

R. IACUZZI, F. VAIA

CLIMA E IDROGEOLOGIA NEI BACINI PREALPINI TRA MAGNANO IN RIVIERA E FAEDIS (FRIULI)*

CLIMATIC AND HYDROGEOLOGIC CONDITIONS OF DRAINAGE BASINS IN JULIAN PREALPS BETWEEN MAGNANO IN RIVIERA AND FAEDIS (FRIULI)

Riassunto breve - Estendendo quanto già in precedenza fatto per il bacino del T. Torre, vengono illustrate le differenziazioni climatiche dei bacini che drenano l'arco prealpino giuliano in funzione degli elementi del clima più significativi. Ne sono successivamente discussi i conseguenti più importanti collegamenti con il comportamento idrogeologico dell'area, specie per quanto riguarda la dispersione delle acque e gli effetti erosivi (trasporto solido).

Parole chiave: Clima, Idrogeologia, Prealpi Giulie.

Abstract - *Climatic differences of the drainage basins in Julian Prealps are pointed out, on the basis of our previous work on Torre basin. The relations between climate elements and hydrologic and morphogenetic activity are discussed, particolare as far as water distribution and solid tribute are concerned.*

Key words: *Climate, Hydrogeology, Julian Prealps.*

1. Premessa

Uno dei fattori che guidano e condizionano l'evoluzione morfogenetica e quindi stanno alla base dell'intensità e delle tipologie dell'erosione, determinan-

* Progetto Finalizzato «Conservazione del Suolo» - «Sottoprogetto Dinamica dei Versanti», Pubblicazione n. 63.

do l'evoluzione naturale dell'ambiente, è l'insieme degli elementi del clima. Infatti i diversi litotipi affioranti nel territorio subiscono modificazioni differenziali cui corrispondono tipi morfologici ben precisi in relazione ad altrettanto precise condizioni morfogenetiche. Ecco pertanto che ancora una volta appare confermata l'importanza non solo del rilevamento morfologico sulla base degli elementi geotettonici, ma anche del rilevamento dei caratteri climatici di un territorio; tanto più ove questo è articolato in ambienti che, dal punto di vista naturale, sono di per sé differenziati per posizione geografica, per caratteri topografici, per composizione litologica e per assetto strutturale. Ciò è importante, se non essenziale, per una più precisa definizione del comportamento idrologico dei reticoli che drenano il territorio stesso.

In altre parole gli elementi climatici sono un motore, anzi il motore di tutta l'attività energetica, e forniscono all'elemento uomo la base per vivere e sopravvivere (IACUZZI R. & VAIA F., 1980). La loro conoscenza dettagliata, lo stu-

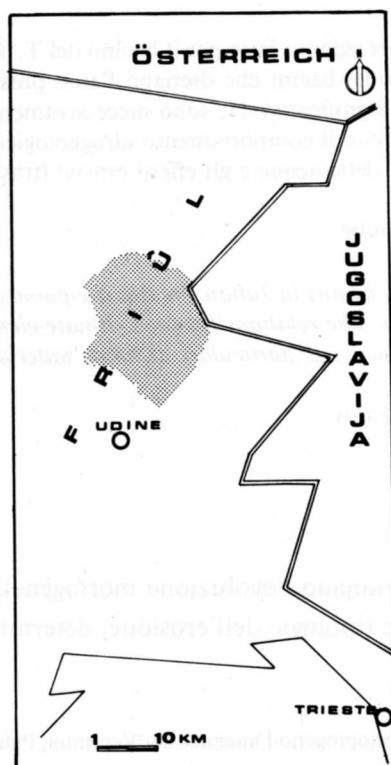


Fig. 1 - Ubicazione dell'area studiata.
- The investigated area (dotted).

dio delle loro variazioni e dei loro effetti è pertanto fondamentale se si tiene presente (e deve essere tenuto presente) l'ovvio, ma ignorato, concetto della deperibilità e limitatezza dei beni naturali, primo tra essi l'acqua.

Anche in modo meno diretto appare importante il condizionamento degli elementi climatici. La suscettività del territorio nei confronti di insediamenti sia permanenti che temporanei (pastorizia, agricoltura, turismo, ecc.) è altrettanto legata al clima, così come in fondo anche la progettazione delle infrastrutture necessarie al loro mantenimento.

Questo lavoro, frutto del costante impegno dei due Autori, vuole essere un contributo alla conoscenza dei caratteri e degli effetti degli elementi climatici della zona studiata ⁽¹⁾.

2. Caratteri geotettonici del territorio

Nell'area studiata si può osservare una distribuzione dei diversi litotipi per fasce grosso modo parallele tra loro, ad andamento longitudinale, e quindi una variazione della litologia con la latitudine. Tale disposizione si riferisce naturalmente ai complessi lapidei, a quelli cioè dovuti a deposizione in ambiente marino (mesozoici e cenozoici) costituenti i lembi delle originarie pieghe alpine. Da Nord a Sud affiorano infatti: i gruppi carbonatici (dolomie e calcari), che costituiscono i contrafforti del Musi (quota massima di m 1866), e del Cuel di Lanis - Gran Monte (m 1631), e i livelli del flysch (marne, argille, arenarie, calcareniti, calciruditi, conglomerati poligenici), che formano la serie dei colli più addolciti e scompaiono sotto i depositi sciolti recenti della pianura (FERUGLIO E., 1929).

Nella formazione flyschoida i termini clastici più grossolani, per lo più carbonatici, prevalgono nella parte settentrionale dell'area di affioramento, dove i colli raggiungono quote comprese tra 800 e 1000 metri. La fascia mediana del flysch è caratterizzata dall'affiorante più o meno limitato dei nuclei carbonatici mesozoici, come sul Monte Campeón⁽²⁾ sui Monti della Bernadia, sul Monte Pla-

(1) Gli autori ringraziano l'Amministrazione e i Tecnici della Comunità Montana delle Valli del Torre per la collaborazione.

(2) O Cjampeón, secondo una corretta toponomastica, e da non confondersi con il M. Cjampon (Chiampon sulle carte) posto più a Nord.

iù e sul Monte Lubia, suo versante occidentale (FERUGLIO E., 1925; IACUZZI R., PUGLIESE N. & VAIA F., 1979). Le loro quote si aggirano sugli 800-900 metri, dominando più o meno vistosamente i circostanti rilievi marnoso-arenacei più degradati e quindi smussati ed addolciti dagli elementi morfogenetici, che raggiungono quote comprese tra 200 e 300 metri.

Al di sopra ed ai piedi degli affioramenti lapidei esistono i prodotti della degradazione, quali depositi morenici, detritici e alluvionali, distribuiti in placche più o meno discontinue.

I più cospicui sono i depositi detritici sui versanti dei rilievi costituiti da litotipi carbonatici e quelli alluvionali di fondovalle. La distribuzione dei diversi tipi litologici fin qui descritta opera un'azione selettiva per quanto riguarda l'assorbimento, la regimazione e la restituzione delle acque di precipitazione meteorica. Più estesi sono infatti gli acquiferi nelle assise carbonatiche, che solo nelle parti basse dei versanti, talora sotto il detrito e le alluvioni, danno luogo a emergenze più o meno significative; limitati o nulli sono invece gli acquiferi nel complesso flyschoides sensu stricto e nelle meno estese placche di copertura sciolta (AUTORI VARI, 1977).

Analoga influenza ha l'assetto strutturale delle masse rocciose in funzione del diverso grado di fessurazione che le forze orogenetiche hanno loro imposto. Risulta determinante l'orientazione dei principali piani di discontinuità, cioè delle faglie e dei sovrascorrimenti, anch'essi diretti prevalentemente Est-Ovest.

Rimandando alla letteratura specifica per quanto riguarda la descrizione dello schema tettonico dettagliato, vogliamo in questa sede puntualizzarne il condizionamento soprattutto sulla distribuzione delle aste drenanti e quindi sullo sviluppo dei reticoli idrografici. Anzitutto va osservato che i quattro principali trends tettonici, che caratterizzano in generale pressochè tutto l'arco alpino e in particolare il settore friulano in sinistra Tagliamento, vengono regolarmente confermati ed esaltati dalla presenza erosiva dei canali naturali. In particolare è da rilevare però che procedendo verso oriente tendono a prevalere, tra i lineamenti principali, quelli con direzioni di deflusso oscillanti attorno agli azimut 135° e 225°. Tutto ciò in ogni modo è noto ed evidente: dalle immagini da satellite alle tavolette topografiche, qualsiasi immagine reale o ricostruzione del nostro territorio mostra in modo chiaro quanto sopra accennato.

Meno evidente è invece quanto un'unica immagine, testimonianza statica, contiene e non può rivelare: la tendenza evolutiva delle aste e quindi dei bacini. È stata pubblicata da poco una prima nota sulla dinamicità dell'area in esame (CARTON A., IACUZZI R., PANIZZA N. & VAIA F., 1978), che già è in grado di porre in luce la complessa problematica che caratterizza il territorio in relazione ai più recenti movimenti tettonici. Da parte nostra (IACUZZI R. & VAIA F., 1980) siamo stati in grado di osservare numerose significative e talora imponenti testimonianze in tal senso; solo alcune sono pubblicate, mentre altre sono contenute nei nostri elaborati inediti e sono state fornite alla U.O. di Trieste del P.F. «Geodinamica» - S. P. «Neotettonica», di cui facciamo parte, che le ha a sua volta parzialmente utilizzate e rese pubbliche. Da questi elementi relativi alla attività tettonica recente e attuale risulta che in tempi non molto lontani le aste drenanti (e in particolare i collettori) hanno subito non solo un incremento di energia nella parte a monte, che si è esplicata con un marcato approfondimento degli alvei su sezioni ristrette, ma anche una ripresa nella parte mediana ed un contemporaneo spostamento (tuttora in atto) verso oriente. Questa attività è marcata in particolare a cavallo della linea Forcjat di Reclûs - M. Stella, già da noi descritta (CARTON A. et alii, 1978); più in generale è a ridosso e all'esterno delle linee collinari meridionali che si riscontra un insieme di indizi in tal senso assai ricco di elementi. Ciò non toglie comunque che ripercussioni di questa attività nei tratti medi e una reale dinamicità coinvolgano in modo sensibile anche i tratti superiori.

3. Elementi geomorfologici del territorio

Quanto detto finora dal punto di vista geostrutturale trova la sua evidenza anche nelle forme del rilievo, che rispecchiano fedelmente le variazioni di composizione, l'orientazione e la torsione degli assi e l'andamento dei piani di discontinuità. Dai colli morenici di Segnacco si possono infatti osservare i risultati dei fattori morfogenetici e delle condizioni morfogenetiche: i rilievi collinari e montuosi emergono dalla pianura in una progressione di contrafforti via via più elevati in quota, con orientazione generale Est-Ovest, alternati a valli longitudinali di tipo susseguente. Altri elementi però risultano da questa osservazione: le incisioni vallive che, invece, tagliano i contrafforti con un andamento di tipo

conseguente avendo orientazione Nord-Sud nella parte occidentale e Nord Est-Sud Ovest in quella orientale dell'area. Ciò in funzione degli effetti dell'ultima fase orogenetica, cioè quella dinarica. In entrambi i casi, comunque, tali incisioni rappresentano un accesso ottimale alle correnti umide che provengono dall'Adriatico e dalla piana friulana favorendone l'insinuazione tra le serie di baluardi rocciosi che contemporaneamente impongono ad esse un progressivo innalzamento e quindi il raffreddamento. Da occidente ad oriente queste incisioni sono: il Torrente Torre, che mette in comunicazione la pianura con la valle dell'Isonzo attraverso il solco Est-Ovest del Torrente Mea; il Torrente Cornappo, che con i corsi più orientali (Torrente Malina e Torrente Grivò) mette in comunicazione la pianura con la valle del fiume Natisone. Tutto ciò tramite la «guida» delle strutture citate. La disposizione descritta influisce anche sulla distribuzione delle temperature: si è visto che le più ampie valli strutturali, che secano il territorio in esame da un estremo all'altro in senso longitudinale, sono aperte agli estremi e consentono lo spostamento di masse d'aria dalle regioni finitime.

I bacini raccolti tra i colli flyschoidi, invece, sono per lo più nicchie meno esposte alle correnti eoliche o per lo meno più favorevoli ai positivi effetti dell'insolazione prolungata.

Altrettanto condizionata dagli accidenti fisici del territorio è la distribuzione degli insediamenti antropici, che rappresentano lo sviluppo dell'originaria osatura urbana dell'antica età pastorale e contadina. Essa infatti è articolata grosso modo in tre ordini ambientali; la fascia pedemontata e collinare; le confluenze o varici entro le vallate conseguenti principali; i pianori di terrazzamento nell'interno.

Questi insediamenti hanno dovuto essere ubicati in modo tale da consentire un grado ottimale di vita in funzione anche del clima, cioè tendendo ad omogeneizzare la caratteristica climatica dell'ambiente, supporto fondamentale delle limitate attività produttive. Ecco quindi la distribuzione densa ed estesa nella prima fascia e concentrata, ma diradata, entro le vallate e lungo gli interfluvii. Qui dunque sono stati scelti i luoghi, a parità di strutture morfologiche, ove le interazioni degli elementi del clima risultassero le migliori all'interno di aree che nel complesso si differenziavano con la latitudine, per progressivo peggioramento delle condizioni favorevoli all'antropizzazione.

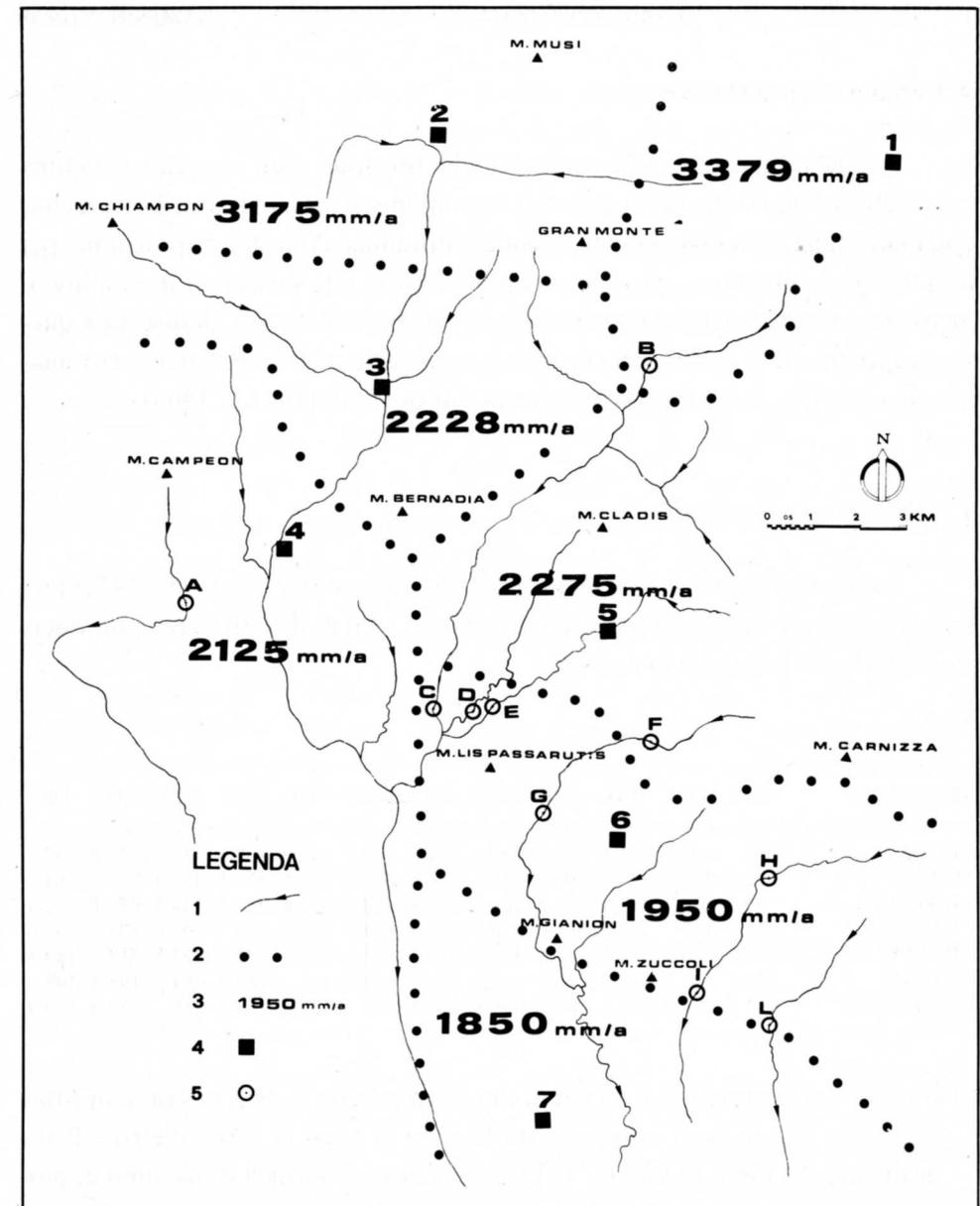


Fig. 2 - Carta schematica dell'area studiata. 1: aste principali; 2: limiti dei topoiets; 3: precipitazioni media annue; 4: stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche; 5: sezioni di misura delle portate.

- Map of the investigated area. 1: main rivers; 2: topoieths limits; 3: annual average rainfalls; 4: pluviometric and thermo-pluviometric stations; 5: discharge measurement sections.

4. Caratteristiche del clima

Per la valutazione delle caratteristiche precipue degli elementi del clima nel territorio sono stati esaminati i dati raccolti in sette stazioni distribuite secondo la latitudine e, limitatamente, secondo l'altitudine. A nostra disposizione, per un utilizzo significativo, erano solo i valori relativi alle variazioni termopluviometriche; i risultati delle elaborazioni sono illustrati di seguito. Si osserva a questo proposito che il numero di stazioni di registrazione in tutta l'area è estremamente scarso (fig. 2) ⁽³⁾ (MAGISTRATO DELLE ACQUE; GENTILI J., 1964).

4.1. Precipitazioni mensili

Le precipitazioni medie mensili nel periodo considerato (1955-1978) presentano evidenti variazioni nelle sette stazioni. Dai dati dedotti l'area può essere suddivisa in tre fasce pluviometriche:

TAB. I

STAZIONE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
UCCEA	235	206.1	231.1	322.5	259.7	282.9	246.5	241.9	298.5	331.5	436.8	297.5
MUSI	210.8	199.3	234.8	300.3	256.5	294.1	219.7	236.5	277.1	311.3	399	264.7
VEDRONZA	159.7	145.4	177.1	221.5	209.8	266.9	200.4	214.4	227.3	234.2	275.1	132.3
CERGNEU	137.3	142	164.4	206.6	188.4	255.2	194.4	171.8	190	201.8	223.9	168.6
CISERIIS	117.7	120.5	141.5	184.6	165.1	215.2	161.5	184.6	172.1	203.3	218.7	149.5
ATTIMIS	121.1	126.7	136.5	166.8	159.6	236.9	159.8	168	189.8	184.7	195.3	145.9
POVOLETTO	114.7	106.8	116.1	147	139.8	207.1	142	150.3	164.8	156	177.3	139.9

a) Fascia settentrionale (stazioni di Uccia posta a q. 663 m.s.m. e di Musi posta a q. 633 m.s.m.), compresa tra le cime di Musi (q. 1866 metri) e l'allineamento del Gran Monte (q. 1613 metri), dove si verifica il massimo di piovosità nel mese di novembre (mm 436,8) e si rileva un picco secondario in aprile (mm 322,5) e il minimo in febbraio (mm 206,1).

(3) Le stazioni prese in considerazione sono: 1) Uccia, 2) Musi, 3) Vedronza, 4) Ciseriis, 5) Cergneu, 6) Attimis, 7) Povoletto. Per il solo 1979 è stata considerata anche Monteperta.

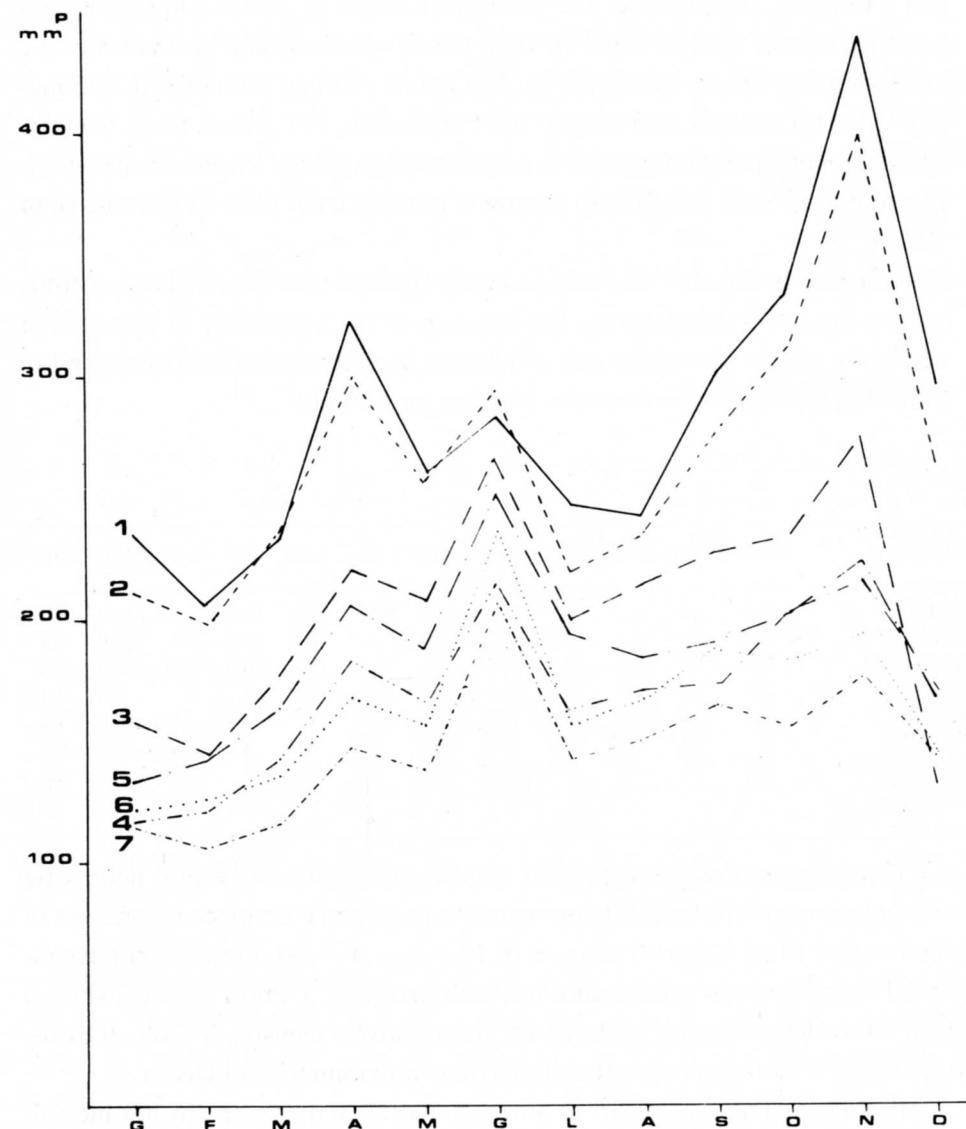


Fig. 3 - Andamento delle precipitazioni medie mensili (i numeri indicano le sette stazioni di fig. 2).

- Monthly average rainfalls (numbers refer to the pluviometrical stations pointed out in fig. 2).

- b) Fascia mediana, dove sono ubicate le stazioni di Vedronza (q. 320 m. s.m.), Cergneu Superiore (q. 329 m.s.m.) e Ciseriis (q. 264 m.s.m.), compresa tra la catena del Cuel di Lanis (q. 1628 metri) - Gran Monte (q. 1613 metri) e l'allineamento Monte Cjampeón (q. 759 metri) - Monte Bernadia (q. 865 metri) - Monte Cladis (q. 839 metri) - M. Carnizza (q. 991 metri). Qui i massimi delle precipitazioni compaiono in novembre e giugno (a Vedronza rispettivamente mm 275,1 e mm 266,9), mentre il minimo è nel mese di febbraio (mm 145,4);
- c) Fascia meridionale, che comprende le stazioni pluviometriche di Attimis (q. 196 m.s.m.) e Povoletto (q. 136 m.s.m.), in cui il massimo di piovosità si verifica in giugno (Povoletto mm 207,1) con un picco secondario in novembre (mm 177,3) e il minimo sempre in febbraio (mm 106,8).

TAB. II

STAZIONE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
UCCEA	7.8	7.9	9	10.9	12.9	13.7	12	11.7	10.1	8.6	10.8	7.8
MUSI	7.8	7.8	9.1	11.2	13.5	14.3	12	12.4	10.3	8.8	10.9	7.8
VEDRONZA	7.6	7.5	8.7	10.8	13	15	11.9	11.7	10.4	8.7	10.6	7.4
CERGNEU	7.4	7.7	8.4	10.7	12	13.6	10.6	10.5	9.1	8	9.8	7.1
CISERIIS	7.3	7.4	8.6	10.9	12.2	13.9	10.8	11	9.4	7.9	10.6	7.2
ATTIMIS	7	7.4	7.6	9.9	11.4	12.8	9.9	9.6	9.4	7.3	9.5	6.8
POVOLETTA	6.7	7.1	7.6	9.5	10.7	12.8	9.8	9.6	8	7.6	9.3	4.8

L'andamento dei giorni piovosi mensili non si discosta molto nelle sette stazioni pluviometriche: presenta un massimo in giugno e un picco secondario in novembre (per Musi è rispettivamente di 14,3 gg e 10,9 gg). I minimi si registrano, per l'intero periodo considerato, nei mesi invernali. I valori inferiori si sono rilevati a Povoletto con una media di 4,8 giorni piovosi mensili. A titolo di esempio si illustra la situazione rilevata alla stazione pluviometrica di Uceca.

Il maggior numero medio di giorni piovosi è stato osservato nei mesi di maggio - giugno - luglio per tutte le stazioni, quindi solo per la fascia c) coincide con i valori di piovosità massimi. Pertanto nella fascia a) e b) la densità massima si verifica in autunno; infatti a Uceca è di 36,3 mm/gp e a Povoletto è di 20 mm/gp (calcolata sulla media mensile stagionale).

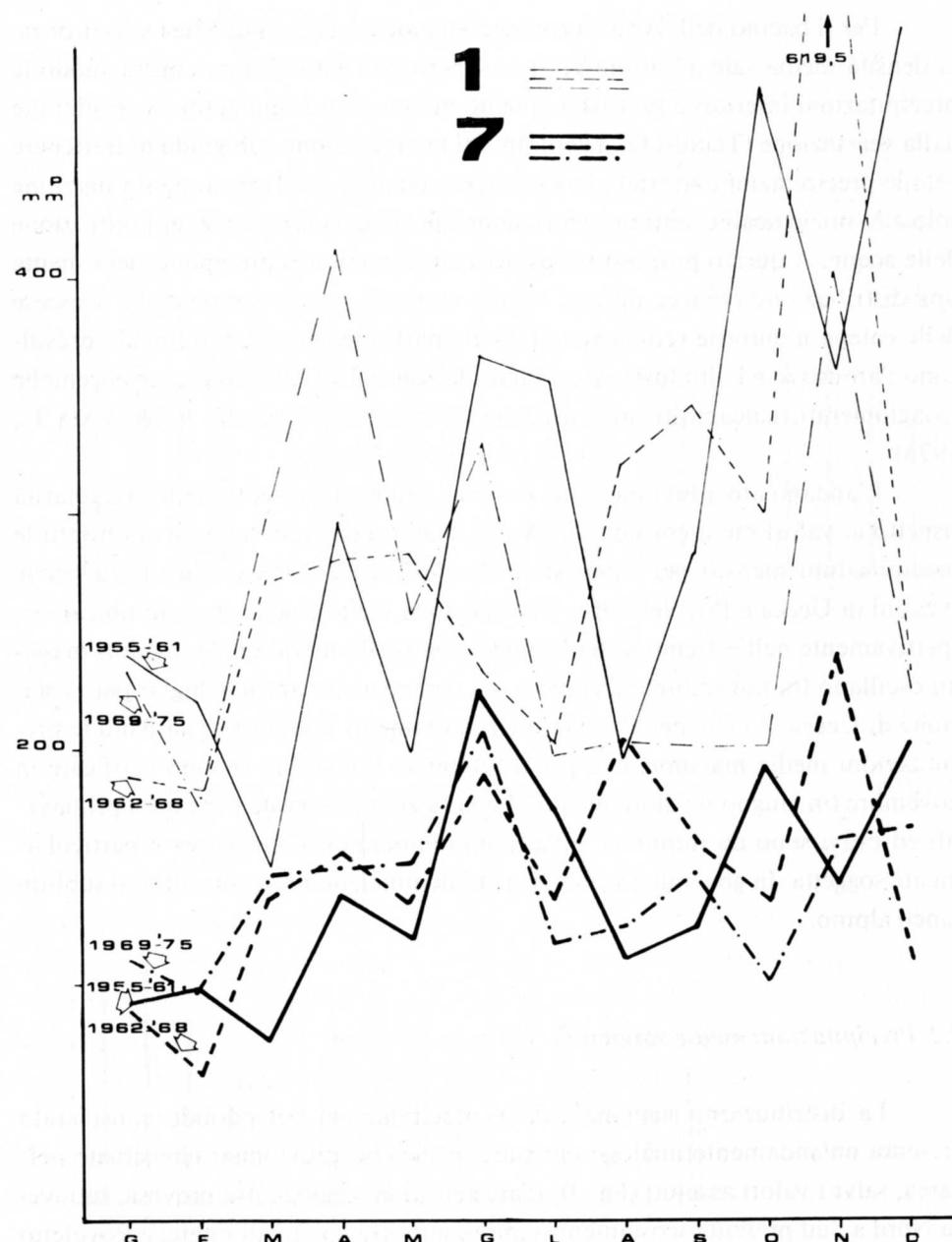


Fig. 4 - Precipitazioni medie mensili per periodi settimanali a Povoletto e a Uceca.
- Monthly average rainfalls for septennial periods, at Povoletto and Uceca.

Per il bacino dell' Alto Torre, che include le stazioni di Musi e Vedronza, la densità media sale a 39 mm/gp (per il periodo 1966-74) non considerando le precipitazioni inferiori a mm 10 in quanto queste sono completamente trattenute dalla vegetazione (TONINI D., 1966). Infatti la vegetazione è in grado di trattenere solo le precipitazioni attorno al valore sopra citato o assolvere a questa funzione solo allo inizio degli eventi maggiori; dopo ciò si inizia il processo di infiltrazione delle acque. A questo proposito si osserva che il territorio presenta generalmente una distribuzione erbacea diffusa, tranne che sulle pareti carbonatiche scoscese delle catene montuose settentrionali. Nelle parti mediana e meridionale prevalgono l'arbustivo e l'alto fusto; sono infatti le zone costituite dalle rocce eoceniche (conglomerati, calcareniti, arenarie, argille e marne) (IACUZZI R. & VAIA F., 1975).

L'andamento pluviometrico mensile dell'area presenta delle irregolarità rispetto ai valori medi considerati. A tale scopo sono state messe a confronto le precipitazioni mensili per i periodi 1955-1961, 1962-1968 e 1969-1975 per le stazioni di Uccia e Povoletto (fig. 4): sono state scelte cioè le stazioni ubicate rispettivamente nell'estremo settentrionale e in quello meridionale. I valori massimi oscillano tra novembre e dicembre, e i secondari tra aprile e luglio per la stazione di Uccia. Anche per Povoletto gli scostamenti maggiori riguardano le precipitazioni medie massime, che per il settennio 1962-1968 si sono verificate in novembre (in giugno il valore medio). Le variazioni osservate per i mesi primaverili ed estivi sono da imputarsi all'attività temporalesca, cui l'area è particolarmente soggetta. In generale i valori ricavati denunciano un regime di tipo subalpino.

4.2. Precipitazioni medie stagionali

La distribuzione stagionale delle precipitazioni nel periodo considerato presenta un'andamento analogo per tutte le stazioni pluviometriche situate nell'area, salvi i valori assoluti (fig. 5). L'autunno è la stagione più piovosa, tuttavia da Nord a Sud presenta scostamenti sempre minori rispetto all'estate; a Povoletto i valori sono pressochè uguali (mm 166,4 in estate e mm 166 in autunno). La stagione più secca risulta ovunque l'inverno, con valori oscillanti tra i mm 246,2 di

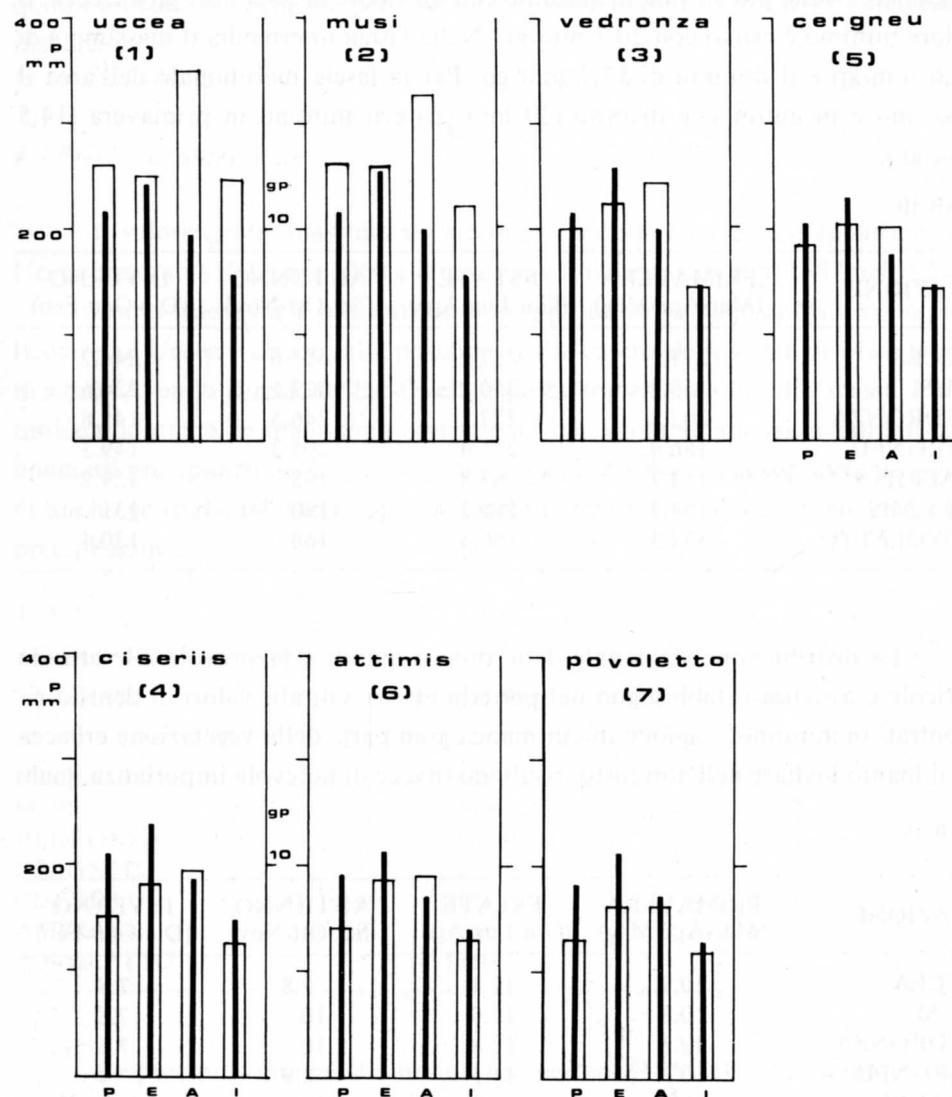


Fig. 5 - Medie mensili stagionali delle precipitazioni e dei giorni piovosi (1955-1975).
- Seasonal monthly average rainfalls and rainy days (1955-1975 period).

Uccea e i mm 120,4 di Povoletto. Il numero di giorni con precipitazioni più elevate è in estate ed è pari a 12,9 a Musi e a 10,7 a Povoletto. Il numero minore appartiene all'inverno con 7,8 a Uccea e 6,2 a Povoletto. La densità media mensile stagionale risulta più elevata in autunno con un valore di 36,3 mm/gp a Uccea. Il valore minimo è estivo con 20,7 mm/gp. Nella fascia intermedia il massimo è di 24,6 mm/gp e il minimo di 17,7 mm/gp. Per la fascia meridionale dell'area il massimo è in autunno e inverno (20 mm/gp) e il minimo in primavera (14,5 mm/gp).

TAB. III

STAZIONE	PRIMAVERA (Mar-Apr-Mag)	ESTATE (Giu-Lug-Ago)	AUTUNNO (Set-Ott-Nov)	INVERNO (Dic-Gen-Feb)
UCCEA	271.1	257.2	355.6	246.2
MUSI	263.8	250.1	329.1	224.6
VEDRONZA	202.8	227.2	246.5	145.8
CERGNEU	186.4	211.4	205.3	149.3
CISERIIS	163.7	182.8	198	129.2
ATTIMIS	154.3	188.2	190	131
POVOLETTO	134.3	166.4	166	120.4

La distribuzione stagionale delle piogge quindi è favorevole alle attività agricole e assicura il fabbisogno nel periodo estivo. Gli alti valori di densità riscontrati in autunno, stagione in cui manca gran parte della vegetazione erbacea ed il manto fogliare nell'alto fusto, risultano invece di notevole importanza quale

TAB. IV

STAZIONE	PRIMAVERA (Mar-Apr-Mag)	ESTATE (Giu-Lug-Ago)	AUTUNNO (Set-Ott-Nov)	INVERNO (Dic-Gen-Feb)
UCCEA	10.9	12.4	9.8	7.8
MUSI	10.8	12.9	10	7.8
VEDRONZA	10.8	12.8	10	7.5
CERGNEU	10.3	11.5	8.9	7.4
CISERIIS	10.5	11.9	9.3	7.3
ATTIMIS	9.6	10.7	8.7	7
POVOLETTO	9.2	10.7	8.3	6.2

fattore determinante dei fenomeni erosivi. A causa delle scarse precipitazioni liquide invernali, escluse quindi le zone con precipitazioni nivali, l'erba non sfalciata si secca completamente, gli arbusti tendono a ridurre l'umidità del terreno e quindi esistono le premesse per incendi, in particolare sui versanti con maggiore insolazione.

4.3 Precipitazioni annue

Il valore annuo massimo registrato nel periodo considerato appartiene ad Uccea con mm 6102,9 nel 1960 e il minimo a Povoletto con mm 1387 nel 1957.

L'alto valore delle precipitazioni riscontrato nella Valle di Musi ed in particolare ad Uccea è dovuto alla posizione della catena delle Cime di Musi (1866 m.s.m.). Avendo direzione Est-Ovest è posta trasversalmente alle masse d'aria umide adriatiche, le quali sono costrette ad una salita adiabatica e causano abbondanti precipitazioni. La stazione di Uccea inoltre è ubicata sopravvento quindi anche geograficamente e topograficamente favorevole a raccogliere maggiori precipitazioni.

TAB. V

STAZIONI	(mm H ₂ O)	gg
UCCEA	3372	123.2
MUSI	3175	125.9
VEDRONZA	2500	123.3
CERGNEU	2275	114.9
CISERIIS	2125	117.2
ATTIMIS	1950	108.6
POVOLETTO	1850	103.5

Le precipitazioni medie annue nel periodo 1955-1978 presentano i seguenti valori nelle tre fasce:

a) fascia settentrionale: mm 3275 in 124,5 giorni con densità di 26,30 mm/gp;

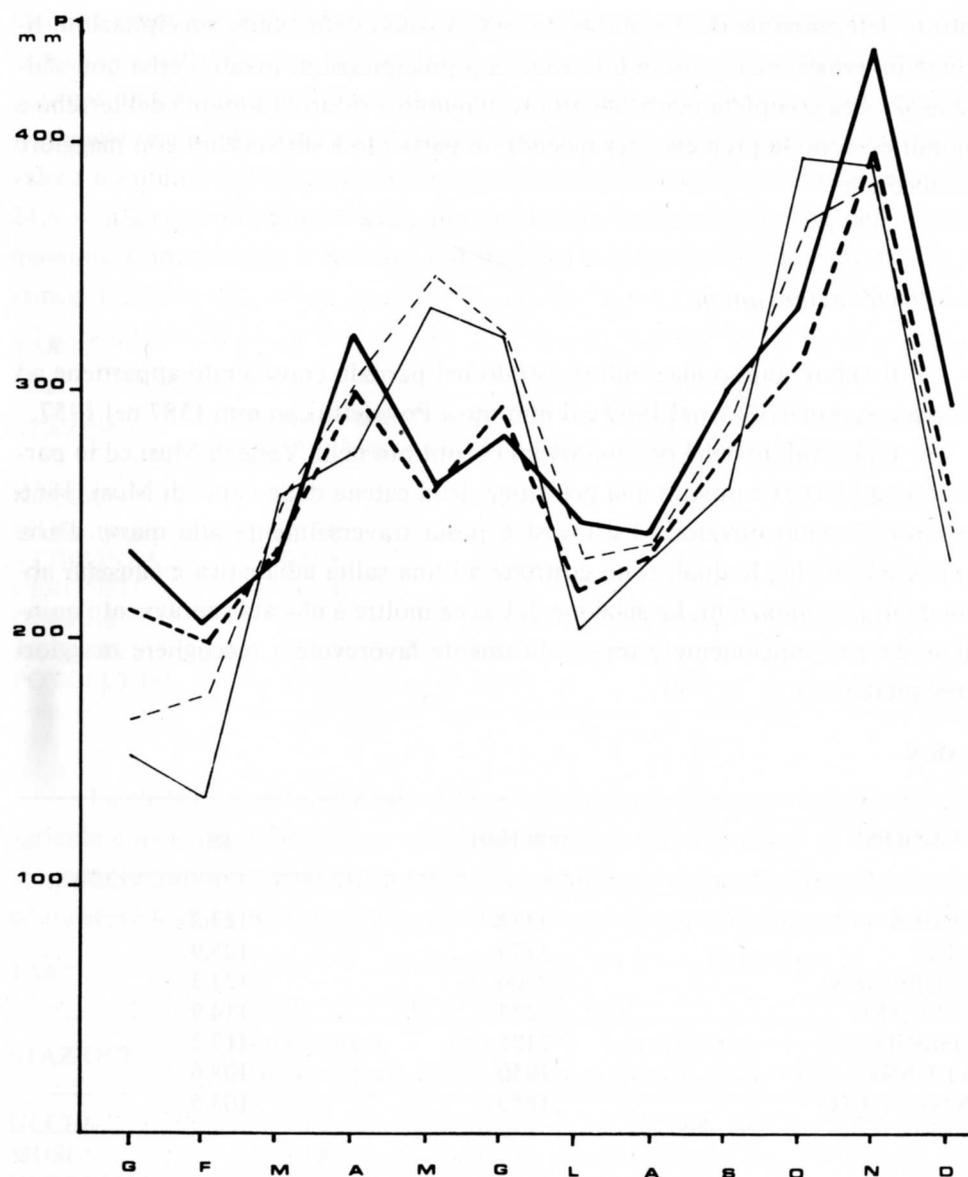


Fig. 6 - Precipitazioni medie mensili (1921-1950: tratto sottile; 1955-1978: tratto grosso) a Uceca (tratto continuo) e Musi (tratteggiato).

- Monthly average rainfalls during different periods at Uceca (unbroken line) and at Musi (dotted line) during 1921-1950 period (thin line) and 1955-1978 one (thick line).

b) fascia intermedia: mm 2300 (valore medio) in 118,4 giorni con densità di 19,4 mm/gp;

c) fascia meridionale: mm 1900 in 106 giorni con densità di 17,9 mm/gp.

Per il calcolo delle precipitazioni medie sull'intera area è stato scelto il metodo dei topoi (4). Naturalmente per tracciarne i limiti si è tenuto conto dei fattori morfologici del territorio, della altitudine e dell'esposizione (fig. 2).

Dal confronto del grafico relativo agli afflussi dedotti per i periodi 1955-78 e 1921-50 nelle stazioni pluviometriche di Musi ed Uceca (fig. 6) risulta che il massimo si verifica in ottobre-novembre e il picco secondario in maggio-giugno, mentre il minimo è sempre in febbraio. Tuttavia c'è una netta accentuazione tra i due valori estremi per il trentennio 1921-50 rispetto al periodo 1955-78: lo scarto massimo per Musi è di mm 218 contro i mm 199,7; per Uceca è di mm 257 contro i mm 229,9. A conferma delle variazioni delle precipitazioni nel tempo sta il confronto tra il totale medio annuo calcolato alla stazione di Musi per l'arco di tempo 1924-1977, che risulta essere di mm 3372, e i valori annui medi per le stazioni di Uceca e Musi nei due periodi citati, che sono rispettivamente:

Uceca: 1921-1950	mm 3186	Musi: 1921-1950	mm 3313
1955-1978	mm 3379	1955-1978	mm 3175

4.4. Casi critici pluviometrici

In questo paragrafo vengono presi in esame i minimi e i massimi delle precipitazioni liquide che interessano l'area in oggetto. I primi sono di primaria importanza per le attività connesse con l'agricoltura, i secondi per l'influenza diretta che esercitano sulle modificazioni e quindi sull'evoluzione del reticolo idrografico.

Il caso di più lunga siccità, che si è verificato in zona nell'intervallo di tempo considerato, si è avuto dal 27.12.1963 al 15.2.1964, cioè con la durata di 50 gg (solo per la stazione di Uceca il periodo è stato di 49 gg). Trattandosi della stagione invernale i danni conseguenti furono ridotti.

(4) Sono state utilizzate, oltre alle stazioni già indicate, anche quelle di Oseacco, Venzone, Gemona, Artegna, Udine, Cividale.

Notevole interesse nella stagione estiva rivestono le perturbazioni temporalesche, che si manifestano infatti generalmente nel semestre estivo. Mediamente nella fascia prealpina, da calcoli approssimati, si verificano 40 giorni di temporale (nel 1960 si ebbe una media regionale di 45 giorni). Le manifestazioni temporalesche si sviluppano nell'area considerata prevalentemente nelle ore pomeridiane e non è raro il caso di più manifestazioni in un giorno. Queste precipitazioni, data la loro violenza, se pur di breve durata provocano ingenti fenomeni erosivi soprattutto nella zona collinare e montana. La prima, in particolare la fascia meridionale, è costituita da roccia per lo più impermeabile e molto erodibile; data l'elevata energia meccanica che le precipitazioni temporalesche possiedono, esse sono in grado di smuovere e trasportare una notevole quantità di materiale. In ogni modo sono fenomeni limitati nel tempo, anche se dotati di una discreta violenza.

TAB. VI

STAZIONI	QUANTITÀ (mm)	DATA
UCCEA	339	2.11.1963
MUSI	320	2.11.1963
VEDRONZA	234	2.11.1963
CERGNEU	348.3	22.6.1958
CISERIIS	210	4.10.1966
ATTIMIS	360.5	22.6.1958
POVOLETTO	226.4	22.6.1959

Importanza di gran lunga maggiore invece rivestono i massimi di piovosità. La massima quantità giornaliera d'acqua caduta nell'area in oggetto è stata registrata dal pluviometro di Attimis il 22 giugno 1958 ed è pari a mm 360,5 corrispondendo al 18% del totale delle precipitazioni medie annue per il periodo considerato e al 17% di quell'anno. Nel 1960 si è riscontrata la massima piovosità a Musi con mm 4662 ed a Uccia con mm 6102,9; questo sta a confermare l'estrema variabilità che le precipitazioni assumono nella zona da una fascia all'altra.

Importanti per i loro riflessi sul reticolo idrografico sono le piogge massime di più giorni consecutivi. Tuttavia c'è da aggiungere che le particolari condi-

zioni morfologiche (valli trasversali) e geologiche (le fasce a altitudini maggiori sono costituite da rocce carbonatiche localmente molto fratturate e soggette a fenomeni carsici e paracarsici sia superficiali che profondi, mentre in quelle ad altitudine intermedia e bassa affiorano rocce praticamente impermeabili nel loro complesso) consentono il verificarsi di alluvioni anche non in concomitanza di afflussi eccezionali.

TAB. VII

STAZIONE	N° GIORNI	PERIODI	
		dal	al
UCCEA	49	28.12.'63	14.11.'64
MUSI	50	27.12.'63	15.11.'64
VEDRONZA	50	27.12.'63	15.11.'64
CERGNEU	50	27.12.'63	15.11.'64
CISERIIS	50	27.12.'63	15.11.'64
ATTIMIS	50	27.12.'63	15.11.'64
POVOLETTO	50	27.12.'63	15.11.'64

Infatti l'alluvione del 1966 del T. Torre ha avuto il seguente sviluppo. Un primo picco di portata del 17.10 ebbe un valore di 51,7 mc/sec (nella sezione di Bocca di Crosis) relativo a 3 giorni consecutivi di pioggia per un totale a Musi di mm 165,4 e a Vedronza di mm 119,2. Nel periodo precedente le portate erano attorno al valore medio annuo (7,6 mc/sec). Il 26.10 si verificò un secondo picco di 44,6 mc/sec dovuto a mm 272,4 a Musi e mm 152,8 a Vedronza. Di 270 mc/sec (valore massimo per il periodo 1965-74) fu il risultato degli afflussi misurati a Musi con mm 255,4 e a Vedronza con mm 226,9, distribuiti in 9 giorni; essi sono compresi tra il 27.10 e il 4.11, però il 4.11 si registrano a Musi mm 225 e a Vedronza mm 188,5. Pertanto questo evento ha potuto verificarsi per la saturazione dei terreni ad alta permeabilità a causa di precipitazioni pur modeste, ma prolungate nel tempo, e per una contemporanea caduta di pioggia anche nelle fasce impermeabili; quindi il bacino era saturo e le acque defluirono prevalentemente per scorrimento superficiale. Infatti dopo l'onda di piena sono bastati lievi nuovi afflussi per sostenere le portate su valori elevati.

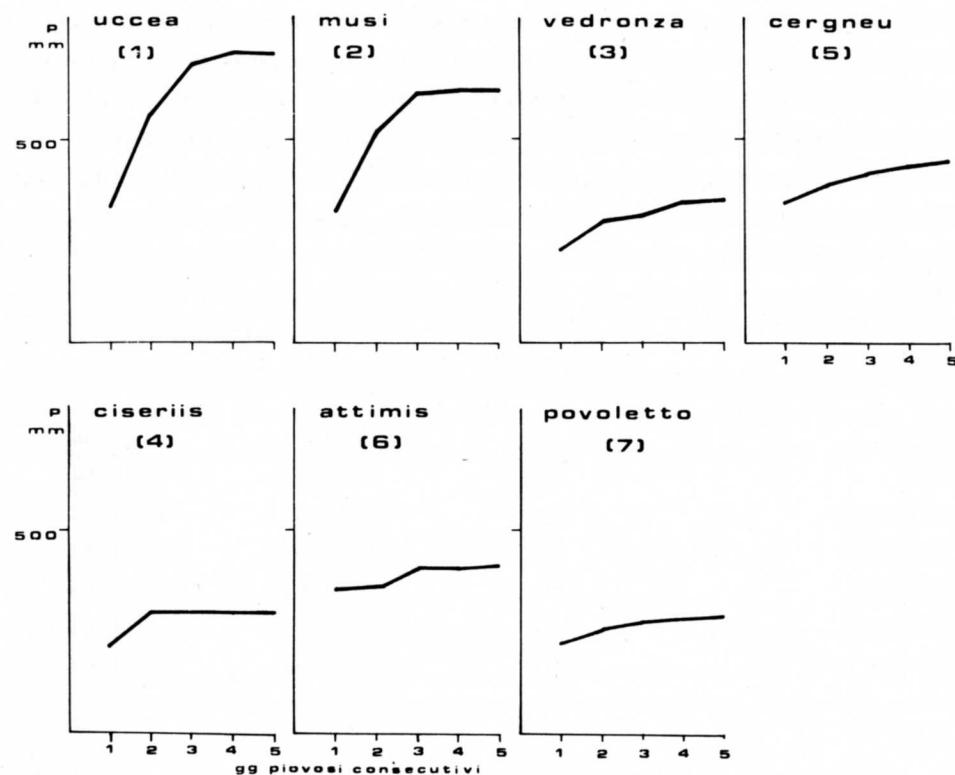


Fig. 7 - Massime intensità di precipitazione (1955-1975) per 1-2-3-4-5 giorni consecutivi.
- Intensity of maxima of rainfalls from 1 to 5 rainy consecutive days (1955-1975 period).

Le piogge prolungate comunque provocano l'accentuazione o l'innescarsi di pericolosi fenomeni erosivi lungo i versanti ed in particolare lungo le aste del reticolo idrografico. Nella zona questo problema assume aspetti particolari data l'abbondante quantità degli afflussi e le condizioni geolitologiche e strutturali dell'area. A titolo di esempio l'alto bacino del T. Torre (con la piovosità maggiore) presenta una percentuale di aree franose pari al 5,16% della superficie totale (IACUZZI R. & VAIA F., 1977), con un volume di alluvioni, misurato alla sezione di Crosis, pari a 1100 mc/kmq/anno (IACUZZI R. & VAIA F., 1975). Questi dati stanno a testimoniare la dinamicità del reticolo, specie per quanto riguarda la fascia settentrionale del territorio. Lo conferma anche il confronto con le percen-

TAB. VIII

STAZIONI	1		2		3		4		5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
UCCEA	339 2.11.'63	28 10	563 13/14.11.'69	60 17	688 13/15.11.'69	73 20	704 13/16.11.'69	75 20	709.6 12/16.11.'69	76 21
MUSI	320 14.11.'69	33 10	511.6 13/14.11.'69	60 16	611.4 13/15.11.'69	72 19	623 13/16.11.'69	73 19.4	629.4 12/16.11.'69	74 20
VEDRONZA	234 2.11.'63	60 9	296.7 4/5.11.'66	88 11	310.4 1/3.9.'65	39 12	342.9 1/4.9.'65	43 13	350.1 1/5.9.'65	44 14
CORGNEU	348.3 22.6.'58	53 15	384 22/23.6.'58	59 17	415.7 22/24.6.'58	63 18	425.9 22/25.6.'58	65 19	447.9 20/24.6.'58	68 20
CISERIIS	210 4.11.'66	61 10	298 4/5.11.'66	87 14	298.4 4/6.11.'66	88 14	298.4 4/7.11.'66	88 14	298.4 4/8.11.'66	88 14
ATTIMIS	360.5 22.6.'58	59 18	367.4 21/22.6.'58	60 19	404.7 20/22.6.'58	65 20	405.4 20/23.6.'58	66 21	418.8 20/24.6.'58	68 22
POVOLETTO	226.4 22.6.'58	51 12	255.2 22/23.6.'58	58 13	276.2 21/23.6.'58	62 14	281.9 20/23.6.'58	64 15	284.2 21/25.6.'58	65 15

A = Percentuale sul totale mensile

B = Percentuale sul totale medio annuo per la stazione considerata

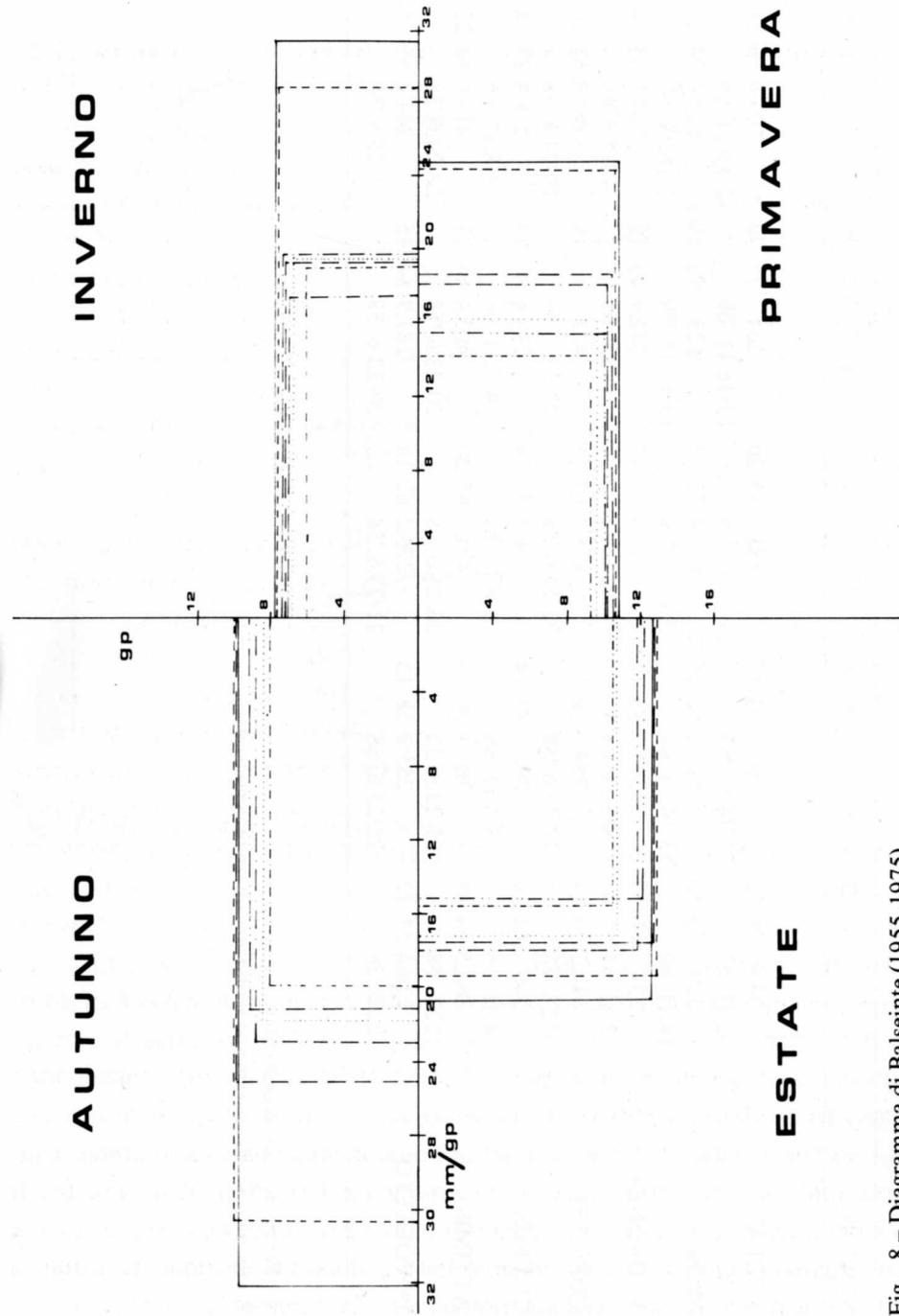


Fig. 8 - Diagramma di Balseinte (1955-1975).
- Balseinte diagram (1955-1975).

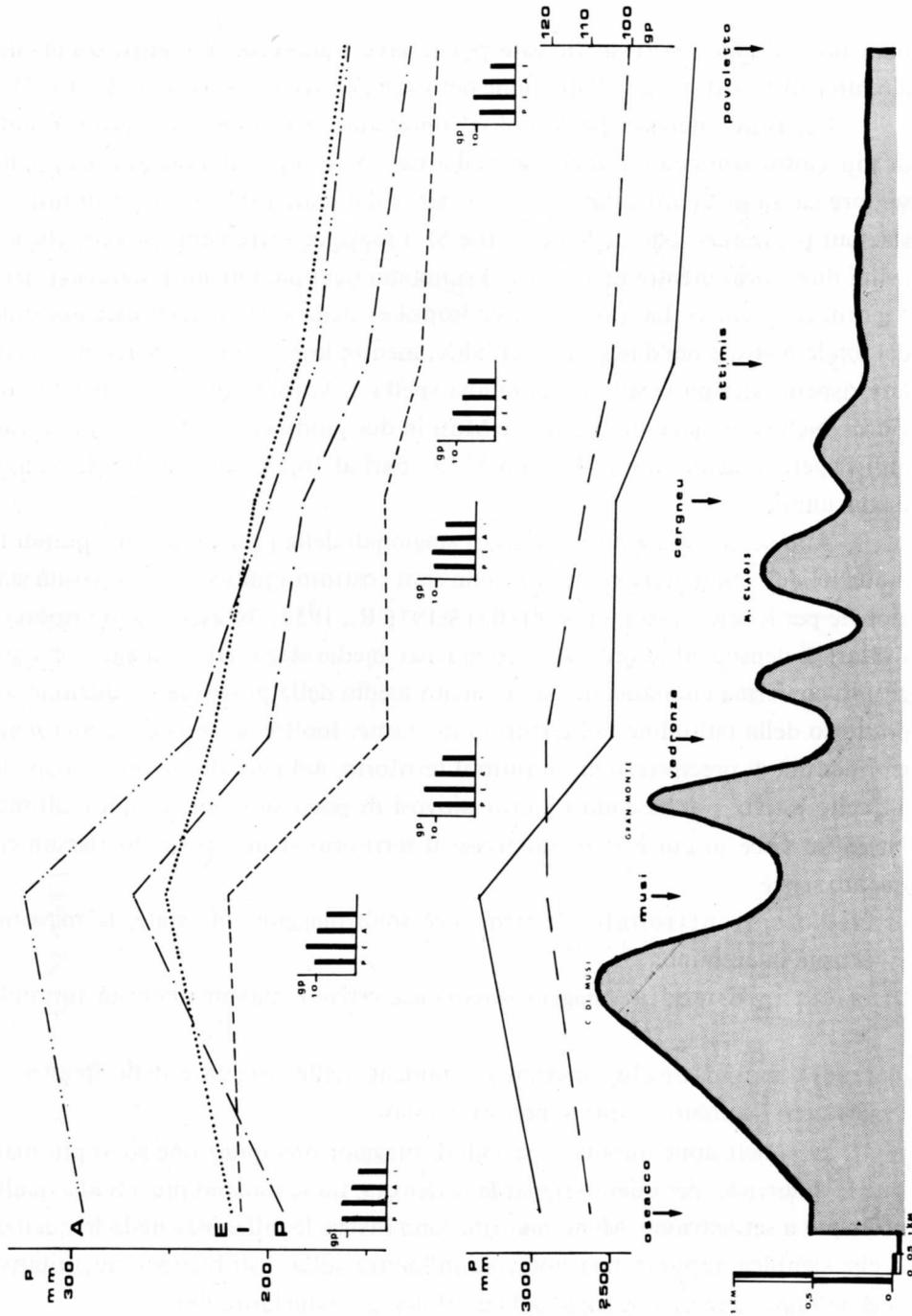
tuali decisamente inferiori, rilevate per le aree franose in numerosi bacini del Trentino-Alto Adige dopo l'alluvione del 1966 (VENZO G. A. & VAIA F., 1972).

Ulteriore interesse, per i motivi sopra citati, rivestono le piogge massime di più giorni consecutivi anche se nell'area, come sopra dimostrato, non sono sempre causa di eventi calamitosi. Si osserva dai grafici (fig. 7) come in tutte le stazioni pluviometriche delle fasce a) e b) il maggior incremento si verifichi nei primi due giorni mentre nella zona c) si notano lievi incrementi progressivi per i 5 giorni consecutivi. La stazione di Vedronza evidenzia una percentuale massima del totale mensile nei due giorni dell'88%, mentre la percentuale massima calcolata rispetto alla piovosità media annua spetta a Attimis con il 22% nei cinque giorni. Nelle due stazioni di Ucea e Musi in due giorni (13-14.11.1969) sono caduti rispettivamente mm 563 e mm 511,6, pari al 16,6% ed al 16,1% del valore medio annuo.

Allo scopo di definire i caratteri stagionali delle precipitazioni e quindi le modalità dell'alimentazione idrica, sono stati costruiti i poligoni di piovosità stagionale per le sette stazioni (fig. 8) (BALSEINTE R., 1954). In ascissa sono riportati i valori di densità ed in ordinata le frequenze medie stagionali. Il diagramma anzitutto conferma chiaramente l'andamento medio della piovosità in funzione soprattutto della latitudine nel territorio in esame. Inoltre se ne deduce una maggior densità di precipitazioni, in tutto il territorio, nel periodo invernale rispetto a quello estivo, pur essendo i giorni piovosi di poco superiori in quest'ultimo. Nelle tre fasce in cui è stato suddiviso il territorio si può pertanto riassumere quanto segue:

- fascia settentrionale: le frequenze sono maggiori in estate, la massima densità in autunno;
- fascia intermedia: maggiori frequenze estive e massima densità autunnale;
- fascia meridionale: minimi scostamenti delle densità e delle frequenze, che però risultano sempre superiori in estate.

In conclusione durante i periodi di maggior precipitazione sono più marcate le differenze, per quanto riguarda la densità, tra le stazioni più a Sud e quelle poste più a settentrione. Meno marcate sono invece le differenze nella frequenza. Il che significa appunto una notevole influenza sulla distribuzione quantitativa degli afflussi meteorici operata dalla morfologia e dalla latitudine.



Questi due fattori giocano un ruolo complementare chiaramente evidenziato dal grafico di fig. 9.

Dal basso all'alto si legge:

- l'andamento altimetrico del territorio lungo una sezione compresa tra quelle meridiane tipiche;
- l'andamento dei totali annui di afflusso (in tratto continuo, scala a sinistra) e dei giorni piovosi annui (tratteggio, scala a destra) per le sei stazioni sulla sezione stessa;
- i giorni piovosi medi stagionali (istogrammi ridotti);
- le precipitazioni medie stagionali.

Il grafico può essere considerato una sintesi di quanto detto sino a questo momento ed è pertanto inutile ogni ulteriore commento. Resta in ogni modo evidente il tipo di regime pluviometrico che caratterizza il territorio complessivamente e nelle tre fasce di cui si è detto, ben delineate queste ultime dai flessi che compaiono nei grafici della fig. 9.

Altrettanto evidente è l'influsso della struttura geotettonica e quindi geomorfologica sulla distribuzione delle masse d'aria delle perturbazioni e, infine, anche sul regime idrologico in funzione delle variazioni di intensità e densità dell'alimentazione.

4.5. Precipitazioni solide

Le altezze nevose risultano estremamente variabili da luogo a luogo, essendo condizionate in particolare dalla situazione geomorfologica delle singole zone di territorio. I dati in nostro possesso sono frammentari. Per il periodo 1921-1950 Musi ha rilevato un innevamento medio annuo di cm 63 con 10 giorni nevosi, Platischis di cm 101 con 13 giorni; il valore decresce a cm 28 con 5

Fig. 9 - Periodo 1955-1975: precipitazioni medie annue (tratto continuo); giorni piovosi medi annui (tratteggio); giorni piovosi medi stagionali (istogrammi); precipitazioni mensili medie stagionali. In basso un profilo schematico N-S dell'area studiata.

- 1955-1975 period: annual average rainfalls (unbroken line); annual average rainy days (histograms); seasonal monthly average rainfalls. Below a North-South altimetric profile of investigated area.

giorni a Vedronza e cm 49 con 6 giorni a Cergneu. Per il periodo 1955-1969 (mancano i dati per il 1968-1961) ancora a Musi si è registrata un'altezza media della coltre nevosa pari a cm 44,1 caduta in 8,6 giorni. Un rapido decremento dei valori è evidenziato a Vedronza (sempre per lo stesso periodo) con cm 17,8 e 4,5 giorni di precipitazioni solide; di cm 6,5 risulta la media a Ciseriis con 3,2 giorni. In generale quindi i valori decrescono con la latitudine ed in particolare subiscono variazioni anche rilevanti a causa dell'orientazione delle valli; infatti sono più soggette ad innevamento quelle con direzione Est-Ovest che consentono l'accesso ai venti di Nord Est. Il massimo valore registrato alla stazione di Musi è del 1965 con cm 184 in 19 giorni nevosi; nello stesso anno a Vedronza sono caduti cm 22 in 11 giorni. Questo è un esempio che conferma quanto detto sopra.

Dal catasto delle valanghe redatto dalla Direzione Regionale delle Foreste risulta che si sono verificate nei vari anni valanghe sul versante meridionale del M. Sorochiplas - Cuel di Lanis - Postoucicco, dove sono ubicate le borgate di Pers e Cesariis, e sul Gran Monte lungo il versante meridionale compreso tra il M. Brinizza e P.ta Lausciovizza, dove sorge l'abitato di Cornappo (frazione di Taipana). La strada Tarcento - Passo di Tanamea nel 1935 è stata ostruita da valanghe cadute dal versante meridionale del M. Zaiavor.

4.6. Dati termometrici

All'interno dell'area studiata esiste purtroppo un'unica stazione termometrica, ubicata a Vedronza. Non si è ritenuto opportuno prendere in considerazione quelle confinanti in quanto le estrapolazioni presentano margini di attendibilità troppo ampi e arbitrari; esiste infatti una eterogeneità significativa dal punto di vista geografico e morfologico tra esse ed il territorio comunitario. Si danno di seguito i risultati di alcune elaborazioni ritenute significative. Per il periodo 1955-1969 si sono dedotti valori mensili annui delle temperature massime, medie e minime della sola stazione di Vedronza; essi sono eventualmente estensibili all'area valliva dove è ubicata la stazione stessa. La stazione inoltre è situata sull'asse dell'incisione valliva ad andamento meridiano che mette in collegamento diretto con la pianura la Valle di Musi (direzione Nord-Sud). Il valore medio annuo per tale periodo è pari a $8,9^{\circ}$ (il periodo 1921-1950 invece presenta una tem-

peratura media di $9,1^{\circ}$). La media delle temperature minime è pari a $3,3^{\circ}$; quella delle massime a $14,5^{\circ}$.

Risulta che le temperature medie mensili sono comprese tra i $-0,6^{\circ}$ del mese di gennaio ed i $18,2^{\circ}$ del mese di luglio.

Per quanto riguarda i valori assoluti è interessante osservare che le temperature massime giornaliere sono comprese tra i 34° dell'9.7.1957 e i 22° del 15-16.2.56; le temperature massime si registrano in luglio, le minime mantengono valori pressochè uguali in giugno-luglio ed agosto. L'escursione calcolata risulta di $18,8^{\circ}$, di un decimo di grado superiore a quella dedotta per il periodo

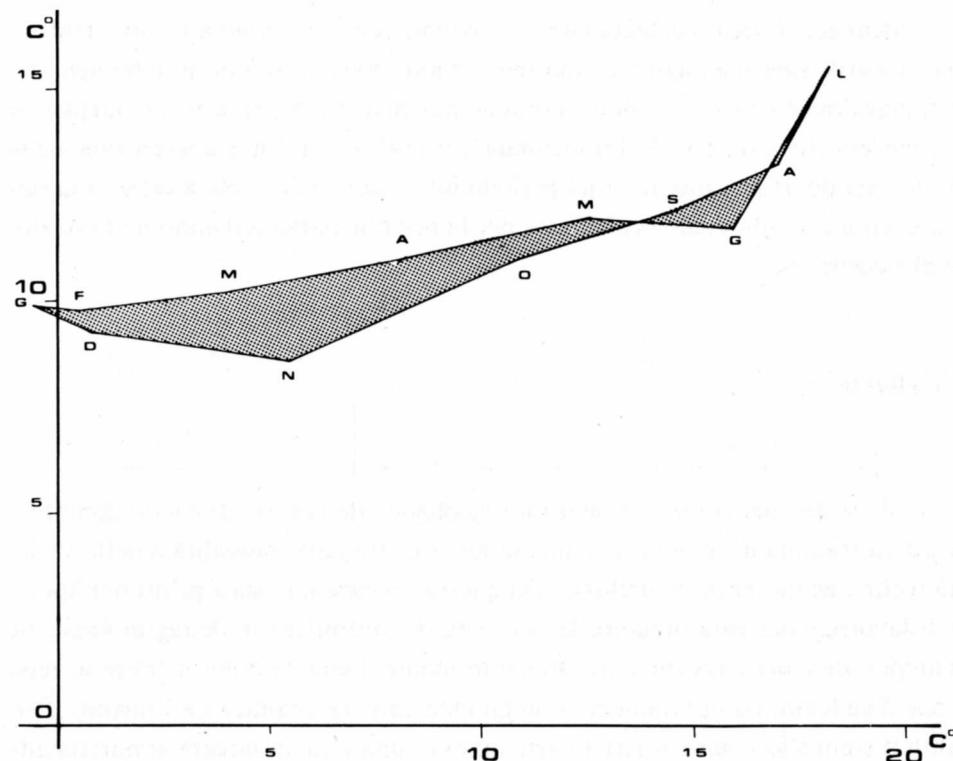


Fig. 10 - Termogramma dell'area studiata: in ascissa temperature medie mensili; in ordinata escursioni medie mensili.

- Thermogram of the whole investigated area: average temperatures on abscisse, excursions on ordinate.

1921-50. Valori di temperatura al di sotto dello zero vengono registrati mediamente da gennaio ad aprile (raramente in maggio) e da ottobre a dicembre (raramente in settembre). Pertanto la zona è soggetta annualmente a gelate notturne per un periodo compreso tra i 3 ed i 5 mesi.

L'analisi del termogramma evidenzia un regime termometrico con escursioni mediamente limitate ad andamento abbastanza regolare, tipico della zona posta al limite tra il clima della fascia di collina e quello montano vero e proprio. Infatti in generale all'area si può attribuire un clima del tipo temperato umido.

Il grafico (fig. 10), che, come si è detto, si riferisce alla stazione di registrazione di Vedronza, è contraddistinto per la gran parte dell'anno da valori di escursione limitati. Solo in corrispondenza dei mesi estivi il diagramma subisce un'impennata brusca, da mettersi in relazione con i più marcati movimenti di massa d'aria, specie a regime giornaliero, in aree con rilievi. Questi fenomeni determinano accentuate variazioni termiche pur mantenendosi le medie mensili le più elevate. In altre parole l'impennata del grafico dimostra ancora una volta l'influenza dei rilievi montani nel periodo estivo sull'area in cui è inserita la stazione, cosa che non viene evidenziata per la restante parte dell'anno nella stazione di Vedronza.

5. Deflussi

5.1. Sezioni di misura

L'analisi del comportamento idrogeologico della serie di bacini compresa nell'area studiata deve necessariamente tener conto delle modalità e delle variazioni che caratterizzano il deflusso. Da questa premessa, posta a priori nell'ipotesi di lavoro, è derivata pertanto la necessità di controllare in dettaglio l'insieme delle perdite e delle restituzioni idriche in maniera tale da poter mettere in relazione il suddetto comportamento con gli elementi geotettonici già illustrati. Pertanto il controllo è stato anzitutto articolato in una serie di misure di portata atte a mettere in luce la diversa influenza dei fattori morfogenetici e perciò della successione idrogeologica esistente nella zona. Ciò giustifica la collocazione delle sezioni di misura, quali compaiono nella carta schematica di fig. 2. Qui si può osservare la loro posizione; in corrispondenza dei collettori dei bacini più impor-

TAB. IX

	Q max mc/sec	Q min mc/sec	Q med mc/sec	Cq	S Kmq	V mc 10 ⁶	α	G mc/Kmq/an
Urana Sez. A	9	0,007	0,075	0,48	2,3	0,015	0,177	832
Cornappo Sez. B	7,5	0,4	0,8	0,75	7,8	1,2	0,087	
Cornappo Sez. C	52	0,12	0,72	0,22	45,9	0,12	0,41	2821
Montana Sez. D	5,8	0,008	0,22	0,48	5	0,25	0,148	769
Lagna Sez. E	14,5	0,1	0,95	1,02	10,15	0,83	0,248	970
Malina Sez. F	13,4	0,06	0,55	0,85	7,2	0,6	0,187	
Malina Sez. G	32	0,01	0,6	0,47	13,2	0,55	0,26	725
Grivò Sez. H	24	0,1	0,77	0,06	10,1	8,5	0,076	
Grivò Sez. I	32,2	0,07	0,5	0,44	15,8	0,6	0,16	724
Grivò di R. Sez. L	2,2	0,01	0,2	0,73	4	0,07	0,37	416

tanti tra quelli considerati, ne sono state fissate due: una alla chiusura o all'interno della parte montana del bacino drenante (nel secondo caso la ubicazione cade là dove iniziano i depositi alluvionali stabili nell'alveo del collettore) e una allo sbocco dell'asta nella pianura, perciò in corrispondenza dei primi cospicui depositi sciolti in grado di contenere e alimentare una falda idrica vera e propria.

Per quanto riguarda il bacino del T. Torre, si nota in figura che non sono segnate sezioni di misura in corrispondenza del collettore. Ciò è dovuto al fatto che la parte montana è già stata da noi studiata (IACUZZI R. & VAIA F., 1975) e a quel lavoro si rimanda per tutti i dati idrologici e le relative elaborazioni, che comunque saranno in parte citate più oltre per confronto; inoltre la sezione scelta per le misure nel tratto a valle di Tarcento, l'unica accessibile e attendibile, ha creato in realtà non pochi problemi impedendo di trarne indicazioni utili per il confronto con quella a monte (Crosis).

I dati relativi alle caratteristiche idrologiche degli altri bacini compaiono invece nella tabella sinottica (tab. IX) riferiti in ogni caso alle sezioni di chiusura.

I rilievi di portata sono stati effettuati con mulinello, con galleggiante e, localmente e saltuariamente, con i metodi dello stramazzo. Il periodo è stato il 1979. Le frequenze di misura si aggirano attorno a una media quindicinale; tuttavia la frequenza stessa ha subito naturalmente marcate variazioni in funzione delle precipitazioni e delle reazioni dei singoli collettori. Si è cercato infatti di cogliere l'andamento delle piene per dedurne le modalità e le cause di ricarica e di esaurimento nei diversi bacini. In particolare nel periodo gennaio-febbraio sono state eseguite frequentissime rilevazioni, essendo tale arco di tempo molto interessante da questo punto di vista. È proprio sulla base dei dati raccolti ed elaborati per il suddetto periodo che sono stati eseguiti i calcoli delle riserve e dei tempi di esaurimento, illustrati e commentati più oltre.

5.2. Portate

Le portate Q massima, minima e media, che compaiono nella tab. IX, si riferiscono all'anno 1979. Questo periodo è da considerarsi decisamente piovoso, poichè i valori di precipitazione misurati nelle diverse stazioni sono di mm 300-500 in media al di sopra di quelli riportati in fig. 2, crescendo il divario da Sud a Nord. Nonostante questo, non riteniamo che i dati sperimentali di piena

cui ci si riferisce rappresentino le massime in assoluto per i bacini considerati; tuttavia si è creduto opportuno accettare tali valori come significativi, indubbiamente più accettabili, per il nostro scopo, di quelli teorici. Per tale motivo non si è proceduto al calcolo delle massime teoriche secondo i consueti metodi. In altre parole si può considerare il periodo in questione come rappresentativo, per la valutazione del comportamento idrogeologico del territorio.

Una prima constatazione, che emerge dalla osservazione dei valori di massima, è la mancata influenza della litologia sul deflusso superficiale durante questi episodi. Le perdite infatti risultano molto ridotte o nulle e il deflusso rapido, perciò quasi completamente superficiale, anche là dove in realtà esistono condizioni di potenziale assorbimento. Considerando anche le aree sottese dalle sezioni di misura e gli incrementi di entrambi i parametri da monte a valle, se ne deduce una discreta proporzionalità, tuttavia sostenuta, durante l'evento, dalle caratteristiche della parte montana. Là dove gli scostamenti sono più accentuati, come nelle valli del Torrente Urana e del T. Cornappo, ancora una volta deve essere chiamato in causa l'assetto geotettonico e il suo ruolo nella distribuzione delle acque meteoriche; ciò verrà chiarito automaticamente più oltre, con l'accostamento di tutti i particolari che definiscono l'andamento delle portate.

Anche i parametri geometrici dei singoli bacini dimostrano la loro influenza sui deflussi, pur dovendosi ammettere una certa deviazione dalla presunta norma.

Si confrontino gli elementi relativi ai due corsi d'acqua Urana e Montana in tab. IX. Ne risulta che il primo, con un'area S che è meno della metà di quella del secondo, ha una massima portata misurata quasi doppia, nonostante le precipitazioni in quel bacino siano inferiori. Un'immediata spiegazione è fornita dall'esame dell'acclività e delle lunghezze delle aste drenanti. Il T. Urana ha pendenza media del 55% e lunghezza totale del reticolo di km 8,8; nel T. Montana la pendenza media è del 40% e la lunghezza totale delle aste di km 17,3. È evidente l'importanza dell'articolazione del reticolo nella regimazione delle piene e, viceversa, l'influsso negativo delle pendenze sui tempi di corrivazione, il cui basso valore ha influito sulla misura di portata. Non a caso, infine, nei due bacini il coefficiente di deflusso C_q è identico (0,48).

Una conferma a quanto detto viene dai due bacini che fanno capo al T. Malina e al T. Grivò. In aree di poco differenti si verificano piene che stanno fra

loro in modo non esattamente proporzionale rispetto alle aree. I deflussi sono regimati da reticoli drenanti complessivamente piuttosto lunghi. In questo caso il bacino del T. Malina ha acclività maggiore (54% contro il 46% del bacino del T. Grivò), ma anche la lunghezza totale delle aste minori (Li) e del collettore (L) è superiore (km 105) a quella del T. Grivò (km 78).

A nostro avviso ciò giustifica l'incremento di portata di piena sproporzionato alle superfici di raccolta, prescindendo necessariamente dai tributi esterni di cui si dirà più oltre.

In generale possiamo infine concludere che, secondo quanto osservato nelle aree di cui ci si occupa in questo lavoro, i bacini si adeguano con scarti tollerabili al comportamento appena descritto, comportamento che, allo stato attuale delle conoscenze dei fenomeni, possiamo grossolanamente definire come pseudo-legge.

I risultati delle osservazioni e delle elaborazioni sul bacino del T. Cornappo mettono in luce anche a questo proposito una reazione anomala agli eventi meteorici; specie osservando quanto tabellato per le due sezioni. Nonostante l'esistenza di strutture che normalmente consentono sottrazioni accentuate di volumi d'acqua a favore delle zone contigue al di fuori dello spartiacque, in caso di piena si osserva un marcato incremento della portata, che rientra nel comportamento già discusso. Nelle condizioni geologiche e nelle caratteristiche geometriche del bacino è la risposta al quesito posto da tale adattamento. Soprattutto negli incrementi di acclività, legati alla struttura dell'ellissoide aspramente inciso dal collettore, che non consentono dispersioni in corrispondenza dei massimi di alimentazione. Gli apporti delle ripide linee affluenti sono pertanto totali e contraddistinti da tempi brevi.

Per quanto riguarda le portate minime è necessario ricordare che le misure effettuate nei periodi di prolungata assenza di precipitazioni hanno certamente risentito in misura più marcata delle perdite per infiltrazione in corrispondenza delle sezioni più a valle. Non solo in questi tratti però, poichè, come già riscontrato nella Valle del Torre, determinate direzioni tettoniche, quali si riscontrano pressochè affioranti lungo gli alvei montani in questa zona, agiscono localmente da vie di infiltrazione, anche nel flysch. Lo confermeranno le deduzioni tratte più oltre in questo capitolo sulla base dell'andamento dei coefficienti di deflusso. Le perdite che modificano le reali entità del trasporto liquido nelle fasi di minima

sono però trascurabili; calcoli iterativi eseguiti per valutare tali perdite hanno fornito, al di sopra dei primi minimi incrementi, valori dei coefficienti di deflusso decisamente incompatibili con le caratteristiche idrogeologiche rilevate in ciascun bacino, anche in relazione con quelle geotettoniche dei luoghi.

Può essere interessante l'esame della relazione esistente tra i dati ottenuti in corrispondenza delle due sezioni a monte e a valle dei collettori principali (fig. 2), tabellati come medie delle minime (Q min.) in tab. IX.

Ne emergono elevati decrementi verso valle, o meglio tra le due sezioni, ma in realtà, a nostro parere, nel tratto più prossimo alla chiusura inferiore. Ciò che risulta maggiormente è il fatto che le riduzioni di portata si accompagnano a più o meno importanti ampliamenti delle aree sottese. Il fenomeno conferma quanto ipotizzato all'inizio delle indagini nel programmare le modalità e le ubicazioni delle misure sperimentali. I valori ottenuti rivelano infatti perdite per infiltrazione nella parte inferiore degli alvei, là dove le acque di deflusso superficiale o ipodermico entrano a contatto con i depositi alluvionali perenni. A titolo di esempio si segnala che sondaggi da noi eseguiti grosso modo a metà distanza tra le due sezioni sul T. Malina hanno raggiunto i 20 metri di profondità senza rivelare la presenza del substrato, mentre presso la sezione a valle nel T. Grivò (sezione I) lo spessore dei depositi sciolti messo in luce dai sondaggi si aggira attorno ai 15 metri. Di certo, tenendo conto del fatto che si tratta dei primi depositi considerabili sufficientemente stabili e che ci si trova in presenza della fascia superiore dell'alta pianura friulana, si deve ammettere che i risultati dell'analisi idrologica hanno significato. È in questa fascia che deve porsi la zona di alimentazione delle falde idriche sostenuta dalle acque a deflusso incanalato. Effettivamente, ad esempio, nei dintorni dell'abitato di Attimis tra le due sezioni del T. Malina è stata riscontrata la presenza della falda a - 2 metri con approfondimento della stessa verso valle in funzione non solo della permeabilità (che subisce un incremento iniziale legato alla distribuzione delle classi granulometriche in questi tratti), ma anche del decremento dell'alimentazione. In questa sede nulla vogliamo e possiamo aggiungere sulle modalità d'infiltrazione e di deflusso sotterraneo. Tuttavia può tornar utile quanto rilevato nel tratto inferiore del T. Cornappo. Qui il collettore corre in roccia dalla sezione a monte fino a brevissima distanza dalla sezione di misura C, che corrisponde ad una briglia. Poco a Nord di essa dall'alveo attuale si diparte un antico alveo sepolto sotto la piana dell'abitato di

Nimis, quindi orientato a SW. Con ogni probabilità è in questa incisione, riempita da sabbia con ghiaia, circondata da alluvioni ghiaiose cementate e approfondita nel flysch di almeno 15-20 metri rispetto all'alveo attuale all'altezza della sezione C, che si disperde il 70% delle acque di portata minima e certamente parte di quelle di piena.

5.3. Coefficienti di deflusso

Un ulteriore elemento di conferma di quanto emerso dalle considerazioni fatte nei paragrafi precedenti è il coefficiente di deflusso (Cq).

I valori che compaiono in tab. IX sono naturalmente riferiti al 1979; per il loro calcolo le precipitazioni medie annue di questo periodo, rilevate nelle sette stazioni già citate, sono state distribuite sul territorio secondo i topoi tracciati in fig. 2.

La prima osservazione da farsi sul loro andamento è la seguente: là dove sono ubicate le sezioni di monte e di valle di uno stesso collettore si verificano sensibili diminuzioni dei coefficienti secondo il verso di scorrimento idrico. A prescindere dall'aumento volumetrico degli afflussi conseguente all'incremento areale dovuto allo spostamento di sezione, l'attenzione deve spostarsi sui numeri che esprimono le portate medie. Esse rimangono più o meno costanti da monte a valle, nel calcolo delle medie; in realtà localmente decrescono, nonostante l'andamento delle piene. È proprio questo permanere dei valori medi, nonostante il variare delle aree, che denuncia le perdite. In altre parole, mentre il denominatore delle formule per il calcolo di Cq nelle due sezioni indiscutibilmente giustifica in assoluto le diminuzioni dei valori da monte a valle, l'inesistenza, in questa successione, di incrementi di Q med. rivela il verificarsi di infiltrazioni al passaggio dall'ambiente collinare a quello dell'alta pianura. Tutto ciò a dispetto della maggior superficie di raccolta dei tributi meteorici. Il fenomeno è ancora più significativo là dove, in testata, il coefficiente di deflusso è superiore all'unità (T. Lagna, T. Grivò) a causa di tributi esterni sotterranei, per la mancata coincidenza dello spartiacque idrografico con quello geologico.

Questi tributi sono da riferirsi all'estensione dei bacini idrogeologici provocata soprattutto da fenomeni carsici. Essi determinano un depauperamento de-

gli afflussi nei contigui bacini del F. Natisone e del T. Cornappo. In quest'ultimo caso le perdite sotteranee sembrano essere a favore anche del reticolo che fa capo al T. Torre. A suo tempo in questo bacino sono stati infatti calcolati coefficienti di deflusso superiori all'unità in diversi periodi dell'anno e per diversi cicli pluviennali. È pertanto giustificato l'accentuatissimo decremento del coefficiente Cq che appare in tab. IX tra le due sezioni B e C relative al T. Cornappo. Già il valore calcolato in testata (sezione B, a Ponte Sambo, Cq = 0,76) denuncia, su un'area così limitata con elevate precipitazioni, notevoli perdite (dal Gran Monte verso il T. Mea del bacino del Torre e dal M. Namlen verso il T. Lagna). Verso valle invece è sensibile la azione esercitata dall'ellissoide calcareo della Bernadia.

Un altro particolare che denota apparente anomalia di comportamento è la differenza dei rispettivi coefficienti di deflusso calcolati per i bacini montani del T. Malina e del T. Grivò, nonostante la buona affinità riscontrata nelle caratteristiche geologiche e geometriche. Il fattore che esercita un condizionamento determinante è da ricercarsi, in questo caso, nella struttura tettonica dell'area a monte dei bacini citati, il cui elemento principale è l'ampia e accentuata piega, ad asse molto inclinato, nel M. Jauer. La struttura influisce sulla diversa distribuzione delle acque di infiltrazione soprattutto favorendo deflussi ipogei da N a S verso i bacini studiati che la bordano. In ogni modo i parametri a nostra disposizione non danno la possibilità di supporre che alla testata del T. Malina si verifichino scorrimenti idrici sotterranei con verso centrifugo. Benchè non fosse negli scopi di questo lavoro l'elaborazione dei bilanci idrologici per i sette bacini, è stato calcolato l'ammontare dell'evapotraspirazione nel bacino del Malina stesso. Il valore ottenuto è pari al 19,8% delle precipitazioni. Per confronto si ricorda che nel bacino del T. Torre fu calcolato un ammontare pari al 17,8%. Il valore sopra riportato eccede quello delle perdite, deducibile dalla tab. IX; pertanto è da porre in dubbio l'ipotesi di perdite centrifughe. Al contrario crediamo che sia lecito concludere che tutta la fascia meridionale del tratto prealpino considerato sia sede di arricchimento idrico da N a S, favorito dalle strutture marginali ed esterne ai bacini studiati.

Queste inoltre sono sede di cospicue precipitazioni. Esiste infine la possibilità di scambi idrici tra gli stessi bacini, consentiti non solo dalle giaciture dei singoli livelli potenzialmente acquiferi, ma soprattutto dalle culminazioni strutturali esistenti nel territorio (Faêt, Cjampeón, Bernadia - Plajûl, Jauer, Lubja - Mia).

5.4. Capacità di immagazzinamento ed esaurimenti

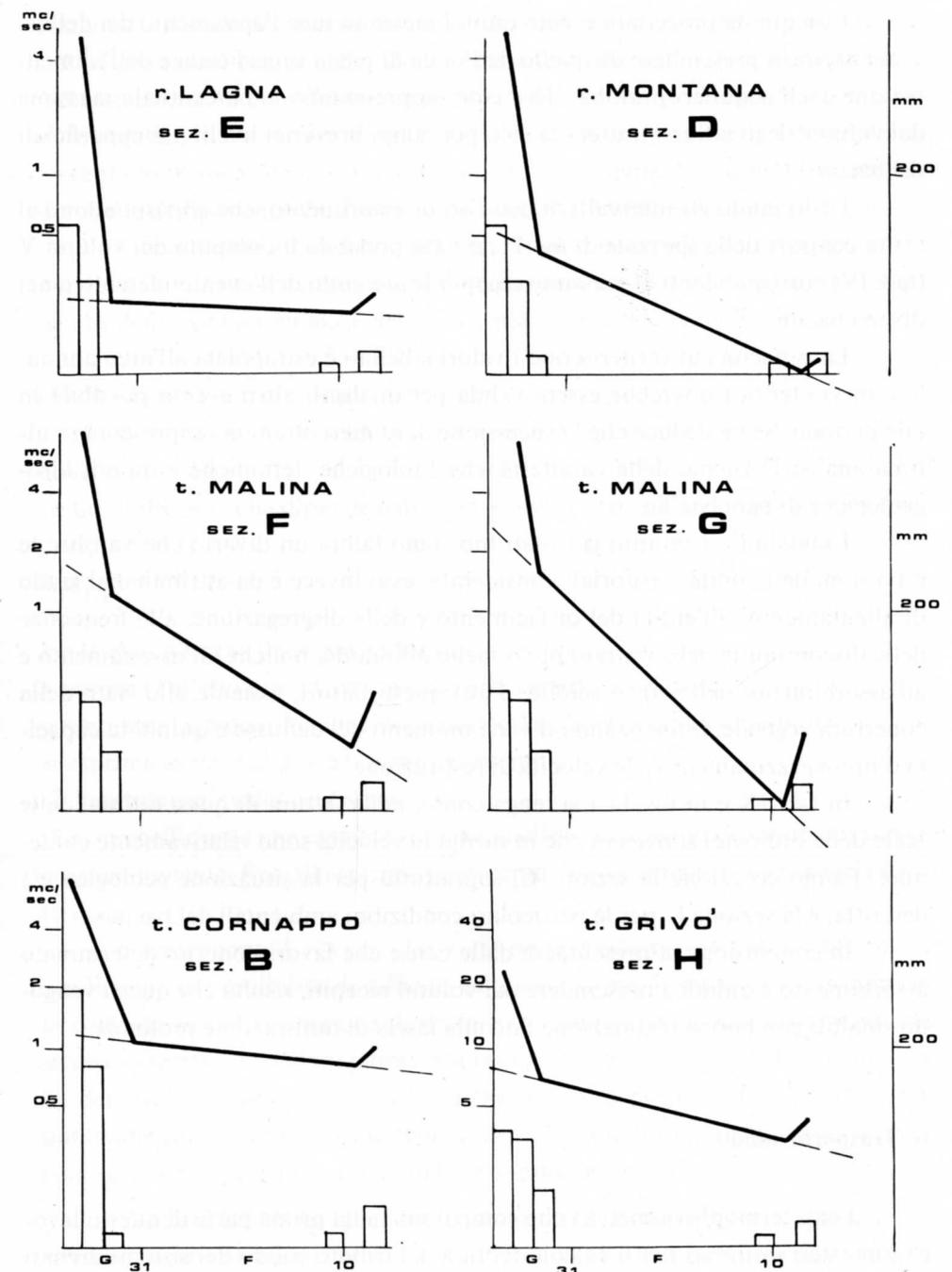
La scelta del ciclo più adatto al calcolo delle capacità di immagazzinamento e della velocità di esaurimento dei bacini che drenano l'arco prealpino considerato in questo lavoro (trascurando volutamente il contributo delle emergenze perenni esistenti) è stata fatta dopo aver posto in diagramma l'andamento dei deflussi misurati e l'ammontare degli afflussi meteorici. Dal diagramma, costituito per tutto il 1979, è stato successivamente tratto l'intervallo più opportuno per ciascun bacino, di cui alcuni esempi sono riportati in fig. 11. Questo arco di tempo è compreso tra il 29-30 gennaio e l'8-9 febbraio 1979.

A causa delle caratteristiche climatiche della Regione, soprattutto dell'area in cui è inserito il territorio (come noto è una delle più piovose d'Italia), non è stato facile avere a disposizione un periodo in cui non si verificassero eventi meteorici tra quelli da scegliersi come estremi validi. Questi fenomeni, infatti, avrebbero influenzato i deflussi in esaurimento.

L'arco considerato è il più «pulito» in tal senso, anche se proprio per questo i risultati ottenuti sono da leggersi in chiave più teorica che non reale. L'intervallo è articolato nel modo seguente: in tutti i bacini, con variazioni legate all'ambiente specifico, prima di questo periodo si sono manifestate precipitazioni non molto elevate, ma prolungate per alcuni giorni (22-27 gennaio) così da consentire l'impregnazione per infiltrazione; le piogge più intense del 28 gennaio (max. mm 249,5 in 24 ore a Taipana) hanno completato la saturazione alimentando per il resto il deflusso superficiale, sostenuto anche il 29.1 (max. mm 182,2 a Monteperta) e 30.1 (massimo a Attimis con mm 60,5). Considerato esaurito il ruscellamento superficiale a cavallo delle 24 ore del 30.1, a seconda dei bacini, si è potuto centrare l'arco di idrogramma necessario ai calcoli, che si conclude tra i giorni 10 e 11 febbraio. È infatti in questi giorni che riprende un nuovo ciclo di precipitazioni sufficienti al rialzo della curva delle portate.

Fig. 11 - Capacità di immagazzinamento superficiale di alcuni tra i bacini studiati. Gli istogrammi rappresentano le precipitazioni, la spezzata le portate, la retta a tratteggio sottile è la retta di esaurimento.

- Surface storage capacity for some of the examined basins. Histograms refer to the rainfall, the broken line to the discharge, the thin dotted line is the recession line.



Con questa procedura è stato quindi messo in luce l'andamento dei deflussi del bacino a prescindere da quello dell'onda di piena superficiale e dell'alimentazione degli acquiferi profondi. Essi cioè rappresentano la percentuale massima del volume degli afflussi trattenuta solo per tempi brevi nei livelli più superficiali del bacino.

Utilizzando gli intervalli di deflusso in esaurimento, che corrispondono al tratto centrale delle spezzate di fig. 11, è stato possibile il computo dei volumi V (tab. IV) corrispondenti al massimo recepibile a seguito dell'evento meteorico nei diversi bacini.

La capacità cui si riferiscono i valori tabellati è estrapolata all'arco annuale e in via teorica dovrebbe essere valida per qualsiasi altro evento possibile in tale periodo. Se ne deduce che la successione di numeri ottenuta rappresenta in ultima analisi l'insieme delle caratteristiche litologiche, tettoniche e quindi idrogeologiche di ogni bacino.

I massimi e i minimi calcolati mostrano talora un divario che va oltre le estensioni delle unità territoriali considerate; esso invece è da attribuirsi al grado di allentamento, all'entità del disfacimento e delle disgregazione, alle frequenze delle discontinuità del substrato più o meno affiorante, nonché all'assestamento e all'assorbimento delle coltri sciolte. Tutti questi fattori, assieme allo stato della copertura vegetale, influenzano i diversi momenti del deflusso e quindi la capacità d'immagazzinamento e le velocità di restituzione.

In tab. IX e in fig. 11 (si tenga conto, nella lettura di quest'ultima, delle scale delle ordinate) si osserva che in media le velocità sono relativamente contenute. Fanno eccezione la sezione C, soprattutto per la situazione geologica già descritta, e la sezione L, per le particolari condizioni ambientali del bacino.

In conclusione, a prescindere dalle cause che favoriscono un determinato assorbimento e quindi a prescindere dai volumi recepiti, risulta che questi vengono smaltiti con buona regimazione fino alla fascia di infiltrazione profonda.

6. Trasporto solido

I dati termopluviometrici che compaiono nella prima parte di questo lavoro sono stati utilizzati per il calcolo teorico del tributo solido dei sistemi drenati

esaminati. Il metodo seguito è quello del Gavrilovič e illustrato da ZEMLIČ (1971) per alcuni bacini delle Alpi Giulie e delle Dinaridi. Oltre ai parametri citati esso prende in considerazione gli effetti dei fattori e degli agenti morfogenetici, le caratteristiche geometriche del reticolo e del bacino oltre agli effetti dell'intervento antropico. Il procedimento quindi presuppone una attenta valutazione di tutte le componenti che definiscono il comportamento dell'area.

Rimandando alla bibliografia per l'illustrazione dei principi teorici che pongono in relazione tra loro i diversi parametri, si trascrive di seguito l'equazione che definisce l'ammontare del tributo per un bacino di area S :

$$G = R \cdot \{t \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{[x \cdot y \cdot (\varphi + \sqrt{i})]^3 \cdot S}\}$$

dove

t è un coefficiente che dipende dalla temperatura annua T secondo l'espressione

$$\sqrt{\frac{T^\circ}{10} + 0,1}$$

h è la media annua delle precipitazioni

x esprime l'effetto protettivo o meno della copertura vegetale

y rappresenta la distribuzione della litologia in funzione dell'erodibilità

φ esprime lo stato di degradazione del bacino

i è la pendenza media del bacino

R è un coefficiente che esprime il ritardo nello smaltimento dei materiali lungo il sistema drenante fino alla sezione considerata, in funzione della geometria del sistema.

L'espressione $Z = x \cdot y \cdot (\varphi + \sqrt{i})$ rappresenta perciò nel suo insieme un coefficiente di erodibilità di difficile valutazione, ma di estrema importanza per la conoscenza dell'evoluzione di un bacino. Solo un accurato rilevamento consente di precisare i suddetti fattori, ma la cura è compensata dalla buona precisione dei risultati, come confermano anche le nostre precedenti esperienze. A tal punto che riteniamo potenzialmente utile e lecita la formulazione inversa, per la conoscenza media dello stato di un bacino poco accessibile.

ZEMLIČ (1971) ha tabellato le variazioni di Z per le diverse situazioni possibili nei nostri ambienti. Messa a punto una valida sezione attrezzata per la mi-

sura del trasporto solido, risolvendo per Z l'equazione relativa al computo totale si possono certamente ottenere buone indicazioni sullo stato dell'area sottesa da quella sezione, almeno quali ipotesi di lavoro. Ciò soprattutto per la definizione dell'erodibilità dei terreni nel tempo, problema tuttora aperto.

Nel territorio di cui si tratta in questo lavoro si sono ottenuti valori del tributo solido medio annuo che bene possono essere correlati con tutte le caratteristiche espresse nei capitoli precedenti, ma che sono stati condizionati dalle nostre specifiche conoscenze del territorio (come detto, essenziali alla definizione di Z). Nella tabella IX compaiono, come ultima serie di dati, quelli relativi al tributo solido complessivo G; l'unico valore che può essere definito anomalo alla luce delle nostre esperienze è quello relativo al T. Cornappo. Tutti gli altri bacini sono contenuti attorno a valori attendibili. Questi, nonostante rappresentino una serie breve, sono stati infatti analizzati per dedurre la validità statistica.

Ne è derivato un responso confortante, essendo limitato lo scarto quadratico medio e quindi buona la deviazione standard. Lo stesso coefficiente di correlazione pur distante dall'unità è, in questo caso, da considerarsi buono, così come, in conclusione, la dispersione attorno alla retta di regressione. La media del tributo solido riferita a tutto il territorio è di circa 750 mc/kmq/anno, escludendo il valore relativo al T. Cornappo. La sua introduzione nella verifica statistica amplia il campo di varianza e gli scostamenti dall'optimum. Tuttavia la media globale, condizionata dal dato, è di circa 1000 mc/kmq/anno. Se si considera che per il bacino montano più ampio tra quelli compresi entro i limiti territoriali tracciati in precedenza (T. Torre, S=kmq 70), il trasporto medio annuo è di oltre 1100 mc/kmq/anno (IACUZZI R. & VAIA F., 1975), si può dedurre che in ogni modo i risultati sono accettabili.

Avendo dovuto operare in maniera indiretta, con calcolo teorico (sia pur basato su dati sperimentali) e non con misure di trasporto dirette, riteniamo che l'informazione ottenuta sul comportamento morfogenetico dei bacini studiati sia ben adeguata alla loro realtà idrogeologica.

L'attività erosiva è marcata, la produzione di particelle eterometriche è elevata sia per la composizione litologica sia per lo stato delle masse rocciose sia infine per le condizioni climatiche, assai sfavorevoli da questo punto di vista. Il tipo dei deflussi agevola lo smantellamento e il trasporto a valle, sia pur con ritar-

di legati al rapido esaurimento epidermico ed alle infiltrazioni accentuate nella zona di passaggio tra le ultime propaggini prealpine e l'alta pianura.

Manoscritto pervenuto il 30.XI.1980.

SUMMARY - The friulian area, which we discuss by this work, is roughly by Magnano in Riviera's and Faedis' meridians and northwards by the Musi mountain chain; it is included in the Julian Prealps boundaries and also lies partly in the upper friulian plain, on the left of the Tagliamento river. Some drainage basins work in this area and are of importance for the geomorphologic and hydrogeologic economy of the whole country.

The streams, particularly the main channels, lie on directions which are the tectonic ones of the regional deformative scheme (both phases, alpine and dinaric). The stable relations between fault patterns and drainage patterns are pointed out by the recent and actual erosional cycle which depends directly on the recent and actual tectonic movements (uplift and tilting) in our country. The consequence is a quick channels deepening in limestones also, and an eastward migration of streams, starting particularly downvalley of the «Forcjat di Reclûs - M. Stella line», an active fault which we studied sometime ago.

These conditions support the erosive action caused by the climatic changes; in fact climate is characterized by a heavy rainfall, increasing northward and with seasonal differences, and by high temperatures averages differences but with a low annual range.

The overnamed elements, because a favourable lithology, produce a high solid tribute (average value is about 3.000 cu yd/sq mil/year).

Hydraulic characteristics of the drainage patterns show that discharge peaks are common, with a quick flood runoff and relatively low infiltration rate in the upper part of the drainage basins, but with a slow and well controlled base-flow. In fact the recession coefficients are low.

Anomalous discharge/rainfall ratios point out that the whole prealps bow, which we studied, is charged by the karstic systems of the geotectonic structures which border northwards these drainage basins.

Discharge-peaks differences between the two measurement sections of the main channels show a high infiltration rate to the ground water levels of the upper alluvial plain.

Bibliografia

- ACCORDI B. ed altri, 1969 - Idrogeologia dell'alto bacino del Liri (Appennino centrale). *Geologia Romana*, 8: 177-559.
- AUTORI VARI, 1977 - Studio geologico dell'area maggiormente colpita dal terremoto friulano del 1976. A cura di B. Martinis. *Riv. Ital. Paleont.*, 83 (2): 199-393, Milano.

- BALSEINTE R., 1954 - Un point de méthodologie climatique: Essai d'une représentation graphique complète de la pluviosité. *Revue de Géographie Alpine*, 48: 171-175, Grenoble.
- CARTON A., IACUZZI R., PANIZZA M. & VAIA F., 1978 - Segnalazione di una dislocazione neotettonica nel Friuli fra il M. Stella (Tarcento) e il M. Forchiati di Reclus (Attimis). *Boll. Soc. Geol. It.*, 19: 563-571.
- FERUGLIO E., 1924-25 - Le Prealpi fra l'Isonzo e l'Arzino (Descrizione geologica). *Boll. Ass. Friul.*, pp. 298, 19 tavv., una carta geol., Udine.
- FERUGLIO E., 1929 - Note illustrative della Carta geologica delle Tre Venezie - F° «Udine». *Uff. R. Mag. Acq. Venezia*, pp. 77, 1 tav., Padova.
- GENTILI J., 1964 - Il Friuli - I climi, *C.C.I.A.A.*, Udine.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1975 - Aspetti idrogeologici del bacino montano del torrente Torre (Friuli). *Atti e Mem. Comm. Grotte «E. Boegan»*, 15: 73-107, Trieste.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1977 - Studio geomorfologico dell'alto bacino del Torre (Friuli). *Ed. Grillo*, Udine, pp. 44.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1980 - Raccolta, elaborazione e procedure di trattamento dei dati per la costruzione dell'archivio dei dati territoriali per bacino idrografico. *Atti del Convegno: Analisi ambientale per bacino - La costruzione di un archivio di dati territoriali - Tarcento*.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE - Annali Idrologici - Venezia.
- TONINI D., 1959-1966 - Elementi di idrografia e idrologia. Ristampa anast., *Libreria Universitaria*, 1974, Venezia, 2 voll., pp. 603 e pp. 606.
- VAIA F., 1980 - Erosione lineare ed erosione areale lungo i conoidi del T. Travasans (Moggio Udinese Friuli): relazione con fenomeni di tettonica recente. *St. Trent. Sc. Nat. - Acta Geologica*, 57: 15-26, Trento.
- VENZO G. A. & VAIA F., 1972 - Distribuzione e frequenza dei fenomeni franosi in alcuni bacini idrografici del Trentino e dell'Alto Adige durante le alluvioni del novembre 1966. *St. Trent. Sc. Nat.*, sez. A, 49(1): 3-13, Trento.
- ZEMLIČ M., 1971 - Calcul du débit solide: evaluation de la végétation comme un des facteurs antiérosifs. *Internationales Synposion Interpraevent 1971*, 359-370, Villach.

 Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Dr. Renato IACUZZI
Via S. Stefano 17, I-33011 ARTEGNA (UD)
- Dr. Franco VAIA
Istituto di Geologia e Paleontologia
dell'Università degli Studi
P.le Europa 1, I-34127 TRIESTE