



La fenologia del larice (*Larix decidua*, Mill)

Andrea Crepaz, Thierry Robert-Luciani

Servizio Neve e Valanghe – Arabba (BL)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



La fenologia vegetale è la disciplina che si occupa degli stadi di sviluppo della vegetazione. L'inizio e la fine della stagione vegetativa delle piante, oltre che dal fotoperiodo, sono fenomeni fortemente influenzati dall'andamento climatico stagionale: l'aumento delle temperature in primavera favorisce la germogliazione, mentre la diminuzione autunnale accelera l'ingiallimento e la successiva abscissione delle foglie. Le fasi fenologiche risultano quindi un ottimo indicatore biologico in grado di quantificare gli effetti del riscaldamento globale e di valutarne la variabilità tra un anno e l'altro e anche a scale temporali più ampie.

Negli ultimi anni, diversi studi hanno rilevato l'allungamento della stagione vegetativa; in particolare, negli ultimi 30 anni è stato osservato, per l'Europa, un anticipo dell'inizio della stagione vegetativa di circa 8 giorni, dovuto alle maggiori temperature registrate nel periodo primaverile (Chmielewski F.M. e Rötzer T., 2002).

Al fine di comprendere meglio le dinamiche climatiche in ambito alpino è possibile utilizzare la fenologia del larice (*Larix decidua*, Mill.) come indicatore di eventuali cambiamenti climatici. Già l'ARPA Valle d'Aosta ha preso parte al progetto REPHLEX che si proponeva di studiare approfonditamente la fenologia del larice con osservazioni dirette, con indagini eco-fisiologiche, con elaborazione di dati satellitari e anche con l'applicazione di modelli fenologici (Cremonese et al., 2007).

Con l'avvio del Progetto Clima e Foreste, ARPAV - Centro Valanghe di Arabba ha intrapreso un'attività di monitoraggio diretto delle fasi fenologiche di alcuni popolamenti di Larice presenti sulla montagna veneta.

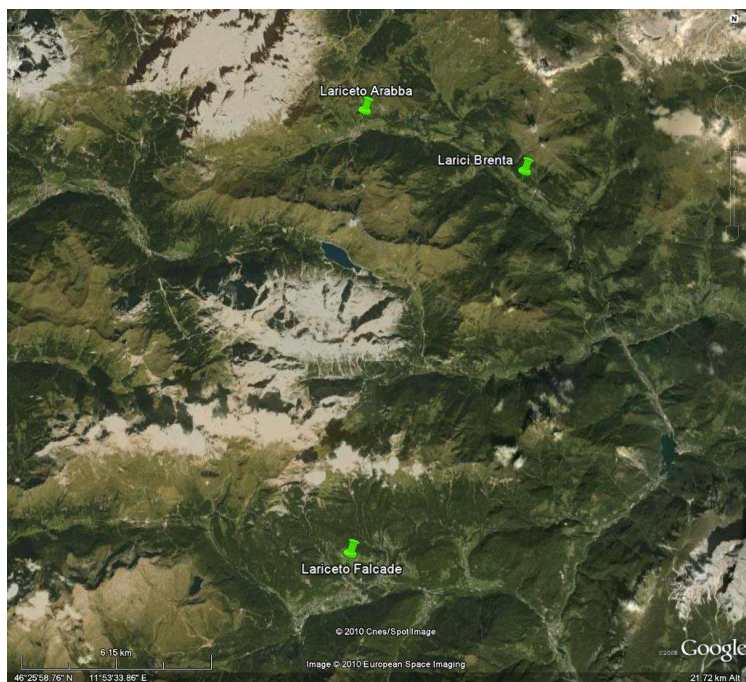


Fig. 2 – Localizzazione siti di monitoraggio

Localizzazione siti di studio

Per l'osservazione della evoluzione vegetativa stagionale dei larici sono stati individuati due popolamenti di Larice presenti a quote diverse; il primo sito è localizzato ad Arabba, a quota 1700 m s.l.m., il secondo a Falcade, a quota 1290 m s.l.m. Come controllo è stata indagata l'evoluzione su alcuni larici giovani presenti ad una quota intermedia (1475 m s.l.m.), situati sempre in territorio di Livinallongo, in località Brenta. In tabella 1 le coordinate geografiche dei siti di studio con allegata l'immagine satellitare (Fig. 2), tratta da Google Earth.

Sito	Quota	WGS 84 Geogr. N (°)	WGS 84 Geogr. E (°)	Gauss Boaga Fuso Ovest N	Gauss Boaga Fuso Ovest E
Arabba	1700	46.501236	11.877641	5192902.166	1764723.883
Falcade	1290	46.368505	11.880079	5169204.968	1765438.086
Brenta	1475	46.484627	11.948883	5190657.379	1774004.279

Tab. 1 - Coordinate siti di monitoraggio

Elaborazioni dell'indicatore

Per lo studio in questione è stato seguito, a titolo di esempio, un protocollo appositamente studiato e applicato dalla Regione Valle d'Aosta. I siti di Falcade e di

Arabba presentano sia individui adulti, maturi sia individui giovani, che hanno fasi fenologiche lievemente sfasate e, quindi, si è preferito distinguere gli alberi maturi (AM) da quelli giovani (AG).

Le osservazioni sono state effettuate, ogni 2/3 giorni da Marzo a Giugno e da Settembre a Novembre, per individuare l'inizio della stagione vegetativa, corrispondente al budburst (gemme aperte), e la sua fine corrispondente al completo ingiallimento delle chiome.

I vari stadi sono definiti: per la fase primaverile (Spring Phase – SP) in base alla lunghezza degli aghi; per la fase autunnale (Autumn Phase – AP) in base al grado di ingiallimento delle chiome. Le osservazioni riguardano lo stesso numero di piante (una decina) e le varie fasi fenologiche vengono individuate sulla base dello stato prevalente fra le piante osservate.

La tabella 2 descrive il protocollo per l'individuazione delle varie fasi fenologiche.

Fasi fenologiche primaverili (SP)	Punteggio	Fasi fenologiche autunnali (AP)	Punteggio
Gemme dormienti	SP1	Ingiallimento localizzato	AP1
Gemme aperte, Aghi < 1cm (BGS)	SP2	Da verde a giallo	AP2
Allungamento aghi, 1-3 cm	SP3	Ingiallimento completo (EGS)	AP3
Apertura aghi, > 3 cm	SP4	Da giallo a rosso	AP4
Aghi completamente sviluppati	SP5	Arrossamento completo	AP5

Tab. 2 - Protocollo per le fasi fenologiche

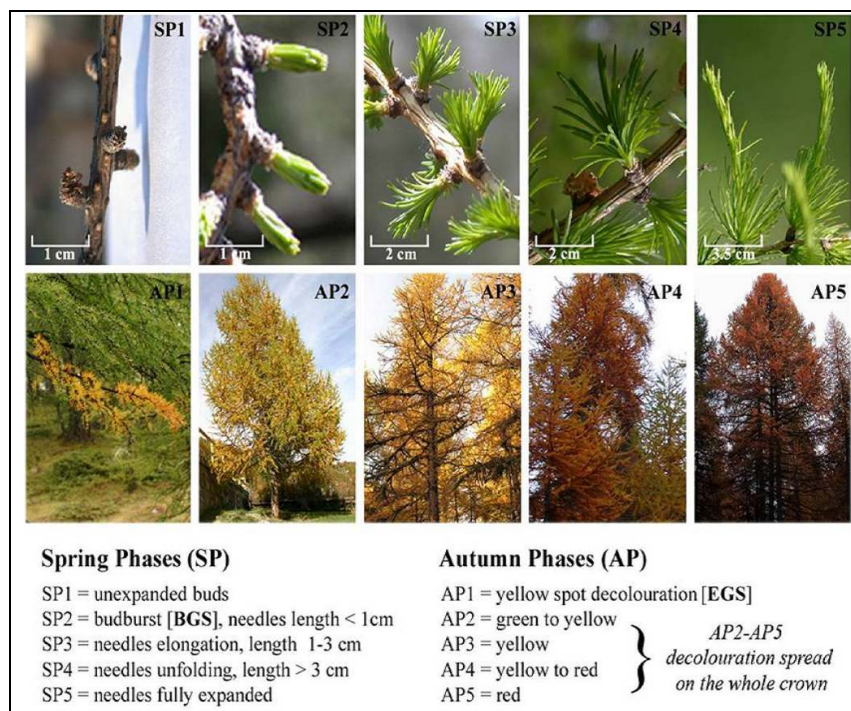


Fig. 3 – Protocollo per le fasi fenologiche (immagine tratta da Cremonese ed al.. 2007)

La fase SP2 viene fatta coincidere con l'inizio della stagione vegetativa (Beginning of Growing Season - BGS), mentre lo stadio AP3 corrisponde alla fine della stagione vegetativa (End of Growing Season - EGS); il periodo che intercorre fra le due date costituisce la durata della stagione vegetativa (Length of Growing Season - GSL). L'indagine ha avuto inizio nella primavera dell'anno 2010 ed è tuttora in corso. Successivamente queste informazioni sono state messe in relazione con i dati di temperature derivanti dalle stazioni meteorologiche presenti nelle immediate vicinanze dei popolamenti, vale a dire la stazione di Arabba (1640 m s.l.m.) e quella di Falcade (1240 m s.l.m.); il confronto fra dati termometrici e fasi fenologiche permette di avere un'ulteriore conferma della bontà dell'indicatore adottato.

Primi risultati

Al tempo della stesura del presente rapporto sono disponibili i dati relativi a tre anni di indagine, dal 2010 al 2012. Le figure 4 e 5 rappresentano la durata della stagione vegetativa nelle stazioni di Arabba e Falcade, nei tre anni di indagine, per il popolamento degli alberi maturi.

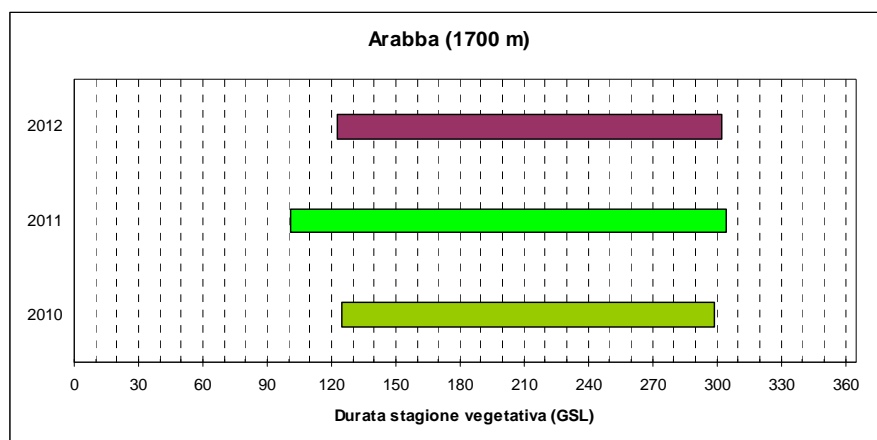


Fig. 4 – Arabba - Durata della stagione vegetativa

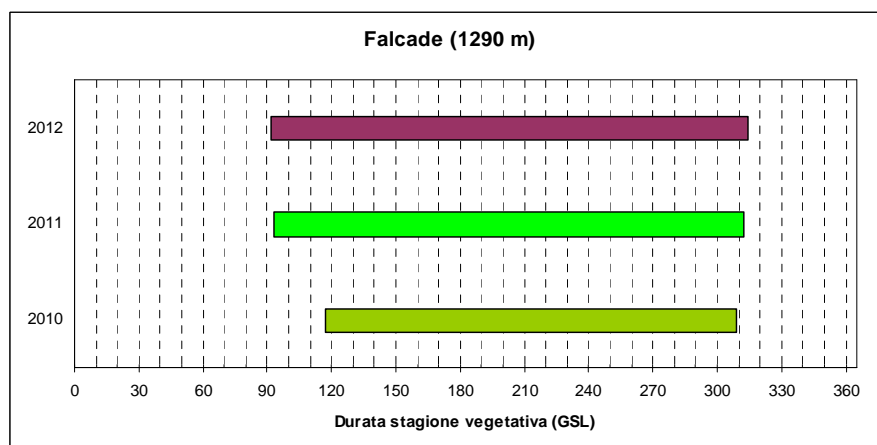


Fig. 5 – Falcade - Durata della stagione vegetativa

Gli alberi giovani hanno solitamente una durata della stagione vegetativa un po' più prolungata, ma con tendenze molto simili agli esemplari adulti.

La stazione di Falcade, a quote più basse, ha una stagione vegetativa più prolungata, rispetto ad Arabba, di circa 20 giorni.

Sempre a Falcade, nel 2011 e nel 2012 la stagione vegetativa è durata circa un mese di più rispetto al 2010; ad Arabba, invece, solo nel 2011 la stagione vegetativa è durata così tanto di più rispetto al 2010. Questo così lungo prolungamento è influenzato dall'anticipo dell'inizio della stagione vegetativa, anticipo risultato, nelle annate sopra citate e per entrambe le stazioni, di circa 20/22 giorni (prima decade di Aprile, contro ultima decade di Aprile).

Il momento della fine della stagione vegetativa (ultimi giorni di Ottobre, prima decade di Novembre) non ha invece evidenziato grosse difformità negli anni di indagine.

Poiché le fasi fenologiche sono influenzate dall'andamento termico, si sono analizzate le temperature registrate nelle stazioni meteorologiche limitrofe ai siti di monitoraggio, studiando sia la correlazione fra le fasi fenologiche e le medie trimestrali dei valori minimi, medi e massimi giornalieri per la primavera (Marzo-Maggio) e l'autunno (Settembre-Novembre) sia la correlazione tra le fasi fenologiche e le medie mensili delle temperature minime, medie e massime giornaliere. La presente analisi, vertendo solamente su tre anni di dati, permettono

solo una visione preliminare che richiede determinanti conferme nel futuro. Dalla tabella 3 risulta come il trimestre primaverile abbia avuto andamenti termici simili nel 2011 e 2012, risultando entrambi più caldi rispetto al 2010. Entrando più in dettaglio si nota come il mese di Aprile 2012 sia stato decisamente più freddo; addirittura per la stazione di Arabba il più freddo del triennio.

	2010			2011			2012		
Media MAM	Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max
Arabba	-1.3	2.9	7.9	0.8	5.6	10.8	0.8	5.2	10.4
Falcade	0.2	5.3	11.1	1.5	7.7	15.1	1.9	7.7	14.6

Tab. 3 - Medie delle temperature minime, medie e massime per il trimestre Marzo/Maggio

		2010			2011			2012		
Media		Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max
Arabba	Apr	-0.7	3.8	9.2	1.1	6.0	12.0	-1.1	2.8	7.3
	May	2.6	6.6	10.9	3.5	8.8	14.8	3.3	8.2	13.4
	June	6.9	11.7	17.0	7.2	11.3	15.8	8.0	12.7	17.7
Falcade	Mar	-4.4	0.4	6.5	-2.3	2.3	9.0	-0.4	5.8	13.9
	Apr	0.2	6.1	12.8	2.2	8.7	16.3	1.0	5.9	11.7
	May	4.7	9.5	14.2	4.7	12.1	19.9	4.9	11.3	18.2
	June	8.6	14.8	20.6	9.0	14.4	20.6	9.7	15.8	22.3

Tab. 4 - Medie mensili delle temperature minime, medie e massime per Aprile, Maggio e Giugno

Correlando l'inizio della stagione vegetativa con i valori medi di temperatura si è potuto verificare come per Arabba il valore medio trimestrale abbia scarsa correlazione con l'inizio della stagione vegetativa, mentre si ottiene un'elevata correlazione con le temperature del mese di Aprile, soprattutto nei valori minimi (**Fig.6**, $R^2=0.957$). Il lariceto di Arabba, infatti, essendo a quote più elevate nel mese di Marzo, normalmente, non mostra ancora segni di risveglio vegetativo.

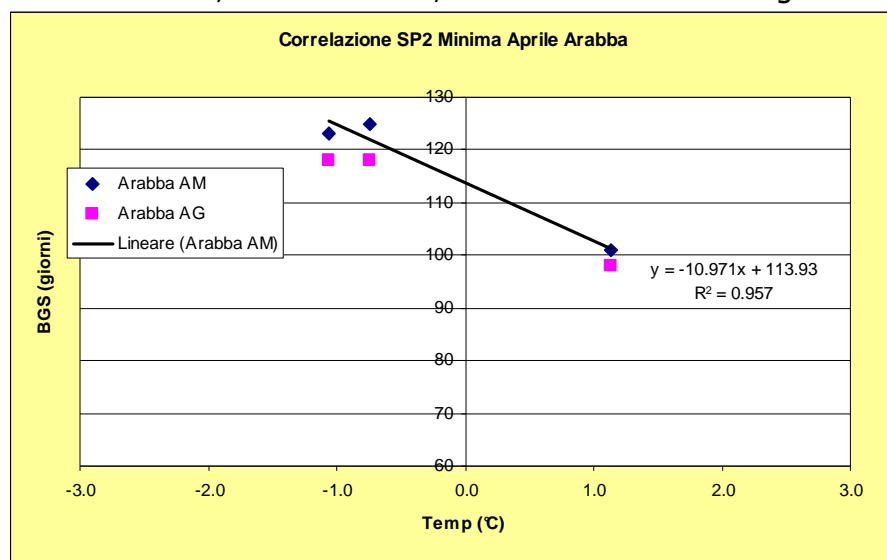


Fig. 6 - Arabba - Correlazione temperatura media delle minime Aprile - BGS

Nel popolamento di Falcade, che si trova a una quota più bassa, si evidenzia un comportamento diverso: vi è, infatti, un'elevata correlazione tra l'inizio della stagione vegetativa e i valori trimestrali (MAM); in questo caso sembrerebbe che i valori termici determinanti per l'inizio della stagione vegetativa siano quelli rilevati durante il mese di Marzo, periodo appena antecedente lo stadio SP2, verificatosi, negli ultimi due anni, nei primi giorni di Aprile.

Spostando l'attenzione sul periodo autunnale, coincidente con la fine della stagione vegetativa, si può notare come il 2011 sia stato l'anno, per entrambe le stazioni, con l'autunno più caldo, mentre il 2010 è stato quello più freddo.

Media SON	2010			2011			2012		
	Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max
Arabba	0.8	4.0	8.2	3.6	7.2	12.1	2.7	5.9	10.0
Falcade	2.0	5.7	10.8	3.3	7.6	15.0	3.2	7.2	13.0

Tab. 5 - Medie delle temperature minime, medie e massime per il trimestre Settembre/Novembre

Sono significativi i dati medi mensili relativi al mese di Settembre 2011, per i valori termici particolarmente miti e decisamente anomali per il periodo, soprattutto in quota, ad Arabba.

	Media	2010			2011			2012		
		Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max
Arabba	Sep	4.6	8.3	13.2	8.3	12.5	17.7	5.7	9.9	14.7
	Oct	0.7	3.8	8.3	2.0	5.9	10.9	2.9	6.2	10.1
	Nov	-3.1	-0.3	2.8	0.6	3.4	7.6	-0.6	1.8	5.3
Falcade	Sep	6.0	10.6	16.5	8.9	14.3	21.8	6.9	12.1	18.4
	Oct	1.4	5.2	10.7	2.1	6.6	14.2	3.2	7.3	13.3
	Nov	-1.3	1.4	5.2	-0.9	1.7	9.1	-0.5	2.2	7.1

Tab. 6 - Medie mensili delle temperature minime, medie e massime per Settembre, Ottobre e Novembre

In alcuni casi, confrontando i valori medi mensili di temperatura minima minime, la stazione di Falcade ha registrato valori inferiori rispetto ad Arabba; ciò è dovuto al fatto che la stazione meteorologica è posta a fondovalle, e in situazioni di cielo sereno notturno, durante il periodo autunnale, si verifica spesso il fenomeno dell'inversione termica. Il lariceto di Falcade, invece, è posto a mezza costa, vicino all'abitato di Sappada, con condizioni diverse da quelle registrate dalla stazione meteorologica di fondovalle. Per questo motivo è necessario porre particolare attenzione nel correlare i valori termici autunnali, soprattutto per quanto riguarda le temperature minime, con le date di fine della stagione vegetativa.

Ciò premesso, confrontando le temperature con la fase fenologica autunnale, si può notare una buona correlazione fra i valori termici e la data di fine stagione vegetativa. In particolare, per la stazione di Arabba i più alti coefficienti di correlazione si registrano sia con la media trimestrale (si noti a titolo di esempio la **Fig.7**), sia con le temperature registrate durante il solo mese di Novembre, per i valori, minimi, medi e massimi. Anche per la stazione di Falcade si nota la stessa tendenza.

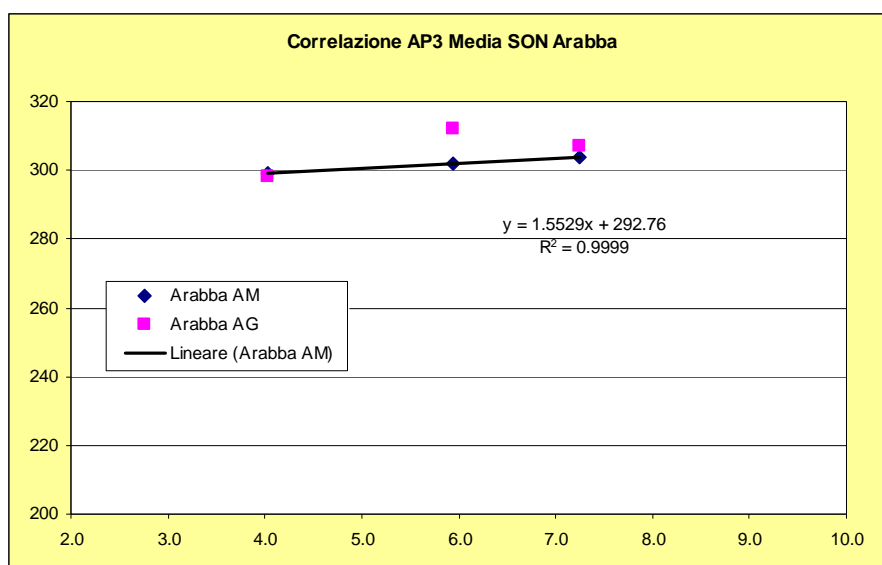


Fig. 7 - Arabba - Correlazione temperatura media SON - EGS

È bene ribadire, tuttavia, che, mostrando entrambi i popolamenti differenze minime nella chiusura della stagione, l'analisi di correlazione, condotta solamente con tre anni di dati, appare prematura e necessitante di ulteriori verifiche.

Conclusioni



Fig. 8 - Lariceto di Arabba - 10.11.2011



Fig. 9 - Lariceto di Falcade - 01.11.2011

Nell'anno 2010 è iniziata un'attività di monitoraggio delle fasi fenologiche di popolamenti di Larice presenti, nella zona dell'Agordino, a diverse quote.

Dai primi tre anni di analisi si evince come la fenologia del Larice possa essere un indicatore dei cambiamenti climatici, risultando molto sensibile ed in stretta correlazione all'andamento termico stagionale. Si è notato, in particolare, che durante il periodo primaverile, ad un aumento delle temperature corrisponde un anticipo dell'inizio della stagione vegetativa.

Naturalmente la disponibilità di dati appare ancora limitata, non sufficiente per giungere a conclusioni definitive.

Il Centro Valanghe Arabba intende continuare il monitoraggio anche negli anni a venire, con l'intento di verificare i primi dati acquisiti.