

MARIA ANTONIA PULINA

LA DIMINUZIONE DELLA TEMPERATURA CON L'ALTITUDINE NEL MASSICCIO DEL GENNARGENTU (*)

Tra i fattori che influenzano la distribuzione geografica della temperatura, il rilievo è senza dubbio uno dei principali: esso agisce non solo dal punto di vista altimetrico, determinando una variazione regolare della temperatura al variare della quota che può essere definita attraverso una relazione lineare, ma anche dal punto di vista topoclimatico, per cui tale relazione è condizionata dalle caratteristiche morfologiche locali (Douguedroit, 1974 e 1981). Non meno importanti sono l'influenza del mare, specie in un paese a grande sviluppo costiero come l'Italia, e l'esposizione dei versanti ai venti dominanti, che apportano aria con differente grado di temperatura.

Scopo della presente ricerca è quello di analizzare l'influenza di questi fattori di differenziazione termica in un'area montuosa della Sardegna centro-orientale, il massiccio del Gennargentu, il quale, pur non raggiungendo altitudini elevate, ben si presta a tale studio grazie alla sua posizione geografica e ad una discreta rappresentatività delle stazioni termometriche.

Metodologia. - Lo studio del gradiente termico del massiccio del Gennargentu è stato condotto sulla base dei dati delle temperature massime e minime diurne del periodo 1961-70, riportati negli «Annali Idrologici» del Ministero dei Lavori Pubblici; sono state considerate originariamente undici stazioni (fig. 1), situate lungo il profilo verticale del gruppo montuoso e sugli altipiani che lo circondano, a quote sufficientemente rappresentative tra il livello del mare e 1010 m; le quote più elevate, fino ai 1834 m della Punta

(*) L'autrice ringrazia G. Liguori e M. Deiana del Servizio Idrografico di Cagliari per le preziose informazioni sulla storia delle stazioni, M.L. Scardaccio per la collaborazione nell'archiviazione dei dati, R. Delogo e M.A. Era per il valido aiuto nell'esecuzione del lavoro.

TAB. 1

TEMPERATURE MEDIE MENSILI E ANNUE DELLE STAZIONI CONSIDERATE

	Quota	Vers.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Genna Silana	1010	E	3,7	4,1	5,7	8,8	13,2	16,9	21,2	20,5	17,3	12,8	8,9	4,5	11,5
Fonni	992	O	4,1	3,9	6,3	9,6	14,4	18,3	21,6	21,3	18,4	13,9	8,9	5,1	12,2
Desulo	920	O	5,3	5,6	7,4	10,4	14,5	17,8	22,2	21,9	19,2	14,8	9,7	5,4	12,8
Ierzu	550	E	7,7	8,7	10,2	12,8	16,4	20,3	25,5	25,2	21,4	17,0	12,8	9,2	15,6
Mandas	491	O	7,0	7,3	9,0	12,0	16,0	20,2	23,6	23,4	20,7	16,6	11,9	7,8	14,6
Villanovatulo	347	O	8,0	8,7	10,2	12,8	16,4	20,4	23,7	23,6	21,3	17,1	12,5	8,7	15,3
Escalaplano	338	S	8,7	9,4	11,1	13,8	17,8	21,7	25,4	25,3	22,4	18,1	13,6	9,8	16,4
Busachi Diga	50	O	9,6	10,5	12,6	14,1	18,4	21,5	25,1	24,5	22,9	20,0	14,5	10,5	17,0
Cala Gonone	25	E	11,3	12,0	13,2	15,5	19,1	22,4	25,5	26,2	23,8	19,8	17,1	13,1	18,2

La Marmora, sono sprovviste di stazioni di misura dei dati climatici e comunque rappresentano una percentuale trascurabile dell'area.

Delle stazioni utilizzate, quattro sono ubicate nel versante orientale, che scende con pendii piuttosto ripidi verso la costa tirrenica, una su quello meridionale e le rimanenti sono distribuite sul versante occidentale, che degrada per contrafforti e dolci pendenze verso la pianura campidanese.

Dal punto di vista morfologico, la loro posizione è piuttosto diversificata: cinque di esse sono stazioni di versante, con prevalente esposizione a est; una è ubicata in una sella; una è posta in una stretta gola orientata N-S; le altre quattro sono situate su altopiani o dolci pendii con esposizione varia; tuttavia, non potendo, per l'esiguo numero di stazioni disponibili, effettuare un'analisi statistica per i singoli topoclimi, lo studio della variazione della temperatura con l'altitudine è stato condotto con riferimento all'intera area in generale e ai singoli versanti occidentale e orientale in particolare.

Il periodo delle osservazioni è stato limitato a un decennio (1961-70) per poter avere un numero sufficiente di stazioni affidabili con periodo comune di osservazioni; quest'ultimo, tuttavia, risulta essere sufficientemente rappresentativo delle caratteristiche termiche della stazione: infatti, le medie annue del decennio considerato, confrontate con i valori medi trentennali disponibili per alcune delle stazioni, presentano scarti non superiori a 0°,6 nei valori massimi e a 0°,5 nei minimi, mentre le medie mensili raramente differiscono di più di 1°.

Allo scopo di verificare l'omogeneità dei dati, le serie storiche disponibili, relative al trentennio 1951-80 per la maggior parte delle stazioni, sono state sottoposte al test della doppia cumulata, suggerito e impiegato da diversi autori; il metodo, applicato in prima istanza ai valori massimi e minimi annuali di periodi omologhi, ha evidenziato un buon accordo tra i valori della stazione di Mandas, considerati serie di riferimento per l'attendibilità dei dati e per la durata del periodo di osservazioni (un cinquantennio), e la quasi totalità delle stazioni esaminate, dato che i coefficienti di correlazione

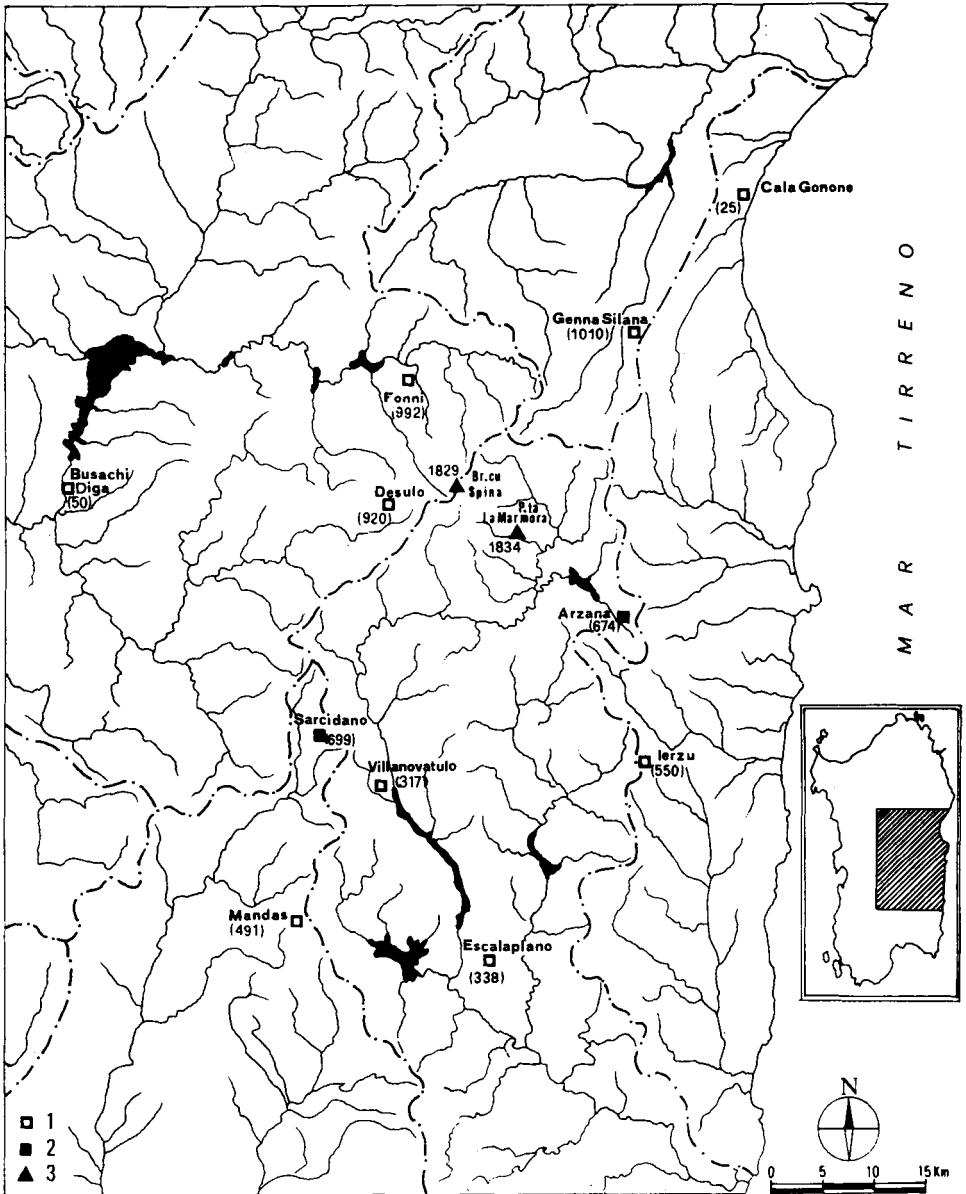


FIG. 1 – UBICAZIONE DELL'AREA E DELLE STAZIONI TERMOMETRICHE.

1, stazioni considerate; 2, stazioni non considerate; 3, cime più elevate.

EQUAZIONI DELLE RETTE DI REGRESSIONE DELLA TEMPERATURA
MEDIA, MENSILE E ANNUA CON L'ALTITUDINE

(R=coefficiente di correlazione)

		Retta di regressione	R	Grad.
INTERA ZONA	Gen	$T = 10,693 - 0,00650 h \pm 0,76$	0,975	0,65
	Feb	$T = 11,556 - 0,00719 h \pm 0,91$	0,972	0,72
	Mar	$T = 13,111 - 0,00687 h \pm 0,75$	0,979	0,69
	Apr	$T = 15,169 - 0,00565 h \pm 0,79$	0,966	0,56
	Mag	$T = 18,845 - 0,00499 h \pm 0,69$	0,967	0,50
	Giu	$T = 22,423 - 0,00471 h \pm 0,76$	0,955	0,47
	Lug	$T = 25,855 - 0,00403 h \pm 1,14$	0,878	0,40
	Agg	$T = 25,927 - 0,00454 h \pm 1,28$	0,880	0,45
	Set	$T = 23,674 - 0,00544 h \pm 0,77$	0,965	0,54
	Ott	$T = 20,057 - 0,00643 h \pm 0,70$	0,979	0,64
	Nov	$T = 15,816 - 0,00690 h \pm 1,06$	0,959	0,69
	Dic	$T = 11,979 - 0,00713 h \pm 1,15$	0,955	0,71
	Anno	$T = 17,925 - 0,00587 h \pm 0,77$	0,969	0,59
VERSANTE EST	Gen	$T = 11,627 - 0,00771 h \pm 0,54$	0,997	0,77
	Feb	$T = 12,469 - 0,00799 h \pm 0,92$	0,992	0,80
	Mar	$T = 13,704 - 0,00762 h \pm 1,00$	0,989	0,76
	Apr	$T = 15,971 - 0,00684 h \pm 0,91$	0,989	0,68
	Mag	$T = 19,339 - 0,00591 h \pm 0,46$	0,996	0,59
	Giu	$T = 22,771 - 0,00547 h \pm 0,90$	0,983	0,55
	Lug	$T = 26,279 - 0,00426 h \pm 2,41$	0,845	0,43
	Agg	$T = 26,950 - 0,00565 h \pm 2,19$	0,917	0,56
	Set	$T = 24,260 - 0,00651 h \pm 1,08$	0,983	0,65
	Ott	$T = 20,299 - 0,00710 h \pm 1,00$	0,988	0,71
	Nov	$T = 17,302 - 0,00832 h \pm 0,15$	1,000	0,83
	Dic	$T = 13,560 - 0,00871 h \pm 0,68$	0,996	0,87
	Anno	$T = 18,711 - 0,00684 h \pm 1,02$	0,986	0,68
VERSANTE OVEST	Gen	$T = 9,872 - 0,00544 h \pm 0,42$	0,991	0,54
	Feb	$T = 10,782 - 0,00641 h \pm 0,73$	0,982	0,64
	Mar	$T = 12,533 - 0,00615 h \pm 0,67$	0,983	0,61
	Apr	$T = 14,325 - 0,00452 h \pm 0,24$	0,996	0,45
	Mag	$T = 18,184 - 0,00404 h \pm 0,47$	0,981	0,40
	Giu	$T = 21,794 - 0,00384 h \pm 0,46$	0,979	0,38
	Lug	$T = 25,197 - 0,00349 h \pm 0,28$	0,991	0,35
	Agg	$T = 24,799 - 0,00331 h \pm 0,31$	0,987	0,33
	Set	$T = 22,965 - 0,00440 h \pm 0,30$	0,993	0,44
	Ott	$T = 19,750 - 0,00585 h \pm 0,72$	0,978	0,58
	Nov	$T = 14,649 - 0,00565 h \pm 0,25$	0,997	0,56
	Dic	$T = 10,707 - 0,00573 h \pm 0,11$	0,999	0,57
	Anno	$T = 17,130 - 0,00490 h \pm 0,25$	0,996	0,49

sono stati sempre superiori a 0,99. Evidenti eterogeneità sono state riscontrate limitatamente al decennio 1971-80 in alcune stazioni, come Desulo e Villanovatulo, in relazione per lo più con sostituzioni dell'osservatore o con piccoli spostamenti dello strumento di misura.

Un discorso a parte meritano le stazioni di Sarcidano e di Arzana: per la prima si registrano interruzioni nelle registrazioni delle annate 1963-64 e 1972-73 e inoltre i dati disponibili fra il 1965 e il 1971, probabilmente in corrispondenza di sostituzioni continue degli operatori e/o malfunzionamento del termometro, sono fortemente discordanti rispetto all'intera serie. Nel caso di Arzana, il confronto con Mandas mostra forti irregolarità nelle temperature massime del periodo 1963-71. In base a queste considerazioni, pertanto, nelle successive elaborazioni per il calcolo del gradiente termico si è preferito tralasciare completamente le due stazioni suddette e procedere sulla base dei dati del decennio 1961-70 delle rimanenti nove.

Dopo questo primo confronto su base annua, il metodo della doppia cumulata è stato applicato alle temperature massime, minime e medie mensili del decennio considerato: come riferimento è stata impiegata la cumulata media delle temperature di alcune stazioni tra loro omogenee (Mandas, Escalaplano e Villanovatulo), ritenuta in generale meno influenzata dagli errori di osservazione rispetto alla singola stazione (Guggino Piccone e Gramignani, 1966). Il confronto ha messo in evidenza alcune variazioni di pendenza della retta, riconducibili in taluni casi ad errori degli strumenti o ad errori umani, che sono state verificate attraverso un esame comparato dei dati di tutte le stazioni considerate, ricorrendo spesso anche alle registrazioni giornaliere.

La ricostruzione dei dati mancanti e dubbi è stata effettuata con il metodo delle differenze di Conrad, basato sul presupposto che due serie omologhe con lo stesso numero di termini differiscano fra loro per una costante; rispetto ai dati interpolati con la regressione, i valori di temperatura ottenuti con il metodo di Conrad rispecchiano meglio, secondo Ghezzi e Rossetti (1988), le caratteristiche termiche dell'anno o del mese considerato. Nella tab. 1 sono riportate, per ogni stazione, le caratteristiche principali e i relativi valori mensili e annuali della temperatura media.

Il calcolo del gradiente termico, infine, è stato effettuato tramite la teoria della correlazione: assumendo le temperature medie mensili e annuali, espresse in gradi centigradi, come variabili dipendenti e la quota delle stazioni, espressa in metri, come variabile indipendente, seguendo il metodo dei minimi quadrati, è stato possibile ottenere le regressioni lineari che esprimono analiticamente il fenomeno della diminuzione della temperatura con l'aumentare dell'altitudine. Tale metodologia è stata applicata, come accennato precedentemente, sia all'intero massiccio, considerando le stazioni nel loro insieme, sia ai singoli versanti orientale e occidentale.

La tab. 2 riporta le equazioni delle rette di regressione (compreso il semi-intervallo di confidenza del valore di temperatura all'80%), il coefficiente di correlazione lineare (r) e il gradiente termico riferito a un dislivello di 100 m; l'approssimazione ottenuta può essere stimata, per le stazioni consi-

TAB. 3

SCARTI TRA TEMPERATURE MEDIE ANNUE VERE E CALCOLATE

	INTERA ZONA				VERSANTE EST				VERSANTE OVEST			
	Temp. vera	Temp. calc.	Scarti °C	%	Temp. vera	Temp. calc.	Scarti °C	%	Temp. vera	Temp. calc.	Scarti °C	%
Genna Silana	11,5	12,0	-0,5	-4,7	11,5	11,8	-0,3	-3,0				
Fonni	12,2	12,1	0,0	0,4					12,2	12,3	-0,1	-1,0
Desulo	12,8	12,5	0,3	2,5					12,8	12,6	0,2	1,7
Ierzu	15,6	14,7	0,9	5,8	15,6	14,9	0,6	4,2				
Mandas	14,6	15,0	-0,4	-2,8					14,6	14,7	-0,1	-0,6
Villanovatulo	15,3	15,9	-0,6	-4,0					15,3	15,4	-0,2	-1,0
Escalaplano	16,4	15,9	0,5	2,9								
Busachi Diga	17,0	17,6	-0,6	-3,6					17,0	16,9	0,1	0,8
Cala Gonone	18,2	17,8	0,5	2,5	18,2	18,5	-0,3	-1,7				

derate, attraverso gli scarti tra temperature vere e calcolate che, limitatamente ai valori annuali, sono riportati nella tab. 3.

Il gradiente termico. – L'analisi dei dati suddetti consente di fare per la zona in esame alcune considerazioni.

Il valore del gradiente termico annuale dell'intera area, 0°,59 per 100 m di dislivello, è in accordo con quello calcolato da Hann (Hann e Süring,

TAB. 4

GRADIENTI TERMICI PARZIALI PER I VERSANTI CONSIDERATI

	versante est		versante ovest	
	0/500	500/1000	0/500	500/1000
Gennaio	0,68	0,88	0,59	0,58
Febbraio	0,64	0,99	0,72	0,69
Marzo	0,58	0,98	0,83	0,54
Aprile	0,52	0,88	0,47	0,48
Maggio	0,51	0,69	0,54	0,32
Giugno	0,39	0,74	0,31	0,37
Luglio	0,00	0,94	0,34	0,40
Agosto	0,17	1,03	0,25	0,43
Settembre	0,46	0,88	0,50	0,45
Ottobre	0,53	0,92	0,77	0,55
Novembre	0,81	0,86	0,60	0,59
Dicembre	0,75	1,02	0,61	0,54
Anno	0,50	0,90	0,54	0,49

1926) per l'Europa e si avvicina ai valori trovati per tutta la Sardegna da diversi autori: $0^{\circ},5$ da Pinna (1954), $0^{\circ},51$ da Arrigoni (1968), $0^{\circ},52$ da Gazzo-
lo (1969). I valori medi mensili variano tra $0^{\circ},72$ per ogni 100 m nel mese
di febbraio e $0^{\circ},40$ nel mese di luglio.

La riduzione della temperatura con l'altitudine segue un andamento dif-
ferente nei due versanti considerati: i valori del gradiente mensile e annua-
le, infatti, sono più elevati nel versante orientale rispetto a quello occiden-
tale e le differenze sono massime in dicembre ($0^{\circ},87/100$ m contro $0^{\circ},57$), mi-
nime in luglio ($0^{\circ},43/100$ m contro $0^{\circ},35$). Il fenomeno viene evidenziato
graficamente attraverso la pendenza delle rette di regressione illustrate nella
fig. 2 e relative ai mesi di gennaio e luglio (generalmente considerati come
mesi con caratteristiche estreme): le due rette di gennaio sono ben differen-
ziate tra di loro e le fasce fiduciarie all'80% si sovrappongono parzialmente
in corrispondenza delle quote intermedie; al contrario, le due rette di lu-
glio, sufficientemente distanti alle basse quote, si avvicinano verso i 1000

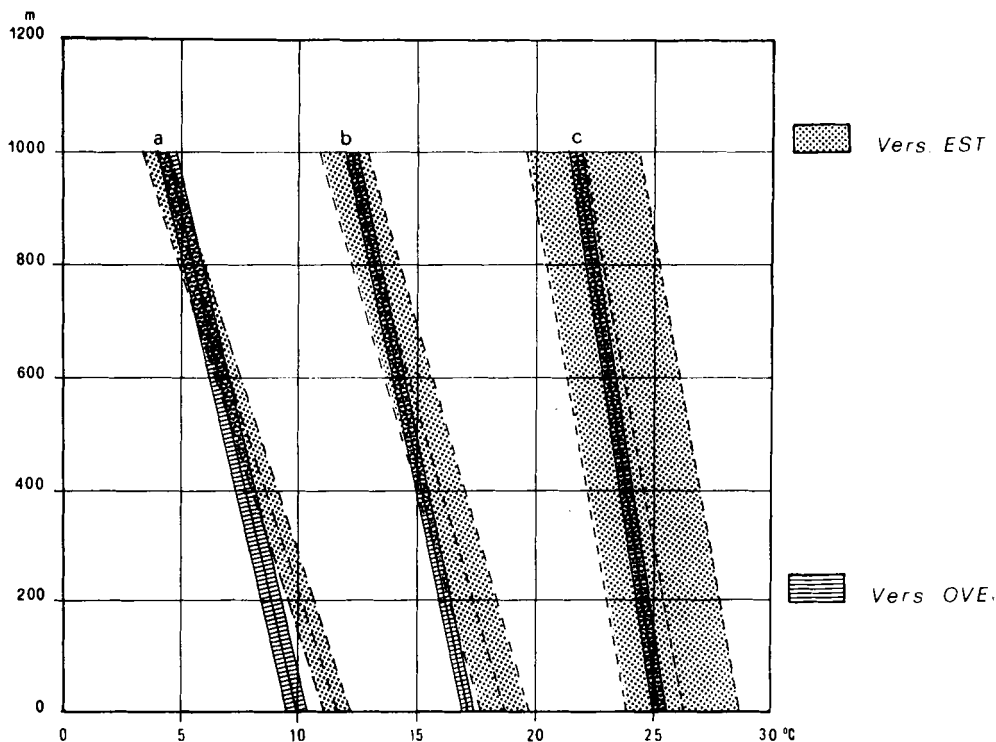


FIG. 2 - DIMINUZIONE DELLA TEMPERATURA MEDIA ANNUA E DEI MESI ESTRE-
MI IN FUNZIONE DELL'ALTITUDINE NEI DUE VERSANTI CONSIDERATI.

a, gennaio; b, anno; c, luglio.

Le fasce delimitano l'intervallo di confidenza all'80%.

m, ma soprattutto l'intervallo di confidenza all'80% del versante occidentale è incluso completamente in quello del versante orientale. Le rette del gradiente annuo infine rappresentano una situazione intermedia. Da ciò si può pensare che i due insiemi di temperature, ben differenziati nei valori dei mesi invernali, siano in realtà riferibili ad un'unica popolazione per quanto riguarda i valori dei mesi estivi.

Inoltre, la differenziazione termica dei due versanti è in relazione non soltanto con gradienti più elevati, ma anche con temperature più alte al livello del mare: si può osservare, infatti, come il termine costante delle equazioni di regressione presenti differenze comprese tra $0^{\circ},5$ e $2^{\circ},7$ nelle temperature mensili e uno scarto di $1^{\circ},6$ nel valore annuo a vantaggio del settore orientale.

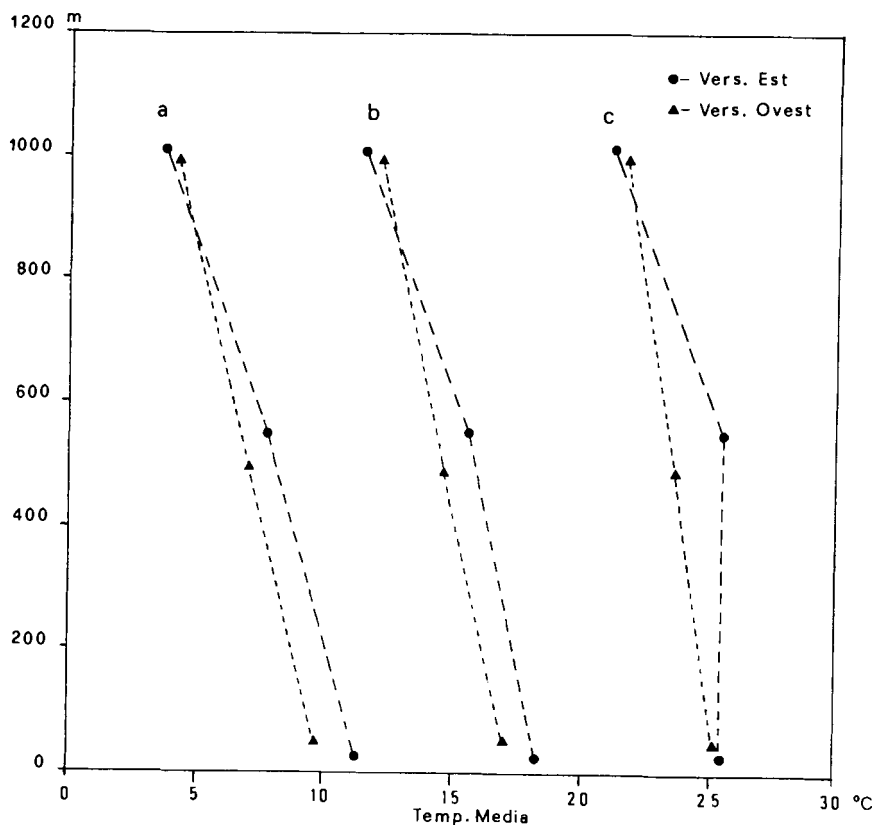


FIG. 3 - DIMINUZIONE DELLA TEMPERATURA MEDIA ANNUA E DEI MESI ESTREMI IN FUNZIONE DELL'ALTITUDINE NELLE FASCE ALTIMETRICHE CONSIDERATE.

a, gennaio; b, anno; c, luglio.

Le fasce delimitano l'intervallo di confidenza all'80%.

L'analisi dei gradienti parziali (tab. 4 e fig. 3), calcolati per le fasce altimetriche 0-500 e 500-1000 m dei singoli versanti, sulla base dei dati delle stazioni di Cala Gonone (25 m), Ierzu (550 m) e Genna Silana (1010 m) a oriente e Busachi Diga (50 m), Mandas (491 m) e Fonni (992 m) a occidente, consente di evidenziare quanto segue:

- a est i gradienti mensili e annuali sono notevolmente più alti alle quote tra 500 e 1000 m e le differenze maggiori tra le due fasce si verificano nei mesi estivi (in luglio e in agosto si hanno rispettivamente $0^{\circ},94$ e $1,03$ per ogni 100 m di dislivello, contro $0^{\circ},00$ e $0^{\circ},17$);
- a ovest i valori del gradiente non presentano differenze sostanziali tra le due fasce e comunque sono più elevati alle quote tra 500 e 1000 m soltanto nei mesi estivi.

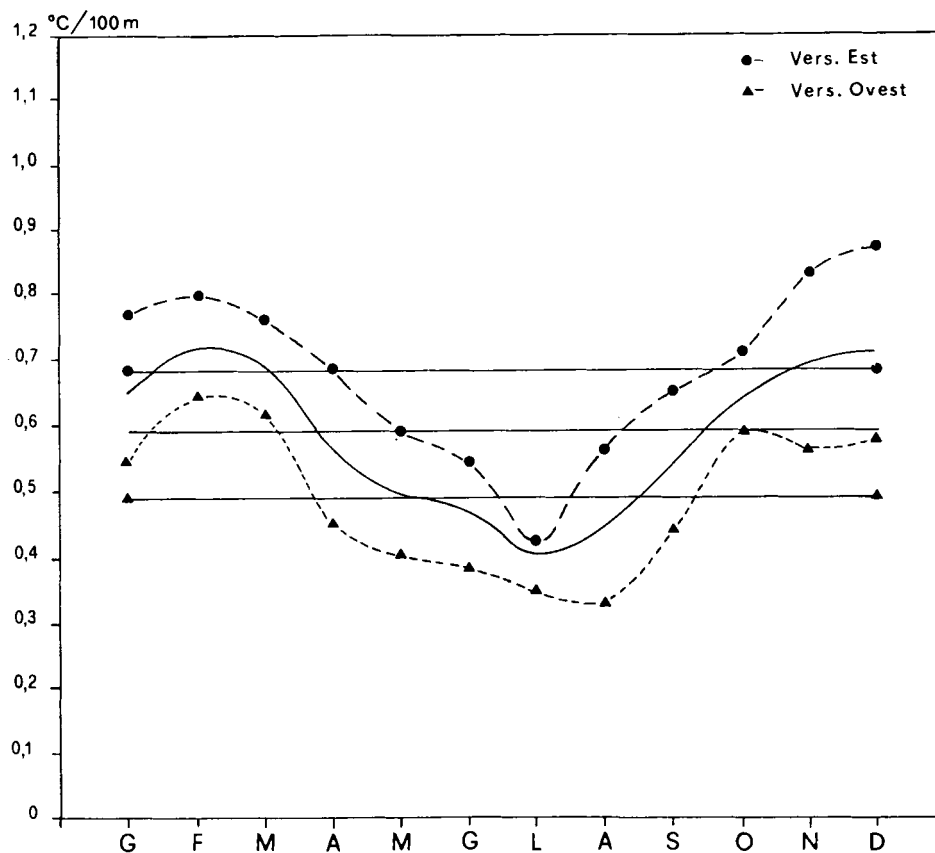


FIG. 4 - REGIME DEI GRADIENTI TERMICI RELATIVI ALL'INTERA AREA E AI VERSANTI CONSIDERATI.

Le linee orizzontali rappresentano il gradiente medio annuo.

Infine, il regime annuale del gradiente (fig. 4), pur seguendo un andamento paragonabile nell'intero massiccio e nei singoli versanti, presenta una maggiore dispersione dei valori nel versante orientale, dove i massimi si hanno nei mesi di novembre e dicembre e il minimo nel mese di luglio. Nel versante occidentale, invece, i valori massimi sono spostati nei mesi di febbraio e marzo, il minimo nel mese di agosto. In generale, tale regime con un minimo estivo e un massimo nei mesi invernali si differenzia notevolmente da quello individuato da numerosi autori in aree settentrionali e centrali dell'Italia, ma è tipico di tutta la sua parte meridionale e delle isole maggiori (Gazzolo, 1969).

Considerazioni conclusive. – La variazione della temperatura dell'aria con l'altitudine nel massiccio del Gennargentu, pur seguendo nel complesso una legge costante (come si può evidenziare dall'efficacia del legame di correlazione delle regressioni mensili e annua che riguardano l'intera area) presenta caratteristiche differenti nei due versanti del gruppo montuoso. I fattori che a nostro avviso concorrono principalmente a questa differenziazione sono:

- l'azione termica del mare, che si esplica direttamente sulle quote più basse del versante orientale (fig. 1); in particolare, l'effetto della marittimità sarebbe esaltato nei mesi estivi dall'apporto di calore legato al flusso delle correnti marine, che, con il loro moto anticiclonico, concorrono ad innalzare la temperatura della fascia costiera meridionale e orientale della Sardegna (Metallo, 1971). A queste cause si possono ricondurre sia i gradienti termici più elevati in questo versante durante tutto l'anno, sia la differente diminuzione della temperatura nelle due fasce altimetriche considerate;

- la diversa esposizione dei versanti rispetto alla direzione dei venti dominanti e delle principali masse d'aria ad essi associate. Infatti, i venti più frequenti che si registrano nel versante di Fonni soprattutto nella stagione invernale sono quelli del III e IV quadrante, ai quali, secondo Serra (1974), sono associate le maggiori frequenze di «aria artica» proveniente dall'Atlantico; nel versante di Genna Silana notevole frequenza presentano, oltre a quelli occidentali, i venti dei quadranti orientali (specie di NE), ai quali si associano in gran parte le masse d'aria continentali provenienti dai Balcani. Da ciò, probabilmente, un versante occidentale relativamente più caldo, nelle sue alte quote, rispetto a quello orientale e, conseguentemente, valori più modesti del gradiente termico.

Per quanto riguarda il regime annuale, i minimi valori estivi che caratterizzano l'area in esame possono essere attribuiti, secondo quanto afferma Gazzolo (1969) per il regime tipicamente mediterraneo, ad un consistente innalzamento estivo delle temperature anche nelle zone montane, sotto l'influenza di un'area anticiclonica stabile che interessa la parte meridionale dell'Italia e le isole maggiori. Quest'ultima caratteristica è stata riscontrata anche nell'analisi delle temperature massime e minime.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIGONI P.V., *Fitoclimatologia della Sardegna*, in «Webbia», Firenze, 1968, pp. 1-100.
- BELLONI S., *Temperature medie annue e mensili nel bacino padano e parametri fisici derivati*, in «Geogr. Fis. e Dinam. Quatern.», Torino, 1982, pp. 45-54.
- BELLONI S. e PELFINI M., *Il gradiente termico in Lombardia*, in «Acqua e Aria», Milano, 1987, pp. 441-447.
- BINI A., *Il clima del Gruppo delle Grigne*, parte I, *Temperatura*, Lecco, 1986, («Materiali. Monografie periodiche dei Musei Civici», 1).
- CAROLLO A., *Aspetti metodologici della cartografia climatica*, in «Boll. Soc. Geogr. Ital.», Roma, 1982, pp. 633-646.
- DOUGUEDROIT A., *A Model of the Decrease of Temperature with Altitude in Mountains*, in *European Progress in Spatial Analysis*, a cura di BENNETT R.J., Londra, 1981.
- DOUGUEDROIT A., *Méthodes d'estimation des températures des climats locaux, en particulier des topoclimats (au pas de temps mensuel et annuel)*, in *Symposium international sur la topoclimatologie et ses applications*, a cura di ERPICUM M., 1986, Liegi, pp. 39-55.
- DOUGUEDROIT A. e de SAINTIGNON M.F., *Méthode d'étude de la décroissance des températures en montagne de latitude moyenne: exemple des Alpes françaises du Sud*, in «Rev. de Géogr. Alpine», Grenoble, 1970, pp. 453-472.
- DOUGUEDROIT A. e de SAINTIGNON M.F., *À propos des Alpes françaises du Sud, un nouveau mode de représentation des températures moyennes en montagne: l'orothermogramme*, in «Rev. de Géogr. Alpine», Grenoble, 1974, pp. 205-217.
- DOUGUEDROIT A. e de SAINTIGNON M.F., *Les gradients des températures et des précipitations en montagne*, in «Rev. de Géogr. Alpine», Grenoble, 1984, pp. 225-240.
- GAZZOLO T., *La distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-55*, in MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDROGRAFICO, *La distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-55*, Roma, 1969, pp. 5-38.
- GHEZZI A. e ROSSETTI R., *Il gradiente termico nell'alta Valle Camonica (Bresciano Settentrionale)*, in «Atti XX Confer. Internaz. di Meteorol. Alpina», 1988 (in corso di stampa).
- GUGGINO PICCONE E. e GRAMIGNANI M., *Sull'analisi «doppia cumulata» per precipitazioni annue*, in «L'Energia Elettrica», Milano, 1966, pp. 521-530.
- HANN J. e SÜRING R., *Lehrbuch der Meteorologie*, voll. 4, Lipsia, 1926.
- HESS M., *Méthode pour déterminer l'influence des formes de terrain sur le climat dans les montagnes*, in «La Météorol.», Parigi, 1973, pp. 75-85.
- LUGLI G., *Andamento della tensione colla latitudine e colla altezza*, in «Annali della Meteorol. Ital.», Roma, 1882-1883.
- MENNELLA C., *Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche varietà e quale fattore dinamico del paesaggio*, vol. 1, Napoli, EDART, 1967.
- METALLO A., *Correnti marine e temperature delle acque superficiali (Tav. 9-10)*, in *Atlante della Sardegna* a cura di PRACCHI R. e TERROSU-ASOLE A., con la direz. cartogr. di RICCARDI M., Cagliari, La Zattera, 1971, tavv. 9 e 10 e pp. 17-19.

- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDROGRAFICO, «Annali Idrologici», parte I, Roma, 1961-70.
- OTTONE C. e ROSSETTI R., *Condizioni termopluviometriche della Lombardia*, in «Atti Ist. Geol. dell'Univ. di Pavia», 29, Pavia, 1980, pp. 27-48.
- PAUL P., *Topoclimats et décroissance de la température avec l'altitude dans les Vosges et dans la Forêt-Noire*, in *Symposium International de Topoclimatologie*, UGI, 1986, pp. 293-304.
- PINNA M., *Il clima della Sardegna*, Pisa, 1954, («Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia dell'Università di Pisa», 1).
- PINNA M., *La distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-55*, in Pubbl. n. 21, Min. LL.PP., Serv. Idrogr., Roma, 1969, pp. 39-96.
- PULINA M.A., *Il gradiente altimetrico della temperatura nel Massiccio del Gennargentu (Sardegna Centrale)*, in «Atti XX Conf. Internaz. di Meteorol. Alpina», 1988 (in corso di stampa).
- SERRA A., *Aspetti meteorologici e climatici della zona del costituendo «Parco Nazionale del Gennargentu»*, in «Atti XV Conv. Internaz. Ass. Laureati in Scienze Biol.», Nuoro, Roma, 1974, pp. 5-18.

DECREASE OF TEMPERATURE WITH ALTITUDE IN THE GENNARGENTU MOUNTAINS. – Daily maximum and minimum temperatures have been collected for eleven stations of the Gennargentu mountains (Central Sardinia); their altitude varies between 0 and 1010 m. Altimetrical gradient of mean monthly and annual temperatures has been calculated using linear regression method. Furthermore this method allows to calculate mean temperatures for places without thermometric equipment. Meaningful differences in the gradient have been pointed out in western and eastern sides and in the same side with increasing altitude. These differences have due two local geographic factors as the influence of the sea and the exposure to the prevailing winds.

Università di Sassari, Istituto di Geopedologia e Geologia Applicata.