

## **Parte III**

**Monitoraggio di alcuni siti lacustri e ipogei studiati dai progetti  
AQUAPAST e OLOAMBIENT**



## Inquadramento climatico dell'Altopiano di Lavarone-Verzèna nel contesto generale trentino

Emanuele ECCEL<sup>1\*</sup> & Serenella SAIBANTI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istituto Agrario di San Michele all'Adige (IASMA), Centro Sperimentale, Dipartimento Valorizzazione Risorse Naturali, Via E. Mach 1, I-38010 San Michele all'Adige (TN), Italia

<sup>2</sup>Dipartimento Protezione Civile e Tutela del Territorio, Provincia Autonoma di Trento, Via Vannetti 41, 38100 Trento, Italia

\*E-mail dell'Autore per la corrispondenza: [emanuele.eccel@iasma.it](mailto:emanuele.eccel@iasma.it)

**RIASSUNTO** - *Inquadramento climatico dell'Altopiano di Lavarone-Verzèna nel contesto generale trentino* - Viene sinteticamente descritto il clima trentino, con particolare attenzione all'area di Lavarone - Passo Verzèna, al centro delle indagini Oloambient. Per l'indagine sono state selezionate 12 stazioni distribuite sul territorio provinciale. In generale, il clima del Trentino si può considerare di tipo umido temperato, oceanico, in particolare per quanto riguarda le regioni prealpine più aperte verso la Pianura Padana e il Mar Adriatico; alcune aree mostrano caratteristiche di transizione verso un clima continentale-alpino, più fresco e spesso più asciutto, proprio delle vallate montane interne. Le precipitazioni di solito presentano due massimi, uno in autunno (principale) e uno in primavera (secondario), anche se in alcune aree montane il picco di piovosità si registra in estate. Le temperature decrescono con la quota secondo una media di  $-0,51\text{ }^{\circ}\text{C} / 100\text{ m}$ . L'area di Lavarone-Verzèna si inquadra in un generale contesto climatico di montagna alpina, relativamente umida in confronto alle medie trentine, ma nella norma delle aree montane contigue alle Prealpi venete. Le estati non sono mai secche e ciò determina una loro attribuzione, secondo il criterio di Thornthwaite, alla classe climatica da mesotermica a microtermica perumida, senza presenza di periodi siccitosi significativi.

**SUMMARY** - *Climatic setting of the Lavarone-Verzèna Plateau in the general context of Trentino* - The climate in Trentino is briefly described, with a particular attention to the Lavarone - Passo Verzèna area, at the centre of Oloambient's investigations. For this research 12 stations have been selected, spread over the territory. In general, climate in Trentino can be ascribed to the humid, temperate, oceanic type, particularly in the pre-alpine areas, more open towards the Po Plain and the Adriatic Sea; some areas show features of transition to a more continental-alpine climate, cooler and often drier, more typical of the inner mountain valleys. Precipitation amounts are normally distributed over two maxima, in autumn (main) and in spring (secondary), even if some mountain areas experience the rainfall peaks in summer. Temperature decreases with elevation after a rate of  $-0.51\text{ }^{\circ}\text{C} / 100\text{ m}$ . The Lavarone - Passo Verzèna district can be framed into a general climatic context of an alpine mountain region, quite humid compared to the average condition of Trentino, but not different from the standard of mountain areas close to the Venetian pre-alpine region. Summer is never dry; according to Thornthwaite's classification, this assigns the climate of this area to a mesothermic-to-microthermic, perhumid type, with no significant dry periods.

*Parole chiave:* Trentino, Lavarone, Verzèna, clima

*Key words:* Trentino, Lavarone, Verzèna, climate

### 1. INTRODUZIONE

Se esaminiamo l'area delle Alpi meridionali dal punto di vista climatico generale, l'attribuzione del clima di una regione a una definita "fascia climatica" non consente di apprezzarne compiutamente le specificità.

Ad esempio, al "clima temperato" vengono ricondotte in realtà aree con regimi di pioggia e temperature medie ben diverse, dai litorali europei alle località collinari alpine. Inoltre, all'interno di una regione

relativamente piccola, come il Trentino, esistono aree con caratteristiche molto diverse, condizionate principalmente dall'altitudine (dai 70 m del Garda fino ai quasi 4000 del massiccio dell'Ortles-Cevedale), ma anche dalla conformazione del territorio (dai fondovalle aperti verso la pianura ai versanti ripidi di vallate montane interne).

Trascurando le ricerche riferite a singole aree, gli studi esistenti sul clima trentino nel suo complesso sono rari e spesso datati (es.: Regio Esercito Italiano

1915). Un'eccezione è costituita dall'importante lavoro sistematico di Gafta & Pedrotti (1998), che consiste in una classificazione fitoclimatica delle diverse stazioni scelte sul territorio regionale. Anche il recente, prezioso lavoro di Sboarina & Cescatti (2004) fornisce una base di dati climatici elaborati in modo puntuale, ma non si prefigge lo scopo di commentare in forma discorsiva la situazione climatica trentina. Con la presente ricerca ci si propone allora una caratterizzazione generale, anche descrittiva, del clima trentino, con particolare attenzione all'area degli altopiani di Vezzena-Lavarone, al centro delle indagini del progetto Oloambient. Verranno quindi rappresentate le principali specifiche climatiche di quell'area, viste

in particolare come forzanti meteorologiche ambientali in grado di determinare il paesaggio vegetazionale prevalente. In ogni caso, la caratterizzazione climatica del Trentino non si presta certo a essere esaurita nelle poche pagine di questo lavoro; infatti, la regione, di per sé non molto estesa, è però geograficamente complessa e climaticamente varia.

## 2. LA BASE DATI PER LA RICERCA

Per questa indagine sono stati utilizzati i dati di 12 stazioni trentine, tutte di proprietà della Provincia Autonoma di Trento tranne quella di Passo Vezzena, di

Tab. 1 - Riepilogo sinottico delle caratteristiche climatiche delle stazioni meteorologiche.

Tab. 1 - *Synoptic summary of the climatic features of the meteorological stations.*

STAZIONE	BACINO IDROGRAFICO	T MEDIA ANNUA [°C]	PIOVOSITÀ MEDIA ANNUA [mm]	CLASSIF. THORNTH-WAITE	CLASSIF. PAVARI	CLASSIF. GAMS
Torbole (70 m)	Lago di Garda	12,4	925,2	Mesotermo b' Umido No deficit	Castanetum caldo – I	sclerofille sempreverdi
Rovereto (203 m)	Adige	12,9	935,3	Mesotermo b' Umido Mod. deficit estivo	Castanetum caldo – I	latifoglie eliofile
Mezzolombardo (215 m)	Adige (Noce)	12,7	899,0	Mesotermo b' Umido Mod. deficit estivo	Castanetum caldo – I	latifoglie eliofile
Levico (502 m)	Brenta	11,5	995,9	Mesotermo a' Umido No deficit	Castanetum freddo – I	latifoglie eliofile
Brentonico (693 m)	Adige	11,0	1107,9	Mesotermo a' Umido No deficit	Castanetum caldo – I	latifoglie sciafile
Bezzecca (698 m)	Lago di Garda (Ponale)	9,4	1214,8	Mesotermo a' Umido No deficit	Fagetum caldo	latifoglie eliofile
Pieve Tesino (755 m)	Brenta	8,9	1252,7	Mesotermo a' Umido No deficit	Fagetum caldo	latifoglie sciafile
Centa (885 m)	Brenta	9,7	1155,7	Mesotermo a' Umido No deficit	Fagetum caldo	latifoglie sciafile
S. Orsola (925 m)	Adige (Fersina)	10,1	956,3	Mesotermo a' Umido No deficit	Castanetum caldo – I	latifoglie sciafile
Folgaria (1168 m)	Adige	8,2	1199,6	Mesotermo a' Perumido No deficit	Fagetum caldo	latifoglie sciafile
Lavarone (1171 m)	Bacchiglione (Astico)	7,7	1233,2	Mesotermo a' Perumido No deficit	Fagetum caldo	latifoglie sciafile
P.so Vezzena (1345 m)	Bacchiglione (Astico)	6,0	1211,2	Microtermo a' Perumido No deficit	Fagetum freddo	aghifoglie

proprietà dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige. Nella tabella 1 sono elencati i nomi delle stazioni e il corrispettivo bacino idrografico di ubicazione, assieme a un riepilogo dei tratti salienti delle classificazioni climatiche considerate (per una trattazione più dettagliata, si rimanda al paragrafo successivo). Come si può notare, la scelta delle stazioni privilegia l'area dell'Alta Valsugana - Altopiano di Lavarone.

Il periodo relativo alle serie di dati impiegati comprende gli anni tra il 1978 e il 2005; solo poche stazioni difettano di alcuni anni. Le temperature si riferiscono alle medie mensili delle massime e delle minime giornaliere, le precipitazioni alle altezze di pioggia (o neve sciolta) e al numero di giorni piovosi, entrambi cumulati su base mensile. Come di consueto, si considera piovoso un giorno in cui si registra almeno 1 mm di pioggia (reale o equivalente, nel caso di neve).

### 3. INQUADRAMENTO CLIMATICO GENERALE DEL TRENTO

In termini generali, trovandosi l'intero territorio trentino all'interno della regione alpina, pur con ambiti diversi legati principalmente alla quota, possiamo inquadrare il clima nella classe Mesotermica Umida. In Trentino, infatti, non esiste una vera e propria stagione asciutta, né tantomeno il periodo più secco coincide con quello caldo; ciò esclude pertanto l'esistenza di una stagione arida ricorrente. Da questo punto di vista il clima della provincia di Trento può essere anche inquadrato nella classe dei tipi "Temperati Oceanici", vale a dire con effetti di continentalità pluviometrica limitati.

Entrando nel merito, una descrizione qualitativa del clima del Trentino si può trovare nelle diverse edizioni del "Rapporto sullo stato dell'ambiente" (si veda per esempio Michielin 2003), per il quale l'Istituto Agrario di San Michele all'Adige ha tradizionalmente curato la sezione meteo-climatica. Si riportano di seguito i tratti salienti.

"Si possono facilmente differenziare nella provincia almeno tre zone climatiche distinte:

- la prima è di tipo sub-mediterraneo con temperatura media annua intorno a 12 gradi e con 2 massimi di piovosità, in primavera ed autunno, più o meno equivalenti, e due minimi, il più spiccato in estate e l'altro in inverno. Questa zona è limitata all'Alto Garda fino alla conca del Lago di Toblino e a qualche lembo della Bassa Vallagarina (Ala e Avio), a quote fino a 200-300 m; la flora è quella dell'ulivo, vite, leccio, cipresso, oleandro; la piovosità si aggira su 800-1000 mm;
- la seconda è di tipo temperato oceanico, cioè senza periodo arido, e interessa gran parte della Val d'Adige e delle valli laterali a minore altitudine,

con temperatura media annua intorno a 10-13 gradi, con piovosità annua media intorno a 900-1000 mm, distribuita ancora su due massimi, [...] un minimo in inverno e un altro meno spiccato in estate;

- la terza zona è quella a clima più continentale-alpino, con quote intorno ai 1000 m o superiori, caratterizzata per lo più da prati, foreste e pascoli; qui le temperature medie annue scendono sotto 8-9 gradi mentre le precipitazioni presentano un minimo invernale e un massimo relativo estivo e tendono comunque ad aumentare con l'altitudine, superando facilmente il totale annuo di 1000 mm fino ad oltre 1500 mm, ad eccezione delle valli più chiuse ed isolate rispetto al bordo dell'arco alpino."

### 4. IL REGIME TERMICO

Come si ricava dalla tabella 2 e dai climogrammi della figura 1, i mesi mediamente più caldi sono ovunque luglio e, con piccolo scarto, agosto; la differenza tra i due mesi si attenua soprattutto in quota, a causa del maggiore ritardo del ciclo annuale termico rispetto a quello solare (infatti, il picco di irraggiamento si raggiunge tra giugno e luglio, in prossimità del solstizio d'estate). I mesi più freddi sono invece gennaio e febbraio, con differenze piccole, specialmente per le stazioni più montane, dovute alla maggior continentalità e quindi al maggior ritardo della risposta termica al minimo di irraggiamento (solstizio d'inverno).

La temperatura media è in larga parte determinata dalla quota, pur con differenze da attribuire all'esposizione del versante, alla circolazione dei venti, alla presenza più o meno accentuata di nuvolosità. Così accade che Torbole (70 m, in riva al Lago di Garda) sia, in estate, più fresca di Rovereto (210 m), che non beneficia allo stesso modo delle brezze sostenute che soffiano nella Valle dei Laghi, e che Centa (885 m) e S. Orsola (925 m), poste su valli laterali dell'Alta Valsugana, siano mediamente più calde di Pieve Tesino (775 m), sito in una valle laterale della Bassa Valsugana, in un'area più umida e nuvolosa.

Per una valutazione quantitativa del raffreddamento che si registra mediamente all'aumentare dell'altitudine, sono stati calcolati i gradienti termici delle temperature con la quota, ossia i decrementi medi di temperatura misurabile al suolo con l'aumentare della quota. Per l'intera area trentina i valori risultano i seguenti (Martinelli *et al.* 2001): temperature minime:  $-0,46$  °C/100 m; temperature massime:  $-0,55$  °C/100 m; temperature medie:  $0,51$  °C/100 m.

Il gradiente delle minime è dunque più basso di quello delle massime; ciò è dovuto a fenomeni di inversione termica invernale che creano condizioni di temperature minime più basse nei fondovalle che sui

Tab. 2 - Temperature medie mensili e annue: minime, massime e medie (°C).

Tab. 2 - Average monthly and yearly temperatures: minimum, maximum and mean (°C).

STAZIONE		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Torbole (70 m)	min	-1,3	-0,3	3,3	6,6	11,2	14,3	16,8	16,8	13,1	8,9	3,4	0,1	7,8
	max	6,1	8,1	12,4	16,2	21,7	25,6	28,4	28,2	23,5	17,5	11,0	6,8	17,1
	med	2,4	3,9	7,9	11,4	16,5	20,0	22,6	22,5	18,3	13,2	7,2	3,5	12,4
Rovereto (203 m)	min	-2,3	-0,9	3,4	7,0	11,4	14,8	17,0	16,7	13,0	8,6	2,5	-1,2	7,5
	max	6,2	9,4	14,8	18,1	23,7	27,7	30,4	30,0	24,7	18,0	10,9	6,4	18,4
	med	2,0	4,3	9,1	12,5	17,5	21,2	23,7	23,4	18,8	13,3	6,7	2,6	12,9
Mezzolombardo (215 m)	min	-3,2	-1,4	2,9	6,7	11,4	14,4	16,6	16,2	12,3	7,9	1,6	-2,0	7,0
	max	6,1	9,5	14,9	18,3	23,5	27,3	29,9	29,8	25,0	18,6	11,2	6,3	18,4
	med	1,5	4,1	8,9	12,5	17,5	20,9	23,2	23,0	18,6	13,2	6,4	2,2	12,7
Levico (502 m)	min	-4,2	-3,2	0,6	4,3	9,0	12,3	14,5	14,2	10,5	6,7	0,8	-2,9	5,2
	max	5,9	8,6	14,3	17,7	23,1	27,0	29,9	29,4	24,0	17,5	10,5	6,0	17,8
	med	0,8	2,7	7,5	11,0	16,0	19,7	22,2	21,8	17,3	12,1	5,6	1,6	11,5
Brentonico (693 m)	min	-3,1	-2,0	1,5	4,5	9,2	12,4	14,7	14,7	11,0	7,0	1,3	-1,9	5,8
	max	6,0	8,1	12,4	15,3	20,4	24,3	27,1	26,9	22,2	16,2	9,9	6,1	16,2
	med	1,5	3,0	6,9	9,9	14,8	18,3	20,9	20,8	16,6	11,6	5,6	2,1	11,0
Bezzecca (698 m)	min	-4,8	-4,1	-0,8	2,7	7,3	10,8	12,9	12,9	9,5	5,4	-0,2	-3,4	4,0
	max	4,0	6,0	10,3	13,8	19,6	23,6	26,0	25,5	20,4	14,6	8,5	4,2	14,7
	med	-0,4	1,0	4,8	8,2	13,4	17,2	19,5	19,2	14,9	10,0	4,1	0,4	9,4
Pieve Tesino (755 m)	min	-4,5	-3,9	-0,6	2,5	6,6	9,7	11,7	11,9	8,7	4,8	-0,3	-3,6	3,6
	max	5,5	6,5	10,0	12,7	17,7	21,2	23,9	24,2	19,9	14,9	9,0	5,5	14,3
	med	0,5	1,3	4,7	7,6	12,2	15,4	17,8	18,1	14,3	9,9	4,4	0,9	8,9
Centa (885 m)	min	-2,6	-2,0	1,3	3,8	8,2	11,5	13,7	13,7	10,3	6,5	1,3	-1,5	5,4
	max	4,1	5,9	10,3	13,0	18,0	21,9	24,7	24,4	20,0	14,0	8,2	4,7	14,1
	med	0,7	2,0	5,8	8,4	13,1	16,7	19,2	19,1	15,2	10,2	4,8	1,6	9,7
S. Orsola (925 m)	min	-3,5	-2,9	0,4	3,2	7,7	11,0	13,1	13,1	9,6	6,1	0,8	-2,2	4,7
	max	5,3	7,1	11,6	14,3	19,5	23,3	26,0	26,2	21,4	15,7	9,2	5,8	15,4
	med	0,9	2,1	6,0	8,7	13,6	17,2	19,5	19,6	15,5	10,9	5,0	1,9	10,1
Folgaria (1168 m)	min	-4,5	-4,4	-1,4	1,4	5,9	9,3	11,5	11,7	8,0	4,3	-0,5	-3,2	3,2
	max	4,0	5,3	8,6	11,2	16,6	20,5	23,5	23,6	19,0	13,4	8,0	4,4	13,2
	med	-0,2	0,5	3,6	6,3	11,2	14,9	17,5	17,7	13,5	8,9	3,8	0,6	8,2
Lavarone (1171 m)	min	-5,0	-5,0	-1,8	1,0	5,7	9,0	11,2	11,2	7,9	4,2	-0,9	-3,9	2,8
	max	3,5	4,3	7,7	10,5	16,0	20,2	23,1	23,2	18,1	12,8	7,0	3,8	12,5
	med	-0,7	-0,4	3,0	5,7	10,8	14,6	17,1	17,2	13,0	8,5	3,0	-0,1	7,7
P.so Vezzena (1345 m)	min	-6,1	-6,2	-2,9	-0,1	4,3	7,7	10,0	9,8	7,1	3,3	-1,6	-4,4	-6,1
	max	2,0	2,5	5,6	8,0	13,0	17,3	19,9	19,5	16,2	11,2	5,5	2,7	2,0
	med	-2,3	-2,1	1,2	3,8	8,6	12,5	14,9	14,6	11,6	7,1	1,7	-1,1	6,0

versanti. Si tratta di un fenomeno invernale tipico delle valli alpine, legato al basso flusso di energia solare che raggiunge il suolo: il limitato riscaldamento degli strati di aria più bassi, nelle ore notturne e mattutine spesso non è sufficiente a contrastare l'accumulo di aria più fredda (e pesante) scivolata dai versanti e accumulata sul fondo delle vallate.

## 5. IL REGIME PLUVIOMETRICO

In generale, tutte le stazioni esaminate presentano un minimo evidente di precipitazioni in inverno (Tab. 3) – caratteristica climatica di tutta l'area alpina – risentendo, nei mesi freddi, della dominanza relativa dell'anticiclone russo-siberiano. A partire dalla

stagione primaverile, con l'aumento della frequenza delle incursioni del fronte polare, le precipitazioni aumentano sensibilmente. I regimi pluviometrici, ossia la quantità e la ripartizione delle precipitazioni nel corso dell'anno, in Trentino sono riconducibili ai seguenti tipi:

- continentale: con un massimo di piovosità in estate e un forte minimo in inverno;
- pre-alpino: con due massimi di pioggia in primavera e in autunno, e due minimi in estate e inverno.

In generale, le aree più interne, che risultano un po' meno esposte ai flussi umidi provenienti dai quadranti meridionali e quindi in generale meno piovose, in estate ricevono una quota consistente di apporti di origine locale (temporali). La tendenza a una distribuzione delle precipitazioni leggermente più vicina a un regime continentale si manifesta, tra le stazioni considerate, solamente a Passo Vezena, il sito posto alla quota più elevata; si assiste a un progressivo aumento delle piogge nel corso della stagione calda (massimo relativo a luglio), mentre in autunno i valori del numero di giorni di pioggia non raggiungono mai quelli estivi.

Molte delle stazioni esaminate presentano un regime pre-alpino, che si manifesta sia in località poste non lontane dal fondovalle (es: Pieve Tesino, 775 m) che in quelle più montane (es: Lavarone, 1171 m). In alcune stazioni, più che in altre, il massimo autunnale si manifesta in modo più evidente rispetto a quello primaverile (es. Mezzolombardo, 215 m). In generale, le aree a regime pre-alpino sono quelle che risentono maggiormente degli effetti della vicinanza geografica con l'area padana, che oppone ben pochi ostacoli alla penetrazione delle masse umide di origine marittima.

I mesi con il maggior numero di giorni di pioggia sono quelli tardo primaverili ed estivi, mentre quelli invernali sono i meno piovosi. In autunno si registra la maggiore quantità d'acqua scesa al suolo; poiché in quella stagione i giorni caratterizzati da precipitazioni non sono più di quelli primaverili, se ne deduce che gli eventi piovosi autunnali sono in generale più cospicui. Proprio in autunno le grosse perturbazioni atlantiche attraversano più facilmente il versante sud delle Alpi, incontrando correnti meridionali che, scorrendo su superfici ancora relativamente calde, a causa dell'inerzia

Tab. 3 - Precipitazioni medie mensili (mm) e numero medio di giorni piovosi.

Tab. 3 - Average monthly precipitation (mm) and average number of rainy days.

STAZIONE		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Torbole	mm	53,6	38,9	58,3	79,6	87,4	88,0	82,8	77,4	75,7	127,9	92,4	63,3	925
(70 m)	gg	4,6	3,8	5,5	8,3	9,7	9,1	7,9	7,3	6,2	8,6	6,4	5,4	82,8
Rovereto	mm	54,6	39,9	59,2	78,0	89,5	92,0	85,8	77,3	78,6	126,8	86,7	66,9	935
(203 m)	gg	4,6	3,6	6,0	8,6	9,8	9,5	7,9	7,1	6,0	8,8	6,9	5,5	84,4
Mezzolombardo	mm	47,2	37,0	59,8	80,3	88,0	90,6	81,0	71,6	79,9	113,8	93,0	56,6	899
(215 m)	gg	4,1	3,0	5,7	7,6	9,2	9,1	8,2	7,4	6,0	8,0	6,4	4,6	79,5
Levico	mm	42,6	30,4	51,7	83,5	103,4	101,7	91,3	96,1	98,7	131,5	109,9	55,1	996
(502 m)	gg	4,4	3,4	5,7	8,8	10,7	10,8	8,3	7,9	7,3	8,5	7,3	5,3	88,5
Brentonico	mm	72,9	49,8	72,0	99,3	105,4	105,7	90,0	81,8	95,5	145,9	109,9	79,7	1108
(693 m)	gg	5,1	4,3	6,0	9,1	10,1	9,7	7,9	7,4	6,5	8,9	7,6	6,0	88,5
Bezzecca	mm	61,9	42,2	74,0	110,4	123,9	121,4	114,1	112,3	102,0	151,6	126,7	74,5	1215
(698 m)	gg	5,0	3,9	6,4	10,0	12,0	11,0	9,2	8,9	7,4	9,4	7,3	5,8	96,2
Pieve Tesino	mm	54,8	48,5	78,4	121,1	138,3	137,8	110,4	112,6	113,7	152,4	104,4	80,3	1253
(755 m)	gg	5,2	4,2	6,7	11,0	12,9	12,6	9,7	10,6	7,6	8,3	7,0	5,8	101,5
Centa	mm	57,4	51,3	74,4	99,9	121,8	125,3	86,1	98,5	91,3	155,3	120,1	74,2	1156
(885 m)	gg	5,3	4,6	6,2	10,2	11,2	11,0	8,8	8,4	6,7	8,7	7,1	5,6	93,6
S. Orsola	mm	36,5	35,2	51,6	78,3	109,9	110,8	96,6	91,9	87,6	122,7	86,9	48,2	956
(925 m)	gg	4,4	4,1	6,2	9,1	11,0	10,3	8,5	8,3	6,6	8,5	6,9	5,3	89,3
Folgaria	mm	73,8	53,9	81,6	112,1	132,8	114,6	91,6	100,2	97,8	151,4	103,8	86,0	1200
(925 m)	gg	5,3	4,6	7,4	10,5	11,8	10,7	8,5	8,3	6,8	9,1	7,3	6,3	96,6
Lavarone	mm	66,4	53,8	80,7	111,5	131,1	130,1	105,0	98,6	107,6	175,3	94,8	78,2	1233
(1171 m)	gg	5,4	4,5	6,9	10,8	12,4	11,3	8,6	8,5	7,1	9,2	6,6	6,2	97,5
P.so Vezena	mm	70,3	69,7	77,9	100,3	130,9	100,1	104,9	100,4	108,4	125,2	136,2	87,3	1211
(1345 m)	gg	4,6	4,2	8,2	9,9	13,6	10,7	8,2	10,1	6,7	7,9	5,9	5,8	95,9

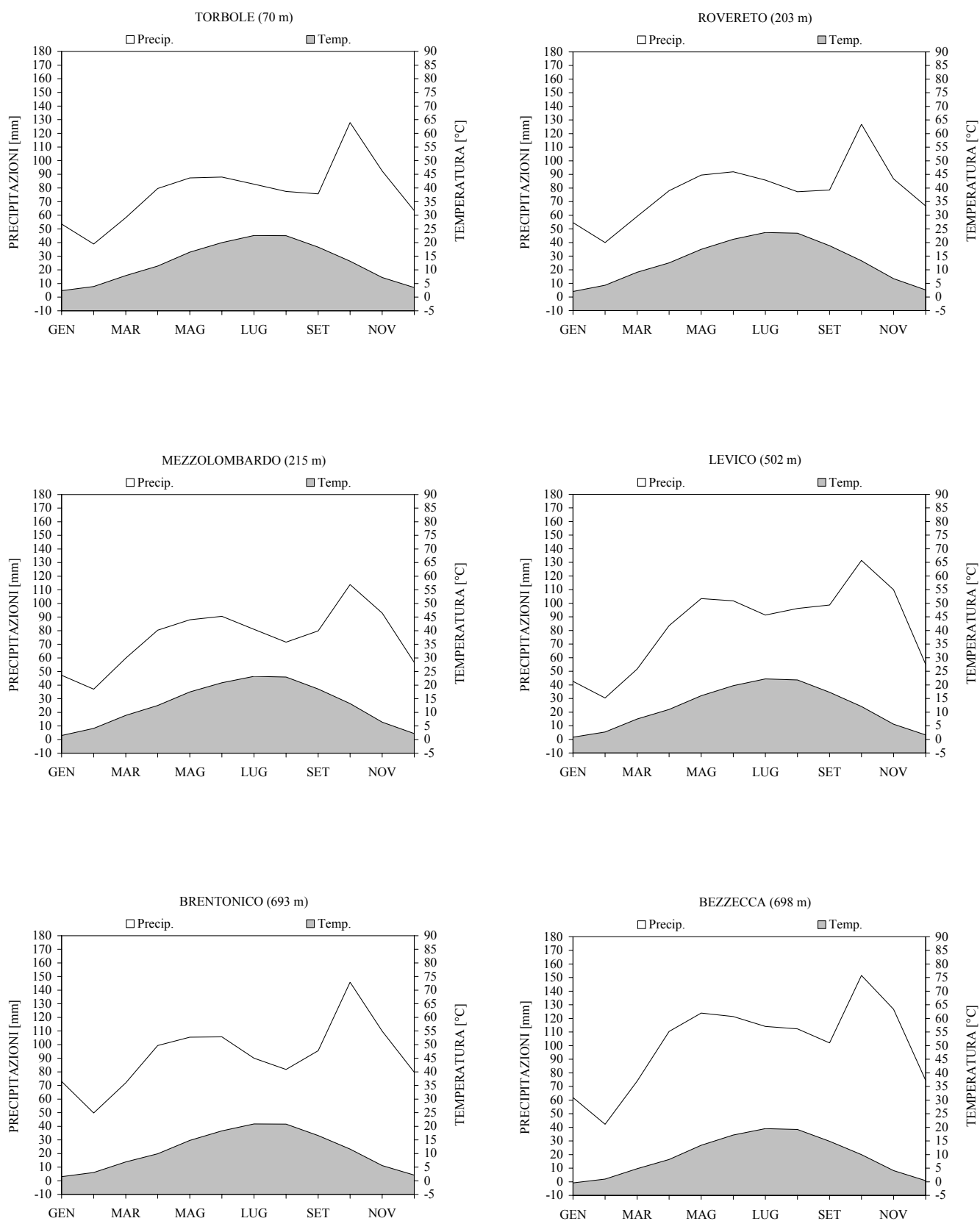
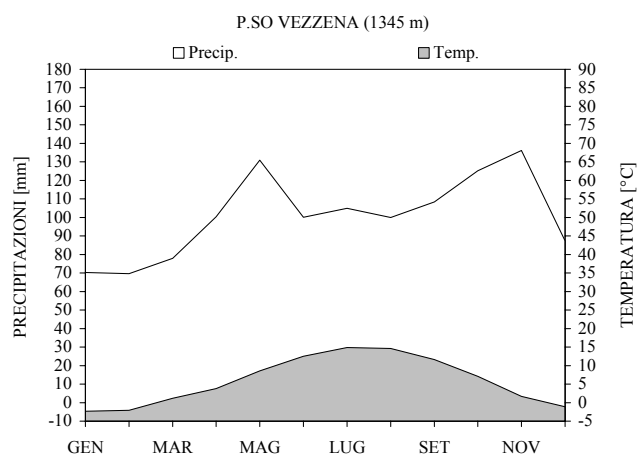
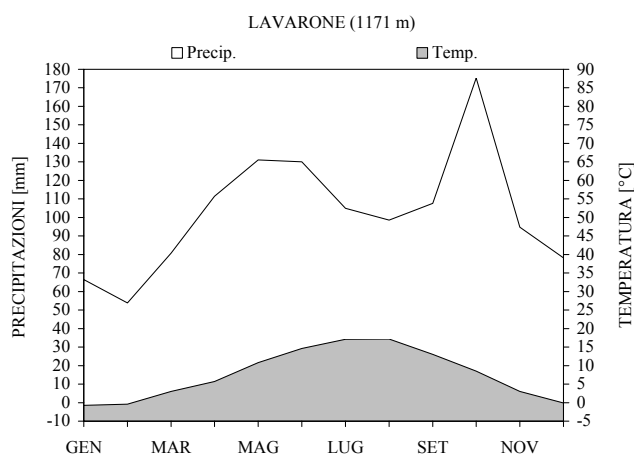
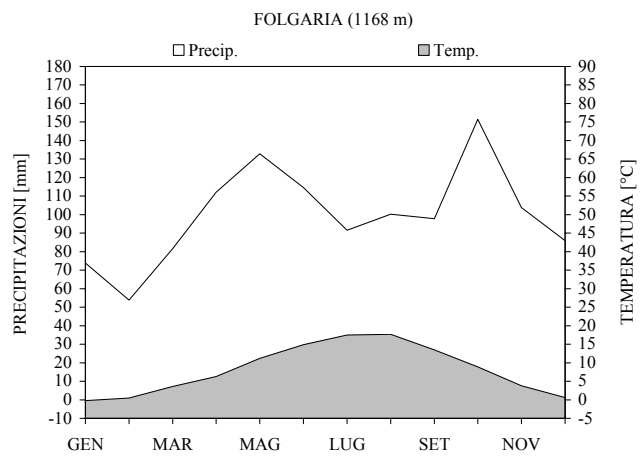
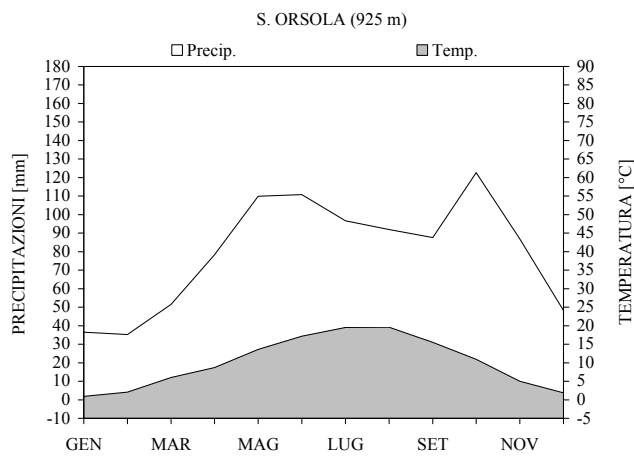
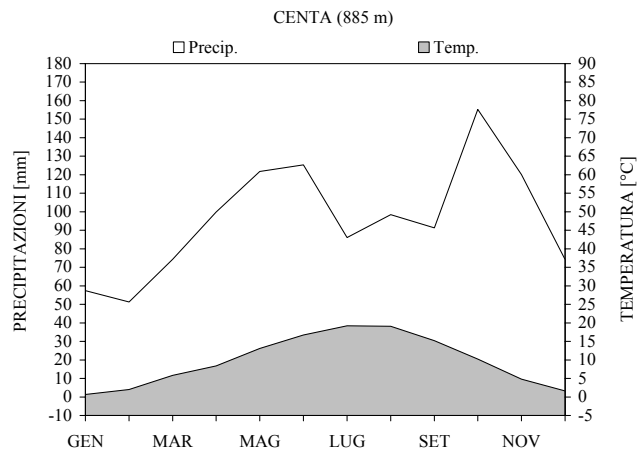
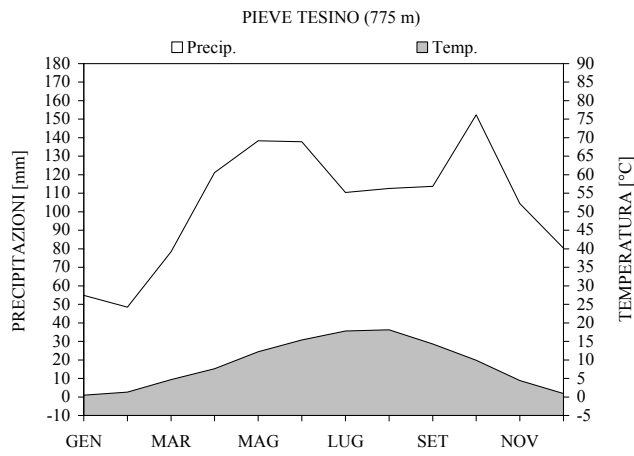


Fig. 1 - Climogrammi ombrotermici di Bagnouls-Gaussen.  
 Fig. 1 - Bagnouls-Gaussen's ombrothermic diagrams.





(Fig. 1 - continua)  
(Fig. 1 - continued)

termica dei mari, convogliano verso i centri di bassa pressione una notevole umidità.

In estate, all'aumentare della quota si registra mediamente anche un lieve aumento della piovosità mensile, pari a 1,6 mm / 100 m (Martinelli *et al.* 2001). Il fenomeno, valido in media per tutto il Trentino, può essere ricercato nella maggior tendenza allo sviluppo di celle temporalesche locali, tipicamente estive, più frequenti nelle aree montane. Nelle altre stagioni, invece, non è stato possibile verificare una correlazione significativa tra pioggia e quota; infatti, le precipitazioni primaverili e autunnali, di origine prevalentemente frontale e a scarsa componente convettiva, distribuiscono le piogge in modo più omogeneo nei confronti della posizione altimetrica delle aree.

## 6. OCEANICITÀ E CONTINENTALITÀ

Risulta interessante, anche per le ricadute sulla caratterizzazione eco-fisiologica, analizzare il grado di oceanicità o continentalità delle singole aree. Con questi termini si indicano due modalità climatiche opposte: la costanza ovvero la discontinuità con cui si possono presentare in una regione sia la piovosità che la temperatura. All'interno della regione climatica alpina, l'attribuzione di un'area al tipo continentale o a quello oceanico cambia anche radicalmente a seconda che si consideri il regime delle precipitazioni o quello delle temperature. In particolare, la continentalità termica risulta una caratteristica delle aree di bassa quota, in virtù delle maggiori escursioni termiche, mentre quella pluviale è più tipica delle aree interne.

Un clima oceanico è, alle medie latitudini, un clima aperto all'influenza di masse d'aria marittima, umida e temperata, che inibisce l'innalzamento e l'abbassamento degli estremi termici nell'arco dell'anno; è questa una caratteristica climatica che si riscontra, nell'ambito alpino centro-orientale, soprattutto nelle Prealpi venete, cioè nell'area più facilmente raggiungibile da parte delle correnti marine miti e umide che soffiano da sud est. È evidente, perciò, che anche i lembi del Trentino più vicini a queste aree risentano maggiormente dell'oceanicità. Le valli più interne delle Alpi, al contrario, distanti dall'apertura geografica verso la pianura e dalle vallate di maggior penetrazione degli influssi padani, sono più isolate dall'influenza delle masse d'aria umida di origine marina e sono soggette maggiormente alle escursioni termiche diurne e stagionali. Secondo Zampedri (1999), il clima del Trentino può essere definito, in ogni caso, in massima parte oceanico, tranne che in alcune zone; in generale, si ha un clima di transizione nella parte nord del territorio provinciale. In particolare, la Valsugana, comprese le sue vallate laterali, è una zona tipicamente oceanica. La continentalità pluviale, invece, risulta mediamente superiore nelle aree più vicine allo spartiacque alpino,

ossia alle latitudini maggiori (Gafta e Pedrotti 1998), mentre quella termica, come si è detto, è più direttamente legata alla quota.

Così, pur in un generale contesto oceanico, a Passo Vezza si evidenzia un certo carattere di continentalità pluviale che tende a far aumentare gli eventi precipitativi nella porzione centrale dell'estate. Il massimo assoluto di piovosità rimane comunque quello autunnale. Il tipo continentale vero e proprio, con massimo assoluto estivo, non si manifesta però nell'area.

## 7. CLASSIFICAZIONI ECOLOGICO-FORESTALI

Nel mondo greco e latino, il significato della parola "clima" era contrassegnato da un'accezione esclusivamente geografica: il clima di una regione era assimilato principalmente al regime termico di un'area collocata a una determinata latitudine piuttosto che a un'altra. Questo concetto, prettamente geografico e qualitativo (ma quantificabile, peraltro, con misure di tipo astronomico riferibili all'altezza del sole), era dettato da una conoscenza limitata del mondo fisico, in particolare dell'atmosfera, e risultava del tutto inadatto a definire le caratteristiche climatiche di un ambiente nei confronti della sua attitudine allo sviluppo di una determinata fitocenosi piuttosto che di un'altra. Veniva infatti trascurato del tutto l'effetto della disponibilità idrica, nonché dell'escursione termica e della distribuzione delle piogge nell'arco dell'anno. Considerando l'ambiente naturale in senso ecologico-paesaggistico come risultato di interazioni tra le forzanti geografiche e topografiche, atmosferiche e chimiche, è invece possibile, in linea di massima, legare le specifiche climatiche alle specie vegetali spontanee prevalenti, naturalmente ipotizzando un'assenza di disturbo antropico o di altro tipo. Per questo occorre istituire un legame causa-effetto, valutando gli effetti sulla vegetazione (qualitativi) dovuti agli agenti meteorologici (misurabili quantitativamente).

In quest'ottica sono stati considerati due tipi di classificazione, molto diversi tra loro: l'indice di Gams e la classificazione di Pavari. L'indice di Gams (1932) fa riferimento alla quota sul livello del mare (indirettamente legata alla temperatura) e alle precipitazioni annue secondo la seguente formula:

$$(1) \quad \alpha = \arctg (A/P)$$

dove: A= altitudine sul livello del mare [m] e P= precipitazione media annua [mm].

La continentalità igrica di Gams, a rigore, rientra nei parametri di quantificazione della continentalità, in quanto stima gli effetti di riduzione della piovosità dovuti alla "schermatura" da parte dei sistemi montuosi a scala continentale nei confronti dei flussi umidi. Essa

però prevede una classificazione fitoclimatica, secondo la seguente classificazione:

$\alpha < 10^\circ$	: sclerofille sempreverdi
$10^\circ < \alpha < 30^\circ$	: latifoglie eliofile
$30^\circ < \alpha < 45^\circ$	: latifoglie sciafile
$\alpha > 45^\circ$	: aghifoglie

La classificazione di Pavari (1916), più complessa ma anche più nota in Italia, considera anche le temperature invernali e le massime estive, nonché la quantità e la distribuzione delle piogge, in particolare relative all'estate. Per i climi italiani, essa prevede cinque classi (più alcune sottoclassi), dal *Lauretum*, tipico della zona mediterranea, all'*Alpinetum* delle aree alpine poste oltre il limite della vegetazione arborea. Bisogna tuttavia osservare come tale classificazione tenda a generalizzare l'attribuzione di tutte le zone al *Castanetum* e al *Fagetum*; tra le stazioni considerate, nessuna rientrerebbe nella categoria del *Picetum*, laddove, invece, i boschi prevalenti oltre i 1000 m sono principalmente di conifere. La classificazione di Gams, a sua volta, attribuisce a Torbole una vegetazione spontanea di tipo mediterraneo (sclerofille) e solo a Passo Vezzena una vegetazione prevalente di aghifoglie. In generale, comunque, entrambe le classificazioni manifestano la tendenza ad attribuire alle diverse aree una vegetazione più termofila di quella che si riscontra in realtà nelle foreste trentine.

## 8. I LIMITI ALLO SVILUPPO VEGETALE: CLIMA ARIDO O UMIDO?

La definizione di "paesaggio" climatico passa necessariamente per le caratteristiche fisiche dell'habitat, *in primis* per la disponibilità ovvero la limitazione idrica dei suoli. Il quantitativo di acqua che cade nell'arco di un anno sortisce effetti diversi a seconda della "capacità" di un ambiente, dettata dal suo clima, di non disperdere in scorrimento superficiale parte dell'acqua ricevuta. Naturalmente, si potrebbero considerare anche i fattori pedologici (dunque un altro tipo di "capacità", in questo caso nel senso di volume disponibile per trattenere l'acqua), ma questi non rientrano tra gli obiettivi del presente lavoro.

Un bilancio idrico rigoroso sarebbe di per sé l'approccio più corretto per definire il grado di aridità di un sito; tuttavia, dovendosi basare solo su informazioni climatiche, alcuni autori hanno sviluppato indici che mettono in relazione la temperatura con la piovosità, finalizzati alla determinazione sintetica dell'aridità. Thornthwaite & Mather (1955, 1957), fra tutti, hanno sviluppato un metodo, basato su un bilancio idrico semplificato, che consente una vera e propria classificazione climatica basata su categorie termo-igrometriche.

### 8.1. Classificazione di Thornthwaite

Tramite un indice relativo di umidità annuale ( $I_m$ ), che può essere positivo o negativo, si identifica l'appartenenza di un'area a una classe climatica da "Perumida" (A) ad "Arida" (E):

$$(2) \quad I_m = \sum_i 100 \frac{SUR_i - DEF_i}{ETP_i}$$

dove: SUR= surplus idrico; DEF= deficit idrico; ETP= evapotraspirazione potenziale; i= i-esimo mese dell'anno.

In secondo luogo, si cerca la presenza di periodi relativamente aridi per i climi umidi e di periodi relativamente umidi per i climi aridi (caso non rappresentato in Trentino). Viene poi aggiunto un termine che dà conto dell'evapotraspirazione potenziale (ossia quella teorica, in assenza di limitazioni idriche), stimabile, secondo l'autore, sulla base delle temperature medie. Le classi identificate vanno dal "megatermico" al "gelo perenne" e indicano pertanto l'attitudine del clima a evaporare l'acqua eventualmente disponibile. Infine, si valuta anche la percentuale di evapotraspirazione potenziale (ossia l'efficienza termica) riferita ai mesi estivi. Ciò dà una misura indiretta della durata della stagione vegetativa in un sito.

Tutte le stazioni considerate ricadono nella classe mesotermica, umida o perumida, tranne la stazione di Passo Vezzena, la più fredda (microtermica). Pur rimanendo all'interno della classificazione dei climi umidi, a causa dell'assenza di un periodo asciutto estivo, le due stazioni poste nel fondovalle atesino (Rovereto e Mezzolombardo) risultano soggette a un moderato deficit estivo. Le stazioni trentine poste nei fondovalle a più bassa quota ricadono nella classe a' di valutazione dell'efficienza termica estiva, cioè con percentuale estiva inferiore al 48%, ovvero una prolungata stagione vegetativa; le altre ricadono tutte nella classe b', con efficienza termica estiva compresa tra 48 e 68%, ossia con stagione vegetativa più ridotta, anche se non breve in termini assoluti (per dettagli sulla metodologia si veda Benincasa *et al.* 1991).

### 8.2. Rappresentazione grafica sintetica: i diagrammi ombrotermici di Bagnouls-Gaussen

Sempre con l'intento di evidenziare potenziali periodi climaticamente soggetti al deficit, Bagnouls e Gaussen (1952) hanno sviluppato un indice che trova applicazione essenzialmente per la sua rappresentazione grafica ("diagramma ombrotermico" di Bagnouls-Gaussen). Tali climogrammi sono diventati pressoché uno standard nella rappresentazione sintetica del clima di una località. Essi mettono in relazione le precipitazioni medie mensili con la temperatura media mensile:

viene considerato arido (ma solo convenzionalmente) il mese in cui la curva che esprime il cumulato della precipitazione rimane inferiore alla curva della temperatura, cioè quando gli afflussi in mm sono inferiori al doppio della temperatura media in °C.

Anche dall'analisi di questi grafici (Fig. 1) si può notare che, in senso climatico, non si hanno periodi definiti siccitosi, in quanto la curva che indica la piovosità rimane molto al di sopra di quella delle temperature, con un margine piuttosto ampio. Nelle singole annate si verificano ovviamente periodi siccitosi. In inverno essi sono però di scarso interesse per la vegetazione, trovandosi quest'ultima in riposo vegetativo.

## 9. CONCLUSIONI

La presente indagine preliminare è stata condotta allo scopo di ricondurre i risultati scientifici di Oloambient alla realtà climatica del Trentino. In particolare, si è cercato di focalizzare l'analisi sull'area degli altipiani di Lavarone-Vezzena, rilevante per le indagini portate avanti nel corso del progetto.

Volendo trarre delle conclusioni da quanto sopra esposto, si può affermare che il Trentino, non diversamente dalle altre regioni alpine, risulta avere un clima temperato umido, determinato, area per area, essenzialmente dalla collocazione altitudinale e, secondariamente, dalla maggiore o minore esposizione agli apporti di aria umida a larga scala.

All'interno del panorama climatico trentino, l'area di Lavarone non si discosta in modo sensibile da questa caratterizzazione. La contiguità con le Prealpi venete (Altopiano dei Sette Comuni) infatti la rende moderatamente esposta ai flussi umidi sud orientali: è dunque una regione relativamente piovosa, come del resto altre aree della montagna trentina.

Dal punto di vista della disponibilità idrica nei suoli, in tutto il Trentino non sussistono periodi di aridità ricorrenti con cadenza annuale, non esistendo una stagione estiva propriamente asciutta e cadendo la stagione più secca in inverno, quando la vegetazione non richiede particolare disponibilità d'acqua. Tuttavia, la classificazione di Thornthwaite evidenzia come, nei fondovalle a più bassa quota, in estate si possano avere moderati episodi di deficit idrico, che possono limitare periodicamente lo sviluppo di piante meno resistenti alla siccità. Periodi caldi e relativamente poco piovosi come quelli dell'estate 2003 (Eccel *et al.* 2005) e della prima parte dell'estate 2006 testimoniano che tali condizioni climatiche si possono verificare, in un contesto di riscaldamento globale, con una frequenza destinata a crescere nei prossimi decenni.

In un ambiente prettamente montano, tuttavia, le precipitazioni sono principalmente dovute a fenomeni temporaleschi. Le elevate temperature estive inducono tali fenomeni e quindi in pratica possono favorire lo

sviluppo della vegetazione. Così, l'estate 2003 si è rivelata in diverse aree pascolive normalmente piovosa, grazie ai temporali locali favoriti dal forte riscaldamento, e quindi particolarmente propizia allo sviluppo della vegetazione erbacea.

Forse proprio la difficoltà di definire climaticamente in modo univoco aree con una disomogeneità altitudinale spiccata come quelle presenti in Trentino ha favorito classificazioni che, nella loro stessa definizione, tengono conto delle peculiarità geografiche, inclusa la precisa posizione delle relative aree nel contesto geografico continentale. Per questo può risultare interessante l'attribuzione del clima a classi di tipo "biogeografico", proposte di recente nella "mappa biogeografica d'Europa" (Rivas-Martinez *et al.* 2004). L'area di fondovalle atesino risulta così assimilata a un clima di tipo "Appenninico-Balcanico", nella fattispecie "Padano" (9b), mentre tutto il resto del Trentino è ricondotto a un clima "Alpino" ("centrale", 8c, e "orientale", 8d, rispettivamente ad ovest e ad est della Val d'Adige). Tale classificazione, in verità piuttosto didascalica, non è forse particolarmente utile, in quanto rimanda ad altre definizioni e tende ad aggirare la questione della classificazione servendosi di griglie rigide. Essa però attribuisce interessanti e realistiche continuità tra l'area di pianura e il fondovalle più basso, o, da un altro punto di vista, discontinuità tra un fondovalle assai basso e pianeggiante e l'area più propriamente montana che lo circonda. Come ogni altra classificazione, aggiunge dettagli e ne nasconde altri.

## RINGRAZIAMENTI

Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto "Oloambient".

## BIBLIOGRAFIA

- Bagnouls F. & Gaussen H., 1952 - Les climats biologiques et leur classification. *Ann. de Géog.*, 288.
- Benincasa F., Maracchi G. & Rossi P., 1991 - *Agrometeorologia*. Patron editore, Bologna: 426 pp.
- Eccel E., Toller G. & Ghielmi L., 2005 - The soil water balance of a mixed oak stand in the southern Alps. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004): 137-149.
- Gafta D. & Pedrotti F., 1998 - Fitoclima del Trentino-Alto Adige. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 73 (1996): 55-111.
- Gams H., 1932 - Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygri-schen Kontinentalität in den Alpen. *Zeitschr. Ges. Erdkunde*: 178-198.
- Martinelli M., Eccel E. & Toller G., 2001 - Inquadramento climatico del Trentino. Documentazione a supporto

- richiesta DOP “Piccoli frutti del Trentino”. Istituto Agrario di S. Michele. Rapporto interno.
- Michielin V., 2003 - Il sistema acqua suolo. In: *Rapporto sullo stato dell’Ambiente 2003*. Provincia Autonoma di Trento, Trento: 112.
- Pavari A., 1916 - Studio preliminare sulle colture di specie forestali esotiche in Italia. *Ann. del Regio Ist. Sup. Forest. Naz.*, 1: 159-379.
- Regio Esercito Italiano (Com. Supr.- Rip. Oper. - Serv. Met.), 1915 - *Clima del Trentino e dell’Alto Adige*. Roma.
- Rivas-Martínez S., Penas A. & Díaz T.E., 2004 - Bioclimatic Map of Europe. Worldwide Bioclimatic Classification System. <http://www.globalbioclimatics.org/>
- Sboarina C. & Cescatti A., 2004 - Il clima del Trentino. Distribuzione spaziale delle principali variabili climatiche. Centro di Ecologia Alpina Monte Bondone (TN), *Report*, 33.
- Thornthwaite C.W. & Mather J.R., 1955 - The water balance. *Publications in Climatology*, Vol. 8, n. 1: 1-104.
- Thornthwaite C.W. & Mather J.R., 1957 - Instruction and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Publications in Climatology*, Vol. 10, n. 3: 311 pp.
- Zampedri R., 1999 - Modelli climatici del Trentino - Applicazioni alla tipologia forestale. Tesi di laurea, Università degli studi di Padova - Istituto Agrario di S. Michele all’ Adige.

