



INTERREG IV ITALIA-SLOVENIA 2007-2013 IN ATTUAZIONE DEL PROGETTO  
DALL'ACRONIMO CLIMAPARKS  
"CAMBIAMENTI CLIMATICI E GESTIONE DELLE AREE PROTETTE"

**Relazione tecnica sulla metodologia e il primo anno di  
rilevamento relativo ai monitoraggio e all'analisi  
dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità nel  
Parco Naturale delle Dolomiti Friulane**



Foto M. Cassol

**Giuseppe Oriolo**

**Maggio 2013**

## Sommario

1 Parte generale .....	3
1.1. Introduzione.....	3
1.2 Cambiamenti climatici e monitoraggi.....	5
1.3 La metodologia di rilevamento dei dati .....	6
1.4 Aspetti critici.....	9
2 Parte specifica.....	11
2.1 Parco Naturale Regionale delle Dolomiti Friulane .....	11
2.1.1 La scelta dell'area di indagine .....	11
2.1.2 Il rilevamento dello stato zero.....	11
2.1.3 Considerazione sui dati e sui risultati .....	12
2.1.4 Attività future e scenari di monitoraggio.....	12
2.1.5 Bibliografia .....	15

# 1 Parte generale

## 1.1. INTRODUZIONE

Il progetto Climaparks affronta in modo integrato ed articolato diversi temi relativi alle conseguenze dei cambiamenti climatici sui sistemi biologici ed ecologici. Esso prevede azioni pratiche di miglioramento energetico delle strutture funzionali delle aree protette, azioni divulgative e di sensibilizzazione, ma anche l'impostazione di monitoraggi scientifici di medio e lungo periodo. In questo modo esso rende sempre più forte ed evidente anche il ruolo di laboratorio di idee, di metodi e conoscenze che le aree protette rivestono oggi.

Il tema dei cambiamenti climatici è al centro di numerosi dibattiti sia tecnici che politici. Il tema va quindi affrontato da diverse angolature e prospettive, ma sono di importanza fondamentale i dati che permettano di verificare nei decenni gli effetti di dinamiche climatiche sulla componente biologica dell'alta montagna: per arrivare a ciò serve un quadro di riferimento progettuale di ampio respiro finalizzato all'impostazione di monitoraggi pluridecennali, che mal si accordano con la gestione e la pianificazione ordinaria delle attività di un'area protetta.

Ovviamente il tema generale dei cambiamenti climatici e del loro riflesso sulle specie animali vegetali e sulle loro comunità è oggi al centro di molte politiche. Il livello delle conoscenze dell'effetto dell'aumento della temperatura media sulla biologia ed ecologia delle specie è ancora ridotto se non per alcune di essi e perciò il loro stesso valore di indicatore biologico è ancora da valutare fino in fondo. Mentre per dati di tipo chimico fisico abbiamo serie storiche rilevanti su cui effettuare valutazioni statisticamente solide (difatti il tema è più quello delle cause artificiali degli aumenti di temperatura oppure del loro collegamento ai naturali cicli climatici), per la componente biologica abbiamo ancora risultanze singole. Sono noti sfasamenti nei cicli fenantesici di alcune specie, dati sulla diffusione di specie spesso ruderali ed avventizie, di cambiamenti progressivi di alcune componenti biologiche degli ecosistemi, molti dei quali marini. In realtà esistono anche progetti di ampio respiro sulle variazioni delle vegetazioni cacuminali di tutto il mondo che forniscono solide basi di dati (Gottfried M. et al. 2012, Grabherr G. et. al, 2010), ma resta ancora da capire quali adattamenti biologici siano misurabili. Sappiamo quanto la scala dei fenomeni sia complessa, dalle piccole modifiche fisiologiche a quelle biologiche e infine a quelle ecologiche. Si pensi poi a quanto sia difficile apprezzare modiche qualitative sulla diffusione di specie e sulla composizione di ecosistemi che sono di per sé in continua fluttuazione riguardo ai rapporti quantitativi tra specie e che a loro volta si inseriscono in linee dinamiche naturali (e artificiali) anche complesse.

L'impostazione di un monitoraggio, con dati raccolti attraverso una metodologia condivisa, può fornire informazioni molto utili per l'interpretazione futura delle dinamiche in atto in risposta ai cambiamenti climatici globali.

Ovviamente i dati devono in qualche modo essere depurati dalle risposte ad altri

fenomeni primari e secondari che comunque avvengono di continuo in tutti gli ecosistemi ovvero dalle fluttuazioni cicliche spontanee, dalle dinamiche progressive o regressive naturali e dalle dinamiche secondarie ad esempio di ricolonizzazione di pascoli abbandonati (o anche per diminuzione o aumento del numero di ungulati in alta montagna). Quindi la scelta dell'area di campionamento e il posizionamento dei plot rivestono un ruolo essenziale per permettere un corretto monitoraggio degli effetti dei cambiamenti climatici e non delle dinamiche endogene naturali dei sistemi ecologici di alta quota (che comunque meritano una notevole attenzione per comprendere meglio i modelli naturali da cui si può discostare).

Altro tema dibattuto è quello dell'efficacia delle risposte negli ambienti alpini in cui le specie tendono ad avere cicli vitali lenti e prolungati anche in risposta a periodi vegetativi molto brevi. Le indagini effettuate rispondono ad esigenze di tipo scientifico, ma questo tema può essere efficacemente affrontato coniugando sensibilità e divulgazione e coinvolgendo anche le scuole e gli appassionati escursionisti. Proponendo dei sistemi di raccolta di dati che potremmo definire "facili" (ma solo perché la loro raccolta non richiede elevate conoscenze tecniche), è possibile contemporaneamente raccogliere informazioni che sul lungo periodo saranno molto utili (ad esempio inizio e fine delle fioritura di alcune specie o variazioni dei limiti altitudinali di altre) e favorire una diffusione di questi sensibili temi ambientali. In questo modo sarà anche possibile facilitare la presa di coscienza che fenomeni considerati globali (e per questo un po' astratti e lontani) possono entrare nell'esperienza quotidiana.

## 1.2 CAMBIAMENTI CLIMATICI E MONITORAGGI

La risposta biologica ed ecologica è certamente più complessa da analizzare rispetto all'analisi chimico fisica. D'altro canto essa è ritenuta sempre più importante ed in alcuni casi predominanti (es. indici biotici nella qualità delle acque). E' complessa perché da un lato si modula a vari livelli (adattamento fisiologico, morfologico, biologico ed ecologico) dall'altro perché vanno isolate, ove possibile, le risposte ad un determinato stimolo rispetto a dinamiche naturali primarie e secondarie (oltre che da fenomeni di fluttuazione che non seguono una direzione precisa). Non a caso o la metodologia proposta per Climaparks è stata sviluppata per vegetazioni primarie pioniere dell'antartide, a basse coperture (Cannone, 2004). Nel caso dell'alta montagna e delle relazioni con i fenomeni di deglaciazione si tratta di osservare risposte ad una variazione (scioglimento dei ghiacciai) e quindi in un certo senso si valuta un effetto indiretto e non diretto alle possibili variazioni climatiche. Infine la scala temporale dei fenomeni causali e delle risposte biologiche sono spesso differenti e questo rende più complessa la definizione delle opportune relazioni di causa effetto.

I dati raccolti e la loro analisi dovrebbero anche permettere una chiara distinzione fra dinamiche primarie e secondarie ovvero ricolonizzazione di pascoli oppure normale dinamica evolutiva da ghiaie a praterie discontinue e poi praterie evolute e infine arbusteti. Questo ragionamento deve essere anche alla base della scelta delle aree di indagine che dovrebbero situarsi al di sopra della fascia subalpina, principalmente in quella nivale.

Importante è inoltre inserire il progetto sia dal punto di vista della metodologia del rilevamento sia nella analisi dei dati in contesti più vasti e possibilmente collegarsi ad altri sistemi internazionali per avere anche la possibilità di confrontare i dati ottenuti. Si pensi ad esempio al progetto GLORIA Iniziativa di ricerca a livello globale in ambiente alpino (si veda a tale proposito il sito <http://www.gloria.ac.at/> anche per la vasta bibliografia riportata e spesso direttamente scaricabile e che rappresenta un punto di riferimento per questo tipo di analisi).

In generale è opportuno porsi domande sugli obiettivi e trovare il metodo di rilevamento e l'approccio metodologico in generale che meglio si adatta a questi obiettivi.

Esempi di temi da affrontare:

- A) Cosa vogliamo monitorare, cosa ci aspettiamo e quali possono essere le normali linee dinamiche con cui ci dobbiamo confrontare (ovvero modificate, rallentate, accelerate?)
- B) Cerchiamo serie dinamiche "naturali" su cui effettuare il confronto e come possiamo gestire i dati
- C) Quali analisi dei dati e con che dati possiamo confrontarci per comprendere se le eventuali modifiche sul medio e lungo periodo siano dipendenti da "climate

change”

- D) La relazione costi/benefici del metodo che intendo proporre è valida e sostenibile nel lungo periodo dagli Enti Parco che dovranno reperire le risorse necessarie al di fuori del Progetto Climaparks?

La relazione metodologica presentata nell'ambito del Wp2 ovvero Progettazione di una metodologia di monitoraggio e di analisi dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, per quanto attiene la componente vegetale, solo in parte risponde a queste esigenze. Va anche evidenziato che alcune parti delle analisi proposte in parte non sono state realizzate durante il 2012, per motivi piuttosto articolati.

### 1.3 LA METODOLOGIA DI RILEVAMENTO DEI DATI

Viene qui riproposta in sintesi la metodologia di rilevamento e la tipologia dei dati raccolti proposti nell'ambito del progetto Climaparks dal gruppo di lavoro tecnico scientifico coordinato dal Museo di Storia Naturale di Udine che per la componente vegetale si basa ampiamente sulle esperienze della dott. Nicoletta Cannone dell'Università degli Studi dell'Insubria.

In sintesi i dati previsti sono:

- plot permanenti
- carta fitosociologica di alto dettaglio
- analisi fenologiche
- analisi dei suoli

#### Plot permanenti

Si riporta lo stralcio della complessa ed articolata proposta metodologica:

Le dimensioni dei quadrati permanenti dovranno tener conto della *minimum area* delle comunità vegetali interessate (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; Lévesque, 1996; Cannone, 2004), in modo da realizzare un monitoraggio sia a livello di specie che di comunità. In particolare, per comunità vegetali con prevalente fisionomia erbacea ed arbustiva la dimensione del plot deve essere di almeno 5 x 5 m (pari a 25 m<sup>2</sup>), mentre per la vegetazione forestale la dimensione del plot dovrebbe essere almeno pari a 10 x 10 m (ossia 100 m<sup>2</sup>). Per ciascun tipo di comunità vegetale sarà opportuno prevedere l'installazione di almeno due (ottimale 3-4) *permanent plot*, affinché si disponga di un numero di repliche che permetta di considerare sufficiente la quantità di dati acquisiti del loro successivo trattamento con analisi statistiche. Nel caso di *permanent plot* posti lungo un gradiente altitudinale, sarebbe opportuno prevedere due repliche per ciascuna quota a parità di tipologia vegetazionale.

Nell'ambito di ciascun sito di studio le attività di monitoraggio riguarderanno l'analisi della composizione floristica delle comunità vegetali e delle sue variazioni, oltre alla distribuzione spaziale ed al dinamismo delle singole specie che le compongono. A livello di ciascun *permanent plot* il protocollo di monitoraggio prevederà una strategia multipla di rilevamento in modo da fornire dati esaustivi sulla composizione floristica, copertura e frequenza delle singole specie, ricchezza floristica, struttura della vegetazione e disposizione spaziale delle specie.

Ogni *permanent plot* andrà caratterizzato riportando i seguenti parametri: localizzazione (sia con coordinate GPS che sulla cartografia), principali parametri topografici (quota, esposizione, pendenza), tipo di substrato, caratterizzazione geomorfologica (es. circo glaciale, valle, versante, cresta, ecc), pietrosità superficiale (% blocchi, % ciottoli, % ghiaia, % sabbia e materiale fine).

A tal fine occorre dividere ogni plot in sub-plot di 1 x 1 m all'interno dei quali sarà realizzato il campionamento, basato sull'integrazione di differenti metodologie (Fig. 1, secondo Cannone 2004):

1a) **rilievo fitosociologico 1 m<sup>2</sup>**: va effettuato su tutti i 25 sub-plot di 1 x 1m, riportando la copertura % vegetale totale, la copertura % di ogni strato di vegetazione (arborea, arbustiva, erbacea, muscinale), l'elenco delle singole specie con la loro copertura % (espressa in cifre da 0 a 100% e non utilizzando indici di copertura);

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

**Fig. 1.** Schema della suddivisione di un permanent plot di 5 x 5 m in 25 sub-plot, ciascuno di 1 x 1 m (da Cannone, 2004).

1b) **rilievo fitosociologico 100 cm<sup>2</sup>**: ciascun sub-plot di 1 x 1 m viene diviso in piccole celle da 10 x 10 cm (utilizzando una griglia mobile di 1 x 1 m, che può essere posta al di sopra del sub-plot) all'interno di ciascuna cella da 10 x 10 cm sarà realizzato il rilievo fitosociologico seguendo la stessa metodologia del punto precedente. Questo tipo di rilievo richiede molto tempo per la sua realizzazione, soprattutto in situazioni con vegetazione molto densa, e comporta anche il rischio di un significativo "trampling effect" dovuto allo stazionamento del rilevatore, che comporta un calpestio del sub-plot con conseguente disturbo alla componente vegetale stessa. Per questo motivo si consiglia di effettuare questo tipo di rilievo solo su alcuni subplot, ad esempio ai quattro vertici del plot da 5 x 5 m, in modo che il calpestio ed il disturbo siano ridotti ai minimi termini;

1c) **point intercept method**: va effettuato su tutti i 25 sub-plot di 1 x 1m; all'incrocio di ciascun nodo della griglia (con celle da 10 x 10 cm) posta su ciascun sub-plot viene registrata la presenza delle specie. Per ciascun nodo vengono individuati 4 settori e per ciascun nodo viene indicato il numero di contatti (che sono al massimo 4, con 1 contatto per ogni settore). In questo modo, il dato del point intercept può essere utilizzato anche come parametro quantitativo oggettivo per il calcolo della copertura % delle singole specie (Cannone, 2004).

L'utilizzo del rilievo 100 cm<sup>2</sup> e del point intercept permette di ottenere anche un dato di distribuzione spaziale delle specie all'interno del plot e, nel tempo, di poter ottenere dati sia sulle variazioni di composizione floristica e di % copertura delle singole specie sia della loro precisa localizzazione all'interno del plot (con anche potenziali informazioni su possibili effetti

di competizione interspecifica).

### Cartografia fitosociologica

Secondo le indicazioni metodologiche, la carta della vegetazione dovrebbe coprire una superficie minima di 2 km<sup>2</sup>, essere di tipo fitosociologico, con rilevamento diretto con elevata scala spaziale (1: 1.500-1: 2.000). Essa dovrebbe essere corredata da rilievi fitosociologici per l'inquadrimento dei tipi cartografati. La presenza di un numero significativo di rilievi di caratterizzazione è importante per cartografie di elevato dettaglio in modo da aumentare il livello di confrontabilità fra aree distinte e fra diversi rilevatori.

### Analisi statistica dei dati

Vengono proposti i seguenti indici per i plot:

- ricchezza di specie (S1), calcolato nei diversi anni del monitoraggio;
- numero di specie comuni durante le diverse epoche di monitoraggio (S12);
- numero di specie scomparse nel tempo T1-T2 (Sext);
- numero di specie nuove nel tempo T1-T2 (Sing)
- % di cambiamento della ricchezza di specie (secondo Holzinger et al. 2008), %SR =  $[(S2 - S1)/S1] * 100$ ;
- % di estinzione, %ER =  $(Sext/Stot12) * 100$ ;
- % di ingresso, %ING =  $(ING/Stot) * 100$ ;
- indice di similarità di Jaccard (basato su dati di incidenza);
- indice di similarità di Sørensen (basato su dati di incidenza).

Per quanto riguarda la carta fitosociologica vengono proposte

- La quantificazione delle variazioni della vegetazione in termini di copertura;
- Analisi delle dinamiche successionali;
- Analisi delle serie ecologiche.

Di tutte queste analisi, solo la ricchezza di specie S1 è effettuabile sui dati di un anno di monitoraggio. Per la carta della vegetazione sulla base del primo anno di rilevamento è possibile (ma complesso) individuare le serie dinamiche presenti.

Nella proposta metodologica si fa quindi riferimento ad un approccio multiplo integrando scale di rilevamento (e quindi di possibile risposta ai cambiamenti climatici). Per ogni tipo di analisi viene indicato se è stata realizzata durante il rilevamento 2012.

- 1) Monitoraggio di singole comunità vegetali nell'ambito di plot permanenti (effettuato)
- 2) Elaborazione di una carta fitosociologica della vegetazione (effettuato)
- 3) Eventuale analisi delle fenologie delle specie target (non effettuato)

- 4) Monitoraggio dell'uso del suolo e dei suoi cambiamenti, indagine forse inutile in alta quota se non per l'eventuale presenza di pascoli attivi (non effettuato)
- 5) Approccio per gradienti altitudinali con la selezione di orizzonti altitudinali differenti al di sopra del limite del bosco (effettuato)
- 6) Approccio per ecosistemi di elevato potenziale grado di sensibilità (?)
- 7) Eventuale monitoraggio di processi di colonizzazione e dinamismo in siti dove la componente vegetale sia strettamente associata a forme glaciali e/o periglaciali (non effettuabile)

Viene inoltre indicata l'opportunità che per ciascun plot sia effettuata l'analisi della biomassa vegetale epigea e ipogea nonché l'analisi dei suoli (effettuato)

Vengono anche consigliate misura microclimatiche quali temperatura e umidità al suolo (effettuato)

Sembra implicita la necessità di avere dati meteorologici puntuali dell'area attraverso un *data logger* apposito.

Vengono indicate le analisi statistiche che dovranno essere sviluppato quando saranno disponibili serie temporali di dati.

#### 1.4 ASPETTI CRITICI

A priori vi sono alcuni aspetti critici nella metodologia proposta. Essa è stata predisposta per contesti ambientali ed ecologici molto differenziati (antartide) e quindi può dimostrare difficoltà nell'applicazione di vegetazioni più mature e strutturate. Alcune perplessità vengono di seguito riportate:

- mancanza di taratura del metodo di rilevamento fra gruppi diversi di rilevamento anche per il confronto delle serie nel caso di cambiamento dei rilevatori. (si veda ad esempio il progetto di lungo termine su base europea Con.Eco.For). Sarebbe opportuno che i rilievi vengano fatti dallo stesso gruppo di lavoro e meglio la stessa coppia di rilevatori. Per motivi noti, è sempre opportuno prevedere il rilevamento contemporaneo in coppia. Infatti due rilevatori con sistema di taratura (autotest) posso garantire meglio la stima di coperture di dettaglio.

- maggiore definizione delle metodologie di rilevamento della carta fitosociologica (esempio indicazione numero minimo rilievi per tipologia cartografata, indicazioni sull'utilizza di mosaici o stadi di transizione).

- la raccolta dei dati degli *inception point* è molto onerosa e non adatta a plot con strutture vegetazionali complesse e multistratificate e va quindi limitata a sistemi pionieri con uno solo strato principale di vegetazione.

- è auspicabile (il metodo anche lo prevede) considerare la componente muscinale che in alcuni habitat come le vallette nivali è molto rilevante.

- potrebbe essere utile considerare un numero maggiore di plot, anche di dimensioni di  $1\text{m}^2$  anche con rilevamenti più speditivi ma posizionati in diversi rilievi e condizioni ecologiche.

- la metodologia richiede un notevole sforzo di rilevamento con costi piuttosto alti. Forse è possibile ridurre i plot con rilevamento completo aumentano contemporaneamente quelli più piccoli con rilievi speditivi. Si ritiene anche importante magari ridurre il numero dei rilievi ma effettuare la valutazione della componente muscinale.

## 2 Parte specifica

### 2.1 PARCO NATURALE REGIONALE DELLE DOLOMITI FRIULANE

#### 2.1.1 La scelta dell'area di indagine

Nella parte metodologica vengono fornite alcune indicazioni su aree ritenute adatte all'impostazione di questo monitoraggio pluriennale. La complessità del territorio e la difficile accessibilità delle aree di alta quota ha fatto ricadere sul Ciadin della Meda, alla testata della Val Settimana a monte del Bivacco Goitan, ad una altezza tra 1940 e 2000 s.lm.

Per maggiori dettagli sulle attività svolte nel 2012 si rimanda alla esauriente relazione finale del monitoraggio di habitat e specie floristiche del Parco Naturale delle Dolomiti Friulane a cura dei dottori Cassol e Scariot e ben sintetizzati nell'articolo Scariot A. Cassol M. & Vettorel S. 2012 Monitoraggio di habitat e specie floristiche del parco naturale delle Dolomiti Friulane (Ciadin della Meda – Val Settimana – Claut – PN). Anche per la consultazione dei dati raccolti si rimanda a questo documento tecnico.

#### 2.1.2 Il rilevamento dello stato zero

I dati sono stati raccolti secondo il protocollo di monitoraggio di Climaparks elaborato dal Museo Friulano di Storia, con un adattamento alla realtà della vegetazione presente. Infatti la metodologia strutturata per vegetazioni crittogamiche dell'Antartide non è applicabili a vegetazioni pluristratificate (strato muscinale, strato erbaceo e strato arbustivo) con coperture dense che superano il 100%. Per questo motivo il gruppo di lavoro ha apportato alcune modifiche ritenute necessarie. Inoltre, in aree di transizione fra diversi piani altitudinali dove sono in atto anche dinamiche secondarie o naturali piuttosto rapide anche l'individuazione di superfici di 25 m<sup>2</sup> omogenee dal punto di vista vegetazionale è difficile. Nello specifico dell'area del Ciadin della Meda sono state rilevate:

- ❖ 3 plot da 25 m<sup>2</sup>: il plot n. 2 plot presenta la serie completa dei dati richiesti
- ❖ 1 plot da 2m<sup>2</sup>: presenta la serie completa dei dati richiesti
- ❖ 4 microplot da 1 m<sup>2</sup>: copertura del plot

Le aree sono state individuate sulla base di rilievi fitosociologici di caratterizzazione. La metodologia quindi ha previsto prima l'analisi di dettaglio dell'area e delle sue caratteristiche vegetazionali ed in seguito il posizionamento dei plot.

E' stata redatta una carta della vegetazione (o meglio delle sinusie vegetazionali) di elevato dettaglio spaziale e tipologico, correttamente correlata con numerosi rilievi fitosociologici. Essa permette la comprensione dei fenomeni ecologici dell'area e anche in modo indiretto delle dinamiche possibili.

Sono state effettuate anche le indagini pedologiche in aree adiacenti e coerenti dei 4 plot rilevati. Nel dettaglio sono stati considerati i seguenti parametri

- Analisi granulometrica
- Determinazione del contenuto naturale d'acqua
- pH in acqua
- conducibilità
- sostanza organica
- Carbonio organico totale
- Azoto totale

E' stato posizionato nell'area di indagine di un *data logger* che misura con precisione e a intervalli regolari ristretti la temperatura. Esso è in grado anche di trasmettere i dati con infrarossi.

### **2.1.3 Considerazione sui dati e sui risultati**

I dati rappresentano il primo livello conoscitivo, in pratica lo stato zero sulla base del quale poi costruire le serie storiche in futuro. Le criticità riportate dal gruppo di lavoro riguardano la metodologia di monitoraggio: infatti nel caso di vegetazioni strutturate e complesse i livelli di elevato dettaglio spaziale (100cm<sup>2</sup> e *intercept point*) non sono adatti e praticabili. Ciò è risultato coerente con il fatto che la metodologica è stata predisposta per la vegetazione antartica in cui sono quasi assenti le fanerogame e dominano muschi e licheni. Anche sulla base di queste considerazione la metodologia è stata adattata alla realtà dell'area. Sono state poi aggiunte 4 aree permanenti di 1 m<sup>2</sup> su tipologie specifiche: essi potrebbero essere impostati anche in altre aree del Parco. Sul primo rilevamento non sono state effettuate le analisi statistiche se non la valutazione della diversità (intesa come semplice numero di specie e non in senso ecologico considerando quindi anche le coperture) e sono stati contati i contatti nel sistema dell'*intercept point*. Per quanto riguarda la carta della vegetazione l'apparato di descrizione ed iconografico permettono anche a chi non conosce direttamente l'area la piena comprensione del Ciadin della Meda dal punto di vista vegetazionale e delle dinamiche in atto. Nelle appendici alla relazione sono riportati tutti i dati raccolti, che allo stato attuale non sono ancora stati organizzati in un database relazionale (cosa che sarà opportuno fare con la prossima scadenza del monitoraggio).

### **2.1.4 Attività future e scenari di monitoraggio**

#### **2.1.4.1 Monitoraggio scientifico**

L'imponente mole di dati raccolta ha permesso di ottenere una solida base conoscitiva che ha costituito anche un notevole investimento finanziario. La prima campagna è certamente la più complessa ed onerosa perché prevede anche le attività accessorie di individuazione e posizionamento sul terreno dei diversi tipi di plot e le indagini conoscitive preliminari (rilievi fitosociologici). Essa ha anche permesso di valutare efficienza ed efficacia della metodologia di lavoro proposta, ma anche di evidenziarne alcuni limiti come già indicato nei paragrafi precedenti. Partendo dall'analisi di quanto prodotto, della temporalizzazione dei futuri rilevamenti e dall'esigenza di contenimento dei costi, si propongono attività in continuità con quanto fatto, ma anche

semplificazioni ed integrazioni.

Il programma di lavoro futuro proposto è:

- continuazione del rilevamento completo (compresi i 100 cm<sup>2</sup> e gli *intercept point*) sul plot 2 (25 m<sup>2</sup>) e dei rilievi di 1 m<sup>2</sup> sugli altri plot 1-3-4 da ripetere ogni 10 anni;
- rilevamento con copertura percentuale dei 4 plot di 1 m<sup>2</sup> integrati nel primo monitoraggio del 2012 ed aggiunta di altri 6 plot simili in aree del Parco, possibilmente nella fascia nivale da ripetere ogni 5 anni;
- carta della vegetazione con rilievi fitosociologici dell'area, da ripetere ogni 10 anni;
- creazione di una banca dati strutturata dei dati raccolti ed un sistema informativo geografico per la gestione della cartografia e per l'analisi statistica dei dati;
- e' importante che alla prima ripetizione dei dati sia fatta un'analisi statistica approfondita anche più strutturata rispetto a quanto indicato nella metodologia
- vanno previste anche analisi di confronto fra vegetazione e suoli e tra dinamiche della vegetazione e andamento dei parametri meteorologici derivati dal data logger installato e dai dati nivometrici e pluviometrici rilevati nella più vicine stazioni.
- Fornire le risposte alle questioni indicate nel paragrafo 1.2

Per la localizzazione e il rilevamento di ulteriore 6 plot di 1 m<sup>2</sup> (che quindi portino a 10 il numero complessivo) sarebbe opportuno procedere già nel 2013 (al massimo nel 2014) per potere rendere comparabili i dati dello stato zero.

Si ritiene che l'analisi fenologica come proposta nel protocollo di monitoraggio non sia praticabile in aree di alta montagna, di difficile accessibilità. Infatti gli elevati stadi da misurare richiedono visite quasi settimanali e quindi i costi rispetto ai benefici sono troppo elevati.

#### 2.1.4.2 Monitoraggio divulgativo

Oltre alla consolidata importanza dell'impostazione del monitoraggio di medio-lungo periodo di tipo scientifico, si possono sviluppare alcune attività "meno tecniche" rivolte alle scuole che avrebbero al contempo un ruolo didattico ma anche la raccolta di dati per numerosi anni ed in continuità.

#### Cicli fenantesici di alcuni individui di specie vicino alle scuole

L'analisi della fenologia di alcuni individui di specie significative con diversi periodi di fioritura possono essere raccolti con una certa facilità, rientrare agevolmente nella attività scolastiche, favorire la sensibilizzazione dei giovani al tema del *climate change* ma anche fornire spunti di approfondimento sulla biologia dei vegetali.

Il protocollo di monitoraggio prevede un'indagine fenologica con rilevamenti quasi settimanali ed una scala di osservazione piuttosto complessa. Nell'area del Ciadin

della Meda, per la sua inaccessibilità tali indagini non sono praticabili, ma possono invece essere realizzate nel fondovalle dagli alunni delle scuole.

Con adeguata preparazione si può utilizzare la scala di valutazione di seguito riportata

fine innevamento (N. giorno)  
Inizio Primi Germogli (N° Giorno)  
Inizio Foglie Nuove (N° Giorno)  
Inizio Germogli Principali (N° Giorno)  
Inizio Primo Fiore (N° Giorno)  
Inizio Primo Stemma Visibile (N° Giorno)  
Inizio Prime Antere Visibili (N° Giorno)  
Inizio Fioritura Principale (N° Giorno)  
Inizio Sviluppo Semi (N° Giorno)  
Inizio Semi Maturi (N° Giorno)  
Inizio Senescenza Foglie (N° Giorno)

I rilevamenti potrebbero essere effettuati su alcune specie facilmente rinvenibili nelle adiacenze delle scuole, ma significative. A titolo di esempio:

- *Erica carnea*
- *Salix eleagnos*
- *Larix decidua*
- *Dryas octopetala*
- *Parnassia palustris* (ciclo tardo estivo)
- *Buphthalmum salicifolium*
- *Euphrasia* sp. (specie annuale)

Sarebbe opportuno che per ogni specie venissero rilevati almeno 3 individui.

Altra attività potrebbe riguardare l'insieme delle escursioni effettuate, sia in modo organizzato che libero, sulle cime più alte del parco. Si potrebbe proporre l'osservazione delle stazioni di quota maggiore per alcune specie vegetali, specialmente quelle di facile osservazione come tutte le specie arboree e arbustive. Questa attività è più complessa nell'organizzazione ma permetterebbe una notevole raccolta di dati e al contempo diventerebbe uno stimolo all'osservazione dei frequentatori del Parco (ad esempio potrebbero lasciare le loro segnalazioni in apposite cassette oppure attraverso una mail o il sito del Parco stesso).

#### *2.1.4.3 Cronoprogramma e valutazione dei costi*

Nella tabella seguente viene riportato il cronoprogramma previsto per le attività di monitoraggio, così come indicate nel paragrafo precedente. Esse sono state pensate con cadenza quinquennale per i microplot di 1 m<sup>2</sup> (in totale 10) e decennale per le indagini sui 4 plot permanenti di cui uno (il numero 2) con rilevamento completo secondo la metodologia). I dati pedologici possono avere una cadenza ventennale. Vengono riportati i costi per le diverse analisi previste nei diversi anni di attività. Va sottolineato che qualora si decidesse opportunamente di rilevare la flora muscinale, i costi aumenterebbero del 20 %, per la complessità di determinazione delle briofite.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	.....	2032
<b>Attività scientifiche</b>													
Aree permanenti (4 plot)	x										x		x
Carta fitosociologica	x										x		x
Plot 1m <sup>2</sup>	x	x				x					x		x
Analisi statistica dei dati											x		x
Analisi dei suoli	x												x
<b>Costi</b>													
Aree permanenti (4 plot)											7500		7500
Carta fitosociologica													
Plot 1m <sup>2</sup>		2000				2500					2500		2500
Analisi statistica dei dati											2000		2000
Analisi dei suoli													5000
<i>totale</i>		2000				2500					12000		17000

Cronoprogramma ed analisi dei costi

In sintesi il rilevamento della vegetazione, visto che l'onerosa individuazione e picchettaggio dei plot è già stato fatto, prevede un costo 12.000 €, che con l'eventuale integrazione per la flora muscinale, diventerebbero 14.400 €.

Nella tabella seguente vengono riportate alcune indicazioni temporali per le proposte di attività divulgative.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	.....	2032
<b>Attività divulgative</b>													
Fenologia con le scuole	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Raccolta dati altitudinali	sistema in continuo												

La definizione dei costi è più complessa e meno precisa. Ad esempio le attività delle scuole dovrebbero essere precedute da un corso per gli insegnanti e dal supporto di un esperto che li segua nei rilevamenti in campo. Nel caso invece dell'impostazione di un sistema di segnalazione di quote massime di alcune specie, dipende dalla sua strutturazione ed organizzazione e dovrebbe rientrare in un piccolo progetto specifico.

### 2.1.5 Bibliografia

Uno degli aspetti che andrebbero certamente valorizzati in lavori sia metodologici che di rilevamento ed interpretazione dei dati è la redazione di una bibliografia esaustiva. Essa deve comprendere sia una vasta analisi degli approcci metodologici (per quanto riguarda la progettazione metodologica) sia vegetazionale locale per fornire riferimenti di base nel lavoro di campo e la successiva analisi e interpretazione dei dati.

Di seguito si propongono solo alcune integrazioni alle bibliografie dei lavori precedenti, tenuto conto che la bibliografia sui questi temi è molto vasta (e per questo si riportano alcuni lavori di sintesi che permettono ulteriori approfondimenti).

- Cannone N., 2004. *Minimum area assessment and different sampling approaches for the study of vegetation communities in Antarctica*. Antarctic Science 16 (2): 157–164
- Dullinger S., et al., 2007. *Weak and variable relationships between environmental severity and small-scale co-occurrence in alpine plant communities*. Journal of Ecology 95: 1284–1295
- Erschbamer B. et al., 2009. *Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps*. Plant ecology 202:79–89
- Erschbamer B. et al., 2011. *Changes in plant species diversity revealed by long-term monitoring on mountain summits in the Dolomites (northern Italy)*. Preslia 83: 387–401
- Friedmann B., et al., 2011. *Suitability of methods for recording species numbers and cover in alpine long-term vegetation monitoring*. Phytocoenologia, 41 (2), 143–149
- Feoli Chiapella L., Poldini L., 1993. *Prati e pascoli del Friuli (NE Italia) su substrati basici*. Studia Geobot. 13:3-140
- Gottfried M. et al. 2012. *Continent-wide response of mountain vegetation to climate change*. Nature Climate Change. Volume:2, Pages:111–115
- Grabherr G, Pauli H & Gottfried M, 2010. *A worldwide observation of effects of climate change on mountain ecosystems*. In Borsdorf A. et al. (eds.). *Challenges for Mountain Regions - tackling complexity*. Bohlau Wien. Pp. 50-57.
- Grabherr G, Gottfried M & Pauli H., 2010. *Climate Change Impacts in Alpine Environments*. Geography Compass 4/8 (2010): 1133–1153
- Guisan A. Theurillat J.P., 2000 *Assessing alpine plant vulnerability to climate change: a modeling perspective*. Integrated Assessment 1: 307–320
- Poldini L., Martini F., 1993. *La vegetazione delle vallette nivali su calcare, dei conoidi e delle alluvioni nel Friuli (NE Italia)*. Studia Geobot. 13: 141-214
- Holzinger B. et al., 2008. *Changes in plant species richness over the last century in the eastern Swiss Alps: elevational gradient, bedrock effects and migration rates*. Plant Ecology 195:179–196.
- Pauli H., et al., 2007. *Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA\*master site Schrankogel, Tyrol, Austria*. Global Change Biology 13, 147–156.
- Poldini L., Oriolo G., Francescato C., 2004. *Mountain pine scrubs and heaths with Ericaceae in the south-eastern Alps*. Plant Biosystems 138(1): 53-85
- Poldini L., Feoli E., 1976. *Phytogeography and syntaxonomy of the Caricetum firmae L. s.l. in the Carnic Alps*. Vegetatio 32(1): 1-9
- Poldini L., Oriolo G., Vidali M., 2001. *Vascular flora of Friuli-Venezia Giulia an annotated catalogue and synonymic index*. Studia Geobot. 21: 3-227
- Poldini, L., et Vidali M., 2012. *Le serie di vegetazione della regione Friuli Venezia Giulia*. In Blasi C. (ed.), 2012 *La vegetazione d'Italia* Palombi & partner Roma pp.130-160.
- Theurillat J.P. & Guisa A., 2001 *Potential impact of climate change on vegetation in European Alps: a review*. Clim. Change 50:77-109.
- Vittoz P. et al., 2010. *Reproducibility of species lists, visual cover estimates and frequency methods for recording high-mountain vegetation*. Journal of Vegetation Science: 1–13, 2010.