



**APAT**

Agenzia per la Protezione  
dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

# **Introduzione al progetto della rete di monitoraggio per la biodiversità e gli effetti dei cambiamenti climatici sull'ambiente naturale**

### **Informazioni legali**

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

**APAT** - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici  
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma  
[www.apat.it](http://www.apat.it)

© APAT, Rapporti 24/2002

ISBN 88-448-0072-1

Riproduzione autorizzata citando la fonte

### **Elaborazione grafica**

APAT

*Grafica di copertina:* Franco Iozzoli, APAT

*Foto di copertina:* Paolo Orlandi, APAT

### **Coordinamento tipografico**

APAT

### **Impaginazione e stampa**

I.G.E.R. srl - Viale C. T. Odescalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare novembre 2002

## AUTORI

Il documento è stato realizzato nell'ambito delle attività svolte, per conto dell'ANPA, dal Centro Tematico Nazionale sulla Conservazione della Natura (CTN\_CON).

Il documento è stato redatto da:

Luigi Boitani, Dipartimento Biologia Animale, Università di Roma "La Sapienza"

Vincenzo Cuomo, Istituto di metodologie avanzate e analisi ambientale, CNR, Tito Scalo (Potenza)

Roberto Gambino, Dipartimento Interateneo Territorio, Politecnico di Torino, CED PPN

Sergio Malcevschi, Dipartimento di Biologia Animale, Università di Pavia

Andrea Mammoliti Mochet, CTN\_CON - ARPA Valle d'Aosta

Attilia Peano, Dipartimento Interateneo Territorio, Politecnico Torino, CED PPN

Sandro Pignatti, Forum Plinianum, Roma

Chantal Trèves, Responsabile del CTN\_CON, ARPA Valle d'Aosta

Revisione tecnica:

Matteo Guccione, Responsabile ANPA del CTN\_CON

Claudio Piccini, APAT





*Dal 6 ottobre 2002 l'Agencia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) e i Servizi Tecnici della Presidenza del Consiglio – Servizi Geologico, Idrografico e Mareografico nazionali – sono confluiti nell'**Agencia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT)**.*

***APAT** proseguirà nello svolgimento, sotto l'indirizzo e la vigilanza del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di tutte le funzioni tecnico-scientifiche affidatele concernenti il monitoraggio e il controllo nei settori di protezione dell'ambiente la difesa del suolo e delle acque, la prevenzione del rischio tecnologico e la conservazione della natura.*

*Nei settori di propria competenza, **APAT** continuerà a rappresentare quindi un punto di riferimento per attività di collaborazione, consulenza, assistenza, servizio e supporto alle altre pubbliche Amministrazioni, definite con apposite convenzioni.*

*Nel quadro di un ormai consolidato network ambientale, sarà sempre cura dell'Agencia porre in essere tutti gli adempimenti necessari all'integrazione del Sistema informativo nell'ottica della rete SINAnet, nel quale possano confluire sia il Sistema Cartografico Nazionale, che i Sistemi Informativi Regionali Ambientali (SIRA).*

*Gli obiettivi, le priorità e le risorse di **APAT** saranno definite da un programma triennale di attività, aggiornato annualmente, in attuazione delle direttive impartite dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.*

*Gli organi dell'Agencia sono costituiti dal Direttore Generale (coadiuvato da un Comitato con funzioni consultive) e dal Collegio dei Revisori, e la sua struttura è articolata in Dipartimenti e Servizi interdipartimentali. Una novità è rappresentata dall'istituzione presso **APAT** di un Consiglio Federale, presieduto dal Direttore Generale e formato dai legali rappresentanti delle Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA e APPA), con la partecipazione di un rappresentante della Conferenza Stato Regioni.*

*La correttezza dei dati e dei rilevamenti tecnici forniti dagli esperti dell'Agencia, caratteristiche che distinguevano le pubblicazioni istituzionali realizzate in precedenza dall'ANPA, pur cambiando veste e denominazione, si perfezionano e si aggiornano con **APAT**, in un percorso contrassegnato dall'autorevolezza e dalla trasparenza dell'informazione in campo ambientale.*

Il Direttore Generale  
Giorgio Cesari



## Presentazione

Il quadro dei dati ambientali necessari per applicare il set di indicatori che l'ANPA, attraverso il Centro Tematico Nazionale sulla Conservazione della Natura (CTN\_CON), ha individuato relativamente alle tematiche di pertinenza risulta attualmente incompleto e insufficiente per definire uno scenario aggiornato ed esauriente dei fattori più complessi che caratterizzano la biodiversità e il paesaggio. Questo obiettivo, fondamentale strumento di gestione ambientale, può essere raggiunto soltanto attraverso un programma o meglio una rete di monitoraggio finalizzata ad attivare un flusso continuo di dati selezionati e qualificati. Di tale rete è essenziale stabilire struttura, finalità e procedimenti operativi in grado di garantire una ripetibilità del monitoraggio e una selezione adeguata di oggetti da monitorare rappresentativi dell'andamento dell'intero sistema.

La costruzione di una rete di monitoraggio della biodiversità è un tema di grande attualità, dibattuto nei contesti di conservazione della natura europei e internazionali, derivante da un'esigenza emersa nell'ultimo decennio di gestione ambientale, in cui vari soggetti hanno dovuto affrontare le stesse problematiche legate alla qualità e alle caratteristiche delle informazioni quantitative relative alla biodiversità.

Questa nuova tipologia di monitoraggio dei sistemi ecologici non rappresenta una semplice integrazione alle banche dati già esistenti, ma ha come oggetto diretto la consistenza dello stock biologico, le popolazioni, la diversità degli ecosistemi e la dinamica dei parametri ecologici che la regolano, nonché la variabilità dei paesaggi che caratterizzano il territorio.

A fronte di un'effettiva carenza di informazioni, così come avviene anche in altri paesi (Svizzera, Olanda, Scandinavia) il CTN\_CON ha costituito un Gruppo di progetto della Rete di monitoraggio della biodiversità e dei cambiamenti climatici in Italia. Il Gruppo, costituito da esponenti del mondo accademico esperti nei temi di conservazione della natura, ha avuto il compito di definire un quadro preliminare relativo a:

- gli obiettivi e l'utenza della rete di monitoraggio della biodiversità;
- la struttura della rete, i soggetti attuatori e il ruolo operativo del sistema agenziale;
- gli oggetti da monitorare e i relativi metodi di indagine;
- il campione significativo a livello nazionale.

In questa prima fase, il Gruppo di progetto ha focalizzato la propria attenzione sull'architettura generale della rete e sulla componente biodiversità per la quale sono stati attivati alcuni casi studio, gestiti anche dalle ARPA della compagine del CTN\_CON, per individuare le principali problematiche operative e gestionali legate all'attuazione della rete di monitoraggio della biodiversità. Infatti, è importante che al più presto siano definite capacità e potenzialità di intervento, sia in termini di conoscenze scientifiche di base sia in termini organizzativi, delle ARPA e delle APPA che dovrebbero essere i soggetti attuatori della rete. Alcune schede sintetiche dei casi studio sono presenti in allegato.

Anche per quanto riguarda gli effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e seminaturali è stato attivato uno specifico caso studio che affronta la tematica da un punto di vista esplicitamente applicativo, occupandosi in particolare di monitoraggio dei corpi glaciali e delle variazioni di areali di taxa vegetali in ambiente montano. Infine, in questa fase preliminare del progetto, la matrice marina è stata presa in considerazione solo marginalmente, demandando anche per essa a casi studio una prima rassegna delle problematiche in atto.

Questo progetto di rete, a tutti gli effetti preliminare, è strutturato per potersi relazionare in un futuro prossimo con le altre iniziative di monitoraggio della biodiversità in Italia e in Europa e con la volontà di definizione di un programma europeo di monitoraggio, espresso ormai a vari livelli, sia dall'Agenzia Europea per l'Ambiente sia dal consesso scientifico.

In linea con i compiti istituzionali dell'APAT il progetto si propone di definire un network informativo delle variazioni della biodiversità a fini gestionali e non vuole costituire una rete di monitoraggio di tipo esclusivamente scientifico. In questo contesto, la componente di ricerca

scientifico assume il ruolo esplicito di supporto tecnico - informativo al conseguimento di obiettivi conoscitivi del programma di monitoraggio, con il compito di sviluppare teorie e metodi di indagine compatibili con costi, tempi e capacità della gestione ambientale.

Il presente manuale illustra i primi risultati dell'attività del Gruppo di progetto e si propone di offrirli all'attenzione di chi, sia all'interno del sistema di Agenzie per la protezione dell'ambiente sia all'esterno di esse, operi al fine di una migliore conoscenza, gestione e tutela del patrimonio naturale.

**Dr. Roberto Caracciolo**

## Indice

<b>1.</b>	<b>FINALITÀ E OBIETTIVI</b>	<b>1</b>
1.1	sinergie tra reti	3
<b>2.</b>	<b>QUADRO METODOLOGICO GENERALE</b>	<b>5</b>
2.1	biodiversità e territorio	5
2.2	il ruolo del monitoraggio in rapporto allo spazio e al tempo	7
2.3	oggetti del monitoraggio	9
2.4	soggetti attuatori	10
<b>3.</b>	<b>METODI DI RILEVAMENTO</b>	<b>13</b>
3.1	la scelta dei taxa e dei tipi di habitat	13
3.2	livelli di indagine	14
3.3	definizione del campione significativo	15
3.4	raccolta dei dati in funzione dell'oggetto monitorato	16
3.5	monitoraggio della biodiversità e telerilevamento	19
<b>4.</b>	<b>L'ARTICOLAZIONE SPAZIALE DELLA RETE</b>	<b>21</b>
4.1	biodiversità, ecoregioni, grandi differenziazioni territoriali	21
4.2	principali criticità ambientali - territoriali	23
4.3	siti e oggetti da monitorare	26
<b>5.</b>	<b>I CASI STUDIO DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ</b>	<b>29</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE</b>	<b>31</b>
	<b>ALLEGATI</b>	<b>33</b>



## 1. Finalità e obiettivi

La diversità del componente biologico e la sua distribuzione sul territorio tendono continuamente a variare, per effetto dei naturali processi evolutivi, per gli effetti dei cambiamenti climatici a lungo ed a breve termine e per le conseguenze dell'azione umana. Di questi cambiamenti ci si può rendere conto quando vengono paragonati con la situazione presente i dati raccolti in epoche passate, ad es. gli antichi cataloghi floristici o faunistici oppure i primi documenti fotografici. Questo tipo d'indagine ha tuttavia possibilità molto limitate, in quanto dipende dalla esistenza, del tutto casuale, di dati pregressi che possano permettere una comparazione. Oggi invece si è ormai acquisita la consapevolezza che la biodiversità rappresenta un bene che va conservato e se possibile accresciuto.

Per questo si ritiene necessario seguire nel tempo le variazioni della biodiversità, e questo rende necessario immaginare un adeguato metodo di monitoraggio. E' chiaro che esso potrà fornire risultati soltanto in una prospettiva a lungo termine, tuttavia è essenziale che già ora ci si ponga il problema e vengano stabiliti i necessari procedimenti operativi. Questi vanno precisati tenendo conto di due esigenze essenziali: la ripetibilità nel tempo e la selezione di indicatori adeguati.

Ripetibilità significa che l'interesse delle misure non sta tanto in quello che può venire osservato oggi, ma nella possibilità di fornire il "punto zero" per una osservazione da proseguire nel tempo.

Allo stesso modo, la selezione di un set significativo di indicatori risulta essere una condizione essenziale del progetto di rete, in quanto un monitoraggio generalizzato di tutti gli aspetti del mondo vivente è di fatto al di fuori delle possibilità realistiche: risulta dunque necessario limitare il monitoraggio a singole specie o gruppi di specie o ecosistemi o altri elementi del sistema ambientale, che forniscano informazioni sul più generale andamento di tutto l'insieme.

Siamo di fronte ad un complesso di esigenze, che vanno dalla definizione degli oggetti da monitorare e dei metodi relativi (anche tenendo conto delle esperienze di altri paesi europei), alle relazioni con la comunità scientifica, alla disponibilità del supporto operativo, individuazione e disponibilità dei siti, trattamento dei dati.

A fronte delle molteplici e complesse esigenze che il progetto di rete dovrebbe affrontare e che solo in parte potranno essere soddisfatte, è indispensabile chiarire le finalità da perseguire. Esse sono anzitutto determinate dagli impegni che il nostro paese ha assunto nei confronti della comunità internazionale (in particolare Ramsar 1971, Bonn 1979, Berna 1979, Rio 1992, Cartagena 1999) e della comunità europea (in particolare la Direttiva Habitat, 1992, il progetto di Rete Natura 2000, la Strategia comunitaria per la diversità biologica, 1998). Non si può evitare di notare che nell'insieme delle intese, delle convenzioni e delle direttive che il nostro paese è chiamato a rispettare, la tutela della biodiversità, lungi dal configurarsi come fine a se stessa, viene a far parte di un complesso assai articolato di azioni, da sviluppare in forma cooperativa ("nobody stands alone"), volte a frenare i processi di degrado ambientale ed a migliorare le speranze di vita sull'intero pianeta.

Con più specifico riferimento alla realtà nazionale, valgono le indicazioni delle Linee strategiche per l'attuazione della Convenzione di Rio e per la redazione del Piano Nazionale della Biodiversità, 1994, che inquadrano il monitoraggio della biodiversità in un ampio ventaglio di attività assai diversificate, comprendenti la conoscenza del patrimonio di biodiversità, l'educazione e la sensibilizzazione, gli interventi per la conservazione in situ (con riguardo alle aree protette), la promozione di attività sostenibili, gli interventi per la conservazione ex situ, la regolamentazione e il controllo delle biotecnologie, la cooperazione internazionale in materia. Ma il ventaglio è destinato ad allargarsi se – come suggerisce la proposta del Ministero dell'ambiente, 1999, per la Rete ecologica nazionale – la tutela della biodiversità viene concepita in funzione di una strategia organica per la conservazione della natura e per la costruzione di una vera e propria "infrastrutturazione ecologica" dell'intero territorio nazio-

nale. Una strategia che tenda ad assicurare su tutto il territorio nazionale le condizioni per uno sviluppo dei processi economici, sociali ed insediativi "ambientalmente sano", tale da salvaguardare e recuperare la biodiversità riducendo o contenendo i processi di degrado ed impoverimento, da favorire la produzione ed il mantenimento della naturalità diffusa e della qualità del territorio, e da consentire nel contempo la miglior fruibilità sociale delle risorse e degli spazi naturali. Una strategia, dunque, destinata a coinvolgere, oltre alle politiche di conservazione della natura, le politiche agricole e rurali, quelle di difesa del suolo e di gestione delle acque, quelle urbane e infrastrutturali.

In questa prospettiva, la biforcazione classica tra le finalità puramente scientifiche-conoscitive e quelle politiche-gestionali del monitoraggio della biodiversità, sembra destinata a sfumare. Da un lato infatti, le esigenze pratiche che tale monitoraggio deve "concorrere" a soddisfare non possono certamente essere ignorate da un progetto di rete che si proponga di "accertare lo stato dei sistemi ambientali e di trarne inferenze circa i cambiamenti di stato nel tempo" (Yoccoz et al., 2001), dal momento che tali cambiamenti sono inevitabilmente influenzati da, e a loro volta influenzano, le politiche gestionali. Ma, dall'altro lato, non si può in alcun modo sottovalutare l'esigenza di una conoscenza "scientifica" e disinteressata dei cambiamenti che interessano la biodiversità, anche per preservare il necessario "distacco critico" tra la conoscenza e l'azione, evitando di rinchiudere la prima in un ruolo ancillare nei confronti della seconda.

In ogni caso, sembra evidente che il progetto non possa proporsi obiettivi puramente conoscitivi, in nome di una illusoria neutralità e oggettività scientifica. La scelta degli oggetti del monitoraggio, dei criteri e degli indicatori derivati risponde necessariamente a esigenze e intenzioni che non riguardano soltanto la biodiversità ma l'insieme delle politiche ambientali e dei "disegni territoriali". In concreto, si tratta di valutare in che modo il monitoraggio della biodiversità possa concorrere a fronteggiare con speranza di successo le principali criticità che influiscono sulla qualità ambientale del territorio nazionale globalmente inteso e non soltanto degli spazi naturali o delle aree protette. Naturalmente, all'interno del concetto di qualità ambientale è necessario tener conto da un lato della complessità dei fattori (fisici e biologici, ma anche economico-sociali, culturali e semiologici) che concorrono a determinarla, e dall'altro delle interconnessioni che il territorio nazionale presenta nei confronti del territorio euromediterraneo ad esempio in termini di reti ecologiche, di protezione delle specie minacciate, di salvaguardia paesistica, ecc.

In linea generale, il controllo continuo della biodiversità permetterebbe di raggiungere i seguenti obiettivi gestionali:

- migliorare lo stato delle conoscenze nell'ambito della biodiversità;
- valutare il risultato delle politiche gestionali del patrimonio naturale tramite l'applicazione degli indicatori;
- stabilire correlazioni precise tra fattori di pressione e indicatori ambientali;
- effettuare un'individuazione ponderata di contesti critici e quantificare le criticità;
- fornire le basi tangibili per modellizzare l'evoluzione del territorio;
- fornire un supporto tecnico – scientifico a dinamiche decisionali e alla pianificazione ambientale su scala nazionale;
- quantificare economicamente il risultato atteso o conseguito di specifiche misure di gestione ambientale;
- adeguare l'Italia agli standard informativi relativi alla biodiversità dell'Unione Europea.

- studiare le variazioni temporali di insiemi di specie giudicati significativi ai fini della biodiversità, non necessariamente in connessione ad obiettivi applicativi. In questo caso, il quadro di riferimento ideale è il raggiungimento di una conoscenza in sé (quale sia la natura della biodiversità in Italia), sempre in un'ottica dinamica;
- rendere conto di processi critici riconosciuti o potenziali per la biodiversità, quali le minacce a specie critiche (rarefazione, pericoli di estinzione, perdita di valori naturalistici potenziali ancora non sufficientemente studiati, artificializzazione e banalizzazione del territorio ecc.);
- utilizzare la diversità biologica come indicatore di processi problematici che investono più in generale l'ambiente (inteso come ecosistema, paesaggio, territorio) per i quali la biodiversità può funzionare come indicatore.

Pare importante prevedere finalità legate alla migliore conoscenza - e quindi al miglior governo - di processi critici. Non tutti i processi hanno la stessa importanza ai fini del lavoro specifico: alcuni di essi (ad esempio gli inquinamenti) sono già monitorati, almeno in parte, con altri strumenti di governo. Nello stesso tempo, anche la finalità dello studio in se stesso della biodiversità ha un suo valore intrinseco e, quindi, deve essere considerata in un quadro complessivo.

## 1.1 Sinergie tra reti

Il programma di realizzazione del SINA (Sistema informativo nazionale ambientale) ha l'obiettivo di consentire la razionalizzazione e il coordinamento delle iniziative di monitoraggio e gestione delle informazioni ambientali da parte dei soggetti istituzionalmente competenti (amministrazioni statali e regionali e enti locali). Questo programma ha il compito impegnativo di progettare un sistema sinergico in cui le reti esistenti si integrano e aumentano il patrimonio conoscitivo complessivo.

In Italia esistono attualmente diverse reti che apparentemente non raccolgono dati direttamente utilizzabili da una rete di monitoraggio della biodiversità ma che potenzialmente, anche tramite una variazione non considerevole del numero di oggetti osservati o delle modalità di raccolta di informazioni, possono contribuire in maniera consistente alla base conoscitiva inerente lo stato della biodiversità.

Le reti individuate nel contesto italiano e analizzate nell'ambito di un recente lavoro del CTN\_CON<sup>1</sup>, sono le seguenti:

- la rete dei giardini fenologici italiani;
- la rete italiana di monitoraggio degli allergeni;
- la banca dati del Centro di Inanellamento Italiano;
- la banca dati degli Ungulati;
- la banca dati sul controllo numerico dell'ornitofauna;
- la rete nazionale integrata per il controllo degli ecosistemi forestali (CON.ECO.FOR.);
- la rete di monitoraggio dell'Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare Si.Di.Mar.
- Sistema Difesa Mare;
- i programmi di ricerca e monitoraggio GRUND e MEDITS;

<sup>1</sup> Attribuzione di livelli di potenzialità e di criticità delle reti di monitoraggio individuate, CONT-RAP-00-18.

- il progetto "AFRODITE" e altre attività correlate dell'ICRAM; - la rete di monitoraggio dei corpi glaciali del Comitato Glaciologico Italiano;
- la rete MITO 2000 (Monitoraggio Italiano Ornitologico) di rilevamento di presenza dell'ornitofauna;
- la rete di monitoraggio della qualità delle acque superficiali (di competenza del CTN\_AIM, ma di possibile interesse per il monitoraggio della biodiversità).

Nell'elenco suddetto sono state considerate alcune banche dati che, pur non essendo propriamente definite come "reti di monitoraggio", sono comunque basate sul rilevamento regolare e periodico di informazioni direttamente sul territorio.

## 2. Quadro metodologico generale

Prima di affrontare un tema complesso e articolato come la biodiversità risulta importante operare una definizione del campo di indagine ovvero precisare a quale tipo di biodiversità si intende fare riferimento.

Il concetto di biodiversità può essere articolato in un triplice modello, attualmente condiviso dalla comunità scientifica:

- biodiversità genetica;
- biodiversità specifica suddivisa ulteriormente in:
  - "**Alfa**" biodiversità, cioè la diversità a livello di specie all'interno di un habitat a partire da una lista notata;
  - "**Beta**" biodiversità, cioè la diversità a livello di specie in un mosaico di habitat;
  - "**Gamma**" biodiversità, cioè la diversità a livello di specie rare/minacciate presenti in una data regione biogeografica o su scala nazionale valutato sulla base di liste rosse internazionali e sulla variazione della consistenza degli effettivi di ogni specie;
- biodiversità di habitat o di paesaggio.

Di fatto  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  biodiversità, se considerate solamente in termini di *numero di specie presenti*, sono un paradigma con cui leggere la diversità ambientale che può rivelarsi poco utile dal punto di vista sostanziale. Ad esempio, come sarà approfondito in seguito, soprattutto per i vertebrati, è molto più significativo il dato di variazione della densità sul territorio rispetto alla presenza – assenza di una specie.

All'interno del progetto di rete, al concetto di monitoraggio della biodiversità si affianca la valutazione della diversità di habitat e di paesaggio: questo elemento differenzia il progetto dagli altri programmi europei attualmente considerati. La **diversità paesistica** è qui valutata in termini di variazione temporale delle tipologie di uso del suolo affini (secondo le categorie CORINE) rilevate in periodi successivi in una data unità geografica di riferimento.

Il paesaggio è dunque considerato una struttura fondamentale per il mantenimento della stabilità ecologica. Estendere il monitoraggio al paesaggio costituisce operazione fondamentale per cui il esso assume il ruolo di "contesto" dei siti selezionati per il rilevamento dello stato e delle dinamiche di specie ed habitat naturali, e la sua osservazione contribuisce a valutare le ragioni e a sviluppare e correggere le politiche di gestione dell'ambiente e del territorio.

### 2.1 Biodiversità e territorio

In linea di principio il rapporto tra biodiversità e territorio è certamente cruciale, se si vuol procedere a quella "territorializzazione" delle politiche ambientali che fu raccomandata a Rio nel 1992 e che ha crescentemente caratterizzato gli orientamenti di conservazione della natura a livello europeo. Strategie efficaci di difesa della biodiversità non possono dispiegarsi senza calarsi nelle specifiche realtà territoriali, alle diverse scale. E ancor più, se si dubita che la biodiversità sia "un valore in sé", l'individuazione del suo ruolo nella definizione della "qualità totale" dell'ambiente e persino la sua più precisa definizione non possono operarsi che in rapporto alle problematiche complessive del territorio. Ma come si può affrontare tale rapporto nell'ambito del progetto in questione?

Se si vogliono evitare risposte banali, è bene tentar di precisare la domanda chiedendosi quale, in concreto, potrebbe essere il contributo specifico della dimensione "territorialista" al progetto stesso, il valore aggiunto che l'adozione del punto di vista territorialista può recare all'elaborazione del progetto. Si possono formulare due ipotesi principali:

- quella massima, in cui il contributo potrebbe consistere nell'individuare i fenomeni

- territoriali che più significativamente si sospetta possano influenzare o siano comunque connessi alle dinamiche della biodiversità, ed i modi più opportuni per monitorarli;
- quella minima, in cui il contributo potrebbe invece limitarsi a individuare il "contesto" nel quale si collocano le variazioni biologiche da monitorare ed al quale quindi conviene fare riferimento per il monitoraggio stesso.

La prima ipotesi è sostanzialmente quella adottata nel lavoro sugli indicatori già svolto presso il CTN-CON, con riferimento allo schema logico DPSIR, e anche nelle indagini in corso presso il Ministero Ambiente sul tema delle aree protette (inquadrate nell'intero sistema territoriale nazionale). Essa implica che la rete sia progettata in modo da consentire di tenere sotto osservazione con opportuni indicatori non solo le variabili della biodiversità ma anche quelle che caratterizzano i processi territoriali (economici, sociali, insediativi...) che incidono sui cambiamenti della biodiversità).

La seconda ipotesi implica invece che il progetto si concentri invece sul "monitoraggio dello stato della biodiversità e non dei fattori di pressione ed impatto sulla biodiversità né sulle risposte a questi fattori". E' probabile che questa seconda ipotesi sia più realistica ai fini di un rapido avvio del progetto. In questo caso, il contributo "territorialista" potrebbe consistere essenzialmente nel concorrere a precisare gli obiettivi del progetto, i criteri di scelta del campo d'osservazione ed, eventualmente, la significatività degli oggetti e degli indicatori adottati ai fini delle politiche territoriali, restando totalmente a carico degli altri contributi l'individuazione degli oggetti, degli indicatori e dei metodi di monitoraggio.

E' però necessario essere consapevoli del fatto che le osservazioni operabili con la rete di monitoraggio in progetto – se si accetta questa seconda ipotesi – possono acquistare pieno significato, in ordine alle politiche da praticare, soltanto se inserite in valutazioni più complesse dei rapporti bidirezionali tra biodiversità e territorio. Tali valutazioni sembrano in particolare imporsi in sede di "progetti di sistema" quali quelli previsti dalla L.426/1988 e recepiti nelle nuove linee di programmazione del CIPE (sistema alpino, sistema appenninico, sistema delle isole minori, sistema delle coste e delle aree marine). Ciò ribadisce il carattere strumentale del progetto Biodiversità e la necessità di non separarlo dalle politiche per la conservazione della natura e per la qualità del territorio.

In questa logica, di consapevole "parzialità" del progetto di monitoraggio, sembra opportuno tener conto nella sua impostazione delle principali preoccupazioni che riguardano, nel nostro paese, i rapporti tra ambiente e territorio. Se si assumono le finalità richiamate nel paragrafo 1.1., un passaggio chiave dovrebbe essere quello della selezione dei tipi di habitat su cui concentrare le osservazioni, riducendo drasticamente il numero di stazioni e di taxa da sottoporre a monitoraggio, in funzione delle limitate risorse disponibili. Tale selezione dovrebbe infatti far riferimento alle "grandi criticità" ambientali che si manifestano nel nostro territorio: nel senso che i tipi di habitat prescelti dovrebbero consentire di trarre indicazioni utili - anche solo in termini qualitativi e problematici - per ciascuna di tali criticità. Si tratterà poi di scegliere per ogni tipo di habitat uno o più ambiti concreti ed un sottoinsieme di taxa con criteri utili a rappresentare le dinamiche della diversità in quell'ambito ed a suggerire indicazioni per il relativo tipo di habitat. Seguendo la "griglia" proposta nel paragrafo precedente, bisognerà assicurare la significatività spaziale delle osservazioni, con riferimento, fondamentalmente, al livello nazionale; nonché la significatività temporale. A questo proposito sembra utile tener conto di diversi orizzonti temporali: i cambiamenti in corso (e le criticità che ne derivano) presentano infatti ritmi diversi, alcuni di lungo periodo - come ad esempio quelli legati alla "grande transizione" che investe la presenza e le attività dell'uomo nei territori montani - altri di breve periodo, come quelli legati a traumatici interventi infrastrutturali o a improvvisi collassi ambientali o alla rapida avanzata dell'urbanizzazione in certe aree.

## 2.2 Il ruolo del monitoraggio in rapporto allo spazio e al tempo

L'analisi del territorio e dei fattori interferenti su di esso attraverso l'uso di opportuni indicatori è fortemente condizionata dalla disponibilità spazio-temporale dei dati da impiegare. In modo particolare, è determinante, soprattutto in relazione agli elementi e ai fenomeni caratterizzati da un'elevata componente di naturalità e semi-naturalità, l'unità spaziale considerata per l'indagine e la raccolta dell'informazione e alla quale si deve fare riferimento per la costruzione dell'indicatore. Nel monitoraggio ambientale l'uso degli indicatori va finalizzato alle definizioni delle condizioni relative a date unità geografiche. Particolarmente adatto a questo scopo è il concetto di unità operativa (altrimenti definita OGU – Operational Geographical Unit), che corrisponde a una qualsiasi unità di estensione variabile, descritta mediante le proprie caratteristiche geografiche. Gli indicatori di biodiversità devono essere quindi applicati a singole OGU, siano esse unità amministrative, unità fisico - funzionali (ad esempio bacini idrografici) o ecosistemiche (ad esempio un bosco), unità geometriche georeferenziate (ad esempio maglie chilometriche). In riferimento all'intero territorio nazionale, questo verrebbe a costituire una OGU di livello superiore.

Le OGU sono diverse per i diversi tipi di biodiversità e la loro individuazione potrà variare a seconda dei taxa, delle specie, degli habitat e degli elementi paesaggistici che si intendono inserire nel monitoraggio. L'individuazione dei tipi di habitat da indagare per  $\alpha$  biodiversità potrebbe essere effettuata sulla base dei sistemi paesistici italiani<sup>2</sup> (cfr allegati).

Nell'ambito della rete, il monitoraggio potrebbe avvenire a differenti livelli spaziali di riferimento:

- nazionale;
- unità amministrative (es. comuni, regioni, ecc.);
- stazioni rappresentative;
- aree campione;
- macroaree con specifico significato ecogeografico (ecoregioni).

Dato il carattere nazionale dell'iniziativa, è necessario mantenere un riferimento unitario e coerente di livello nazionale.

Si può peraltro ipotizzare che la raccolta dei dati necessari all'attuazione dell'attuale progetto verrà effettuata sulla base di iniziative sia di livello nazionale sia regionale. E' presumibile che un ruolo significativo a quest'ultimo riguardo verrà svolto a livello del sistema ARPA - APPA.

Si delinea quindi un sistema misto di raccolta dati che potrà perseguire obiettivi complementari. Parte delle informazioni raccolte riguarderà gruppi condivisi - ad esempio l'ornitofauna - per i quali già avvengono raccolte a livello nazionale e internazionale; i dati relativi consentiranno quindi confronti su base interregionale, nazionale, internazionale. Altri gruppi potranno avere un interesse più specifico a livello eco-regionale (per la presenza di endemismi legati a particolari realtà biogeografiche, per la presenza di habitat o per la presenza di specialisti specifici, o per la presenza di processi critici localizzati), e potranno essere quindi considerati da iniziative di livello regionale.

In questo contesto, appare invece di scarso significato il livello di maggior dettaglio geografico - amministrativo, ad esempio quello comunale, per il quale sono già in parte previsti sistemi di gestione e controllo tarati sul livello locale. Tuttavia ciò non deve essere confuso col fatto di lavorare per stazioni rappresentative, anche di piccola dimensione, che possono fornire informazioni rappresentative di area vasta.

<sup>2</sup> Ecologia del paesaggio, Pignatti S. Torino, UTET (1994).

In qualche caso il termine "monitoraggio" è stato usato nel senso di azione di raccolta sistematica di dati relativi a determinati insiemi di elementi su un territorio articolato e complesso (ad esempio il quadro dello stato di un particolare gruppo di specie a livello nazionale). Tale accezione, che si fonda su descrizione di distribuzioni spaziali, è in realtà meglio descritta sul piano tecnico da termini quali "mappatura" o "censimento".

La specificità del monitoraggio sul piano tecnico è piuttosto quella di rendere conto di variazioni temporali: la caratteristica di base, rispetto ad altri livelli operativi, è dunque la presenza del *tempo* come variabile rispetto a cui organizzare i rilevamenti.

Il monitoraggio potrà avvenire a differenti livelli temporali di riferimento:

- lungo periodo (oltre 10 anni);
- breve periodo (meno di 10 anni);
- continuo (giorni, settimane).

Il lungo periodo (anche su base secolare, come in altre esperienze nazionali quale quella inglese) rientra teoricamente nelle finalità generali, ma deve probabilmente essere valutato rispetto ad un sistema di finanziamento più complessivo. Il livello continuo (che potrebbe fornire informazioni di allarme) non rientra nell'ottica di un monitoraggio nazionale o ecoregionale della biodiversità.

Sono presumibilmente i monitoraggi su base di 1-5 anni quelli che meglio possono rispondere alle esigenze del programma di monitoraggio in obiettivo, soprattutto nel momento in cui tra le finalità rientri anche il controllo di processi critici.

Il monitoraggio dei contesti paesistici suscita alcune questioni in relazione alle esigenze d'eguale spazio-temporale delle altre componenti della biodiversità. In particolare, la componente faunistica presenta elevate disomogeneità nello spazio (macro e micro habitat). Nella scala di analisi (da micro ambienti fino alle scale regionale o nazionale).

Ciò rende di variabile individuazione la dimensione spaziale del contesto paesistico, richiedendo una multiscalarità di riferimento, con non poche implicazioni sulla scelta degli indicatori, che si presenta notevolmente diversa a seconda della scala di osservazione. Sembra comunque potersi trovare una congruenza con le esigenze delle componenti faunistica e vegetazionale facendo riferimento all'area vasta, come ambito a cui riferire l'osservazione del paesaggio e a cui attribuire le osservazioni sulle altre componenti rilevate nel sito campione prescelto.

Ciò solleva però ulteriori problemi relativi all'elevata varietà paesistica del territorio italiano, comportando l'esigenza di valutare la significatività dei campioni prescelti non solo in funzione della loro rappresentatività a fini della biodiversità, ma anche in funzione della rappresentatività dei loro contesti per cogliere processi critici significativi a livello nazionale che influenzano la biodiversità. Inoltre, la necessità, dovuta a ragioni pratiche, di limitare i punti di osservazione della rete di monitoraggio comporterà anche di prendere in considerazione solo i contesti paesistici relativi a tali siti, che, data la variabilità della situazione italiana, verranno a costituire un insieme parziale del panorama nazionale. Di conseguenza, il monitoraggio potrà evidenziare solo alcuni dei processi critici che influenzano la biodiversità. Un aiuto in tal senso può fornire la griglia individuata al capitolo 4. per l'articolazione spaziale della rete di monitoraggio che individua una serie di ambiti subnazionali di riferimento a ciascuno dei quali sono associate specifiche criticità ambientali-territoriali. L'utilizzo di questa griglia, oltretutto per la definizione spaziale della rete, anche per l'individuazione dei paesaggi di cui monitorare i processi critici, può consentire di verificare questi ultimi, di individuare connessioni e spiegazioni dei cambiamenti nella biodiversità e può fornire indicazioni per adeguare le politiche di gestione.

Infine, per quanto riguarda il fattore tempo, sembra potersi ritrovare una congruenza tra le esigenze del paesaggio e quella delle altre componenti, se si decide di riferirsi al medio perio-

do (5-10 anni) nel quale sembra possibile rilevare cambiamenti sensibili a livello di area vasta.

### 2.3 Oggetti del monitoraggio

La prima base concettuale per la scelta delle variabili considerate dalla rete di monitoraggio è costituita dalla loro *misurabilità*. In effetti gli oggetti delle indagini devono essere valutabili quantitativamente e non semplicemente descrivibili qualitativamente in quanto il valore della misura permette un effettivo confronto nel tempo, mentre un giudizio qualitativo è molto più soggetto alla variabile umana.

A tal proposito, il CTN\_CON ha definito un set di indicatori – e di relativi algoritmi di elaborazione - per cui si prevede di attivare la raccolta dati tramite monitoraggio ambientale. Di seguito se ne riporta l'elenco.

**Tabella 2.1: indicatori del CTN\_CON per cui è necessario attivare la raccolta dati tramite la rete di monitoraggio della biodiversità e dei cambiamenti climatici**

Nome dell'indicatore	Tema	DPSIR
Specie marine e terrestri diventate invasive	T12	P
Numero generale di specie animali e vegetali per gruppi selezionati	T12	S
Condizione e trend di alcune specie o gruppi di specie animali e vegetali selezionati (terrestri e marine)	T12	S
Status di tipi di habitat protetti (terrestri e marini)	T12	S
Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per distruzione o alterazione di habitat	T12	I
Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per specie animali e vegetali selezionate	T12	I
Alterazione di popolamenti sensibili	T12	I
Bilancio di massa dei ghiacciai	T13	S
Livello marino nelle aree costiere	T13	S
Variazione delle fronti glaciali	T13	S
Stato fenologico di alcune specie selezionate	T13	S
Variazione di areali di distribuzione di specie e di comunità terrestri e marine selezionate	T13	I
Perdita di diversità paesistica	T16	I
Qualità dei paesaggi fluviali sulla base dell'Indice di Funzionalità Fluviale	T16	S
Incremento delle aree desertificate	T17	I

Il monitoraggio, inteso come rilevamento di dinamiche, potrebbe avvenire su differenti categorie di variabili:

- singole specie significative (foca monaca, vari endemismi, ecc.);
- taxicenosì significative (ornitofauna, nematodi, licheni ecc.);
- patrimonio complessivo di specie viventi in Italia;
- comunità rappresentative (macrobenthos fluviale, fitocenosi ecc.);
- habitat rappresentativi (faggeta, fontanili ecc.);
- elementi e ambiti del paesaggio;
- ecosomaici significativi (aree vaste in via di progressiva artificializzazione, ambiti di pertinenza fluviale ecc.);
- ecoregioni.

L'ideale sarebbe chiaramente poter monitorare l'intero spettro delle variabili indicate. Le risorse a disposizione, inevitabilmente limitate, costringeranno ad una selezione degli obiettivi effettivamente perseguibili.

## 2.4 Soggetti attuatori

Un progetto generale di biodiversità deve poter monitorare l'intero spettro delle variabili di interesse potenziale (singole specie significative, taxicenososi significative, comunità ed habitat rappresentativi, ecosistemi di vario ordine di grandezza).

Il livello di attuazione del programma ideale dipende dalle risorse (economiche e di competenza) a disposizione, tenendo conto che rispetto ad un quadro nazionale complessivo delle esigenze possono concorrere soggetti con differenti competenze e disponibilità quali:

- APAT;
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio;
- sistema ARPA - APPA;
- istituti ed organismi specializzati (es. ICRAM, INFS ecc.);
- Università ed altri centri di ricerca;
- ONG interessate;
- soggetti privati interessati (es. individuando obiettivi ai fini di accordi volontari).

Uno schema ideale potrebbe avere un'articolazione del tipo seguente :

**Tabella 2.2: articolazione ideale dei soggetti attuatori della rete di monitoraggio della biodiversità e della potenziale architettura cognitiva della rete**

Oggetti del monitoraggio	Obiettivo	Livello spaziale	Livello temporale	Modalità operative	Soggetti attuatori e risorse (esistenti o da prevedere)
Specie significative					
Cenosi significative					
Habitat significativi					
Ecosistemi significativi					

Il problema concreto potrebbe diventare quello della distribuzione ottimale delle risorse disponibili sul panorama nazionale, anche in funzione dei differenti soggetti attuatori potenziali e dei programmi già in atto.

In generale, i punti di monitoraggio devono essere distribuiti sull'intero territorio italiano. Si suppone che l'APAT possa rivestire un ruolo di coordinamento generale assicurando la formazione del personale e fornendo il supporto tecnico-scientifico in continuo alle agenzie durante il monitoraggio. Parallelamente, i dati provenienti dai nodi della rete dovrebbero essere bonificati, validati e inseriti in uno specifico sistema informativo. Pertanto, appare necessario inventariare le risorse professionali attivabili sul territorio nazionale, effettuando un'indagine delle risorse professionali effettivamente a disposizione e che, nello specifico, le agenzie possono mettere in gioco e, di conseguenza, individuare le specie e i taxa su cui concentrare preferenzialmente le indagini.

L'organizzazione e la gestione delle tipologie e dei punti fisici di campionamento dovranno essere definite puntualmente e precisate caso per caso.

Soprattutto per il monitoraggio della  $\alpha$  biodiversità appare indispensabile fare riferimento a reti di raccolta dati specialistiche già esistenti sul territorio.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati reperiti costituisce la fase conclusiva del monitoraggio ed è separata dall'attività di campionamento. Allo stesso modo informazioni complementari o di sostegno a quelle raccolte mediante la rete della biodiversità sono contenute in banche dati già esistenti e ottenute tramite altre reti di monitoraggio specifico.



## 3. Metodi di rilevamento

### 3.1 La scelta dei taxa e dei tipi di habitat

Di fatto, come affermato in precedenza, per la biodiversità specifica ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ) gli oggetti da campionare sono le specie mentre per la diversità di habitat e di paesaggio gli oggetti sono gli ecosistemi in grado di rendere conto sia della struttura degli habitat, sia degli elementi del paesaggio fisico.

Tuttavia, l'effettuazione concreta di inventari esaustivi di specie su scala vasta e nell'ambito di una rete di monitoraggio su scala nazionale è di fatto inattuabile. E' necessario quindi individuare alcuni criteri di selezione quali:

- considerare, nell'ambito di un gruppo di taxa, un insieme sufficientemente vasto e rappresentativo di specie, scelte sia su base ecologica sia su base economica (in termini di costi e di difficoltà di campionamento). Si tratta di fatto dell'opzione scelta dagli ideatori della rete di monitoraggio della biodiversità in Svizzera: tale esperienza (monitoraggio di quasi tutte le specie di ogni taxa selezionato) molto difficilmente potrebbe essere riprodotta in Italia, il cui territorio è decisamente più vasto e differenziato;
- analizzare l'insieme delle specie di taxa selezionati presenti all'interno di aree campione, ma considerare soltanto alcune specie indicatrici;
- individuare alternative - anche intermedie - che garantiscano completezza e ripetibilità del campionamento.

In generale, le specie indicatrici apportano informazioni solo su habitat particolari e poco rappresentativi dell'insieme del territorio da monitorare. Inoltre la loro scelta può essere difficile perché comporta una focalizzazione su problematiche ambientali specifiche che non copre le possibili e imprevedibili evoluzioni dell'ambiente. Al contrario, l'utilizzo di gruppi di specie permette di considerare uno spettro maggiore di habitat e di fattori che influenzano stato e tendenze dell'ambiente.

Di fatto, la scelta dei taxa e delle specie di cui valutare presenza/assenza nelle aree campione deve essere effettuata a priori: i ricercatori svizzeri propongono di concentrare l'attenzione su specie abbondanti e comuni per l' $\alpha$  biodiversità, specie diffuse ma poco abbondanti per la  $\beta$  biodiversità e specie rare per la  $\gamma$  biodiversità. Per monitorare l' $\alpha$  biodiversità si prevede una rete di campionamento che rileva tutte le specie presenti (per i taxa selezionati) all'interno di aree omogenee (per habitat, per uso del suolo, ecc.). Per la  $\beta$  biodiversità il criterio utilizzato è simile ma taxa e gruppi di specie sono diversi da quelli considerati per l' $\alpha$  biodiversità e la superficie territoriale di riferimento è di tipo raster cioè definita su base topografica e non correlata a specifici ambienti. Infine per il controllo continuo della  $\gamma$  biodiversità è valutata la presenza sull'intero territorio nazionale delle specie rare / minacciate.

Per quanto riguarda il contesto italiano, nella fase iniziale di selezione delle specie e dei taxa è opportuno prendere in conto i dati di presenza/assenza di gruppi di specie per cui esistono già reti di raccolta di dati e, più in generale, fonti pregresse di conoscenza.

Infatti, a differenza di quanto succede ad esempio in Svizzera o in Germania, dove esiste un vero e proprio catasto delle specie vegetali presenti, in Italia esistono solo iniziative in ambito regionale e lo stato attuale delle conoscenze su cui basare un monitoraggio presenta di fatto una copertura disomogenea, "a macchia di leopardo". Anche per quanto riguarda gli animali, lo stato delle conoscenze scientifiche è frammentario e disomogeneo soprattutto se si considera che, per una rete di monitoraggio della biodiversità, è necessario spingersi al livello di specie.

Appare a tutti gli effetti impraticabile un progetto di monitoraggio di tutta la biodiversità. Al contrario, soprattutto per la componente animale, appare indispensabile restringere il monitoraggio ad alcuni taxa che siano rilevanti e/o significativi (ma *non* indicatori) riguardo a un

particolare scopo (ad esempio il monitoraggio di un tipo di habitat, di una biocenosi, di una funzione ecosistemica, ecc.). Resta invece valida la soluzione di compromesso costituita dal monitoraggio di uno o più particolari tipi di habitat o mosaico di habitat: questo approccio permette di ridurre il numero di taxa animali da sottoporre a monitoraggio scegliendo, per ogni tipo di habitat, un sotto-insieme di taxa con criteri utili a rappresentare la diversità animale in quell'ambito e funzionali alle tecniche che si possono applicare nell'ambito stesso.

Un caso a parte - e con sue giustificazioni proprie - potrebbe essere fatto per l'insieme, o per una parte, delle specie endemiche o classificate come minacciate secondo gli standard internazionali e/o ufficiali (IUCN, direttive Habitat, Berna, Washington, ecc.).

Un approccio di questo tipo dovrebbe portare a includere, a tutte le scale, almeno i seguenti gruppi di specie, in ordine di priorità:

- specie di interesse comunitario;
- specie caratteristiche/endemiche e specie minacciate a livello nazionale;
- specie caratteristiche, rare o minacciate a livello regionale.

Alle specie così individuate potrebbero essere aggiunte ulteriori specie o qualifiche determinate dall'applicazione di altri criteri, ad esempio:

- specie di grandi dimensioni che necessitano di grandi superfici di habitat idoneo;
- specie in posizione alta nelle catene trofiche;
- specie specializzate in termini di cibo o habitat (risorse che variano stagionalmente o raggruppate);
- specie indicatrici (da specificare di quale entità);
- specie "ombrello";
- specie "bandiera";
- specie di importanza economica.

### 3.2 Livelli di indagine

Essendo gli oggetti del monitoraggio molteplici e differenti, i criteri per la loro rilevazione sono conseguentemente diversi.

Si possono prefigurare i seguenti livelli di indagine:

- descrizione di stati di fatto, finalizzati alla definizione del quadro iniziale di riferimento ("punto 0"). Tale operazione potrebbe essere effettuata ad esempio
  - per stazioni di rilevamento;
  - per ecoscaici (ad esempio mediante telerilevamento).
- censimento qualitativo delle presenze, che permetterebbe di focalizzare l'attenzione sulla presenza – assenza di
  - specie e cenosi particolari;
  - habitat rappresentativi.
- mappature finalizzate a valutazioni quantitative di:
  - areali di specie;
  - distribuzione di comunità;
  - ecoscaici.
- monitoraggio nel tempo di presenze di entità varie tra quelle indicate per i punti precedenti.

E' evidente che in una fase più avanzata del progetto di monitoraggio dovranno essere presi in considerazione tutti i livelli di indagine, opportunamente articolati e approfonditi.

### 3.3 Definizione del campione significativo

L'uso di indicatori appare sempre più un metodo essenziale per la valutazione e il monitoraggio della biodiversità vegetale. In particolare, le specie vegetali presentano condizioni ottimali di lavoro essendo fisse al substrato e controllabili a distanza di tempo. Inoltre sulla composizione della flora italiana (tracheofite o piante vascolari) si dispone attualmente di informazioni relativamente precise: l'ultimo controllo ufficiale riporta 5599 specie<sup>3</sup>, che risultano attualmente aumentate a circa 6000 essenze. Tale incremento non significa che negli ultimi anni si sia insediato sul nostro territorio un numero consistente di nuove specie, ma unicamente un incremento delle conoscenze dello stato della biodiversità vegetale, dovuto soprattutto ai progressi delle ricerche di sistematica. Esistono dati precisi anche per le varie regioni amministrative italiane con totali che variano tra 2000 e 3000 specie. Si tratta di un imponente complesso di dati che fornisce una base esauriente per il monitoraggio della componente vegetale.

Relativamente alla fauna, in Italia esistono circa 57.000 specie animali con popolazioni fluttuanti nel tempo e nello spazio: un programma di osservazione continua *tout court* di queste entità è sicuramente complesso e costoso. In particolare le unità territoriali di riferimento variano decisamente da specie a specie. Risulta quindi indispensabile definire a priori gli obiettivi cognitivi del monitoraggio delle analisi ambientali.

In generale, ai fini della definizione del progetto di rete di monitoraggio della biodiversità è necessario tenere presente i seguenti aspetti relativi alla componente faunistica:

- la fauna è una entità disomogenea su almeno tre dimensioni rilevanti per un progetto di monitoraggio nel tempo: la componente animale è infatti disomogenea nel tempo (fluttuazioni di popolazioni irregolari o cicliche), nello spazio (macro e microhabitat) e nella scala di analisi (da micro ambienti fino alle scale regionali e nazionali);
- la fauna è composta da una grande varietà di organismi, ognuno dei quali ha una sua distinta combinazione di medie e varianze sulle tre dimensioni sopra menzionate;
- la varietà di organismi e di scale richiede un gran numero di tecniche di indagine e di monitoraggio; alcune di queste tecniche sono applicabili a gruppi di taxa più o meno numerosi, ma anche il massimo accorpamento praticabile resta comunque composto da molte procedure diverse;
- la varietà di organismi, di scale e di tecniche comporta risultati di monitoraggio diversi per grado di risoluzione, accuratezza, possibilità di estrapolazione.

In particolare, la scelta dell'unità di tempo minima di riferimento per un programma di monitoraggio è funzione dei taxa scelti. Infatti un programma di monitoraggio deve essere disegnato in modo tale da poter comparare due valori successivi, ma questi devono esprimere le medie delle situazioni all'interno di un periodo che copra le variazioni accidentali e/o cicliche della popolazione in studio. Questo è necessario per poter avere due dati successivi la cui variazione possa essere attribuita a cambiamenti ambientali e non alle dinamiche episodiche della popolazione. In altre parole, per alcuni taxa sono necessari campionamenti ripe-

<sup>3</sup> Flora d'Italia, Pignatti, Edagricole - Bologna, 1982.

tuti per molte settimane o mesi o stagioni o anche anni solo per avere un primo dato di partenza (cioè una fotografia della situazione iniziale); ogni successivo dato di paragone richiederà lo stesso periodo di tempo per la sua raccolta.

Pertanto, la scelta di unità di tempo minima condiziona la scelta dei taxa oggetto di monitoraggio e viceversa. Il campionamento nel tempo richiederà a priori un disegno statistico in grado di assicurare la significatività dei risultati.

Così come per l'unità di tempo, anche per la unità minima di spazio si deve procedere alla identificazione di un ambito di studio in funzione del taxon prescelto. La distribuzione disomogenea delle popolazioni - anche all'interno dello stesso tipo di habitat - impone un disegno sperimentale di campionamento in grado di esprimere la varianza e il grado di confidenza dei risultati.

Pertanto, anche l'unità di spazio minima sarà definita ad hoc per ogni taxon prescelto (ad esempio piccoli plot di un metro o due per la fauna del terreno, decine di metri quadri per la entomofauna, ettari per i micromammiferi, ecc.). Questa unità di spazio è definibile come di *primo livello*.

Il disegno statistico per il campionamento è funzione anche dell'ampiezza dell'area alla quale si vuole estrapolare il dato di monitoraggio: questo *secondo livello* di unità di dimensione spaziale richiede al suo interno una rete di repliche dei campionamenti eseguiti con le unità di spazio di primo livello. Questa dimensione spaziale di secondo livello è funzione dell'ampiezza dell'area che si vuole monitorare e del taxon prescelto. Anche per la valutazione della componente spaziale, nel disegno del piano di monitoraggio è essenziale una attenta considerazione di tipo statistico.

Relativamente all'ecomosaico, la definizione del campione significativo presenta un doppio aspetto: da un lato esso è oggetto di monitoraggio e dall'altro è strumento di individuazione delle unità territoriali in cui effettuare il monitoraggio stesso. Per ecomosaico si intende un sistema di habitat - terrestri, acquatici e di interfaccia - complessivamente presenti all'interno di un'area vasta (di livello biogeografico, o eventualmente regionale) che fornisce supporto a specie animali e vegetali. Il controllo delle dinamiche dell'ecomosaico è evidentemente alla base anche di quello relativo ai singoli comparti biocenotici (vegetazione, fauna terrestre, fauna acquatica) rendendo conto delle variazioni nella distribuzione degli habitat che li supportano. Esso è anche fondamentale per il monitoraggio del paesaggio culturale e delle trasformazioni territoriali, costituendo substrato anche nei loro confronti.

### 3.4 Raccolta dei dati in funzione dell'oggetto monitorato

#### *Flora e vegetazione*

Per la componente vegetale, il metodo operativo che raggiunge la maggiore completezza d'informazione, già ampiamente utilizzato su scala europea, è l'inventario generalizzato della flora.

Il catalogo floristico rappresenta una misura diretta della biodiversità vegetale che permette di arrivare direttamente alla valutazione della condizione attuale e di mettere in evidenza i trends attraverso comparazioni con dati precedenti.

Esso viene eseguito su aree standard di 3 x 5 minuti geografici: alle nostre latitudini si tratta di aree rettangolari di circa 35 kmq di superficie, che si ottengono direttamente dividendo un foglio della carta 1:50.000 secondo le mediane in modo da ottenere 16 aree eguali. Su quest'area è possibile identificare un numero di specie che in generale varia tra 400 e 700 (nei casi estremi si va da 200 a più di 1000). In questo modo si passa da indicatori singoli allo stock completo della flora, con un ovvio incremento della significatività statistica del risultato.

Il rilevamento descrive uno stato di fatto e deve essere compiuto da personale che abbia una buona conoscenza della flora: nell'ambito di esperienze già effettuate, in Italia e all'estero, la collaborazione di gruppi volontaristici e di associazioni scientifiche risulta fondamentale. L'impegno prevedibile per una singola regione è di 10-20 anni/uomo a seconda della superficie.

Inventari di questo tipo sono già disponibili per le Isole Britanniche, Germania, Svizzera, Spagna di NE. In avanzata elaborazione sono i dati riguardanti Austria, Slovenia e Repubblica Ceca. In Italia sono finora pubblicati atlanti per il Friuli Venezia Giulia e per l'area metropolitana di Roma. Si hanno inoltre iniziative molto avanzate nell'Italia nord orientale, dal Triestino alle Prealpi lombarde, in Valle d'Aosta, in Lazio e in Molise. Va inoltre tenuto presente che la stesura del catalogo floristico rappresenta un metodo di uso internazionale, che pertanto permette una ampia comparabilità dei dati riguardanti l'Italia con quelli dei Paesi vicini.

Gli inventari floristici costituiscono un aspetto preliminare del monitoraggio: ad essi possono collegati gli adeguati descrittori, dai quali è possibile ricavare un'ampia gamma di significati diagnostici. Molto importante ad esempio è la possibilità di applicare ai dati di presenza/assenza delle specie vari tipi di descrittori, gli indici di Ellenberg che permettono una fine indicazione delle condizioni ecologiche. Altri approfondimenti analitici inerenti la biodiversità vegetale (ad esempio analisi della densità floristica, dei corotipi, delle forme biologiche, ecoindicazione sec. Ellenberg, ecc.) possono essere effettuati sulla base degli inventari floristici, tuttavia queste tematiche, legate soprattutto all'elaborazione dei dati raccolti, saranno considerate in una fase più avanzata del progetto di rete.

Anche per la componente vegetale, dal punto di vista temporale, esiste l'esigenza di effettuare un'analisi sincronica (stato presente) e diacronica (variazioni avvenute e tendenziali). La frequenza delle ripetizioni può essere differenziata:

- *annuale* (valutando la sfasatura eventuale delle date di fioritura) per permettere attraverso un censimento dettagliato di
  - fornire un giudizio sull'annata;
  - individuare il trend a breve-medio termine, sulla base di una lista floristica, solo per le aree di 100-1000 mq;
  - misurare della frequenza delle specie presenti su singole aree particolarmente significative di 100-1000 mq;
  - applicare gli indici ecologici di Ellenberg e il calcolo di valori medi.
- *quinquennale*, con la possibilità di valutare effetti a lungo termine del cambio climatico per l'area complessiva, anche attraverso l'effettuazione di un censimento complessivo della flora vascolare.
- *decennale*, per la rilevazione delle date di fioritura delle specie nel periodo marzo-giugno.

### Fauna

I temi di indagine e i metodi operativi per il monitoraggio della biodiversità animale possono essere diversi. Di fatto, le specie animali possono essere monitorate valutando diverse caratteristiche delle popolazioni, dei loro habitat e della composizione delle faune associate. A tal riguardo esiste una nutrita letteratura internazionale con diversi indicatori proposti e discussi.

A titolo di esempio, si riportano di seguito alcuni possibili temi di indagine sulle popolazioni:

- a) superficie dell'areale di distribuzione (extent of occurrence, area of occupancy) della specie;
- b) numero di popolazioni della specie;

- c) consistenza e/o densità delle sotto-popolazioni (totale, individui maturi, per classi fenologiche);
- d) parametri demografici delle sotto-popolazioni della specie;
- e) probabilità di sopravvivenza delle popolazioni della specie;
- f) diversità genetica della specie (inter- e intra- popolazioni);
- g) probabilità di sopravvivenza delle sotto-popolazioni;
- h) parametri ecologici/comportamentali degli individui nelle sotto-popolazioni;
- i) superficie di habitat idoneo alla specie;
- j) indici di frammentazione dell'habitat idoneo alla specie.

A causa della enorme complessità della fauna, in termini di diversità di specie, funzioni e patterns spazio-temporali, non è possibile elencare un set di metodologie standard da applicare per il monitoraggio. Esistono molti metodi standard relativi a particolari taxa e particolari obiettivi del monitoraggio e questi sono ben descritti in manuali appositi: l'ultimo in ordine di comparsa sul mercato è *Monitoring Plant and Animal Populations*, di Caryl L. Elzinga, Daniel W. Salzer, John W. Willoughby, James P. Gibbs, ed è un eccellente compendio ad uso di studenti ed operatori tecnici.

### *Ecomosaici*

Dal punto di vista tecnico, il monitoraggio degli ecomosaici può utilizzare gli strumenti tradizionali del telerilevamento satellitare e delle cartografie tematiche (carte delle unità ecosistemiche) derivate da aereofoto planari.

Per quanto riguarda un telerilevamento satellitare in grado di descrivere in modo coerente ecomosaici differenti in Europa, il riferimento ufficiale rimane tuttora il sistema Corine Land Cover. In realtà tale sistema ha mostrato limiti molto rilevanti nelle sue performances, non essendo capace, ad esempio, di distinguere i boschi naturali di latifoglie dalle piantagioni di significato ecologico completamente differente (come i pioppeti), oppure producendo errori sistematici nella mappatura delle zone umide.

Di fatto, il sistema tradizionale basato su aereofotografie e conseguenti carte tematiche ha una capacità descrittiva migliore del sistema Corine Land Cover, ma presenta comunque anch'esso limiti nel rapporto "costi/informazioni utili" e nella programmabilità temporale dei voli. Il livello di dettaglio ottenibile è decisamente migliore rispetto a quello del telerilevamento satellitare ma è ancora insufficiente ad individuare categorie ecosistemiche sufficientemente raffinate per poter essere tradotte in sistemi di habitat utili per la valutazione della biodiversità.

Il confronto tra aereofoto di anni differenti rimane in ogni caso, ad oggi, il principale metodo di analisi delle dinamiche di ecomosaico.

E' possibile quindi impostare, in questa ottica, un lavoro di confronto dinamico di ecomosaici temporalmente differenti.

Un metodo che potrà essere usato come riferimento è quello impiegato nella ricerca "Agroecosistemi piemontesi" della Regione Piemonte (1999), che prevedeva essenzialmente:

- l'utilizzo di letture sia su griglie a maglia quadrata, sia su transetti multipli;
- il confronto tra gli ecomosaici leggibili su aereofotografie recenti e sulle aereofoto I.G.M. del 1954-'55;
- il riconoscimento di una serie codificata di unità ambientali estese (aree boscate, dimensione delle parcelle coltivate ecc.), lineari (filari, fasce arboree ecc), e puntuali (alberi isolati);
- un sistema di traduzioni grafiche dei risultati in grado di facilitare l'interpretazione dei processi di trasformazioni intercorsi, e di indici sintetici (ad un livello preliminare di messa a punto).

Pare peraltro opportuno, nello sviluppo del programma di ricerca, prefigurare la possibilità di affiancare, al tradizionale modello operativo basato esclusivamente sulla raccolta e sull'uso di informazioni stabilizzate, un modello operativo in grado di rendere conto ad un livello di maggior dettaglio degli ecomosaici di interesse. Tale modello operativo potrà basarsi, idealmente su :

- l'utilizzo sistematico di un sistema da telerilevamento satellitare più avanzato rispetto al Corine Land Cover;
- l'utilizzo (qualora vi siano credibili possibilità di ripetibilità nel tempo) di sistemi avanzati di aereofotografia (es. basati sull'analisi multispettrale) sull'intero territorio italiano;
- l'uso combinato rispetto ai sistemi precedenti di riprese aeree a bassa quota (100-300 m), opportunamente tradotte in informazioni utili mediante specifici protocolli; oltre a rendere conto di habitat e microhabitat di interesse, tali protocolli potranno funzionare come strumento di verifica e taratura dei precedenti.

### 3.5 Monitoraggio della biodiversità e telerilevamento

Riguardo al monitoraggio della biodiversità tramite telerilevamento è importante tener presente che i meccanismi di pressione possono esser di vario tipo sia diretto sia indiretto:

- per diretto si intendono quelli in cui le attività antropiche modificano direttamente un dato habitat (ad esempio nel caso di bonifica di zone paludose, interventi sugli alvei dei fiumi, cementificazione del territorio, inquinamento dell'aria del suolo o dei corpi idrici, ecc.);
- per indiretto si intendono quei fattori in cui le forzanti inducono dinamiche che a loro volta hanno effetti sulla biodiversità: un esempio tipico è quello legato al clima che ovviamente si riflette sulla biodiversità.

Tali processi sono di fatto regolati da feedback abbastanza complessi e spesso poco noti. Credo perciò che anche nel monitoraggio della biodiversità coesistano due aspetti, anche se fortemente intrecciati: uno più rivolto a documentare i trends, l'altro più rivolto a comprendere il legame con le forzanti ed i feedback che ne derivano.

Un aspetto di notevole interesse riguarda la possibilità di abbinare ai dati di tipo biotico informazioni sui parametri abiotici in modo da migliorare la conoscenza dei processi e dei feedback che li legano. In alcuni casi questo tipo di informazione è dato di per sé nella dinamica del processo, in particolare quando si abbia a che fare con modifiche legate a diretti interventi dell'uomo.

Nel caso di aree naturali o a bassa pressione antropica può esser utile determinare anche alcuni insiemi di parametri abiotici (in genere quelli legati al ciclo idrologico, ai cicli biogeochimici, alla struttura termica e degli scambi termodinamici ed alla presenza di eventuali inquinanti).

La scelta di quali di questi parametri rilevare e del modo con cui strutturare il loro monitoraggio deve essere effettuata caso per caso.

Il telerilevamento, da aereo e da satellite, può svolgere un ruolo soprattutto nel determinare quali siano i trend e le modifiche della superficie terrestre sia dal punto di vista delle modifiche di tipo topografico (fenomeni di erosione, interrimento, etc.), sia dal punto di vista della copertura del suolo.

I principali pregi del telerilevamento dallo spazio sono i seguenti:

- il dato osservato è intrinsecamente bidimensionale;
- è possibile costruire, in modo relativamente semplice, serie temporali di dati e quindi documentare i trends.

Di fatto esiste quindi la possibilità di seguire nel tempo la mosaicatura della superficie terrestre. Va rilevato inoltre che il monitoraggio della biodiversità può rispondere a due domande diverse: il primo caso è quello in cui sia stata già individuata l'area d'interesse ed in cui, di conseguenza, il telerilevamento è chiamato a documentare le variazioni in atto sul territorio in modo da poterle associare alle dinamiche rilevate al suolo. Il secondo caso riguarda invece la possibilità di utilizzare il telerilevamento per individuare quali sono le aree in cui è ragionevole attendersi significative variazioni della biodiversità in modo da "zoomare" in corrispondenza mediante opportune campagne di misura.

Va sottolineato che i dati telerilevati da satellite e da aereo costituiscono probabilmente la sola fonte esistente che consenta di documentare quanto è avvenuto nel passato sull'intero territorio nazionale e quindi possono costituire un riferimento importante - compatibilmente con la risoluzione spaziale dei dati - per raccordare le misure che si andranno ad effettuare nel futuro con le dinamiche che si sono verificate nel passato recente (più o meno 15 anni di dati a seconda dei vari sensori).

L'aspetto fondamentale è legato alla scelta delle scale spaziali alle quali si vogliono osservare i fenomeni. Attualmente esistono sensori commerciali che arrivano alla risoluzione del metro nel pancromatico con costi che sono però abbastanza elevati. A costi più bassi sono accessibili dati alla risoluzione di qualche decina di metri. Questo problema ovviamente non riguarda i dati da aereo giacché in questo caso si può scegliere in fase di progetto la risoluzione più opportuna. L'unico limite è costituito dal costo. Inoltre una copertura multitemporale richiede ovviamente più voli.

Uno sviluppo tecnologico particolarmente interessante riguarda lo sviluppo dei sensori iperspettrali. Questo tipo di sensori consente di associare ai vari tipi di copertura le corrispondenti "signature spettrali" e quindi è una tecnica molto interessante in grado di individuare variazioni ed anomalie con tecniche non supervisionate.

Un aspetto interessante del telerilevamento da satellite da aereo e da satellite riguarda la possibilità di accoppiare alle misure riguardanti il land cover quelle di parametri chimico fisici di interesse quali ad esempio parametri importanti per migliorare la conoscenza dei bilanci d'acqua e di energia e quella dei cicli biogeochimici. Un punto di complessità riguardo a questo ultimo punto è legato al fatto che in questi casi va combinata l'informazione derivante da vari sensori che operano su scale spaziali diverse.

Nella totalità delle casistiche considerate, un corretto utilizzo del dato satellitare comporta in gran parte dei casi l'assessment di verità al suolo e, in generale, è ragionevole pensare a strategie integrate di dati da satellite e dal suolo.

## 4. L'articolazione spaziale della rete

In base alle considerazioni sviluppate nei capitoli precedenti, l'articolazione spaziale della rete in progetto dovrebbe tentare di cogliere le situazioni maggiormente critiche presenti sul territorio nazionale, concentrando in esse le (necessariamente limitate) osservazioni operabili.

È possibile circoscrivere i principali nodi critici che le politiche ambientali, intese come norme volte a migliorare la qualità ambientale risultante dai processi di trasformazione del territorio, devono affrontare nel nostro paese e che possono quindi costituire lo sfondo di riferimento per la scelta dei campi e dei criteri d'osservazione del monitoraggio:

- problemi connessi al global change, in particolare per ciò che concerne i cambiamenti climatici, i cicli delle acque e i processi d'inquinamento di lunga distanza (ivi compresi, ad esempio i debiti del bacino padano nei confronti dell'Adriatico);
- problemi e rischi connessi alla diffusione dell'urbanizzazione - in senso lato - e delle maglie infrastrutturali, in termini di perdita degli habitat naturali, di frammentazione e discontinuità ecologiche, di inquinazione incontrollabile, di sprechi energetici, ecc.;
- problemi connessi all'industrializzazione e alla "modernizzazione" dell'agricoltura e della gestione forestale, in termini di erosione delle matrici rurali, di perdita o mutilazione dei "paesaggi di piccola scala" (come quelli della coltura promiscua), di ipersemplificazione e uniformazione dei paesaggi agrari, ecc.;
- problemi connessi all'espansione e all'intensificazione della mobilità e del turismo, in termini di inquinazione concentrata e diffusa, alterazione paesistica, omologazione dei modelli insediativi e delle conseguenti pressioni ambientali, ecc.;
- problemi, rischi e opportunità connesse allo spopolamento e all'abbandono delle aree montane e collinari, all'indebolimento dei presidi umani, al sotto utilizzo delle risorse ambientali, ai processi di rinselvaticamento, ecc.

Le suddette problematiche non interessano omogeneamente il territorio nazionale ed è necessario procedere a una partizione del medesimo che consenta di coglierne le principali variazioni spaziali e quindi di offrire le indicazioni più utili al dispiegamento di politiche nazionali per la biodiversità. Questi aspetti saranno considerati nei paragrafi successivi.

### 4.1 Biodiversità, ecoregioni, grandi differenziazioni territoriali

Nell'esperienza internazionale, ha assunto notevole importanza il concetto di "ecoregione". Se si accetta l'idea che le ecoregioni (od altre partizioni territoriali assimilabili) riflettano significative variazioni spaziali dei processi critici che influenzano la biodiversità, si può riconoscere l'opportunità di concentrare le attività di monitoraggio da programmare in un numero relativamente limitato di habitat, da scegliersi in funzione delle criticità dominanti in ciascuna ecoregione. In concreto si tratta quindi di:

- individuare, nel territorio nazionale, le principali ecoregioni cui far riferimento,
- individuare, all'interno delle suddette ecoregioni, le principali criticità di rilievo nazionale, in funzione delle quali si dovrebbero scegliere gli habitat su cui concentrare il monitoraggio e i relativi indicatori.

Per quanto riguarda le ecoregioni, il cui numero non dovrebbe superare la decina, anche alla luce di altre esperienze, come quella dell'Olanda, il riferimento va subito alle *regioni bioclimatiche*, che tuttavia ovviamente ospitano in Italia situazioni troppo differenziate. Un diverso riferimento può essere quello dei *quadri ambientali*, proposti dai Gambi più di trent'anni fa che tenevano conto non solo delle condizioni "naturali" ma anche di quelle "storico - culturali" derivanti da secolari o millenari processi d'elaborazione antropica: regione alpina, pia-

nura padana, ambiente montano-appenninico e della Sicilia, ambienti peninsulari ed insulari sub-tropicali (peraltro profondamente trasformati al proprio interno, venendo ciascuno di essi ad ospitare "ambienti insediativi"<sup>4</sup> o "unità di paesaggio"<sup>5</sup> profondamente diversi). Inoltre, tenuto conto del fatto che la nostra individuazione dovrebbe consentire di dare qualche indicazione significativa per le "politiche" nazionali di difesa della biodiversità, si potrebbe anche pensare ai "grandi sistemi" individuati dal CIPE e dalla L.426/98: sistema alpino, sistema appenninico, pianura padana, coste, isole minori.

Partendo dalle regioni biogeografiche della Direttiva Habitat, emerge una suddivisione come la seguente:

1. Alpi
2. Appennino centrale
3. Pianura padano-veneta
4. Liguria e penisola
5. Sicilia
6. Sardegna
7. (eventuale) Isole minori

Tale suddivisione si avvicina a quella, essenzialmente geografica, che si sta proponendo nell'ambito delle ricerche presso il Ministero dell'ambiente sul Progetto APE e sul sistema nazionale delle aree protette, che può essere così riassunta:

- 1) Alpi (suddivise in orientali e occidentali, e riferite alla Convenzione Alpi)
- 2) Pianura padano-veneta,
- 3) Appennino e territori peninsulari, distinti in:
  - Appennino montano, a sua volta diviso in settentrionale, centrale, meridionale, e calabro siculo;
  - fasce tirrenica, adriatica, adriatica-ionica, tra coste e Appennino.
- 4) Isole, distinte in Sicilia, Sardegna, Isole minori (Itaca),
- 5) Fascia costiera (che raccoglie tutti i comuni rivieraschi, pur già attribuiti ai precedenti).

Questa suddivisione, che individua 5 principali sistemi, articolati in 14 sub-sistemi, riscontra i 5 "grandi sistemi" della L.426/98 e riflette differenziazioni geografiche e paesistiche (a partire da quelle classiche del Sestini, ma anche, in qualche misura, quelle in "unità di paesaggio" individuate per la Carta della Natura). Troppo poco, forse, perché si possa ancora parlare di ecoregioni vere e proprie, ma abbastanza per consentire una prima approssimazione ad una partizione del territorio nazionale interessante ai fini sopra detti. Ad evitare confusioni, forse si potrebbe parlare più semplicemente di "grandi aggregati" o di ambiti sub-nazionali di riferimento, lasciando da parte anche il termine, usato nella L. 426/98, di "sistema", che implica forme di coesione e interconnessione interna non sempre riscontrabili negli ambiti indicati. In ogni caso, le tabelle allegate segnalano forti differenziazioni tra tali ambiti, sia per ciò che riguarda la densità abitativa, le dinamiche demografiche ed economiche ecc., sia per ciò che riguarda gli usi e le coperture del suolo: anche se, naturalmente, non vanno escluse variazioni importanti anche all'interno di ciascun ambito.

<sup>4</sup> Ricerca Itaten pubblicata in *Le forme del territorio italiano. Temi e immagini del mutamento (Volume 1), Ambienti insediativi e contesti locali, (Volume 2)*, a cura di A. Clementi, G. Dematteis, P.C. Palermo.

<sup>5</sup> Ricerche effettuate per la Carta della Natura, Ministero dell'Ambiente.

## 4.2 Principali criticità ambientali-territoriali

Per quanto riguarda il passaggio successivo, cioè l'individuazione delle principali criticità, si può fare riferimento ad alcuni criteri, quali:

- che si tratti di criticità di rilievo nazionale (pur potendo ovviamente investire specifiche aree locali),
- che si tratti di criticità che mettono in causa la biodiversità (a differenza, ad esempio, di quelle considerate nelle cosiddette "aree ad alto rischio ambientale", che possono preoccupare anche o prevalentemente per altre ragioni),
- che si tratti di criticità non necessariamente "negative", ma legate piuttosto a processi di rapida e problematica trasformazione (come tipicamente i processi d'abbandono e rinsevatichimento nelle fasce montane alpine ed appenniniche).

Inoltre, poiché una stessa situazione critica può essere trovata, *mutatis mutandis*, in diverse ecoregioni (o ambiti subnazionali), sembra opportuno considerare, per ogni ecoregione (o ambito subnazionale), la o le criticità che maggiormente la caratterizzano. Esse possono essere individuate sviluppando le considerazioni del capitolo 1 e tenendo anche conto di vari documenti (tra cui le Linee Guida per la politica dell'ambiente e del territorio, proposte dall'apposita Commissione formata dal Ministro Ronchi nel 1998-99).

Pare importante, prima di specificare i principali processi critici utili ai fini del monitoraggio della biodiversità, inquadrarli nel contesto delle più complessive catene causali del sistema DPSIR su cui si basa il set di indicatori del CTN\_CON. Uno schema al riguardo potrebbe essere il seguente:

- cambiamenti climatici (da pressioni a livello globale);
- processi critici legati a driving forces:
  - processi di spopolamento, abbandono e delocalizzazione produttiva;
  - processi di urbanizzazione impropria (abusiva e non), espansione urbana, dispersione insediativa;
  - modificazioni nei modelli di consumo e di mobilità;
  - sviluppo del turismo;
  - industrializzazione e "modernizzazione" dell'agricoltura e delle attività silvocolturali;
  - sviluppi tecnologici insostenibili (realmente o potenzialmente);
  - diffusione pervasiva delle maglie infrastrutturali;
  - distorsioni nei flussi dei materiali e dei rifiuti;
  - redistribuzione spaziale degli insediamenti e delle attività antropiche;
  - esodo montano e rurale;
  - indebolimento o alla scomparsa delle attività di presidio e manutenzione del territorio.
- processi critici definiti da fattori di pressione:
  - inquinamento delle matrici ambientali di base (aria, acqua, suolo, ambiente sonoro e luminoso);
  - "accanimento ingegneristico" nei confronti del territorio (artificializzazione eccessiva delle reti idrografiche ecc.);
  - aumento del traffico, peggioramento della mobilità;
  - inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, inquinamento acustico e luminoso, "emergenza rifiuti";
  - diffusione dei rischi accidentali, contaminazioni genetiche nocive, ecc.
  - rinsevatichimento e riforestazione di paesaggi agrari e pastorali;
  - frammentazione delle matrici ecologiche;

- pressione venatoria tuttora significativa;
  - pressione alieutica non sostenibile;
  - creazione di condizioni di diffusione di organismi esotici o OGM (es. aeroporti intercontinentali).
- processi critici definiti da impatti su matrici ambientali sensibili:
- riduzione della superficie e del volume dei ghiacciai;
  - desertificazione negli ambienti aridi o semiaridi;
  - alterazioni dei cicli delle acque;
  - innalzamento del livello marino;
  - aumento dei rischi da alluvioni;
  - accentuazione dei processi erosivi, frane e dissesti, rischi idraulici ed idrogeologici;
  - destabilizzazione idrogeologica, scomparsa dei terrazzamenti e delle sistemazioni idraulico-forestali, sospensione della gestione dei boschi;
  - consumo di ambienti umidi, aree marino-costiere ed altri habitat di pregio;
  - inquinamenti atmosferici di lunga distanza (in primis acidificazione delle piogge);
  - eutrofizzazione di ambienti lacustri e marini;
  - fragilimento e ruderizzazione del patrimonio insediativo diffuso e dei relativi paesaggi rurali;
  - sprechi e consumi insostenibili di energia e di risorse scarse (risorse idriche, suoli d'elevata capacità, formazioni forestali di pregio e boschi vetusti, ecc.);
  - perdita di diversità paesistica, erosione delle matrici rurali e dei paesaggi agrari (soprattutto di quelli "di piccola scala");
  - uniformazione ed ipersemplicificazione paesistica ;
  - aumento dei disturbi su ambienti e specie sensibili;
  - aumento della vulnerabilità ad eventi critici (es. incendi).
- processi critici definiti da impatti specificamente legati allo stato della biodiversità in senso stretto:
- rischi di rarefazione e di estinzione per specie critiche (animali e/o vegetali);
  - perdita di valori potenziali di biodiversità in realtà non ancora sufficientemente studiate;
  - artificializzazione e banalizzazione dei sistemi di ecosistemi (ecomosaici, ecotessuti) a livello regionale o sub-regionale;
  - perdite di connettività e di permeabilità ecologica in ecomosaici di interesse;
  - alterazioni di comunità biotiche in ecosistemi ancora relativamente integri.

Come si può notare, non sono state rilevate criticità legate a dinamiche di risposta. Di fatto, non tutti i processi hanno la stessa importanza ai fini del lavoro specifico: alcuni di essi (ad esempio gli inquinamenti) sono già monitorati - almeno in parte - con altri strumenti di governo. Rispetto allo schema indicato, diventa importante poter individuare quali siano i processi critici prioritari rispetto a cui impostare uno specifico programma di controllo nelle varie realtà ecoregionali italiane.

Ciò premesso, le principali criticità da considerare ai fini della costruzione della rete di monitoraggio possono essere così definite:

- a) connesse al global change, quali:
- a1) fusione dei ghiacciai ed analoghi effetti dei cambiamenti climatici,
  - a2) desertificazione,
  - a3) alterazioni dei cicli delle acque, innalzamento livelli marini e picchi di piena ecc.,
  - a4) inquinamenti di lunga distanza, acidificazione atmosferica ecc.

- b) connesse all'intensificazione e diffusione delle pressioni antropiche, quali:
- b1) distruzione, degrado, mutilazione di ambienti umidi, aree marino - costiere ed altri habitat di pregio dovuti all'espansione urbana e allo sviluppo della mobilità e del turismo,
  - b2) accentuazione dei processi erosivi, frane e dissesti, rischi idraulici ed idrogeologici per effetto dell'urbanizzazione impropria (abusiva e non), dell'"artificializzazione" eccessiva delle reti idrografiche, dell'"accanimento ingegneristico" nei confronti del territorio,
  - b3) sprechi e consumi insostenibili di energia e di risorse scarse (risorse idriche, suoli d'elevata capacità, formazioni forestali di pregio e boschi vetusti, ecc.), per effetto della dispersione insediativa, dello sviluppo del turismo e delle modificazioni nei modelli di consumo e di mobilità,
  - b4) inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, inquinamento acustico e luminoso, "emergenza rifiuti", diffusione dei rischi accidentali, contaminazioni genetiche nocive, ecc., per effetto dell'aumento del traffico, dell'urbanizzazione e di sviluppi tecnologici insostenibili,
  - b5) perdita di diversità paesistica, erosione delle matrici rurali e dei paesaggi agrari (soprattutto di quelli "di piccola scala"), uniformazione ed ipersemplificazione paesistica per effetto dell'industrializzazione e "modernizzazione" dell'agricoltura e delle attività silvocolturali,
  - b6) frammentazione delle matrici ecologiche per effetto dell'espansione urbana, della diffusione pervasiva delle maglie infrastrutturali, dello sviluppo della mobilità e del turismo.
- c) connesse alla redistribuzione spaziale degli insediamenti e delle attività antropiche, all'esodo montano e rurale, all'indebolimento o alla scomparsa delle attività di presidio e manutenzione del territorio, ecc.:
- c1) perdita di paesaggi agrari e pastorali, rinselvaticamento e riforestazione per effetto di processi di spopolamento, abbandono e delocalizzazione produttiva,
  - c2) destabilizzazione idrogeologica, scomparsa dei terrazzamenti e delle sistemazioni idraulico-forestali, sospensione della gestione dei boschi, ecc., per effetto dei processi di cui sopra,
  - c3) infragilimento e ruderizzazione del patrimonio insediativo diffuso e dei relativi paesaggi rurali, per effetto dei processi di cui sopra.

Le suddette criticità possono essere "incrociate" con le ecoregioni (o ambiti di riferimento) precedentemente evocate, dando luogo ad una matrice come la seguente:

Tabella 4.1: Matrice di relazione tra ecoregioni e principali criticità individuate

ecoregioni	Criticità	a1	a2	a3	a4	b1	b2	b3	b4	b5	b6	c1	c2	c3
1. Alpi		X		\		\	X		\		\	\	\	\
2. Pianura padano veneta				X	\	X	X	\	\	X	X			
3.1 Appennino montano							\			\		X	\	\
3.2 fasce preappenniniche				\			\	\	\	X	\			
4.1 Sicilia			X		\	\					\			\
4.2 Sardegna			X		\	\	\							\
4.3 Isole minori			\			X			X					\
5. Coste					\	X	\	\	X		X			

Nella matrice (che ovviamente potrebbe essere maggiormente articolata, in 14 righe, come sopra indicato) le "X" indicano le criticità emergenti in ciascun ambito, le / quelle secondarie. Tali indicazioni sono suscettibili di verifica nel prosieguo della ricerca.

### 4.3 Siti e oggetti da monitorare

La matrice precedente, che mette in relazione ecoregioni e principali criticità rappresentate sul territorio nazionale, può essere ulteriormente dettagliata in un'ottica propedeutica a una fase più operativa. In particolare, per i siti che potenzialmente si inseriscono nella struttura della rete di monitoraggio, si presume di definire i seguenti attributi descrittivi:

- l'*unità territoriale di riferimento del campione*, intesa come superficie minima da esplorare per raccogliere informazioni significative sull'oggetto monitorato nell'ambito del singolo campione;
- la *frequenza temporale del rilevamento* che può essere continua, annuale, pluriennale o variabile da caso a caso;
- il *metodo di raccolta dati*, che descrive la tecnica di rilevamento che si ritiene più opportuno utilizzare in funzione dell'oggetto del monitoraggio, dell'unità territoriale di riferimento del campione e di un generale criterio di economicità che garantisca continuità e fattibilità del monitoraggio;
- la *presenza di elementi di valore* da monitorare (quali endemismi, specie rare o minacciate, ecc.);
- il *numero minimo di siti da campionare* nell'ambito dell'ecoregione con esempi di siti possibili per la tipologia considerata;
- gli *indicatori collegati* alle analisi di terreno come da tabella 2.1
- le *figure professionali* esterne necessarie per il monitoraggio specifico;
- il *ruolo delle ARPA*, considerando comunque che gli aspetti logistici e organizzativi generali dovrebbero essere sempre e comunque essere a carico delle agenzie.

Alcuni esempi di attributi dei siti e degli oggetti da monitorare sono presenti all'interno delle schede relative ai casi studio attivati nel 2001 dal CTN\_CON e riportate in allegato.

In particolare, per quanto riguarda l'individuazione degli ecomosaici in funzione delle ecoregioni, si possono ipotizzare i seguenti tre livelli di azione che corrispondono a scale di analisi progressivamente più dettagliate:

- 1) individuare in modo "distaccato" (ad esempio sulla base di grandi linee di attraversamento) transetti in grado di attraversare realtà geografiche estese, in modo da far emergere in modo oggettivo, attraverso i confronti temporali, gli ambiti di trasformazione, e interpretare di conseguenza i processi alla base di esse;
- 2) predefinire alcuni ecomosaici "tipici" in grado di rendere conto di specifiche aree-problema; essi potranno così essere inseriti nella matrice generale. Si propongono, usando i codici della matrice precedente, le seguenti tipologie:

Tabella 4.2 : esempi di possibili oggetti da monitorare relativamente agli ecosomaici

ecoregione o ambito	ecosomaici	criticità principali
Alpi	ecosomaici di alta quota comprensivi del limite delle nevi	a1
Alpi	fasce periglaciali dei corsi d'acqua	b2
Pianura padana veneta	fasce periglaciali dei corsi d'acqua	a3
Pianura padana veneta	ambiti di significativa diffusione insediativa	b6
Appennino montano	ambiti di significativa diffusione insediativa	b5
Fasce preappenniniche	ambiti di significativa diffusione insediativa	b5
Coste	ambiti di significativa diffusione insediativa	b6
Appennino montano	ecosomaici collinari e montani dell'"abbandono"	c1
Fasce preappenniniche	ecosomaici collinari e montani dell'"abbandono"	c1
Appennino montano	ecosomaici interessati da incendi estesi	b e c
Fasce preappenniniche	ecosomaici interessati da incendi estesi	b e c
Coste	ecosomaici interessati da incendi estesi	b e c
Sicilia	ecosomaici mediterranei aridi	a2
Sardegna	ecosomaici mediterranei aridi	a2
Isole	ecosomaici mediterranei aridi	a2
Coste	ecosomaici della linea costiera	b1
Coste	ecosomaici della linea costiera	b3

- 3) individuare ambiti locali "ad hoc" rispetto a cui analizzare l'ecosomaico esistente sulla base di specifiche esigenze ecoregionali.

La scelta degli ecosomaici indicati al punto precedente deve obbedire ad esigenze differenti. La possibilità di programmare nel tempo l'analisi di ecosomaici di area vasta non predefiniti nelle loro caratteristiche emergenti consentirà l'individuazione oggettiva dei principali processi di trasformazione, eventualmente anche di ulteriori processi non ancora individuati.

Contemporaneamente, l'utilizzo di ecosomaici "tipici" può consentire di calibrare meglio i programmi specifici di monitoraggio per le componenti biocenotiche di interesse (vegetazione, fauna terrestre ed acquatica), e di farlo in modo relativamente omogeneo e coerente all'interno di una medesima area problematica.

L'analisi di ecosomaici locali potrà aggiungere flessibilità al sistema, consentendo di affrontare problemi specifici che potrebbero sfuggire ai livelli precedenti: ad esempio, l'abbassamento della linea delle sorgenti su un massiccio montuoso conseguente alla realizzazione di grandi gallerie potrebbe avere conseguenze critiche su specie crenobie di grande interesse ai fini della biodiversità. Di fatto, solo un'analisi specifica degli ecosomaici locali potrebbe rendere conto di un processo di questo tipo.

Anche il paesaggio manifesta i processi critici che influenzano la biodiversità e ne sono a loro volta influenzati, e assume il ruolo di "contesto" dei siti selezionati per il rilevamento periodico dello stato e delle dinamiche di specie ed habitat naturali, e la sua osservazione contribuisce a valutare le ragioni ed a sviluppare e correggere le politiche di gestione dell'ambiente e del territorio.

La valutazione dei processi critici che si svolgono nel contesto di area vasta dei siti prescelti può riguardare diverse categorie di variabili, da selezionare in modo da rappresentare specificità significative di ogni contesto. Sulla base della matrice ecoregioni / criticità e allo schema DPSIR, si possono individuare alcuni elementi generali di osservazione rappresentativi di grandi processi naturali e culturali, connessi tra loro da relazioni di funzionalità che caratterizzano il paesaggio e che si ipotizza influenzino la biodiversità.

Tabella 4.3 : esempi di possibili siti e oggetti da monitorare relativamente al paesaggio

ecoregione o ambito	oggetti di monitoraggio del paesaggio di contesto dei siti	criticità principali
Alpi	dinamica demografica	a2
Alpi	dinamica dell'urbanizzazione	a2
Alpi	dinamica delle aree a rischio idrogeologico	a2
Alpi	dinamica della riforestazione	a2
Alpi	abbandono del patrimonio insediativo civile e rurale	a2
Alpi	perdite di pascoli alpini e aree coltivate	a2
Pianura Padana	dinamica dell'urbanizzazione	b1
Pianura Padana	dinamica rete infrastrutturale	b1
Pianura Padana	perdita di paesaggi agrari	b5
Pianura Padana	frammentazione aree naturali	b6

Ovviamente, il riferimento a sub-ambiti invece che a poche unità di ambiti, consentirebbe di meglio individuare contesti paesistici caratteristici in cui si svolgono i processi critici e di conseguenza di individuare indicatori più specifici, per verificare tali processi. Un riferimento in tal senso costituiscono anche gli indicatori già elaborati per il tema Paesaggio nell'ambito della ricerca condotta dal CTN\_CON<sup>6</sup>. Inoltre, osservazioni più dettagliate a scala maggiore e quindi riferite a parte dei sub-ambiti come contesto più limitato dei siti, possono essere svolte come approfondimento dei processi indagati, ma sempre nella logica di individuare le relazioni funzionali e non i singoli elementi. Ad esempio, il rilevamento su caso studio dei segni dei parcellari dei campi aperti o chiusi e delle trame va relazionato ai tipi di colture e al sistema insediativo e infrastrutturale rurale, per ricavarne indicazioni sui processi di permanenza e trasformazione dei componenti caratterizzanti il paesaggio rurale in esame.

## 5. I casi studio della rete di monitoraggio della biodiversità

Oltre agli aspetti metodologici generali, affrontati dal gruppo di progetto, si è deciso fin da questo primo approccio esplorativo al monitoraggio di individuare anche le principali problematiche gestionali. A questo scopo sono stati avviati alcuni casi studio in parte affidati alle ARPA in parte gestiti direttamente dagli IPR.

I casi studio avviati sono:

- Capanne di Marcarolo (AL), coordinato dall'ARPA Piemonte
- Maratea (PZ), coordinato dall'ARPA Basilicata
- Lago di Massaciuccoli (LU), coordinato dall'ARPA Toscana
- Isole Tremiti (FG), coordinato dall'IPR Dipartimento di Biologia, Università di Bari
- Tenuta presidenziale di Castelporziano (RM), coordinato dall'IPR Forum Plinianum

La selezione dei possibili casi di studio ha scontato alcuni condizionamenti di base :

- l'utilizzo di alcune strutture ARPA esistenti, con una disponibilità non omogenea e tendenzialmente insufficiente di competenze specialistiche utilizzabili per le classificazioni tassonomiche teoricamente necessarie per l'analisi di gruppi complessi;
- l'indisponibilità di tempi adeguati per impostare programmi di addestramento in grado di colmare le precedenti lacune;
- l'assenza di un inquadramento di base del sistema ambientale rispetto a cui indirizzare le analisi.

Del resto non è possibile pensare di procedere ad una campagna vera e propria di monitoraggio della biodiversità senza aver focalizzato preventivamente quali sono le principali problematiche a cui far fronte e senza avere un'idea sufficientemente precisa dei costi: questa è la funzione principale dei casi studio.

Per questo motivo ogni caso studio ha avuto l'indicazione di inquadrare il contesto ambientale di partenza attraverso una ricognizione delle conoscenze esistenti e del materiale cartografico disponibile, in modo da poter fissare una base line per il monitoraggio. Sono inoltre stati fissati i seguenti obiettivi operativi:

- valutazione delle problematiche operative e logistiche;
- definizione dei costi e dei tempi;
- prima applicazione di possibili metodiche di rilevamento;
- definizione di un quadro complessivo delle operazioni da svolgersi.

Ai gruppi di lavoro sono state fornite delle linee guida comprendenti un glossario di base, alcuni criteri tecnici per l'individuazione dei siti in cui effettuare i campionamenti e le indicazioni per effettuare una rassegna delle fonti di informazione pregresse disponibili per l'area interessata dal caso studio.

In allegato sono riportate a titolo esemplificativo alcune schede di impostazione generale dei casi studio.



## Bibliografia essenziale

C. Bischoff, R. Dröschmeister (eds), 2000, *European monitoring for nature conservation*, Bundesamt für naturschutz 2000

C.A. Burga, A. Kratochwil, 2001, *Biomonitoring: general and applied aspects on regional and global scales*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, NL, \ISBN0-7923-6734- 0

Nigel G. Yoccoz, James D. Nichols and Thierry Boulinier, 2001, *Monitoring of biological diversity in space and time*, in *TRENDS in Ecology & Evolution*, Vol.16 No.8 August 2001, 446

C.L. Elzinga, D.W. Salzer, J.W. Willoughby, J.P. Gibbs, 2001, *Monitoring Plant and Animal Populations*, Paperback - Spiral edition Blackwell Science Inc. ISBN: 063204442X

U. Hintermann, D. Weber, 1999, *Monitoring de la biodiversité en Suisse - rapport sur l'état du projet à fin 1998*, Office fédéral de l'environnement, des forêts e du paysage OFEFP, CH

S. Malcevschi, C. Capetta, M. Busa, G. Quaglio, G.L. Bisogni, 1999, *Agroecosistemi piemontesi – Struttura e dinamiche*, Collana Ambiente 16, Regione Piemonte

A. Clementi, G. Dematteis, P.C. Palermo, 1996, *Le forme del territorio italiano. Temi e immagini del mutamento (Volume 1). Ambienti insediativi e contesti locali, (Volume 2)*, Laterza, Bari.



# ALLEGATI



## Rete di monitoraggio delle biodiversità: scheda di individuazione del sito n. 1

### CASO STUDIO: CAPANNE DI MARCAROLO

Tipologia ambientale del sito: collina boscata a castagno.

Ecoregione: Appennino montano.

Autore della scheda: Gruppo di lavoro sui casi studio.

Tematiche considerate: vegetazione, fauna, paesaggio, ecomosaico

*Criticità prese in considerazione per la selezione degli oggetti da monitorare (in grassetto le criticità prioritarie):*

C1) perdita di paesaggi agrari e pastorali, rinselvatichimento e riforestazione per effetto di processi di spopolamento, abbandono e delocalizzazione produttiva

**C2) destabilizzazione idrogeologica, scomparsa dei terrazzamenti e delle sistemazioni idraulico-forestali, sospensione della gestione dei boschi, ecc., per effetto dei processi di cui sopra,**

C3) infragilimento e ruderizzazione del patrimonio insediativo diffuso e dei relativi paesaggi rurali, per effetto dei processi di cui sopra.

*Elementi di valore da monitorare (endemismi, specie rare o minacciate, ecc):*

Per la componente vegetale si tratta di individuare:

- singoli esempi di specie registrate tra quelle che sono rare e minacciate
- singole comunità soggette ad impatto diffuso (es. boschi sottoposti ad emissioni acide)
- singole aree di cui controllare la flora complessiva (es. vallate, ambienti di vetta)
- documenti di foto aeree e dati satellitari riguardanti situazioni di criticità (variazioni di aree boscate, estensione di coltivi, colonizzazione di pendii franosi)
- infine, in collaborazione con il gruppo paesaggio, alcune scelte tipologie di sistemi territoriali

#### Oggetti del monitoraggio, unità territoriale di riferimento e metodo di rilevamento:

Tipo	Oggetto	Unità territoriale di riferimento	Metodo di rilevamento
Taxicenosì	Flora e vegetazione di prati e pascoli	Habitat selezionati	Rilevo della variazione delle superfici vegetate per descrivere l'evoluzione dell'abbandono - avanzare di cespugli in prato e avanzare di bosco e abbandono in generale. Effettuare per questo confronto tra lettura Volo Gai del 1954 e foto aeree più recenti disponibili e realizzare una carta delle variazioni (GIS). Una volta individuate le aree variate, definire gli habitat presenti e, in una serie significativa di aree campione per ogni habitat, effettuare le analisi fitosociologiche relativamente alla piante vascolari.
Taxicenosì	Flora e vegetazione di aree cespugliate	Habitat selezionati	Come sopra
Taxicenosì	Flora e vegetazione di aree boschive	Habitat selezionati	Come sopra

segue

Tipo	Oggetto	Unità territoriale di riferimento	Metodo di rilevamento
Taxicenosi	Farfalle notturne	Area centrale del sito	Raccolta mediante illuminazione artificiale e telo; determinazione tassonomica
Taxicenosi	Macrofauna bentonica	Sezioni rappresentative di corsi d'acqua all'interno dei confini del parco	Indagine (presenza -assenza) di specie individuate tramite approfondimento tassonomico di unità sistematiche normalmente considerate per il calcolo dell'IBE
Taxicenosi	Invertebratofauna epigea	Almeno 5 habitat selezionati	Cattura mediante trappole a caduta ad aceto e determinazione tassonomica a diversi livelli sistematici
Taxicenosi	Entomocenosi fitofaghe	Rilievi su aree prative/arbustive	Raccolta mediante sfalcio e determinazione tassonomica a diversi livelli sistematici
Habitat	Habitat variati a causa delle criticità prese in esame	Confini del parco	Calcolo della variazione delle superfici vegetate per descrivere l'evoluzione dell'abbandono - avanzare di cespugli in prato e avanzare di bosco e abbandono in generale. Effettuare per questo confronto tra lettura Volo Gai del 1954 e foto aeree più recenti disponibili e realizzare una carta delle variazioni (GIS). Una volta individuate le aree variate, definire gli habitat presenti in esse attraverso una indagine speditiva e facendo riferimento alla lista EUNIS
Ecomosaico	Habitat di bosco + habitat di prato + habitat di cespuglieto	Confini del parco	Verificare l'andamento della variazione mediante effettuazione di transetti da foto aerea (1954 e più recente disponibile) e in futuro con voli da elicottero
Paesaggi rurali con carattere di permanenza	Castagneti, cassine, neviere, pagliai, ponti sospesi, sorgenti rurali, fonti, vasche di abbeveraggio, mulattiere e percorsi viari storici, versanti gradinati e/o terrazzati, radure prative, prati pascoli, cedui	Confini del parco	Rilievo per transetti e confronto tra stato attuale e pregresso sulla base di foto aeree

*Numero minimo di siti da campionare nell'ambito dell'ecoregione con esempi di siti possibili per la tipologia:*

Taxicenosi vegetale: almeno 10 ripetizioni all'interno di 5 tipologie (prato, pascolo, cespugliato e 2 tipologie di bosco).

Farfalle notturne: almeno 5 raccolte sullo stesso sito in condizioni ambientali simili.

Macrofauna bentonica: un rilievo su almeno 5 situazioni diverse del corso d'acqua.

Invertebrati epigei: almeno 3 ripetizioni all'interno di 5 tipologie di suolo/habitat disponibile.

Entomocenosi fitofaghe: almeno 5 rilievi su diverse tipologie prative/arbustive disponibili.

*Frequenza temporale del rilevamento distinto per oggetto (C : continuo; B : annuale; L : pluriennale; V : variabile da caso a caso):*

Farfalle notturne: B  
Macrofauna bentonica: B  
Invertebrati epigei: C  
Entomocenosi fitofaghe: B  
Elementi scelti del paesaggio: L  
Singoli esempi di specie registrate tra quelle che sono rare e minacciate: B  
Singole comunità soggette ad impatto diffuso (es. boschi sottoposti ad emissioni acide): B  
Singole aree di cui controllare la flora complessiva (es. vallate, ambienti di vetta): L  
Documenti di foto aeree e dati satellitari riguardanti situazioni di criticità (variazioni di aree boscate, estensione di coltivi, colonizzazione di pendii franosi): L

*Figure professionali esterne alle ARPA necessarie per completare il monitoraggio:*

Farfalle notturne: esperti per determinazioni tassonomiche  
Macrofauna bentonica: esperti per determinazioni tassonomiche  
Invertebrati epigei: esperti per determinazioni tassonomiche  
Entomocenosi fitofaghe: esperti per raccolte sul campo e per determinazioni tassonomiche  
Elementi scelti del paesaggio: borsisti con esperienza in campo floristico  
Singoli esempi di specie registrate tra quelle che sono rare e minacciate: borsisti con esperienza in campo floristico  
Singole comunità soggette ad impatto diffuso (es. boschi sottoposti ad emissioni acide): borsisti con esperienza in campo floristico  
Singole aree di cui controllare la flora complessiva (es. vallate, ambienti di vetta): tassonomi vegetali con esperienza pluriennale

*Ruolo delle ARPA:*

Farfalle notturne: raccolte e coordinamento delle determinazioni  
Macrofauna bentonica: raccolte e coordinamento delle determinazioni  
Invertebrati epigei: raccolte e coordinamento delle determinazioni  
Entomocenosi fitofaghe: coordinamento  
Elementi scelti del paesaggio: reperimento del materiale, elaborazione automatica e grafica  
Singoli esempi di specie registrate tra quelle che sono rare e minacciate: raccolte e coordinamento delle determinazioni  
Singole comunità soggette ad impatto diffuso (es. boschi sottoposti ad emissioni acide): raccolte e coordinamento delle determinazioni; monitoraggio di fattori del suolo  
Singole aree di cui controllare la flora complessiva (es. vallate, ambienti di vetta): assistenza per sopralluoghi e banca dati  
Documenti di foto aeree e dati satellitari riguardanti situazioni di criticità (variazioni di aree boscate, estensione di coltivi, colonizzazione di pendii franosi): assistenza per sopralluoghi e banca dati

*Indicatori collegati:*

Codice indicatore	Titolo dell'indicatore	Tema	DPSIR
CON-1007	Numero generale di specie animali e vegetali per gruppi selezionati	T12	S
CON-1010	Condizione e trend di alcune specie o gruppi di specie animali e vegetali selezionati (terrestri e marine)	T12	S
CON-1009	Status di tipi di habitat protetti (terrestri e marini)	T12	S
CON-1018	Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per distruzione o alterazione di habitat	T12	I
CON-1011	Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per specie animali e vegetali selezionate	T12	I
CON-2004	Stato fenologico di alcune specie selezionate	T13	S
CON-2008	Variazione di areali di distribuzione di specie e di comunità terrestri e marine selezionate	T13	I
CON-5020	Perdita di diversità paesistica	T16	I
CON-5003	Qualità dei paesaggi fluviali sulla base dell'Indice di Funzionalità Fluviale	T16	S

*Ulteriori indicatori individuabili*

Relativi agli elementi scelti del paesaggio:

- Numero di componenti riconoscibili in area campione;
- Variazione di estensione delle tipologie di elementi scelti del paesaggio considerate.

## Rete di monitoraggio delle biodiversità: scheda di individuazione del sito n. 2

### CASO STUDIO: LAGO DI MASSACIUCCOLI

Tipologia ambientale del sito: lago costiero con ampia zona umida

Ecoregione: Coste

Autore della scheda: Gruppo di lavoro sui casi studio

Tematica considerata: fauna, vegetazione, paesaggio, ecosistema

*Criticità prese in considerazione per la selezione degli oggetti da monitorare (in grassetto le criticità prioritarie):*

**b1) distruzione, degrado, mutilazione di ambienti umidi, aree marino-costiere ed altri habitat di pregio dovuti all'espansione urbana e allo sviluppo della mobilità e del turismo,**

b2) accentuazione dei processi erosivi, frane e dissesti, rischi idraulici ed idrogeologici per effetto dell'urbanizzazione impropria (abusiva e non), dell'"artificializzazione" eccessiva delle reti idrografiche, dell'"accanimento ingegneristico" nei confronti del territorio,

**b6) frammentazione delle matrici ecologiche per effetto dell'espansione urbana, della diffusione pervasiva delle maglie infrastrutturali, dello sviluppo della mobilità e del turismo.**

*Elementi di valore da monitorare (endemismi, specie rare o minacciate, ecc)*

Individuare esempi di specie vegetali relictiche glaciali, rare o minacciate che possano servire da indicatori di eventuali fenomeni e tendenze in atto – id. specie acquatiche particolarmente vistose e indicatori di eutrofizzazione (acque, paludi, margini stradali con deposizione di sost. azotate).

#### Oggetti del monitoraggio, unità territoriale di riferimento e metodo di rilevamento:

Tipo	Oggetto	Unità territoriale di riferimento	Metodo di rilevamento
Specie singola	Specie vegetale indicatrice particolarmente sensibile alla salinità, da individuare	Confini dell'area protetta o comunque della zona umida	Rilievo di campo per rilevare la presenza / assenza della specie
Taxicenosì	Fitocenosi del canneto	Confini dell'area protetta o comunque della zona umida	Variazione storica (Volo GAI- volo più recente disponibile) della superficie del canneto valutata sulla base delle foto aeree
Taxicenosì	Fitocenosi dello sfagneto	Confini dell'area protetta o comunque della zona umida	Variazione storica (Volo GAI- volo più recente disponibile) della superficie del canneto valutata sulla base delle foto aeree.
Taxicenosì	Fitocenosi del lamineto (fitotaxicenosì preziosa)	Confini dell'area protetta o comunque della zona umida	Variazione storica (Volo GAI) della superficie del lamineto sulla base delle foto aeree (da verificare)
Taxicenosì	Orchidacee	Confini dell'area protetta o comunque della zona umida	Rilievo di campo per rilevare la presenza / assenza della specie più significative

segue

Tipo	Oggetto	Unità territoriale di riferimento	Metodo di rilevamento
Taxicenosì	Farfalle notturne	Area centrale del sito Raccolta mediante illuminazione artificiale e telo	Determinazione tassonomica
Taxicenosì	Macrofauna bentonica	Sezioni rappresentative di corsi d'acqua all'interno dei confini del parco	Indagine (presenza - assenza) di specie individuate tramite approfondimento tassonomico di unità sistematiche normalmente considerate per il calcolo dell'IBE
Taxicenosì	Invertebratofauna epigea	Almeno 5 habitat selezionati	Cattura mediante trappole a caduta ad aceto e determinazione tassonomica a diversi livelli sistematici
Taxicenosì	Entomocenosi fitofaghe	Rilievi su aree prative/arbustive	Raccolta mediante sfalcio e determinazione tassonomica a diversi livelli sistematici
Taxicenosì	Anfibi	Confini dell'area di studio	Determinazione tassonomica e confronti tra inventari di specie pregressi e attuali
Taxicenosì	Ornitofauna	Confini dell'area di studio	Determinazione tassonomica e confronti tra inventari di specie pregressi e attuali
Taxicenosì	Ittiofauna	Lago, canali, piccoli specchi d'acqua	Determinazione tassonomica e confronti tra inventari di specie pregressi e attuali (dati contenuti nelle Carte ittiche e altri dati pregressi) e valutazione delle variazioni di struttura di popolazione
Habitat	Habitat variati a causa delle criticità prese in esame	Confini dell'area protetta	Calcolo della variazione delle superfici vegetate per descrivere l'evoluzione dell'abbandono - avanzare di cespugli in prato e avanzare di bosco e abbandono in generale. Effettuare per questo confronto tra lettura Volo Gai del 1954 e foto aeree più recenti disponibili e realizzare una carta delle variazioni (GIS). Una volta individuate le aree variate, definire gli habitat presenti in esse attraverso una indagine speditiva e facendo riferimento alla lista EUNIS
Ecomosaico	Unità ecosistemiche che evidenzino le relazioni tra la zona umida e il piano di campagna coltivato	Confini dell'area protetta	Calcolo della variazione dell'ecomosaico inteso come spettro delle categorie di unità ecosistemiche comprese tra la zona umida e il piano di campagna coltivato, effettuando una serie di transetti da foto aeree
Variabile fisica 1	Salinità dell'acqua	Almeno 3 punti superficiali, eventualmente ripetere punti dove sono state effettuate analisi pregresse	Secondo protocolli di analisi normalmente utilizzati

*Numero minimo di siti da campionare nell'ambito dell'ecoregione con esempi di siti possibili per la tipologia:*

Farfalle notturne: un sito centrale all'area di studio

Macrofauna bentonica: un rilievo su almeno 5 situazioni diverse del corso d'acqua

Invertebrati epigei: almeno 3 ripetizioni all'interno di 5 tipologie di suolo/habitat disponibile

Entomocenosi fitofaghe: almeno 5 rilievi su diverse tipologie prative/arbustive disponibili

Ornitofauna: campionamento opportunistico in tutta l'area

Anfibi: campionamento opportunistico in tutta l'area

Ittiofauna: 5 rilievi in diverse tipologie di fiume

Per la componente vegetale si prevedono:

- 5 siti negli specchi d'acqua,
- 5 siti in prati torbosi ,
- 10 stazioni in ambiente marginale.

*Frequenza temporale del rilevamento distinto per oggetto*

*(C : continuo; B : annuale; L : pluriennale; V : variabile da caso a caso)*

Farfalle notturne: B

Macrofauna bentonica: B

Invertebrati epigei: C

Entomocenosi fitofaghe: B

Ornitofauna: L

Anfibi: L

Ittiofauna: V

Componente vegetale:

- 5 siti negli specchi d'acqua: C
- 5 siti in prati torbosi: C
- 10 stazioni in ambiente marginale: B

*Figure professionali esterne alle ARPA necessarie per completare il monitoraggio*

Farfalle notturne: esperti per determinazioni tassonomiche

Macrofauna bentonica: esperti per determinazioni tassonomiche

Invertebrati epigei: esperti per determinazioni tassonomiche

Entomocenosi fitofaghe: esperti per raccolte sul campo e per determinazioni tassonomiche

Ornitofauna: nessuna se esistono ornitologi

Anfibi: nessuna se esistono esperti competenti

Ittiofauna: esperti per determinazioni tassonomiche

Componente vegetale:

- 5 siti negli specchi d'acqua: borsisti con esperienza in campo floristico
- 5 siti in prati torbosi: borsisti con esperienza in campo floristico
- 10 stazioni in ambiente marginale: borsisti con esperienza in campo floristico

*Ruolo delle ARPA*

Farfalle notturne: raccolte e coordinamento delle determinazioni

Macrofauna bentonica: raccolte e coordinamento delle determinazioni

Invertebrati epigei: raccolte e coordinamento delle determinazioni

Entomocenosi fitofaghe: coordinamento

Ornitofauna: rilievi e analisi

Anfibi: rilievi e analisi

Ittiofauna: raccolte e coordinamento delle determinazioni

Componente vegetale: raccolte e coordinamento delle determinazioni; monitoraggio di fattori del suolo

*Indicatori collegati:*

Codice indicatore	Titolo dell'indicatore	Tema	DPSIR
CON-1003	Specie marine e terrestri diventate invasive	T12	P
CON-1007	Numero generale di specie animali e vegetali per gruppi selezionati)	T12	S
CON-1010	Condizione e trend di alcune specie o gruppi di specie animali e vegetali selezionati (terrestri e marine)	T12	S
CON-1009	Status di tipi di habitat protetti (terrestri e marini)	T12	S
CON-1018	Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per distruzione o alterazione di habitat	T12	I
CON-1011	Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per specie animali e vegetali selezionate	T12	I
CON-2004	Stato fenologico di alcune specie selezionate	T13	S
CON-2008	Variazione di areali di distribuzione di specie e di comunità terrestri e marine selezionate	T13	I
CON-5020	Perdita di diversità paesistica	T16	I
CON-5003	Qualità dei paesaggi fluviali sulla base dell'Indice di Funzionalità Fluviale	T16	S
CON-2003	Livello marino nelle aree costiere	T13	S

## Rete di monitoraggio delle biodiversità: scheda di individuazione del sito n. 3

### CASO STUDIO: MARATEA

Tipologia ambientale del sito: ambiente marino costiero e macchia mediterranea

Ecoregione: coste

Autore della scheda: Gruppo di lavoro sui casi studio

Tematiche considerata: fauna, vegetazione, paesaggio, ecosistema

*Criticità prese in considerazione per la selezione degli oggetti da monitorare (in grassetto le criticità prioritarie):*

**b1) distruzione, degrado, mutilazione di ambienti umidi, aree marino-costiere ed altri habitat di pregio dovuti all'espansione urbana e allo sviluppo della mobilità e del turismo,**

**b4) inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, inquinamento acustico e luminoso, "emergenza rifiuti", diffusione dei rischi accidentali, contaminazioni genetiche nocive, ecc., per effetto dell'aumento del traffico, dell'urbanizzazione e di sviluppi tecnologici insostenibili,**

**b6) frammentazione delle matrici ecologiche per effetto dell'espansione urbana, della diffusione pervasiva delle maglie infrastrutturali, dello sviluppo della mobilità e del turismo.**

*Elementi di valore da monitorare (endemismi, specie rare o minacciate, ecc)*

Per la componente vegetale:

- specie endemiche a rischio (Primula palinuri)
- tendenze delle principali comunità vegetali (lecceta, macchia, gramineto)
- vegetazione legnosa caducifolia
- vegetazione di spiagge e linea di costa
- vegetazione delle superfici coltivate

#### Oggetti del monitoraggio, unità territoriale di riferimento e metodo di rilevamento:

Tipo	Oggetto	Unità territoriale di riferimento	Metodo di rilevamento
Specie singola	Specie prioritaria europea (Primula palinuri)	Bacini idrografici da definire	Rilievo di campo per rilevare la presenza / assenza della specie
Specie singola	Altre specie vegetali importanti	Bacini idrografici da definire	Individuazione cartografica, documentazione fotografica, consistenza della popolazione e conteggio individui, tendenze riproduttive
Taxicenosì	Specie pioniere che ricolonizzano zone di frana	Bacini idrografici da definire	Rapporto attuale/ regresso
Taxicenosì	Specie pioniere che ricolonizzano zone di frana percorse da incendio	Bacini idrografici da definire	Rapporto attuale/regresso
Taxicenosì	Farfalle notturne	Area centrale del sito	Raccolta mediante illuminazione artificiale e telo; determinazione tassonomica
Taxicenosì	Entomocenosi fitofaghe	Rilievi su aree prative/arbustive	Raccolta mediante sfalcio e determinazione tassonomica a diversi livelli sistematici

segue

Tipo	Oggetto	Unità territoriale di riferimento	Metodo di rilevamento
Habitat	Vegetazione legnosa forestale	Bacini idrografici da definire	Rapporto tra sempreverdi (Lecceta) e caducifoglie
Habitat	Habitat variati a causa delle criticità prese in esame	Bacini idrografici da definire	Calcolo della variazione delle superfici vegetate per descrivere l'evoluzione dell'abbandono - avanzare di cespugli in prato e avanzare di bosco e abbandono in generale. Effettuare per questo confronto tra lettura Volo Gai del 1954 e foto aeree più recenti disponibili e realizzare una carta delle variazioni (GIS). Una volta individuate le aree variate, definire gli habitat presenti in esse attraverso una indagine speditiva e facendo riferimento alla lista EUNIS
Paesaggi rurali con carattere di permanenza	Elementi di paesaggio indicatori di antropizzazione e urbanizzazione delle coste	Bacini idrografici da definire	Confronto tra attuale e pregresso da transetti / foto aeree

*Numero minimo di siti da campionare nell'ambito dell'ecoregione con esempi di siti possibili per la tipologia:*

Farfalle notturne: Un sito centrale all'area di studio  
Entomocenosi fitofaghe: almeno 5 rilievi su diverse tipologie prative/arbustive disponibili  
Per la componente vegetale:  
specie endemiche a rischio (Primula palinuri): 3 rilievi  
tendenze delle principali comunità vegetali (lecceta, macchia, gramineto): 5 rilievi ripetuti tre volte  
vegetazione legnosa caducifoglie: 5 rilievi  
vegetazione di spiagge e linea di costa: 3 rilievi  
vegetazione delle superfici coltivate: 5 rilievi

*Frequenza temporale del rilevamento distinto per oggetto  
(C : continuo; B : annuale; L : pluriennale; V : variabile da caso a caso)*

Farfalle notturne: B  
Entomocenosi fitofaghe: B  
Per la componente vegetale:  
specie endemiche a rischio (Primula palinuri): B  
tendenze delle principali comunità vegetali (lecceta, macchia, gramineto): B  
vegetazione legnosa caducifoglie: L  
vegetazione di spiagge e linea di costa: B  
vegetazione delle superfici coltivate: L

*Figure professionali esterne alle ARPA necessarie per completare il monitoraggio*

Farfalle notturne: esperti per determinazioni tassonomiche  
Entomocenosi fitofaghe: esperti per raccolte sul campo e per determinazioni tassonomiche  
Per la componente vegetale:  
specie endemiche a rischio (Primula palinuri): borsisti con esperienza in campo floristico

tendenze delle principali comunità vegetali (lecceta, macchia, gramineto): tassonomi vegetali con esperienza pluriennale  
 vegetazione legnosa caducifoglie: tassonomi vegetali con esperienza pluriennale  
 vegetazione di spiagge e linea di costa: borsisti con esperienza in campo floristico  
 vegetazione delle superfici coltivate: agronomi e tecnici agrari

#### *Ruolo delle ARPA*

Farfalle notturne: esperti per determinazioni tassonomiche  
 Entomocenosi fitofaghe: esperti per raccolte sul campo e per determinazioni tassonomiche  
 Per la componente vegetale:  
 specie endemiche a rischio (Primula palinuri): raccolte e coordinamento dati tendenze delle principali comunità vegetali (lecceta, macchia, gramineto): raccolte e coordinamento delle determinazioni; monitoraggio di fattori del suolo; monitoraggio incendi  
 vegetazione legnosa caducifoglie: raccolte e coordinamento delle determinazioni; monitoraggio di fattori del suolo; monitoraggio incendi  
 vegetazione di spiagge e linea di costa: raccolte e coordinamento dati; dati su erosione; dati urbanistic  
 vegetazione delle superfici coltivate: indagine situazioni pregresse

#### *Indicatori collegati*

Codice indicatore	Titolo dell'indicatore	Tema	DPSIR
CON-1003	Specie marine e terrestri diventate invasive	T12	P
CON-1007	Numero generale di specie animali e vegetali per gruppi selezionati)	T12	S
CON-1010	Condizione e trend di alcune specie o gruppi di specie animali e vegetali selezionati (terrestri e marine)	T12	S
CON-1009	Status di tipi di habitat protetti (terrestri e marini)	T12	S
CON-1018	Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per distruzione o alterazione di habitat	T12	I
CON-1011	Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per specie animali e vegetali selezionate	T12	I
CON-2004	Stato fenologico di alcune specie selezionate	T13	S
CON-2008	Variazione di areali di distribuzione di specie e di comunità terrestri e marine selezionate	T13	I
CON-5020	Perdita di diversità paesistica	T16	I
CON-5003	Qualità dei paesaggi fluviali sulla base dell'Indice di Funzionalità Fluviale	T16	S
CON-2003	Livello marino nelle aree costiere	T13	S



## Rete di monitoraggio delle biodiversità scheda di individuazione del sito n. 4

### CASO STUDIO: OASI DI CASTELPORZIANO

Ecoregione: Fasce preappenniniche e costa

Tematica considerata: vegetazione, fauna, paesaggio, ecomosaico

*Criticità prese in considerazione per la selezione degli oggetti da monitorare (in grassetto le criticità prioritarie):*

Si tratta di una riserva naturale con vegetazione forestale longeva, attualmente si nota una difficoltà di rinnovazione per le specie arboree (querce), che può essere ricondotta a cause climatiche, idrologia del suolo oppure concorrenza di specie selvatiche come daini e cinghiali. Osservatorio per variazioni a lungo termine nella problematica global change.

a) criticità connesse al global change, quali:

a1) fusione dei ghiacciai ed analoghi effetti dei cambiamenti climatici,

a2) desertificazione,

**a3) alterazioni dei cicli delle acque, innalzamento livelli marini e picchi di piena ecc.,**

a4) inquinamenti di lunga distanza, acidificazione atmosferica ecc.

b) criticità connesse all'intensificazione e diffusione delle pressioni antropiche, quali:

b1) distruzione, degrado, mutilazione di ambienti umidi, aree marino-costiere ed altri habitat di pregio dovuti all'espansione urbana e allo sviluppo della mobilità e del turismo,

**b2) accentuazione dei processi erosivi, frane e dissesti, rischi idraulici ed idrogeologici per effetto dell'urbanizzazione impropria (abusiva e non), dell'"artificializzazione" eccessiva delle reti idrografiche, dell'"accanimento ingegneristico" nei confronti del territorio,**

b3) sprechi e consumi insostenibili di energia e di risorse scarse (risorse idriche, suoli d'elevata capacità, formazioni forestali di pregio e boschi vetusti, ecc.), per effetto della dispersione insediativa, dello sviluppo del turismo e delle modificazioni nei modelli di consumo e di mobilità,

**b4) inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, inquinamento acustico e luminoso, "emergenza rifiuti", diffusione dei rischi accidentali, contaminazioni genetiche nocive, ecc., per effetto dell'aumento del traffico, dell'urbanizzazione e di sviluppi tecnologici insostenibili,**

b5) perdita di diversità paesistica, erosione delle matrici rurali e dei paesaggi agrari (soprattutto di quelli "di piccola scala"), uniformazione ed ipersemplificazione paesistica per effetto dell'industrializzazione e "modernizzazione" dell'agricoltura e delle attività silvocolturali,

b6) frammentazione delle matrici ecologiche per effetto dell'espansione urbana, della diffusione pervasiva delle maglie infrastrutturali, dello sviluppo della mobilità e del turismo.

c) criticità connesse alle ridistribuzione spaziale degli insediamenti e delle attività antropiche, all'esodo montano e rurale, all'indebolimento o alla scomparsa delle attività di presidio e manutenzione del territorio, ecc.:

c1) perdita di paesaggi agrari e pastorali, rinselvatichimento e riforestazione per effetto di processi di spopolamento, abbandono e delocalizzazione produttiva,

c2) destabilizzazione idrogeologica, scomparsa dei terrazzamenti e delle sistemazioni idraulico-forestali, sospensione della gestione dei boschi, ecc., per effetto dei processi di cui sopra,

c3) infragilimento e ruderizzazione del patrimonio insediativo diffuso e dei relativi paesaggi rurali, per effetto dei processi di cui sopra.

*Elementi di valore da monitorare (endemismi, specie rare o minacciate, ecc)*

Per la componente vegetale si evidenziano i seguenti elementi: cerreta, lecceta, prati aperti a *Dasyphyrum*, pratelli a *Tuberaria guttata*, stagni permanenti, ambienti di spiaggia.

Oggetti del monitoraggio, unità territoriale di riferimento e metodo di rilevamento:			
Tipo	Oggetto	Unità territoriale di riferimento	Metodo di rilevamento
Taxicenosì	Farfalle notturne	3 aree del sito	Raccolta mediante illuminazione artificiale e telo; determinazione tassonomica
Taxicenosì	Invertebratofauna epigea	Almeno 5 habitat selezionati	Cattura mediante trappole a caduta ad aceto e determinazione tassonomica a diversi livelli sistematici
Taxicenosì	Entomocenosi fitofaghe	Rilievi su aree prative/arbustive	Raccolta mediante sfalcio e determinazione tassonomica a diversi livelli sistematici
Taxicenosì	Cerreta	5 aree del sito	Conteggio individui, rinnovazione
Taxicenosì	Lecceta	5 aree del sito	Conteggio individui, rinnovazione
Taxicenosì	Prati aperti a <i>Dasyphyrum</i>	10 aree del sito	Rilievo vegetazionale
Taxicenosì	Pratelli a <i>Tuberaria guttata</i>	3 aree del sito	Conteggio individui, specie aliene
Taxicenosì	Stagni permanenti	3 aree del sito	Rilievo vegetazionale
Taxicenosì	Ambienti di spiaggia	5 aree del sito	Rilievo vegetazionale, superfici coperte

*Numero minimo di siti da campionare nell'ambito dell'ecoregione con esempi di siti possibili per la tipologia:*

Farfalle notturne: almeno tre siti dell'area di studio

Invertebrati epigei: almeno 3 ripetizioni all'interno di 5 tipologie di suolo/habitat disponibile

Entomocenosi fitofaghe: almeno 5 rilievi su diverse tipologie prative/arbustive disponibili

Ornitofauna: campionamento opportunistico in tutta l'area

Anfibi: campionamento opportunistico in tutta l'area

Per la componente vegetale:

Cerreta: 5 aree del sito

Lecceta: 5 aree del sito

Prati aperti a *Dasyphyrum*: 10 aree del sito

Pratelli a *Tuberaria guttata*: 3 aree del sito

Stagni permanenti: 3 aree del sito

Ambienti di spiaggia: 5 aree del sito

*Frequenza temporale del rilevamento distinto per oggetto (C : continuo; B : annuale; L : pluriennale; V : variabile da caso a caso)*

Farfalle notturne: B

Invertebrati epigei: C

Entomocenosi fitofaghe: B

Ornitofauna: L

Anfibi: L

Per la componente vegetale:

Cerreta, lecceta, prati aperti a *Dasypyrum*, pratelli a *Tuberaria guttata*, stagni permanenti e ambienti di spiaggia: B

Per la rinnovazione controlli mensili durante la germinazione: V

*Figure professionali esterne alle ARPA necessarie per completare il monitoraggio*

Farfalle notturne: esperti per determinazioni tassonomiche

Invertebrati epigei: esperti per determinazioni tassonomiche

Entomocenosi fitofaghe: esperti per raccolte sul campo e per determinazioni tassonomiche

Ornitofauna: nessuna se esistono ornitologi

Anfibi: nessuna se esistono esperti competenti

Per la componente vegetale:

Cerreta: borsisti con esperienza in campo floristico, esperti forestali e faunisti

Lecceta: borsisti con esperienza in campo floristico, esperti forestali e faunisti

Prati aperti a *Dasypyrum*: tassonomi vegetali con esperienza pluriennale

Pratelli a *Tuberaria guttata*: tassonomi vegetali con esperienza pluriennale

Stagni permanenti: borsisti con esperienza in campo floristico, esperti idrologia

Ambienti di spiaggia: borsisti con esperienza in campo floristico

*Ruolo delle ARPA*

Farfalle notturne: raccolte e coordinamento delle determinazioni

Invertebrati epigei: raccolte e coordinamento delle determinazioni

Entomocenosi fitofaghe: coordinamento

Ornitofauna: rilievi e analisi

Anfibi: rilievi e analisi

Per la componente vegetale e per tutte le aree da censire: raccolta e coordinamento delle determinazioni, monitoraggio di fattori del suolo, rilievo degli inquinanti atmosferici e della falda idrica e monitoraggio faunistico.

Indicatori collegati:

Codice indicatore	Titolo dell'indicatore	Tema	DPSIR
CON-1003	Specie marine e terrestri diventate invasive	T12	P
CON-1007	Numero generale di specie animali e vegetali per gruppi selezionati)	T12	S
CON-1010	Condizione e trend di alcune specie o gruppi di specie animali e vegetali selezionati (terrestri e marine)	T12	S
CON-1009	Status di tipi di habitat protetti (terrestri e marini)	T12	S
CON-1018	Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per distruzione o alterazione di habitat	T12	I
CON-1011	Perdita di biodiversità (terrestre e marina) per specie animali e vegetali selezionate	T12	I
CON-2004	Stato fenologico di alcune specie selezionate	T13	S
CON-2008	Variazione di areali di distribuzione di specie e di comunità terrestri e marine selezionate	T13	I
CON-5020	Perdita di diversità paesistica	T16	I
CON-5003	Qualità dei paesaggi fluviali sulla base dell'Indice di Funzionalità Fluviale	T16	S

**Tabella A: Distribuzione indicativa delle tipologie ambientali e delle relative associazioni vegetali caratteristiche**

Tipologie ambientali	Associazioni vegetali caratteristiche
Ghiacciai, ambienti di vetta	Androsacetalia
Pascolo di altitudine (substrato calcareo)	Seslerietalia
Pascolo di altitudine mediterraneo	Seslerietalia tenuifolia
Pascolo di altitudine (substrato siliceo)	Curvuletum, Nardetum
Arbusteto subalpino	Rhododendretum, Anterselva Antholz
Bosco di conifere a Picea	Piceetum
Bosco di conifere a Pinus	pinete alpine
Bosco di conifere a Pinus	pinete mediterranee montane
Bosco di conifere a Pinus	pinete litorali
Bosco caducifoglio montano	Faggeta
Bosco querceto misto	Cerro e roverella
Bosco querceto misto	Rovere e farnia
Prato arido steppico	Brometalia
Bosco sempreverde	Quercion ilicis
Macchia mediterranea. Su substrato calcareo	Ampelodesmetum
Macchia mediterranea su substrato siliceo	Cisteto
Prato stabile	Arrhenatheretum
Ambienti semi-aridi	Lygeo-Stipetalia
Dune	Ammophiletum
Ambienti salsi	Salicornietum
Rupi stillicidiose	Adiantetea
Aste fluviali	Vegetazione di sponda
Stagni e paludi	Cariceti
Stagni e paludi	Cariceti
Ambienti sottomarini	popolamenti bentonici

Tabella B: ecotopi individuati nell'area di studio <sup>7</sup>

Val. IRNA	Ecotopi	Criteri in ordine di importanza					
		1° Unicità	2° Spec Funz	3° Nat.	4° Compl .Strutt.	5° n° specie	6° rarietà
5	Seminativi semplici su conglomerati	5	6	2	3	9	7
2	Seminativi semplici su versanti delle argille neogeniche: cambisuoli e luvisuoli	1	5	2	3	8	2
2	Seminativi semplici su depositi franchi del Neogene: cambisuoli	1	5	2	3	8	2
2	Seminativi semplici su versanti dolci dei conglomerati: cambisuoli e luvisuoli	1	5	2	3	8	2
4	Seminativi arborati su conoidi di deiezione del calcare cavernoso: luvisuoli	4	4	3	4	9	11
4	Seminativi arborati su versanti dolci dei conglomerati: cambisuoli e subordinatamente luvisuoli	4	4	3	4	9	11
7	Pascoli su depositi franchi del Neogene: cambisuoli	5	8	4	4	11	11
3	Boschi cedui di scierofille su dorsali del calcare cavernoso: regosuoli e leptosuoli	2	4	5	5	2	1
3	Boschi cedui di sclerofille su versanti ripidi dei conglomerati: cambisuoli e subordinatamente luvisuoli	2	4	5	5	3	1
3	Boschi cedui di sclerofille su versanti dolci dei conglomerati: cambisuoli e subordinatamente luvisuoli	2	4	5	5	3	1
5	Boschi cedui a cerro su bacini colluviali e accumuli poligenici di valle: cambisuoli, subordinatamente luvisuoli	1	4	6	7	11	11
2	Boschi cedui a roverella su versanti del calcare cavernoso: regosuoli e leptosuoli	1	3	6	6	4	6
4	Boschi cedui a cerro su pianure alluvionali recenti e antiche: fluvisuoli e cambisuoli	1	4	6	7	7	11
4	Boschi cedui a cerro su versanti delle marne e argilliti: regosuoli e subordinatamente cambisuoli	1	4	6	7	5	11
6	Boschi cedui a cerro su terrazzi fluviali: luvisuoli	2	5	6	7	7	11
4	Boschi cedui a cerro su depositi franchi del Neogene: cambisuoli	1	4	6	7	6	11
4	Boschi cedui a cerro su versanti ripidi dei conglomerati: cambisuoli e subordinatamente luvisuoli	1	4	6	7	10	11
7	Boschi cedui a cerro su versanti dolci dei conglomerati: cambisuoli e luvisuoli	2	5	6	8	10	11
10	Boschi ripari ad acero su bacini colluviali e accumuli poligenici di valle: cambisuoli e fluvisuoli	7	9	6	8	12	9
10	Boschi ripari ad acero su depositi franchi del Neogene: cambisuoli	7	9	6	8	12	9
7	Macchia a gariga su bacini colluviali e accumuli poligenici di valle: cambisuoli e subordinatamente luvisuoli	3	8	5	5	13	10
1	Invaso asciutto Poggio Cavallo su depositi franchi del Neogene	4	1	1	1	1	4
1	Invaso asciutto Camerone su bacini colluviali e accumuli poligenici di valle	4	1	1	1	1	4
6	Lago	6	7	5	2	5	8
1	Diga	4	2	1	2	3	5

Legenda: I criteri sono ordinati per importanza decrescente (ossia per peso relativo decrescente) da sinistra a destra. Nelle colonne dei criteri sono indicati i valori degli ecotopi, in ordinamento progressivo, rispetto ai criteri utilizzati (1 = ecotopo a valore minimo per quel criterio).

Val. IRNA – valore IRNA attribuito ai singoli ecotopi

Unicità – criterio di unicità

Spec. Funz. – criterio di specificità funzionale

Nat.- criterio di naturalità

Compl. Strutt. – criterio di complessità strutturale

N° di specie – criterio di ricchezza in specie

Rarità – criterio di rarità

**Tabella C : Usi e copertura del suolo in percentuale per ambiti sub-nazionali (fonte Corine Land Cover III raggr., CED-Ppn, Thomasset)**

Ambiti	aree naturali %	pascoli %	boschi %	agricole %	insed. %	tot %
1. ALPI	29,3	7,8	41,8	18,6	2,5	100
1.1 Alpi Occidentali	35,6	11,8	35,5	15,1	2,0	100
1.2 Alpi Orientali	26,1	5,8	45,1	20,4	2,7	100
2. PIANURA PADANA	5,0	0,1	4,3	81,6	9,1	100
3. APPENNINI E TERR. PENINS.	9,1	4,1	27,5	55,9	3,4	100
3.1 Appennino settentrionale	10,2	2,4	52,0	32,9	2,5	100
3.2 Appennino centrale	11,5	8,0	39,0	39,6	2,0	100
3.3 Appennino meridionale	9,8	5,6	24,2	59,0	1,3	100
3.4 Appennino calabro-siculo	13,1	4,5	25,4	54,0	3,0	100
<i>Appennino montano</i>	<i>11,2</i>	<i>5,4</i>	<i>35,7</i>	<i>45,6</i>	<i>2,2</i>	<i>100</i>
3.5 Fascia tirrenica	7,7	0,7	23,2	62,3	6,1	100
3.6 Fascia adriatica centrale	2,8	0,2	4,5	87,4	5,1	100
3.7 Fascia adriatica-ionica	4,5	5,4	6,5	79,7	3,9	100
<i>Terre peninsulari</i>	<i>5,9</i>	<i>2,2</i>	<i>14,7</i>	<i>72,0</i>	<i>5,2</i>	<i>100</i>
4. ISOLE	19,4	6,0	10,6	60,6	3,3	100
4.1 Isole Sicilia (escl. App. Siculo)	7,1	6,5	3,6	78,3	4,5	100
4.2 Isole Sardegna	28,1	5,8	15,9	47,9	2,3	100
4.3 Isole Minori	40,8	3,2	14,9	33,3	7,9	100
ITALIA	13,3	4,3	23,5	54,7	4,2	100
5. COSTE (fascia sovrapposta)	14,9	3,1	11,1	62,9	8,0	100

Tabella D: Popolazione, superfici montane e comuni per ambiti sub-nazionali (fonte ISTAT 1991 e 1993, elab. CED-Ppn)

Ambiti	Superficie territoriale* (ha)	% su Italia	Superficie montana (ha)	% montana	Popolazione residente al 1991	% montana	N° comuni	% su Italia	N° comuni parz o tot montani	% montani	N° province **
1. ALPI	5.169.905	17,2	4.943.727	95,6	4.369.278	74,1	1.693	20,9	1.626	96,0	22
1.1 Alpi Occidentali	1.768.488	5,9	1.668.099	94,3	1.358.928	67,0	664	8,2	621	93,5	7
1.2 Alpi Orientali	3.401.417	11,3	3.275.628	96,3	3.010.350	77,4	1.029	12,7	1.005	97,7	15
2. PIANURA PADANA	5.324.214	17,7	100.079	1,9	19.038.466	236,433	2.490	30,7	114	4,6	31
3. APPENNINI E TERR. PENINS.	15.334.726	51,0	8.970.309	58,5	27.976.434	5.882,563	3.305	40,8	2.116	64,0	59
3.1 Appennino settentrionale	2.199.449	7,3	1.882.098	85,6	2.804.592	996,472	466	5,8	419	89,9	21
3.2 Appennino centrale	3.013.276	10,0	2.720.206	90,3	2.387.397	1.724,978	626	7,7	615	98,2	16
3.3 Appennino meridionale	2.164.951	7,2	1.798.574	83,1	1.977.306	1.248,968	538	6,6	448	83,3	9
3.4 Appennino calabro-siculo	2.016.884	6,7	1.309.938	64,9	3.216.707	929,633	535	6,6	353	66,0	7
Appennino montano	9.394.560	31,2	7.710.816	82,1	10.386.002	4.900,051	2.165	26,7	1.835	84,8	48
3.5 Fascia tirrenica	3.048.856	10,1	737.593	24,2	11.370.821	570,468	600	7,4	180	30,0	15
3.6 Fascia adriatica centrale	882.908	2,9	161.483	18,3	2.077.024	137,112	295	3,6	68	23,1	8
3.7 Fascia adriatica-ionica	2.008.402	6,7	360.417	17,9	4.142.587	274,932	245	3,0	33	13,5	6
Terre peninsulari	5.940.166	19,7	1.259.493	21,2	17.590.432	982,512	1.140	14,1	281	24,6	29
4. ISOLE	4.260.994	14,2	2.215.686	52,0	5.393.853	1.106,270	612	7,6	312	51,0	24
4.1 Isole Sicilia (escl. App. Sicula)	1.802.326	6,0	390.015	21,6	3.608.450	240,269	207	2,6	66	31,9	8
4.2 Isole Sardegna	2.385.378	7,9	1.772.665	74,3	1.630.571	803,892	373	4,6	229	61,4	4
4.3 Isole Minori	73.290	0,2	53.006	72,3	154.832	62,109	32	0,4	17	53,1	12
ITALIA	30.089.839	100	16.229.801	53,9	56.778.031	10.464,526	8.100	100	4.168	51,5	98
5. COSTE (fascia sovrapposta)	4.202.832	14,0	1.124.522	26,8	16.726.165	1.102,771	639	7,9	240	37,6	53

\* La superficie territoriale derivante dalla somma dei comuni non corrisponde esattamente a quella pubblicata sul volume dell'ISTAT Le regioni in cifre, edizione 1992

\*\* Alcune province sono interessate da più ambiti

Tabella E: Superficie, comuni, popolazione ed altri dati per ambiti sub-nazionali (fonte: ISTAT 1991 e 1998, elab. LARTU)

Ambiti	Superficie territoriale* (ha)	N° comuni	N° province**	Popolazione residente al 1861	Popolazione residente al 1951	Popolazione residente al 1991	Popolazione residente al 1998	Variazione della popolazione 1951-1991	Variazione della popolazione 1991-1998	Densità della popolazione al 1998	Tasso di attività al 1991	Tasso di attività in agricoltura al 1991	Indice di non-uso abitativo al 1991
1. ALPI	5.169.905	1.693	22	1.663.911	4.060.396	4.369.278	4.463.493	7,61	2,16	86,34	43,40	5,49	34,19
1.1 Alpi Occidentali	1.768.488	664	7	1.163.813	1.212.836	1.358.928	1.379.576	12,05	1,52	78,01	43,50	7,20	42,07
1.2 Alpi Orientali	3.401.417	1.029	15	500.098	2.847.560	3.010.350	3.083.917	5,72	2,44	90,67	43,35	4,71	29,38
2. PIANURA PADANA	5.324.214	2.490	31	5.956.492	14.951.874	19.038.466	19.329.237	27,33	1,53	363,04	45,44	4,40	11,30
3. APPENNINI E TERR.													
PENINS.	15.334.726	3.305	59	12.161.191	23.829.613	27.976.434	28.340.833	17,40	1,30	184,81	40,60	8,00	23,20
3.1 Appennino settentrionale	2.199.449	466	21	1.824.430	2.995.814	2.804.592	2.775.486	-6,38	-1,04	126,19	41,45	4,24	26,57
3.2 Appennino centrale	3.013.276	626	16	1.741.892	2.709.502	2.387.397	2.422.144	-11,89	1,46	80,38	40,23	7,55	27,85
3.3 Appennino meridionale	2.164.951	538	9	1.675.849	2.181.601	1.977.306	2.017.049	-9,36	2,01	93,17	39,48	16,87	28,39
3.4 Appennino calabro-siculo	2.016.884	535	7	1.747.002	3.049.219	3.216.707	3.237.748	5,49	0,65	160,53	38,35	13,50	31,11
Appennino montano	9.394.560	2.165	48	6.989.173	10.936.136	10.386.002	10.452.427	-5,03	0,64	111,26	39,84	10,15	28,56
3.5 Fascia tirrenica	3.048.856	600	15	2.800.798	7.932.800	11.370.821	11.555.025	43,34	1,62	379,00	41,47	4,01	16,44
3.6 Fascia adriatica centrale	882.908	295	8	1.058.093	1.730.637	2.077.024	2.146.662	20,02	3,35	243,14	43,20	7,42	22,15
3.7 Fascia adriatica-ionica	2.008.402	245	6	1.313.127	3.230.040	4.142.587	4.186.719	28,25	1,07	208,46	38,82	14,48	25,52
Terre peninsulari	5.940.166	1.140	29	5.172.018	12.893.477	17.590.432	17.888.406	36,43	1,69	301,14	41,05	6,77	19,38
4. ISOLE	4.260.994	612	24	2.360.784	4.673.654	5.393.853	5.423.119	15,41	0,54	127,27	37,64	9,61	29,14
4.1 Isole Sicilia	1.802.326	207	8	1.652.818	3.270.416	3.608.450	3.645.191	10,34	1,02	202,25	36,37	10,50	30,31
4.2 Isole Sardegna	2.385.378	373	4	600.228	1.258.331	1.630.571	1.610.763	29,58	-1,21	67,53	40,28	8,33	24,21
4.3 Isole Minori	73.290	32	12	107.738	144.907	154.832	167.165	6,85	7,97	228,09	39,31	4,23	43,00
ITALIA	30.089.839	8.100	98	22.142.378	47.515.537	56.778.031	57.556.682	19,49	1,37	191,28	42,16	6,64	21,15
5. COSTE (fascia sovrapposta)	4.202.832	639	53	4.299.259	12.572.584	16.726.165	15.704.058	33,04	-6,11	373,65	40,33	5,02	26,85

\* La superficie territoriale derivante dalla somma dei comuni non corrisponde esattamente a quella pubblicata sul volume dell'ISTAT Le regioni in cifre, edizione 1992

\*\* Alcune province sono interessate da più ambiti





