eventi di formazione, durante in quali vengono forniti i dati corretti circa la tipologia, la distribuzione e la pericolosità delle specie alloctone presenti sul territorio, con conseguente progressiva sensibilizzazione della cittadinanza attiva nei confronti del problema.

2.3 Declinazione nel territorio pugliese

La presente sezione ha lo scopo di illustrare i principali esempi di applicazione delle tecniche di monitoraggio descritte nei capitoli precedenti, cercando di contestualizzarle sul territorio pugliese e ottimizzando in tal modo il campo di applicabilità.

2.3.1 PANORAMICA DELLE TECNICHE DI MONITORAGGIO APPLICATE

Il capitolo espone sinteticamente in metodi per il monitoraggio delle specie alloctone invasive già applicati sul territorio regionale nel corso dei vari progetti di gestione che lo hanno interessato. Per quanto riguarda la componente vegetale, è stato fatto riferimento alle matrici terrestri, dulcacquicole e marine, così da rappresentare le diverse categorie tassonomiche e poter utilizzare metodi di protocollo analoghi per specie anche molto distanti filogeneticamente.

Per le piante terrestri, in Puglia, le specie alloctone invasive oggetto di importanti piani di monitoraggio sono state *Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia*, *Acacia saligna*, *Yucca gloriosa*, *Carpobrotus edulis*, *Paspalum distichum*, *Senecio inaequidens*. Per le specie invasive *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*, all'interno del Life Alta Murgia (2013-2019), sono state adottate tecniche di campionamento e monitoraggio quali i rilievi fitosociologici (met. Braun-Blanquet) e i transetti vegetazionali, già descritti alla precedente sezione. Allo stesso modo, in aree umide e protette come quelle investigate dal *LIFE Zone umide Sipontine (2010-2016)*, alcune invasive come *Carpobrotus edulis* e *Paspalum distichum* sono state rilevate sempre utilizzando la metodologia fitosociologica (Braun-Blanquet, 1932). Altre specie come la *Yucca gloriosa* o l'*Acacia saligna*, assieme ad altre specie alloctone invasive, sono state oggetto di studio e monitoraggio all'interno del LIFE Diomedee (2018- ancora in corso). Questi progetti Life sono stati svolti all'interno di aree protette ai sensi delle direttive Habitat e in alcuni casi (*LIFE Diomedee*) sono stati condotti piani di monitoraggio e di eradicazione all'interno di territori circoscritti quali le isole Tremiti o in aree ad alta valenza naturalistico-ambientale.

Per le macrofite d'acqua dolce in Puglia sono stati condotti per lo più ricerche sul campo con approcci qualitativi di presenza/assenza (Beccarisi *et al.*, 2007), riferibili alle tecniche di campionamento tramite transetto di rilevamento descritte alla precedente sezione. Durante queste campagne di campionamento sono state facilmente rilevate piante alloctone invasive (particolarmente identificabili per la matrice in questione).

Relativamente al rilevamento delle macrofite marine invasive è stato condotto il progetto di *citizen science* CSMON-LIFE (*Citizen Science MONitoring, 2016-2019*) con campagne *ad hoc* svolte nella Regione per coinvolgere i cittadini a segnalare le specie alloctone marine presenti sul loro territorio anche per mezzo di applicazioni per dispositivi mobili, in iniziative del tipo *citizen science* riconducibili ai protocolli descritti alla sezione precedente. La campagna ha visto la segnalazione di numerose specie animali e vegetali, fra cui le alghe *Codium fragile* e *Caulerpa racemosa*. L'applicazione è stata utilizzata anche per segnalare specie alloctone terrestri.

Per quanto riguarda la componente faunistica, come per il precedente paragrafo, è stato fatto riferimento alle matrici terrestri, dulciacquicole e marine, così da rappresentare le diverse categorie tassonomiche e poter utilizzare metodi di protocollo analoghi per specie anche molto distanti filogeneticamente.

All'interno della categoria degli animali terrestri, sono state analizzate innanzitutto quelle specie caratterizzate da una cosiddetta "bassa vagilità", ossia caratterizzate da un potenziale di dispersione relativamente ristretto rispetto ad altre specie. All'interno di questo gruppo una categoria rilevante è rappresentata dal gruppo dei micromammiferi, per i quali le specie *Rattus rattus* e *R. norvegicus* rappresentano le specie più invasive. Tra i piani di controllo si può citare il progetto LIFE+ Diomedee, tra le cui azioni di tutela spicca l'eradicazione del ratto nero (*R. rattus*) dall'arcipelago delle Tremiti.

Diversa è la situazione per quelle specie caratterizzate da capacità di dispersione elevate, definite pertanto ad "alta vagilità". Per la Regione Puglia, questa risulta individuata dal Piano di Gestione Nazionale dell'ibis sacro *Threskiornis aethiopicus* (2020), oggetto di numerose campagne di monitoraggio a livello nazionale: la Puglia rientra tra le regioni per le quali sono previste azioni di monitoraggio, risposta rapida ed eradicazione. Per specie analoghe come il pappagallo monaco (*Myopsitta monachus*) e il parrocchetto dal collare (*Psittacula krameri*) vi sono invece dei progetti di *citizen science*, in cui la cittadinanza svolge un ruolo attivo. Rientrano tra questi progetti il LIFE+ ASAP (*Alien Species Awareness Program, 2016-2020*) e il CSMON-LIFE (*Citizen Science MONitoring, 2016-2019*).

Per quanto riguarda l'entomofauna, le tecniche di monitoraggio sono perlopiù focalizzate sul trappolaggio diretto degli individui. Tra le varie specie di insetti alloctoni presenti sul territorio pugliese si può citare il moscerino dei piccoli frutti (*Drosophila suzukii*), oggetto di un progetto di monitoraggio basato sull'utilizzo di trappole chemiotropiche (Antonacci *et al.*, 2017). Interessante è il caso del punteruolo rosso (*Rhynchophorus ferrugineus*), riconosciuto a livello comunitario come una specie altamente invasiva e in quanto tale sottoposto a numerose azioni di monitoraggio e controllo, prevalentemente tramite trappolaggio, effettuate dal Dipartimento dell'Agricoltura, Sezione Osservatorio Fitosanitario.

Per quanto riguarda la matrice dulciacquicola, uno dei protocolli di monitoraggio più utilizzati è risultato essere quello basato sull'elettropesca, destinato all'analisi delle popolazioni di specie ittiche. Si può citare a tal proposito il lavoro di Bianco e de Filippo (2011), dedicato all'analisi dei popolamenti ittici nel Parco Regionale del Fiume Ofanto, e nel quale sono state individuate numerose specie alloctone quali *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, *Ameiurus melas* e *Lepomis gibbosus*. L'uso delle reti da pesca si è rivelato un altro utile strumento di indagine, applicabile anche per specie di invertebrati come il gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*), e oggetto di azioni coordinate a livello nazionale di

monitoraggio e contenimento, come evidenziato dal “Piano di gestione nazionale del gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*”, edito nel maggio 2021 dal Ministero della Transizione Ecologica. Per la medesima specie sono state utilizzate anche campagne di *citizen science*, analogamente ad alcuni animali terrestri, nello specifico ad opera del progetto *LIFE+ ASAP* (2016-2020).

Per la fauna marina, a differenza della fauna d’acqua dolce, l’elettropesca non risulta praticabile, motivo per cui le tecniche più utilizzate si sono rivolte all’utilizzo di metodi alternativi quali l’utilizzo di reti o transetti subacquei. Nel primo caso l’utilizzo delle reti come strumento di monitoraggio può essere affidato anche ai pescatori professionisti, sfruttando così un settore specializzato della cittadinanza per svolgere un progetto di *citizen science* (Azzurro *et al.*, 2016). Così è avvenuto per alcune specie alloctone facilmente riconoscibili tra cui il pesce palla argenteo (*Lagocephalus sceleratus*). I transetti subacquei, tramite la tecnica del *Visual Census*, si rivelano essere uno strumento funzionale, con molteplici esempi di monitoraggi sul territorio pugliese di specie alloctone quali *Arcuatula senhousia*, *Clythia hummelincki*, *Paraleucilla magna* (Gravili *et al.*, 2008; Longo *et al.*, 2007; Mastrototaro *et al.*, 2014). Si riporta infine, tra le varie tecniche analizzate, l’utilizzo a fini di monitoraggio di apparecchi sonar, volti alla caratterizzazione e mappatura delle comunità bentoniche. Questo è il caso del lavoro di Matarrese *et al.* (2004), in cui è stata analizzata la comunità bentonica del golfo di Taranto che, pur applicandosi prevalentemente alla componente vegetazionale, si è rivelata in grado di rilevare la presenza di comunità animali di specie alloctone quali *Arcuatula senhousia*.

2.3.2 INQUADRAMENTO NEL TERRITORIO PUGLIESE

Mentre il precedente capitolo cerca di fornire un inquadramento generale delle principali tecniche di monitoraggio applicate sul territorio pugliese, il presente cerca di ampliare tale quadro, individuando gli ambienti, le specie-*target* o quei protocolli di monitoraggio i quali, pur non essendo stati ancora testati nella Regione, potrebbero rivelarsi potenzialmente idonei allo scopo.

La Puglia è la regione più orientale d’Italia e costituisce un’area di forte interesse dal punto di vista biogeografico. È la regione peninsulare con il maggiore sviluppo costiero (865 km). Lungo la costa si alternano tratti rocciosi, falesie, (coste rocciose dalle pareti a picco) e litorali sabbiosi che possono essere invase da varie specie alloctone marine che crescono sui fondali o nelle zone intertidali della linea litorale. Nell’ambito del monitoraggio delle alloctone vegetali marine sarà possibile mettere in atto tecniche di monitoraggio basate sul *visual census* o sui rilievi ad hoc per accertarne la presenza e stimarne l’abbondanza. Come già effettuato con il *CSMON LIFE*, potrà essere opportuno coinvolgere la cittadinanza mediante campagne di monitoraggio cittadine.

Sulle zone litoranee rocciose di difficile accesso, dove la capacità di diffusione delle piante alloctone terrestri è facilitata dalla morfologia del territorio e dalla presenza di una vegetazione specifica a tratti rada e suscettibile di estromissione competitiva, sarà possibile applicare tecniche di monitoraggio capaci di coprire una vasta porzione di territorio impervio avvalendosi di opportune metodologie quali il telerilevamento, al fine di indagare l’effettiva estensione degli areali delle specie laddove si presentino delle difficoltà oggettive nel campionamento delle suddette.

Per rilevare le specie vegetali invasive dei litorali sabbiosi (*Yucca gloriosa*, *Carpobrotus edulis*), ambienti caratterizzati da vegetazione bassa e rada, sarà utile eseguire transetti vegetazionali o applicare il metodo fitosociologico di Braun-Blanquet, come già confermato dall’esperienza positiva della campagna Life Diomedee.

Per le macrofite d'acqua dolce (laghi, fiumi, canali e torrenti), metodologie capaci di caratterizzare la vegetazione dal punto di vista qualitativo possono rivelarsi essere le migliori dal punto di vista applicativo. La Regione non possiede invasi d'acqua dolce di dimensioni significative, pertanto le aree di acque ferme possono facilmente essere indagate mediante transetti vegetazionali. Idrofite alloctone invasive galleggianti, del genere *Azolla* e *Lemna*, possono essere infatti ben individuate e censite mediante queste tecniche speditive e poco dispendiose in termini di *budget* e di energia.

Più della metà del territorio pugliese è costituito da aree pianeggianti, profondamente modificate dalle attività umane legate all'agricoltura e all'urbanizzazione. L'assenza di competizione diretta per la mancanza di formazioni boschive autoctone e l'addomesticamento del territorio rendono queste aree particolarmente suscettibili alle invasioni da parte di specie alloctone vegetali d'alto fusto, ma anche facilmente monitorabili utilizzando rilievi fitosociologici o effettuando transetti vegetazionali speditivi capaci di caratterizzare qualitativamente e semi-quantitativamente l'area investigata. In queste aree sarà possibile coinvolgere i cittadini e le cittadine di un dato territorio mediante la metodologia della *citizen science* (come già fatto con i progetti Life ASAP e CSMON).

Un'attenzione particolare dovrà essere rivolta alle specie invasive che penetrano in aree di particolare rilevanza ambientale (ZSC, Riserve naturali e Parchi) e che entrano in forte competizione con le specie native alterando l'ambiente dal punto di vista vegetazionale, come dimostrano alcuni LIFE elaborati nell'ultimo decennio (Life Alta Murgia, Life Diomedee e Life zone umide Sipontine). In queste zone di pregio è possibile attivarsi con monitoraggi sia qualitativi che quantitativi (es. metodo di Braun-Blanquet) o squisitamente qualitativi e speditivi (es. transetto vegetazionale), così da poter rilevare la presenza delle specie in aree critiche. Per queste aree dove insiste un certo interesse e grado di protezione, anche a seguito degli aggiornamenti delle *check-list* floristiche e della raccolta di dati GPS effettuati nel corso del tempo, sarà infine possibile applicare modelli predittivi per monitorare la diffusione spazio-temporale delle specie-*target*.

Relativamente agli animali terrestri, abbiamo visto come per le specie definite a "bassa vagilità" siano perlopiù consigliabili dei campionamenti tramite trappolaggio, come nel caso dei micromammiferi. Al di fuori dell'applicazione per le Isole Tremiti, prevista dal LIFE+ Diomedee, l'applicazione di progetti di monitoraggio e eradicazione risulta potenzialmente inefficace, considerata l'invasività delle suddette specie e la loro diffusione capillare sul territorio. Tale tecnica può dunque rappresentare un valido metodo per monitorare l'abbondanza di popolazioni di specie di roditori in contesti specifici, pur considerando la bassa efficacia di una eventuale campagna di eradicazione.

Per gli animali dotati di maggiori capacità di dispersione, quali gli uccelli, sul territorio pugliese risultano presenti specie caratterizzate dall'essere, almeno in alcune fasi del loro ciclo biologico, delle abitudini gregarie (durante la nidificazione o durante le fasi di svernamento, presso i *roost*). Risultano pertanto funzionali per le suddette specie quelle strategie di monitoraggio basate sul censimento di grandi gruppi tramite appostamenti fissi, applicate ai dormitori o alle colonie riproduttive, come nel caso dell'ibis sacro *Threskiornis aethiopicus*, del pappagallo monaco (*Myopsitta monachus*) e del parrocchetto dal collare (*Psittacula krameri*). Eventuali monitoraggi basati su transetti all'interno di *plot* randomizzati si rivelano invece utili per indagare la presenza di specie alloctone in aree non ancora indagate, o per le quali non si hanno dati sufficienti.

Esempi di protocolli di monitoraggio tramite trappolaggio sono applicabili, pur con modalità differenti, anche nei confronti dell'entomofauna, come nel caso di insetti volatori. Specie *target* idonee per questo tipo di azioni possono essere rappresentate, nel caso del territorio pugliese, da specie infestanti quali la cimice asiatica (*Halyomorpha halys*) e dall'aleurodide spinoso (*Aleurocanthus spiniferus*), entrambi noti per causare ingenti danni all'agricoltura. Nel caso del punteruolo rosso (*Rynchophorus ferrugineus*), oltre a protocolli di trappolaggio già citati in precedenza, sono presenti in

letteratura numerosi casi di tecniche alternative, che si basano su stimoli chimici, termici o acustici, che presentano interessanti campi di indagine potenzialmente sfruttabili sul territorio. Sono stati, infine, identificati dei metodi di rilevazione indiretta sia qualitativi che semiquantitativi, per poter allargare lo spettro di analisi su quelle specie per le quali si vogliono effettuare perlopiù delle indagini di colonizzazione incipiente. In questo senso i protocolli di monitoraggio basati sulle analisi di DNA ambientale rappresentano uno strumento sempre più utilizzato e con un costo economico sempre meno rilevante (seppur ancora non trascurabile). Le più moderne tecniche di amplificazione e sequenziamento di DNA permettono infatti un'accuratezza sempre maggiore nell'individuazione di specie-*target* in un dato territorio, per le quali risulta oggi possibile una corretta identificazione con uno sforzo di campionamento e analisi sempre minore. Tale metodologia risulta, ad esempio, idonea nel caso si voglia identificare la presenza di una specie in un'area non ancora indagata, o per monitorare eventuali espansioni di popolazioni già presenti sul territorio, come nel caso della formica argentina (*Linepithema humile*), non ancora diffusa capillarmente sul territorio regionale.

Nel contesto dell'ambiente dulcacquicolo, l'elettropesca rappresenta sicuramente uno degli strumenti più utilizzati per i monitoraggi della fauna ittica, avendo tra i suoi principali vantaggi un largo spettro di azione che rende tale metodica applicabile per molte specie (nel caso della Puglia, anche a specie non citate in precedenza, quali *Micropterus salmoides*, *Perca fluviatilis* e *Gambusia holbrooki*). Si riportano inoltre esempi di applicazione del protocollo del *Visual Census*, perlopiù applicato in ambito marino, per il monitoraggio di specie di pesci. In alternativa, si può prevedere l'utilizzo di reti da posta o nasse per il monitoraggio di specie non necessariamente piscicole, quali rettili (vedi *Trachemys scripta* spp.) e invertebrati (*Procambarus clarkii*). Per quest'ultima categoria è opportuno citare anche l'utilizzo del retino immanicato, adottato per l'analisi delle comunità di macroinvertebrati e appropriato per l'identificazione e la produzione di stime di abbondanza di specie quali *Procambarus clarkii* e *Potamopyrgus antipodarum*. Tra le varie tecniche utilizzate in ambiti di acqua dolce possiamo inoltre riportare l'analisi del DNA ambientale, come applicato per *Potamopyrgus antipodarum* in Goldberg *et al.* (2013).

In ambito marino, i protocolli citati in precedenza possono essere applicati anche ad altre specie-*target*. Nel caso dei progetti di *citizen science*, infatti, la messa in opera di campagne di sensibilizzazione e di raccolta dati può trovare una base solida nel mondo della pesca, grazie alla collaborazione con i pescatori che entrano a contatto con specie alloctone durante il loro lavoro (*Callinectes sapidus*, *Percnon gibbesi*, *Fistularia commersonii*, ecc.). Possono inoltre essere applicate campagne di monitoraggio *ad hoc* basate sull'utilizzo di reti da pesca (come per il caso di *Callinectes sapidus*) o tramite transetti subacquei basati sulla tecnica *Visual Census*, per la fauna marina, sia vertebrata che invertebrata.

Sezione 3: Piano di gestione esemplificativo

La presente sezione descrive, a titolo di esempio, lo schema sulla base del quale verranno redatti i piani di monitoraggio e gestione per le specie appartenenti ad una delle macrocategorie individuate nei capitoli precedenti, riportandone l'indice ragionato comprensivo delle informazioni necessari all'inquadramento della specie, alle metodologie e alle risorse necessarie per la loro realizzazione.

1. PREMESSA

Il capitolo fornisce un inquadramento generale della specie, gli obiettivi generali del piano di monitoraggio, le ragioni per cui tale specie è stata scelta tra le numerose alloctone presenti sul territorio pugliese. In sintesi, un *abstract* della scheda tecnica organizzata secondo i capitoli successivi.

In dettaglio, il capitolo contiene un'introduzione a carattere generale sulle caratteristiche delle specie invasive, e una caratterizzazione della specie oggetto specifico del piano di gestione sul territorio pugliese, dove vengono riportati i dati disponibili ad oggi in relazione alle seguenti caratteristiche specifiche:

- velocità di diffusione;
- tendenza alla prevalenza;
- livello di minaccia verso la biodiversità locale;
- estensione della diffusione a livello regionale.

2. DESCRIZIONE DELLA SPECIE

Il capitolo descrive le caratteristiche della specie inquadrandola dal punto di vista tassonomico, morfologico ed ecologico. Verrà inoltre approfondita la biologia della specie attraverso una descrizione dettagliata delle caratteristiche riproduttive, del ciclo vitale, delle interazioni con le altre specie e degli habitat in cui si inserisce.

In dettaglio, il capitolo enuncia le principali caratteristiche morfologiche ed ecologiche della specie, in particolare per quanto riguarda le modalità di riproduzione e diffusione, sottolineandone gli aspetti maggiormente rilevanti (anche a livello locale) rispetto alle caratteristiche di invasività della specie.

3. DISTRIBUZIONE E VETTORI DI INTRODUZIONE

Nel capitolo viene analizzato l'areale di distribuzione della specie, partendo dal suo areale originario e descrivendo l'attuale situazione a livello globale, comunitario e nazionale, con un *focus* apposito sulla regione Puglia a partire dai dati attualmente disponibili. A seguire verranno esaminate le principali dinamiche che ne hanno determinato tale distribuzione attuale, analizzando i principali vettori di introduzione e i movimenti di dispersione della specie.

Il capitolo riporta il dettaglio della distribuzione della specie a livello nazionale e internazionale; l'approfondimento relativo alla diffusione sul territorio regionale è basato sui dati aggiornati raccolti nell'ambito del presente progetto (da *database online*, siti dedicati, pubblicazioni scientifiche o altri tipi di segnalazione), ed integra l'informazione già ottenuta attraverso i questionari specificamente elaborati per la segnalazione delle principali specie aliene presenti all'interno di

una determinata area, e somministrati agli Enti gestori delle Aree Protette del territorio, al fine di valutare il tipo di criticità determinato dalle specie alloctone maggiormente impattanti sull'area in esame (è stato possibile individuarne sino a cinque per ciascuna area), la componente ambientale maggiormente bersagliata da tale criticità, e se fossero già in atto azioni preventive volte a contenere l'incidenza rilevata.

4. IMPATTI

Tale sezione verte sulla descrizione degli impatti che la specie determina, analizzando innanzitutto gli effetti a livello dell'ecosistema, attraverso l'interazione diretta o indiretta con le altre specie con cui condivide l'habitat e nei confronti della matrice chimico-fisica in cui si inserisce. Successivamente verranno analizzate le ricadute a livello economico nonché gli eventuali impatti dal punto di vista sanitario, se presenti.

5. ASPETTI NORMATIVI

L'inquadramento normativo è fondamentale dal punto di vista gestionale, al fine di delineare i parametri di azione, rispettare gli obblighi di legge e organizzare le campagne secondo metodologie già standardizzate. Viene qui analizzata la normativa vigente a livello comunitario, nazionale ed infine regionale.

6. PIANO DI MONITORAGGIO

Il capitolo raccoglie le informazioni necessarie alla corretta individuazione e applicazione del protocollo o dei protocolli di monitoraggio intesi ad ottenere informazioni dettagliate sull'attuale distribuzione e abbondanza della specie di interesse.

Il capitolo si articola nelle seguenti sezioni:

- **ricerca bibliografica:** sono riportati i principali strumenti bibliografici collezionati per la redazione del piano di monitoraggio. Attraverso ricerche bibliografiche, campagne di monitoraggio e segnalazioni pregresse si procede dapprima ad un recupero di tutti i dati storici fino qui disponibili per realizzare la base solida di partenza da cui impostare il piano di monitoraggio complessivo.
- **descrizione del piano di monitoraggio.** Il capitolo contiene la descrizione di tutti gli interventi di monitoraggio che si intendono mettere in campo per ogni specie *target*, ognuno con i suoi obiettivi, valutando ciascuna tecnica secondo le variabili da attenzionare durante il piano e declinandola a seconda delle condizioni ecologico-ambientali dove si inserisce la specie.

Per ciascuna fase del monitoraggio vengono indicati nel dettaglio le tipologie di *output* che l'operatore incaricato deve fornire all'Ente gestore in modo da garantire uniformità del dato e omogeneità nella compilazione dei *report* di restituzione. In particolare: vengono specificate le seguenti:

- dettaglio relativo alle mappature delle specie *target*, e alla restituzione del dato tramite progetto GIS (con una sezione esplicativa illustrante le informazioni da riportare nella tabella degli attributi);
- dettaglio relativo al disegno di campionamento; vengono esplicitate il numero di siti da monitorare, le specifiche tecniche e il numero delle attrezzature necessarie (es. fototrappole per rilevamento faunistico, attrezzi di pesca, apparecchiatura GPS), nonché la tempistica idonea per l'effettuazione

delle operazioni: ciascun piano riporta un diagramma relativo alla successione delle diverse metriche di progetto, in modo che la temporizzazione delle varie fasi possa essere facilmente recepita e programmata dal tecnico incaricato;

- dettaglio relativo alla restituzione del dato in forma sintetica; sono specificate le informazioni che l'operatore è tenuto a fornire al termine della campagna di monitoraggio, espresse in modo corretto e standardizzato. Al termine del piano, sono fornite in allegato i *fac simile* delle schede di restituzione del dato che devono essere compilate durante ciascun rilievo da parte dell'operatore.
- **possibili rischi legati alle operazioni di monitoraggio**, sia per l'ambiente interferito che per gli operatori.
- **valutazione degli esiti del monitoraggio**. Viene qui indicata la variabile che occorre valutare al fine di inferire l'esito del monitoraggio della componente analizzata (es., nel caso di una specie alloctona sottoposta ad intervento di gestione, il parametro misura la riduzione della presenza della specie nell'area oggetto di intervento). Il capitolo indica con precisione le modalità con cui il parametro viene misurato ed espresso affinché sia possibile una sua valutazione. È inoltre indicata, mediante appositi schemi a blocchi (diagramma di flusso), la sequenza di azioni da intraprendere sulla base degli esiti della valutazione.
- **struttura temporale del monitoraggio**, che riassume gli intervalli temporali per i quali si applica l'intero piano di monitoraggio.

7. PIANO DI GESTIONE (ERADICAZIONE/CONTENIMENTO)

Il capitolo analizza i principali metodi di gestione della specie, attraverso una ricerca bibliografica volta a identificare le più comuni metodologie utilizzate per la specie in esame. Per ogni strategia di controllo vengono analizzati gli obiettivi generali (eradicazione o contenimento) e gli obiettivi specifici, in funzione delle differenti metodologie applicate. Il capitolo individua quindi la metodologia migliore per il raggiungimento dell'obiettivo di gestione della specie nell'area di riferimento e ne definisce le modalità applicative.

In dettaglio, il capitolo definisce quanto segue:

- **obiettivo del piano di gestione**. Vengono qui analizzati i dati relativi alla specie *target* e la sua diffusione a livello regionale, al fine di individuare un obiettivo di gestione ragionevolmente perseguibile (es. eradicazione/contenimento a livello regionale, eradicazione/contenimento da una specifica area). Il piano si struttura quindi per il conseguimento dell'obiettivo di gestione individuato.
- **descrizione del piano di gestione**. Il capitolo contiene la descrizione di tutti gli interventi di gestione che si intendono mettere in campo per ogni specie *target*, ognuno con i suoi obiettivi, valutando ciascun intervento secondo le variabili da attenzionare durante l'applicazione dello stesso e declinandolo a seconda delle condizioni ecologico-ambientali dove si inserisce la specie.

Per ciascuna fase del piano di gestione vengono indicati nel dettaglio le tipologie di *output* che l'operatore incaricato deve fornire all'Ente gestore in modo da garantire la verificabilità della correttezza delle procedure applicate. Il piano di gestione riporta nel dettaglio tutte le fasi delle procedure suggerite, quali ad esempio:

- dettaglio relativo ai macchinari o altri strumenti da impiegare per il conseguimento degli obiettivi di gestione;
- dettaglio relativo alla gestione degli esemplari di IAS prelevati durante gli interventi.
- **possibili rischi legati alle operazioni di monitoraggio**, sia per l'ambiente interferito che per gli operatori.

- **struttura temporale del piano di gestione**, che riassume gli intervalli temporali in cui devono essere svolte le operazioni di gestione.
- **personale impiegato**. La sezione fornisce indicazioni circa le competenze che devono essere possedute dal personale impiegato nel progetto, per tutte le fasi (ricognizione, monitoraggio, gestione).
- **monitoraggio dell'andamento degli interventi e azioni future**. Vengono qui indicate le azioni da intraprendere sulla base degli esiti del monitoraggio, che a propria volta valuta l'efficacia degli interventi effettuati in termini di riduzione della specie target, dell'assenza di ricolonizzazione, eccetera. Il capitolo indica con precisione, mediante appositi schemi a blocchi (diagramma di flusso), la sequenza di azioni da intraprendere sulla base degli esiti della valutazione. Vengono indicati anche i periodi minimi in cui il piano deve essere applicato al fine di garantire il raggiungimento dell'obiettivo di conservazione prefissato.

8. STRATEGIE DI PREVENZIONE E COMUNICAZIONE

Questo capitolo contiene i principali suggerimenti sulle strategie di prevenzione e comunicative da adottare rispetto all'invasività della specie *target* e che sono ritenute scientificamente efficaci per evitare l'ulteriore espansione delle stesse. Il capitolo è basato sulle conclusioni derivabili dal monitoraggio di cui al cap. precedente, nonché sulle strategie di gestione già individuate per la specie *target*, e contiene la sintesi delle azioni necessarie alla corretta gestione della stessa, finalizzate al raggiungimento dell'obiettivo di gestione individuato in apertura. In analogia con il capitolo precedente, anche le azioni di gestione proposte includono informazioni relative al *range* temporale di applicabilità e alle risorse necessarie in termini di materiale e personale, nonché una stima dei costi. Particolare attenzione è data all'aspetto della comunicazione rivolta ai vari portatori d'interesse, oggi quanto mai necessaria stante la forte attenzione mediatica che viene generalmente prestata ai progetti di gestione di questo tipo. La comunicazione è pertanto rivolta sia a spiegare la necessità e il significato degli interventi di gestione previsti, sia a definire correttamente la problematica determinata dalla specie alloctone (in particolare da quella oggetto di intervento) al fine di scongiurare nuove introduzioni in futuro. A questo proposito si sottolinea nuovamente come i comportamenti, spesso inconsapevoli, della cittadinanza o di una comunità sono in molti casi alla base di un focolaio invasivo di una specie, atteggiamenti singoli o collettivi che con l'opportuna informazione possono essere scoraggiati e prevenuti.

Il Piano dettaglia le varie fasi della comunicazione che devono essere adottate in base all'avanzamento dello stesso, quali ad esempio:

- fase pre-piano di monitoraggio;
- fase pre-piano di gestione;
- fase post-piano di gestione.

9. CONCLUSIONI

Questa parte contiene le conclusioni sull'efficacia delle principali tecniche di monitoraggio che sono state utilizzate nel piano e riporterà ulteriori riflessioni su punti di forza e criticità delle metodologie utilizzate, valutandone l'incisività nel centrare gli obiettivi che erano stati scelti nella creazione del piano di monitoraggio.

Sezione 4: Riferimenti bibliografici

Abraham, V. A., and Chandy Kurian. "Chelisoche moris F. (Forficulidae: Dermaptera), a predator on eggs and early instar grubs of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* F. (Curculionidae: Coleoptera)." *Journal of Plantation Crops* 1 (1973): 147-152.

Aguiar, F. C. F., and M. T. Ferreira. "Plant invasions in the rivers of the Iberian Peninsula, south-western Europe: A review." *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 147.4 (2013): 1107-1119.

Aguiar, Francisca C., et al. "Alien and endemic flora at reference and non-reference sites in Mediterranean-type streams in Portugal." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17.4 (2007): 335-347.

Aislabe, Luke & Verreycken, Hugo & Chapman, Daniel & Copp, Gordon, Risk assessment for *Gambusia holbrooki*, 2019

Al-Dosary, Naji Mordi, Shoki Al-Dobai, and Jose Romeno Faleiro. "Review on the management of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier in date palm *Phoenix dactylifera* L." *Emirates Journal of Food and Agriculture* (2016): 34-44.

Aloise, Gaetano, Mara Cagnin, and Luca Luiselli. "Co-occurrence patterns in independently evolved groups of Mediterranean insectivorous vertebrates (lizards and shrews)." *Amphibia-Reptilia* 36.3 (2015): 233-243.

Annecke, David P., and Vincent C. Moran. "Critical reviews of biological pest control in South Africa. 2. The prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller." *Journal of the Entomological Society of southern Africa* 41.2 (1978): 161-188.

Antonacci, Rachele, et al. "Drosophilidae monitoring in Apulia (Italy) reveals *Drosophila suzukii* as one of the four most abundant species." *Bull. Insectol* 70 (2017): 139-146.

APAT. Metodi Biologici per le Acque. Parte I. Manuali e Linee Guida, APAT, Roma (2007), 31 pp.

Armstrong WP, 2009. Wayne's Word Lemnaceae

Arrieta, Herrera. "Control studies on compositae weeds in highland pastures." *Revista Corpoica* 5.1 (2004): 76-84.

Asensi, A., B. Díez-Garretas, and J. Pereña. "Alien plants of coastal dune habitats in southern Spain." *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 150.3 (2016): 477-483.

Ashton, P. J. "Azolla infestations in South Africa: history of the introduction, scope of the problem and prospects for management." *Water Quality Information Sheet* (1992).

Azzurro, Ernesto, et al. "New records of the silver-cheeked toadfish *Lagocephalus scleratus* (Gmelin, 1789) in the Tyrrhenian and Ionian Seas: early detection and participatory monitoring in practice." (2016).

Barone, Giulio, Giannantonio Domina, and Emilio Di Gristina. "Comparison of different methods to assess the distribution of alien plants along the road network and use of Google Street View panoramas interpretation in Sicily (Italy) as a case study." *Biodiversity Data Journal* 9 (2021).

Barrett, Neville S., and Colin D. Buxton. "Examining underwater visual census techniques for the assessment of population structure and biodiversity in temperate coastal marine protected areas." (2002).

Bazzichetto, Manuele, et al. "Modeling plant invasion on Mediterranean coastal landscapes: An integrative approach using remotely sensed data." *Landscape and Urban Planning* 171 (2018): 98-106.

Beccarisi, L., et al. "Precisione sulla distribuzione di alcune specie rare degli ambienti umidi della Puglia meridionale (Italia)." *Inform. Bot. Ital* 39.1 (2007): 87-98.

Beccarisi, Leonardo, et al. "Habitat and flora monitoring in the regional nature reserve of " palude del conte e duna costiera di porto cesareo"(Puglia, Italy)." (2020).

Benesperi, Renato, et al. "Forest plant diversity is threatened by *Robinia pseudoacacia* (black-locust) invasion." *Biodiversity and Conservation* 21.14 (2012): 3555-3568.

Berry, Jocelyn A. "*Drosophila suzukii*: Pathways and Pathway Management by Regulation." *Drosophila Suzukii Management* (2020): 29.

Bianco, Pier Giorgio, and Gabriele de Filippo. "Contributo alla conoscenza della fauna ittica d'acqua dolce in aree protette d'Italia." (2011).

Blagojević, Milan, et al. "Seed bank of *Amorpha fruticosa* L. on some ruderal sites in Serbia." *Journal of Agricultural Science and Technology B* 5.2 (2015): 122-128.

Brooks JE; Hussain I; Ahmad E, 1988. A partial research bibliography of the rose-ringed parakeet (*Psittacula krameri*). Islamabad, Pakistan: National Agricultural Research Centre, 16 pp. [Technical Report No. 15.]; Browne, Clare, Kevin Stafford, and Robin Fordham. "The use of scent-detection dogs." *Irish Veterinary Journal* 59.2 (2006): 97.

Buckland, Stephen T., et al. "Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations." (2001).

Buosi, Alessandro. "Ecologia e tassonomia delle macrofite degli ambienti marino-costieri e lagunari dell'ecoregione mediterranea." (2015).

Buosi, Alessandro. "Ecologia e tassonomia delle macrofite degli ambienti marino-costieri e lagunari dell'ecoregione mediterranea." (2015).

Burch, Patrick L., and Shepard M. Zedaker. "Removing the invasive tree *Ailanthus altissima* and restoring natural cover." *Arboriculture & Urban Forestry* 29.1 (2003): 18.

Burns, John R. "The reproductive cycle and its environmental control in the pumpkinseed, *Lepomis gibbosus* (Pisces: Centrarchidae)." *Copeia* (1976): 449-455.

Burrack, Hannah J., et al. "Using volunteer-based networks to track *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) an invasive pest of fruit crops." *Journal of Integrated Pest Management* 3.4 (2012): B1-B5.

Butler, Christopher John. *Population biology of the introduced Rose-ringed Parakeet Psittacula krameri in the UK*. Diss. University of Oxford, 2003.

Calvino-Cancela, Maria, et al. "Alien plant monitoring with ultralight airborne imaging spectroscopy." *PloS one* 9.7 (2014): e102381.

Cazzolla Gatti, Roberto. "Freshwater biodiversity: a review of local and global threats." *International Journal of Environmental Studies* 73.6 (2016): 887-904.

Chabert, Stan, et al. "Ability of European parasitoids (Hymenoptera) to control a new invasive Asiatic pest, *Drosophila suzukii*." *Biological control* 63.1 (2012): 40-47.

Cini, Alessandro, Claudio Ioriatti, and Gianfranco Anfora. "A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management." (2012): 149-160.

Clarissa, et al. "Mapping the distribution of an invasive marine alga (*Codium fragile* spp. *tomentosoides*) in optically shallow coastal waters using the compact airborne spectrographic imager (CASI)." *Canadian Journal of Remote Sensing* 32.5 (2006): 315-329.

Colket B, Church K. E. A Comparison of Traditional Counts and Distance Sampling Methods for Estimating the Abundance of Ute Ladies'-tresses (*Spiranthes diluvialis*). US Fish and Wildlife Service Chubbock Office Order No. 1448-14420-03-M323A (2015)

Colvin, Michael E., et al. "Strategies to control a Common Carp population by pulsed commercial harvest." *North American Journal of Fisheries Management* 32.6 (2012): 1251-1264.

Converse, Carmen K., and Update By Nancy Eckardt. "Element stewardship abstract for." *Robinia pseudoacacia* (1984)

Costa, Heather S., et al. "Monitoring the effects of granular insecticides for Argentine ant control in nursery settings." *J. Agric. Urban Entomol* 18.1 (2001): 13-22.

Cucco, Marco, et al. "The spreading of the invasive sacred ibis in Italy." *Scientific Reports* 11.1 (2021): 1-13.

Culurgioni, Jacopo, et al. "Distribution of the alien species *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) in Sardinian waters (western Mediterranean)." *BiolInvasions Record* 9.1 (2020).

D'Orsi, Amilcare, and Marco Seminara. "Dati preliminari di abbondanza e distribuzione di *Salmo fibreni* Zerunian & Gandolfi 1990 nel bacino di Posta Fibreno (Italia Centrale): primo utilizzo del visual census." *Studi Trentini di Scienze Naturali* 87 (2010): 105-109.

Daemane, Mahlomola E., Hugo Bezuidenhout, and Sarel S. Cilliers. "An ecological study of the plant communities in the proposed Highveld National Park, in the peri-urban area of Potchefstroom, South Africa." *Koedoe: African Protected Area Conservation and Science* 52.1 (2010): 1-8.

Dahlsten DL, Hall RW, 1999. Handbook of Biological Control: Principles and Applications [ed. by Bellows TS, Fisher TW]. San Diego, New York: Academic Press, 1046 pp.

DAISIE. European Invasive Alien Species Gateway, 2011.

De Maio, Lucio; Capone Stefano, Gramegna Cristiano, Pignalosa Ciro. "Prima classificazione delle acque marino costiere della Regione Campania D.M. 260/10 2013-2015.

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale

Del Vecchio, Silvia, Alicia Acosta, and Angela Stanisci. "The impact of *Acacia saligna* invasion on Italian coastal dune EC habitats." *Comptes Rendus Biologies* 336.7 (2013): 364-369

Delfini, Claudia. "Strategia per l'ambiente marino" - *ISPRA* (2012): 13.

development." *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 5.3 (2019): 209-223.

Díaz-Delgado, Ricardo, Javier Bustamante, and David Aragonés. "La teledetección como herramienta en la cartografía de especies invasoras: Azolla filiculoides en Doñana." (2008).

Ding, Jianqing, et al. "Assessing potential biological control of the invasive plant, tree-of-heaven, *Ailanthus altissima*." *Biocontrol Science and Technology* 16.6 (2006): 547-566.

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000

Domènech, Jordi, José Carrillo, and Juan Carlos Senar. "Population size of the Monk Parakeet (*Myiopsitta monachus*) in Catalonia." *Revista catalana d'ornitologia* (2003): 1-9

Dufour-Dror, Jean-Marc, and Tuvia Yaacoby. "Control of *Acacia saligna* with aminopyralid direct application."

E. Fanelli. ENEA. "Invasioni Biologiche nel Mediterraneo. È possibile trasformare un problema in un'opportunità?" DOI 10.12910/EAI2016-005, 2016.

European Food Safety Authority (EFSA), et al. "Pest survey card on *Aleurocanthus spiniferus* and *Aleurocanthus woglumi*." *EFSA Supporting Publications* 16.2 (2019): 1565E.

Fabris, Tommaso. Il camera-trapping come strumento per lo studio e la gestione della fauna nella parte sud-orientale del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi. BS thesis. Università Ca'Foscari Venezia, 2020.

Ferrer Merino, Francisco Javier, and M. P. Donat-Torres. "Invasive plants in the coastal vegetal communities in Valencia (Spain)." *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 39.1 (2011): 9-17.

Fogliata, Paolo, et al. "An ecological analysis of the riparian vegetation for improving the riverine ecosystem management: the case of Lombardy region (North Italy)." *Landscape and Ecological Engineering* (2021): 1-12.

Fraga, Pere, et al. "Eradication of *Carpobrotus* (L.) NE Br. in Minorca." *Invasive plants in Mediterranean Type Regions of the World* (2005): 203-208.

Furlanello, Cesare; Merler Stefano; Potrich Lorenzo. "GIS DBMS e modelli predittivi per il monitoraggio e la pianificazione ambientale" (1999).

Gagic, R., R. Mihajlovic, and M. Glavendekic. "*Acanthoscelides pallidipennis* (Coleoptera: Bruchidae), a spermatophagous insect of indigo bush (*Amorpha fruticosa* L.) and its natural enemies in Serbia." *Acta Herbológica (Serbia)* (2008).

Galil, Bella, Carlo Frogia, and Pierre Noël. *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean: Vol. 2: Crustaceans: Decapods and stomatopods*. CIESM, 2002.

Garcia-de-Lomas, Juan, et al. "First record of the North American black bullhead *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820) in the Guadalquivir Estuary (Southern Spain)." *Aquatic Invasions* 4.4 (2009): 719-723.

Gestione della popolazione di persico reale (*Perca fluviatilis*) nel Lago di Varese, Regione Lombardia, Quaderni della Ricerca n° 120 Ottobre 2010

Gherardi, Francesca, and David M. Holdich, eds. *Crayfish in Europe as alien species*. CRC Press, 1999

Gherardi, Francesca, et al. "Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways." *Biological Invasions* 10.4 (2008): 435-454.

Ghetti L., Lorenzoni M., Carosi A., Natali M. L'ittiofauna alloctona del lago Trasimeno: impatti ecologici e ricadute economiche sull'attività di pesca. Evento conclusivo del progetto LIFE U-SAVEREDS (2018).

Gibson-Reinemer, Daniel K., et al. "Widespread and enduring demographic collapse of invasive common carp (*Cyprinus carpio*) in the Upper Mississippi River System." *Biological Invasions* 19.6 (2017): 1905-1916.

Glover-Kapfer, Paul, Carolina A. Soto-Navarro, and Oliver R. Wearn. "Camera-trapping version 3.0: current constraints and future priorities for development." *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 5.3 (2019): 209-223.

Godefroid, Sandrine, Dennis Monbaliu, and Nico Koedam. "The role of soil and microclimatic variables in the distribution patterns of urban wasteland flora in Brussels, Belgium." *Landscape and Urban Planning* 80.1-2 (2007): 45-55.

Goldberg, Caren S., et al. "Environmental DNA as a new method for early detection of New Zealand mudsnails (*Potamopyrgus antipodarum*)." *Freshwater Science* 32.3 (2013): 792-800.

Gräser, Philipp, and Christian Ries. "Occurrence of invasive neophytes in managed biotopes in the former open-cast mining areas of Luxembourg." *Bull. Soc. Nat. luxemb* 122 (2020): 153.

Gravili, Cinzia, et al. "*Clytia hummelincki* (Hydroidomedusae: Leptomedusae) in the Mediterranean Sea." *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88.8 (2008): 1547-1553.

Gronwald, Markus, and James C. Russell. "Measuring rat relative abundance using camera traps and digital strike counters for Goodnature A24 self-resetting traps." *New Zealand Journal of Ecology* 45.1 (2021): 3430.

Guerreiro, A. R. "Evaluation trials for herbicides to control hottentot-fig (*Carpobrotus edulis* (L.) NE Br.)." *Proceedings II Simposio Nacional de Herbologia, Oeiras, 1976*. No. Volume III. 1977.

Haile, Mitku, Tesfay Belay, and H. G. Zimmerman. "Current and potential use of cactus in Tigray, Northern Ethiopia." *IV International Congress on Cactus Pear and Cochineal* 581. 2000.

Harris, D. W., et al. "Seasonal monitoring of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in a mixed fruit production system." *Journal of Asia-Pacific Entomology* 17.4 (2014): 857-864.

Harris, Richard Julian. "Potential impact of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in New Zealand and options for its control." (2002): 1-36.

He, Kate S., et al. "Benefits of hyperspectral remote sensing for tracking plant invasions." *Diversity and Distributions* 17.3 (2011): 381-392.

Hetzroni, Amots, Victoria Soroker, and Yuval Cohen. "Toward practical acoustic red palm weevil detection." *Computers and electronics in agriculture* 124 (2016): 100-106.

Hill, M. P. The potential for the biological control of the floating aquatic fern, *Azolla filiculoides* Lamarck (red water fern/rooivaring) in South Africa. WRC, 1997.

Hill, M. P. The potential for the biological control of the floating aquatic fern, *Azolla filiculoides* Lamarck (red water fern/rooivaring) in South Africa. WRC, 1997.

Holdich, David M., et al. "Native and alien crayfish in Europe: some conclusions." *Crayfish in Europe as Alien Species*. Routledge, 2017. 281-292

Hou, Z., et al. "Application of *Anastatus* sp. against *Halyomorpha halys*." *For Pest Dis* 28 (2009): 39-43.

Huh, Man Kyu, and Byoung Ki Choi. "Floristic characterization and biodiversity of riparian zones at the gwangyang river, korea." *European Journal of Basic and Applied Sciences Vol* 6.2 (2019).

Huntley, Jimmy C. "*Robinia pseudoacacia* L. black locust." *Silvics of North America* 2 (1990): 755-761.

Hussner, Andreas, and Rainer Lösch. "Alien aquatic plants in a thermally abnormal river and their assembly to neophyte-dominated macrophyte stands (River Erft, Northrhine-Westphalia)." *Limnologica* 35.1-2 (2005): 18-30.

Ioriatti, C. et al. "*Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe: geographic distribution, biology and economic impact three years after detection." *ICE 2012: XXIV International congress of entomology*. 2012.

ISPRA. Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici guadabili. Manuali e linee guida, ISPRA, Roma,111 (2014): 20 pp.

ISPRA. "Contributi per la tutela della biodiversità delle zone umide." (2011).

ISPRA. "Il sistema di osservazione delle specie marine aliene, l'applicazione pilota SINAnet della citizen science nell'ambito della biodiversità.", 2016

ISPRA. "Tematiche in primo piano. Annuario dei dati ambientali. Cap. 5, Mare e Ambiente Costiero". 2013

ISPRA. Nuove specie in adriatico: cosa fare, come riconoscerle. Un quaderno per la pesca artigianale e sportiva. Quaderni - Ricerca Marina n. 9/2016

ISPRA. Piano di gestione nazionale dell'ibis sacro *Threskiornis aethiopicus* (LATHAM, 1790) (2020)

ISPRA. "Procedura operativa per lo svolgimento in sicurezza delle attività subacquee di ISPRA e delle Agenzie Ambientali" (2013).

James, Katherine, and Karen Bradshaw. "Detecting plant species in the field with deep learning and drone technology." *Methods in Ecology and Evolution* 11.11 (2020): 1509-1519.

Johnston, Robyn M., and Michele M. Barson. "Remote sensing of Australian wetlands: An evaluation of Landsat TM data for inventory and classification." *Marine and Freshwater Research* 44.2 (1993): 235-252.

Katano, O., and H. Sakano. "A fishing method using live bait and its effectiveness for the eradication of largemouth bass, *Micropterus salmoides*." *Japanese Journal of Conservation Ecology* 15.2 (2010): 183-191

Katsanevakis, Stelios, et al. "Twelve years after the first report of the crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Mediterranean: current distribution and invasion rates." *Journal of Biological Research* 16 (2011): 224.

Kaufman SR; Kaufman W. *Invasive Plants: A Guide to Identification and the Impacts and Control of Common North American Species*. Mechanicsburg, USA: Stackpole Books, 458 pp. (2007);

Kišević, Mak, et al. "Spectral reflectance profile of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* and *Caulerpa taxifolia* in the Adriatic Sea." *Acta Adriatica: International journal of Marine Sciences* 52.1 (2011): 21-27

Kostermans, A. J. G. H., S. Wirjahardja, and R. J. Dekker. "The weeds: description, ecology and control." *Weeds of rice in Indonesia*. (1987): 24-565.

Kucsicsa, Gheorghe, et al. "Assessing the potential distribution of invasive alien species *Amorpha fruticosa* (Mill.) in the Mureş Floodplain Natural Park (Romania) using GIS and logistic regression." *Nature Conservation* 30 (2018): 41.

Kunii, Hidenobu, and Kouichi Minamoto. "Temporal and spatial variation in the macrophyte distribution in coastal lagoon Lake Nakaumi and its neighboring waters." *Journal of Marine Systems* 26.2 (2000): 223-231.

La Mesa G., Paglialonga A., Tunesi L. *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE e Direttiva 09/147/CE) in Italia: ambiente marino*. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 190/2019.

Landolt, E. "Biosystematic investigations in the family of duckweed (Lemnaceae), vol. 2." *Geobotanischen Inst ETH: Stiftung Rubel, Zürich, Suiza* (1986).

Larson, Nicholas R., et al. "Detection and monitoring of *Drosophila suzukii* in raspberry and cherry orchards with volatile organic compounds in the USA and Europe." *Scientific reports* 11.1 (2021): 1-11.

Lawley, E. F., and S. A. Shepherd. "Land use and vegetation of Althorpe Island, South Australia, and a floristic comparison with South Neptune Islands." *Transactions of the Royal Society of South Australia* 129 (2005): 100-110.

Leskey T, Hamilton GC. *Brown Marmorated Stink Bug Working Group Meeting held at Alson H. Smith Jr. Agricultural Research and Extension Center, Winchester, Virginia, USA, November 27, 2012*.

Llamas, JC Emmanuel G., Lilibeth A. Bucol, and Billy T. Wagey. "Standing-stock Biomass and Diversity of *Caulerpa* (Chlorophyta) in Solong-on, Siquijor Island, Philippines." *Jurnal Ilmiah Sains* 18.2 (2018): 85-96.

Lodge DM, Taylor CA, Holdich DM, Skurdal J, 2000. Reducing impacts of exotic crayfish introductions: new policies needed. *Fisheries*, 25(8):21-23

Longo, Caterina, Francesco Mastrototaro, and Giuseppe Corriero. "Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean sea." *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87.6 (2007): 1749-1755.

Lorenzoni, Massimo, et al. "Check-list dell'ittiofauna delle acque dolci italiane." *Italian Journal of Freshwater Ichthyology* 1.5 (2019): 239-254.

Lozano, Vanessa, et al. "Modelling *Acacia saligna* invasion in a large Mediterranean island using PAB factors: A tool for implementing the European legislation on invasive species." *Ecological Indicators* 116 (2020): 106516.

Mancinelli, Giorgio, et al. "On the Atlantic blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun 1896) in southern European coastal waters: Time to turn a threat into a resource?" *Fisheries Research* 194 (2017): 1-8.

Mandrioli, M. A. U. R. O. "Il DNA ambientale: un nuovo strumento molecolare per il monitoraggio della biodiversità presente e passata." (2017): 113-121.

Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016.

Manuel, J. S., and B. L. Mercado. "Biology of *Paspalum distichum*. 1. Pattern of growth and asexual reproduction." *Philippine Agriculturalist* 61 (1977): 192-198.

Marconi, Gianpiero, et al. "DNA barcoding as a tool for early warning and monitoring alien duckweeds (*Lemna* sp. pl.): the case of Central Italy." *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 153.5 (2019): 660-668.

Mare, Roma. "Biodiversità e attività sugli ecosistemi." (2011).

Marshall, George. "A review of the biology and control of selected weed species in the genus *Oxalis*: *O. stricta* L., *O. latifolia* HBK and *O. pes-caprae* L." *Crop Protection* 6.6 (1987): 355-364.

Marzialetti, Flavio, et al. "Modelling *Acacia saligna* invasion on the Adriatic coastal landscape: An integrative approach using LTER data." *Nature Conservation* 34 (2019): 127.

Mastrototaro, Francesco, Alfonso Matarrese, and Gianfranco D'Onghia. "Observations on the recruitment of *Musculista senhousia* (Mollusca, Bivalvia) in the Taranto seas (eastern-central Mediterranean Sea)." *Biogeographia-The Journal of Integrative Biogeography* 25.1 (2004)

Matarrese, A., et al. "Mapping of the benthic communities in the Taranto seas using side-scan sonar and an underwater video camera." *Chemistry and Ecology* 20.5 (2004): 377-386.

Mawhinney, W. A. "Restoring biodiversity in the Gwydir Wetlands through environmental flows." *Water Science and Technology* 48.7 (2003): 73-81.

Meloche, Colette, and Stephen D. Murphy. "Managing tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*) in parks and protected areas: a case study of Rondeau Provincial Park (Ontario, Canada)." *Environmental management* 37.6 (2006): 764-772.

Merrill, Korie C. Management and Monitoring of *Linepithema humile* (Mayr) on San Clemente Island, CA. University of California, Riverside, 2015.

Middleton, Beth A. "The water buffalo controversy in Keoladeo National Park, India." *Ecological modelling* 106.1 (1998): 93-98.

Miller, Lowell A., Jack Rhyhan, and Gary Killian. "GonaCon tm, a versatile GnRH contraceptive for a large variety of pest animal problems." (2004).

Mineta, T., et al. "Changes in weed communities in direct-seeded paddy fields under *Astragalus sinicus* L. living mulch and no-tillage cultivation during three years." *Journal of Weed Science and Technology* 42.2 (1997): 88-96.

Morgan, David, and Stephen Beatty. "Fish fauna of the Vasse River and the colonisation by feral goldfish (*Carassius auratus*)." (2004)

Moriya, S., M. Shiga, and M. Mabuchi. "Analysis of light trap records in four major species of fruit-piercing stink bugs, with special reference to body size variation in trapped adults of *Plantia stali* Scott." *Kaju Shikenjo hokoku. A Hiratsuka. (Bulletin of the Fruit Tree Research Station. Series A. Hiratsuka)* 14 (1987): 79-94.

Morris, M. J. "The contribution of the gall-forming rust fungus *Uromycladium tepperianum* (Sacc.) McAlp. to the biological control of *Acacia saligna* (Labill.) Wendl.(Fabaceae) in South Africa." (1999): 125-128.

Mumby, P. J., et al. "The cost-effectiveness of remote sensing for tropical coastal resources assessment and management." *Journal of Environmental Management* 55.3 (1999): 157-166.

Murthy, N. B. K., and S. V. Amonkar. "Effect of a natural insecticide from garlic (*Allium sativum* L.) & its synthetic form (diallyl-disulphide) on plant pathogenic fungi." *Indian journal of experimental biology* 12.2 (1974): 208-209.

Newman JR. Information sheet *Lemna* species (Duckweeds). *Centre for Ecology and Hydrology, 2* (2009)

Newson, Stuart E., et al. "Evaluating the population-level impact of an invasive species, Ring-necked Parakeet *Psittacula krameri*, on native avifauna." *Ibis* 153.3 (2011): 509-516.

Nugnes, Francesco, et al. "*Aleurocanthus spiniferus* (Hemiptera: Aleyrodidae) in some European countries: Diffusion, hosts, molecular characterization, and natural enemies." *Insects* 11.1 (2020): 42.

Okuma, M., and S. Chikura. "Ecology and control of a subspecies of *Paspalum distichum* L." Chikugosuzumenohie" growing in creeks in the paddy area on the lower reaches of Chikugo River in Kyushu. 6. Control with a method combining pulling of the weed onto the bank followed by herbicide application." *Weed Research, Japan* 30.3 (1985): 208-212.

Oplinger, Randall W., and Eric J. Wagner. "Toxicity of common aquaculture disinfectants to New Zealand mud snails and mud snail toxicants to rainbow trout eggs." *North American Journal of Aquaculture* 71.3 (2009): 229-237

Osawa, Takeshi, Hiromune Mitsuhashi, and Hideyuki Niwa. "Many alien invasive plants disperse against the direction of stream flow in riparian areas." *Ecological Complexity* 15 (2013): 26-32.

Peirce, J. R. "The biology of Australian weeds. 31. *Oxalis pes-caprae* L." *Plant Protection Quarterly* 12 (1997): 110-119.

Pfiester, Margie, Philip G. Koehler, and Roberto M. Pereira. "Ability of bed bug-detecting canines to locate live bed bugs and viable bed bug eggs." *Journal of economic entomology* 101.4 (2008): 1389-1396.

Phillips, P., R. Bekey, and G. Goodall. "Argentine ant management in cherimoyas." *California Agriculture* 41.3 (1987): 8-9.

Piano di gestione nazionale del gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*). Ministero della Transizione Ecologica, 05/2021

Piano nazionale per la gestione della testuggine palustre americana (*Trachemys scripta*) Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, 05/2020

Pirola, Augusto. "Elementi di Fitosociologia" (1970).

Pithon, J. A., and Dytham C. "Census of the British Ring-necked Parakeet *Psittacula krameri* population by simultaneous counts of roosts." *Bird Study* 46.1 (1999): 112-115

Prato, Giulia, et al. "Enhancing fish Underwater Visual Census to move forward assessment of fish assemblages: An application in three Mediterranean Marine Protected Areas." *PLoS One* 12.6 (2017)

Pritchard, G. H. "Evaluation of herbicides for the control of common prickly pear (*Opuntia stricta* var. *stricta*) in Victoria." *Plant Protection Quarterly* 8 (1993): 40-40.

Radovanović, Nataša, et al. "Floristic diversity, composition and invasibility of riparian habitats with *Amorpha fruticosa*: A case study from Belgrade (Southeast Europe)." *Urban Forestry & Urban Greening* 24 (2017): 101-108.

Rahman, M. A. "Critical period of weed competition in transplanted aman rice." *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* 27.1-2 (1992): 151-156.

Reddy, C. Sudhakar, et al. "Assessment and monitoring of spatio-temporal changes in Keoladeo Ghana National Park, Rajasthan, India using geoinformatics." *Journal of Wetlands Ecology* 4 (2010): 33-42.

Reginald C, 1973. Principal Insect Pests. In: Coconuts. Tropical Agriculture Series, London, UK: Longmans

Risely, K., et al. "The breeding bird survey 2010." BTO research report 597 (2011).

Riserva Naturale delle Torbiere del Sebino, Relazione tecnica attività Ittiofauna, 2016

Robb, Gillian N., et al. "Food for thought: supplementary feeding as a driver of ecological change in avian populations." *Frontiers in Ecology and the Environment* 6.9 (2008): 476-484.

Rolando, Carol A., Stefan F. Gous, and Michael S. Watt. "Preliminary screening of herbicide mixes for the control of five major weed species on certified *Pinus radiata* plantations in New Zealand." *New Zealand Journal of Forestry Science* (New Zealand Forest Research Institute Ltd (trading as Scion)) 41 (2011).

Ruiz-Navarro, A., et al. "Removal control of the highly invasive fish *Gambusia holbrooki* and effects on its population biology: learning by doing." *Wildlife Research* 40.1 (2013): 82-89.

Sancho, V., et al. "Manual para el Control y Erradicación de Galápagos Invasores." *Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad* 6 (2014).

Scalera, R., et al. "Le specie esotiche invasive: andamenti, impatti e possibili risposte." (2018): 1-121.

Schumann, AW, Little, KM & Eccles, N. S. "Suppression of seed germination and early seedling growth by plantation harvest residues." *South African Journal of Plant and Soil* 12.4 (1995): 170-174.

Scofield, R. Paul, Ross Cullen, and Maggie Wang. "Are predator-proof fences the answer to New Zealand's terrestrial faunal biodiversity crisis?" *New Zealand Journal of Ecology* (2011): 312-317.

Selincourt, K. de. "South Africa's other bush war." *New Scientist* 133.1808 (1992): 46-49.

Shiels, Aaron B., et al. "Biology and impacts of Pacific island invasive species. 11. *Rattus rattus*, the black rat (Rodentia: Muridae)." *Pacific Science* 68.2 (2014): 145-184.

Shorey, Harry H., et al. "Disruption of foraging by Argentine ants, *Iridomyrmex humilis* (Mayr)(Hymenoptera: Formicidae), in citrus trees through the use of semiochemicals and related chemicals." *Journal of chemical ecology* 18.11 (1992): 2131-2142.

Silverman, J., and D. Liang. "Colony disassociation following diet partitioning in a unicolonial ant." *Naturwissenschaften* 88.2 (2001): 73-77.

Sîrbu, C., and Ad Oprea. "Contribution to the study of plant communities dominated by *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, in the Eastern Romania (Moldavia)." *Cercetări Agronomice în Moldova* 44.3 (2011): 51-74.

Somodj, Imelda, et al. "Recognition of the invasive species *Robinia pseudacacia* from combined remote sensing and GIS sources." *Biological conservation* 150.1 (2012): 59-67.

Soroker, V., et al. "Early detection and monitoring of red palm weevil: approaches and challenges." *Colloque méditerranéen sur les ravageurs des palmiers, Nice, France, 16-18 Janvier 2013*. Association Française de Protection des Plantes (AFPP), 2013.

Sosa, A. J., et al. "Biological control of lippia (*Phyla canescens*): surveys for the plant and its natural enemies in Argentina." Proceedings of the XII International Symposium on Biological Control of Weeds. CABI International Wallingford, UK. La Grand Mote, France. 2008.

Spurr, E. B., et al. "Bait station preferences of ship rats." *DOC Research & Development Series* 271 (2007).

Stefano Salviati, Giuseppe Maio, Enrico Marconato "Monitoraggio della Carta Ittica della Provincia di Vicenza: zona della bassa pianura", 2011

Stein, Eric D., et al. "Is DNA barcoding actually cheaper and faster than traditional morphological methods: results from a survey of freshwater bioassessment efforts in the United States?." *PloS one* 9.4 (2014).

Steyn DJ, Scott WE, Ashton PJ, Vivier FS, 1979., 1-29

Stejn, D. J., et al. "Guide to the use of herbicides on aquatic plants." *Technical Report* (1979).

Stoch F., Genovesi. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016, (2016) 378 pp.

Suma, Pompeo, et al. "The use of sniffing dogs for the detection of *Rhynchophorus ferrugineus*." *Phytoparasitica* 42.2 (2014): 269-274.

Szigetvári, C. S. "Initial steps in the regeneration of a floodplain meadow after a decade of dominance of an invasive transformer shrub, *Amorpha fruticosa* L." *Tiscia* 33 (2002): 67-77.

Tallent-Halsell, Nita G., and Michael S. Watt. "The invasive *Buddleja davidii* (butterfly bush)." *The Botanical Review* 75.3 (2009): 292.

Tarantino, Cristina, et al. "*Ailanthus altissima* mapping from multi-temporal very high-resolution satellite images." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 147 (2019): 90-103.

Taylor, Rowland H., Gary W. Kaiser, and Mark C. Drever. "Eradication of Norway rats for recovery of seabird habitat on Langara Island, British Columbia." *Restoration Ecology* 8.2 (2000): 151-160.

Tiralongo, Francesco, Giuseppina Messina, and Bianca Maria Lombardo. "Invasive Species Control: Predation on the Alien Crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Malacostraca: Percnidae) by the Rock Goby, *Gobius paganellus* Linnaeus, 1758 (Actinopterygii: Gobiidae)." *Journal of Marine Science and Engineering* 9.4 (2021): 393.)

Tricarico, Elena, et al. "Le specie alloctone animali nelle acque interne italiane." *Studi Trentini di Scienze Naturali* 87 (2010): 111-114.

Trotta, Claudia. "Analisi della vegetazione naturale in aree vulnerabili alla desertificazione mediante telerilevamento: i casi di studio di Monte Coppolo e Bosco Pantano in Basilicata." (2008).

Trotta, Claudia. "Analisi di dati telerilevati ottici e radar per la gestione dei disastri: le alluvioni del Bangladesh" (2011).

Trowbridge, Cynthia Dubbs. An assessment of the potential spread and options for control of the introduced green macroalga *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* on Australian shores. Centre for Research on Introduced Marine Pests, 1999.

Tsunoda, Hiroshi, et al. "Change of fish fauna in ponds after eradication of invasive piscivorous largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in north-eastern Japan." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20.7 (2010): 710-716

Van Den Berg, M. A., G. Hoppner, and J. Greenland. "An economic study of the biological control of the spiny blackfly, *Aleurocanthus spiniferus* (Hemiptera: Aleyrodidae), in a citrus orchard in Swaziland." *Biocontrol Science and Technology* 10.1 (2000): 27-32.

Volta, Pietro, et al. "Protocollo di campionamento della fauna ittica nei laghi italiani." Report CNR-ISE 2 (2014).

Whisson, Desley A., Richard M. Engeman, and Kellie Collins. "Developing relative abundance techniques (RATs) for monitoring rodent populations." *Wildlife Research* 32.3 (2005): 239-244.

Winston, R. L., et al. "Biological control of weeds: A world catalogue of agents and their target weeds." *Biological control of weeds: a world catalogue of agents and their target weeds*. Ed. 5 (2014).

Yasashimoto, Tetsu, et al. "Environmental DNA detection of an invasive ant species (*Linepithema humile*) from soil samples." *Scientific reports* 11.1 (2021): 1-12.

4.1 Siti *web* consultati

Fao Fishery & Aquaculture division:

<http://gamberialieni.divulgando.eu/>

<http://pcwd.info/wp-content/uploads/2015/12/Monk-Parakeets.pdf>

<http://www.csmon-life.eu/>

<http://www.especies-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2016/10/Threskiornis-aethiopicus3.pdf>

<http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/eifac/wpfmfw/DraftGuidelinesMonitoringFishFreshwaters.pdf>

<http://www.northeastipm.org/neipm/assets/File/BMSB-Working-Group-Meeting-Report-Nov-2012.pdf>

<https://florabase.dpaw.wa.gov.au/browse/profile/25902>

<https://lifeasap.eu/index.php/it/>

<https://trasparenza.regione.puglia.it/organizzazione/articolazione-degli-uffici/sezione-osservatorio-fitosanitario>

<https://vnpa.org.au/programs/sea-slug-census/>

<https://weeds.dpi.nsw.gov.au/Weeds/Lippia>

<https://weeds.dpi.nsw.gov.au/Weeds/Lippia;>

<https://www.parcosanrosso.org/wp-content/uploads/2019/07/Il-progetto-LIFE-Natura-DuneTosca.pdf>

[https://www.regione.toscana.it/documents/10180/12352035/Punteruolo+rosso.pdf/ae953882-b83d-4c37-bd7a-187aa2e64a12#:~:text=Rhynchophorus%20ferrugineus%20\(Olivier\)%2C%20comunemente,a%20numerosa%20specie%20di%20palme.](https://www.regione.toscana.it/documents/10180/12352035/Punteruolo+rosso.pdf/ae953882-b83d-4c37-bd7a-187aa2e64a12#:~:text=Rhynchophorus%20ferrugineus%20(Olivier)%2C%20comunemente,a%20numerosa%20specie%20di%20palme.)

[Watson M, 2007. Buddleia biological control agent off to a good start. Forest Health News. http://www.ensisjv.com/NewsEventsandPublications/Newsletters/ForestHealthNews/ForestHealthNewsArchive/tabid/179/Default.aspx](http://www.ensisjv.com/NewsEventsandPublications/Newsletters/ForestHealthNews/ForestHealthNewsArchive/tabid/179/Default.aspx)

[Weeds of New Zealand, 2016. Weedbuster: online resources for Agave americana. http://www.weedbusters.org.nz/weed-information/agave-americana/59/](http://www.weedbusters.org.nz/weed-information/agave-americana/59/)

Appendice 1: schede di rilevamento esemplificative

Come integrazione al presente documento, si forniscono in allegato delle schede di rilevamento esemplificative riferite alle macrocategorie individuate nella sezione 2. Nello specifico si fornisce:

- scheda di rilevamento della vegetazione: applicabile per il metodo di Braun-Blanquet, tradizionalmente impiegato nei rilievi fitosociologici e applicabile per le piante terrestri e per le macrofite d'acqua dolce, come dettagliato nei par. 2.2.1.1 e 2.2.2.1 del presente documento
- scheda di rilevamento delle macrofite dei corsi d'acqua guadabili: applicabile per l'analisi vegetazionale delle macrofite d'acqua dolce, come dettagliato nel par. 2.2.2.2
- scheda di rilevamento macrofite marine: applicabile per l'analisi vegetazionale delle macrofite marine, come dettagliato nel par. 2.2.3.1
- scheda di rilevamento micromammiferi: applicabile per il monitoraggio delle comunità di micromammiferi mediante trappolaggio, come dettagliato nel par. 2.2.4.1
- scheda di rilevamento avifauna: applicabile per il monitoraggio delle comunità ornitiche, sia mediante censimenti all'ascolto che mediante censimenti a vista, come dettagliato nei par. 2.2.4.4. e 2.2.4.5
- scheda di rilevamento fauna: applicabile per il monitoraggio diretto e indiretto della fauna vertebrata terrestre, nonché della fauna d'acqua dolce, quando applicabile, come dettagliato nei par. 2.2.4.2 e 2.2.5.7
- scheda di rilevamento ittiofauna d'acqua dolce: applicabile per il monitoraggio delle comunità ittiche dei corpi d'acqua dolce, sia mediante elettropesca che attraverso l'utilizzo di reti, come dettagliato nei par. 2.2.5.1 e 2.2.5.2
- scheda di rilevamento fauna marina vagile: applicabile per l'analisi delle comunità biotiche di vertebrati o di invertebrati marini, come dettagliato nel par. 2.2.6.3

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLA VEGETAZIONE

Numero ril. Operatore Data

Località

Esposizione

N	NE	E	SE
S	SW	W	NW

Coordinate.....

Altitudine..... Inclinazione (°) Substrato geologico

Formazione vegetale

Serie di vegetazione

Governo e trattamento

Metodo di rilev. Superficie mq Copertura totale %

ANALISI STRUTTURALE

Strato n.	Altezza	Copertura %	Altezza media m	Note
7	> 25 m			
6	12 - 25 m			
5	5 - 12 m			
4	2 - 5 m			
3	0,5 - 2 m			
2	25 - 50 cm			
1	0 - 25 cm			

COPERTURA

5 = continua (> 75 %)

4 = interrotta (50 - 75 %)

3 = a chiazze (25 - 50 %)

2 = scarsa (5 - 25 %)

1 = sporadica (1 - 5 %)

+ = quasi nulla (< 1 %)

SCALA DI BRAUN-BLANQUET:

5 = copertura > 75 %)

4 = copertura 50 - 75 %)

3 = copertura 25 - 50 %)

2 = abbondante, ma con copertura < 25 %)

1 = ben rappresentata, ma con cop. < 5 %)

+ = presente, con copertura assai scarsa

SIMBOLI FENOLOGICI (MARCELLO)

000 = assenza del fenomeno

+00 = inizio del fenomeno

++0 = progresso del fenomeno

+++ = culmine del fenomeno

0++ = declino del fenomeno

00+ = fenomeno al termine

000 = fenomeno terminato

FORMA

W = alberi

L = liane

AL = arbusti legnosi

E = epifite

H = erbe

M = briofite e licheni

Num.	Composizione floristica	Strato	F	Clas. Cop.	Cop. %	Fenolog.	Note
1		7					
		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
2		7					
		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
3		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
4		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
5		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
6		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
7		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
8		5					
		4					
		3					
		2					
		1					

Num.	Composizione floristica	Strato	F	Clas. Cop.	Cop. %	Fenolog.	Note
9		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
10		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
11		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
12		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
13		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
14		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
15		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
16		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
17		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
18		4					
		3					
		2					
		1					

Num.	Composizione floristica	Strato	F	Clas. Cop.	Cop. %	Fenolog.	Note
19		7					
		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
20		7					
		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
21		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
22		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
23		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
24		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
25		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
26		5					
		4					
		3					
		2					
		1					

Num.	Composizione floristica	Strato	F	Clas. Cop.	Cop. %	Fenolog.	Note
27		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
		5					
28		4					
		3					
		2					
		1					
29		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
30		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
31		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
32		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
33		5					
		4					
		3					
		2					
34		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
35		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
36		4					
		3					
		2					
		1					

Num.	Composizione floristica	Strato	F	Clas. Cop.	Cop. %	Fenolog.	Note
37		7					
		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
38		7					
		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
39		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
40		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
41		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
42		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
43		6					
		5					
		4					
		3					
		2					
44		5					
		4					
		3					
		2					
		1					

Num.	Composizione floristica	Strato	F	Clas. Cop.	Cop. %	Fenolog.	Note
45		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
46		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
47		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
48		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
49		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
50		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
51		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
52		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
53		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
54		4					
		3					
		2					
		1					

SCHEMA DI RILEVAMENTO DELLE MACROFITE MARINE

Numero ril. Operatore Data

Regione Comune I.G.M.

Località

Orientazione della
costa

N	NE	E	SE
S	SW	W	NW

Morfologia della costa

Inclinazione della frangia infralitorale (°) Grado di esposizione

Grado di artificializzazione

Tipologia di substrato

Area campionata (m²) Coordinate

	Taxon	Percentuale di copertura
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE MACROFITE DEI CORSI D'ACQUA GUADABILI

Codice/Nome stazione		Data	
Località		Ora inizio	
Regione		Provincia	
Corso d'acqua		Operatori	
Coordinate		Bacino	
Idroecoregione		Tipo fluviale	
Macrotipo per le macrofite		Note:	

1. Profilo trasversale dell'alveo di piena

2. Parametri dimensionali	
lunghezza della stazione (m)	
ampiezza media alveo di magra (m)	
ampiezza media alveo bagnato al momento del rilievo (m)	
ampiezza media alveo di morbida (m)	
ampiezza media alveo di piena (m)	
profondità massima alveo bagnato al momento del rilievo (cm)	
profondità media alveo bagnato al momento del rilievo (cm)	

3. Morfologia dell'alveo	
Confinato	
Non confinato	
Semiconfinato	

4. Condizioni idrologiche	
Morbida - magra	
Magra	

5. Andamento della portata (rispetto al periodo antecedente il rilievo)	
In aumento	
Stabile	
In diminuzione	

6. Velocità della corrente (valutazione speditiva dell'estensione % delle tipologie di flusso)	
Lenta	
Media	
Elevata	
Molto elevata	

7. Turbolenza (valutazione speditiva dell'estensione % delle tipologie di flusso)	
Assente	
Limitata	
Da media a forte	
Molto forte	

8. Ombreggiamento	
Nulla	
Parziale (%)	
Totale	

9. Trasparenza dell'acqua	
Nulla	
Parziale *	
Totale	

*rispondere: leggermente opalescente, opalescente, leggermente Torbida

10. Struttura del substrato dell'alveo bagnato (% delle tipologie strutturali presenti)	
Diversificato e stabile	
Movibile a tratti	
Facilmente mobile	
Uniformemente compatto	
Compatto per artificializzazione	

11. Granulometria (% abbondanza delle classi granulometriche)	
Roccia	
Massi	
Ciottoli	
Ghiaia	
Sabbia	
Limo	
Substrato artificiale	

12. Zona sopra-acquatica (qualora presente)		
Riva sx		Riva dx
	Superficie % rispetto all'alveo di morbida emerso	
	Estensione % lineare (rispetto alla lunghezza della stazione)	
	Ampiezza massima trasversale (cm)	
	Ampiezza media trasversale (cm)	
	Copertura vegetale %	

Riva sx	Tipologie di copertura vegetale in zona sopra-acquatica	Riva dx
	Specie dominanti	

13. Altre formazioni vegetali presenti nel corridoio fluviale		
Riva sx	Formazioni di greto (altre cenosi nell'alveo di morbida emerso) considerare le formazioni di greto presenti in alveo di morbida oltre alle cenosi in zona sopra-acquatica	Riva dx
	Copertura % delle formazioni di greto nelle porzioni di alveo di morbida non sopra-acquatiche	

Riva sx		Riva dx
	Specie dominanti **	
	Copertura % di specie esotiche	
	Specie esotiche presenti	

Riva sx	Formazioni esterne all'alveo di morbida <small>considerare l'estensione % delle tipologie di copertura vegetale rispetto allo sviluppo areale della porzione di corridoio fluviale posta al di fuori del limite esterno dell'alveo di morbida; considerare 10-100 m di ampiezza in funzione delle dimensioni del corso d'acqua</small>	Riva dx
	Formazioni riparie legnose	
	Formazioni riparie erbacee (a elofite e/o idrofite di zone umide periferuviali)	
	Copertura vegetale rada o assente per ragioni naturali	
	Formazioni e popolamenti non ripari	
	Copertura erbacea (anche non igrofila) in stazioni di alta quota (praterie primarie)	
	Copertura vegetale di origine antropica (anche coltivi)	
	Assenza di copertura vegetale per cause antropiche e rive artificiali	
	Indicare ampiezza media considerata (m)	

Riva sx		Riva dx
	Formazioni dominanti **	
	Specie dominanti **	
	Copertura % di specie esotiche	
	Specie esotiche presenti	

** elencare le formazioni e/o le specie dominanti dalle aree prossimali a quelle distali il corso d'acqua

14. Parametri fisico-chimici	
Conducibilità (S/cm)	
Temperatura (°C)	
Ossigeno disciolto (mg/L)	
Ossigeno disciolto (% sat)	
pH	

15. Fenomeni erosivi		
Riva sx	(1) Assenti o molto limitati; (2) localizzati; (3) diffusi; (4) molto evidenti	Riva dx

16. Integrità idromorfologica		
Presenza di dighe a monte		Si/no e distanza approssimativa
Presenza di dighe a valle		Si/no e distanza approssimativa
Presenza di <i>hydropeaking</i>		Si/no
Integrità della sezione trasversale		(1) Totale; (2) lieve artificializzazione; (3) compromessa; (4) solo residuale
Integrità della sezione longitudinale (in pianta)		(1) Totale; (2) lieve artificializzazione; (3) compromessa; (4) solo residuale

17. Opere di artificializzazione nella stazione e nel suo intorno	
Riva dx	
Riva sx	
Alveo	

18. Uso del suolo nel territorio circostante il corridoio fluviale (estensione % in una fascia di ampiezza di 500 m; per fiumi grandi e molto grandi: 1 km)		
Riva sx		Riva dx
	Aree naturali	
	Aree seminaturali	
	Agricoltura estensiva	

	Agricoltura intensiva	
	Aree urbanizzate, industriali, strade e infrastrutture	

19. Attività recenti di disturbo antropico nel corridoio fluviale

(valutare estensione ed intensità: 1 lieve, 2 medio, 3 elevato)

(considerare sino a 100 m di ampiezza, in funzione delle dimensioni del corso d'acqua)

Riva sx		Riva dx
	Manutenzione della vegetazione acquatica	
	Calpestio umano e/o animale	
	Sfalcio	
	Diserbo	
	Presenza di terreno di riporto/rimaneggiamento	
	Presenza di rifiuti	
	Incendio	

20. Periphyton

Diffusione		Consistenza	
Assente		Visibile (solo bidimensionale)	
Localizzato		Lieve (già tridimensionale)	
Diffuso		Spesso	
Molto diffuso		Molto spesso	

Bordure subverticali a dominanza di briofite su substrati intrisi duri e/o terrosi (qualora presenti) - Facoltativo

Riva sx		Riva dx
	Estensione % lineare della comunità (rispetto alla lunghezza della stazione)	
	Ampiezza massima trasversale della comunità (cm)	
	Ampiezza media trasversale della comunità (cm)	

Riva sx	Composizione % della comunità	Riva dx
	Muschi acrocarpi	
	Muschi pleurocarpi	
	Epatiche tallose	
	Epatiche fogliose	
	Altro	

Note:

--

21. Dati stazionali della comunità (% di copertura rispetto all'estensione dell'alveo bagnato al momento del rilievo)

Copertura della comunità macrofitica	
Copertura cumulativa della comunità macrofitica	
Copertura algale	

Taxon	Copertura rilevata (%) ***
Licheni	
Alghe	
Epatiche	
Pteridofite	



90 m
80 m
70 m
60 m
50 m
40 m
30 m
20 m
10 m
0 m

SCHEDA DI RILEVAMENTO MICROMAMMIFERI

N. rilievo		Rilevatore		Osservatori	
Regione		Provincia		Comune	
Località			Coordinate GPS		
Data			Ora		

Tipo di ambiente (Corine Land Cover)						
Altitudine (m s.l.m.)			Inclinazione (°)		Metodo di rilievo	
Cielo				Vento		
Sereno	Nuvole 1/4	Nuvole 1/2	Nuvole 3/4	Assente	Debole - muove le foglie	Moderato - agita foglie e ramoscelli
Coperto	Pioggia debole	Pioggia forte	Nebbia	Forte - agita grossi rami		Molto forte - muove alberi

Specie	Trappola	Cattura/Ricattura	Marcatura	Sesso	Peso	Note
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELL'AVIFAUNA

Parcella		Rilevatore		Osservatori	
Regione		Provincia		Comune	
Località			Coordinate GPS		
Data			Ora		

Hai visitato la stazione in anni precedenti?			Sì	No	Il punto d'ascolto è nella stessa posizione esatta?			Sì	No
Esposizione	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	360°
Altitudine (m s.l.m.)			Inclinazione (°)				Metodo di rilievo		
Cielo					Vento				
Sereno	Nuvole 1/4	Nuvole 1/2	Nuvole 3/4	Assente		Debole - muove le foglie		Moderato - agita foglie e ramoscelli	
Coperto	Pioggia debole	Pioggia forte	Nebbia	Forte - agita grossi rami			Molto forte - muove alberi		

	Specie	Entro 100m	Oltre 100m
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

CODICI: C: maschio in canto; M: maschio non in canto; F: femmina; j: giovane; V: volo alto di trasferimento; R: attività riproduttiva (nido, imbeccata, ecc.)

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLA FAUNA

Numero ril. Operatori Data

Regione Comune I.G.M.....

Località Ora

Meteo

Sereno	Nuvole 1/4	Nuvole 1/2	Nuvole 3/4	Coperto
Pioggia debole	Pioggia forte	Nebbia	Vento debole	Vento forte

Tipologia ambientale (CORINE *LandCover*)

Governo e trattamento della vegetazione

Metodo di rilevamento Coordinate transetto (percorso GPS).....

ANALISI MACROFAUNISTICA

n.	Taxon	N° individui conteggiati	Tracce	Note
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

SCHEDA DI RILEVAMENTO ITTIOFAUNA D'ACQUA DOLCE

FIUME				SITO (anche Comune e Provincia)				DATA	
STAZIONE (nome e codice)				COORDINATE STAZIONE (al punto d'inizio)				METEO	
								T (aria)	
CAPOSQUADRA (nome, cognome e tel.)				COMPOSIZIONE SQUADRA (N. operatori)					
				ELETTRO.	GUADIN.	SECCHI	SUPPORT.	Nuvolosità	
MARCA-MODELLO ELETTROSTORDITORE				Largh. Alveo Attivo		Largh. Alveo Bagnato		Pioggia	
				Lungh. Tratto Quant.		Lungh. Tratto Qualit.		Vento	
AN. (forma e Ø)		CAT. (tipo, lung. e Ø)							
				O ₂	pH	T (acqua)	Conducib.	fondo vis.	
IMPOSTAZIONI ELETTROST. (tratto quant.)				Passata	Ora inizio	Ora fine	N. presi	NOTE	
V		Kw peak	Freq. (Hz)	1					
				2					
				Nuove SP.					
MESOHABITAT							Barre/ Isole	NOTE	
Pozze	Laminare	Correntini	Raschi	Rapide	Saltelli	Cascata			
PROFONDITÀ					OMBR.	SCHIUME IDROCARB.	MEZZI IN ALVEO		
≤20	21-40	41-60	61-80	>80			RECENTE	PASSATA	
SUBSTRATO									
ROCCIA	MGL>40cm	MAC _{20-40cm}	MES _{6-20cm}	MIC _{2-6cm}	GHI _{0,2-2cm}	SAB _{6μ-2mm}	ARG<6μ	ARTIFICIALE	M.emerg
TIPI DI FLUSSO									
Cascata	Scivolo	O. rotte	O. intatte	Fl. caotico	Increspato	Risal. bolle	Laminare	Ferma	Asciutto
VEGETAZIONE					MATERIALE ORGANICO			Deposito fine	
Alg. filam.	Alg. feltro	Macr.som	Macr.emer	Rad. vive	Xylal	CPOM	FPOM		

FIUME				STAZIONE (NOME E CODICE)				DATA	N. SCHEDA
NOTE (rapporto subcampionamento, specie interessate, alto):									
ID	SP./SEG./PASS.	L	P	ID	SP./SEG./PASS.	L	P	ID/NOTE	
1				25					
2				26					
3				27					
4				28					
5				29					
6				30					
7				31					
8				32					
9				33					
10				34					
11				35					
12				36					
13				37					
14				38					
15				39					
16				40					
17				41					
18				42					
19				43					
20				44					
21				45					
22				46					
23				47					
24				48					
25				50					

SCHEDA DI RILEVAMENTO FAUNA MARINA VAGILE

REGIONE	COMUNE	SITO				DATA	ORA
TRAPPOLA (nome e codice)		COORDINATE TRAPPOLA (al punto d'inizio)				METEO	
						T (aria)	
OPERATORE/I (nome, cognome)							
Nuvolosità							
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	O ₂	pH	T (acqua)	Salinità	Conducib.	Pioggia	
							Vento
INDIVIDUI CATTURATI							
ID	Specie	Peso	Dimensioni	Sesso	Note		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							

www.interregbest.eu
info@interregbest.eu

28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					