

MASSIMILIANO FAZZINI (*)

DEFINIZIONE QUANTITATIVA DEI REGIMI PLUVIOMETRICI NELLE ALPI ORIENTALI ITALIANE

ABSTRACT: FAZZINI M., *A new method to quantitatively discriminate the pluviometric regimes of the Eastern Italian Alps.* (IT ISSN 1724-4757, 2005).

A detailed analysis of the precipitation features in the Italian Alpine system, including the Resia Pass (Val Venosta), the Adamello-Presanella group and the eastern margin of Giulie Pre-Alps (Mt. Matajur), has shown that present classifications of pluviometric regimes, though valuable and well structured, are not satisfactory in discriminating the different regimes types. This is mostly due to the physiographic complexity of the area that determines different effects of atmospheric perturbations at both general and local scale. In the study area, about 25,000 km² wide, within relatively short distances both the rainfall and drought peaks of the Italian territory are recorded, with annual values above 3,000 mm in the Giulie Pre-Alps, north of Udine, and 500 mm north-west of Bolzano, respectively. Previous studies have pointed out an absolute precipitation minimum (mostly snow) in winter, a summer maximum in the northernmost watersheds and a bimodal equinoctial regimen in the Pre-Alpine area near the Po Plain.

The previous regimen classifications are mainly qualitative and are not adequate to the complexity of the study area physiography. The quantitative classification proposed in this paper was obtained considering mean monthly, seasonal and annual precipitation data as well as their proportion to the annual value averaged on the 1961-1995 interval for 250 rain-gauges. The aim of this study is to define a new methodology to single out with higher accuracy areas omogeneous in terms of precipitation characteristics and the boundaries among the various precipitation regimes in mountain areas characterized by marked orographic and local precipitation variations. For this purpose K-mean cluster analysis was used.

The study area was subdivided into six classes of stations with similar statistical characteristics. Stations within the same class may be grouped far apart on the study area confirming the irregular distribution of precipitation, irrespective of physiographic similarities, in such complex mountain territory. Through specifically designed quantitative indexes, obtained by normalised precipitation data, microclimatic situations with regimes, hardly identified by the previous methods, particularly where precipitations are constant in the warm semester (transition regimes), were pointed out.

The study area resulted subdivided into six main precipitation types, ranging from the continental summer unimodal to the sub-padan with

modest but constant year round rainfalls, and four sub-continental sub-types. A significant relationship between such pluviometric types and the six clusters obtained by the K-mean clustering resulted. In particular, the clusters characterizing the inner areas of the Alpine chain coincide with the continental regime portions of the territory, while the outer areas generally coincide with those characterized by Pre-Alpine and Sub-Alpine equinoctial regimes.

The procedure developed allowed to identify a distinctive transition regime, including the stations located in intermediate areas or on cluster boundaries, characterised by similar spring, summer and autumn totals, capable of clearly discriminate between the continental and sub-mediterranean dominions. A particular situation, given by the geographic position, is that of the subcontinental type 4, occurring in the valleys of the southern portion of Ortles-Cevedale group (western Trentino) and characterized by a peak in May followed by a constant decline of precipitation, down to minimum in December-January.

The location of the area, downwind of the mostly perturbed flows, determines scarce precipitations. Moreover, the occurrence of wide areas covered with vedrettes and valley glaciers markedly limitates the diurnal heating of highly elevated basins and in the summer contrasts the formation of convective cells and the thunderstorms associated. The subcontinental type 4 is supposed not to derive from a less rainy than normal in the summer transition regime, but to represent a continental regimen with a summer peak, truncated by the above mentioned synoptic and thermodynamic factors.

KEY WORDS: Eastern Alps, Pluviometric regimes, Cluster analysis, Topoclimates.

RIASSUNTO: FAZZINI M., *Definizione quantitativa dei regimi pluviometrici nelle Alpi orientali italiane.* (IT ISSN 1724-4745, 2005).

Nel presente lavoro sono stati utilizzati i dati pluviometrici giornalieri, relativi al periodo 1961-1995, di circa 250 stazioni pluviometriche ubicate all'interno dell'arco alpino orientale italiano. Lo scopo di tale ricerca è stato quello di definire, con criteri quantitativi, i diversi regimi pluviometrici esistenti. Dall'applicazione di numerose analisi statistiche (*cluster analysis*) ai dati pluviometrici medi mensili e stagionali normalizzati, si sono evidenziate le differenze tra i relativi apporti medi; sono stati di conseguenza ricavati sei tipi di distribuzione delle precipitazioni che differiscono gradualmente dal tipo *continentale* ad Estate piovosa ed Inverno secco sino a quello *sub-padano*, caratterizzato da una notevole uniformità nella distribuzione delle piogge, passando per condizioni caratterizzate da una notevole uniformità meteorica nel periodo Aprile-Ottobre (regime di *transizione*) e da stagioni intermedie via via più piovose man mano che ci si allontana dalla linea spartiacque principale (regimi *prealpino* e *subalpino*). Nell'ambito di alcuni regimi sono state evidenziate ulteriori differenzia-

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Ferrara, corso Ercole I d'Este 32 - 44100 Ferrara.

Un ringraziamento particolare va al Prof. P. Billi (Università di Ferrara) che ha curato la revisione tecnico-linguistica del lavoro e al Dott. A. Cecili (Università Roma Tre) per le elaborazioni GIS.

zioni mediante un'ulteriore suddivisione in sottogruppi. In particolare è risultata evidente una particolare distribuzione mensile delle precipitazioni, caratteristica, nell'intero sistema alpino italiano, della porzione orientale del Gruppo montuoso dell'Ortles-Cevedale, (Trentino occidentale) che presenta un unico massimo pluviometrico in Maggio seguito da un graduale ma costante calo dei valori sino al netto minimo assoluto invernale. Per la peculiarità geografica evidenziata, è sembrato opportuno definire tale regime pluviometrico come "subcontinentale dell'Ortles-Cevedale".

TERMINI CHIAVE: Alpi Orientali, Regimi pluviometrici, Cluster Analysis, Topoclimi.

INTRODUZIONE

Durante un'attenta disamina delle caratteristiche pluviometriche inerenti il periodo 1961-1995 relative alla catena alpina compresa tra il Passo di Resia (Val Venosta), il gruppo Adamello-Presanella (Alpi Retiche) e le estreme propaggini orientali delle Prealpi Giulie (Monte Matajur), è apparso evidente che le classificazioni dei regimi pluviometrici sin ora proposte, pur se molto valide e ben strutturate, non possono considerarsi esaurienti, soprattutto a causa della complessità orografica dell'area, che determina una diversa influenza delle perturbazioni atmosferiche anche all'interno dei singoli gruppi montuosi.

L'area studiata, estesa per circa 30.000 km² (fig. 1), è quasi interamente monitorata dall'Ufficio Idrografico e Mareografico-Magistrato delle Acque di Venezia, ad eccezione del settore delle Valli Giudicarie (Trentino occidentale) appartenente all'Ufficio del Po-Parma; è quanto mai opportuno sottolineare che nel 1974 sono stati istituiti gli Uffici Idrografici provinciali di Trento e Bolzano che a tutt'oggi controllano le stazioni ubicate nelle rispettive aree.

Nelle Alpi Orientali, nel raggio di 150 km, si ritrovano sia l'area più piovosa dell'intera penisola italiana (a nord di Udine, nelle Prealpi Giulie, si registrano totali annui superiori ai 3.000 mm) sia la più secca dell'intero sistema alpino (nella medio-alta Val Venosta gli stessi totali sono inferiori ai 500 mm) (Bisci & *alii*, 2000).

Gli studi sin ora effettuati evidenziano l'esistenza, in tutta l'area, di un minimo assoluto delle precipitazioni in inverno, di un unico massimo estivo nei bacini più settentrionali e di un regime bimodale equinoziale nell'area prealpina più vicina alla pianura Padano-Veneta, caratteristica peraltro comune anche a gran parte del territorio padano ed appenninico (Köppen, 1939; Trewartha, 1962; Fazzini, 2001).

La prima caratteristica è determinata dall'influenza dell'anticiclone continentale che sovente estende la propria influenza all'Italia settentrionale, proteggendola dal passaggio delle perturbazioni di origine atlantica o mediterranea; la seconda è dovuta alla posizione dell'Anticiclone delle Azzorre che, estendendosi con il suo asse maggiore in direzione W-E, all'altezza del 40° parallelo, ripara solo in parte le aree più settentrionali del territorio italiano; esse vengono spesso a trovarsi sotto l'influenza dei fronti freddi di origine atlantica che, staccandosi dal fronte polare, si dirigono verso l'area Balcanico-Danubiana.

In generale tuttavia, le classificazioni ora esistenti presentano due grosse lacune che sono rese particolarmente evidenti dalla complessità orografica del territorio studiato.

In *primis*, gli Autori hanno quasi sempre identificato i vari tipi di regime pluviometrico basandosi sui valori mensili e, molto meno, anche su quelli stagionali. Inoltre, probabilmente a causa delle difficoltà di reperimento dei dati,

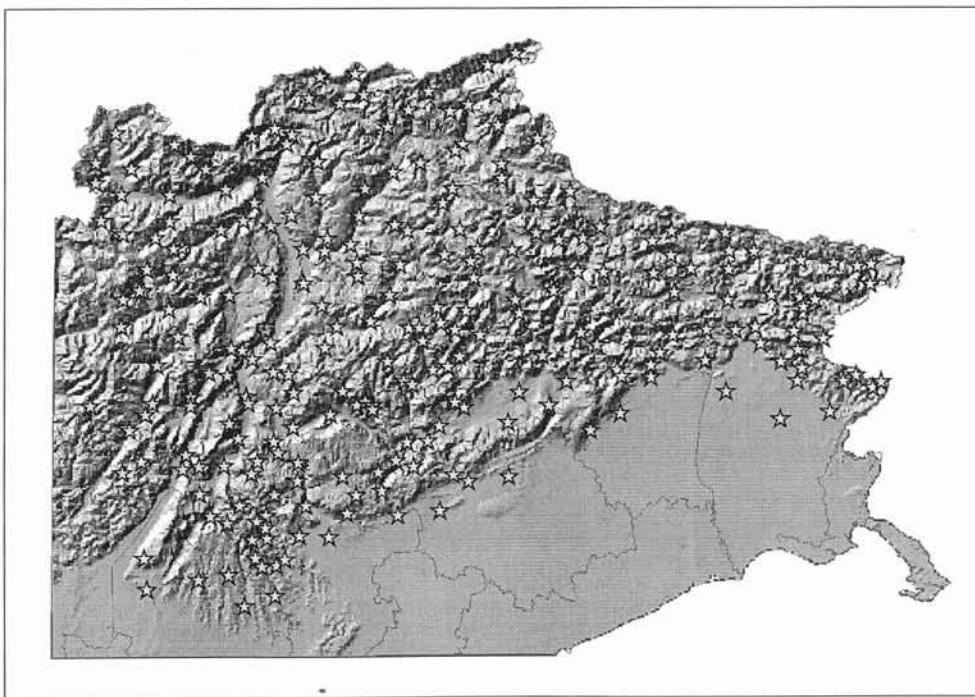


FIG. 1 - Distribuzione spaziale delle stazioni pluviometriche analizzate.

il numero di stazioni studiate in relazione alla complessità orografica è risultato essere non adeguato. Nell'ottima analisi effettuata da Pinna & Vittorini (1985), la densità media risultava essere di una stazione ogni 600 km² circa con ovvie ripercussioni sull'accuratezza nell'individuazione dei limiti geografici dei diversi regimi.

Nella presente proposta la densità media delle stazioni è di una ogni 115 km² circa, che sale a circa una ogni 80 km² se si escludono le aree sommitali dei gruppi montuosi, prive di qualsiasi serie storica di dati.

Tale proposta può inoltre essere considerata di tipo quantitativo, poiché, per definire i limiti tra i vari regimi ed i relativi sottoregimi, sono state utilizzate soglie rappresentate da valori numerici e percentuali relativi ai totali mensili, stagionali ed annui.

SINTESI STORICA DELLE PRECEDENTI CLASSIFICAZIONI

La ricerca di tipi pluviometrici interzonali ha sempre creato un enorme interesse nei più noti geografi già a partire dal secolo scorso, benché la rete di rilevamento meteorologico fosse assai meno efficiente e completa di quella attuale; nonostante ciò venivano prodotti diversi studi che determinavano suddivisioni territoriali già piuttosto precise e corrette.

Eredia nel 1908 (in Mennella, 1967) cercò di classificare i tipi pluviometrici basandosi sui dati riferiti a 114 stazioni pluviometriche per un periodo di circa 20 anni, ottenendo una suddivisione dell'area nei tipi «alpino» e «subalpino», caratterizzati rispettivamente dall'evidenza di un unico massimo nella stagione estiva e dallo «sdoppiamento» di tale massimo assoluto in due picchi di piovosità in primavera ed in autunno, carattere sempre più evidente man mano che ci si allontana dallo spartiacque principale.

Anfossi nel 1911 (in Mennella, 1967) individuò una linea di separazione tra regime *continentale* e regime *subpadano*, che correrebbe lungo la direttrice Valle del Noce - Val di Fassa - Prealpi Carnico-Giulie. A nord della linea prevarebbe un tipo di regime unimodale con massimo quasi sempre in Agosto e con un possibile accenno di secondo massimo, ereditato dal limitrofo regime sub-continentale, in Ottobre; a sud dell'allineamento è evidente un regime bimodale equinoziale, precedentemente definito dall'Eredia come «subalpino».

Sulle due proposte ora menzionate si sono successivamente sviluppati diversi studi che hanno spesso confermato la presenza di una «linea di separazione» tra regimi continentali e regimi sub-continentali.

Morandini (1962, in Mennella, 1967) riconosce nell'area della «Venezia Tridentina» una zona, situata a nord del parallelo 46°45', dove domina un regime *continentale* ad unico massimo in Luglio-Agosto ed una eventuale lieve ripresa delle precipitazioni in Ottobre; al di sotto del parallelo 46°30' vi sarebbe un regime *equinoziale bimodale* con due massimi alternativamente principale e secondario in Maggio ed in Ottobre; nell'area intermedia appare un terzo massi-

mo nel Luglio, quantitativamente equivalente ai due precedenti e che localmente li supera (*regime di transizione*).

Più recentemente, Mennella (1967) e Belloni (in Desio, 1967) hanno suddiviso l'area in tre domini fondamentali: un'area *continentale* con massimo a cuspide in Agosto (Alto Adige), un'area *di transizione* con massimo principale in Estate e secondario in Autunno, a luoghi (Alpi Giulie, Tarvisiano) si ha un graduale aumento delle precipitazioni procedendo dalla primavera all'Autunno, stagione in cui si ha il massimo assoluto; un'area *sub-litoranea* con massimi in Primavera ed in Autunno, localmente predominanti l'uno sull'altro (catena prealpina).

Mori (1957) riconosce invece quattro tipi di regime meteorico: *continentale* con massimo assoluto in Estate e secondario in Autunno; *sub-continentale* con massimi invertiti; *prealpino* con massimo principale in Primavera e secondario in Autunno e *subalpino* con caratteri invertiti.

Quest'ultima classificazione, già piuttosto dettagliata è oggi applicata nei loro studi dalla maggior parte dei climatologi (cfr. Brancucci, 1994; Regione Piemonte, 1998).

Il grande geografo austriaco Fliri (1975, 1981) evidenzia come nell'area del Sudtirolo (compresa in latitudine tra il Passo del Brennero e la stretta di Salorno e quindi coincidente con l'odierno Alto Adige) si abbia, come nel Tirolo, una netta predominanza del regime unimodale estivo che diventa bimodale nell'area compresa tra la gola della Rocchetta (a nord di Trento) e il Lago di Garda.

La proposta di Mori è stata ripresa e affinata da Pinna & Vittorini (1985) che hanno studiato il comportamento delle precipitazioni per circa 500 stazioni selezionate nell'intera penisola e, attraverso una *cluster analysis* sviluppata su tre distinte direttrici, hanno formulato valide proposte. In particolare lo studio delle stazioni per similitudine sui dati medi perequati ha fornito i seguenti raggruppamenti non molto dissimili da quelli evidenziati dal Mori:

- l'area compresa tra le alte valli Venosta ed Aurina presenta caratteristiche «*continentali*» con un massimo in Estate ed un minimo invernale;
- l'area posizionata a sud della precedente linea e compresa tra gli alti bacini dell'Adige e del Piave (Adamello escluso) presenta caratteri «*subcontinentali*»; in effetti, pur rimanendo il massimo stagionale estivo, il massimo assoluto tende a spostarsi in uno dei mesi primaverili, spesso in Maggio.

A sud di questi territori si nota un mutamento assai significativo della caratteristiche pluviometriche, dato che si evidenziano due massimi distinti, quello principale prevalentemente primaverile, quello secondario, pur se molto evidente, in Autunno (Novembre); tale regime è definito come *padano-prealpino*.

È importante sottolineare che, nella parte più orientale del territorio (Friuli), il mese più piovoso si colloca ancora in Primavera ma questa stagione cede ormai il primato delle precipitazioni all'Autunno.

Recentemente, uno studio fitoclimatico condotto da Gafta & Pedrotti (1998), ottiene risultati molto simili all'Anfossi; più in particolare, si evidenzia che a nord dell'allineamento Adamello-Lagorai prevalgono condizioni plu-

viometriche di tipo *endalpico*, a sud di esso si ha un regime *alpico* (o intermedio) infine, nell'area prealpina, si ha un regime *prealpico*. Le aree *alpiche* e *prealpiche* sono caratterizzate da regimi bimodali (con massimi in Maggio e Novembre) mentre nelle valli settentrionali il regime *endalpico* si caratterizza come unimodale estivo a scarse precipitazioni, tanto è che nelle Valli Venosta e Pusteria ci si trova di fronte a condizioni di lieve xericità estiva.

Considerando infine la classificazione semi-quantitativa proposta da un eccellente idrologo quale è il Moisello (1999), si osserva che l'area alto atesina a ridosso dello spartiacque principale presenta un caratteristico regime *continentale* con un massimo di pioggia in un mese estivo ed un netto minimo centrato in un mese invernale, con uno scarto percentuale tra i due mesi estremi uguale o superiore al 130%; la porzione di territorio che si trova a nord della linea Trento-Tarvisio presenta caratteristiche «*prossime al continentale*», non precisamente definite dall'Autore, mentre l'area compresa tra il suddetto allineamento e l'alta pianura padano-veneta a nord della linea Verona-Udine, rientra nel regime *sublitoraneo-alpino*, caratterizzato dalla presenza di due massimi nelle stagioni intermedie e due minimi in Inverno ed Estate.

METODOLOGIA DI LAVORO

I dati disponibili sono stati quindi validati ricorrendo a metodologie statistiche piuttosto usate in climatologia. Per cercare di comprendere se le serie storiche derivassero da misure costantemente effettuate nello stesso luogo sono stati applicati il metodo della Double Mass (Guggino & Carmignani, 1966) ed il test di Pettitt (1983 in Fazzini, 2001) mentre per il recupero e l'uniformazione delle serie storiche si è principalmente fatto ricorso al metodo dei rapporti di Arlery (1974 in Fazzini, 2001). Ciò detto, da una prima disamina dei dati è apparso evidente che, in aree caratterizzate da un regime continentale, ad esempio nelle Valli Venosta e Pusteria, si può osservare come il massimo assoluto mensile, quasi sempre ubicato in Agosto o in Luglio, coincida con il massimo stagionale, dato che l'Estate è di gran lunga la stagione più piovosa.

Anche nelle aree prealpine è evidente come i massimi assoluti di Aprile-Maggio o di Ottobre-Novembre coincidano quasi sempre con quelli stagionali.

Oltre la metà delle stazioni si trova però in una area intermedia (identificata ma non altrettanto ben inquadrata climaticamente dai precedenti Autori), sia da un punto di vista geografico che da quello climatico; di conseguenza i massimi mensili non coincidono quasi mai con quelli stagionali specie laddove vi è un vero e proprio regime di transizione, caratterizzato da un'uniformità delle precipitazioni nel periodo compreso tra Maggio ed Ottobre o, come peraltro evidenziato da Morandini, dalla presenza di tre massimi poco differenti tra di loro.

In quest'area accade, ad esempio, che ad un massimo assoluto in Maggio ed un minimo relativo in Agosto corrisponda un massimo stagionale estivo (es.: Stenico, nel Trentino occidentale, Cesiomaggiore, nelle Prealpi bellunesi).

Di conseguenza, la classificazione proposta ha cercato di evidenziare le numerose situazioni intermedie cercando di collocare più dettagliatamente possibile le aree con tali peculiarità in un tipo pluviometrico anche inedito. Per fare ciò sono stati considerati non solo i valori medi mensili e stagionali perequati e normalizzati, ma anche i corrispondenti valori medi percentuali, rapportandoli tra di loro e con il totale annuo, così da cogliere le più piccole differenze quantitative tra le differenti situazioni esaminate. Il fine ultimo della classificazione proposta è dunque quello di «*zonizzare*» il più dettagliatamente possibile, in rapporto alle possibilità concesse dal numero e dalla distribuzione delle stazioni di rilevamento, il pur complesso territorio montano.

In tal senso, per ottenere i migliori risultati possibili e non incorrere in errori di valutazione è stato necessario un rilevamento di campagna dell'intero territorio studiato, al fine di poter meglio comprendere il reale assetto topografico e di relazionarlo alle eventuali locali influenze micro-climatiche nell'intorno di ognuna delle stazioni o per cogliere eventuali errori ed inesattezze delle misurazioni derivanti anche dal posizionamento non adeguato o dallo spostamento, nel corso degli anni, delle strumentazioni utilizzate.

È fondamentale sottolineare che una classificazione di questo tipo dovrebbe essere basata su serie storiche ben più lunghe di quelle utilizzate nella presente ricerca, data l'estrema variabilità delle precipitazioni anche all'interno di periodi ben più brevi ed in particolar modo nel periodo posteriore al 1980. Si è reso quindi necessario un confronto con i dati pluviometrici relativi al trentennio 1921-1950; da tale analisi si evidenzia un cambiamento dei regimi pluviometrici limitato a pochissimi casi, quasi tutti ubicati nell'alta pianura veneta; si sono invece osservate quasi ovunque variazioni quantitative anche notevoli relativamente ai valori assoluti delle precipitazioni stesse, in generale diminuzione, specie nell'area prealpina veneta e friulana (Fazzini, 2001).

Per cercare di ottenere una divisione delle stazioni in gruppi statisticamente omogenei, si è fatto ricorso alla *cluster analysis* nella sua categoria *k-means clustering*. Tale metodologia è caratterizzata dalla scelta *a priori* del numero dei gruppi in cui riunire i casi (stazioni di rilevamento).

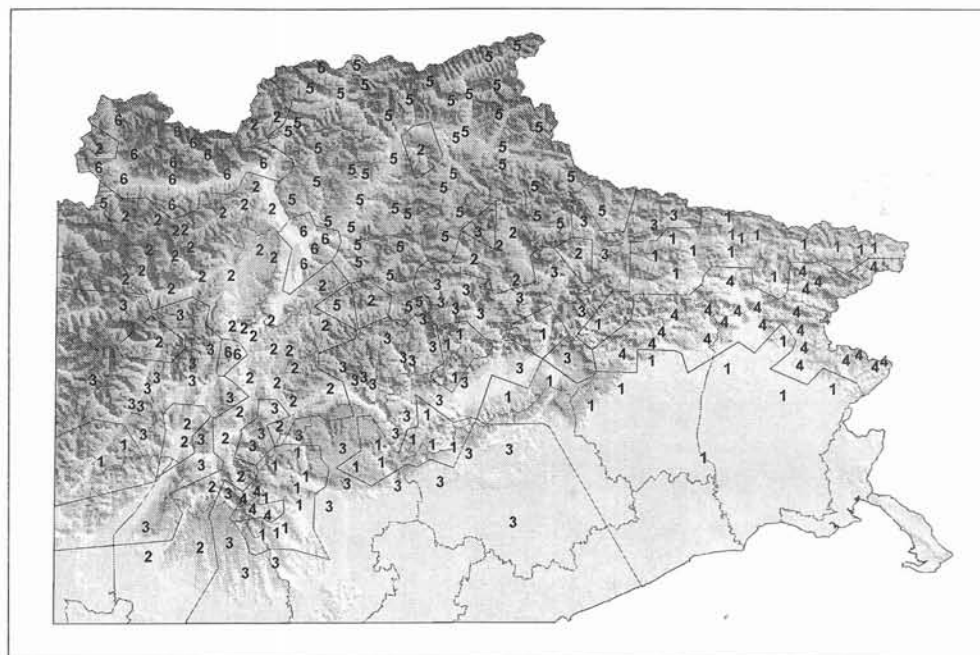
Tali gruppi hanno come riferimento statistico un nucleo centrale (centroide) caratterizzato dai valori medi ricavati da ognuna delle variabili considerate. Sono stati fatti numerosi tentativi di suddivisione dei dati da uno a dodici *clusters* su alcuni casi di assembramento delle variabili pluviometriche tra i quali:

1. parametri mensili standardizzati e non;
2. parametri percentuali stagionali standardizzati e non.

Da un'attenta analisi della rappresentazione grafica dei risultati di ogni *cluster*, è apparso evidente che, in generale, la migliore definizione di zone omogenee viene da un raggruppamento dei siti in sei classi (fig. 2).

Esaminando la carta, si può notare che i sei *clusters* individuano aree spesso poco omogenee dal punto di vista geografico, poiché ciascuno dei *clusters* comprende gruppi di stazioni o singole stazioni anche notevolmente distanti

FIG. 2 - Suddivisione del territorio in gruppi pluviometricamente omogenei.



tra di loro. Tutto ciò sottolinea ancor più come l'estrema complessità orografica sia determinante nella distribuzione annuale delle precipitazioni e determini situazioni topo-climatiche difficilmente individuabili senza l'apporto di un metodo di studio di tipo quantitativo.

DISCUSSIONE

Cercando comunque di caratterizzare spazialmente ciascuno dei *clusters* ricavati da quello/i adiacente/i si ottiene il seguente risultato:

il *cluster 1* ha un andamento generale SW-NE e comprende tutta l'anticlinale prealpina ad eccezione dei Monti Lessini; all'interno dell'Altopiano del Cansiglio (Prealpi Bellunesi) si divide in due rami, di cui il primo interessa l'alta pianura friulana, il secondo si spinge allo spartiacque principale delle Alpi Carnico-Giulie attraverso le valli del Tagliamento e del Fella,

il *cluster 2* raggruppa le stazioni situate sulla riviera gardesana settentrionale, la media e bassa Valle del Fiume Adige nonché le Valli di Fiemme e di Sole sino alle rispettive testate; due aree affatto distinte si osservano nella conca ampezzana e nell'alta Val Passiria,

il *cluster 3* descrive una grande V che si estende, scendendo di latitudine, dal Gruppo dell'Adamello alle Valli Giudicarie alle Prealpi Lessine per poi risalire verso la Val Sugana e la Valle del Piave sino alle sue sorgenti,

il *cluster 4* comprende la porzione più piovosa dell'intero territorio, nonché dell'intera catena alpina, ossia quella delle Prealpi Giulio-Carniche ed un limitato lembo delle Prealpi Vicentine (Monte Pasubio),

il *cluster 5* occupa la quasi totalità del territorio alto atesino, eccezion fatta per la Val Venosta che, insieme alla conca di Bolzano, è invece compresa nel *cluster 6*, il quale, in contrapposizione al *cluster 4*, delimita l'area meno piovosa di tutta la catena alpina.

A questo punto dello studio sono stati introdotti degli indici quantitativi che contribuissero in maniera più precisa possibile alla delimitazione delle aree a differenti caratteristiche pluviometriche evidenziando eventuali *out-layers* (topoclimi). Sono state dunque esaminate tutte le stazioni, sia statisticamente che geograficamente lontane dal centro dei rispettivi *clusters*; dopo numerosi tentativi è scaturita una classificazione dei regimi meteorici di seguito proposta (fig. 3 e tab. 1):

Regime continentale (Sesto Pusteria) - caratterizzato da un unico pronunciato massimo estivo, principalmente centrato in Luglio; la stagione più piovosa è sempre l'Estate, che riceve oltre un terzo del totale pluviometrico annuo. Il trimestre invernale può ricevere anche meno del 10% del totale annuo.

Regime subcontinentale - può essere di quattro tipi; caratteristica comune a tutti i tipi è la presenza di un netto minimo invernale. Si distinguono:

Tipo 1 (Molveno): l'Estate e l'Autunno ricevono quantità di precipitazioni praticamente uguali, mentre il massimo mensile può cadere in un mese estivo (spesso Giugno) o autunnale (prevalentemente Ottobre).

Tipo 2 (Cave del Predil): l'Autunno è la stagione più piovosa con scarti percentuali non superiori al 10% rispetto all'Estate. Il massimo assoluto si colloca in uno dei mesi

TABELLA 1 - Tipi di regime pluviometrico e caratteristiche principali

REGIME	ABS MAX	REL MAX	SEAS MAX	NOTES
CONTINENTALE	JUL-AUG		SUM	P SUM > 50% ANN AVERAGE
SUBCONTINENTALE				
TYPE 1	GIU OR OCT	OCT OR JUN	SUM - AUT	P SUM = P AUT
TYPE 2	OCT-NOV	JUN	AUT	DIF P AUT - P SUM < 10%
TYPE 3	JUN	OCT	SUM - AUT	DIF P SUM - P AUT < 10%
TYPE 4	MAY	AUG	SUM	DIF P SUM - P SPR < 10%
TRANSIZIONE	JUN - AUG - OCT		SPR - SUM - AUT	P SPR = P SUM = P AUT
PREALPINO	MAY	NOV	SPR	DIF P SPR - P AUT < 10%
SUBALPINO	NOV	MAY	AUT	DIF P AUT - P SPR < 10%
SUBPADANO	AVR-MAY	NOV	AUT	DIF 4 SEASON < 10%

autunnali (Ottobre o Novembre), localmente, specie nelle Prealpi venete, però può essere collocato in Giugno.

Tipo 3 (Fortogna): opposto al precedente, la stagione più piovosa è l'Estate con scarti non superiori al 10% rispetto all'Autunno; il massimo assoluto cade prevalentemente in un mese estivo, spesso in Giugno.

Tipo 4 (Cogolo): la stagione più piovosa è l'Estate con scarti non superiori al 10% rispetto alla Primavera, il massimo principale cade tuttavia sempre in Maggio, quello secondario eventualmente in Agosto. È caratteristico della porzione trentina del gruppo Ortles-Cevedale.

Regime di transizione (Stenico) - le stagioni primaverile, estiva ed autunnale presentano quantitativi meteorici con

scarti non superiori al 5%, il regime è solitamente bimodale con due massimi in Giugno ed in Ottobre separati da un lievissimo minimo negli altri due mesi estivi. Spesso però si ha la presenza di un terzo massimo in Agosto che può essere anche assoluto.

Regime prealpino (Crespadoro) - di tipo bimodale è caratteristico dell'area prealpina vicentina, la stagione più piovosa è la Primavera con uno scarto del 10% rispetto all'Autunno; anche il massimo assoluto si colloca in Primavera, prevalentemente in Maggio.

Regime subalpino (Uccea) - anch'esso di tipo bimodale presenta i massimi invertiti rispetto al precedente; il massimo assoluto, particolarmente abbondante, cade quasi sempre in Novembre, quello secondario in Maggio.

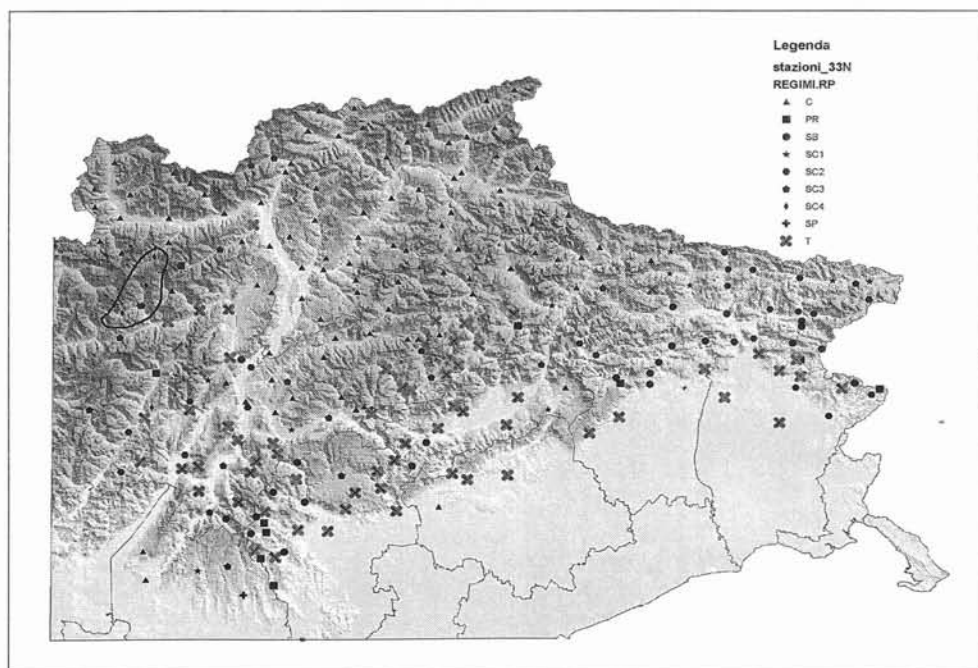


FIG. 3 - Distribuzione dei regimi pluviometrici, in neretto è evidenziata l'area compresa nel regime subcontinentale 4 dell'Ortles-Cevedale.

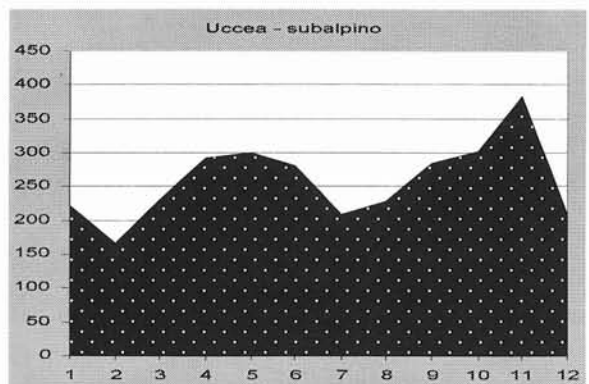
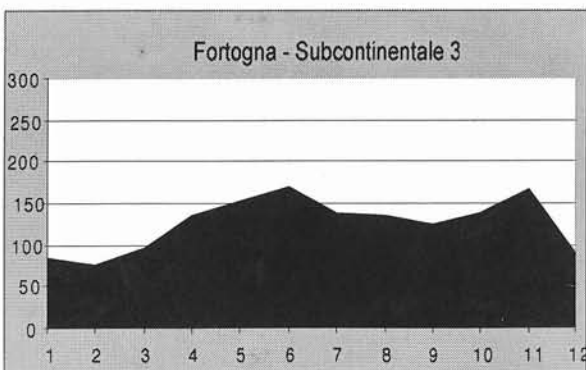
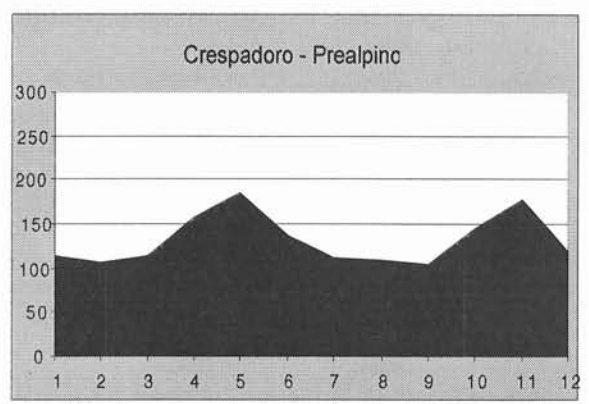
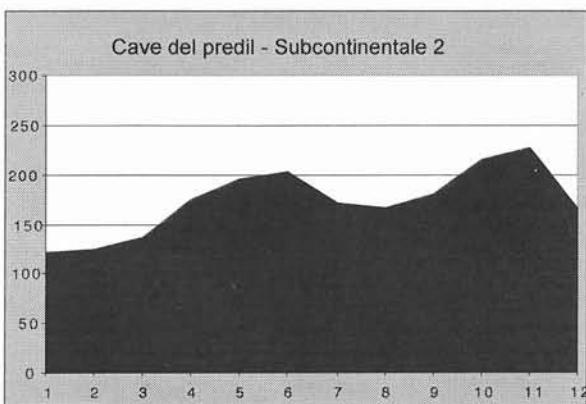
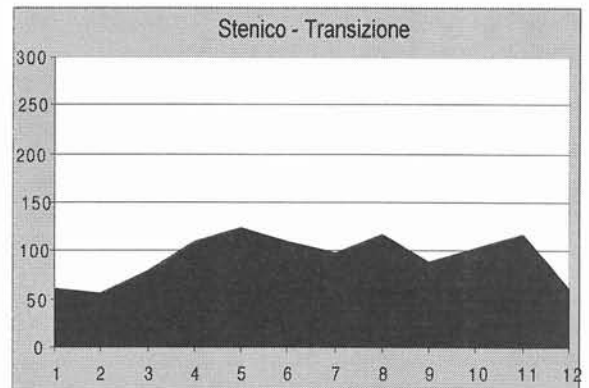
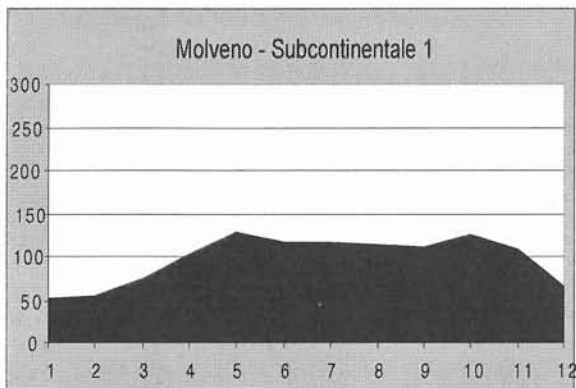
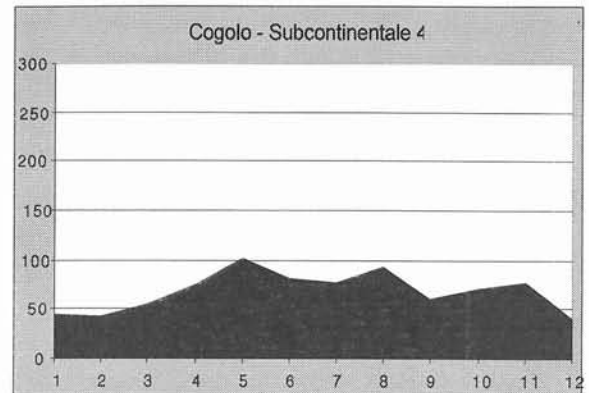
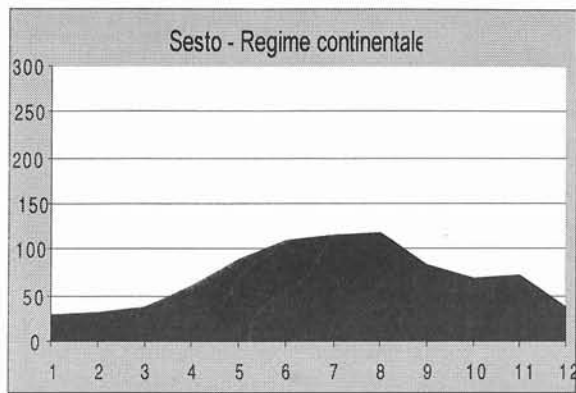


FIG. 4 - Tipi di regime pluviometrico.

Regime sub-padano (Tregnago) - caratteristico dell'alta pianura veneta, immediatamente sottostante le propaggini prealpine venete, denota caratteri maggiormente mediterranei con precipitazioni solitamente moderate e una notevole omogeneità nella ripartizione dei valori stagionali. Gli scarti tra le stagioni non superano il 10% mentre i massimi stagionali e mensili sono molto irregolarmente distribuiti.

Confrontando le figg. 2 e 3, si può osservare la buona relazione esistente tra *clusters* e tipi pluviometrici; in particolare i *clusters* 5 e 6, che caratterizzano le aree più interne del territorio esaminato, coincidono con le aree a regime continentale; così le aree prealpine in genere coincidono con quelle a regime equinoziale prealpine o subalpine; una buona percentuale di stazioni che si trovano in aree intermedie o delimitanti i *clusters* appartengono infine al regime di transizione che giustifica in pieno la sua importanza nel delimitare i regimi a massimo estivo con quelli a massimi equinoziali.

Una situazione del tutto particolare, probabilmente dettata dalla particolare posizione geografica, è quella relativa ad alcune stazioni del tipo *subcontinentale* 4. Tale regime si riscontra esclusivamente nelle alte valli situate sul margine orientale del Gruppo Ortles-Cevedale (Trentino occidentale). Osservando la fig. 2, è evidente che tale territorio rientra nel *cluster* 2, avente caratteri pluviometrici «di transizione», peraltro riscontrabili nella limitrofa Val di Sole e nella bassa valle dell'Adige; in realtà quest'area presenta una distribuzione mensile delle precipitazioni unica nell'intero versante meridionale del sistema alpino, con un unico massimo in Maggio seguito quasi sempre da un lieve ma costante decremento delle precipitazioni sino al minimo assoluto invernale. La particolare posizione dell'area, ubicata sottovento non solo nei riguardi delle umide correnti meridionali, che vengono bloccate dal Gruppo Adamello-Presanella, ma anche rispetto a quelle occidentali, che in genere apportano fronti temporaleschi nel periodo estivo, bloccate dal Gruppo Ortles-Cevedale nel versante valtellinese, determina precipitazioni relativamente modeste anche nel periodo estivo. Inoltre la presenza di vaste aree sommitali coperte da ghiacciai montani e vallivi, limita notevolmente il surriscaldamento diurno delle conche di alta quota e inibisce di fatto la formazione di «celle convettive», sfavorendo i relativi fenomeni temporaleschi, molto comuni nel trimestre caldo nell'intero arco alpino. Si può dunque ipotizzare che tale tipo pluviometrico non derivi da un regime di transizione (al quale sembra appartenere dalla carta dei *clusters*) meno piovoso della norma in estate, ma piuttosto rappresenti un regime continentale al quale è stato «troncato» il massimo assoluto estivo dalla concomitanza dei fattori sinottici e termodinamici appena menzionati. Per le peculiarità si propone di caratterizzare tale regime come «subcontinentale dell'Ortles-Cevedale».

CONCLUSIONI

Il tentativo di «quantizzare» i tipi pluviometrici caratteristici dell'arco alpino orientale italiano ha portato ad una maggiore precisione nella definizione delle caratteristi-

che climatologiche dell'area ed ha semplificato l'individuazione dell'area di transizione tra regimi continentali mitteleuropei e sub-mediterranei, evidenziando oltretutto l'importanza delle numerose situazioni topo-climatiche determinate dall'estrema complessità orografica. L'evidenza di un regime pluviometrico affatto distinto nell'intero sistema alpino italiano conferma la giusta scelta dei limiti numerici tra i diversi tipi proposti.

BIBLIOGRAFIA

- BISCI C., DRAMIS F., FAZZINI M. & GADDO M. (2000) - *Statistical distribution of geographic parameters describing the spatial distribution of temperature and rainfall in three sectors of the Italian eastern Alps*. Proc. ICAM 2000, Innsbruck. CDROM Sess. 3.
- BRANCUCCI G. (1994) - *Il clima della Liguria*. Osservatorio permanente dei corpi idrici della Liguria, Lang, Genova.
- DESIO A. (1967) - *I ghiacciai del Gruppo Ortles-Cevedale (Alpi Centrali)*. vol. 1°, Com. Glac. It., C.N.R. - Tamburini, Milano, 874 pp.
- FAZZINI M. (2001) - *Analisi statistica delle caratteristiche pluvio-nivometriche dei rilievi del Triveneto anche tramite la modellizzazione topografica del territorio esaminato*. Tesi di Dottorato di Ricerca XIII ciclo - Università di Perugia, 2 vol., 213+228 pp. (Inedita).
- FLIRI F. (1975) - *Das Klima der Alpen in raume von Tirol*. Monographien zur Landeskunde Tirols, Innsbruck.
- FLIRI F. (1981) - *Klimatographie und Klimakartographie in Raume von Tirol*. Tirol Atlas, Innsbruck, 7.
- GAFTA D. & PEDROTTI F. (1998) - *Fitoclima del Trentino Alto Adige*. Studi Trentini Sc. Nat., 23.
- GUGGINO PICONE E. & CARMIGNANI M. (1966) - *Sull'analisi Doppia Cumulata per precipitazioni annue*. L'Energia Elettrica, 33.
- KÖPPEN W. (1939) - *Das geographische System der Climate*. Handbuch der Klimatologie, 1 (C).
- MENNELLA C. (1967) - *Il clima d'Italia in generale*. F.lli Conte, Napoli, 1.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - SERVIZIO IDROGRAFICO (1959) - *Precipitazioni medie mensili ed annue e numero di giorni piovosi per il trentennio 1921-1950: bacini con foce al litorale adriatico dal Risano al Po*, 24 (7).
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - SERVIZIO IDROGRAFICO (1959) - *Precipitazioni medie mensili ed annue e numero di giorni piovosi per il trentennio 1921-1950: Ufficio Idrografico del Po*. 25.
- MOISELLO U. (1999) - *Idrologia Tecnica*. La Goliardica Pavese, Pavia.
- MORI A. (1957) - *Il clima d'Italia*. In: AA. Vv., «L'Italia fisica», T.C.I., Milano.
- PINNA M. & VITTORINI S. (1985) - *Contributo alla determinazione dei regimi pluviometrici in Italia*. Mem. Soc. Geogr. It., 39.
- PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI - UFFICIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO DI VENEZIA (1961-1995) - *Annali idrologici: bacini adriatici delle Tre Venezie. Parte prima*. Ist. Poligrafico Zecca di Stato, Roma.
- PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - UFFICIO IDROGRAFICO (1921-1990) - *Precipitazioni, 70 anni di osservazione in Alto Adige*.
- PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - UFFICIO IDROGRAFICO (1974-1995) - *Annali Idrologici*.
- PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - UFFICIO IDROGRAFICO - *Annali Idrologici (1974-1985)*. Provincia Autonoma di Trento.
- REGIONE PIEMONTE - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO (1998) - *Distribuzione Regionale di Piogge e temperature*. Collana Studi Climatologici in Piemonte, vol. 1.
- THEWARTHA G.T. (1962) - *An introduction to climate*. Mc. Graw Hill, New York.