

# APPLICAZIONI DI MODELLISTICA FENOLOGICA A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELL'ARPA

Paolo Capece<sup>1</sup>, Luigi Mariani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arpas, Dip. Reg. Idrometeorologico, pcapece@arpa.sardegna.it  
<sup>2</sup>Dip. Produzioni Vegetali Università di Milano, luigi.mariani@unimi.it

## Abstract

Si descrivono le linee guida per il monitoraggio fenologico dell'Arpas nel quadro dell'attività istituzionale. Il progetto *Iphen*, alla terza annualità, ha sancito definitivamente l'introduzione delle ore normali di caldo come unità di sommatoria termica, incorporando le esperienze passate di progetti come *Phenagri* e i giardini fenologici. Fondamentale è il ruolo che assumono le tecnologie informatiche open source sperimentate in *Iphen*, e lo sviluppo che l'implementazione di nuovi modelli fenologici deve ricalcare tale ambito. Vuole sottolineare l'opportunità di gestire i modelli fenologici attualmente capaci di produrre un'analisi diagnostica iniziandoli allo sfruttamento dei più recenti miglioramenti nelle previsioni meteo a medio termine, basati sullo sviluppo di modelli meteorologici GCM e/o LAM che consentono di disporre della previsione di temperatura a 2m di qualità sufficiente a consentire un'analisi prognostica. Le ricadute di tali output, come già dimostrato nel mese di febbraio-aprile '09 con le mappe di fioritura del cipresso realizzate nell'ambito di *Iphen*, sono utili a livello allergologico, nell'ambito della gestione del patrimonio agricolo, forestale e naturalistico, per la tutela delle risorse idriche, la difesa dalle avversità biotiche e abiotiche, nonché per la modellistica antincendio, come dimostrato dal progetto nazionale *Proterina C*. La sinergia fra il modello previsionale meteorologico e il modello fenologico consente una riduzione dei limiti che si hanno nell'utilizzo della seppur indispensabile rete di stazioni puntuali agrometeorologiche. La scelta delle specie spontanee e coltivate oggetto di monitoraggio fenologico dev'essere legata alla scelta dei siti di monitoraggio, cercando di sfruttare al massimo le risorse già previste dalla RAS per il monitoraggio e la tutela ambientale. Le aree naturalistiche di pregio, situate in particolari territori rurali, devono essere riconvertite ad una gestione privata capace di valorizzare tali spazi con un approccio progettuale e gestionale nuovo, legate alla diffusione di tecniche agronomiche di gestione del verde "economicamente ecosostenibili", basate sulla introduzione di specie macroterme caratterizzate da un ridotto fabbisogno idrico, sulla scelta di specie vegetali che siano anche indicatori ambientali, e dove i costi ordinari di gestione di lungo periodo sono ammortizzati dai flussi turistici e dalle azioni di educazione ambientale che in questi spazi possono essere intraprese e dove lo studio della fenologia rappresenta il punto di partenza per le azioni di monitoraggio ambientale.

## Introduzione

Nel presente lavoro sono delineate alcune applicazioni di modellistica fenologica territoriale di specie spontanee e coltivate che si reputano in grado di produrre ricadute operative con riferimento ai compiti istituzionali dell'Arpas.

La fenologia è la scienza che studia l'aspetto degli organismi vegetali. Ciascuna specie risponde infatti in modo diverso agli stimoli ambientali creando un vasta gamma di manifestazioni, indagate da lungo tempo per scopi scientifici e pratici.

Il progetto *Iphen*, che nel 2009 si trova nel suo terzo anno di vita, utilizza i rilievi fenologici come base per la produzione di mappe fenologiche territoriali a mesoscala per specie spontanee e coltivate, (risoluzione 5 km circa); utilizza la scala BBCH, standard italiano adottato nel progetto *Phenagri*; il tempo biologico è simulato con un descrittore del tempo termico che a seconda della specie indagata è espresso nel caso della vite e del Sambuco in Ore Normali di Caldo, analogo delle Unità di Freddo; al contrario nel caso della fioritura del cipresso il descrittore è costituito dalle unità termiche cumulate da inizio ottobre (Torrighiani, Malaspina *et al.*, 2007). Grazie ai rilievi di campo forniti da una apposita rete di osservatori volontari appartenenti a Cra, Università, Cnr e servizi agrometeorologici, la differenza fra i dati osservativi e

quelli simulati viene spazializzata, ed il campo di errore ottenuto è sottratto dal campo di first guess ottenendo l'output finale. Limiti di tale processo sono legati alla ridotta disponibilità di variabili di input ed alla notevole eterogeneità territoriale. Maggiormente efficace appare, dunque, l'applicazione di un tale processo ad un'area meno estesa come la Sardegna.

## Materiali e metodi

Le reti di stazioni automatiche sono in grado di fornire in tempo reale i dati osservativi e quindi di inizializzare i modelli fenologici in maniera da produrre un'analisi diagnostica mentre i più recenti miglioramenti nelle previsioni meteo a medio termine, basati sullo sviluppo di modelli meteorologici GCM e/o LAM consentono di disporre della previsione di temperatura a 2m di qualità sufficiente a consentire un'analisi prognostica della modellistica fenologica.

E' possibile quindi inserire i modelli fenologici fra gli output dei modelli meteorologici e utilizzare ad esempio le temperature ottenute dall'Ensemble Forecast costituito da 51 membri del Centro Europeo, a 1° di risoluzione spaziale max (ovvero reticolo di

circa 110 Km) per la produzione ordinaria di mappe fenologiche previsionali.

Nelle aree a prato-pascolo, dove la presenza di prati polifita di oltre 50 specie riduce notevolmente gli approcci modellistici possibili, i rilievi in campo saranno coadiuvati dall'uso dell'Indice di Vegetazione da satellite NDVI, dinamico, che con uscite decadali alla risoluzione di 1,1 km, consente di avere un quadro completo per tutto il territorio regionale dei riflessi del bilancio idrometeorologico sulla vegetazione spontanea in termini di vigore vegetativo e presenza di necromassa.

Sulle specie della macchia mediterranea, come *cistus L.*, *Laurus nobilis*, *Arbutus unedo*, verranno sviluppati appositi modelli fenologici. Dove non sarà possibile implementare modelli verranno comunque prodotti dei report che indicheranno lo stadio fenologico della specie monitorata. Sono stati anche identificati cinque siti di rilievo nel nord Sardegna (tre nella Nurra e due in Gallura) ove in alcuni di essi i rilievi fenologici ARPAS sono stati avviati nel gennaio 2009.

Interessanti aspettative sono riposte nel parco privato progettato con criteri di ecocompatibilità ed ecosostenibilità in corso di realizzazione nei pressi di Alghero, nell'ambito degli interventi previsti con l'istituenda *Rete Ecologica Regionale*, parco caratterizzato di specie macroterme mediterranee a basso consumo idrico, che si candida naturalmente al ruolo di giardino fenologico, in quanto racchiuderà in percorsi tematici specifici molte specie della macchia mediterranea e le principali specie endemiche sarde. Sono infatti già state avviate le pratiche per l'ottenimento di cloni varietali di specie di interesse fenologico.

L'elaborazione dei dati avviene con sistemi Open Source, pacchetti software che consentono un abbattimento dei costi di elaborazione dei dati (es. *Saga Gis*, *GRASS*, *Gimp* *GNU image manipulation program*, *open office*).

L'attività condotta fin dal 2006 nell'ambito del progetto Iphen sarà d'ausilio per valutare, in corso d'opera, le opportunità derivanti dall'implementazione sul territorio dei singoli modelli fenologici e le ricadute applicative degli stessi.

## Risultati

La spazializzazione dei dati dei modelli fenologici, come già dimostrato nel mese di febbraio-aprile '09 con le mappe di fioritura del cipresso realizzate nell'ambito di Iphen, in figura, sono utili a livello allergologico, nell'ambito della gestione del patrimonio agricolo, forestale e naturalistico, per la tutela delle risorse idriche, la difesa dalle avversità biotiche e abiotiche; l'educazione ambientale, la modellistica antincendio, come dimostrato dall'interesse verso la fenologia mostrata dal progetto nazionale *Proterina C*. E' pertanto necessario prevedere idonei sistemi di diffusione delle elaborazioni fenologiche.

La sinergia fra il modello previsionale meteorologico e il modello fenologico consente una riduzione dei limiti che si hanno nell'utilizzo della tradizionale e pur indispensabile rete di stazioni puntuali agrometeorologiche.

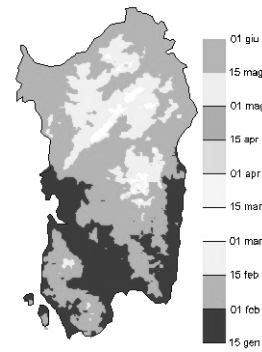


Fig.1 – *Mappa di previsione d'inizio e fine fioritura del cipresso prodotta nell'ambito del progetto Iphen e pubblicata nel riepilogo mensile di aprile del Dipartimento Idrometeoclimatico*

La scelta delle specie spontanee e coltivate oggetto di monitoraggio dev'essere legata alla scelta dei siti, cercando di sfruttare al massimo le azioni già previste dalla RAS per il monitoraggio ambientale. Le aree naturalistiche di pregio ambientale, situate in particolari territori rurali, devono essere riconvertite ad una gestione privata dove i costi ordinari di gestione di lungo periodo sono ammortizzati dai flussi turistici e dalle azioni di educazione ambientale che in questi spazi possono essere intraprese, come accaduto nelle esperienze passate, per esempio, del lago di *Baraz*.

Il monitoraggio fenologico dovrebbe altresì divenire strumento di supporto anche per azioni di tutela delle specie faunistiche, specie per quelle selettive in ambito alimentare e per le quali la disponibilità di tessuti vegetali giovani è condizionante per la sopravvivenza della specie. E' stata, infatti, già dimostrata la sinergia fra modelli fenologici e specifiche entomofaune (Capece, Failla, Mariani, 2007).

## Conclusioni

La variabilità degli eventi fenologici è l'espressione diretta dell'adattamento dei vegetali all'ambiente e al clima. La fenologia dai vegetali è un descrittore adeguato dei fenomeni ambientali, per la sua molteplicità di applicazioni ed interconnessioni e pertanto non può essere in alcun modo trascurata da coloro che svolgono attività di monitoraggio ambientale.

## Bibliografia

- Capece P., Failla O. Mariani L., *Possible synergies between phenological and crop protection models: an example for Lobesia B.* 2007. *Italian Journal of Agrometeorology*, 3: 39-44
- Torrigiani Malaspina T., Cecchi L., Morabito M., Onorari M., Domeneghetti M.P. Orlandini S., 2007. *Influence of meteorological conditions on male flower phenology of Cupressus sempervirens and correlation with pollen production in Florence.* *Trees - Structure and Function*, 21(5): 507-514