

LE PRECIPITAZIONI NEVOSE IN ITALIA

1. *Le osservazioni nivometriche in Italia e la carta della neve.* — L'osservazione sistematica delle precipitazioni nevose ebbe inizio in Italia nel primo decennio del nostro secolo, allorché nel 1907 venne istituito l'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia. I primi rilievi della neve si ebbero quindi nella regione alpina orientale, e cioè in quella parte dell'Italia settentrionale, la Venezia, che annovera tra i suoi numerosi bacini imbriferi quello molto esteso dell'Adige, che può a ragione considerarsi come uno dei bacini italiani maggiormente soggetti al fenomeno della neve, essendo posto per circa 4900 km², corrispondenti al 42% della sua superficie, ad una quota superiore a 1800 metri.

Dopo un quinquennio, e precisamente nel 1912, allorché venne istituito l'Ufficio Idrografico del Po, le medesime osservazioni vennero iniziate anche nel bacino del Po, e quindi non soltanto in tutta la rimanente regione alpina, ma anche nel versante padano dell'Appennino Settentrionale.

Nonostante le difficoltà poi sopraggiunte a causa dello scoppio della prima guerra mondiale, nel 1917 e negli anni immediatamente successivi, nell'ambito delle iniziative intraprese dal nostro governo per promuovere lo sviluppo razionale delle nostre risorse idriche ed a seguito della istituzione del Servizio Idrografico Generale, con uffici periferici anche a Genova, Bologna, Pisa, Roma, Pescara, Napoli, Bari, Catanzaro, Palermo e Cagliari, coordinati da un apposito Ufficio Centrale con sede a Roma presso il Ministero dei Lavori Pubblici, l'osservazione della neve venne estesa a tutto il territorio nazionale.

Naturalmente le maggiori difficoltà per la costituzione di una funzionale rete nivometrica e per la scelta delle opportune apparecchiature di misura, particolarmente laboriosa per le zone di alta montagna, vennero affrontate dall'Ufficio del Po e dal Magistrato alle Acque di Venezia, ma soprattutto da quest'ultimo, che per primo si accinse ad eseguire osservazioni nivometriche. Gli uffici sorti in tempi successivi poterono usufruire dell'esperienza già acquisita e quindi, facilitati nell'assolvimento dei propri compiti, poterono procedere alla costituzione delle proprie reti di osservazione in maniera abbastanza sollecita. Già dal 1928, un decennio dopo la istituzione del Servizio Idrografico, le stazioni nivometriche ammontavano complessivamente a 753, di cui 354 nella regione alpina e 399 in quella appenninica.

Successivamente, a seguito di continui perfezionamenti e completamenti, le stazioni si sono raddoppiate; oggi infatti esse ammontano a circa 1500, di cui oltre 600 nella regione alpina. La loro densità media è quindi di una ogni 200 km². Va però osservato che tale densità varia da regione a regione, in dipendenza della latitudine e della configurazione orografica, sicché si passa da una stazione ogni 80-100 km² nelle regioni dell'Italia centro-settentrionale, dove si trovano aree montuose particolarmente estese, a circa una stazione ogni oltre 500 km² in alcune regioni meridionali, come la Puglia, la Calabria e la Sicilia. Nell'ambito, poi, di una stessa regione idrografica si ha in genere una rarefazione dei punti di osservazione in corrispondenza delle zone di pianura, dove il fenomeno nivale si verifica con minore frequenza. La distribuzione planimetrica delle stazioni è comunque idonea ad un controllo sufficientemente particolareggiato del fenomeno stesso nel nostro Paese.

Il rilievo della neve implica l'esecuzione di particolari misure. Ai fini delle ricerche idrologiche rivestono particolare importanza l'altezza giornaliera della neve caduta ed il suo equivalente in acqua, l'altezza e la durata del manto nevoso e la densità della neve; quest'ultimo dato è necessario per procedere ad un'attendibile valutazione delle riserve idriche costituite dalla neve depositata sul suolo.

Nelle citate stazioni nivometriche, ubicate in località opportunamente scelte e praticamente non suscettibili di accumuli ad

opera del vento, l'osservatore misura giornalmente l'equivalente in acqua e, con un'apposita asta graduata, l'altezza della neve al suolo e riporta in una scheda, oltre ai valori accertati, anche notizie particolari relative alle condizioni del tempo ed alla natura della precipitazione (ad es., se costituita solo da neve o da neve frammista a pioggia). Sulla base di tali dati si deducono poi le altezze giornaliere della neve caduta, la frequenza o numero dei giorni nevosi e si segue, determinandone anche la durata, la formazione, lo sviluppo e la riduzione progressiva del manto nevoso (1).

L'accertamento della densità della neve, sin dalla prime ricerche, si presentò difficoltoso. Al riguardo vennero intraprese, specie dagli Uffici Idrografici di Venezia e di Parma, numerose campagne sperimentali mediante la istituzione di particolari stazioni e l'adozione di uno speciale strumento di misura denominato « pesaneve », studiato e costruito in una officina di Stra. Il concetto informatore fu quello di effettuare per ognuna di tali stazioni numerosi saggi nella zona circostante e di assumere poi come valore in acqua dello strato di neve giacente sul suolo la media aritmetica degli equivalenti in acqua di tutti i saggi raccolti. Tali esperienze rimasero però sempre nell'ambito delle indagini particolari. Soltanto dopo il 1950, in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche per lo svolgimento di un programma di lavoro predisposto dalla Commissione Nevi del Comitato Glaciologico Italiano, si è proceduto, mediante la istituzione di apposite « stazioni-pilota », a ricerche sistematiche della densità della neve, che hanno dato luogo all'elaborazione di numerosi studi, pubblicati nel « Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano » (2).

I dati delle precipitazioni nevose misurate sistematicamente nelle stazioni della rete di osservazione del Servizio Idrografico

(1) T. GAZZOLO, *Le réseau hydrométéorologique du Service Hydrographique Italien*, « Publ. 67 de l'A.I.H.S., Symposium Planif. Réseaux Hydrol. », 1964, pp. 276-279.

(2) M. LEVI, *Comme on mesure la neige en Italie*, « C. R. et Rapport de l'Assemblée Générale de l'A.I.H.S. de Toronto », 1957, t. IV, pp. 136-148.

Per le osservazioni condotte nelle stazioni-pilota si rimanda alle relazioni della Commissione per lo Studio delle Nevi pubblicate nel « Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano », Torino, dal 1950 in poi.

sono stati raccolti, e lo sono tuttora, negli « Annali Idrologici » dei vari compartimenti. Sono, in genere, riportati, per i primi vent'anni di funzionamento di servizio, i valori delle altezze giornaliere del manto nevoso, mentre per gli anni successivi ci si è limitati a pubblicare delle tabelle riassuntive con l'altezza del manto stesso nell'ultimo giorno delle tre decadi del mese e il numero dei giorni nevosi e di permanenza della neve al suolo. A partire però dai prossimi « Annali », del 1973, verrà pubblicato anche il valore dell'altezza mensile della precipitazione nevosa, in modo che dagli « Annali » stessi possa essere dedotto l'andamento mensile, stagionale ed annuo di tale importante elemento del clima.

Oltre ai suddetti dati, sono spesso riportate negli « Annali Idrologici », nella sezione relativa agli studi, anche notizie particolareggiate sull'andamento delle precipitazioni nevose nell'anno e indagini particolari sulle nevicate eccezionali, corredate dalla cartografia del caso.

Trovandosi ormai il Servizio Idrografico, dopo oltre un cinquantennio di regolare funzionamento, in possesso di una mole veramente cospicua di osservazioni nivometriche, in parte riportate negli « Annali » ed in parte reperibili presso gli archivi degli uffici idrografici, è sorto il desiderio di procedere ad una prima elaborazione dei dati stessi, al fine di approfondire nei suoi vari aspetti climatologici la conoscenza del fenomeno nevoso in Italia, con particolare riferimento alla distribuzione territoriale della precipitazione nevosa media annua, alla permanenza della neve al suolo e alla sua variazione mensile. Quale periodo di riferimento per lo studio della neve è stato assunto il quarantennio 1921-1960, in quanto corrispondente a comuni periodi di registrazione di altri elementi di natura meteorologica accertati dal Servizio Idrografico; la sua durata si può ritenere sufficiente per una corretta determinazione di valori medi. Le stazioni nivometriche che hanno funzionato regolarmente in detto periodo ammontano a 1507, pari all'incirca a quelle che sono attualmente in funzione. La loro distribuzione planimetrica, come in precedenza accennato, è tale da permettere un rilevamento sufficientemente particolareggiato della neve, anche se la durata del loro funzionamento è naturalmente variabile. Molto elevato è comunque il numero delle stazioni con 30 anni di osservazione, e precisamente 859,

pari al 57% del totale, di cui oltre la metà, 464, spettano all'Italia settentrionale. Le più lunghe effemeridi competono a stazioni della regione alpina ed in particolar modo di quella orientale. Se si considerano infatti le stazioni provviste di tutti i 40 anni di osservazione, che ammontano complessivamente a 164, il 39,6% di esse, e cioè 65, appartengono alla regione veneta.

E' utile anche qualche ragguaglio sulla distribuzione altimetrica delle 1507 stazioni di osservazione prima ricordate. Di esse 1038, e quindi il 68,9%, sono ubicate a quote inferiori a 750 m, con una concentrazione di oltre 300 stazioni per ogni settore intervallato di 250 m. Oltre i 750 m detta concentrazione, pur diminuendo, assume, per settori sempre intervallati di 250 m, valori sempre abbastanza considerevoli, pari a 205, 136 e 64. Ad altitudini maggiori, si ha ancora un sufficiente numero di stazioni sino a quota di 2000 m, pari a 49, poi, per quote maggiori, si manifesta una sensibile scarsità: solo 15 stazioni, di cui 14 sulle Alpi ed 1 sull'Appennino. E' indubbia l'importanza dei punti di rilevamento in località di alta montagna, ma la loro pratica installazione presenta difficoltà spesso insormontabili per l'impossibilità di trovare osservatori che possano effettuare misure giornaliere in zone di così elevata altitudine.

La distribuzione altimetrica delle stazioni di osservazione si può comunque ritenere soddisfacente. A causa però del limitato numero di stazioni ad alta quota, la correlazione tra nevosità e altitudine, di cui si farà cenno in seguito, si deve ritenere valida fino ad altezze che non superino i 2700 m nelle Alpi e i 2000 m nell'Appennino.

Di tutte le 1507 stazioni, dopo un minuzioso controllo dei dati di osservazione, si sono determinati i valori medi annui della precipitazione nevosa, del numero dei giorni nevosi e della durata del manto nevoso. La mia esposizione si limiterà però soltanto ad illustrare le caratteristiche di quell'importante fattore climatico che è costituito dalla precipitazione nevosa media annua, sia in relazione alla sua distribuzione territoriale, sia in riferimento alla sua variazione con l'altitudine.

Nell'ambito di un programma di lavoro già da tempo avviato dal Servizio Idrografico e mirante a fornire allo studioso una serie di rappresentazioni cartografiche che illustrino con sufficiente

chiarezza e visione di insieme, su tutto il territorio nazionale, le peculiari caratteristiche di determinati fattori climatici, quali, ad es., le precipitazioni atmosferiche e la temperatura dell'aria, si è proceduto ad elaborare, in scala 1:1.000.000, la carta della precipitazione nevosa media annua in Italia. Come fondo si è assunta la medesima carta, con le isoipse principali di 200, 500, 1000, 1500 m, già in precedenza utilizzata per la rappresentazione cartografica delle precipitazioni e della temperatura. Essa è, infatti, particolarmente adatta alla costruzione di carte climatiche, sia perché la sua scala permette un'illustrazione sufficientemente particolareggiata di questi fenomeni, sia perché in essa è stato riportato, mediante curve di livello ed opportuni tratteggi, l'andamento orografico del territorio, così utile per il tracciamento delle isolinee e poi per l'esame complessivo del fenomeno rappresentato.

Nella costruzione della carta sono stati presi in considerazione, quali punti di riferimento, le stazioni di rilevamento con almeno 20 anni di osservazioni, pari a 1379, corrispondenti al 91,5% del totale. Solamente in alcuni casi particolari si è ritenuto opportuno considerare anche taluni centri forniti di effemeridi per periodi inferiori ai 20 anni, ma in ogni caso non minori di 15 anni. Naturalmente, nella elaborazione della carta si è posta grande attenzione all'andamento orografico delle varie regioni, in modo da rispettare, per quanto possibile, l'aderenza dei valori della neve al gradiente altimetrico. Si è poi seguito, in genere, il criterio di aumentare l'intervallo tra due successive isonivali ove la caduta della neve assume altezze particolarmente elevate, come nella cerchia alpina e in taluni gruppi montuosi dell'Appennino, e di restringere l'intervallo stesso ove il fenomeno nevoso, come, ad es., nelle pianure, risulta poco variabile. In pratica sono state tracciate le curve di 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 75 cm, poi quelle di 100, 200, 300, 400, 500 e 600 cm; inoltre in alcune zone dell'Appennino sono state aggiunte a tratteggio le curve di 150 e 250 cm. Le isonivali di 100 e 500 cm, di particolare importanza climatologica, sono state evidenziate con linee più marcate.

Per facilitare l'esame della carta, gli intervalli sono stati poi differenziati da diverse colorazioni. Al riguardo si è adottata una gamma di colori simile a quella già utilizzata nella precedente

LE PRECIPITAZIONI NEVOSE IN ITALIA

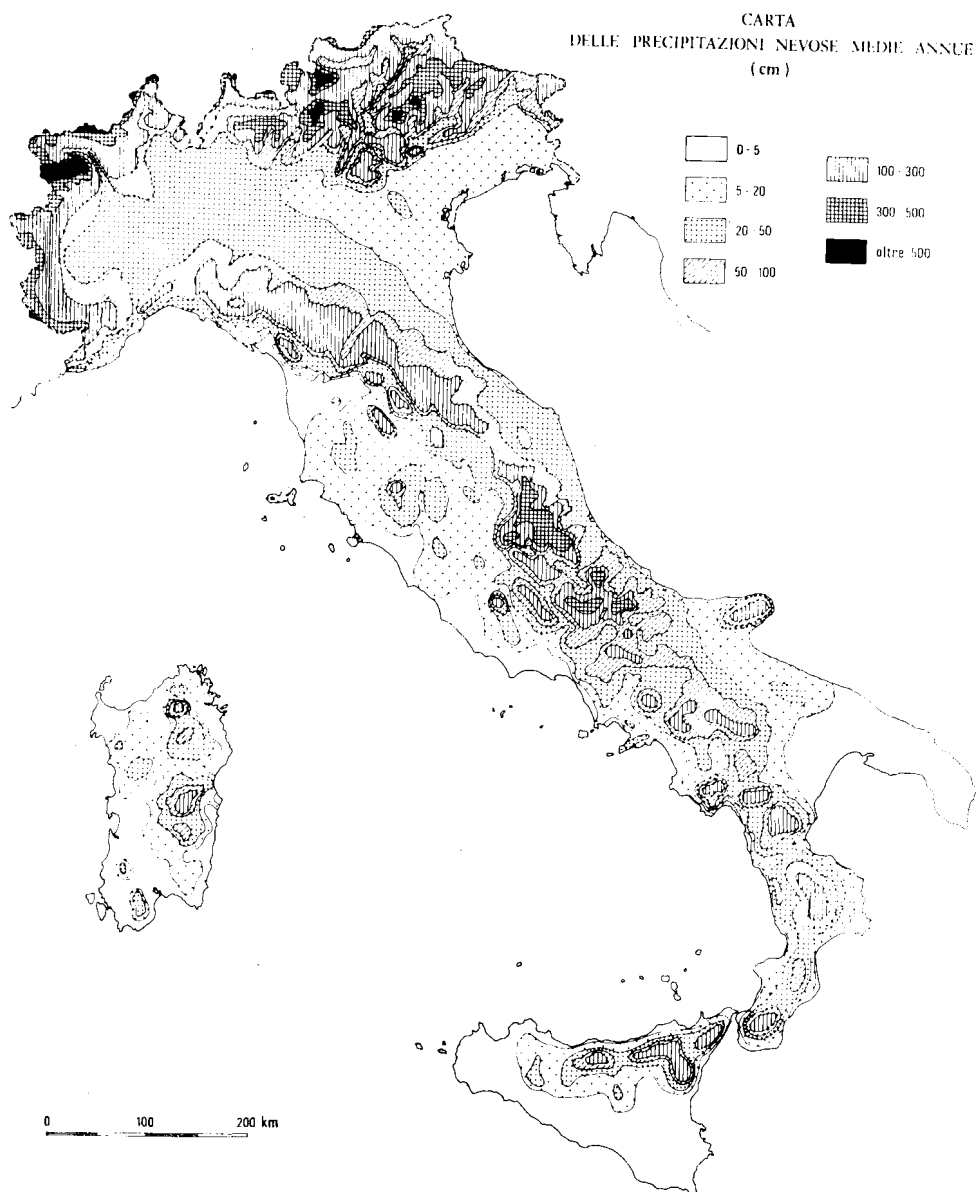


FIG. 1.

carta della temperatura. Procedendo dalla nevosità minore a quella via via più elevata si è scelto: il giallo per i valori più bassi sino a 10 cm, il verde da 11 a 30 cm, il celeste da 31 a 200 cm, l'azzurro da 201 a 500 cm ed il violetto da 501 cm in su. In genere, il colore (o la sua graduazione) muta in corrispondenza di ogni isonivale continua. Si è per altro ritenuto opportuno, per una maggiore chiarezza della figura, distinguere con un solo colore i valori compresi tra 51 e 100 cm e quelli superiori a 500 centimetri.

2. *La distribuzione planimetrica delle precipitazioni nevose.* —

Da un rapido sguardo alla carta si rileva che nella distribuzione territoriale delle precipitazioni nevose in Italia si ha, generalmente, un'aderenza alla morfologia del territorio più spiccata di quella riscontrabile nell'analoga distribuzione delle precipitazioni atmosferiche. Il fenomeno nevoso, infatti, è strettamente dipendente dalla temperatura dell'aria: la stessa tortuosità delle isonivali, che spesso seguono le continue irregolarità delle curve di livello, mostra chiaramente l'influenza dell'altitudine e, quindi, della temperatura. A questa si sovrappone però l'effetto notevole della latitudine, che provoca, man mano che si procede da nord a sud, una progressiva diminuzione della nevosità, con un sensibile innalzamento del limite inferiore delle nevi. Ne consegue che, mentre nella regione alpina la zona collinare risulta già interessata da altezze di neve di un certo rilievo, in quella appenninica meridionale ed insulare la stessa zona non conosce, in media, precipitazioni nevose di qualche consistenza. Pertanto, la stretta relazione fra altezza di neve ed altitudine si manifesta più evidente nella regione alpina, ove, in genere, le isonivali rispettano la continuità della configurazione orografica; in quella appenninica, invece, e soprattutto nelle regioni meridionali, tale continuità risulta spesso interrotta e le isonivali si chiudono a guisa di isole soltanto intorno alle aree montane più elevate.

Oltre a quelli accennati, incidono sulle precipitazioni nevose anche altri fattori, quali la vicinanza del mare e l'esposizione dei versanti. La vicinanza del mare, che comporta temperature piuttosto miti nella stagione invernale, determina anche precipitazioni nevose di scarso rilievo su tutte le fasce costiere. Un effetto

evidente dell'influenza marina è riscontrabile in tutta la parte orientale della Pianura Padano-veneta, ove si hanno generalmente nevicate di entità lieve rispetto alle parti più interne e più fredde della Padania.

L'effetto dell'esposizione è abbastanza palese sui versanti della regione appenninica. Il prevalere, nella stagione invernale, di venti di ponente e di libeccio sul versante tirrenico e di venti del settore settentrionale in quello adriatico, provoca una sensibile differenza tra le precipitazioni nevose di tali versanti: sono scarse in quello tirrenico e più cospicue in quello adriatico. A ciò si aggiunge anche il fatto che l'azione mitigatrice del Mare Adriatico, chiuso e poco profondo, è sensibilmente inferiore a quella del Tirreno. L'esposizione alle correnti aeree del quadrante meridionale, infine, è evidente, per i bassi valori che assumono le altezze di neve in varie zone del versante ionico dell'Appennino Meridionale e della Sicilia. Esposti così succintamente i fattori che influiscono, normalmente, sul fenomeno nevoso in Italia, è necessario dare qualche ragguaglio più specifico sulla sua reale consistenza.

Nella regione alpina le precipitazioni nevose raggiungono valori medi superiori a 500 cm nelle Dolomiti e nel gruppo dell'Ortles ed a 600 cm sui monti della Presanella. La maggiore frequenza di valori molto elevati, maggiori di 600 cm, si riscontra però nelle Alpi Occidentali, e precisamente in corrispondenza dei più alti gruppi montuosi della cerchia alpina aventi cime di oltre 4000 m, quali il Gran Paradiso, il Monte Bianco, il Cervino e il Monte Rosa. Ciò è da porsi in relazione, oltre che con l'incidenza del fattore altitudine, anche con la maggiore continentalità delle Alpi Occidentali. Questo progressivo aumento della nevosità, procedendo dal Mare Adriatico verso zone interne occidentali, è assai marcato nella Pianura Padano-veneta: si passa, infatti, dai valori anche inferiori a 5 cm della costa veneta e del Delta Padano agli oltre 30-40 cm della pianura piemontese.

La particolare configurazione di alcuni vasti bacini imbriferi, come quelli dell'Adige e della Dora Baltea, i quali, dopo le strettoie rispettivamente di Trento e di Ivrea, si espandono in estese zone protette all'intorno da possenti baluardi montuosi che frenano ed ostacolano efficacemente l'azione dei venti, porta ad una sensi-

bile riduzione del fenomeno nevoso nelle loro parti interne, i cui fondovalle, pure a quote prossime a 1000 m, risultano spesso interessati da altezze di neve anche inferiori a 50 centimetri.

Nella regione alpina l'isonivale di 100 cm si trova, in genere, in prossimità della isoipsa di 1000 m; essa, inoltre, circonda con buona approssimazione le zone montane soggette (secondo la classificazione climatica del Köppen, ripresa e perfezionata per il territorio italiano in un recente studio sulla distribuzione della temperatura dell'aria in Italia) ai climi temperato-fresco e freddo (3). L'isonivale di 500 cm è invece caratteristica delle zone di alta montagna a quote maggiori di 2500 m, soggette spesso al clima freddo.

Nell'Italia peninsulare le precipitazioni nevose più cospicue, ma sensibilmente inferiori a quelle indicate per le Alpi, si riscontrano in una vasta zona dell'Appennino Centrale che comprende le formazioni montuose più elevate di tutta la catena appenninica: quivi, infatti, le isonivali di 400 cm circoscrivono le parti più alte, con vette a quote in genere maggiori di 2500 m, dei Monti Sibillini, del Gran Sasso d'Italia, del Terminillo e di altri gruppi montuosi. Una seconda zona soggetta a cospicue manifestazioni nevose, separata dalla precedente da un tratto di bassa nevosità in corrispondenza dei passi di Bocca Trabaria e di Bocca Serriola, si trova sull'Appennino Settentrionale, ove, in corrispondenza dei monti Cusna e Cimone, le cui altezze raggiungono i 2000 m, si hanno valori compresi tra 250 e 280 cm. Procedendo poi verso le zone meridionali, i valori della neve diminuiscono ulteriormente ed i 200 cm vengono leggermente superati solamente in Campania, sul Monte Avella, ed in Calabria, sul Monte Pollino. Sulle altre formazioni montane dell'Appennino Meridionale, come pure sugli isolati gruppi montuosi dell'Italia centrale, quali il Monte Amiata, si hanno zone di modesta nevosità, con valori massimi che generalmente non superano i 100 centimetri.

Le altezze delle precipitazioni nevose degradano, è ovvio, man mano che dal crinale dell'Appennino ci si avvia verso la costa, in maniera, però, più rapida sul versante tirrenico che non su quelli adriatico e ionico. Rilevante è la differenza tra la nevosità della costa adriatica a monte del Gargano e quella tirrenica, sempre

(3) M. PINNA, *Contributo alla classificazione del clima d'Italia*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1970, pp. 129-152.

superiore a 20 cm nella prima ed anche inferiore a 5 cm nella seconda. Il più vasto territorio con modeste altezze di neve, comprese tra 5 e 30 cm, si trova nella regione toscana, nella quale predomina il clima temperato sublitoraneo. Invece le altezze di minor rilievo, inferiori a 5 cm, si hanno in tratti delle fasce costiere tirreniche e ioniche, in tutta la Penisola Salentina ed in parte dell'attigua Basilicata, soggette, in genere, al clima temperato-caldo.

I caratteri quantitativi delle precipitazioni nevose in Sicilia e in Sardegna sono simili a quelli già indicati per l'Appennino Meridionale. Valori di una certa entità si riscontrano soltanto in corrispondenza delle aree montuose più elevate: in Sicilia, anche superiori a 200 cm sull'Etna e sui Nebrodi, che raggiungono quote rispettivamente di oltre 3000 e quasi 2000 m, e meno rilevanti sui Peloritani e sulle Madonie; in Sardegna, superiori a 100 cm solo sui monti del Gennargentu e del Limbara, le cui altezze sono inferiori a 2000 m. Nelle parti collinari e di pianura, sia dell'una che dell'altra isola, le altezze di neve si riducono a pochi centimetri.

3. *La distribuzione altimetrica.* — Come si è avuto modo di constatare durante questa breve rassegna sull'andamento delle precipitazioni nevose, e come già in precedenza si è accennato, il fattore che appare influire maggiormente sulla quantità della neve caduta è certamente l'altitudine. Si è ritenuto perciò opportuno analizzare in maniera più particolareggiata la correlazione tra la nevosità e l'altitudine.

Lo studio, affrontato sulla base delle registrazioni effettuate in un gran numero di stazioni, opportunamente scelte ed ubicate, ha portato a suddividere il territorio montuoso italiano in varie aree climaticamente omogenee, in ognuna delle quali la correlazione viene caratterizzata da un'unica legge di variazione, della nevosità con l'altitudine. Le aree montuose alle quali si è rivolta la maggiore attenzione sono: le Alpi Occidentali, quelle Centrali e quelle Orientali, il versante padano dell'Appennino Settentrionale e il versante adriatico dell'Appennino Abruzzese. Per queste, infatti, si è notato che si potevano ottenere gradienti altimetrici delle precipitazioni nevose definibili con relazioni matematiche. Al ri-

guardo si è fatto uso di un elaboratore elettronico Olivetti/Programma 101, opportunamente predisposto per il calcolo del coefficiente di correlazione e per l'elaborazione della espressione matematica relativa alla retta che mette appunto in relazione la quantità media di neve caduta con l'altitudine. Tali coefficienti sono stati sempre superiori a 0,90 per le Alpi e a 0,80 per i due versanti appenninici che più avanti indicheremo. Si è tenuto conto delle stazioni poste sopra i 300 m, dato che quelle a quote più basse presentano una certa variabilità. I risultati cui si è pervenuti sono i seguenti: per le Alpi Occidentali la correlazione tra la quantità annua (media) di neve fresca caduta e l'altitudine è espressa dalla formula: $N = 29,6 h - 106,2$ (N = totale annuo della neve in cm; h = altitudine in hm); il gradiente diventa più forte nelle Alpi Centrali (comprese le Prealpi Lombarde), come dimostra l'espressione: $N = 32,9 h - 120,6$, mentre si attenua nelle Alpi Orientali e nelle Prealpi Venete, per le quali si è ottenuto: $N = 23,1 h - 81,7$ (sempre per $h > 3$).

Le tre formule sopra riportate ci dicono che i gradienti differiscono alquanto nelle varie parti del sistema alpino; tuttavia si son volute riunire tutte le stazioni alpine per cercare un gradiente medio generale e lo si è individuato nell'espressione:

$$N = 28,7 h - 103,7.$$

In sintesi, si può dire che la quantità media annua di neve fresca aumenta di circa 25-30 cm per ogni dislivello altimetrico di 100 m. L'elaboratore, dunque, ci ha fornito il gradiente medio di tutta la fascia altimetrica (200-2700 m) in cui sono distribuite le stazioni; tuttavia, per rilevare eventuali anomalie nella distribuzione verticale del gradiente stesso abbiamo riunito i dati a nostra disposizione per fasce di 200 in 200 m; calcolata l'altitudine media di ogni gruppo, e il relativo valore della nevosità, si è ottenuta tutta una serie di valori di 100 in 100 m fino alle quote più alte in cui si trovano degli osservatori. Le medie di 200 in 200 m per i tre grandi settori dell'arco alpino sono riportate nella tabella seguente, dalla quale appare ben chiaro che il gradiente non è sempre costante, ma presenta significative variazioni a determinate quote:

TAB. 1

ALTEZZA MEDIA DELLA NEVE FRESCA NELLE ALPI ITALIANE

Altitudine (m s. m.)	Alpi Occidentali (cm di neve)	Alpi Centrali (cm di neve)	Alpi Orientali (cm di neve)
200	34	34	27
400	49	46	46
600	72	72	64
800	133	91	83
1000	149	147	112
1200	196	254	140
1400	270	330	190
1600	355	384	258
1800	410	471	380
2000	460	571	385
2200	529	631	500
2400	639	—	510
2600	734	—	538

I valori medi relativi alle fasce altimetriche più elevate sono ricavati da un esiguo numero di osservatori, com'è facile comprendere; più precisamente, nelle Alpi Occidentali abbiamo la stazione del Lago Goillet (1526 m), in cui cadono 689 cm di neve, e quella del Lago della Rossa (2716 m), che ne riceve 789 cm; nelle Alpi Centrali, Lago Inferno (2332 m) con 631 cm; nelle Alpi Orientali, Careser (2600 m) con 538 cm.

Una caratteristica comune alle tre serie sopra riportate è il forte incremento del gradiente al di sopra dei 1000 m, per cui si hanno apporti annui di neve superiori ai 5 m non appena si superano i 2000 m. E' interessante, poi, constatare che nelle Alpi Orientali la quantità media di neve che cade su ogni singola fascia altimetrica rimane inferiore ai valori che competono rispettivamente alle Alpi Centrali e Occidentali: a determinare questa minore nevosità del settore alpino orientale concorrono probabilmente numerosi fattori, che solo accurati studi regionali potranno

mettere in luce. Noi qui avanziamo un'ipotesi: riteniamo che nella parte meridionale di questo settore alpino (media e bassa valle dell'Adige e del Piave, fronte sud dei massicci dolomitici) la diretta esposizione alle correnti umide e tiepide meridionali determini abbondanti piogge, ma scarsa neve; nella parte settentrionale (alta valle dell'Adige e dell'Isarco) il regime pluviometrico con massimo estivo e minimo invernale può dare ancora abbondanti piogge, ma non crea le condizioni favorevoli per le precipitazioni nevose. Rileviamo ancora che in questo settore delle Alpi la quantità di neve non aumenta tra i 1800 e i 2000 m di altitudine, mentre l'incremento diventa di nuovo sensibile al di sopra dei 2000 metri.

Per le aree peninsulari la dipendenza della quantità di neve caduta dall'altitudine del rilievo appare ancora ben netta solo nel versante adriatico dell'Appennino Settentrionale e di quello Abruzzese. Nel primo caso la correlazione è espressa dalla formula $N = 17,4 h + 16,1$ e nel secondo caso da $N = 12,9 h + 18,1$. Ecco qualche dato significativo per questi due settori dell'Appennino:

TAB. 2

ALTEZZA MEDIA DELLA NEVE FRESCA NEL VERSANTE ADRIATICO
DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE E CENTRALE

Altitudine (m s. m.)	Appennino Settentrionale (cm di neve)	Appennino Centrale (cm di neve)
200	65	35
400	89	68
600	113	103
800	142	120
1000	173	143
1200	243	183
1400	—	210

Questi dati ci rivelano che il versante padano dell'Appennino Settentrionale, in virtù della sua posizione geografica e del suo regime pluviometrico con massimi nel semestre freddo, riceve

una quantità di neve più abbondante delle stesse zone alpine, almeno fino alle quote di 1200-1300 m; solo la sua modesta altitudine non gli permette di registrare quei cospicui totali che abbiamo già osservato nelle Alpi. Nell'Appennino Abruzzese l'influenza meridionale impone ormai una sensibile flessione della nevosità, in quanto restringe il periodo dell'anno con temperature negative. In ogni caso, ha interesse rilevare che, anche in questo settore, la nevosità è dello stesso ordine di grandezza di quello delle zone alpine e che all'altitudine dei più elevati centri abitati dell'Appennino Abruzzese, come Capracotta o Pescocostanzo, cade una quantità di neve che è pur sempre superiore ai 2 m all'anno.

Esaminata la distribuzione planimetrica e altimetrica delle precipitazioni nevose sul territorio italiano, è opportuno ora soffermarci sui caratteri essenziali che essa offre, riesaminando attentamente la carta delle nevi e tracciando su di essa delle sezioni che ci consentano di cogliere anche visivamente i rapporti che intercorrono tra neve e rilievo: rapporti che differiscono non

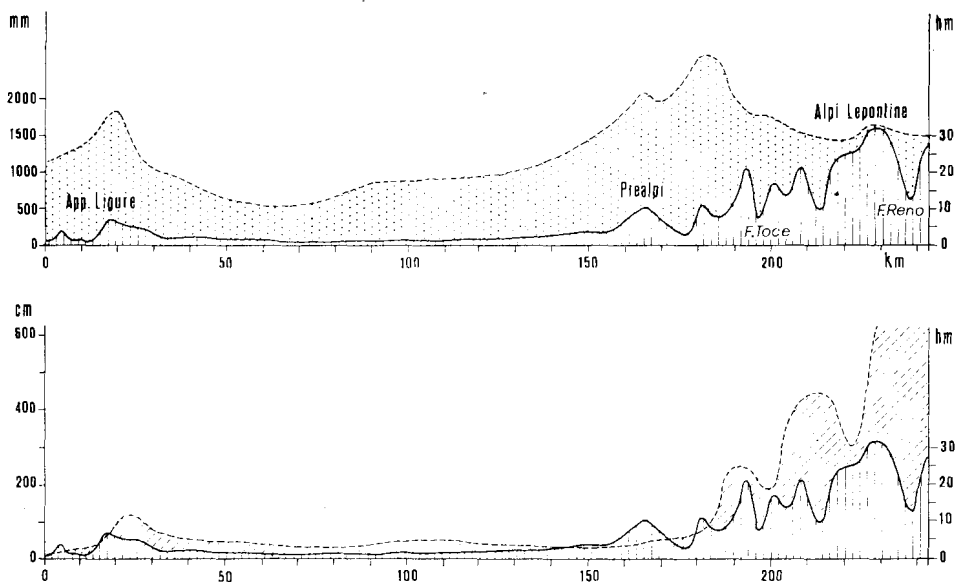


FIG. 2 — LE PRECIPITAZIONI TOTALI (A PUNTI) E LE SOLE PRECIPITAZIONI NEVOSE (A TRATTEGGIO) IN RAPPORTO AL RILIEVO.

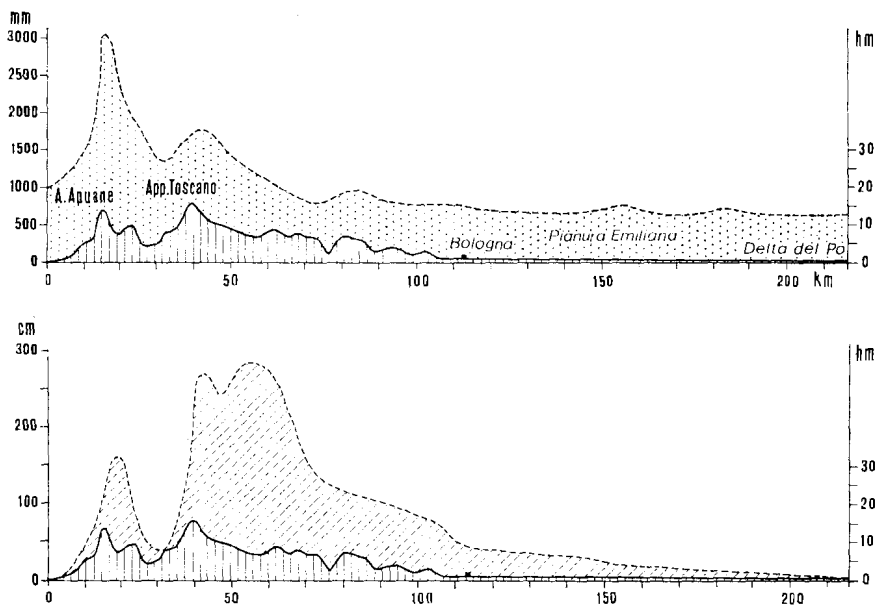


FIG. 3.

V. didascalia della fig. 2.

poco da quelli esistenti tra pioggia e rilievo. Mettendo dunque a confronto la carta della neve qui presentata con quella delle precipitazioni medie annue del trentennio 1921-1950, già da tempo pubblicata dal Servizio Idrografico (o con quella analoga edita successivamente da A. Mori per conto del C.N.R.), è possibile notare alcuni fatti interessanti:

a) in generale le Prealpi, in quanto più direttamente esposte alle correnti umide dei quadranti meridionali, ricevono una quantità d'acqua maggiore delle Alpi interne, che pure sono più elevate; per la neve accade il contrario, perché sono proprio i massicci alpini interni, e in particolare quelli delle Alpi Occidentali e Centrali, che registrano totali annui di neve più elevati;

b) i rilievi del Friuli appaiono i più piovosi d'Italia (Musi, 3700 mm), mentre i grandi massicci del Piemonte e della Val d'Aosta, in complesso, non ricevono una quantità d'acqua altret-

LE PRECIPITAZIONI NEVOSE IN ITALIA

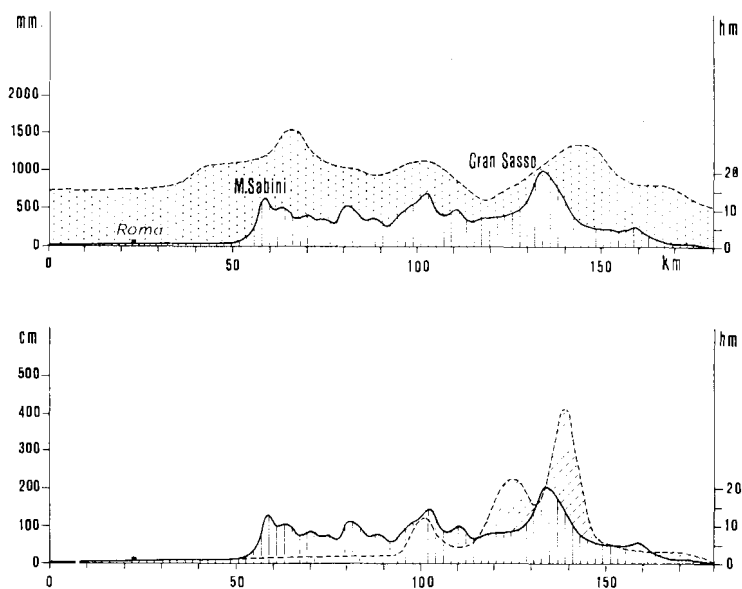


FIG. 4.

V. didascalia della fig. 2.

tanto cospicua; per la neve accade il contrario, in quanto i grandi sistemi montuosi delle Alpi Occidentali sono quelli che registrano i totali più elevati (7-8 m di neve all'altitudine di 2700-2800 m), mentre nelle Alpi Giulie l'altezza media annua della neve fresca rimane piuttosto modesta.

Dopo queste considerazioni, è facile capire quanto mostrano i grafici delle figg. 2, 3 e 4.

Nel primo, che offre una sezione tra Genova e la Svizzera meridionale (4), notiamo che le maggiori altezze di pioggia si hanno nello spartiacque dell'Appennino Ligure e nelle Prealpi (più che nelle Alpi proprie); per la neve il versante padano dell'Appennino è più favorito dello spartiacque e le Alpi Lepontine lo sono assai più delle Prealpi che circondano il Lago Maggiore. Non meno interessante è il secondo grafico, che mostra un contrasto nettissimo; al vantaggio che le Alpi Apuane offrono per la pioggia, a causa della loro diretta esposizione ai venti umidi, l'Appennino

(4) Per i diagrammi pioggia-rilievo si rimanda a A. MORI, *Carta delle precipitazioni medie annue nel trentennio 1921-1950*, Roma, C.N.R., 1964.

contrappone la sua continentalità, che lo favorisce di gran lunga per la quantità totale di neve che vi cade. Dal terzo grafico si rileva che i Monti Sabini, pur essendo piuttosto bassi, ricevono una quantità d'acqua maggiore di quella che cade sul Gran Sasso, il quale, invece, per la sua altitudine e per la sua esposizione verso l'Adriatico, prevale decisamente per la nevosità.

4. *Il regime della neve e il coefficiente nivometrico.* — Interessanti risultati ha dato lo studio della variazione mensile, ossia del regime delle precipitazioni nevose.

Nel settore alpino si osserva che la neve comincia a cadere nel tardo autunno alle quote più basse, per raggiungere il massimo in gennaio, oppure, un poco più in alto, in febbraio. Procedendo verso l'alto, però, le cose mutano ed è opportuno qui esaminare brevemente le variazioni riscontrate, con l'aiuto di alcuni diagrammi relativi a stazioni appositamente prescelte. Nelle zone più basse (è il caso di Entracque) le precipitazioni nevose presentano un unico massimo in gennaio; ma un po' più in alto, dove la temperatura media è sensibilmente inferiore, si ha invece una flessione delle cadute di neve in gennaio, a causa del freddo intenso accompagnato da aria asciutta; si hanno allora due massimi in dicembre e in febbraio (Crissolo). Con il procedere ancora verso l'alto la flessione invernale si allunga, e si hanno allora due massimi in dicembre e in marzo, come accade a Scais in Valtellina, o in dicembre e aprile, come al Lago Goillet, e perfino in novembre e aprile, come avviene al Lago della Rossa, che è la stazione più elevata fra tutte quelle del Servizio Idrografico Italiano (fig. 5).

Nell'Appennino il regime più diffuso è quello con un unico massimo in gennaio (San Pellegrino in Alpe), ma in certe stazioni un po' elevate del versante adriatico la media mensile più alta è spostata a febbraio, come accade a Sestola; infine, in altre stazioni del versante adriatico non manca la suddivisione in due massimi in dicembre e febbraio (Arquata del Tronto).

Un cenno, per concludere, sul coefficiente nivometrico, che, com'è noto, è dato dal rapporto percentuale fra la quantità d'acqua, espressa in mm, che cade in una località in forma di neve e la quantità totale (sempre in mm) che cade in forma di neve e pioggia insieme.

Alcuni autori, appunto, hanno rilevato che nelle Alpi interne le precipitazioni cadono tutte in forma di neve nel mese di gennaio già all'altezza di 1000 m e in tutta la stagione invernale a 1800 m, e ritengono che a 3500 m la neve rappresenti l'unica forma di precipitazione durante l'intero anno, fatta eccezione per qualche raro acquazzone nella stagione estiva. La neve, in sostanza, pur interessando spazi assai vasti nelle nostre regioni, rimane in ogni caso un fenomeno stagionale (escluse, come si è visto, le quote più alte), essendo strettamente collegata con le basse temperature del periodo freddo. Pertanto, l'abbondanza o meno con cui essa cade in tutte le zone poste al di sotto dei 2500 m dipende dal regime pluviometrico, nel senso che un regime con massimo estivo di precipitazioni sarà caratterizzato ovviamente da un basso coefficiente nivometrico e in sostanza da scarsa nevosità, mentre il contrario accade là dove alla bassa temperatura si accompagna un regime pluviometrico con una o più punte massime nel semestre freddo.

Lo studio del coefficiente nivometrico diventa, dunque, particolarmente importante, in quanto consente di precisare meglio le condizioni climatiche delle singole località, soprattutto in montagna; il valore di questo coefficiente, infatti, esprime le condizioni del clima in maniera molto sintetica ed efficace. Tale conoscenza presuppone che per ciascun luogo di osservazione si disponga, da un lato, dei dati sull'altezza mensile e annua delle precipitazioni nevose in cm e del relativo equivalente in mm d'acqua, e dall'altro, della quantità d'acqua che cade in ciascun mese e nell'anno soltanto in forma di pioggia. Le due serie distinte di dati però non si hanno per tutte le stazioni, poiché, di solito, si procede subito a far fondere la neve per poter misurare la precipitazione totale. Tuttavia il Servizio Idrografico ha raccolto per un centinaio di stazioni i dati di base per il calcolo del coefficiente nivometrico, onde è stato possibile avere un quadro sufficientemente chiaro delle variazioni altimetriche di tale coefficiente e della sua oscillazione nel corso dell'anno, almeno per l'area alpina.

In particolare, per le Alpi Occidentali la correlazione fra coefficiente nivometrico e altitudine viene espressa dalla formula $K (\%) = 2,8 h - 7,0$ (K = coefficiente nivometrico in %; h = altitudine in hm); per le Alpi Centrali si è ottenuta la formula:

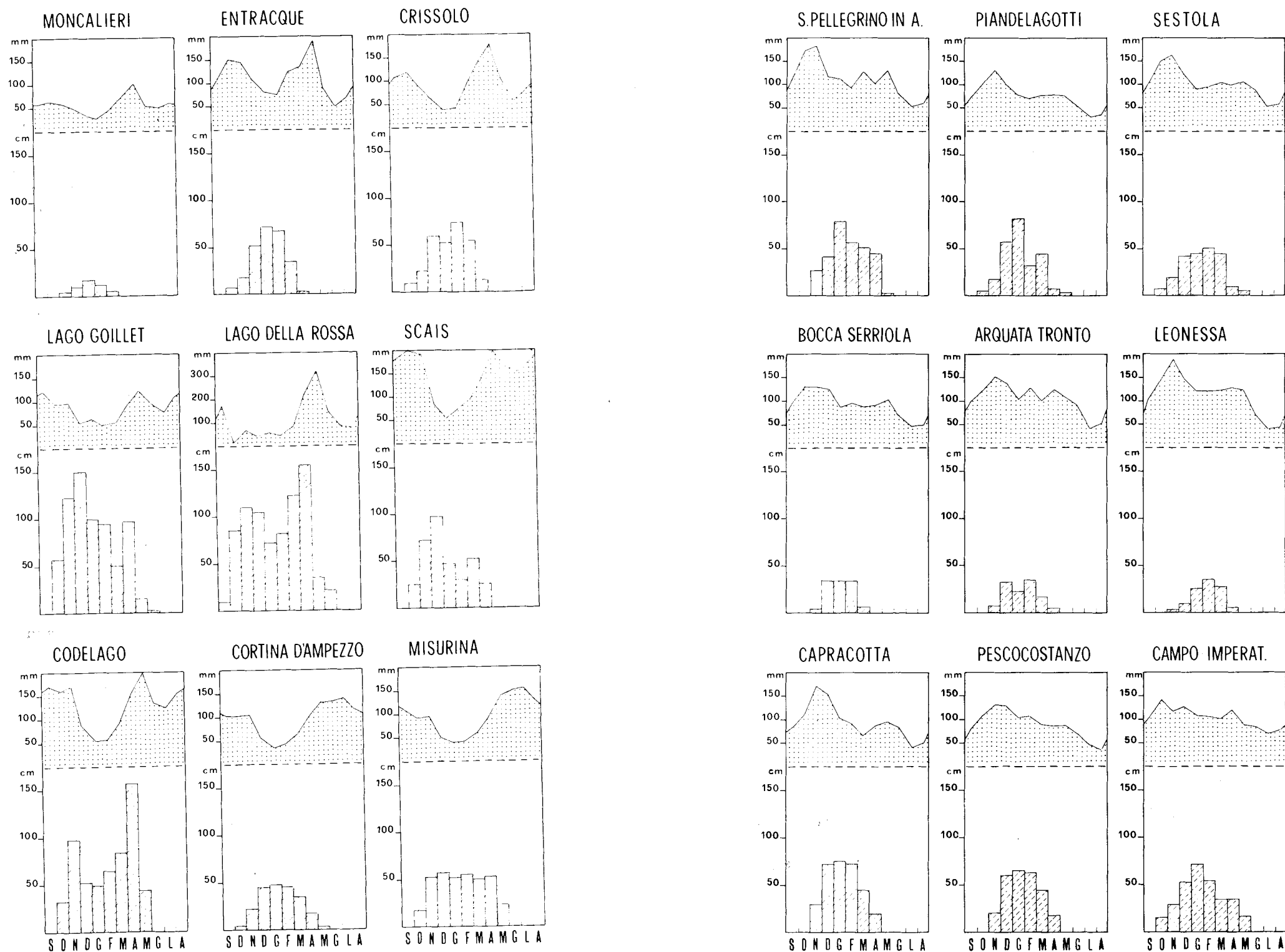


FIG. 5 — VARIAZIONE MENSILE DELLE PRECIPITAZIONI NEVOSE (in cm) IN ALCUNE LOCALITA' ITALIANE IN RELAZIONE CON IL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI TOTALI (in mm).
(Per la stazione del Lago della Rossa è stata ridotta la scala della precipitazione complessiva).

$K (\%) = 2,5 h - 7,2$; e per le Alpi Orientali $K (\%) = 2,4 h - 10,5$ (sempre per $h > 3$). Infine, raccogliendo insieme tutte le stazioni alpine che avevamo a disposizione si è ottenuta la formula:

$$K (\%) = 2,6 h - 8,2$$

che si può ritenere valida per tutto il versante alpino italiano. Essa ci dice che il valore $K = 50\%$ si raggiunge all'altitudine di 2200 m e che il $K = 100\%$ si ha a circa 4000 m. Ricordiamo a questo proposito che per le Alpi austriache la variazione altimetrica del coefficiente nivometrico è data dall'espressione: $K (\%) = 2,6 h + 7$, e per le Alpi svizzere $K (\%) = 2,96 h - 4$. Per le Alpi francesi M. Bossolasco, desumendo i dati da uno studio di A. Coutagne, ha ottenuto: $K (\%) = 2,23 h - 3$. Come si può notare, queste formule sono assai simili fra loro, e appunto il fatto che le espressioni ottenute si trovino in buona armonia con quelle elaborate per il versante alpino esterno fa ritenere che i calcoli rimangano validi, anche se basati su un numero non grande di stazioni.

Ecco alcuni valori significativi del coefficiente nivometrico nelle varie parti delle Alpi italiane, ricavati dalle formule sopra indicate:

TAB. 3

IL COEFFICIENTE NIVOMETRICO NELLE ALPI ITALIANE

Altitudine (m s. m.)	Alpi Occidentali %	Alpi Centrali %	Alpi Orientali %
500	7,0	5,3	1,5
1000	21,0	17,8	13,5
1500	35,0	30,3	25,5
2000	49,0	42,8	37,5
2500	63,0	55,3	49,5
3000	77,0	67,8	61,5

Per l'Appennino Settentrionale i pochi dati a nostra disposizione ci indicano che la correlazione del coefficiente nivometrico con l'altitudine è data dalla formula $K (\%) = 0,9 h + 3,1$, e per

l'Appennino Abruzzese (versante adriatico in entrambi i casi), da $K (\%) = 1,7 h - 1,0$.

Esaminando singoli gruppi montuosi o singoli bacini idrografici si potranno ottenere gradienti altimetrici un po' diversi da quelli qui riportati, non solo per il coefficiente nivometrico, ma anche per la quantità media annua delle precipitazioni nevose; in una ricerca di carattere sintetico è parso però opportuno fornire solo dei valori medi validi per alcune grandi aree montuose sufficientemente omogenee.

Lo scopo che ci si era prefissi con la costruzione della carta che ora ho succintamente illustrato era quello di poter fornire un quadro della distribuzione della precipitazione nevosa media annua nell'ambito di tutto il territorio nazionale, aliena da particolarità troppo minute, ma abbastanza dettagliata da illustrare efficacemente il fenomeno nevoso in ogni bacino idrografico. Mi auguro che l'intento sia stato raggiunto e che la citata rappresentazione cartografica possa essere di utile ausilio a quanti si dedicano allo studio delle caratteristiche climatiche del nostro Paese (5).

(N.B. - Per la discussione sulla relazione di T. Gazzolo, che ha avuto luogo insieme con quella sulla relazione di M. Pinna, cfr. pp. 54 e segg.).

(5) Per la bibliografia essenziale sulle precipitazioni nevose in Italia si rimanda al volume MIN. LL.PP., SERV. IDROGR., *La nevosità in Italia nel quarantennio 1921-1960 (Gelo, neve e manto nevoso)*, Pubbl. n. 26 del Serv., Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1973.