



Provincia
Autonoma
di Trento

N.6

Quaderni di nivologia

- Andamento nivo-meteorologico dell'inverno 1988-89
- Indagine sugli eventi valanghivi 1988-89
- Raccolta dei «messaggi» alle Commissioni Locali Valanghe 1988-89
- Attività sperimentale
- Notizie

SERVIZIO CALAMITÀ PUBBLICHE - UFFICIO NEVE E VALANGHE

Quaderni di nivologia

n° 6

Pubblicazione interna a cura
dell'Ufficio Neve e Valanghe
Servizio Calamità Pubbliche - P.A.T.

Ed. 1990

SOMMARIO

Presentazione	Pag.	5
Premessa	»	7
Andamento nivometeorologico dell'inverno 1988-1989	»	9
Indagine sugli eventi valanghivi 1988-89	»	65
Messaggi alle Commissioni Locali Valanghe	»	69
Il trasporto della neve per effetto eolico	»	75
Notiziario	»	85

PRESENTAZIONE

Acquisire ed ordinare dati, utilizzando l'informatica quale strumento ideale per garantire precisione e velocità elaborativa, è diventato ormai una esigenza dalla quale nessun settore operativo può prescindere.

Occorre perciò trasformare il dato in informazione per i diversi usi relativi all'ambiente fisico ed alle iniziative economiche legate al territorio.

Le tabelle ed i grafici contenuti nei Quaderni di Nivologia costituiscono riferimenti informativi affidabili e puntuali che testimoniano oltretutto l'impegnativo e scrupoloso lavoro di monitoraggio svolto dai nostri Rilevatori.

L'ASSESSORE
Geom. VIGILIO NICOLINI

PREMESSA

Dall'analisi dei dati nivometeorologici della stagione invernale 1988-89 emerge, in dettaglio e per le varie zone del Trentino, l'entità delle precipitazioni solide che sembrano caratterizzare l'avvio di un ciclo climatico particolare.

La quantità di neve caduta durante il periodo in esame è nettamente inferiore a quella degli anni precedenti.

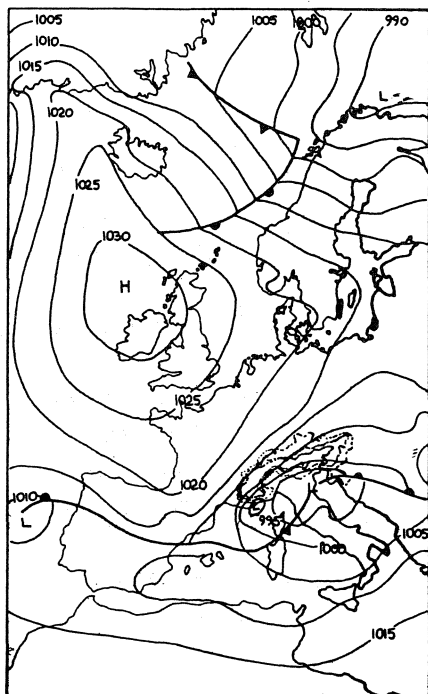
Il drastico dimezzamento delle precipitazioni nevose è dovuto soprattutto alla loro totale assenza registrata nella parte centrale dell'inverno.

Il fenomeno dell'inversione termica ha comportato temperature anomale nei mesi di gennaio e di febbraio, con conseguente rapida distruzione del manto nevoso.

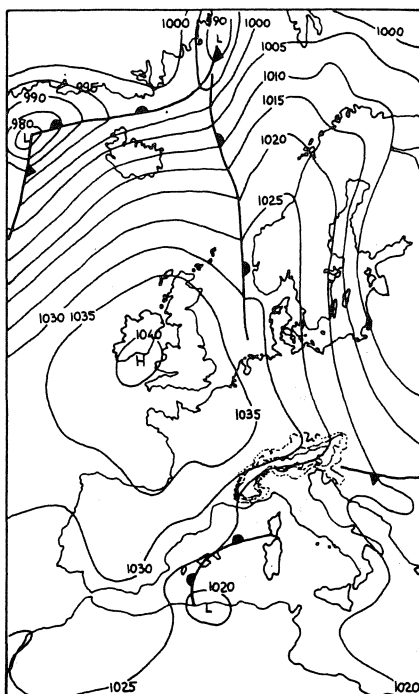
Nonostante ciò il fenomeno delle valanghe si è manifestato violentemente in seguito alle intense nevicate di fine stagione.

Il controllo di questa particolare tendenza assume importanza fondamentale per una migliore conoscenza anche delle interrelazioni esistenti tra l'andamento climatico e le situazioni di crisi della stabilità del manto nevoso.

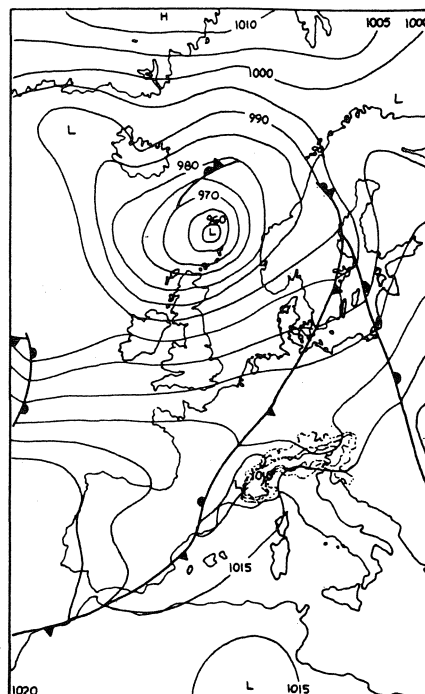
IL CAPO UFFICIO
Dr. ELIO CAOLA



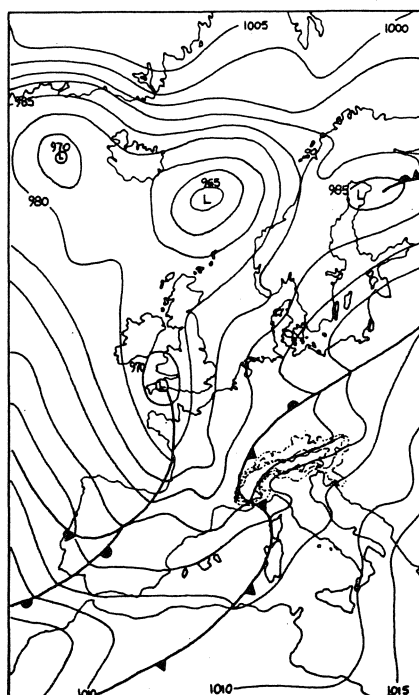
Situazione meteorologica
21.11.88 h 12.00



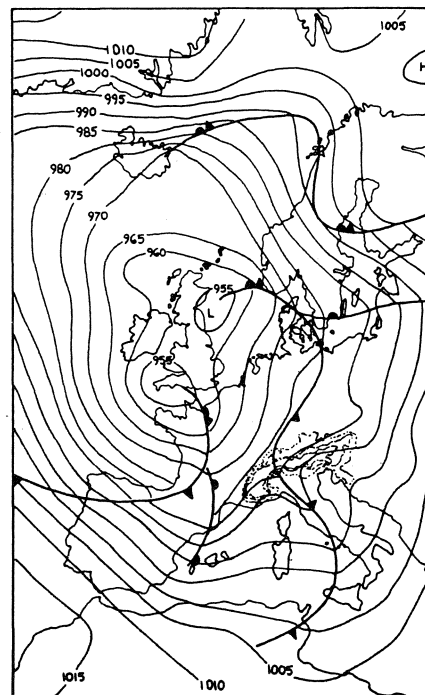
14.12.88 h 12.00



23.2.89 h 12.00



24.2.89 h 12.00



25.2.89 h 12.00

Configurazioni bariche
dei giorni più significativi
dell'inverno 1988-89.

RELAZIONE NIVOLOGICA 1988 - 1989.

L'estrema scarsità di precipitazioni unitamente a temperature dell'aria molto miti rappresentano senz'altro gli aspetti più salienti della stagione invernale 1988-1989.

La prima nevicata significativa si è avuta a fine novembre, dopodiché fino a metà febbraio il tempo è rimasto sempre sereno o poco nuvoloso con temperature dell'aria di gran lunga al di sopra delle medie stagionali. Verso la fine di febbraio e per tutto il mese di aprile sono arrivate le piogge che hanno assunto carattere nevoso solo sopra i 1700 m.

Per commentare, sia pur brevemente, l'andamento nivometeorologico di una stagione è indispensabile poter consultare una banca dati di base che è peraltro disponibile presso l'ufficio Neve e Valanghe in quanto centro di acquisizione dei dati nivometeorologici provenienti dalle attuali 28 stazioni di osservazione. Tali dati vengono comunicati all'Ufficio da guardie forestali, cantonieri provinciali, guardiani dell'Enel, dipendenti delle società degli impianti di risalita, appositamente incaricati alla raccolta quotidiana, durante il periodo invernale, di queste indispensabili informazioni.

La neve depositatasi al suolo in questa stagione è stata inferiore a quella degli anni precedenti. Alla quota di 1500 m sono caduti mediamente 156 cm di neve (320 nella stagione 1987-1988 e 345 nella stagione 1986-1987). Tutto ciò è stato determinato dalla totale assenza di precipitazioni nevose durante la parte centrale dell'inverno per un periodo di 63 giorni (dal 20 dicembre al 20 febbraio).

Per quanto riguarda le temperature si sono mantenute inizialmente nella media dei

valori stagionali, mentre sono state decisamente anomale nei mesi di gennaio e febbraio. Il persistere di condizioni anticicloniche ha favorito l'instaurarsi di condizioni di inversione termica con conseguente perdurare di temperature elevate in quota.

Il manto nevoso, con queste condizioni termiche, ha subito una veloce metamorfosi distruttiva presentandosi, dal punto di vista cristallografico, anche durante i mesi di gennaio e febbraio, a grossi grani arrotondati, caratteristica quest'ultima della neve primaverile.

A causa delle scarse precipitazioni nevose, il pericolo di valanghe si è mantenuto debole durante i mesi di dicembre e gennaio. Mentre da fine febbraio e per i mesi di marzo e aprile è aumentato da moderato a forte a causa delle nevicate, anche intense che si sono verificate a fine stagione invernale.

NOVEMBRE

Tra sabato 19 e domenica 20 novembre 1988 una perturbazione proveniente dall'Atlantico nel suo movimento da sud verso est interessa il Trentino. Le precipitazioni a carattere nevoso, si localizzano prevalentemente sul confine orientale. Con il giorno 21 si attivano le stazioni di osservazione di San Martino di Castrozza, 1460 m, e di Predazzo, 1013 m, che segnalano rispettivamente 11 e 3 cm di neve fresca. Nei giorni seguenti al passaggio delle perturbazioni affluisce aria fredda con conseguente abbassamento delle temperature specialmente nei valori minimi: il giorno 22 novembre, -10° in entrambe le località.

Nonostante ciò il manto nevoso subisce una veloce metamorfosi distruttiva, causa principale le temperature positive del terreno.

DICEMBRE

Un'area depressionaria nel suo movimento verso est interessa nei giorni 2 e 3 dicembre il territorio provinciale con la conseguenza di precipitazioni nevose, di maggiore intensità sul settore occidentale (Madonna di Campiglio, 36 cm di neve fresca, e Monte Bondone, 15 cm).

Nei giorni che seguono a causa dell'aria calda convogliata dalle correnti meridionali le precipitazioni da nevose si trasformano in piovose anche a quote superiori ai 1500 m.

Nei giorni dal 4 al 6 dicembre una perturbazione che scorre a nord delle Alpi interessa solo parzialmente il Trentino con scarse nevicate. Forte vento proveniente da nord, nord-est favorisce una diminuzione delle temperature specie nei valori minimi (il giorno 7 -15°C a Paneveggio e -10° a Pozza di Fassa).

Tra i giorni 19 e 20 dicembre si registra una debolissima precipitazione nevosa generale su tutta la provincia.

Nella terza decade di dicembre si instaura su tutta l'Europa l'anticiclone atlantico che determinerà l'inizio di una condizione meteorologica anomala con temperature calde, in particolare ad alta quota, ed assoluta assenza di precipitazioni.

GENNAIO

Tutto il mese di gennaio è stato caratterizzato da una totale assenza di precipitazioni a causa dell'anticiclone delle Azzorre che persiste sull'Europa centrale. Tale figura barica, solitamente caratteristica della stagione estiva, ha determinato non solo la

scarsità di precipitazioni ma anche tempo bello con temperature elevate soprattutto alle quote medio alte. Il fenomeno dell'inversione termica, in questo periodo molto frequente, ha prodotto temperature più fredde nei fondovalle e valori termici più caldi in montagna, superiori in quest'ultimo caso ai zero gradi anche durante la notte.

FEBBRAIO

Dal 1° al 20 febbraio la situazione meteorologica non cambia, permane stabile l'anticiclone delle Azzorre che devia le perturbazioni provenienti dall'Atlantico verso latitudini più a Nord.

Conseguenza di tale situazione su tutta l'Italia cielo sereno o poco nuvoloso con fenomeni di inversione termica.

La stazione di Passo Valles, 2013 m, comunica che il giorno 1° febbraio la temperatura minima è di 0° , mentre Paneveggio, 1400 m, segnala ben 7° sotto lo zero.

Con il giorno 20 febbraio una perturbazione atlantica si forma sul Golfo di Biscaiglia e penetra nel Mediterraneo. La sua curvatura ciclonica favorisce il convogliamento di aria caldo-umida determinando dal giorno 24 su tutto il Trentino precipitazioni intense, nevose sopra gli 800-1000 m. Le nevicate continueranno fino al giorno 27, toccando i seguenti valori:

- giorno 25 febbraio 1989 (più copiose nel settore orientale)
 - cm 73 a Malga Bissina (Val Daone)
 - cm 63 a Pejo
 - cm 66 a Rabbi;
- giorno 26 febbraio 1989
 - su tutto il territorio provinciale con il massimo a Passo Valles cm 79.

MARZO

Dal 1° al 10 marzo forti afflussi di aria

calda accompagnano le tre perturbazioni che si susseguono in questa prima decade di marzo e le conseguenze sono precipitazioni piovose e nevose di modestà entità.

Dal giorno 10 al giorno 13 marzo, venti da nord-ovest favoriscono condizioni di phoen con conseguente rialzo termico e aumento dell'assestamento del manto nevoso (il 12 marzo si registrano a Passo San Valentino 15°, a Passo Valles 8° e 14° sul Monte Bondone).

Con il giorno 14 marzo afflusso di aria fredda da nord-est causata dalla curvatura ciclonica che interessa le Alpi orientali.

In concomitanza si avvia una fase di tempo perturbato che provocherà precipitazioni a carattere nevoso al di sopra dei 1700 m. La sommatoria di neve fresca caduta dal 14 al 21 marzo è di: 34 cm a Malga Bissina, 25 a Passo San Pellegrino, 40 al Passo Tonale.

Gli ultimi dieci giorni di marzo sono caratterizzati da condizioni di cielo sereno o poco nuvoloso con temperature in aumento

accompagnate da venti caldi che favoriscono il veloce metamorfismo distruttivo del manto nevoso.

Con la fine del mese di marzo, a causa della totale assenza di neve su gran parte delle stazioni nivometeorologiche, si sospende la campagna di rilevamento '88-89.

APRILE

Durante il mese di aprile si sono verificate ulteriori precipitazioni nevose, anche intense, per le quali, essendo ormai sospesa l'attività di rilevamento, non è stato possibile analizzare l'andamento.

Tuttavia le stazioni di Passo Tonale, Campiglio e Ciampac (Canazei) nei primi giorni di aprile hanno rilevato rispettivamente i seguenti valori di precipitazione nevosa:

dal 4 al 6 aprile: 28 cm

dal 4 al 7 aprile: 39 cm

dal 2 al 7 aprile: 60 cm.

VALORI CARATTERISTICI DELL'INVERNO 1988-1989

Stazione: **IPEI TARLENTA**

Quota: 2010

Periodo di osservazione: dal 29/12/88 al 30/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	3	0	0	-2	1	14	1
Gennaio	31	0	0	-9	3	15	1
Febbraio	28	2	1	-12	1	14	1
Marzo	30	3	0	-11	1	16	3
TOTALI	92	5	1				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	0	0	20	0	3	20	3
Gennaio	0	2	0	0	29	20	3
Febbraio	0	4	120	63	1	96	1
Marzo	1	10	53	19	1	63	1
TOTALI	1	16	193				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio TARLENTA

Quota s.l.m. 2010 Esposizione SSE

ALTEZZA NEVE
AL SUOLO
(centimetri)

200

150

100

50

TEMPERATURA NEVE IN C °

-16 -12 -8 -4

RESISTENZA NEVE IN KG

80 60 40 20

HS

300

250

200

150

100

50

VALANGHE
superficie
fatiche

L1

NEVE FRESCA
(centimetri)

60

40

20

PIOGGIA D

PENETRAZIONE
SONDA

20

40

60

TEMPERATURA
DELL'ARIA
(min e max)
(gradi C°)

10

5

0

-5

-10

-15

-20

10 T

5

0

-5

-10

-15

-20

FORZA DEL
VENTO
(nodi)

20

15

10

5

20 FF

15

10

5

NUVOLOSITA'
(in ottavi)
(nebbia e)

6

4

2

6

4

2

DATA

15

20

30

OTTOBRE

10

20

30

NOVEMBRE

10

20

30

DICEMBRE

10

20

30

GENNAIO

10

20

30

FEBBRAIO

10

20

30

MARZO

10

20

30

APRILE

10

20

30

MAGGIO

10

20

30

GIUGLIO

10

20

30

AGOSTO

10

20

30

SETTEMBRE

10

20

30

OCTOBER

10

20

30

NOVEMBER

10

20

30

DECEMBER

10

20

30

JANUARY

10

20

30

FEBRUARY

10

20

30

MARCH

10

20

30

APRIL

10

20

30

MAY

10

20

30

JUNE

10

20

30

JULY

10

20

30

AUGUST

10

20

30

SEPTEMBER

10

20

30

OCTOBER

10

20

30

NOVEMBER

10

20

30

DECEMBER

10

20

30

JANUARY

10

20

30

FEBRUARY

10

20

30

MARCH

10

20

30

APRIL

10

20

30

MAY

10

20

30

Stazione: **2RAB RABBI**

Quota: 1280

Periodo di osservazione: dal 25/2/89 al 2/4/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	4	0	0	-8	2	5	2
Marzo	30	3	0	-7	1	22	1
Aprile	2	0	0	2	2	14	1
TOTALI	36	3	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	2	107	66	1	98	1
Marzo	8	2	2	2	1	66	1
Aprile	0	0	0	0	2	0	2
TOTALI	8	4	109				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio RABBI

Quota s.l.m. 1280 Esposizione S

ALTEZZA NEVE
AL SUOLO
(centimetri)

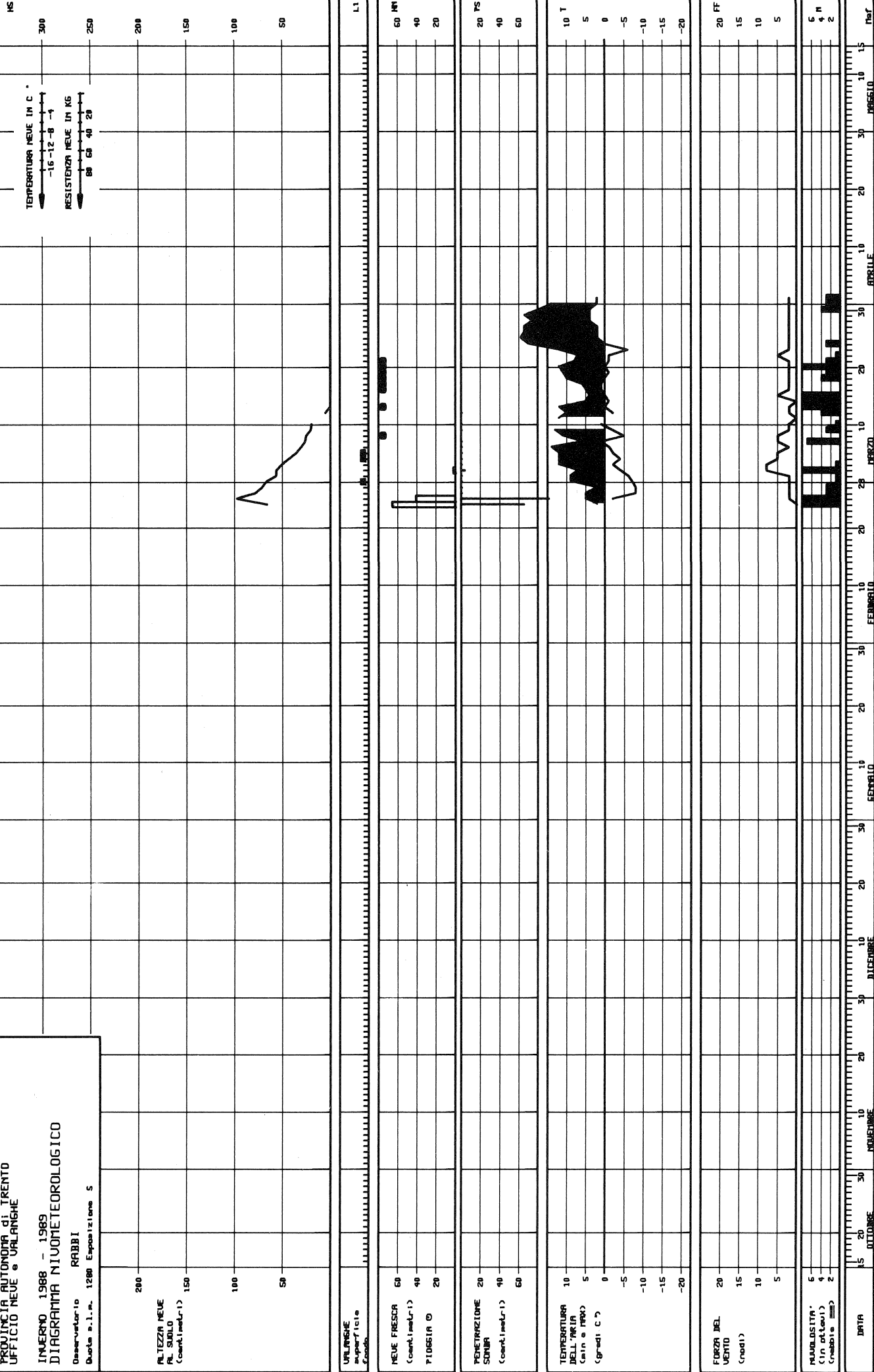
200

150

100

50

TEMPERATURA NEVE IN C.
-16 -12 -8 -4
RESISTENZA NEVE IN KG
80 60 40 20



Stazione: **3PIN PINZOLO**

Quota: 1530

Periodo di osservazione: dal 26/2/89 al 9/4/89

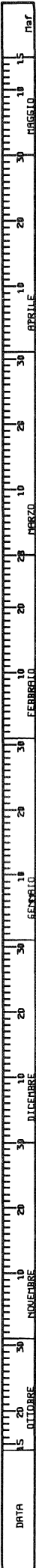
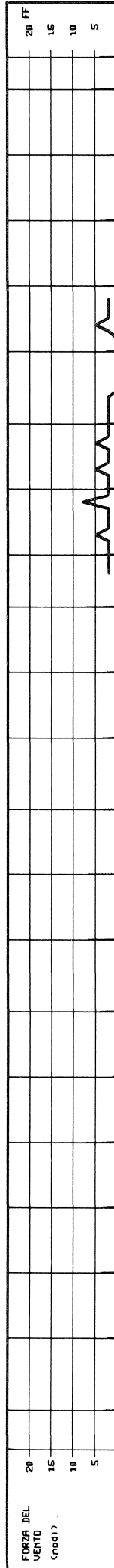
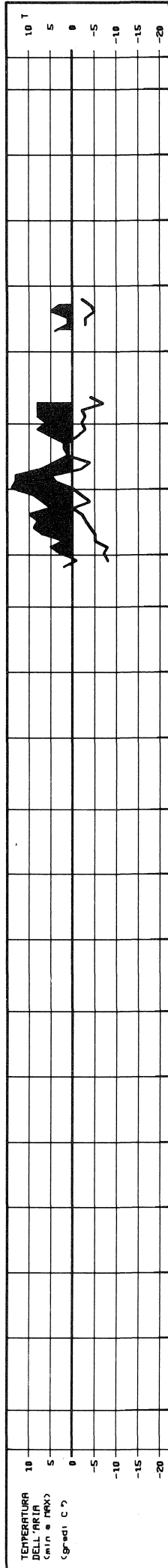
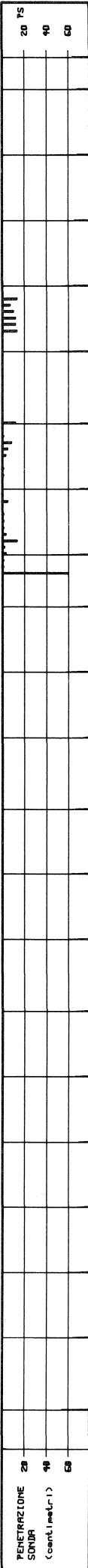
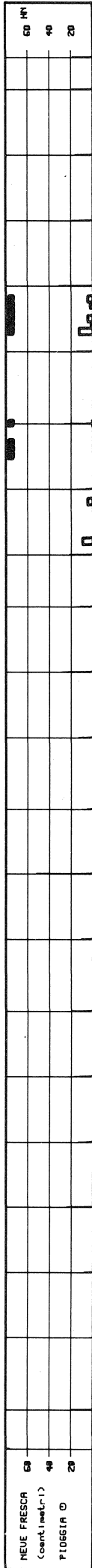
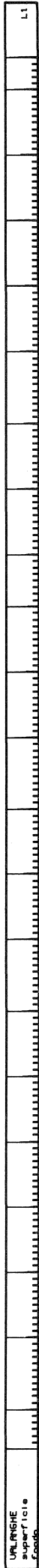
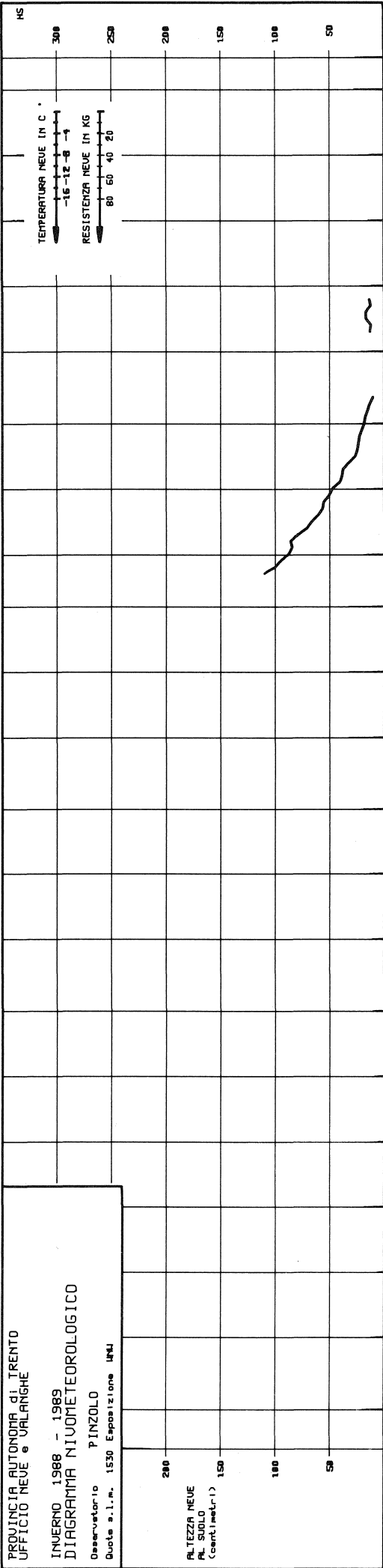
MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	3	0	1	-8	1	2	1
Marzo	25	0	0	-8	1	14	1
Aprile	6	0	0	-5	1	5	1
TOTALI	34	0	1				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	0	110	0	3	110	1
Marzo	4	4	16	10	1	87	1
Aprile	6	6	28	13	1	17	2
TOTALI	10	10	154				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio PINZOLO
Quota s.l.m. 1530 Esposizione NW



Stazione: **4SMC S. MARTINO di C.**
 Periodo di osservazione: dal 21/11/88 al 29/3/89

Quota: 1460

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Novembre	2	0	0	-10	1	9	1
Febbraio	5	2	0	-15	1	4	1
Marzo	29	2	0	-15	2	15	2
TOTALI	36	4	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Novembre	0	1	11	11	1	11	1
Febbraio	0	4	104	57	1	104	1
Marzo	1	4	3	1	3	80	1
TOTALI	1	9	118				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIUMETEOROLOGICO

Osservatorio S. MARTINO di C.
Quota s.l.m. 1460 Esposizione ESE

TEMPERATURA NEVE IN C.
-16 -12 -8 -4
RESISTENZA NEVE IN KG
80 60 40 20

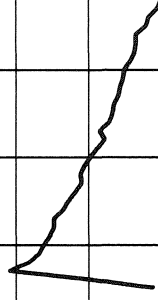
ALTEZZA NEVE
AL SUOLO
(centimetri)

200

150

100

50



VALANGHE
superficie
fondo

L1

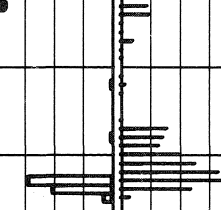
NEVE FRESCA
(centimetri)

60

40

20

PIOGGIA O

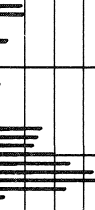


PENETRAZIONE
SUNIA
(centimetri)

20

40

60



TEMPERATURA
DELL'ARIA
(calin e neve)
(gradi C°)

10

5

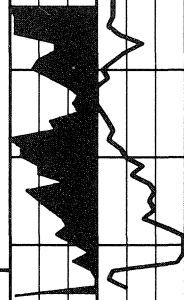
0

-5

-10

-15

-20



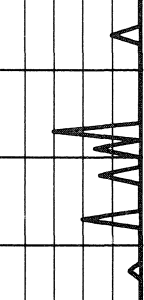
FORZA DEL
VENTO
(nodi)

20

15

10

5



NUBOSITA'
(in ottavi)
(nodi)

6

4

2



DATA

15

20

30

OTTOBRE

15

20

30

NOVEMBRE

15

20

30

DICEMBRE

15

20

30

GENNAIO

15

20

30

FEBBRAIO

15

20

30

MARZO

15

20

30

APRILE

15

20

30

MAGGIO

15

20

30

GIUGNO

15

20

30

LUGLIO

15

20

30

AUGUSTO

15

20

30

SETTEMBRE

15

20

30

OCTOBRE

15

20

30

NOVEMBRE

15

20

30

DICEMBRE

15

20

30

GENNAIO

15

20

30

FEBBRAIO

15

20

30

MARZO

15

20

30

APRILE

15

20

30

MAGGIO

15

20

30

GIUGNO

15

20

30

LUGLIO

15

20

30

AUGUSTO

15

20

30

SETTEMBRE

15

20

30

OCTOBRE

15

20

30

NOVEMBRE

15

20

30

DICEMBRE

15

20

30

GENNAIO

15

20

30

FEBBRAIO

15

20

30

MARZO

15

20

30

APRILE

15

20

30

MAGGIO

15

20

30

GIUGNO

15

20

30

LUGLIO

15

20

30

AUGUSTO

15

20

30

SETTEMBRE

15

20

30

OCTOBRE

15

20

30

NOVEMBRE

15

20

30

DICEMBRE

15

20

30

GENNAIO

15

20

30

FEBBRAIO

15

20

30

MARZO

15

20

30

APRILE

15

20

30

MAGGIO

15

20

30

GIUGNO

15

20

30

LUGLIO

15

20

30

AUGUSTO

15

20

30

SETTEMBRE

15

20

30

OCTOBRE

15

20

30

NOVEMBRE

15

20

30

DICEMBRE

15

20

30

GENNAIO

15

20

30

FEBBRAIO

15

20

30

MARZO

15

20

30

APRILE

15

20

30

MAGGIO

15

20

30

GIUGNO

15

20

30

LUGLIO

15

20

30

AUGUSTO

15

20

30

SETTEMBRE

15

20

30

OCTOBRE

15

20

30

NOVEMBRE

15

20

30

DICEMBRE

15

20

30

GENNAIO

15

20

30

FEBBRAIO

15

20

30

MARZO

15

20

30

APRILE

15

20

30

MAGGIO

15

20

30

GIUGNO

15

20

30

LUGLIO

15

20

30

AUGUSTO

15

20

30

SETTEMBRE

15

20

30

Stazione: **5PSV S. VALENTINO**

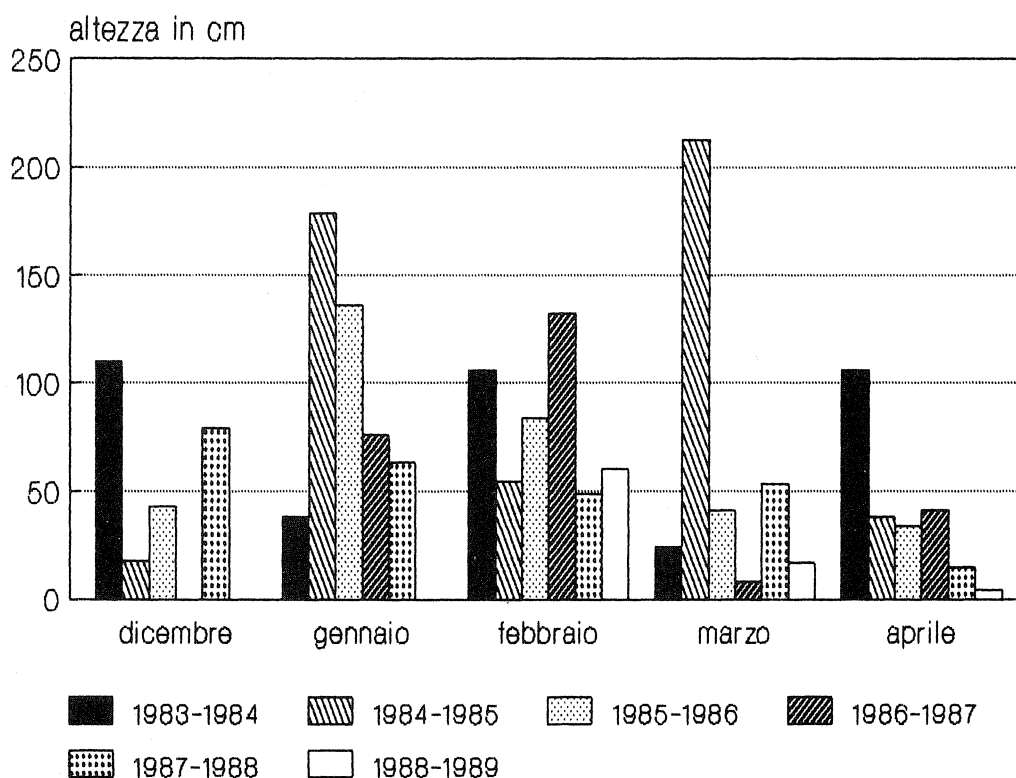
Quota: 1330

Periodo di osservazione: dal 25/2/89 al 6/4/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	4	2	0	-6	2	13	1
Marzo	25	5	0	-5	3	18	1
Aprile	4	0	0	-1	3	10	1
TOTALI	33	7	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	1	2	60	46	1	58	1
Marzo	5	4	17	10	1	45	1
Aprile	2	3	4	2	2	2	2
TOTALI	8	9	81				

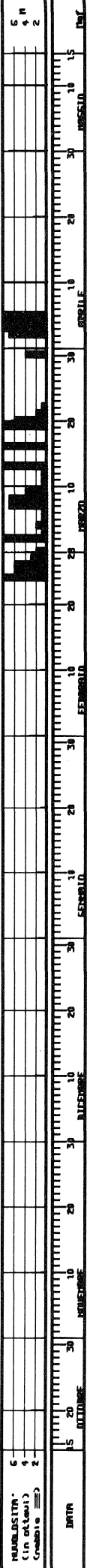
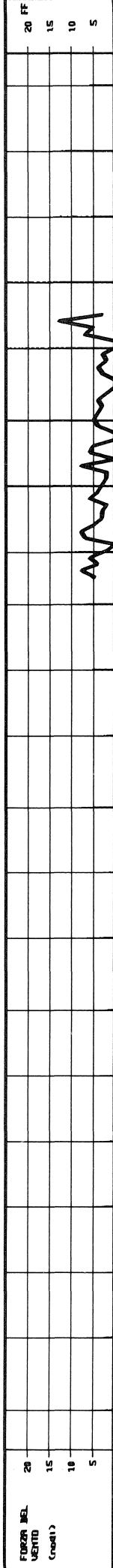
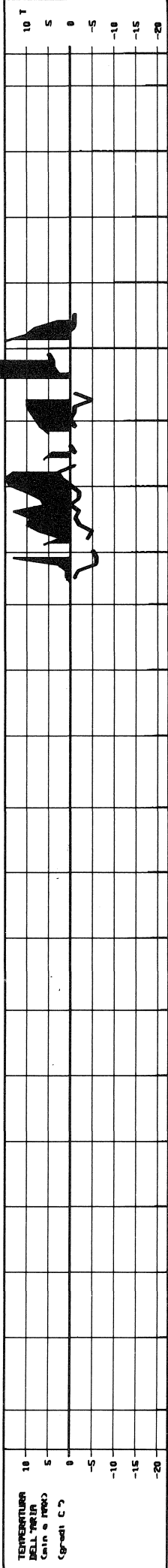
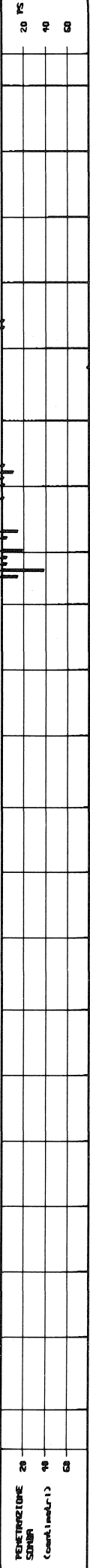
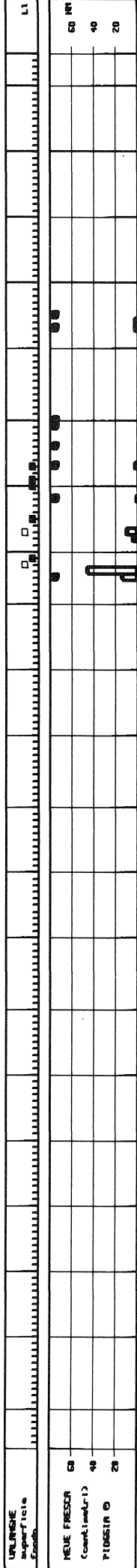
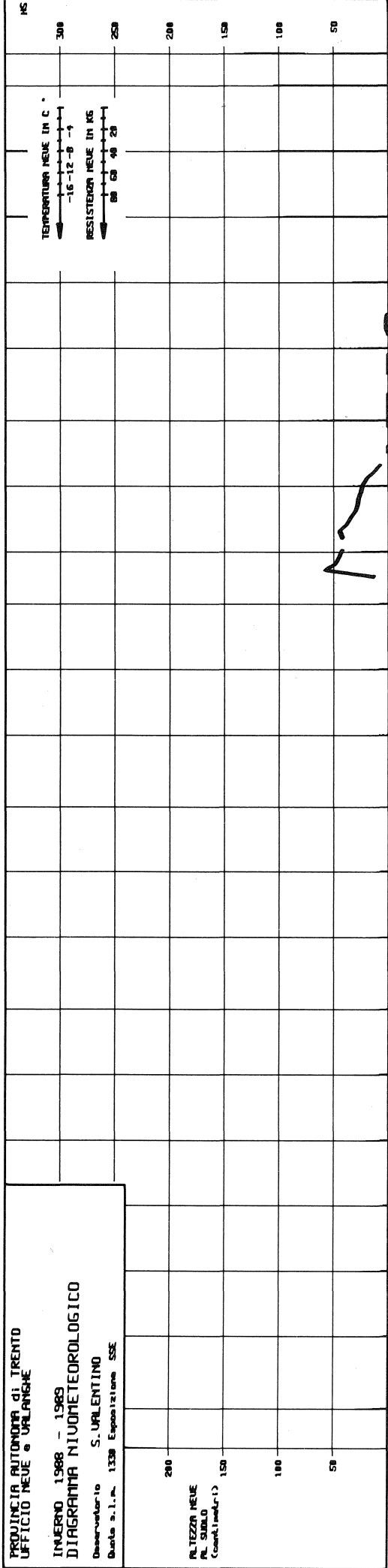
TOTALI NEVE FRESCA – Stazione di S. VALENTINO



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e URLANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NUOMETEOROLOGICO

Osservatorio S. VALENTINO
Quota s.l.m. 1338 Esposizione SSE



Stazione: **6BON BONDONE**

Quota: 1495

Periodo di osservazione: dal 2/12/88 al 4/4/89

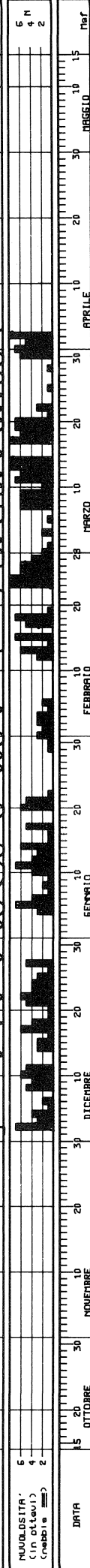
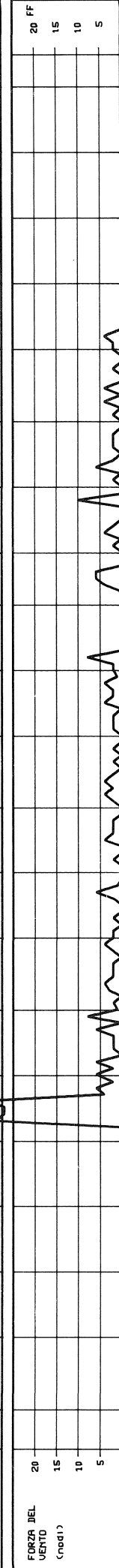
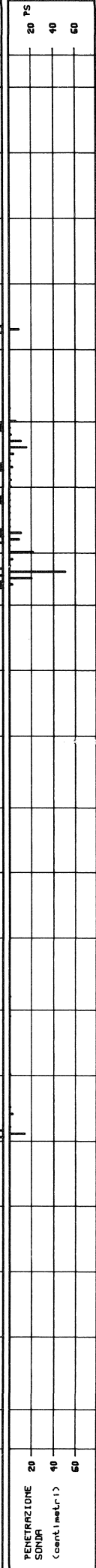
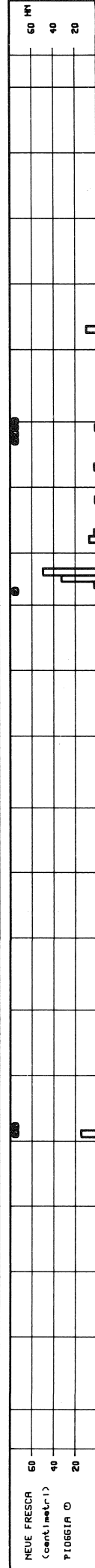
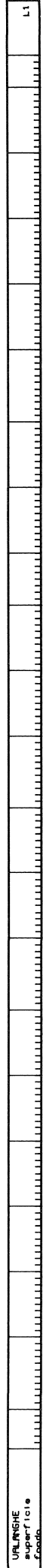
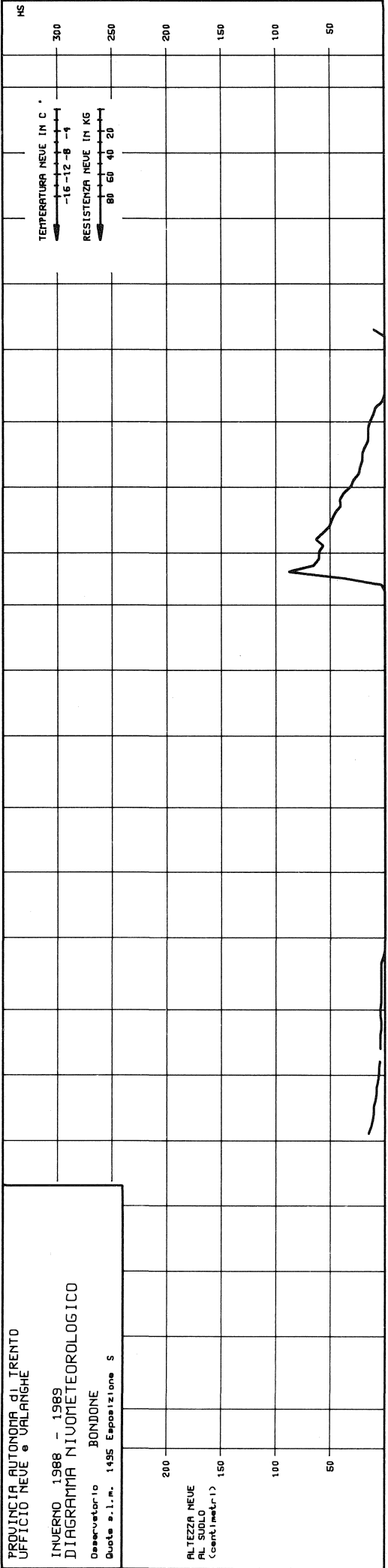
MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	29	0	2	-11	1	11	1
Gennaio	31	0	0	-7	1	25	1
Febbraio	28	0	0	-16	1	14	1
Marzo	30	0	0	-7	2	14	5
Aprile	4	0	0	-1	1	12	1
TOTALI	122	0	2				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	2	4	15	15	1	15	1
Gennaio	0	0	0	0	31	0	31
Febbraio	1	4	86	50	1	88	1
Marzo	4	6	17	7	1	63	1
Aprile	0	1	10	10	1	10	2
TOTALI	7	15	128				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio BONDONE
Quota s.l.m. 1435 Esposizione S



Stazione: **7PVA PASSO VALLES**

Quota: 2040

Periodo di osservazione: dal 8/12/88 al 4/4/89

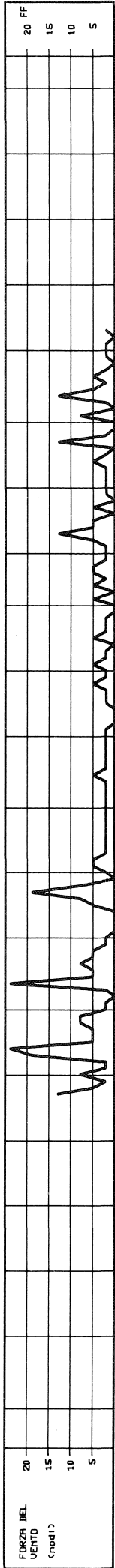
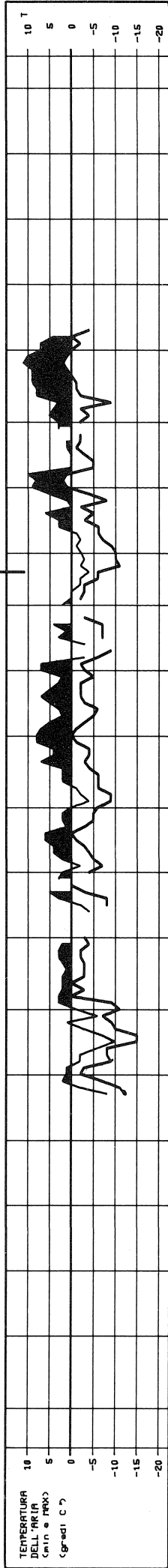
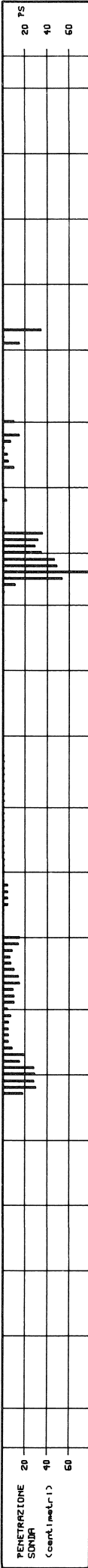
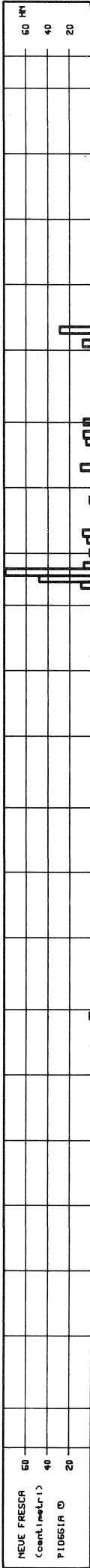
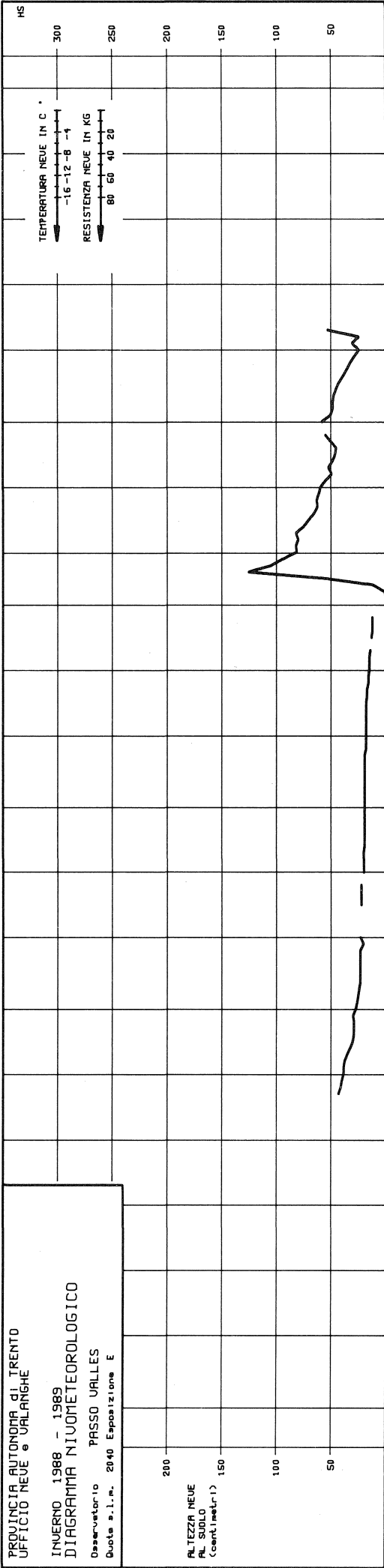
MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	24	0	10	-15	2	3	4
Gennaio	26	0	5	-9	2	8	1
Febbraio	25	1	6	-11	1	8	1
Marzo	30	1	4	-10	1	11	1
Aprile	4	1	0	-4	1	7	2
TOTALI	109	3	25				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	0	2	46	2	1	43	1
Gennaio	0	0	0	0	26	23	1
Febbraio	0	7	145	79	1	126	1
Marzo	0	10	45	10	1	82	2
Aprile	0	2	37	29	1	53	1
TOTALI	0	21	273				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio PASSO VALLES
Quota s.l.m. 2040 Esposizione E



Stazione: **8PAN PANEVEGGIO**

Quota: 1535

Periodo di osservazione: dal 7/12/88 al 25/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	25	0	8	-19	2	5	1
Gennaio	29	0	0	-13	1	9	2
Febbraio	15	0	1	-14	1	10	3
Marzo	25	0	0	-15	2	9	4
TOTALI	94	0	9				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	0	1	14	1	1	13	1
Gennaio	0	0	0	0	29	7	1*
Febbraio	0	5	94	68	1	93	1
Marzo	1	6	20	8	1	68	1
TOTALI	1	12	128				

Quota a.l.m. 1535 Esposizione SSU

09

UNIT

09

UNIT

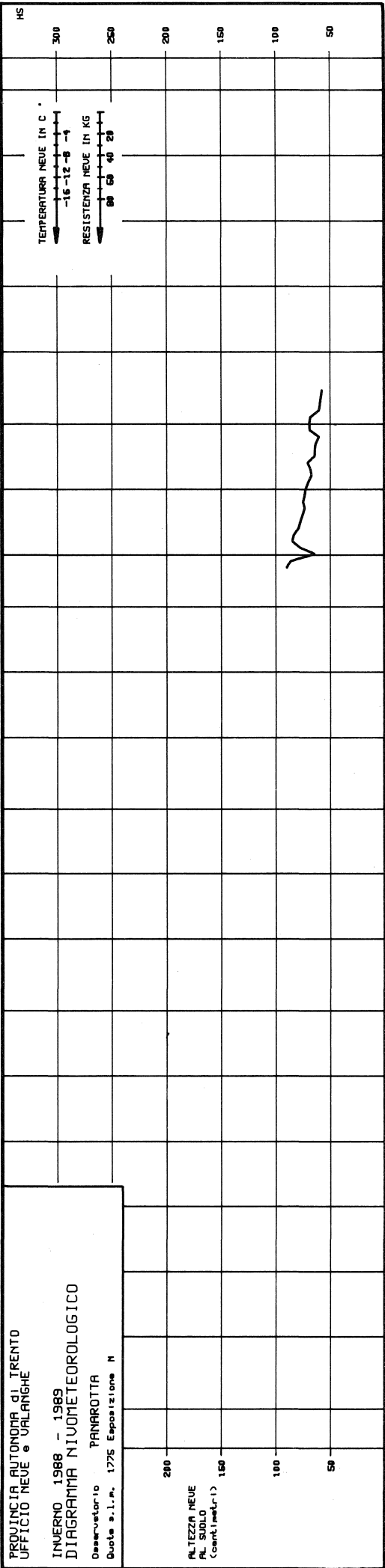
Stazione: **9PTA PANAROTTA**
 Periodo di osservazione: dal 27/2/89 al 29/3/89

Quota: 1775

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	2	1	2	-9	2	-2	1
Marzo	27	0	5	-9	2	12	2
TOTALI	29	1	7				

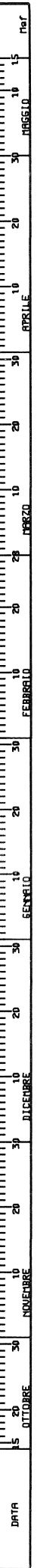
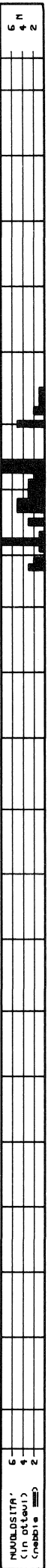
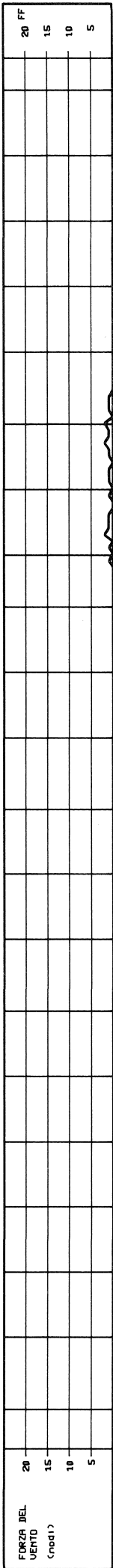
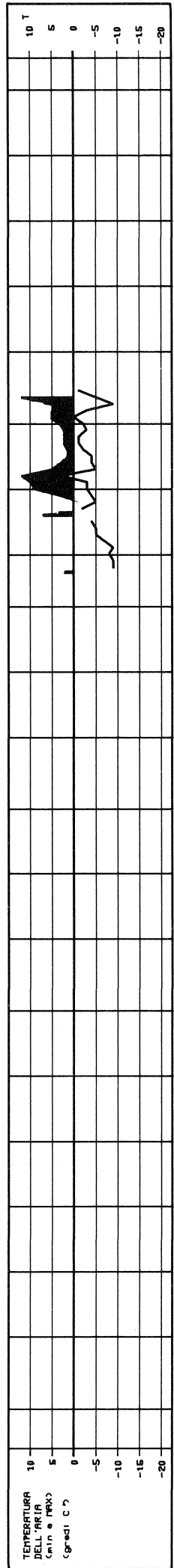
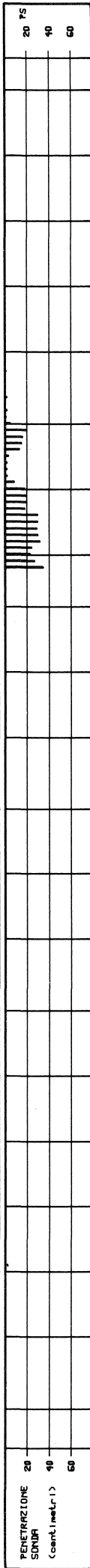
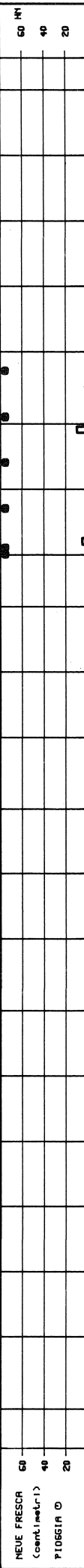
MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	0	90	0	2	90	1
Marzo	6	5	21	10	1	85	1
TOTALI	6	5	111				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
 UFFICIO NEVE e VALANGHE
 INVERNO 1988 - 1989
 DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO
 Osservatorio PANAROTTA
 Quota s.l.m. 1275 Esposizione N



TEMPERATURA NEVE IN C.
 -16 -12 -8 -4
 RESISTENZA NEVE IN KG
 00 20 40 60 80

ALTEZZA NEVE
 AL SUOLO
 (centimetri)



Stazione: **10PM PAMPEAGO**

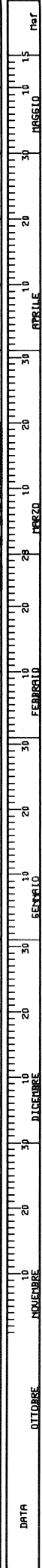
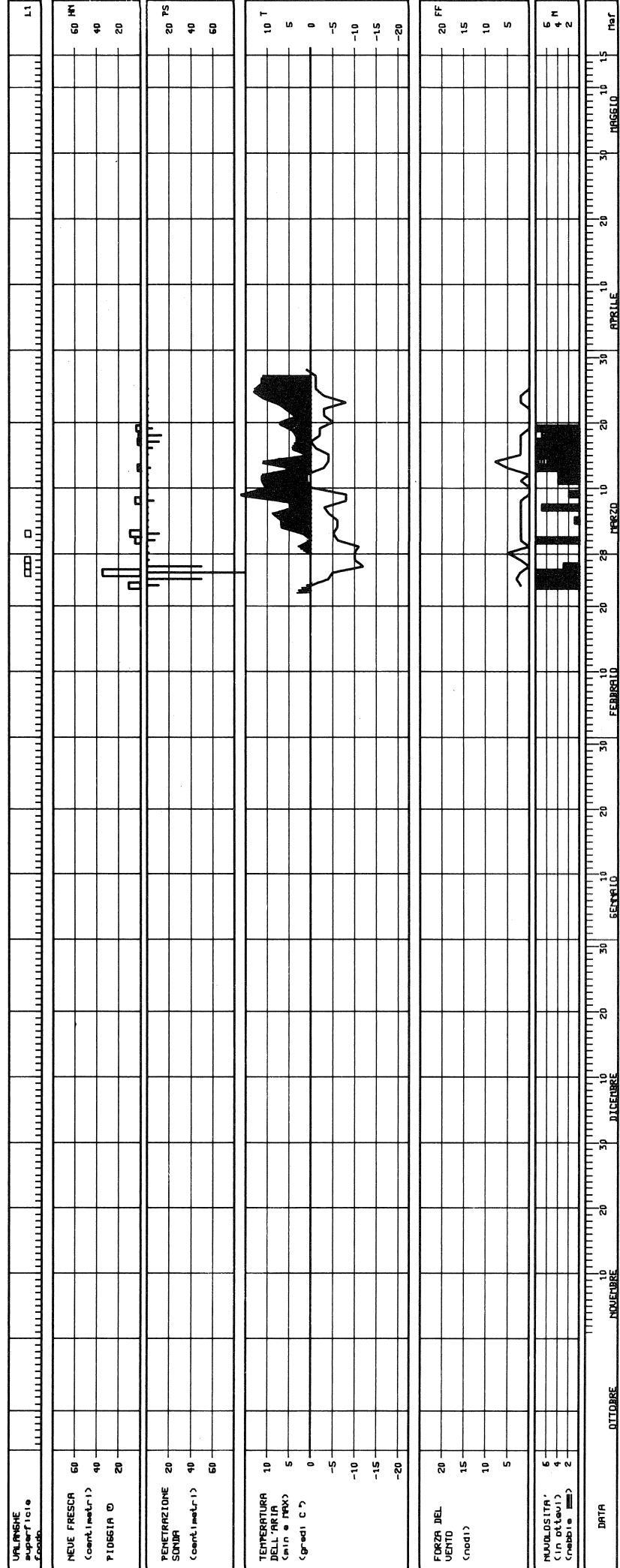
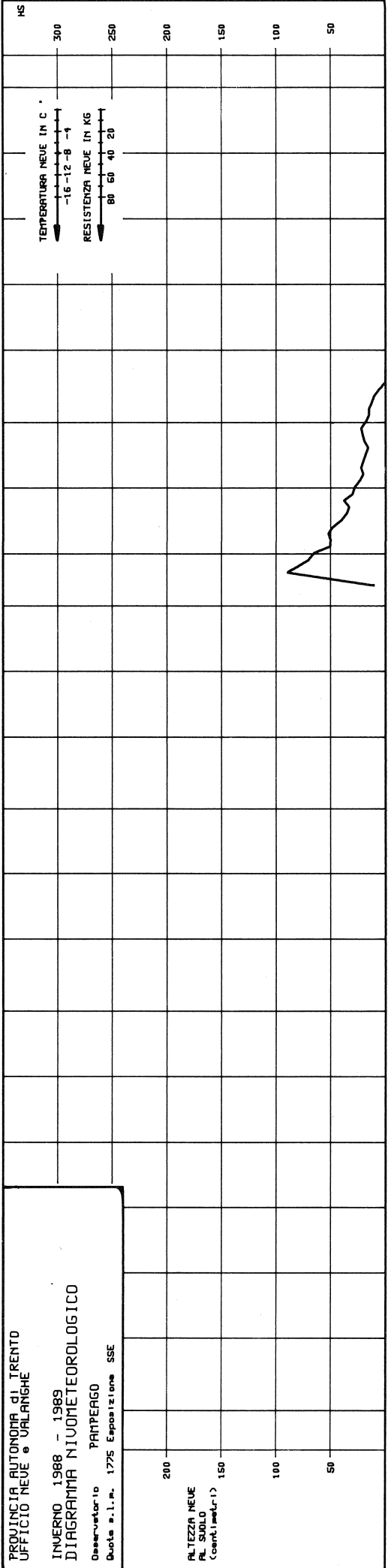
Quota: 1775

Periodo di osservazione: dal 24/2/89 al 29/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	5	3	3	-12	1	1	1
Marzo	29	1	0	-11	1	16	1
TOTALI	34	4	3				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	2	46	35	1	90	1
Marzo	0	7	32	10	1	65	1
TOTALI	0	9	78				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
 UFFICIO NEVE e VALANGHE
 INVERNO 1988 - 1989
 DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO
 Osservatorio PANPERGO
 Quota s.l.m. 1275 Esposizione SSE



Stazione: **11AN ANDALO**

Quota: 1008

Periodo di osservazione: dal 25/2/89 al 3/4/89

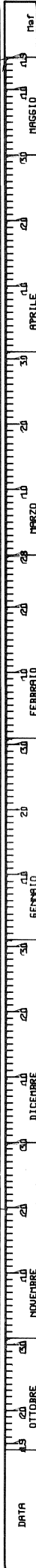
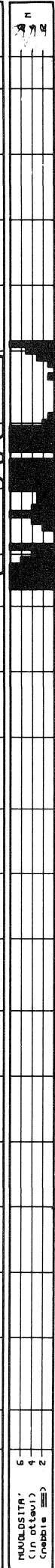
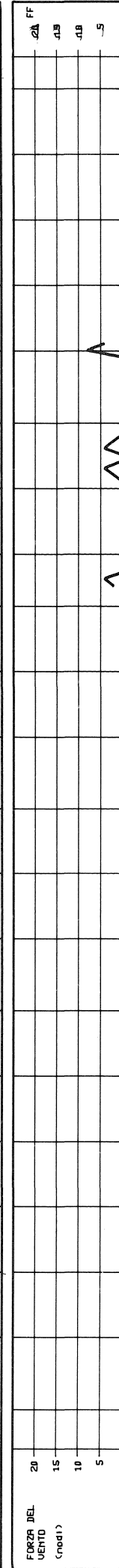
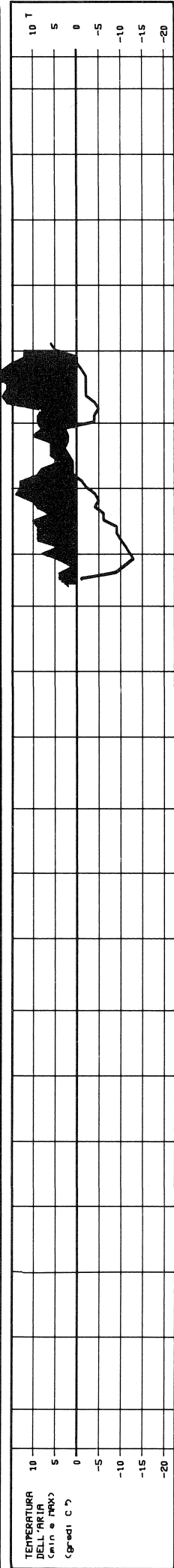
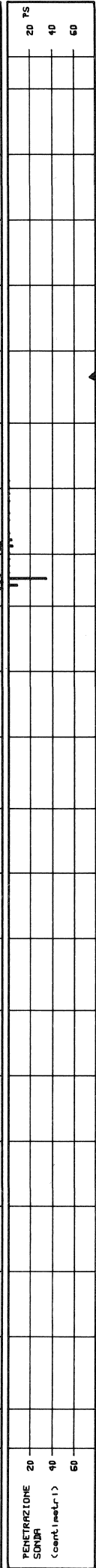
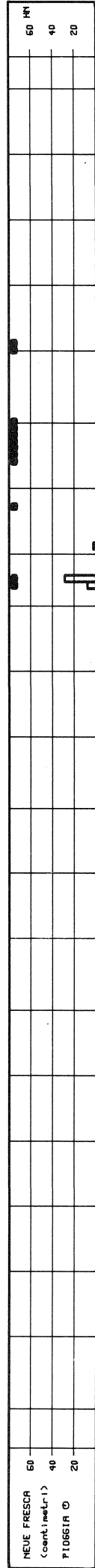
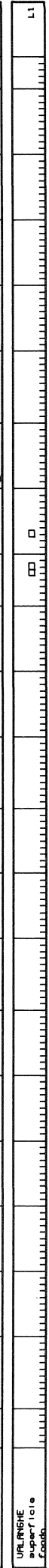
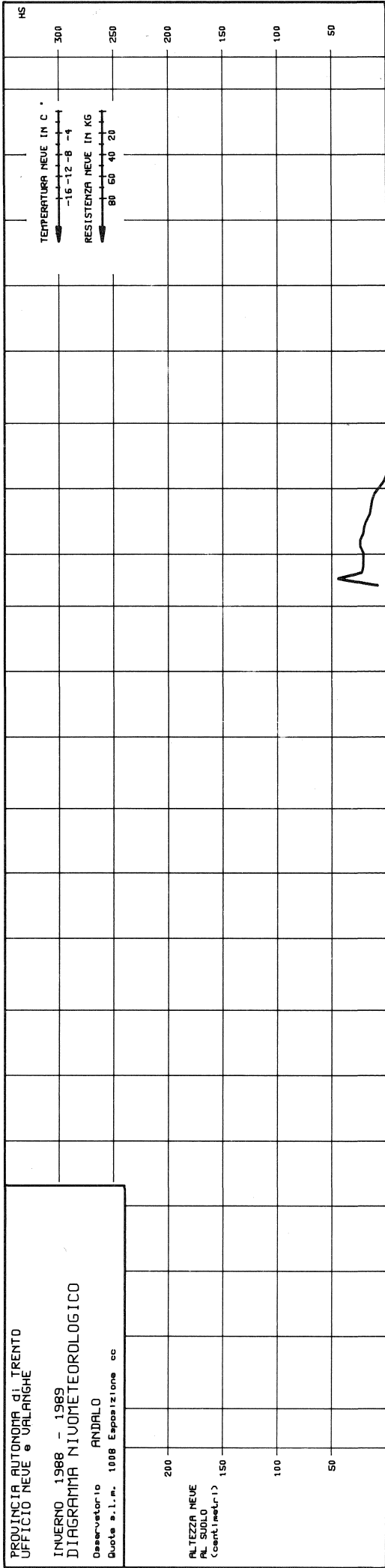
MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	4	2	0	-11	1	4	2
Marzo	31	1	0	-13	1	19	1
Aprile	3	0	0	0	1	12	2
TOTALI	38	3	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	2	2	37	29	1	45	1
Marzo	8	1	3	3	1	24	2
Aprile	2	0	0	0	3	0	3
TOTALI	12	3	40				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio ANDALÒ
Quota s.l.m. 1008 Esposizione cc



Stazione: **12FO PASSO SOMMO**

Quota: 1360

Periodo di osservazione: dal 25/2/89 al 4/4/89

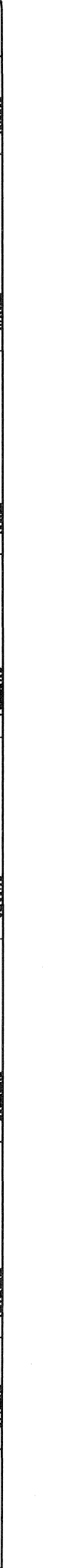
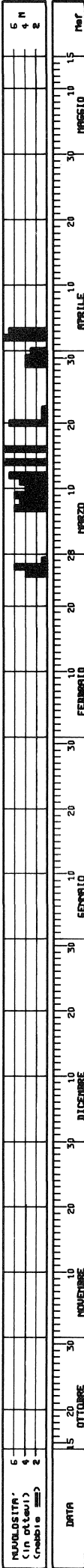
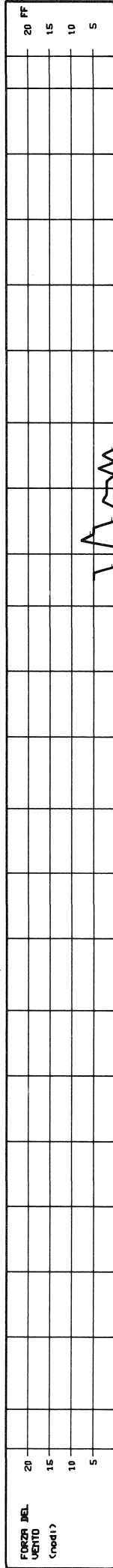
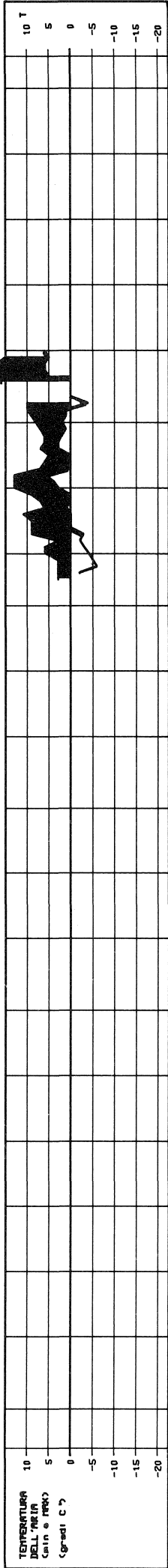
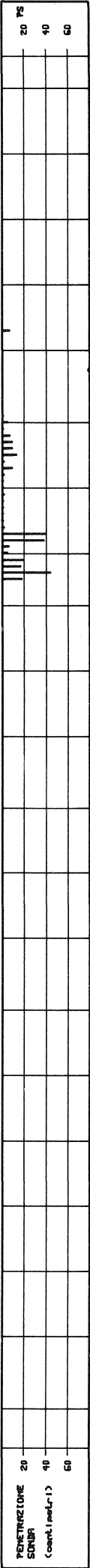
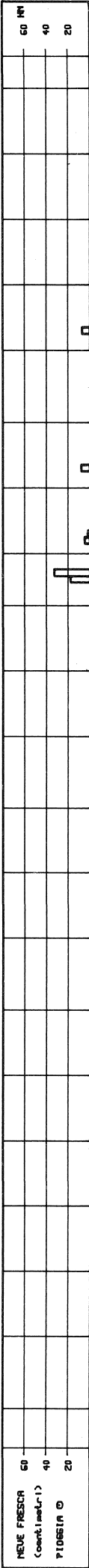
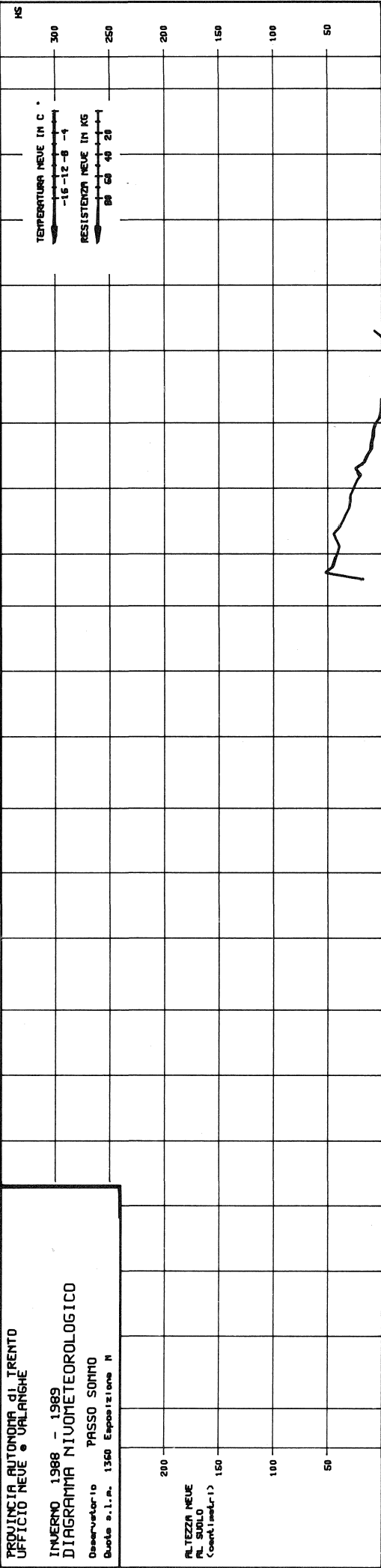
MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	4	0	0	-6	1	3	4
Marzo	30	0	0	-4	2	18	1
Aprile	3	0	0	0	1	9	1
TOTALI	37	0	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	3	51	33	1	52	1
Marzo	0	4	15	8	1	45	1
Aprile	0	1	7	7	1	7	1
TOTALI	0	8	73				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE • UPLANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio PASSO SOTTO
Quota s.l.m. 1350 Esposizione N



Stazione: **13PR PREDAZZO**

Quota: 1000

Periodo di osservazione: dal 22/11/88 al 31/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Novembre	9	0	4	-14	2	6	1
Dicembre	31	0	3	-12	1	10	1
Gennaio	31	0	7	-9	2	14	1
Febbraio	28	0	0	-8	1	13	1
Marzo	31	0	0	-9	1	22	1
TOTALI	130	0	14				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Novembre	0	1	3	3	1	3	1
Dicembre	3	3	5	3	1	3	1
Gennaio	0	0	0	0	31	0	31
Febbraio	4	4	30	28	1	30	1
Marzo	1	3	8	5	1	15	1
TOTALI	8	11	46				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio PREDAZZO

Quota s.l.m. 1900 Esposizione NNE

TEMPERATURA NEVE IN C °
-15 -12 -8 -4
RESISTENZA NEVE IN KG
80 60 40 20

ALTEZZA NEVE
AL SUOLO
(centimetri)

200
150
100
50

VALANGHE
superficie
fondo

NEVE FRESCA
(centimetri)
PIOGGIA O

60
40
20

PENETRAZIONE
SONDA
(centimetri)

20
40
60

TEMPERATURA
DELL'ARIA
(min e max)
(gradi C°)

10
5
0
-5
-10
-15
-20

FORZA DEL
VENTO
(nodi)

20
15
10
5

NUVOLOSITA'
(in ottavi)
(nebbia)

6
4
2

DATA

15 20 30

OCTOBRE

15 20 30

NOVEMBRE

15 20 30

DICEMBRE

15 20 30

GENNAIO

15 20 30

FEBBRAIO

15 20 30

MARZO

15 20 30

APRILE

15 20 30

MAGGIO

15 20 30

GIUGNO

Stazione: **14PO POZZA di FASSA**

Quota: 1380

Periodo di osservazione: dal 5/12/88 al 29/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	26	0	0	-14	2	9	1
Gennaio	31	0	4	-14	1	10	1
Febbraio	28	0	0	-12	3	9	1
Marzo	29	0	0	-12	1	10	1
TOTALI	114	0	4				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	0	3	15	13	1	13	1
Gennaio	0	0	0	0	31	4	1
Febbraio	0	3	53	45	1	52	1
Marzo	6	6	10	5	1	41	1
TOTALI	6	12	78				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE • URLANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio POZZA di FASSA
Quota s.l.m. 1390 Esposizione NNW

TEMPERATURA NEVE IN C.
-16 -12 -8 -4
RESISTENZA NEVE IN KG
80 60 40 20

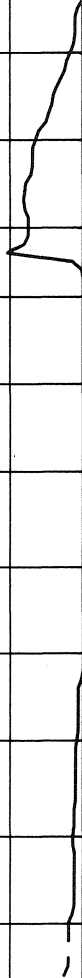
ALTEZZA NEVE
AL SUOLO
(centimetri)

200

150

100

50



LINEA NEVE
superficie
fondale

1.1

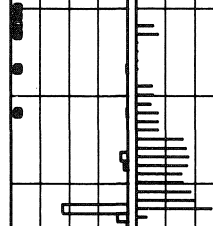
NEVE FRESCA
(centimetri)

60

40

20

PIOGGIA O
NEVE



TEMPERATURA
DELL'ARIA
(in gradi C°)

20

40

60

TEMPERATURA
DELL'ARIA
(in gradi C°)

10

5

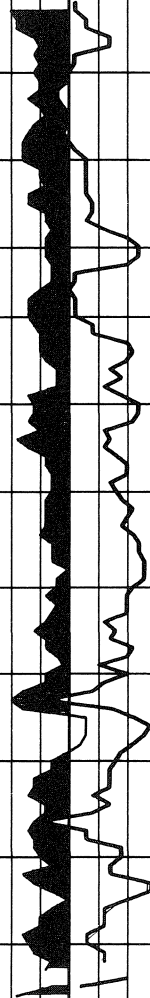
0

-5

-10

-15

-20



FORZA DEL
VENTO
(nodi)

20

15

10

5

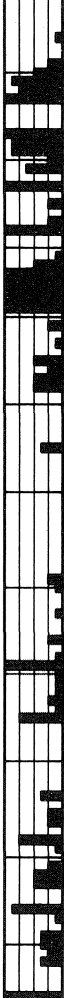
NUBOSITA'
(in ottavi)
(max 10)

5

4

3

2



DATA

15

20

30

NOVEMBRE

DICEMBRE

GENNAIO

FEBBRAIO

MARZO

APRILE

MAY

JUN

JUL

AUG

SET

OCT

NOV

DIC

GEN

FEB

MAR

APR

MAY

JUN

JUL

AUG

SET

OCT

NOV

DIC

GEN

FEB

MAR

APR

MAY

JUN

JUL

AUG

SET

OCT

NOV

DIC

GEN

FEB

Stazione: **15TR TREMALZO**

Quota: 1520

Periodo di osservazione: dal 7/12/88 al 22/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	4	0	0	-7	2	0	0
Gennaio	4	0	0	-4	1	0	0
Febbraio	4	0	0	-7	1	0	0
Marzo	4	0	0	-6	1	0	0
TOTALI	16	0	0				

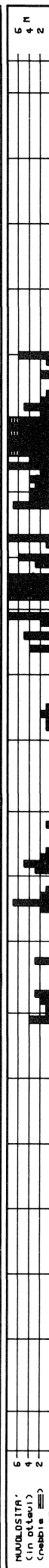
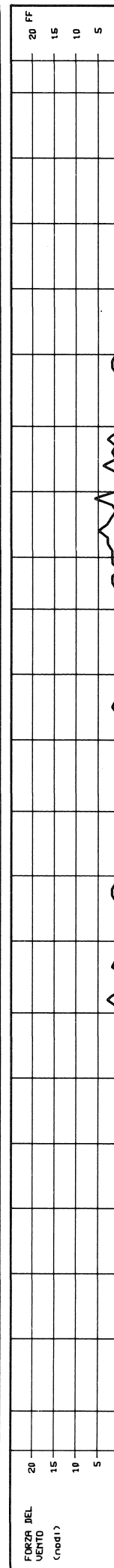
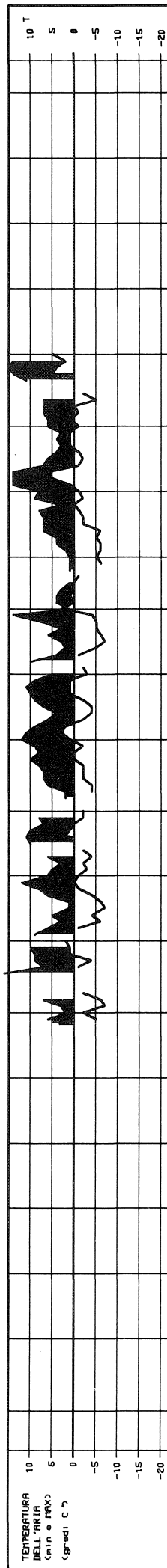
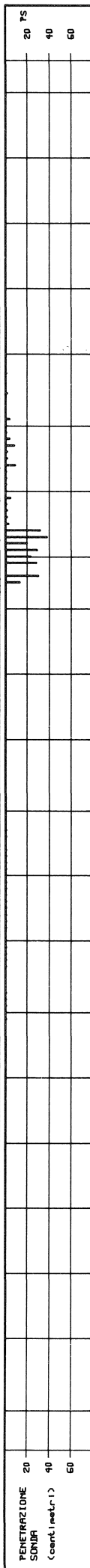
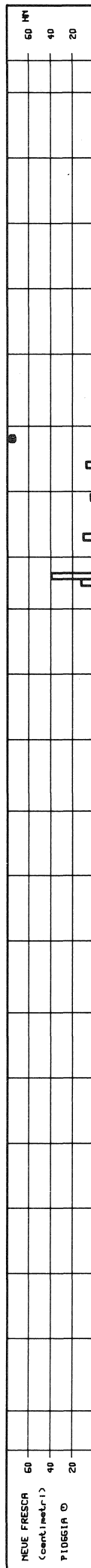
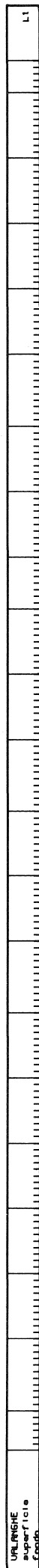
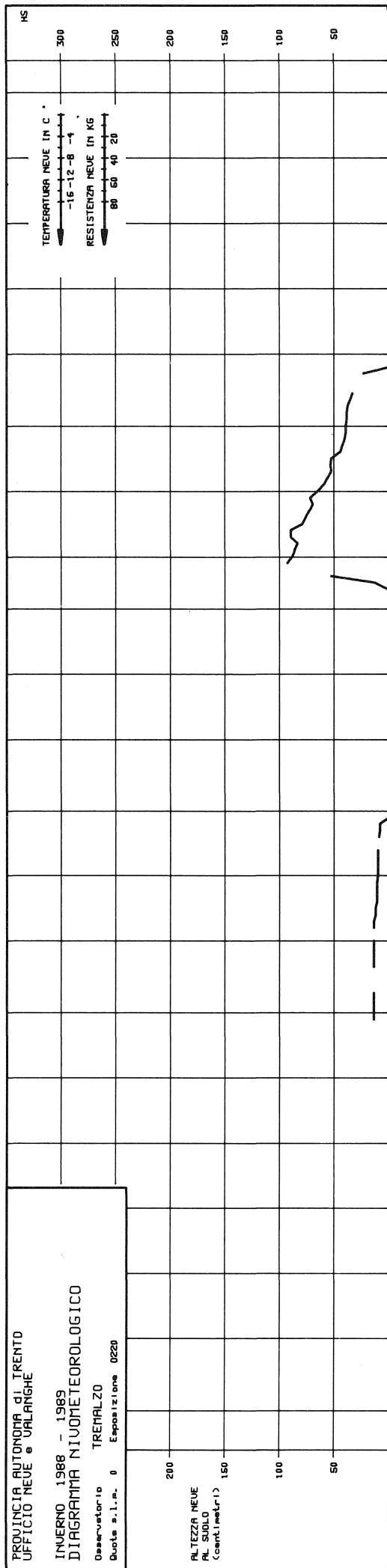
MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	0	0	14	0	4	14	3
Gennaio	0	0	0	0	4	10	1
Febbraio	1	0	0	0	4	0	4
Marzo	2	1	0	0	3	86	1
TOTALI	3	1	14				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE e URLANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio TRENALZO

Quota s.l.m. 0 Esposizione 0220



Stazione: **16PT LE FORCHE**

Quota: 1560

Periodo di osservazione: dal 28/2/89 al 30/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	1	1	1	-8	1	-1	1
Marzo	30	1	0	-8	1	15	1
TOTALI	31	2	1				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	0	89	0	1	89	1
Marzo	1	6	5	5	1	85	1
TOTALI	1	6	94				

Stazione: **17CA CAORIA**

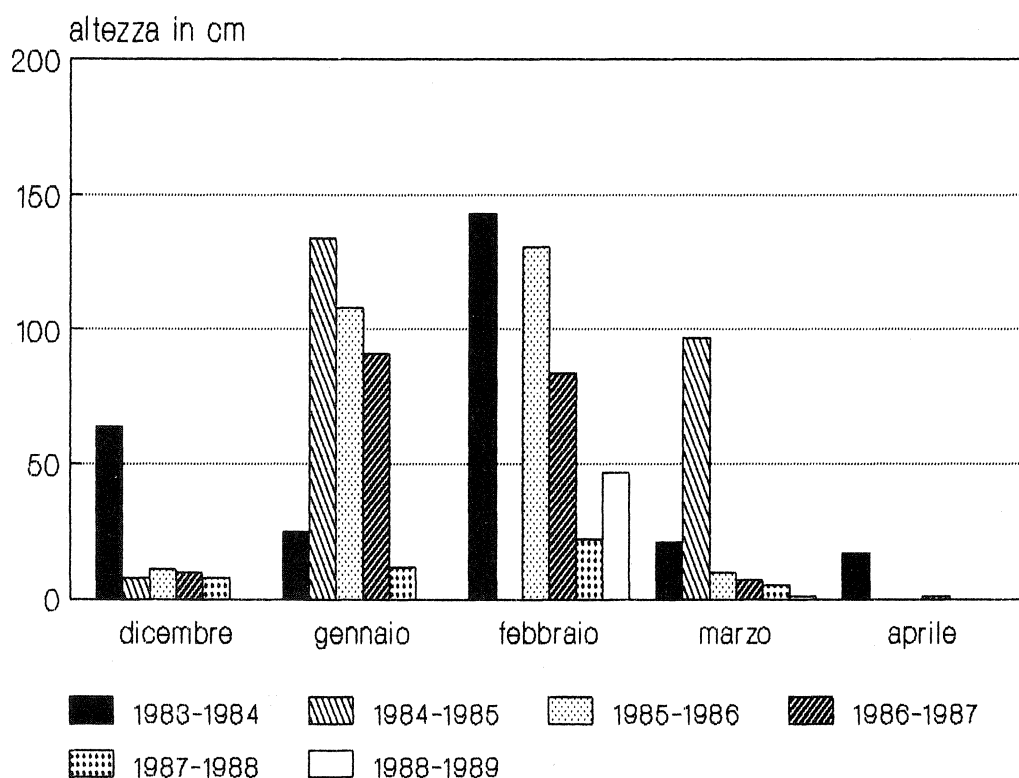
Periodo di osservazione: dal 26/2/89 al 4/4/89

Quota: 925

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	3	1	0	-4	1	12	1
Marzo	31	0	0	-5	2	22	1
Aprile	4	0	0	3	1	13	1
TOTALI	38	1	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	1	47	42	1	47	1
Marzo	2	1	1	1	1	24	1
Aprile	1	0	0	0	4	0	4
TOTALI	3	2	48				

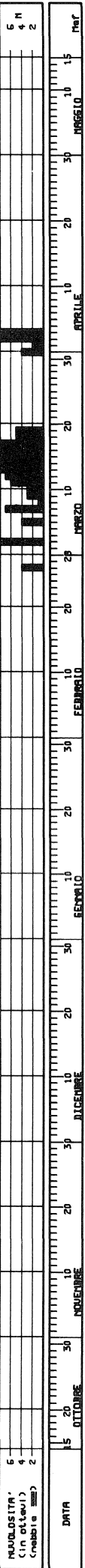
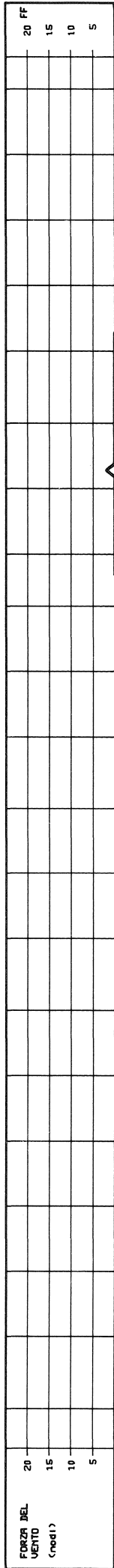
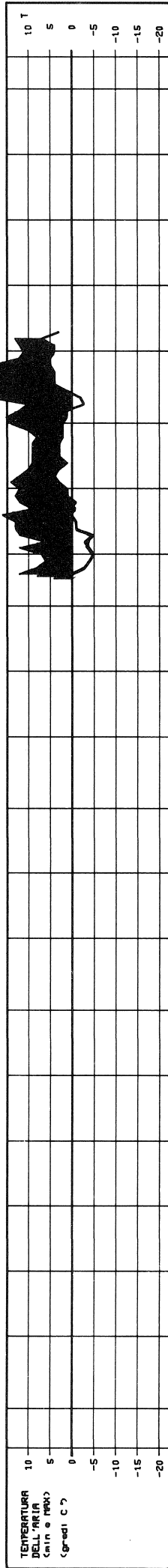
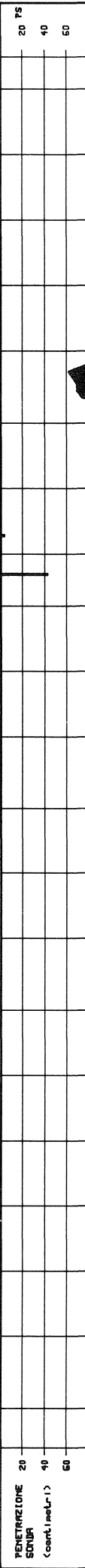
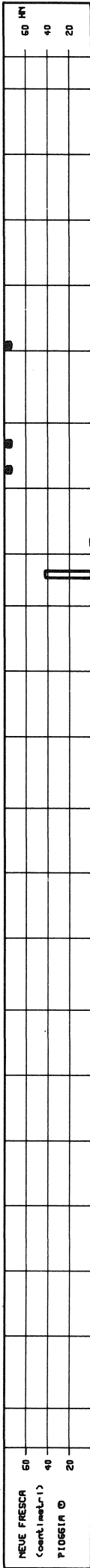
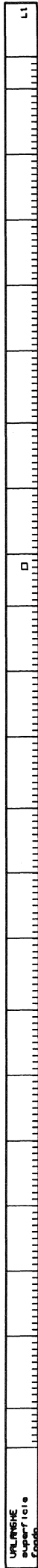
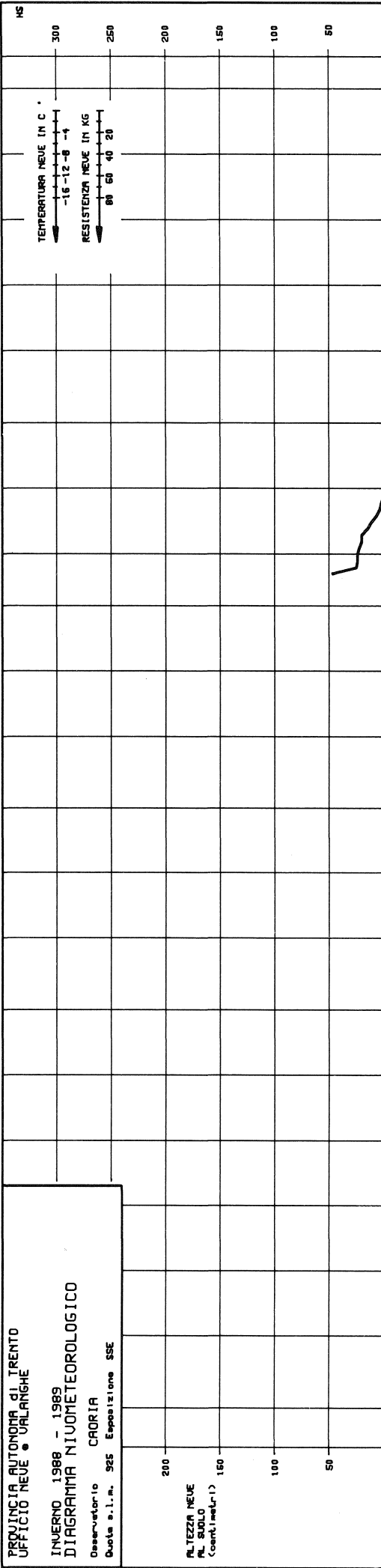
TOTALI NEVE FRESCA – Stazione di CAORIA



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE • VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIOMETEOROLOGICO

Osservatorio CAORIA
Quota s.l.m. 325 Esposizione SSE



Stazione: **18SB CANAL S. BOVO**

Quota: 1240

Periodo di osservazione: dal 26/2/89 al 3/4/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	3	0	0	-7	1	8	1
Marzo	25	1	0	-6	1	17	1
Aprile	3	0	0	3	1	13	1
TOTALI	31	1	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	1	58	46	1	58	1
Marzo	2	3	5	2	2	33	2
Aprile	1	0	0	0	3	0	3
TOTALI	3	4	63				

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE • VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio CANAL S. BOVO
Quota s.l.m. 1240 Esposizione SSE

TEMPERATURA NEVE IN C °
-16 -12 -8 -4
RESISTENZA NEVE IN KG
80 60 40 20

ALTEZZA NEVE
AL SOGLIO
(centimetri)

200

150

100

50

VALANGHE
per superficie
fissa

L1

NEVE FRESCA
(centimetri)

60

40

20

PIOGGIA D

PENETRAZIONE
SONDA
(centimetri)

20

40

60

TEMPERATURA
DELL'ARIA
(min e max)
(gradi C°)

10

5

0

-5

-10

-15

-20

FORZA DEL
VENTO
(nodi)

20

15

10

5

NEVULOSITA'
(in ottavi)
(nebbie)

6

4

2

DATA

15

20

30

OTTOBRE

15

20

30

NOVEMBRE

15

20

30

DICEMBRE

15

20

30

GENNAIO

15

20

30

FEBBRAIO

15

20

30

MARZO

15

20

30

APRILE

15

20

30

MAGGIO

15

20

30

MAR

Stazione: **19PF PIAN FUGAZZE**

Quota: 1175

Periodo di osservazione: dal 25/2/89 al 29/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	4	0	0	-5	1	5	1
Marzo	18	1	0	-4	2	19	1
TOTALI	22	1	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	2	58	32	1	58	1
Marzo	4	1	12	12	1	58	1
TOTALI	4	3	70				

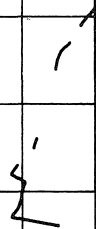
INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Observatorio PIAN FUGAZZE
Quota s.l.m. 1175 Esposizione NNE

ALTEZZA NUOVA
AL SUOLO
(centimetri)

100

5



TEMPERATURA NEVE IN C.

RESISTENZA NEVE IN KG

UNPLANNED
superfici
fondo

NEUE FRES
(cont.) met

PROFIA 9

**PENETRAZIONE
COMBO**

TEMPERATURA
DELL'ARIA
(min e max)
(gradi C °

FORZA DEL
VENTO

NUMEROSITA'
(in ottavi)
(abb. 1912)

DATA

20
0170195

10

5

—

— 15 —

20

1
1598891

2

1

30

20

015564
10

Stazione: **20BA MALGA BAESSA**

Quota: 1260

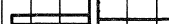
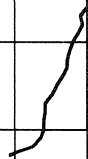
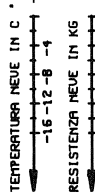
Periodo di osservazione: dal 26/2/89 al 15/3/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	3	1	0	-7	2	7	1
Marzo	15	0	0	-8	1	15	1
TOTALI	18	1	0				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	2	53	53	1	53	1
Marzo	0	2	6	3	2	30	2
TOTALI	0	4	59				

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

ALTEZZA NEVE
AL SUOLO
(centimetri)

[illegible]

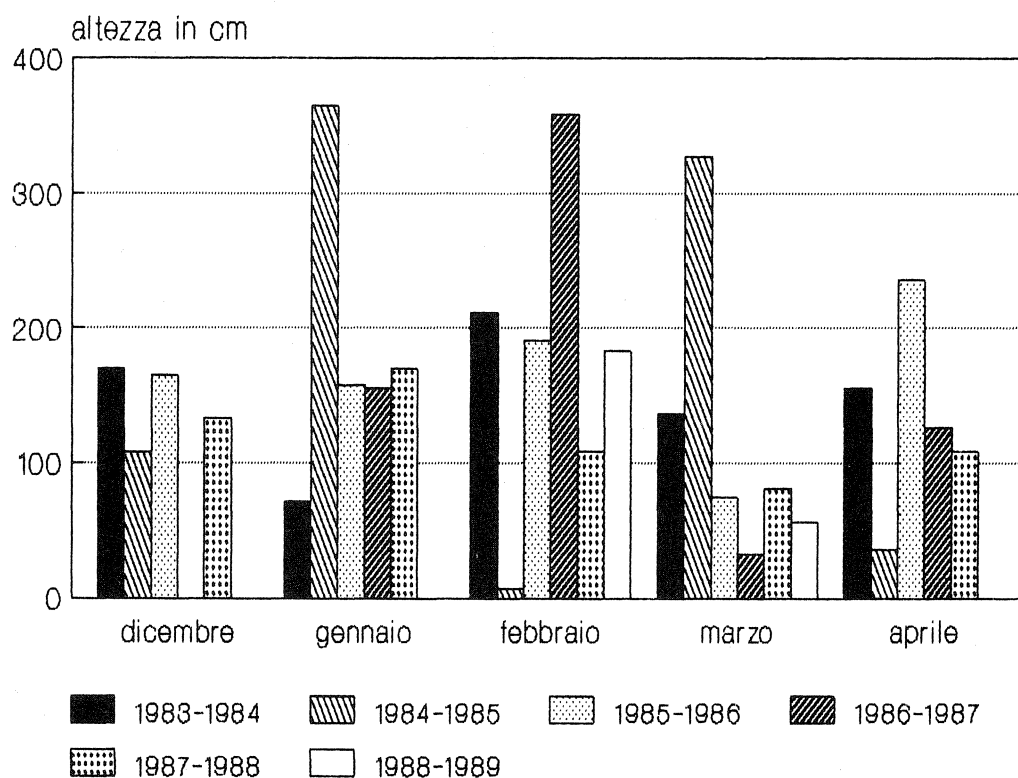
Stazione: **21MB MALGA BISSINA**
 Periodo di osservazione: dal 24/2/89 al 3/4/89

Quota: 1790

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	5	0	3	-11	1	1	1
Marzo	31	0	0	-11	1	13	1
Aprile	3	0	0	-1	1	7	1
TOTALI	39	0	3				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	4	183	73	1	132	1
Marzo	0	9	57	15	2	106	1
Aprile	2	1	0	0	2	22	1
TOTALI	2	14	240				

TOTALI NEVE FRESCA – Stazione di MALGA BISSINA



Stazione: **22CI CIAMPAC**

Quota: 2160

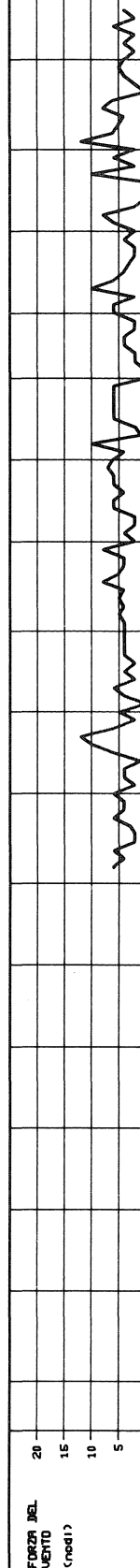
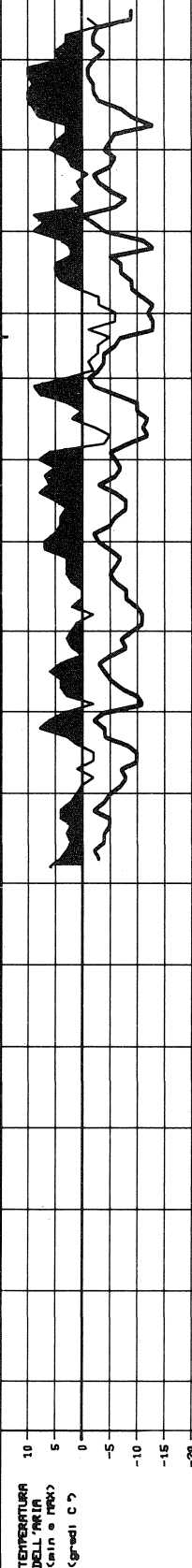
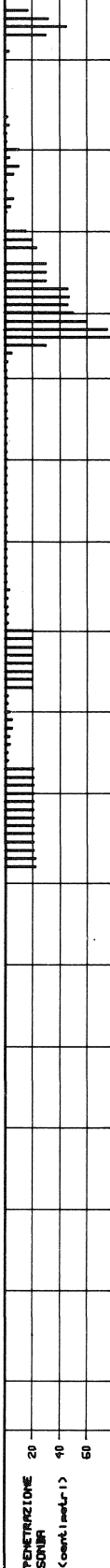
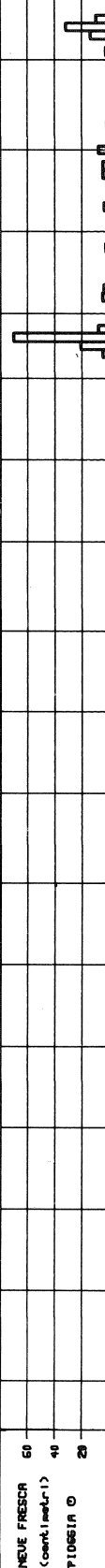
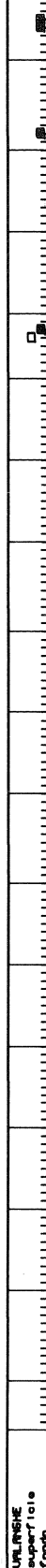
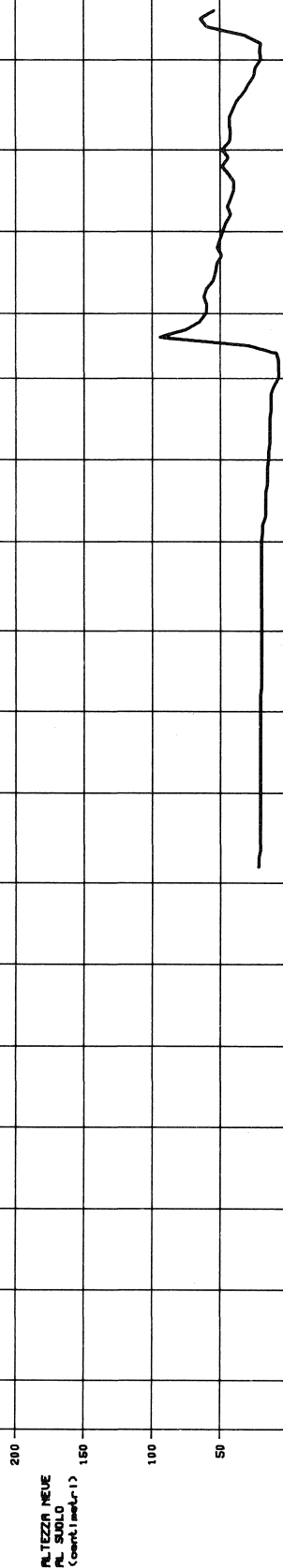
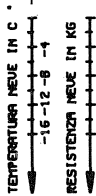
Periodo di osservazione: dal 23/12/88 al 7/4/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	9	0	0	-5	2	6	1
Gennaio	31	0	5	-11	3	8	1
Febbraio	28	2	10	-13	2	9	1
Marzo	31	1	4	-13	3	10	4
Aprile	7	2	2	-9	2	5	1
TOTALI	106	5	21				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	0	0	22	0	9	22	2
Gennaio	0	0	0	0	31	21	13
Febbraio	0	6	106	70	1	95	1
Marzo	0	10	38	8	1	62	1
Aprile	0	5	60	32	1	65	1
TOTALI	0	21	226				

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Quota s.l.m. 2150 Esposizioni ME



Stazione: **23MC CAMPIGLIO**

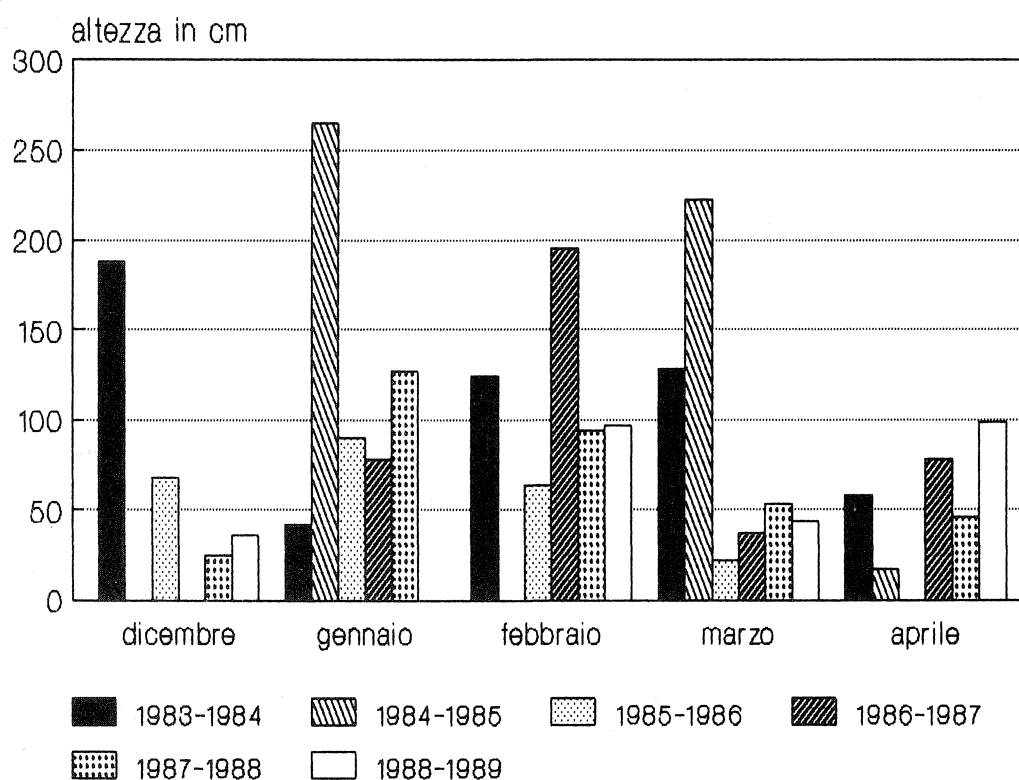
Quota: 1525

Periodo di osservazione: dal 2/12/88 al 13/4/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	13	0	6	-18	1	4	1
Febbraio	4	2	2	-8	1	2	2
Marzo	30	0	0	-9	3	16	1
Aprile	5	0	0	-9	1	5	1
TOTALI	52	2	8				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	1	1	36	36	1	36	1
Febbraio	0	2	97	55	1	121	1
Marzo	2	8	44	7	4	95	1
Aprile	0	4	99	39	1	110	1
TOTALI	3	15	276				

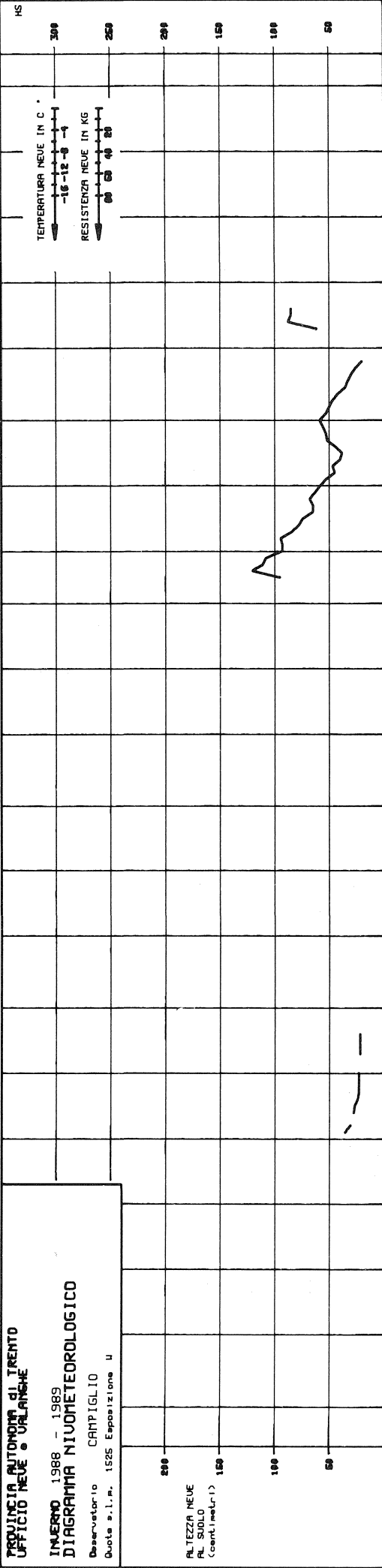
TOTALI NEVE FRESCA – Stazione di MADONNA DI CAMPIGLIO



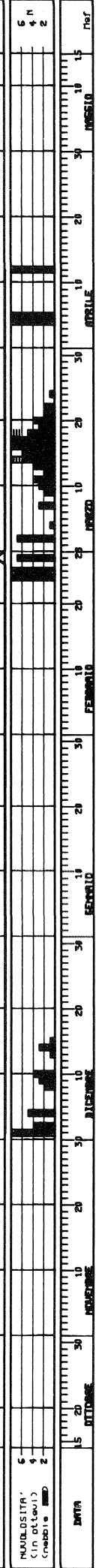
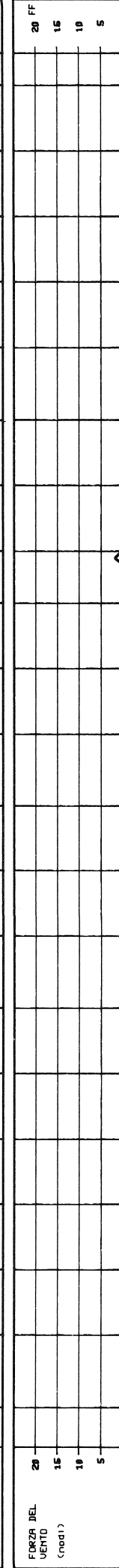
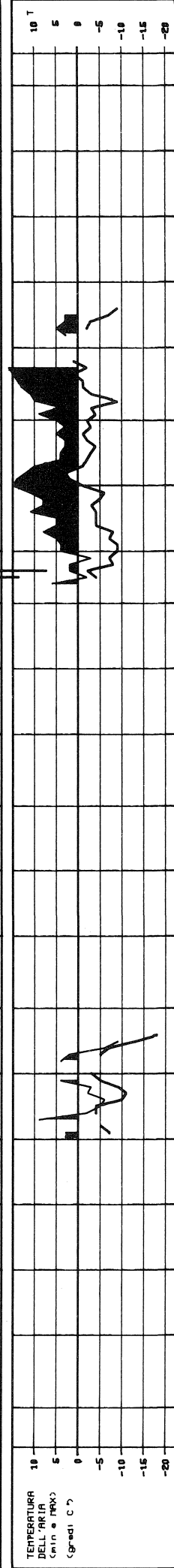
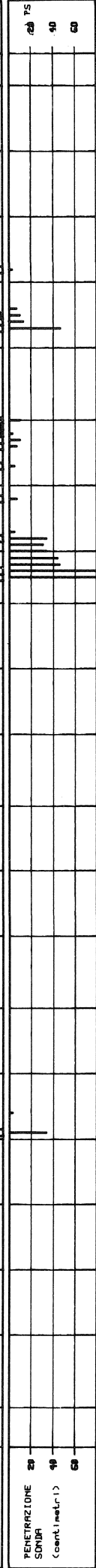
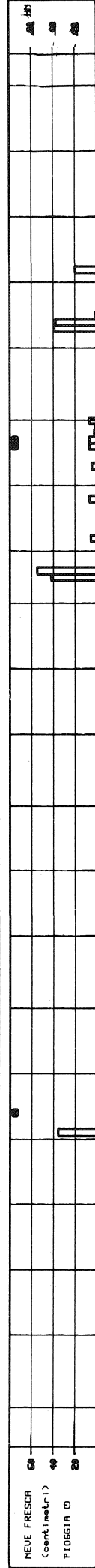
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE • VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Observatorio CAMPIGLIO
Quota s.l.m. 1525 Esposizione U



URLANGHE
superficie
Coda



DATA

15 20 30
 OTTOBRE
 1 10 20 30
 DICEMBRE
 1 10 20 30
 FEBBRAIO
 1 10 20 30
 APRILE
 1 10 20 30
 GIUGNO
 1 10 15
 MAGGIO

Stazione: **24NO VAL NOANA**

Quota: 1025

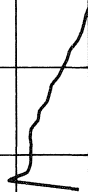
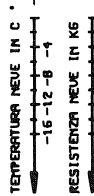
Periodo di osservazione: dal 25/2/89 al 2/4/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Febbraio	4	0	0	-5	1	5	2
Marzo	31	0	0	-6	2	21	2
Aprile	2	0	0	4	2	14	1
TOTALI	37	0	0				

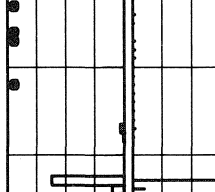
MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Febbraio	0	2	58	50	1	56	1
Marzo	4	3	4	3	1	41	1
Aprile	0	0	0	0	2	0	2
TOTALI	4	5	62				

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

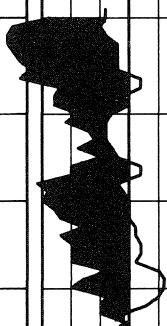
ALTEZZA NEVE
AL SUOLO
(centimetri)



VALANGHE
superfici
flooda



**PENETRAZIONE
SONDA
(centimetri)**



TEMPERATURA
DELL'ARIA
(min e max)
C C (psa)



FORZA DEL
VERO
CANTO



NUCLOSITA'
(in ottavi)
(nebbia ~~===~~)



Stazione: **25TO TONALE**

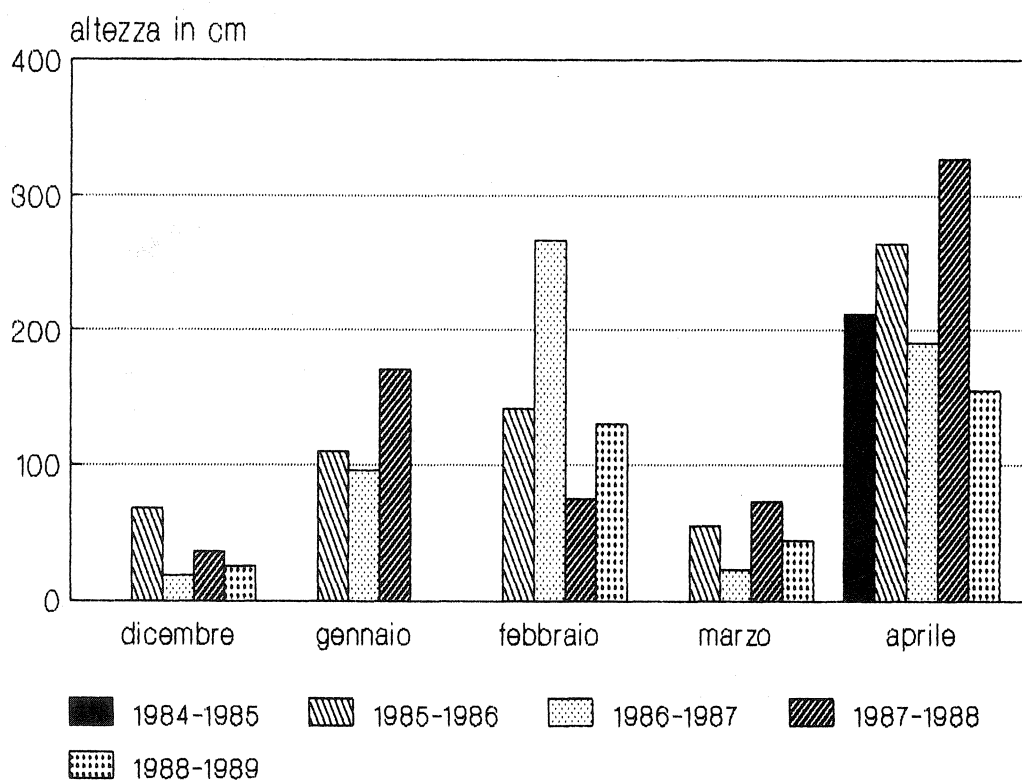
Quota: 1880

Periodo di osservazione: dal 29/12/88 al 17/4/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	3	0	0	-1	2	8	1
Gennaio	30	0	2	-10	1	10	4
Febbraio	26	0	4	-11	1	11	1
Marzo	30	2	1	-11	1	14	1
Aprile	5	0	1	-5	1	3	1
TOTALI	94	2	8				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	0	0	25	0	3	25	3
Gennaio	0	1	0	0	29	24	2
Febbraio	0	6	131	68	1	108	1
Marzo	0	8	44	18	1	80	1
Aprile	2	5	155	47	1	105	1
TOTALI	2	20	355				

TOTALI NEVE FRESCA – Stazione di PASSO TONALE



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE • VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Osservatorio
TONALE

Quota s.l.m. 1880 Esposizione S

ALTEZZA NEVE
PL. SUOLO
(centimetri)

200

150

100

50

TEMPERATURA NEVE IN C.
-15 -12 -8 -4

RESISTENZA NEVE IN KG
80 60 40 20

VALANGHE
superficie
fora

NEVE FRESCA
(centimetri)

60

40

20

PIOGGIA Ø

PENETRAZIONE
SONDA
(centimetri)

20

40

60

TEMPERATURA
DELL'ARIA
(min e max)
(gradi C°)

10

5

0

-5

-10

-15

-20

FORZA DEL
VENTO
(nodi)

20

15

10

5

NUVULOSITA'
(in ottavi)
(nebbia =)

6

4

2

DATA

15

20

30

OTTOBRE

15

20

30

NOVEMBRE

15

20

30

DICEMBRE

15

20

30

GENNAIO

15

20

30

FEBBRAIO

15

20

30

MARZO

15

20

30

APRILE

15

20

30

MAGGIO

15

20

30

GIUGLIO

15

20

30

AGOSTO

15

20

30

SETTEMBRE

15

20

30

OCT

Stazione: **26 S. PELLEGRINO**

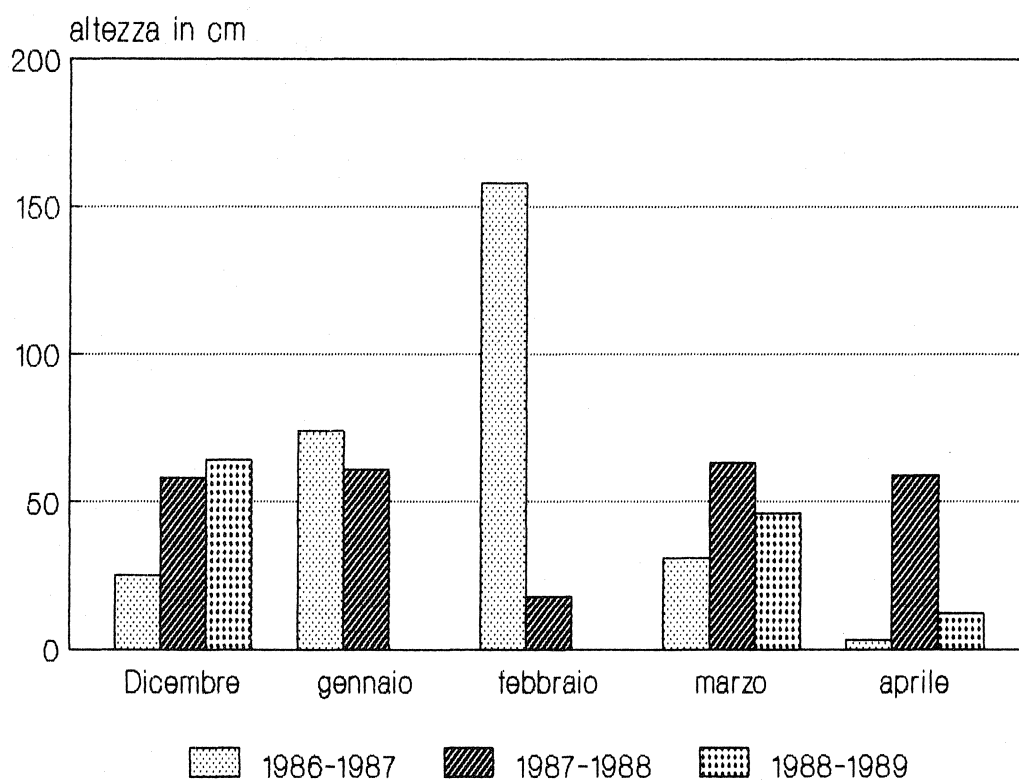
Quota: 1980

Periodo di osservazione: dal 2/12/88 al 4/4/89

MESE	Giorni di Osserv.	Giorni con Valan.	Giorni di Ghiac.	TEMPERATURE ESTREME ASSOLUTE			
				min.	frequen.	max.	frequen.
Dicembre	25	0	4	-15	1	10	1
Gennaio	15	0	2	-9	1	12	1
Febbraio	2	2	2	-12	1	-3	1
Marzo	29	16	2	-11	2	14	1
Aprile	1	0	0				
TOTALI	72	18	10				

MESE	Giorni con Piogg.	Giorni con Neve	Totale HN mens.	VALORI MASSIMI DELLA NEVE			
				HN	frequen.	HS	frequen.
Dicembre	0	5	64	22	1	41	2
Gennaio	0	0	0	0	15	20	2
Febbraio	0	0	0	0	2	100	1
Marzo	0	9	46	12	1	80	1
Aprile	0	1	12	12	1	17	1
TOTALI	0	15	122				

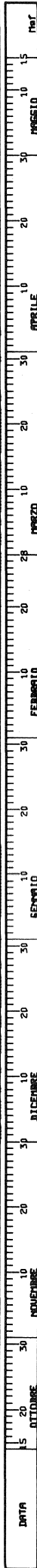
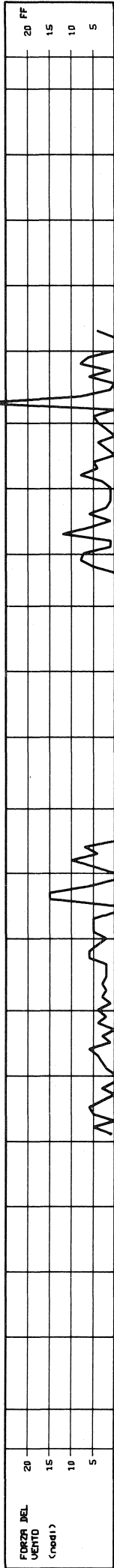
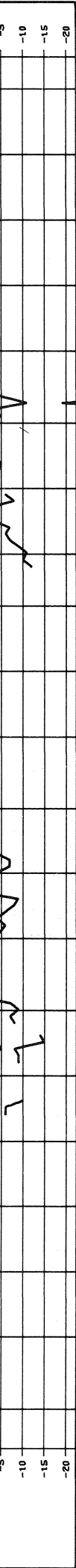
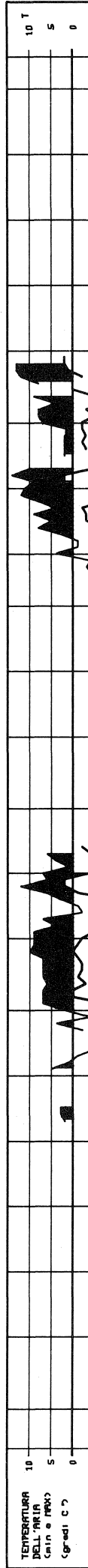
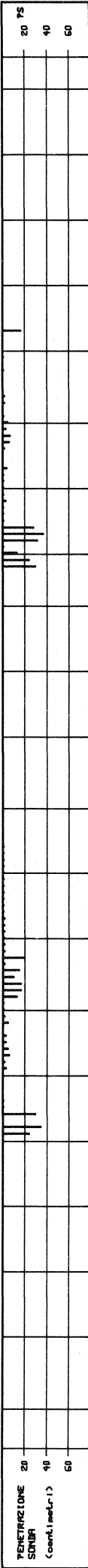
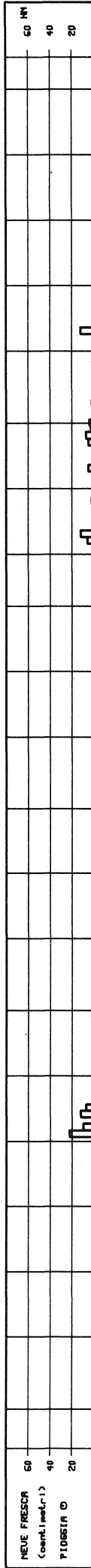
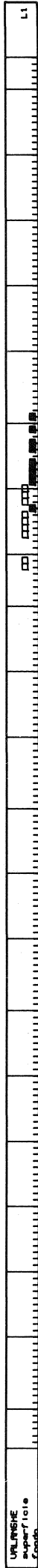
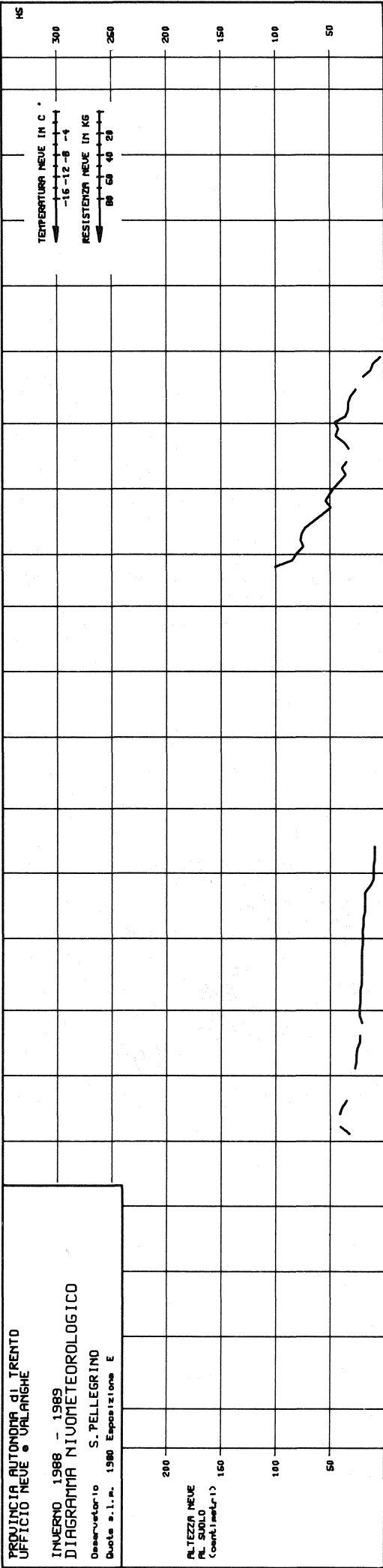
TOTALI NEVE FRESCA – Stazione di PASSO S. PELLEGRINO



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE • VALANGHE

INVERNO 1988 - 1989
DIAGRAMMA NIVOMETEOROLOGICO

Observatorio S. PELLEGRINO
Quota s.l.m. 1980 Esposizione E





Panoramica dall'elicottero sui Gruppi Monzoni, Sassolungo, Sella e Pordoi.

INDAGINE SUGLI EVENTI VALANGHIVI 1988-1989

CRONOLOGIA

Nel corso della stagione invernale 1988-89, su 137 giorni di rilievi effettuati da parte dei rilevatori nivometeorologici della Provincia Autonoma di Trento, 25 sono stati caratterizzati dall'osservazione di fenomeni valanghivi nell'ambito delle rispettive zone.

Tali fenomeni segnano in prevalenza gli apporti di neve fresca sufficienti all'innescio di valanghe, pur in presenza di una eccezionale assenza di precipitazioni nella prima metà dell'inverno; peraltro anche l'azione del vento e le temperature dell'aria hanno contribuito alla manifestazione di alcuni fenomeni osservati.

Di seguito sono esposti cronologicamente gli eventi valanghivi più significativi, osservati:

Novembre: nessun fenomeno osservato.

Dicembre: nessun fenomeno osservato.

Gennaio: nessun fenomeno osservato.

Febbraio

Con il giorno 24 iniziano le prime precipitazioni nevose significative sul territorio provinciale, e conseguentemente *nei giorni dal 26 al 28* si osservano valanghe di piccola mole, prevalentemente di superficie e di neve a debole coesione (ma nelle zone sottovento anche di lastroni soffici), su tutte le esposizioni e a varie altitudini – soprattutto tra i 1800 ed i 2500 m. s.m. – durante l'intero arco delle 24 ore.

Marzo

Le osservazioni di valanghe conseguenti alla perturbazione di fine febbraio proseguono fino *al giorno 6*, annotando però il progressivo aumento delle valanghe di fondo – conseguenti al generale rialzo termico che caratterizza tale periodo – che si manifestano soprattutto sui pendii esposti al sole, prevalentemente a quote inferiori ai 2000 m. durante le ore del giorno (particolarmente in quelle centrali); *nei giorni dal 7 al 18* si hanno isolate ma quotidiane segnalazioni di valanghe di fondo, sia di lastroni che di neve a debole coesione, osservate su tutte le esposizioni anche a quote superiori ai 2000 m. e verificatesi nell'intero arco delle 24 ore, specialmente negli ultimi giorni delle decadi in concomitanza con le precipitazioni – in prevalenza a carattere piovoso anche a quote medie – e con le elevate temperature che caratterizzano tale periodo; *nei giorni dal 20 al 23* ritorna l'osservazione di valanghe superficiali di neve a debole coesione nelle zone orientali della provincia, interessata dagli strascichi delle precipitazioni sudette.

Aprile

Nei giorni dal 3 al 6 con il generale rialzo termico e con la maggior parte delle stazioni di rilevamento chiuse, le ultime osservazioni della stagione si effettuano nella zona nord-orientale della provincia, ove si registrano alcune piccole valanghe di fondo, su tutte le esposizioni e a diverse altitudini, nelle ore diurne.

DATI STATISTICI

Dalle segnalazioni statistiche pervenute attraverso il Servizio Foreste Provinciale, finalizzate alla formazione del Catasto Forestale delle Valanghe, si ricavano i seguenti dati:

valanghe rilevate: n. 152 (di cui alcune ripetutesi più volte);

tipo di valanga: 3 di superficie, 106 di fondo, il resto non specificato;

tipo di neve: 30 a lastroni di neve asciutta, 39 di neve a debole coesione, 56 di neve bagnata, il resto non rilevabile;

periodo del distacco: 62 in febbraio, 10 in marzo, 103 in aprile, il resto non specificato;

quota del distacco: 69 tra i 1000 e i 2000 m. s.m., 83 sopra i 2000 m. s.m.;

esposizione della zona di distacco: 11 Nord, 15 Nord-Est, 18 Est, 26 Sud-Est, 16 Sud, 35 Sud-Ovest, 22 Ovest e 8 Nord-Ovest;

ubicazione della zona del distacco: 97 su versante aperto, 27 in canalone, il resto non rilevabile;

tipo di distacco: 10 puntiforme, 60 in più punti, 11 lineare, il resto non specificato;

ubicazione della zona di scorrimento: 72 su versante, 106 in canalone (alcune valanghe parte su versante e parte in canalone);

ubicazione della zona di arresto: 62 alla base del versante, 62 alla base del canalone, di cui 24 su un ripiano e 9 in fondovalle, il resto non specificato;

presenza di opere di difesa: 8 eventi hanno interessato zone presidiate da opere di difesa dalle valanghe, di cui 1 in zona di distacco e 7 in zona di arresto;

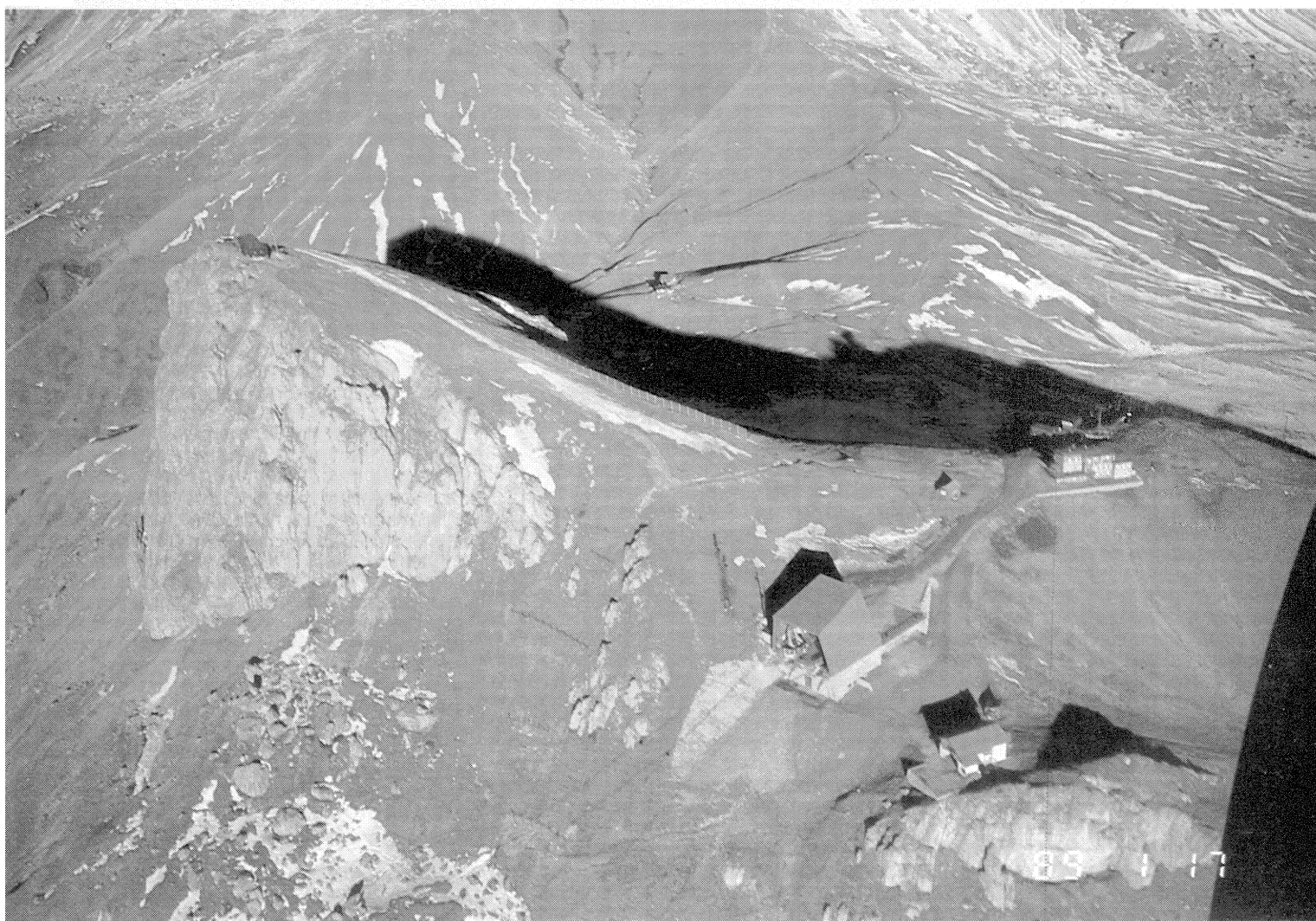
danni provocati a strutture o beni immobili: sono stati interessati, 4 strade, 1 impianto di risalita e alcune zone boscate di varia superficie.

INCIDENTI DA VALANGA

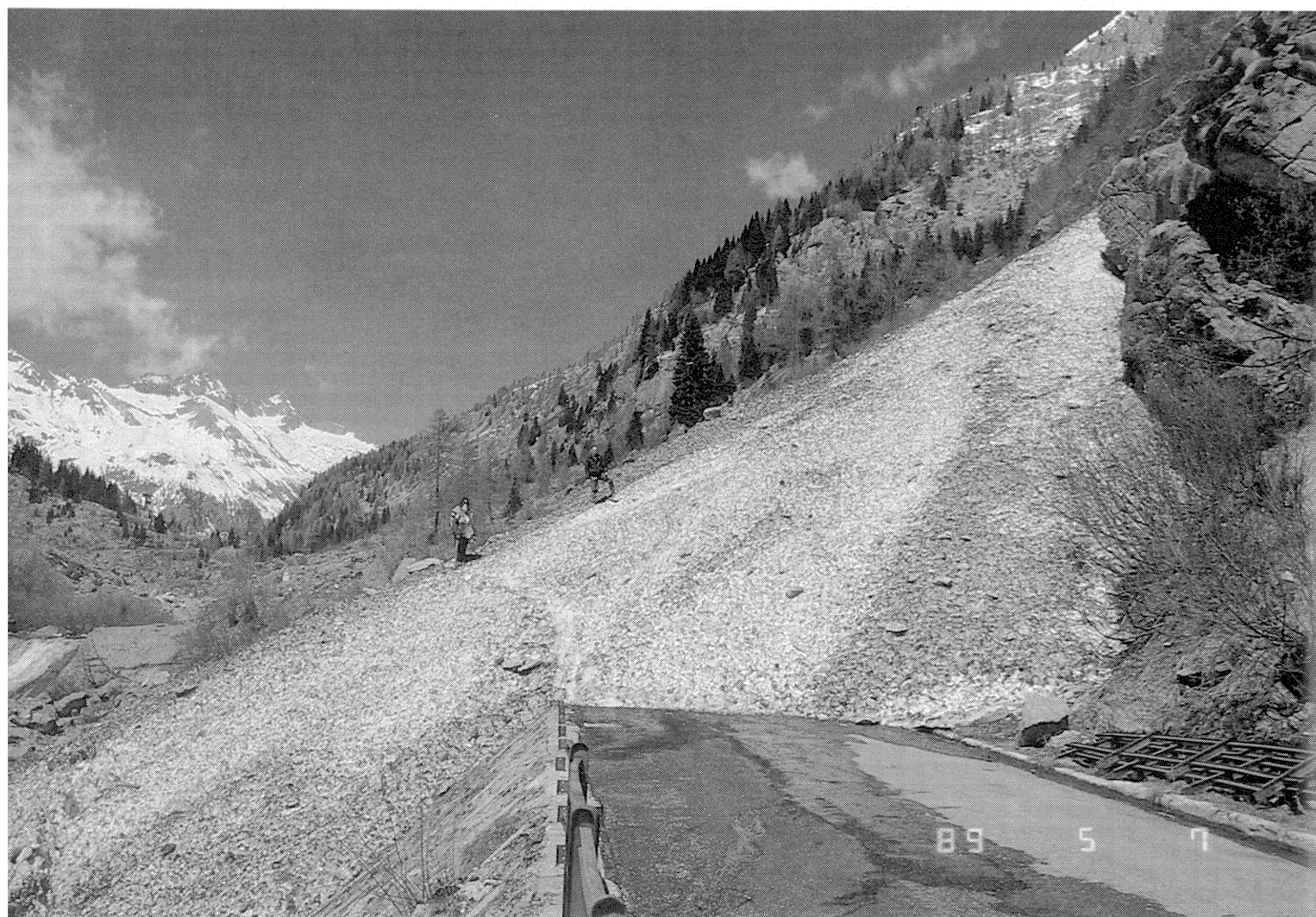
Nella stagione invernale 1988-1989, caratterizzata da situazioni di innevamento del tutto anomale, sul territorio della Provincia di Trento si sono verificati tre incidenti da valanga noti, fortunatamente senza gravi danni alle persone coinvolte:

- nella tarda mattinata del 20 aprile 1989, durante la discesa di un gruppetto di sci alpinisti lungo il versante N.O. di Punta Penia (Marmolada) in condizioni di scarsa visibilità, lo sciatore alpinista di testa è stato travolto da una valanga di superficie del tipo a lastroni soffici, costituita da neve asciutta e polverosa probabilmente accumulata dal vento a seguito delle notevoli nevicate dei giorni precedenti; il distacco è avvenuto in corrispondenza di un cambio di pendenza a quota 2.900 circa, su un fronte di ml. 20 e con uno spessore di circa 70 cm.; il travolto trasportato per circa 400 m. fino alla zona di arresto a q. 2.700 è rimasto fortunatamente incolume ed è uscito da solo dalla massa nevosa prima dell'arrivo dei compagni;
- una valanga di neve umida, di modeste dimensioni, nella tarda mattinata del giorno 30 aprile 1989, ha investito un'autovettura parcheggiata lungo la strada statale del Passo Fedaia (Marmolada); nessuna persona è stata coinvolta;
- nella mattinata del giorno 11 giugno 1989, una piccola valanga di superficie di neve bagnata ha investito un gruppo di 3 alpinisti impegnati nella ascensione dello scivolo Nord di Cima Brenta, nel gruppo omonimo. La massa nevosa si è staccata a q. 3.000 circa (presumibilmente per l'elevata temperatura dell'aria presente anche nei giorni precedenti) e si è arrestata dopo circa 200 m. di percorso in canalone, travolgendo uno degli alpinisti che è rimasto ferito in superficie.

DATA	LOCAITÀ	TRAVOLTI	SEPOLTI	MORTI	FERITI	ILLESI	CATEGORIA
20.04.89	Punta Penia vers. N.O.-Canazei	1	–	–	–	4	Sci alpinismo
11.06.89	Cima Brenta, can. N. Ragoli (TN)	1	–	–	1	–	Alpinismo
TOTALE		2	–	–	1	4	



Col Rodella - Accumuli di neve a valle delle barriere frangivento (17-1-1989).



Valanga primaverile in Val Daone sulla strada per Malga Bissina.

MESSAGGI REDATTI

PER LE COMMISSIONI LOCALI VALANGHE

REGISTRATI SU SEGRETERIA TELEFONICA RISPONDENTE AL N. 0461-897453.
AGGIORNATI NORMALMENTE IL LUNEDÌ, IL MERCOLEDÌ ED IL VENERDÌ.

Messaggio n. 1 del giorno 24 febbraio 1989 **- ore 15.00**

Previsioni meteorologiche:

Il Centro Meteorologico Regionale dell'Aeronautica Militare prevede per sabato 25 precipitazioni nevose al di sopra dei 1500 metri che si intensificheranno domenica 26 con un abbassamento della quota attorno ai 1200 metri.

Lunedì 27 attenuazione dei fenomeni con ulteriore abbassamento della temperatura.

Situazione del manto nevoso:

Le caratteristiche delle precipitazioni e le temperature dell'aria che le accompagnano consigliano una particolare attenzione delle Commissioni Valanghe all'evolversi della situazione meteorologica locale.

Questa attenzione è raccomandata quando sul territorio di competenza sono attivi impianti di risalita e piste.

Messaggio n. 2 del giorno 25 febbraio 1989 **- ore 10.00**

Previsioni meteorologiche:

L'Aeronautica Militare prevede per sabato 25 precipitazioni nevose al di sopra dei 1500 metri, che si intensificheranno domenica 26, con un abbassamento della quota dello zero termico attorno ai 1200 metri.

Lunedì 27 attenuazione dei fenomeni con ulteriore abbassamento della temperatura.

Situazione del manto nevoso:

Le precipitazioni hanno interessato con

maggior intensità le Giudicarie e le valli di Sole, Pejo, Rabbi, dove si sono registrate punte tra i 60 ed i 70 centimetri di neve fresca.

Attualmente le precipitazioni nevose sono segnalate in aumento anche nel Primiero e in Val di Fassa, dove nella notte si sono avuti massimi tra i 40 ed i 55 centimetri di neve fresca.

Rischio di valanghe:

Il manto nevoso è generalmente instabile, per cui vi saranno sicuramente distacchi naturali, in special modo alle quote superiori ai 1600 metri ed in zone sottovento.

La tendenza del rischio è in aumento su tutto il territorio provinciale, soprattutto per i sovraccarichi dovuti alle ulteriori nevicate o piogge, per cui si raccomanda alle Commissioni Locali Valanghe una attenta valutazione dell'evoluzione meteorologica.

Messaggio n. 3 del giorno 27 febbraio 1989 **- ore 16.00**

Previsioni meteorologiche:

Per i prossimi tre giorni sono previste, sulla nostra Provincia, condizioni di nuvolosità variabile alternata ad ampie schiarite, e locali annuvolamenti associati a brevi rovesci. Lo zero termico è previsto attorno ai 1000-1200 metri di quota.

Situazione del manto nevoso:

Sono segnalate altezze di neve al suolo superiori ai 100 centimetri dagli osservatori della rete provinciale posti al di sopra dei 1900 metri di quota, ad Est, e dei 1600 metri di quota a Ovest. Le temperature dell'aria che hanno accompagnato le precipitazioni

hanno favorito un'accelerazione dell'asestamento della neve, ma il successivo abbassamento delle stesse, registrato nella scorsa notte, mantiene nel manto nevoso condizioni di generale instabilità a tutte le quote e in tutte le esposizioni.

Rischio di valanghe:

Il rischio di distacchi naturali è ancora presente su tutto il territorio provinciale. Tale rischio tende ad aumentare sui versanti esposti al sole nelle ore di maggior insolazione. Localmente sono possibili condizioni di forte instabilità a causa dell'azione continua del vento in quota.

Messaggio n. 4 del giorno 1 marzo 1989 - ore 16.00

Previsioni meteorologiche:

Le condizioni del tempo rimarranno stazionarie improntate alla variabilità, con un aumento della nuvolosità a partire da venerdì pomeriggio, quando i venti tenderanno a disporsi da sud-ovest, per il passaggio di una perturbazione.

Temperature stazionarie su valori bassi con livello dello zero termico oscillante tra i 1200 e i 1000 metri di quota.

Situazione del manto nevoso:

Le basse temperature registrate nei giorni scorsi hanno rallentato il metamorfismo della neve al suolo con conseguente rallentamento dell'asestamento. Negli strati medio alti del manto nevoso sono predominanti i cristalli del tipo 2, e sono segnalati ancora cristalli di neve fresca. Le resistenze alla penetrazione sono generalmente inferiori ai 10 chilogrammi.

Rischio di valanghe:

Il rischio di distacchi accidentali è da moderato a forte, mentre sono possibili distacchi naturali limitati, soprattutto a seguito di rialzi termici.

Messaggio n. 5 del giorno 3 marzo 1989 - ore 15.30

Previsioni meteorologiche:

Per i prossimi tre giorni il Centro Meteorologico Regionale di Milano Linate prevede che sulla nostra provincia le condizioni di cielo passeranno da nuvoloso a poco nuvoloso, sereno con residue nevicate oltre i 1500 metri nella giornata di domani, sabato. Temperatura dell'aria in diminuzione con zero termico attorno ai 1000 metri di quota.

Situazione del manto nevoso:

Nelle esposizioni ai quadranti meridionali al di sotto dei 1800 metri la penetrazione della sonda rimane inferiore ai 10 centimetri denunciando un certo asestamento del manto nevoso, mentre nelle esposizioni nord e a quote superiori, tale penetrazione supera anche i 30 centimetri.

Le precipitazioni odierne potranno non saldarsi con la neve vecchia a causa di leggere croste dovute a fusioni e rigelo. A causa dell'aumento della neve al suolo negli strati interni la temperatura si porterà più vicina agli zero gradi.

Rischio di valanghe:

Nelle esposizioni ai quadranti settentrionali sono possibili distacchi naturali localizzati dovuti agli accumuli da vento e al rallentato metamorfismo. In queste zone il rischio di distacchi accidentali è generalmente molto forte. Nelle esposizioni al sole saranno possibili distacchi naturali superficiali limitati e il rischio di distacchi accidentali è da moderato a forte.

In generale, il rischio tende ad aumentare nelle ore più calde della giornata.

Messaggio n. 6 del giorno 6 marzo 1989 - ore 15.30

Previsioni meteorologiche:

Cielo sereno o poco nuvoloso sono le previsioni fino a martedì. Temperature del-

l'aria stazionarie sui valori attuali con zero termico attorno ai 2000 metri.

Situazione del manto nevoso:

Le temperature dell'aria registrate sabato e domenica hanno influito sulla velocità di assestamento riducendo ulteriormente i valori di penetrazione della sonda, i quali rimangono superiori ai 20 centimetri nelle esposizioni in ombra.

L'attività valanghiva segnalata ha interessato esclusivamente i pendii esposti al sole, nelle ore diurne ed i fenomeni hanno interessato solamente gli strati superficiali.

Rischio di valanghe:

Il rischio di distacchi naturali si mantiene debole, soprattutto in esposizione nord, con tendenza all'aumento nelle ore più calde della giornata.

Il rischio di rotture accidentali va da moderato, sui versanti al sole, a forte in tutte le altre esposizioni.

Messaggio n. 7 del giorno 8 marzo 1989 - ore 14.30

Previsioni meteorologiche:

La perturbazione che dalla notte interessa la nostra Provincia si muove velocemente verso Sud-Est e già da giovedì si potranno avere ampie schiarite. Venerdì e sabato cielo generalmente poco nuvoloso. Lo zero termico si manterrà attorno ai 2000 metri di quota.

Situazione del manto nevoso:

Le temperature dell'aria registrata nei giorni scorsi, associate ai venti da nord, hanno prodotto un rapido assestamento della neve al suolo, con relativa rapida diminuzione dello spessore.

La metamorfosi verso i cristalli di fusione si è accentuata con relativo aumento della densità media della neve.

Al di sotto dei 2000 metri di quota, la temperatura interna è molto prossima allo

zero per tutto il manto nevoso. Sopra i 2000 metri invece l'isotermia prossima a zero si manifesta negli strati medio bassi.

Rischio di valanghe:

Il rischio di distacchi naturali è debole. Nelle zone in ombra e nei punti di accumulo di neve da vento, per lo più esposti a est e a sud, il rischio di distacchi accidentali è assai marcato.

Messaggio n. 8 del giorno 10 marzo 1989 - ore 15.00

Previsioni meteorologiche:

Il CMR dell'Aeronautica Militare prevede per i prossimi tre giorni cielo sereno o poco nuvoloso con zero termico attorno ai 2000 metri di quota.

Situazione del manto nevoso:

Le condizioni del tempo che hanno caratterizzato i giorni precedenti hanno favorito un graduale ulteriore assestamento del manto nevoso.

Le misure della temperatura interna indicano che l'isotermia attorno agli zero gradi sta conquistando tutto lo spessore della neve al suolo.

Rischio di valanghe:

Il rischio di distacchi naturali è generalmente debole mentre quello di distacchi accidentali è moderato e, nelle esposizioni settentrionali, anche forte.

Nelle ore più calde, pomeridiane, la tendenza dei rischi aumenta.

Messaggio n. 9 del giorno 13 marzo 1989 - ore 15.00

Previsioni meteorologiche su indicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica:

Pressione in lieve diminuzione. Cielo irregolarmente nuvoloso con peggioramento

mercoledì con probabilità di brevi, isolate precipitazioni.

Zero termico fra i 2800 ed i 3000 metri.

Situazione del manto nevoso:

Le temperature dell'aria registrate nei giorni scorsi hanno portato nel manto nevoso condizioni di isoterma a tutte le quote ed in tutte le esposizioni.

Rischio di valanghe:

Il rischio di distacchi naturali generalmente debole, e quello di rotture accidentali provocate moderato sono le previsioni del rischio su tutto il territorio provinciale.

Nelle ore più calde il grado di rischio tenderà ad aumentare decisamente.

Messaggio n. 10 del giorno 15 marzo 1989 - ore 17.00

Previsioni meteorologiche su indicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica

Graduale aumento della nuvolosità a partire da domani, mentre il livello zero termico tende ad abbassarsi attorno ai 1200 metri di quota. Tra domani e venerdì probabili precipitazioni deboli e sparse in estensione.

Situazione del manto nevoso:

Le odierne analisi stratigrafiche hanno confermato l'isoterma nella neve al suolo, già segnalata. Rispetto a mercoledì scorso sono aumentate decisamente sia la presenza di grani di fusione che la densità della neve nei vari strati.

Rischio di valanghe:

Situazione invariata rispetto al messaggio precedente: il rischio di distacchi naturali rimane debole, il rischio di distacchi accidentali è moderato ma localizzato. Nelle ore più calde della giornata, così come in presenza di eventuali precipitazioni, entrambi i rischi tendono ad aumentare.

Messaggio n. 11 del giorno 17 marzo 1989 - ore 15.00

Previsioni meteorologiche su indicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica:

Sulla nostra provincia condizioni di cielo coperto o molto nuvoloso con precipitazioni che da lunedì potranno divenire sparse anche a carattere temporalesco.

Temperatura stazionaria.

Situazione del manto nevoso:

L'altezza della neve al suolo è diminuita decisamente presentando valori superiori ai trenta centimetri a partire dai 1400 metri di quota. Al di sotto di tale quota il manto nevoso è discontinuo o nullo.

Viste le temperature dell'aria che si continuano a registrare il metamorfismo attivo è quello di fusione.

Rischio di valanghe:

Il rischio di valanghe naturali è debole, mentre il rischio di rotture accidentali provocate è marcato ma localizzato.

Messaggio n. 12 del giorno 20 marzo 1989 - ore 15.00

Previsioni meteorologiche su indicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica:

Da domani sono previste sulla nostra Provincia precipitazioni sparse tendenti ad attenuarsi nel corso della giornata di mercoledì quando il livello dello zero termico tenderà a stabilirsi attorno ai 1600-1800 metri.

Situazione del manto nevoso:

Le precipitazioni più piovose che nevose del fine settimana appena trascorso hanno determinato la scomparsa del manto nevoso al di sotto dei 1400 metri di quota.

Al di sopra di tale limite la neve presenta ormai tutte le caratteristiche primaverili: isoterma, grani grossi di fusione, percolamento di acqua nelle ore più calde della giornata.

Rischio di valanghe:

Il rischio di valanghe naturali è debole, mentre il rischio di rotture accidentali provocate è marcato ma localizzato. Nelle ore più calde entrambi i rischi aumentano.

Messaggio n. 13 del giorno 22 marzo 1989 - ore 15.00

Previsioni meteorologiche su indicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica:

Domani e dopodomani poco nuvoloso con alternanza di schiarite e di annuvolamenti intensi, più probabili nelle ore pomeridiane.

Zero termico è previsto oscillante tra i 1700 ed i 2000 metri di quota.

Situazione del manto nevoso:

Le precipitazioni di ieri non hanno avuto influenza all'altezza della copertura nevosa, ma hanno temporaneamente accelerato i processi del metamorfismo tipico del periodo primaverile.

Rischio di valanghe:

Rischio debole e localizzato di distacchi naturali e/o accidentali.

Nelle ore più calde della giornata aumento temporaneo dell'instabilità e quindi del grado di rischio.

Messaggio n. 14 del giorno 24 marzo 1989 - ore 15.00

Previsioni meteorologiche su indicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica:

Domani e dopodomani sereno o poco nuvoloso, salvo addensamenti irregolari più probabili nelle ore pomeridiane. Lunedì probabili isolate precipitazioni nel corso della serata. Lo zero termico è previsto attorno ai 1700.

Situazione del manto nevoso:

La copertura nevosa supera i 40 centime-

tri al di sopra dei 1800 metri e presenta spiccate caratteristiche primaverili.

Rischio di valanghe:

Rischio debole e localizzato di distacchi naturali e/o accidentali.

Nelle ore più calde della giornata aumento temporaneo dell'instabilità e quindi del grado di rischio.

Messaggio n. 15 del giorno 29 marzo 1989 - ore 17.00

Previsioni meteorologiche su indicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica:

Cielo generalmente sereno o poco nuvoloso. Zero termico attorno ai 3000 metri di quota.

Situazione del manto nevoso:

La copertura nevosa è presente al di sopra dei 1600-1700 metri di quota e con spessori medi che vanno dai 30 ai 40 centimetri. Le caratteristiche fisiche del manto nevoso sono eminentemente primaverili.

Rischio di valanghe:

Rischio debole e localizzato di distacchi naturali e/o accidentali.

Nelle ore più calde della giornata aumento temporaneo dell'instabilità e quindi del grado di rischio.

Messaggio n. 16 del giorno 31 marzo 1989 - ore 16.00

Previsioni meteorologiche su indicazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica:

Sabato e domenica cielo molto nuvoloso con precipitazioni sparse e temperatura in lieve aumento.

Situazione del manto nevoso:

La copertura nevosa presente al di sopra dei 1600-1700 metri di quota è soggetta ad una diminuzione di spessore progressiva che le condizioni meteo previste contribuiranno ad accelerare.

Rischio di valanghe:

Esso è debole e localizzato di distacchi naturali e/o accidentali.

Con il presente messaggio l'attività di previsione viene sospesa.

Messaggio n. 17 del giorno 27 aprile 1989 - ore 10.00

Gli eventi meteorologici che hanno caratterizzato i giorni scorsi hanno prodotto condizioni di instabilità nel manto nevoso al di sopra dei 1700 metri.

Le previsioni meteo non sono favorevoli quindi alle Commissioni Locali Valanghe si raccomanda un'attenta osservazione dell'evoluzione perché sono possibili distacchi di valanghe di neve di fondo anche di grosse dimensioni le quali, in alcuni casi, potranno interessare il fondovalle.

IL TRASPORTO DELLA NEVE PER EFFETTO EOLICO: IL CAMPO SPERIMENTALE SU PALA DI SANTA (Pampeago) - Trento.

Il problema del trasporto della neve a causa del vento è particolarmente importante per chi si trova a dover dimensionare delle opere di difesa attiva contro le valanghe.

In effetti, si è notato che le opere realizzate hanno la tendenza a facilitare l'accumulo della neve, con l'inconveniente di riempirsi rapidamente e di diminuire la propria efficacia.

Si pone allora spesso il problema di progettare delle strutture complementari alle opere di difesa attiva tali da regolare l'accumulo ed impedire il riempimento dei ponti o rastrelliere posti a difesa di obiettivi sensibili del territorio.

È evidente che un corretto dimensionamento ed idoneo posizionamento sono fondamentali al fine di raggiungere lo scopo prefissato, ed è altresì palese che un errato posizionamento può indurre effetti deleteri, anche aggravando di molto la situazione precedente all'intervento.

I progettisti si trovano spesso a dover operare con una lacuna tecnica di fronte al problema della dislocazione delle opere frangivento: nel desiderio di fornire un contributo alla sua risoluzione l'Ufficio Neve e Valanghe della PAT ha progettato e realizzato un Campo sperimentale per lo studio dei pannelli deflettori.

IL CAMPO SPERIMENTALE

Il sito di Pala di Santa nei pressi di Pampeago presenta le caratteristiche fisiche idonee ad uno studio di questo tipo, essendo interessato da venti abbastanza frequenti e anche di notevole intensità.

I lavori per la realizzazione del campo sperimentale di Pala di Santa sono iniziati nel corso del tardo autunno 1988.

Si tratta di uno dei primi campi sperimentali a livello mondiale per lo studio dei deflettori del vento realizzati in alta quota; lo studio viene condotto in parallelo ad una analoga esperienza svolta dai ricercatori del Cemagref di Grenoble.

Contemporaneamente, presso l'Istituto di Idraulica della Facoltà di Ingegneria di Trento, vengono eseguiti dei saggi su modello fisico in canaletta idraulica, condotti secondo il criterio di similitudine di Eulero.

Sono state realizzate sei diverse tipologie di deflettori, utilizzando legname, acciaio e marginalmente materie plastiche.

Sono state esaminate tipologie variabili in porosità e geometria, al fine di valutare l'incidenza delle caratteristiche fisiche-geometriche della struttura sulla forma dell'accumulo.

In corrispondenza di ogni singola barriera è stato disposto un allineamento di paline nivometriche per una lunghezza complessiva di ml. 120, di cui 20 a monte e 100 a valle delle opere.

Settimanalmente e comunque a ridosso di eventi nivometeorologici di un certo significato, sul campo si recano due operatori con il compito di eseguire la lettura sulle 140 paline e di registrare eventuali particolarità indotte sul terreno dalla presenza delle barriere.

Sul campo è inoltre stata installata una torre anemometrica ed una stazione meteorologica per la registrazione automatica delle caratteristiche climatiche della zona e delle precipitazioni in particolare; in corrispondenza di ogni sbarramento sono state posizionate delle scatole captatrici per la misura del trasporto al fine di valutare la capacità filtrante di ogni tipo di sbarramento.

LE BARRIERE E LE ATTREZZATURE ACCESSORIE

Sul campo sono stati eseguiti sei diversi tipi di barriere, dei quali 4 completamente in legname, 1 in acciaio e legno e 1 in acciaio.

Tipologia n.1

Viene realizzata con montanti in legname posti ad interasse di 3 m; il tamponamento viene realizzato con assi di abete della lunghezza di 400 cm, larghezza 11,5 cm e spessore 3 cm.

Ne risulta una barriera ad assi orizzontali con porosità pari al 45% e spazi pieni di cm 23.

Le fondazioni sono state pensate e studiate affinché il pannello possa essere tolto nel corso della stagione estiva. Il montante poggia su una piastra in acciaio ancorata al terreno mediante una puntazza ed è trattenuto nel piano ortogonale alla barriera da due tiranti in acciaio vincolati ad una piastra di concrestruzzo interrata ad una profondità di 80 cm. La piastra è adeguatamente armata e provvista di tenditori per la regolazione della verticalità della barriera. Lo spazio di accelerazione sotto la barriera è di circa 60 cm.

Tipologia n. 2

È nella struttura generale uguale alla prima tipologia; il tamponamento viene realizzato con porosità pari al 45% e spazi pieni dello spessore di cm 11,5. L'ampiezza del vuoto al terreno è di circa 60 cm.

Tipologia n. 3

Mantenendo costante la struttura generale, varia nel tamponamento che viene realizzato con porosità pari al 55% e spazi pieni di 11,5 cm. L'ampiezza del vuoto al terreno è di circa 60 cm.

Tipologia n. 4

Costante nella struttura portante di base il tamponamento passa da orizzontale a ver-

ticale ed è condotto fino al terreno. Presente una porosità del 55% con pieni di spessore 11,5 cm.

Tipologia n. 5

È stata posta in opera la barriera ROL-BA, sistema Taillandier, realizzata completamente in acciaio e lamiera stampata, dotata di alettore stabilizzatore.

L'altezza complessiva della barriera misura 350 cm, con un vuoto al terreno di 50 cm circa. La porosità della struttura si aggira attorno al 42% con una inclinazione rispetto alla verticale di circa 19° ed una dimensione delle parti piene di 24,5 cm.

Costruttivamente, risulta composta da un palo zincato del diametro di 110 mm. circa, sul quale ruota la struttura di tamponamento. Gli sforzi di attrito dovrebbero essere limitati da un disco di Teflon, con funzione lubrificante. L'alettone superiore ha il compito di diminuire la sensibilità della struttura nei confronti di repentine raffiche; le fondazioni sono state realizzate in calcestruzzo.

Tipologia n. 6

Su un sistema portante analogo a quello della struttura in legno, è stata applicata come tamponamento una rete metallica occlusa a tratti con lamiera. Si tratta della barriera già oggetto di prova al passo Giau per conto del Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrogeologica della Regione Veneto. A differenza di quanto realizzato al Passo Giau, la dimensione di vuoto al terreno è stata mantenuta costante su tutta la lunghezza della barriera; la porosità della struttura è di circa 45%, con parti piene di 22 cm. di ampiezza.

Scatole captatrici

Sul campo sono state poste in opera 8 colonne di scatole captatrici di neve trasportata per effetto del vento. Nelle loro caratteristiche fisiche e fluidodinamiche tali recipienti sono stati studiati dal Cemagref e concessi in uso alla Provincia Autonoma di Trento.

Si tratta di recipienti realizzati in materiale sintetico della capacità di circa 60 dmc, dotati di un collettore captante del diametro di circa 10 mm e di uno sfiato di 40 mm posto sul retro.

Sono poste su colonna fino ad una altezza di 200 cm dal suolo e permettono di misurare il trasporto a quote differenziate da 20 a 195 cm. di altezza con spaziatura di 25 cm. Presentano il difetto di misurare il trasporto in forma corretta solo quando il vento agisce in direzione assiale con il tubo collettore. Sono state disposte in campo aperto (due colonne) ed a valle di ogni tipologia, al fine di valutare l'efficienza di ciascuna struttura.

CONDUZIONE DELL'ESPERIMENTO

Gli operatori addetti al rilievo eseguono la lettura sulle paline e provvedono alla manutenzione ordinaria del campo, qualora si renda necessaria. Le letture vengono annotate su apposite schede e successivamente trasferite nel calcolatore che provvederà alla decodificazione fornendo l'altezza reale di neve al suolo; eseguono mensilmente una prova di carico di neve al suolo, valutando mediante carotaggi a diverse altezze la densità media dell'accumulo, misurano mediante bilancini di precisione la quantità di neve captata dalla scatola e la trascrivono sull'apposita scheda, valutano visibilmente l'effetto dei pannelli evidenziando qualsiasi anomalia o cattivo funzionamento e, se necessario, intervengono.

Nel corso della stagione invernale 1988-89 sono stati eseguiti 15 rilievi completi sul campo sperimentale, in quella 1989-90 solo 5 a causa delle scarse precipitazioni; le principali difficoltà operative incontrate sono state di tipo logistico, legate soprattutto alle avverse condizioni atmosferiche nelle quali gli operatori si sono sovente trovati a dover operare.

La scarsità di precipitazioni nivometriche verificatesi durante gli inverni in esame hanno determinato notevoli difficoltà nella

stima del funzionamento e dell'efficacia delle singole tipologie; da un punto di vista puramente meccanico, qualche problema è sorto sul funzionamento dei pannelli autorotanti.

Il trasporto

Il trasporto della neve per effetto del vento può essere ricondotto a 3 fondamentali tipi di movimento, dalla combinazione dei quali scaturisce il trasporto reale totale:

- rotolamento sulla superficie o reptazione;
- saltazione;
- sospensione.

È difficile distinguere fra le varie tipologie di movimento, ma una ben definita distinzione, se non altro per le granulometria del materiale trasportato, può essere fatta fra il fenomeno combinato di rotolamento e saltazione, molto difficilmente distinguibile, ed il fenomeno nel quale le tre modalità di trasporto contribuiscono contemporaneamente. È noto e scientificamente provato che il fenomeno del trasporto in sospensione può interessare ampi spazi (si pensi alla sabbia desertica che giunge fino alle nostre latitudini) e notevoli fasce atmosferiche. Il fenomeno sul quale si agisce con la realizzazione dei deflettori da vento è sostanzialmente quello del trasporto per rotolamento e saltazione. Il principio teorico base è quello di diminuire per effetto della presenza di un ostacolo la velocità del flusso a valle della barriera, e fare in modo che la velocità del vento in prossimità del suolo scenda a valori inferiori a quelli della velocità di trascinamento del materiale costituente il substrato. Come è noto, tale valore di velocità può essere espresso mediante la relazione

$$u^* = \sqrt{\tau / \rho}$$

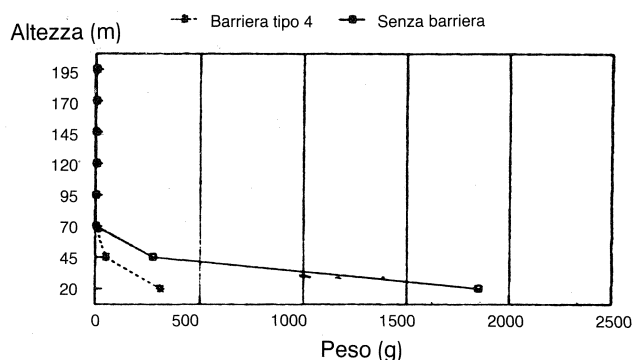
ove con τ si indica lo sforzo tangenziale che è necessario applicare per muovere il singolo granello di neve e con ρ la densità della neve costituente il substrato.

Malgrado non compaia direttamente il termine rappresentante la temperatura, è evidente che sia τ che ρ sono da ritenersi funzioni di essa.

Esistono, nella bibliografia tecnica, dei diagrammi che consentono di valutare l'effetto della temperatura sulla U^* (velocità di trascinamento) e che permettono di stabilire la granulometria dell'accumulo in funzione della velocità del vento.

Nelle stagioni invernali trascorse, per motivi organizzativi, avendo concepito il lavoro come uno strumento per valutare qualitativamente l'effetto macroscopico delle barriere, lo studio non è stato condotto specificatamente sulla granulometria del materiale e sulla stima delle u^* limite. Si è notato, cosa questa peraltro concettualmente prevedibile, come l'efficacia dei pannelli si espliciti prevalentemente sul fenomeno del rotolamento e della saltazione; si tratta di un aspetto che risalta palesemente nel diagramma allegato ove, mentre è ben quantificabile l'effetto della barriera sul trasporto in prossimità del suolo, di difficile differenziazione è la quantità di neve captata a monte ed a valle delle barriere a quote superiori ai 50 cm. dal suolo.

QUANTITÀ DI NEVE TRASPORTATA Data rilievo: 20.12.1988



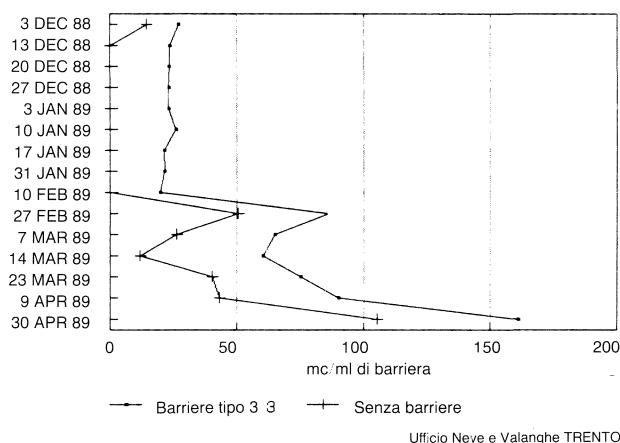
Sono stati in verità rilevati eventi nei quali il trasporto a monte ed a valle della barriera erano ben poco differenziati; si tratta peraltro di situazioni particolarmente

legate per lo più ad eccezionali eventi nivometeorologici e pertanto tali da non inficiare le considerazioni generali. Nel corso della prossima stagione invernale si ritiene indispensabile misurare, oltre alla quantità di neve trasportata, la temperatura della neve e la velocità del vento in corrispondenza del suolo ed a varie quote, al fine di meglio definire il profilo teorico di velocità del vento e di studiare l'influenza che la quantità di neve trasportata esercita sullo stesso.

L'accumulo

Nel corso della stagione invernale sono state eseguite 15 misure di volume accumulato riferite al metro lineare di struttura. Le misure sono iniziate il 3 dicembre 1988 e si sono concluse il 30 aprile 1989 quando, a seguito di copiose nevicate a carattere umido, si è verificato il completo intasamento delle strutture e la successiva saturazione.

Volume della neve accumulata



Nel diagramma in figura viene riportato l'andamento dell'accumulo a valle di una barriera e l'accumulo naturale in campo aperto. Da un punto di vista quantitativo si può notare che a saturazione le barriere hanno accumulato un volume massimo di circa 161 mc/ml; se si ricordano le classiche quantificazioni della capacità delle barriere, definite in generale mediante relazioni del tipo

$$C = KH^2$$

con:

C = quantità di neve accumulata per metro lineare di struttura;

H = altezza della barriera in metri;

K = fattore di capacità

si può notare come K si aggiri attorno a 18 e come si approssimi al limite teorico massimo proposto dai francesi pari a 20. È però il caso di osservare come la barriera tipo 1, che pure aggiunge i valori di volume accumulato massimo pari a 159 mc/ml, non abbia ancora raggiunto la saturazione e come certamente sia da ritenersi a tutti gli effetti ancora «capace».

Si tratta in realtà di valori raggiunti a seguito delle copiose nevicate di fine aprile; è probabile che, in occasione di nevicate a carattere asciutto nei mesi freddi, l'effetto dei pannelli possa esplicarsi maggiormente e che pertanto la capacità delle barriere possa ritenersi ancora maggiore.

Sembra inoltre che la spaziatura vuoti-pieni delle strutture di tamponamento abbia una certa influenza sul volume accumulato.

Un particolare interessante è dovuto al fatto che, praticamente, la saturazione di barriere a tamponamento orizzontale e verticale si è verificata contemporaneamente ed è stata principalmente determinata dal carattere umido delle nevicate primaverili di aprile. Si è notato che in genere l'accumulo dipende poco dalla porosità delle strutture, nel range esaminato; la struttura a tamponamento verticale tende ad avvicinare l'accumulo all'asse della barriera, mentre la presenza di spazi vuoti maggiori allontana ed allunga la forma della lente di neve accumulata. Quantificare la lunghezza dell'accumulo nel corso della passata campagna invernale è stato molto facile ma altrettanto poco significativo; a livello solo indicativo si può affermare che in genere è stata raggiunta come limite estremo la distanza di circa 50 m a valle della barriera, pari a circa 17 volte l'altezza della struttura.

Contemporaneamente allo studio sul campo sperimentale è stato avviato presso l'Università di Trento un programma di

ricerca sulla modellistica applicabile al problema in oggetto mediante verifiche analitiche e di similitudine idraulica in canaletta, utili per il tracciamento dei vettori di velocità in anemometro Laser-Doppler.

I risultati forniscono primi elementi di valutazione del comportamento fluidodinamico di una tipologia di barriera, e vengono confrontati con dati resi disponibili tramite approccio numerico.

I valori di trasporto desunti consentono un'interessante applicazione al caso in esame di teorie classiche del trasporto solido dei sedimenti in acqua, potendosi infine dedurre grandezze fisiche significative del fenomeno, ed avendo una conferma sorprendente della bontà delle misure effettuate.

La conoscenza separata degli aspetti più strettamente legati al campo di moto aerodinamico attorno alle barriere e delle modalità di trasporto della neve nei siti ove tali barriere vengono collocate, rappresenta un approccio iniziale ed intrinsecamente valido al fenomeno composito del comportamento dei deflettori da vento.

Viene presa in esame la possibilità di prevenire la formazione di accumuli nevosi in siti considerati pericolosi, e di favorirne la formazione in zone più riparate, attraverso l'opportuno inserimento di particolari barriere permeabili.

L'inserimento di tali barriere modera il campo delle velocità del vento in prossimità del suolo, consentendo un'attenuazione dei fenomeni di trasporto nevoso, e quindi il deposito della neve stessa.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di indagare dapprima il campo di moto fluidodinamico attorno ad una tipologia di barriera filtrante (operando a fondo fisso). Sebbene non possano trarsi indicazioni quantitative sulle modalità di formazione e sull'entità dell'accumulo, la conoscenza sperimentale del campo di moto iniziale (ad accumulo non ancora accennato), può fornire criteri di scelta dei parametri significativi nella progettazione delle barriere.

Segue quindi la presentazione dei risultati ottenuti attraverso una analisi di campo rela-

tiva alla distribuzione verticale della concentrazione della neve trasportata in sospensione dal vento e quindi all'entità globale del trasporto stesso.

Nella presente nota si riferisce sulle caratteristiche aerodinamiche di una sola tipologia di barriera, per la quale è stato messo a punto anche un modello matematico di moto turbolento del tipo $K - \epsilon$.

ANALISI DEL CAMPO DI MOTO TURBOLENTO ATTORNO ALLA BARRIERA

Criteri di similitudine

L'analisi sperimentale di fenomeni riguardanti lo strato limite atmosferico può essere condotta nelle gallerie del vento, adottando come fluido l'aria, oppure nelle canalette idrodinamiche utilizzando come fluido l'acqua. La scelta è vincolata spesso a ragioni contingenti e di disponibilità. Una notevole semplificazione sperimentale si ottiene potendosi ritenere trascurabile gli effetti delle forze di massa legate al moto di rotazione della terra. Tale semplificazione è solitamente accettata per quanto concerne la modellazione di fenomeni aerodinamici che hanno luogo nella bassa atmosfera.

In tali ipotesi la distribuzione della velocità indisturbata lungo la verticale è ben descritta dalla legge logaritmica:

$$\frac{u}{u^*} = \frac{1}{K} \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$$

oppure, con meno approssimazione, da una legge di potenza:

$$\frac{u}{u^*} = \left(\frac{Y}{\delta} \right)^{1/n}$$

dove:

u è la velocità d'attrito

z_0 è una scabrezza caratteristica del terreno

K 0.4 è la costante di Von Karman

δ è l'altezza di riferimento dello strato limite atmosferico

n è un numero che varia da 2 a 10 a seconda della scabrezza del terreno.

Le equazioni che governano il moto in queste ipotesi sono le equazioni di continuità e di Reynolds:

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + U_j \frac{\partial U_i}{\partial x_j} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial (p + \gamma h)}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_j^2} - \frac{\partial U_i U_j}{\partial x_j} \quad (2)$$

Ritenendo trascurabile nella parte più bassa dell'atmosfera la derivata spaziale del termine h rispetto a quella del termine p , l'equazione 2) si scrive:

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + U_j \frac{\partial U_i}{\partial x_j} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_j^2} - \frac{\partial U_i U_j}{\partial x_j} \quad (3)$$

Nella simulazione in canaletta idraulica questa approssimazione è possibile solo nel caso che la superficie libera si mantenga sufficientemente piana; in tal caso, detta H la distanza fra la superficie libera ed un piano di riferimento parallelo ad essa, ed essendo m ed n le coordinate di tale piano, si ha:

$$\frac{\partial h}{\partial x_m} \approx \frac{\partial h}{\partial x_n} \approx 0 \quad (4)$$

ne deriva che, indicando con p_1 il valore della pressione per $h = h_0$, e ponendo:

$$p + \gamma h = p_1 + \gamma h_0$$

L'equazione del moto 2) può essere riscritta nella forma 3), ove p_1 corrisponde a p . Il moto risulta retto dalla similitudine di Eulero e Reynolds, dove il numero di Eulero nel modello è riferito alla pressione p_1 sopra definita.

In definitiva, quando il fenomeno aerodinamico è simulato attraverso il moto di una corrente in presenza di superficie libera, occorre preliminarmente assicurare la non dipendenza dal numero di Froude della corrente. Tale condizione si verifica se le dimensioni del modello sono sufficientemente piccole in relazione alla sezione liquida.

L'ipotesi di incomprimibilità, intrinseca

nell'uso dell'acqua come fluido, è attendibile nella modellazione di fenomeni che si verificano nell'atmosfera in prossimità al suolo, poichè per escursione di quota modesta tale assunto sembra del tutto congruente.

La dipendenza dal numero di Reynolds (rapporto fra le forze inerziali e le forze viscosi), può essere trascurata laddove per i fenomeni localizzati le velocità elevate rendano il campo di moto indipendente da tale parametro.

Descrizione dell'installazione sperimentale

La sperimentazione è stata condotta in acqua su una canaletta attrezzata lunga circa 12 m presso il Laboratorio di Idraulica dell'Università di Trento. La scala di riduzione geometrica scelta è di 1:40.

Il fenomeno fisico in canaletta è indagato sul piano di simmetria longitudinale (x-y) in condizioni di moto permanente, e nell'ipotesi sia lecito trascurare gli effetti della comprimibilità dell'aria.

La lunghezza della canaletta garantisce il naturale sviluppo dello strato limite.

La sezione della canaletta è quadrata (50 x 50 cm), con pareti laterali in vetro temperato e fondo in perspex, e vi fluisce una portata di 54 l/s, con un tirante in prossimità alle barriere di 41 cm.

Il numero di Froude della corrente indisturbata risultante ($Fr = 0.13$) è sufficientemente piccolo da escludere l'influenza delle forze gravitazionali.

La portata è misurata tramite diaframma posto sulla tubazione di mandata. Le condizioni di moto permanente durante tutto il periodo delle misure è garantita dal controllo della portata e del tirante d'acqua e in una posizione fissa.

Le barriere, riprodotte in vetroresina, sono posizionate su una sottile platea e fissate attraverso dei tiranti alla struttura della canaletta.

Le misure riguardano il campo di velocità medie e le componenti del tensore degli sforzi di Reynolds che giacciono sul piano x-y a monte e a valle della barriera.

La strumentazione di misura delle velocità è composta da un anemometro Laser - Doppler a ioni di argon con potenza massima 4 W, corredato da un sistema ottico con cella di Bragg e «shifter» di frequenza. Il fotoricevitore è disposto in posizione «backward scattering».

Il segnale è decodificato da un inseguitore di frequenza la cui uscita analogica è collegata ad un calcolatore che consente l'acquisizione del segnale alla frequenza scelta.

L'anemometro è installato su un supporto che ne consente la movimentazione lungo la canaletta, mentre la regolazione fine della posizione del punto di misura è affidata ad un sistema meccanico di alta precisione (Dantec Traversing Mechanism).

Risultati ottenuti

In fig. 5 si nota che l'effetto della barriera è sostanzialmente quello di deviare una parte del flusso che si avrebbe in prossimità del suolo.

L'effetto maggiore si ottiene a valle delle barriere (Fig. 6), dove viene a mancare la zona di separazione di corrente che si avrebbe nel caso di barriera piena.

In questa zona si nota tuttavia una sensibile riduzione della velocità. Conseguenza di tale riduzione è quella di consentire il deposito della neve per un tratto abbastanza lungo.

Questo effetto era stato anche previsto dal modello matematico.

Un giudizio più preciso dell'effettiva capacità di dar luogo all'accumulo lo si desume dalla distribuzione dello sforzo tangenziale misurato, in particolar modo in prossimità del suolo, essendo questi il fattore responsabile del trasporto della neve.

Un confronto fra i valori misurati e quelli calcolati tramite il modello matematico evidenzia una buona concordanza dei risultati.

È significativo osservare come il valore dello sforzo tangenziale al suolo si riduce notevolmente a valle della barriera.

La distribuzione degli sforzi tangenziali a «dente di sega» calcolata dal modello mate-

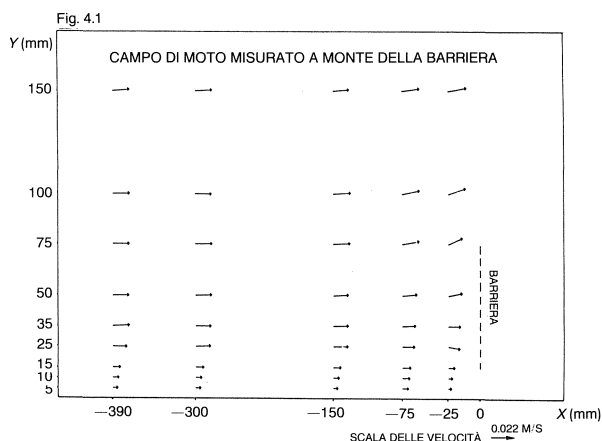


Fig. 5 – Andamento della velocità a monte della barriera.

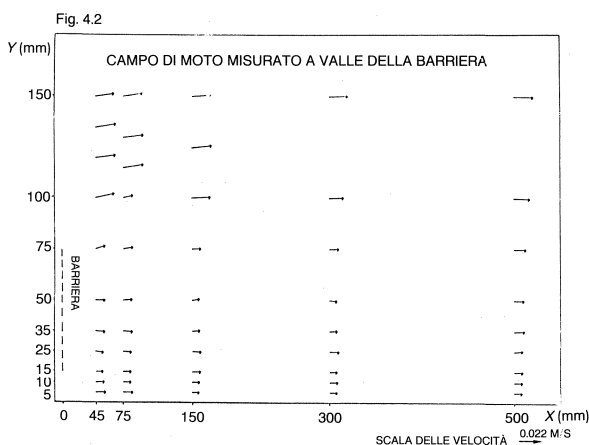


Fig. 6 – Andamento della velocità a valle della barriera.

matico nella zona subito a valle della barriera, che contrasta con il rilievo sperimentale, è legata alla scelta del grigliato numerico e non a problemi di instabilità.

TRASPORTO DI NEVE

La stima del trasporto di neve avviene elaborando i risultati forniti da opportune trappole poste nel campo sperimentale.

Il loro utilizzo consente di misurare la quantità di neve trasportata dal vento a varie altezze del suolo.

Realizzazione delle misure

La realizzazione delle misure svolte nell'inverno 1988-89 e 1989-90, ha posto in evidenza la difficoltà di reperire risultati attendibili attraverso la strumentazione descritta.

I problemi maggiori sorgono durante una nevicata. Infatti la neve trasportata dal vento, in particolar modo se umida, rischia di otturare il foro captatore, impedendo alle particelle di neve trasportate di entrare nelle scatole.

Il loro funzionamento inoltre non è parso ottimale in presenza di vento che spira in direzione non perfettamente parallela all'asse del foro.

Piccoli angoli di incidenza sono infatti sufficienti per ridurre drasticamente l'accuratezza delle misure.

Portata di neve in sospensione

La portata di neve in sospensione per unità di larghezza è definita da:

$$Q_s = \int_a^h C(y) u(y) dy \quad (5)$$

L'andamento della velocità $u(y)$ è descritto dalla legge di potenza:

$$u/u_0 = (y/h)^{1/n} \quad (6)$$

dove:

U = velocità media misurata durante il fenomeno di trasporto;

h = altezza della torre anemometrica;

n = scabrezza del manto nevoso.

L'anemografo, posto ad una altezza di 6 metri dal suolo, ha rilevato, durante il fenomeno esaminato, una velocità media di 34 Km/h. La durata del fenomeno di trasporto è

di 11 ore (iniziato alle ore 23 del 13.3.1989 e terminato alle ore 10 del 14.3.1989 in corrispondenza del rilievo dei dati). (Tab. 1)

Direzione	V (Km/h)	Ora	Giorno
N - W	3	20	13/3
N - W	3	21	13/3
N - W	2	22	13/3
N - W	4	23	13/3
N	22	24	13/3
N	26	1	14/3
N	36	2	14/3
N	45	3	14/3
N	46	4	14/3
N	40	5	14/3
N	39	6	14/3
N	31	7	14/3
N	32	8	14/3
N	26	9	14/3
N	24	10	14/3

La scabrezza n del manto nevoso è fissata dapprima al valore di tentativo $n = 7$, proposto da Davenport (6) per il deserto e la tundra artica.

Sostituendo nella (5):

$$u = u_0 (y/h)^{1/n} = 7.31 y^{1/7} \quad (7)$$

L'andamento della concentrazione $c(y)$ è noto supponendo valida la teoria di Rouse proposta per il trasporto solido in sospensione nei corsi d'acqua.

$$\frac{c}{c_a} = \left[\frac{h-y}{y} \frac{a}{h-a} \right]^z \quad (8)$$

La condizione al contorno $C = C_a$ è posta ad una distanza a dal manto nevoso tale da non risentire dei fenomeni di trasporto di fondo (trasporto per rotolamento e saltazione).

L'esponente z , detto numero di Rouse, è pari a:

$$z = \frac{W}{K u_*} \quad (9)$$

dove:

W = velocità di caduta della neve in aria ferma;

K = costante di Von Karman;

u_* = velocità di attrito.

La quantità Q_t di neve trasportata in sospensione durante il fenomeno di trasporto ($T = 11.h$) attraverso la sezione del tubo captatore ($A = 1 \text{ cm}^2$) delle scatole di misura, in funzione della distanza y dal suolo, è espressa dalla (10):

$$Q_t = 28.94 y^{1/7} C_a \left[\frac{6-y}{y} \frac{a}{6-a} \right]^z \quad (10)$$

I parametri incogniti C_a e z sono stimati mediante l'interpolazione ai minimi quadrati della (10) con i valori misurati dalle trappole il 14.3.1989, ad una distanza a dal manto nevoso pari al 5% dell'altezza della torre anemometrica ($a = 30$).

I risultati ottenuti, inseriti nella (10), forniscono l'espressione conclusiva;

$$Q(y) = 0.74 y^{1/7} \left[\frac{6-y}{y} \right]^{1.47} \quad (11)$$

il cui adattamento ai valori sperimentali è molto buono (Fig. 10). Ne risulta confermato il valore scelto per il parametro n che descrive la scabrezza.

Fig. 2.32 PROFILO DI TRASPORTO IN SOSPENSIONE

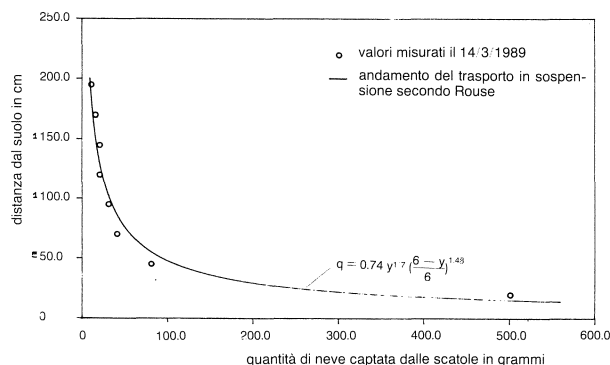


Fig. 10 – Andamento del profilo di trasporto secondo la teoria di Rouse.

Conclusioni

L'esperienza acquisita ha consentito innanzitutto di rilevare i problemi tecnici che sorgono nell'utilizzo di questi strumenti di misura, ancora in fase sperimentale.

Dall'analisi dei risultati ottenuti è stato comunque possibile trarre alcune importanti osservazioni in merito ai valori da attribuire ai parametri del manto nevoso, confermando peraltro la validità dell'applicazione della legge di Rouse anche nell'ambito del trasporto di neve in sospensione.

La particolarità ed eccezionalità degli inverni 1988-89 e 1989-90, non hanno permesso di valutare con sufficiente precisione l'efficacia delle singole barriere.

Nelle occasioni in cui è stato possibile valutare il trasporto di neve per effetto del vento si è notato che le barriere erano in grado di abbattere il trasporto di massa in una misura pari a circa il 20% di quella in campo aperto.

Nel range di porosità esaminato, si è riscontrato una scarsa dipendenza della forma dell'accumulo. Sembra poi che più che la porosità abbia incidenza l'ampiezza degli spazi vuoti e pieni. Sono stati rilevati valori di volume accumulato e di lunghezza del deposito intermedio fra quelli ottenuti dai ricercatori francesi e le stime di Tabler. Si tratta comunque di considerazioni ancora in fase di sviluppo.

Malgrado che, per le ragioni sopra esposte, non si sia riusciti a centrare in pieno l'aspetto scientifico del problema, da un punto di vista operativo la realizzazione dei deflettori in amministrazione diretta ha fatto acquisire notevoli conoscenze sia qualitative che quantitative sui costi e sulle difficoltà operative che si possono incontrare nella posa in opera, qualificando il lavoro di consulenza che compete all'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento.

Il trasporto della neve per effetto eolico è stato l'oggetto di una tesi di laurea svolta dall'ing. Groff Michele, che si è avvalso anche dei dati ottenuti sul campo sperimentale di Pala di Santa.

NOTIZIARIO

Corsi e incontri della stagione 1988-89

TONALE

Nella prima settimana di dicembre al Passo del Tonale, presso la Scuola Provinciale per gli Sports della Montagna, è stato organizzato l'annuale corso di aggiornamento per il personale che effettua i rilievi nivometeorologici e per i componenti Commissioni Locali Valanghe.

Il corso si è svolto nelle giornate del 5, 6 e 7 dicembre 1988 ed ha visto la partecipazione di 50 addetti del settore, fra Rilevatori e Commissari, di cui 16 provenienti da altre Regioni associate all'AINEVA, in particolare dal Friuli-Venezia Giulia.

Sono stati svolti temi riguardanti la meteorologia alpina, l'evoluzione del manto nevoso, la valutazione del pericolo di valanghe, la modalità dei rilievi nivometeorologici e la compilazione dei modelli vari e discussi altri problemi interessanti il settore valanghe, quali la cartografia delle valanghe e le opere paravalanghe.

Ampio spazio è stato dedicato alle prove pratiche di rilievi sul ghiacciaio Presena, con successiva discussione dei dati risultanti dai profili nivometrici.

Si è sottolineato, in conclusione, la grande importanza e delicatezza del compito del rilevatore, che giustifica la necessità di un continuo aggiornamento.

BONDONE

Nei giorni 18, 19 e 20 Aprile 1989 si è svolto presso il Centro Studi Forestali della Provincia Autonoma di Trento, alle Viote del Bondone, un corso di aggiornamento sul tema della cartografia delle valanghe delle Regioni e Province dell'arco alpino Italiano associate all'A.I.NE.VA.

Tale iniziativa, partita dall'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento, ha visto la presenza di 14 tecnici provenienti dalle Regioni Valle d'Aosta, Lombardia, Veneto, Friuli Venezia Giulia e dalle Province Autonome di Bolzano e Trento.

In qualità di docente è intervenuto il dott. L. Borrel del Centro Studi Neve del CEMAGREF di Grenoble, che ha illustrato le metodologie per la realizzazione delle Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe (già da tempo adottate dall'A.I.NE.VA. e quindi dalle varie Regioni e Province che stanno redigendo tali strumenti di individuazione delle aree soggette al rischio delle valanghe).

Durante il corso i partecipanti hanno avuto modo di applicare direttamente sul terreno le nozioni apprese, svolgendo un'indagine sui versanti del Palon, che ben si prestava allo scopo del corso stesso.

In chiusura si è tenuto un interessante dibattito sul tema della redazione dei Piani delle Zone Esposte alle Valanghe (P.Z.E.V.), logica evoluzione delle Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe.

GRENOBLE

Il giorno 5 luglio 1989 presso il Centro di studio dei problemi nivologici del CEMAGREF di Grenoble (F) si è tenuta l'inaugurazione ufficiale di una nuova galleria del vento che nelle aspettative dei suoi progettisti dovrebbe poter consentire, tramite la simulazione in laboratorio del fenomeno che a scala macroscopica avviene in natura, di raccogliere nuove e più precise informazioni circa le modalità che contraddistinguono il trasporto della neve sotto l'azione eolica.



I partecipanti al corso di cartografia delle valanghe tenuto alle Viote del Bondone.

L'invito alla giornata francese dei rappresentanti AINEVA dell'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento rientra in generale nell'ormai consolidato rapporto di collaborazione che intercorre tra i due suddetti organismi preposti allo studio dei fenomeni nivologici e valanghivi ed in particolare nel quadro di un reciproco interesse per le sperimentazioni in questo settore, a tutt'oggi molto poco investigato.

In quest'ottica è da ritenersi assai importante lo scambio di risultati relativi a nuove esperienze condotte, tant'è vero che si è potuto riscontrare un elevato interesse, anche da parte dei membri dell'Ente francese, per la sperimentazione condotta in Val di Fiemme presso Pampeago dove l'Ufficio Neve e Valanghe della P.A.T. sta studiando diverse tipologie di deflettori da vento e sta procedendo alla raccolta di dati sperimentali tali da poter garantire in futuro una base teorica sufficientemente approfondita per la valutazione complessiva del fenomeno del trasporto e dell'accumulo della neve.

A tal fine, per poter verificare la bontà delle soluzioni adottate nel campo sperimentale di Pala di Santa, è stata pure compiuta una visita in campo allestito presso l'Alpe d'Huez dalla Società Impianti Funiviari del luogo, sotto la supervisione del CEMA-GREF di Grenoble, cui spetta il compito di procedere all'elaborazione dei dati raccolti.

I problemi finora emersi in questa prima fase di utilizzo della galleria del vento sono rappresentati essenzialmente da una grossa difficoltà nel creare un flusso delle particelle di tipo monodirezionale, risentendo il flusso delle turbolenze indotte dall'apparecchiatura, oltre che quella di valutare quanto il diametro delle particelle utilizzate (circa 0,2 mm) influenzi i risultati rilevabili applicando una similitudine di tipo fisico.

BORMIO

Nei giorni 21, 22, 23 e 24 novembre 1988, la Regione Lombardia incaricata dal Comitato Tecnico Direttivo AINEVA, ha organizzato a Bormio il corso di aggiornamento sulle tecniche di rilevamento dei dati nivo-meterologici, cui ha partecipato in veste di istruttore il dott. Elio Caola.

Cartografia delle valanghe

Nel corso degli anni 1988-1989 e 1989-1990 l'attività di redazione della Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe è proseguita con l'esecuzione dei rilievi sul terreno e relative indagini storiche, riguardanti i fenomeni valanghivi sul territorio dei Comuni di Aldeno, Cimone, Garniga e Trento nel Comprensorio C5 - Valle dell'Adige, rispettivamente dei Comuni di Bezzeca, Concei, Molina, Pieve di Ledro, Riva del Garda, Tenno, Tiarno di Sotto e Tiarno di Sopra nel Comprensorio C9 - Alto Garda e Ledro, nonché dei Comuni di Sagron - Mis Sinor, Tonadico e Transacqua nel Comprensorio C2 - Primiero, per una superficie complessiva di Ha 61.000 circa.

Tali indagini, correlate con la interpretazione aerofotogrammetrica delle medesime zone già eseguita dal compianto geom. Giorgio Martinelli, consentiranno la pubblicazione di tre Carte tematiche - di cui due attualmente in fase di stampa - che si aggiungeranno alle cinque già edite negli scorsi anni dall'Ufficio Neve e Valanghe.

Nel corso del prossimo inverno inoltre verrà eseguita la fotointerpretazione aerofotogrammetrica dell'alta Valle di Sole avviando così la stesura della C.L.P.V. di tale zona.

