

Le grotte ghiacciaie del Parco delle Grigne

Dalle osservazioni di Leonardo alle moderne tecnologie di rilevamento meteorologico

Meteorologia del comprensorio delle Grigne

Studio per una corretta gestione delle risorse e delle attività sul territorio

Sergio Borghi, Roberto Gottardi, Daniele Zappalà

Comunità Montana - Barzio (LC) - 11 novembre 2005

ENEL- Servizio Meteo AM

Caratteristiche diffusive dei bassi strati dell'atmosfera

1979, Vol. 2 Lombardia

[Grigna Settentrionale (1951-72), M. Bisbino (1952-77) , Valcava
(1963-72)]

Alfredo Bini

Il clima del gruppo delle Grigne

(1972-80)

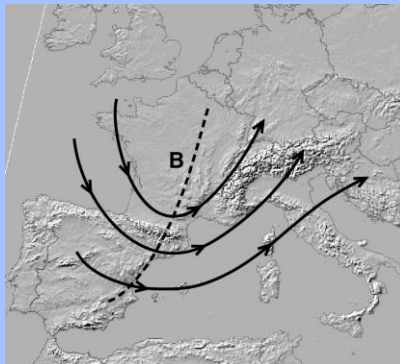
Monografie Periodiche dei Musei Civici di
Lecco Anno I, Numero I, 1986



Le tre scale fondamentali dei moti atmosferici e le loro caratteristiche

Scala	Macro-	Meso-	Micro-
Dimensione caratteristica (km)	> 500	15 – 150	< 8
Periodo (h)	> 48	1 – 48	< 1
Lunghezza d’onda (km)	> 500	20 – 500	< 20

Tipo Circolatorio 1 – Libeccio



Caratteri euro-mediterranei

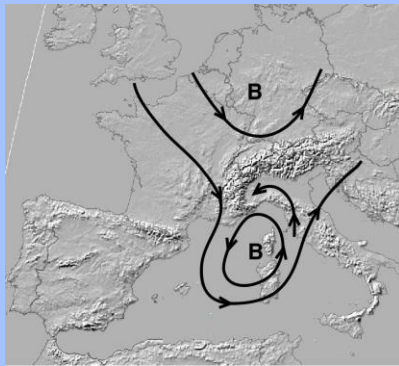
Ad ovest dell'arco alpino occidentale è presente una depressione a forma di V (saccatura), con asse che si estende tipicamente dai Paesi Bassi alle Baleari. Sopra l'Italia Settentrionale le correnti in quota sono dirette da sudovest verso nordest (libeccio).



Caratteri nord-italiani

In superficie la struttura media della circolazione presenta una depressione situata generalmente sul Piemonte. Specialmente nella stagione fredda e nelle stagioni intermedie si possono avere precipitazioni estese, più intense sulla fascia prealpina.

Tipo Circolatorio 2 – *Ciclogenesi su Mar Ligure*



Caratteri euro-mediterranei

Una depressione con centro sui bacini nord-occidentali italiani (Mar Ligure, Mar di Corsica, Alto Tirreno) determina sull'Italia Settentrionale venti in quota dai settori sud-orientali, di provenienza normalmente non adriatica. La depressione si genera spesso per *cut-off* durante l'evoluzione di una saccatura del Tipo 1.



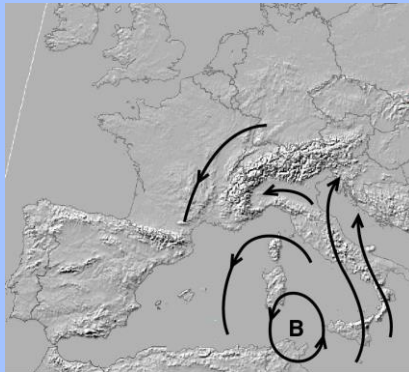
Caratteri nord-italiani

Sotto l'azione del centro di bassa pressione presente sui bacini nord-occidentali italiani, sull'Italia Settentrionale i venti spirano da est-sudest. Le precipitazioni più probabili e intense si possono avere, specialmente nelle stagioni di transizione, sulla fascia prealpina centro-occidentale.

Tipo Circolatorio 3 – *Scirocco*

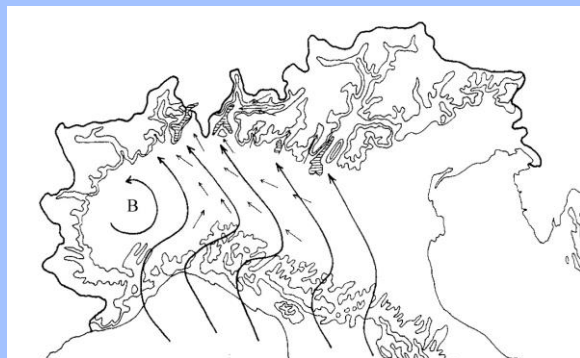
Caratteri euro-mediterranei

Una depressione di norma di origine nord-africana, spostandosi verso est, determina una precisa influenza sulle regioni nord-italiane quando il suo centro si colloca tra il Basso Tirreno e il Canale di Sicilia. I venti in quota sull'Italia Settentrionale provengono da sudest e le masse d'aria che arrivano sulla Valle Padana e sui rilievi alpini sono in genere di provenienza adriatica (scirocco).

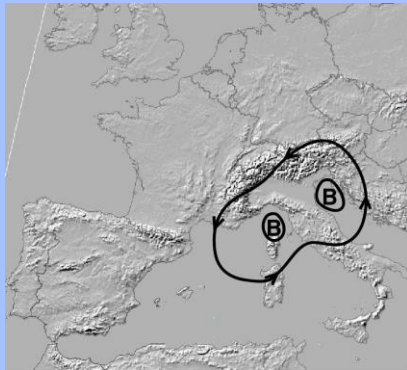


Caratteri nord-italiani

In superficie le correnti sull'Italia Settentrionale sono meridionali o da sudest. La persistenza di questo tipo di circolazione in genere produce precipitazioni abbondanti.

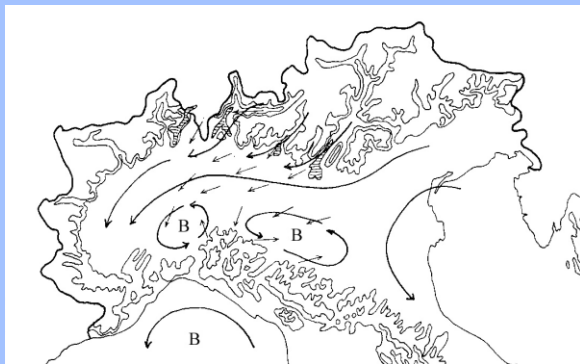


Tipo Circolatorio 4 – *Depressione sdoppiata su Mar Ligure e Alto Adriatico*



Caratteri euro-mediterranei

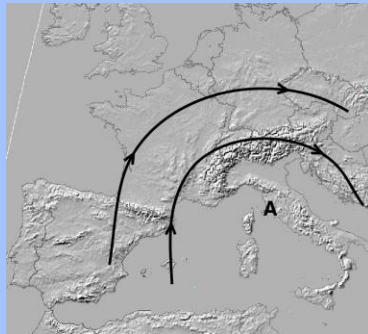
Una vasta depressione interessa l'Italia Settentrionale e Centrale, con la presenza al suo interno di due depressioni secondarie separate dagli Appennini, una con centro sul Mar Ligure o l'Alto Tirreno, l'altra con centro sull'Alto o il Medio Adriatico. Le correnti in quota al nord hanno di norma una componente dai settori meridionali od orientali. Tale struttura circolatoria costituisce la normale evoluzione del Tipo 2.



Caratteri nord-italiani

La circolazione in superficie può assumere caratteri diversi, a seconda che prevalga in quota l'azione della depressione secondaria occidentale piuttosto che di quella orientale. Specialmente nella fase calda dell'anno sono piuttosto frequenti sulla Valle Padana e sui vicini rilievi prealpini gli episodi temporaleschi, anche di una certa intensità.

Tipo Circolatorio 5 – Anticiclone sul Mediterraneo



Caratteri euro-mediterranei

L'Italia è interessata da un campo di alte pressioni che coinvolge gran parte del Mediterraneo. In tali condizioni, cosiddette anticicloniche, la circolazione sull'Italia è estremamente debole; negli strati prossimi alla superficie, specialmente nella stagione calda, si sviluppano sistemi di brezza monte-valle.



Brezze diurne

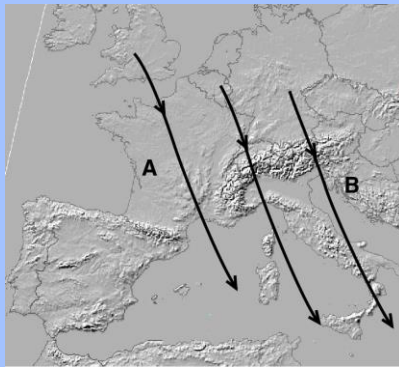
Caratteri nord-italiani

Per l'Italia Settentrionale le circolazioni di brezza monte-valle sono schematizzate separatamente per il giorno e per la notte. Le strutture circolatorie rappresentate sono valide soprattutto per le giornate serene, quando sono particolarmente efficaci il riscaldamento solare diurno ed il raffreddamento notturno da irraggiamento.



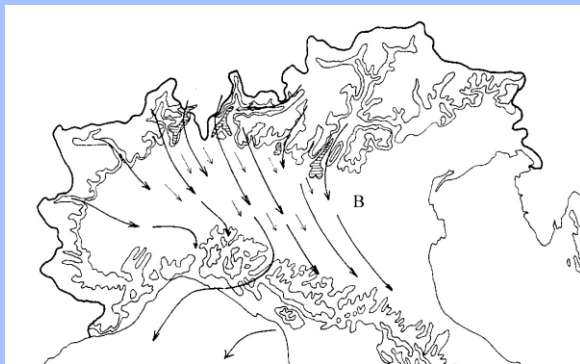
Brezze notturne

Tipo Circolatorio 6 – *Föhn*



Caratteri euro-mediterranei

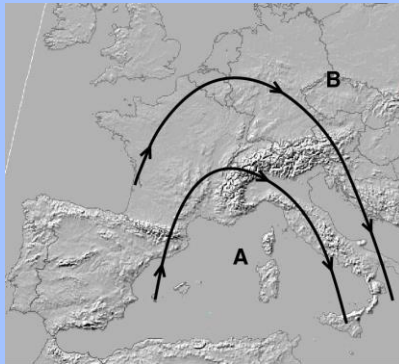
Quando correnti intense da nordovest investono le Alpi, il sollevamento forzato delle masse d'aria nel versante sopravvento produce della nuvolosità (fenomeno cosiddetto di *stau*). Se si hanno precipitazioni, le correnti sottovento, discendenti, risultano secche e per compressione l'aria si riscalda. A parità di livello sopravvento e sottovento ai rilievi, nei bassi strati atmosferici vi può essere una differenza di temperature fino a 10-12° C.



Caratteri nord-italiani

Nelle condizioni di föhn – ben note – la ventilazione sull'Italia nord-occidentale è intensa da nord-nordovest, l'aria è particolarmente secca, con gradiente termico verticale pressoché costante, pari a 6.5° C/km.

Tipo Circolatorio 7 – Correnti stabili da Nordovest



Caratteri euro-mediterranei

Un'area di alta pressione a forma di **V rovesciato** (promontorio), situata sul Mediterraneo occidentale, interessa con correnti in quota da nordovest – di norma deboli – l'Italia Settentrionale (non si tratta di condizioni di föhn).



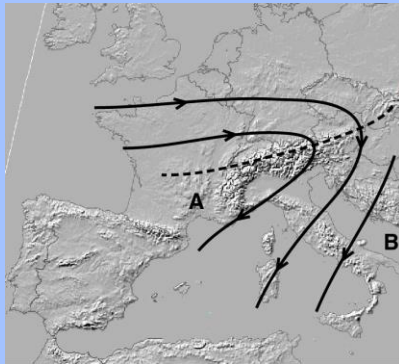
Caratteri nord-italiani

La circolazione, generalmente debole, al centro della Valle Padana è orientata da ovest verso est mentre dalle valli minori le masse d'aria si dirigono verso l'asse della valle. Le condizioni risultano di stabilità, favorevoli d'estate a situazioni di caldo afoso, d'inverno invece alla formazione di foschie e nebbie, con gelate e brinate.

Tipo Circolatorio 8 – *Grecale*

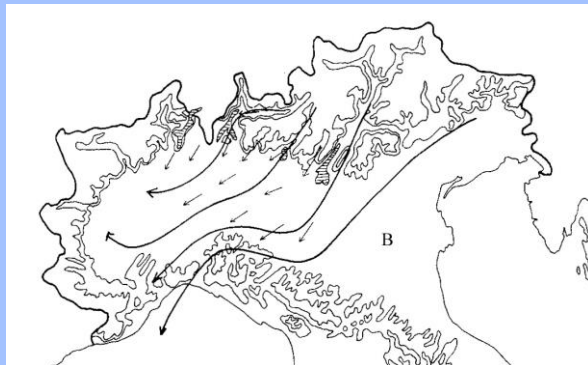
Caratteri euro-mediterranei

Un promontorio di alte pressioni, disposto a nord dell'arco alpino, determina sull'Italia Settentrionale venti in quota da nordest. È uno dei tipici processi di infiltrazione di aria fresca nel Mediterraneo da parte delle correnti presenti a nord delle Alpi.

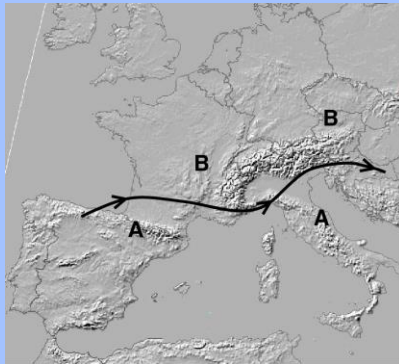


Caratteri nord-italiani

L'apporto di masse d'aria da est-nordest avviene su gran parte della Valle Padana. Fenomeni isolati di precipitazione si possono avere sulle zone alpine centrali, specialmente d'estate, anche a carattere di rovescio o di temporale.

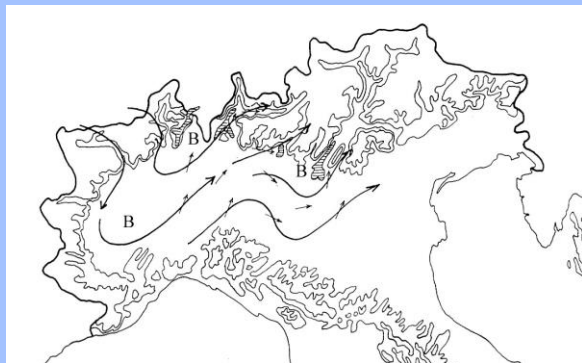


Tipo Circolatorio 9 – *Ovest ondulato*



Caratteri euro-mediterranei

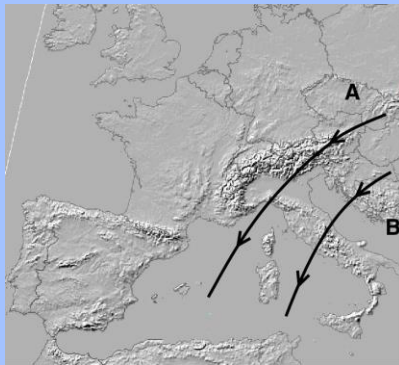
Correnti ondulate poco ampie, con una componente dominante da ovest verso est, investono le regioni settentrionali italiane. Mentre la componente dei venti nella direzione dei paralleli è sempre diretta da ovest verso est, la componente meridiana può oscillare disponendosi alternativamente da nord o da sud.



Caratteri nord-italiani

Anche in superficie, come in quota, le correnti si sviluppano da ovest verso est. Nel periodo estivo la sovrapposizione del riscaldamento diurno alle condizioni temporanee di circolazione depressionaria può favorire l'attività temporalesca.

Tipo Circolatorio 10 – Bora



Caratteri euro-mediterranei

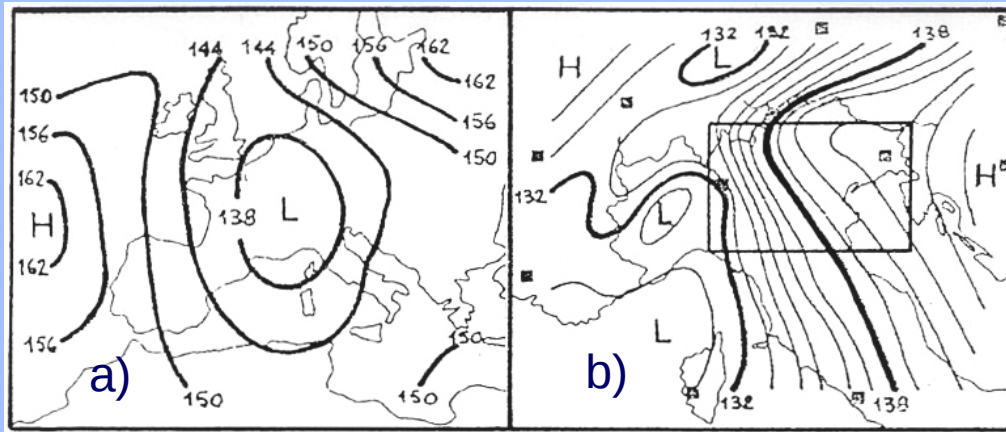
L'espansione verso l'area mediterranea di aria fredda proveniente dal continente euro-asiatico, che si manifesta sull'Alto Adriatico con episodi di bora, determina sull'Italia Settentrionale correnti in quota con provenienza da est-nordest.



Caratteri nord-italiani

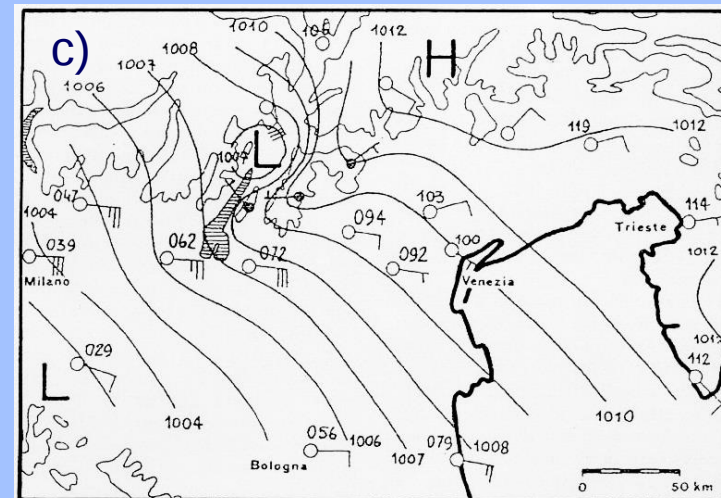
I caratteri della circolazione superficiale sono simili a quelli dell Tipo 8, ma generalmente con una ventilazione più intensa, con temperature più basse e con precipitazioni più probabili e diffuse sulla parte meridionale della Valle Padana centro-occidentale.

Situazione circolatoria del 14 marzo 1980
[evoluzione da Tipo 1 (ore 0 UTC) a Tipo 2 (ore 6 UTC)]

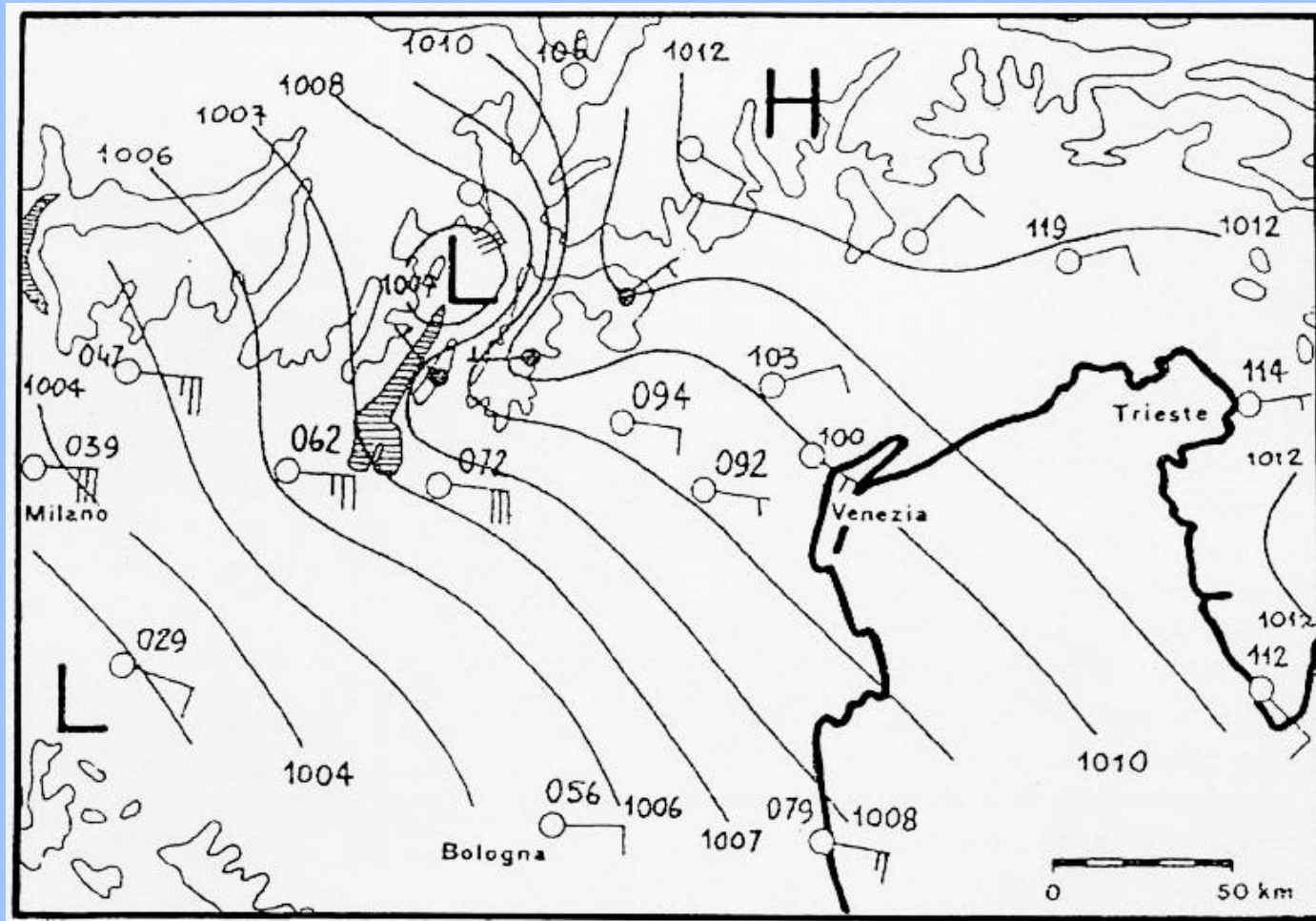


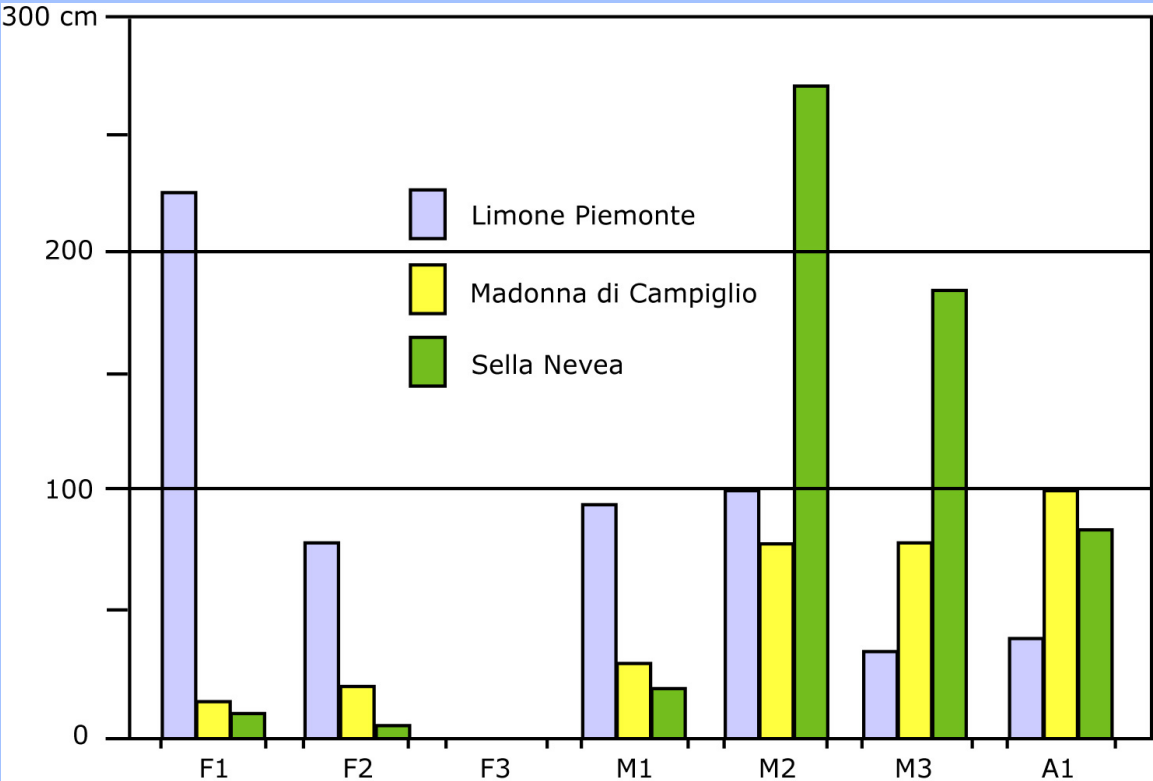
- a) macroscala (ore 0 UTC)
- b) mesoscala (ore 6 UTC)

- c) scala locale (ore 6 UTC)
rappresentativa per il Garda



14 marzo 1980 - A scala locale l'orografia altera la circolazione.
Con venti di scirocco a grande scala si hanno localmente venti occidentali

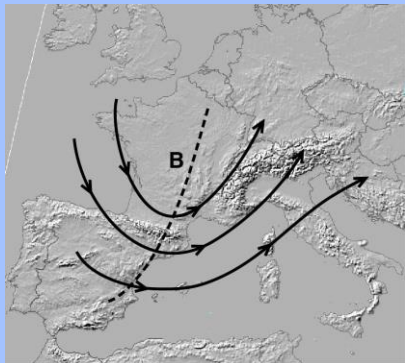
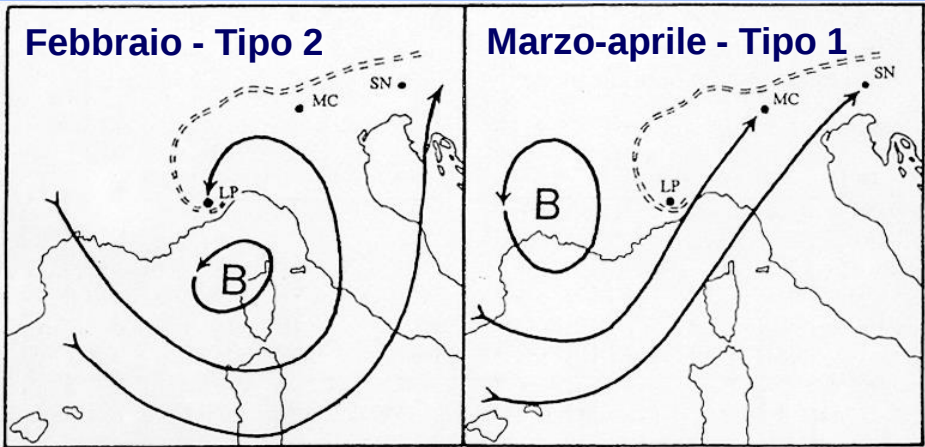
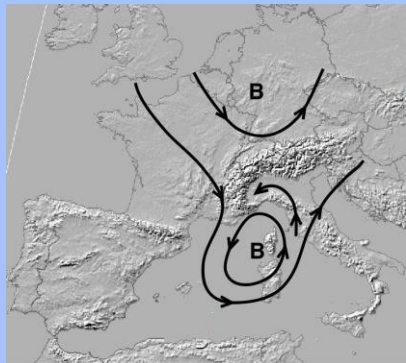


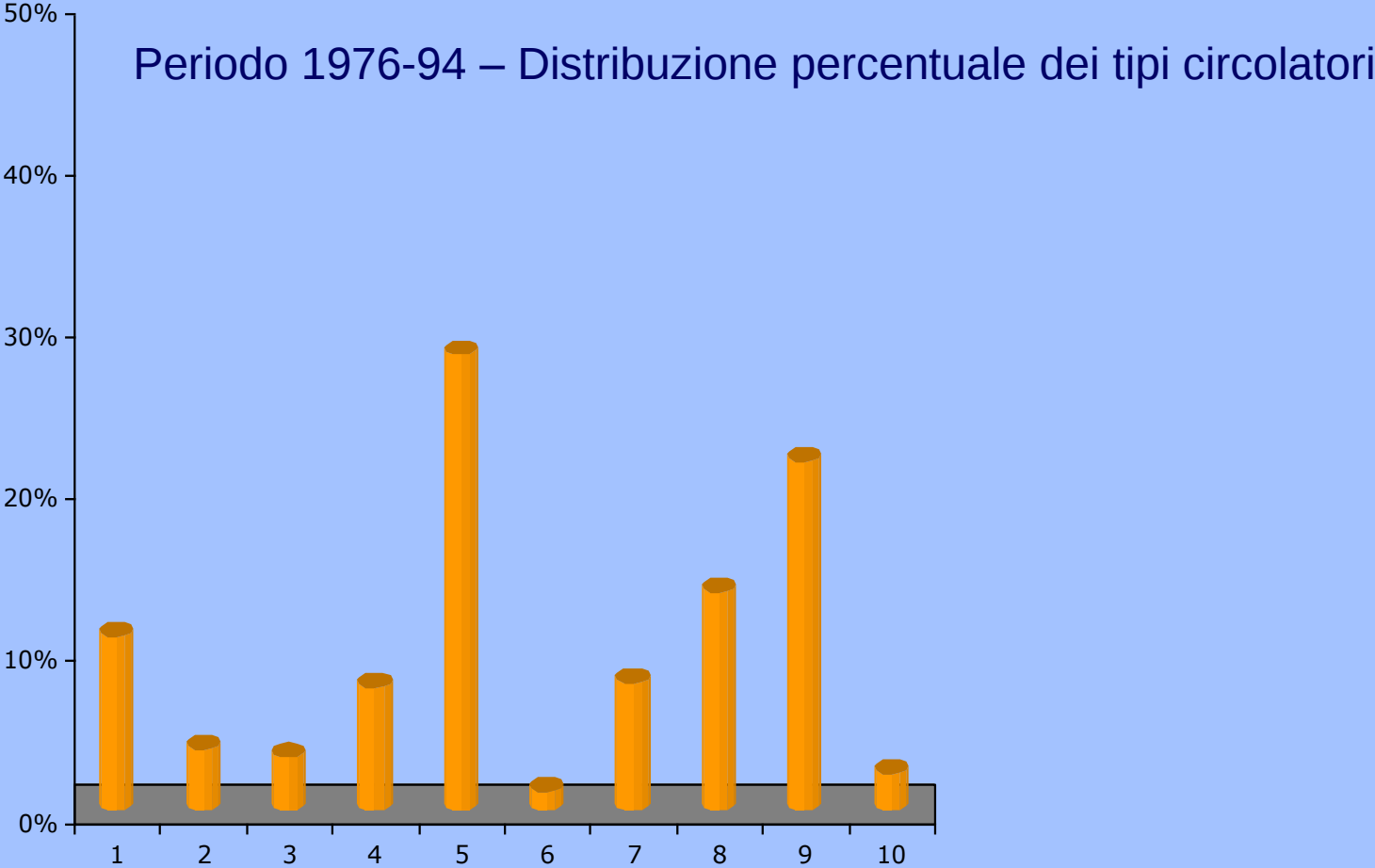


Febbraio - Aprile 1975

Sulle Alpi tre inverni in uno

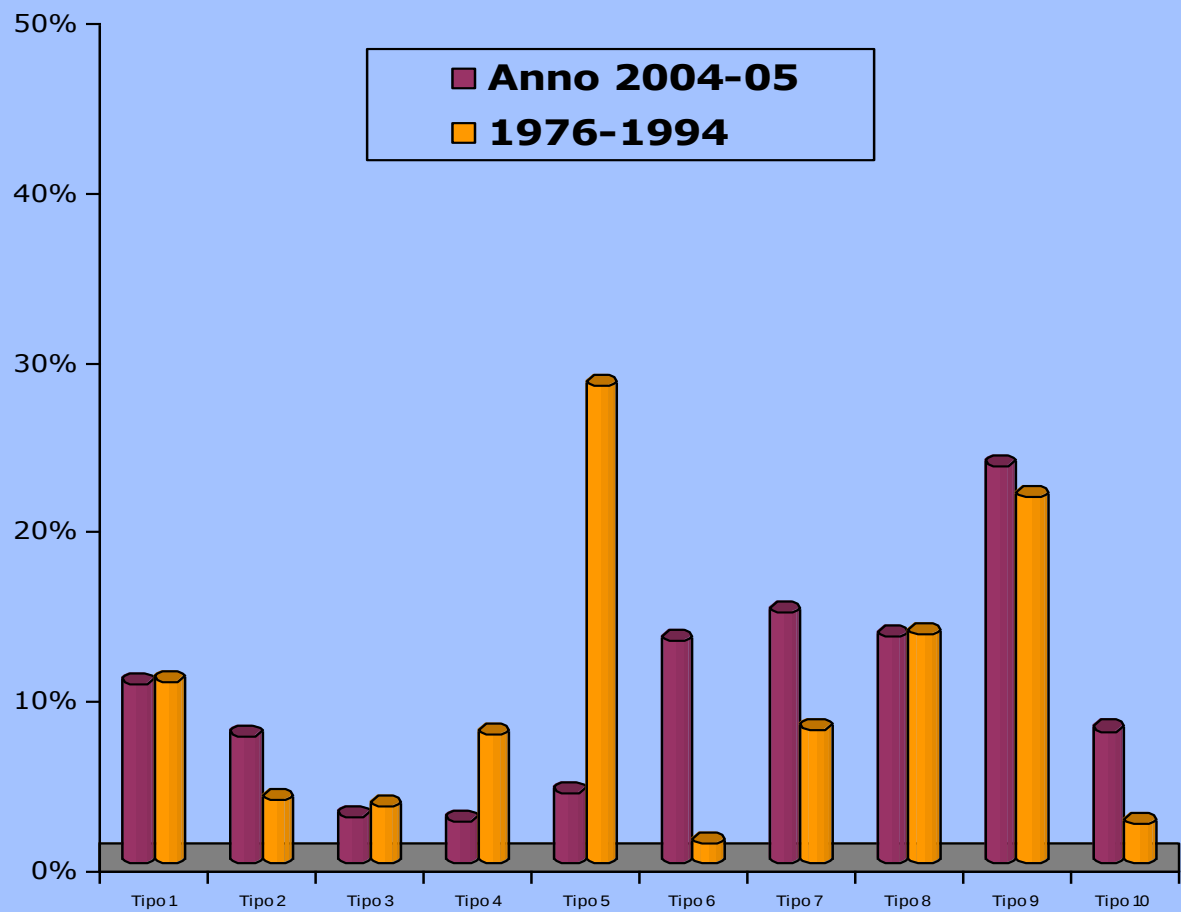
Neve fresca (in cm) caduta
nelle decadi indicate







Distribuzione percentuale dei tipi circolatori a confronto



Monitoraggio: Ricerca (grotte ghiacciaie)

Data base per studi climatologici di grande dettaglio

Correlazione giornaliera con il tipo circolatorio

Formulazione di previsioni locali di tipo applicativo

Vantaggi dei sistemi di monitoraggio attuali

Facilità di gestione remota

Disponibilità di dati in tempi reali - operativi

Uso di modelli di simulazione per ottenere informazioni derivate

Attuazione di un servizio di monitoraggio e di previsioni meteorologiche

Supporto a scelte operative finalizzate alla tutela ambientale

Assistenza alle attività turistiche

Protezione delle risorse naturali

Programmazione a breve termine di attività e lavorazioni all'aperto

Scelta di interventi per uno sviluppo sostenibile



Scale spazio-temporali dei principali fenomeni meteorologici

L	T	1	d	1	h	1	min	1	s	
2000		Onde di Rossby								Macroscala
km 200			Onde di Bjerknes Fronti <i>Lee waves</i>							Mesoscala α
km 20				Effetti dei rilievi - föhn Effetti dei laghi <i>Low level jet</i>						Mesoscala β
km 2				Temporali Effetti urbani Brezze						Mesoscala γ
km 200					Trombe d'aria Convezione profonda					Microscala α
m 20						Mulinelli Termiche				Microscala β
m							Pennacchi Turbolenza			Microscala γ



Caratteristiche delle scale climatiche e
scale temporali dei fenomeni meteorologici corrispondenti

Clima	Distribuzione orizzontale (m)	Distribuzione verticale (m)	Esempi	Scala temporale meteorologica (s)
Microclima	$10^{-2} \div 10^2$	$10^{-2} \div 2 \cdot 10^0$	Serra	$10^{-1} \div 10^1$
Clima locale	$10^2 \div 10^4$	$2 \cdot 10^0 \div 10^3$	Strato di inversione	$10^1 \div 10^4$
Mesoclima	$10^4 \div 2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^0 \div 6 \cdot 10^3$	Clima di bacino	$10^4 \div 10^5$
Macroclima	$2 \cdot 10^5 \div 5 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^0 \div 10^5$	Area dei monsoni	$10^5 \div 10^6$



Concentrazioni medie di particelle in sospensione in
siti diversi (numero di particelle per cm³)

Tipologia del sito	Numero delle oservazioni	Concentrazioni medie
Centro urbano (city)	2500	147000
Area urbana	4700	343000
Area rurale extraurbana	3500	9500
Montagna: 500 – 1000 m	870	6000
1000 – 2000 m	1000	2130
oltre 2000 m	200	950



Radiazione solare incidente in funzione dell'altitudine

Altitudine (m)	500	1500	4000
Radiazione (cal cm ⁻² min ⁻¹)	1.2	1.4	1.6