

La previsione della neve

Durante il periodo invernale la quasi totalità delle precipitazioni che cade alle nostre latitudini si origina sottoforma di neve (acqua nella fase solida).

La previsione della neve richiede particolare abilità, ottima conoscenza del territorio e dei profili verticali della temperatura di bulbo secco e, soprattutto, di bulbo umido.

Una buona previsione non può prescindere dalla conoscenza delle temperature a vari livelli (si consigliano almeno i livelli a 950, 900, 850 hPa per valutare la possibilità di precipitazioni a quote basse).

Per la previsione a breve termine (nowcasting) può risultare utile l'analisi dell'ultimo radiosondaggio disponibile per la località più vicina.

Il ruolo delle transizioni di fase (processi diabatici)

Le transizioni di fase sono responsabili di rilevanti scambi di energia all'interno dell'atmosfera. Tali scambi energetici possono giocare un ruolo fondamentale per il raggiungimento del suolo da parte del fiocco di neve.

L'evaporazione richiede una consistente quantità di energia (occorrono circa 2.500 Joule per far evaporare un grammo di acqua nello stato liquido). Tale scambio energetico tra atmosfera e acqua liquida comporta un raffreddamento dell'aria (raffreddamento evaporativo). Anche la fusione produce un raffreddamento dell'aria ma questo è più contenuto in quanto il calore latente di fusione è inferiore a quello di evaporazione (occorrono circa 335 Joule per fondere un grammo di acqua allo stato solido).

Grazie al raffreddamento evaporativo è possibile che una nevicata raggiunga il suolo nell'arco di poche ore.

Per quantificare gli effetti del raffreddamento evaporativo occorre conoscere la temperatura di bulbo umido. Essa rappresenta infatti il valore che assume la temperatura dell'aria quando questa diviene satura.

Il valore minimo che la temperatura potrà raggiungere a seguito del raffreddamento evaporativo coincide quindi con la temperatura di bulbo umido. Se la temperatura di bulbo umido è inferiore, o uguale, a zero, con buona probabilità la neve raggiungerà il suolo.

Analizziamo quanto accade ad un fiocco di neve in funzione delle temperature degli strati di aria attraversati:

1 - Gli strati atmosferici hanno temperatura inferiore allo zero.

Il fiocco sopravvive durante la discesa verso il suolo.

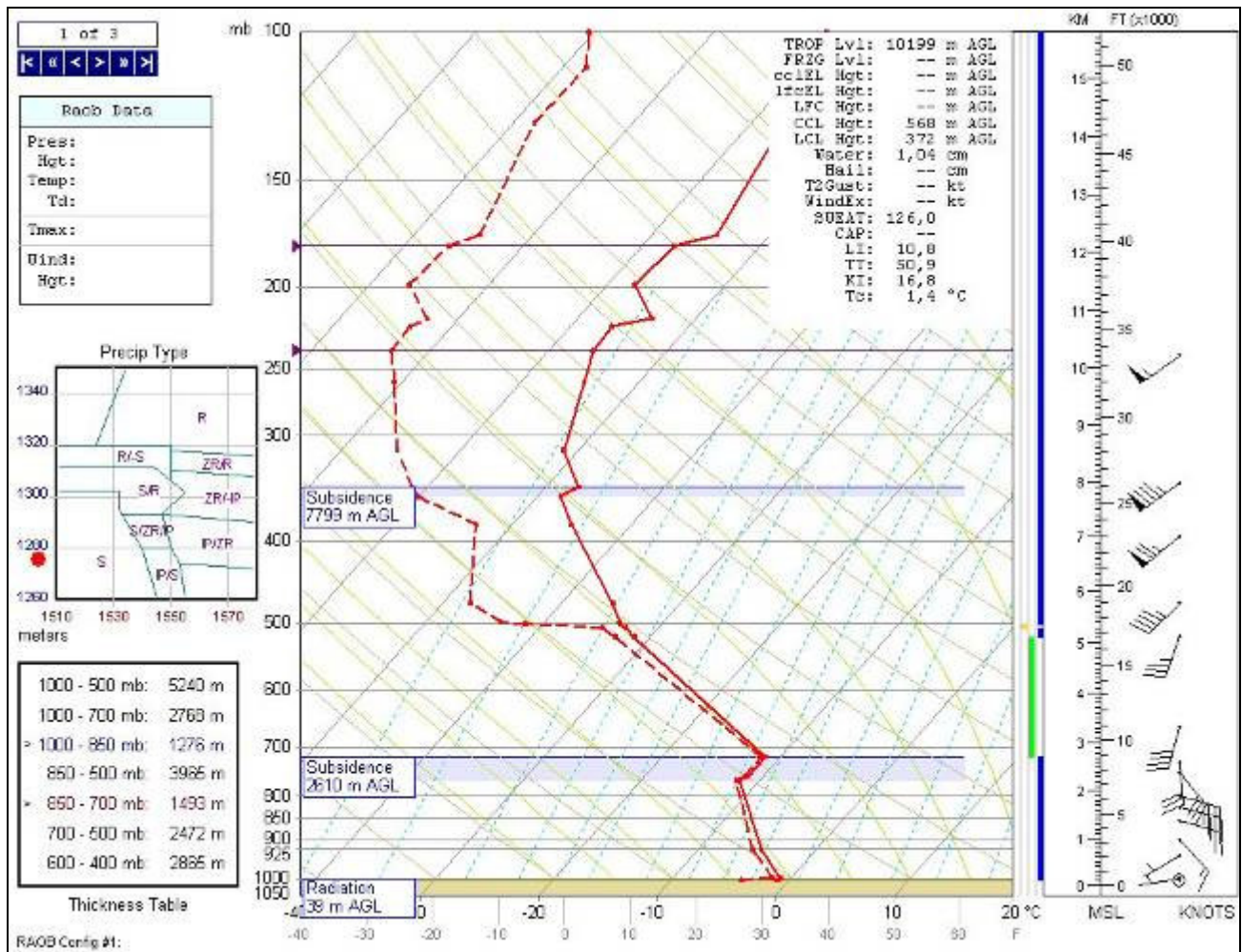


Figura 1: Diagramma termodinamico ottenuto tramite il programma RAOB (www.raob.com). La linea a tratto continuo indica la temperatura dell'aria (temperatura di bulbo secco) mentre quella tratteggiata la temperatura di rugiada. Notare come tutta la colonna d'aria sia sottozero.

2 - Gli strati di aria non sono tutti a temperatura inferiore allo zero.

Se la temperatura dello strato d'aria attraversato dal fiocco di neve diviene superiore allo zero, il fiocco inizia a fondere. L'evaporazione dell'acqua liquida, derivante dalla fusione parziale del fiocco, provoca il raffreddamento dello strato di aria circostante e del fiocco stesso. Se l'evaporazione prosegue la temperatura tende ad avvicinarsi progressivamente al valore della temperatura di bulbo umido. Quando lo strato di aria diviene saturo le temperature di bulbo secco e di bulbo umido assumono lo stesso valore.

Possiamo distinguere due casi in funzione del valore della temperatura di bulbo umido dello strato di aria con temperatura superiore allo zero.

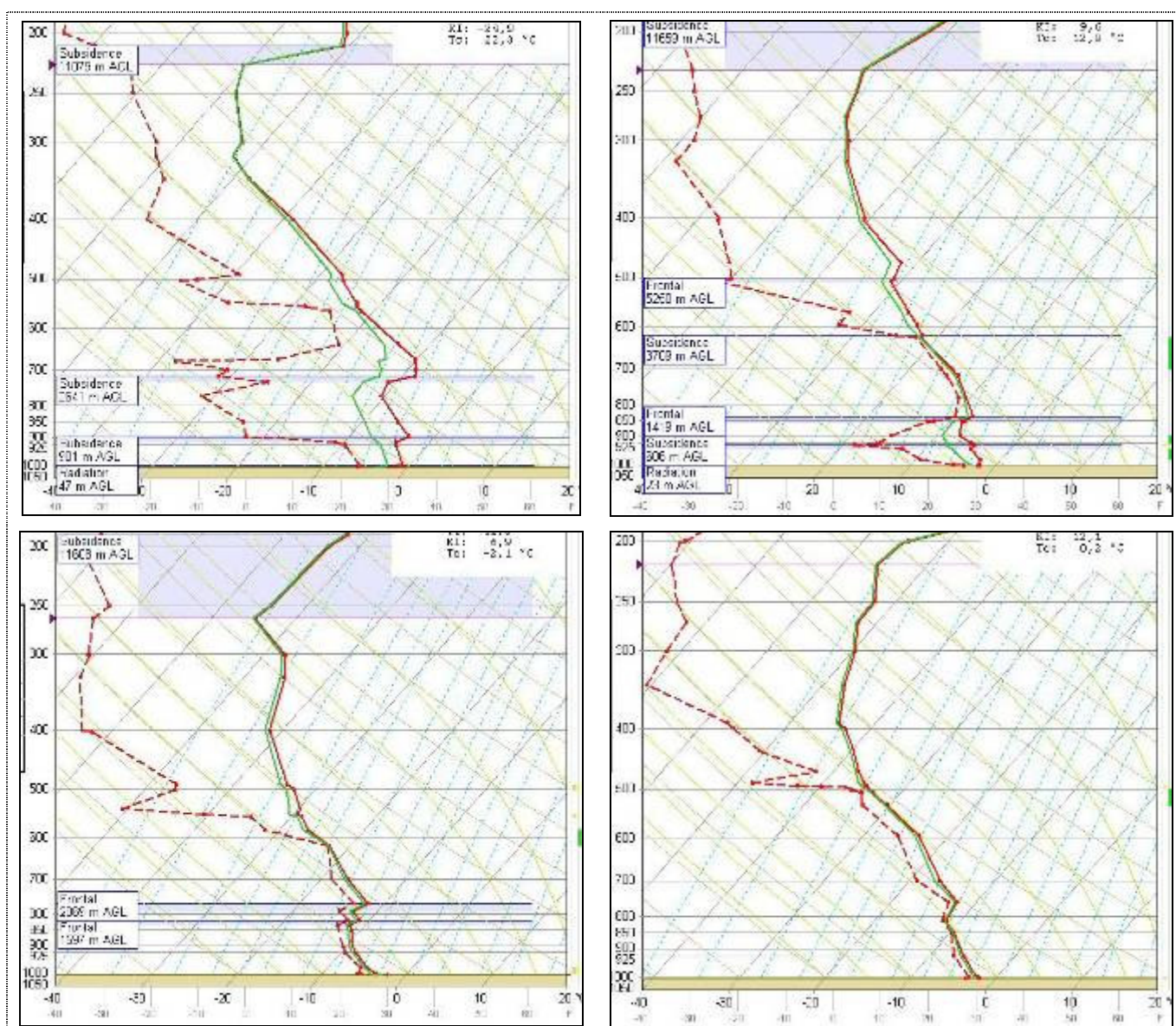


Figura 2: Sequenza radiosondaggi dei giorni 26 e 27 gennaio 2006 - Migrazione della temperatura e della temperatura di rugiada (linee rosse) verso la temperatura di bulbo umido (linea verde) in presenza di precipitazioni.

2.1. La temperatura di bulbo umido è positiva.

Il fiocco fonde completamente dopo circa 150-300 metri;

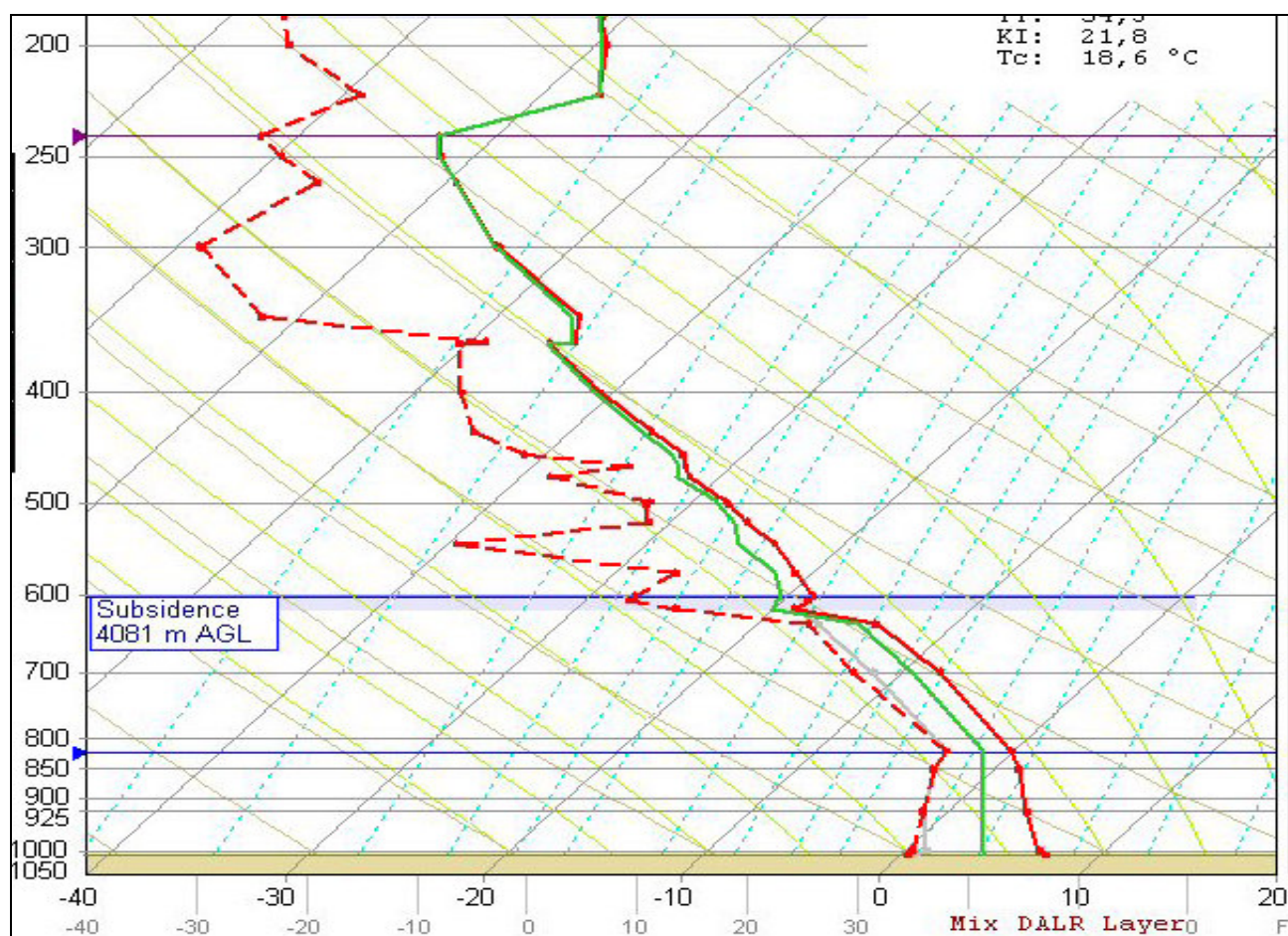


Figura 3: Diagramma termodinamico nel quale si evidenzia la temperatura di bulbo umido superiore a zero negli ultimi 1000m e conseguente precipitazione sotto forma di pioggia in pianura

2.2. La temperatura di bulbo umido è inferiore o uguale a zero.

L'evaporazione dell'acqua liquida prodotta dalla parziale fusione del fiocco provoca un:

- Raffreddamento dello strato di aria (l'entità del raffreddamento risulta tanto più marcata quanto più lo strato d'aria è secco)
- Raffreddamento del fiocco fino alla T di bulbo umido e conseguente prolungamento della sua vita nello strato "caldo" (T più contenute e UR basse allungano la vita del fiocco)

Nella pratica si possono verificare casi più complessi. Nel prossimo paragrafo verranno analizzate alcune situazioni tipiche.

Analisi della colonna d'aria (si ipotizza l'assenza di precipitazioni di natura convettiva e avvezioni)

a) Strato di aria intermedio con temperatura superiore allo zero - Strati sottostante e sovrastante con temperature inferiori allo zero

- **Strato di aria intermedio con temperatura di bulbo umido sopra lo zero (nevischio, gelicidio).**

Un fiocco di neve che attraversa uno strato di aria con temperatura sopra lo zero inizia a fondere. Se lo strato di aria a contatto con il suolo si trova a temperatura inferiore allo zero ed ha uno spessore di circa 250-300 metri, il fiocco parzialmente, o completamente, fuso tende a solidificare formando sottili palline di ghiaccio trasparenti del diametro di circa 5 mm o inferiore. Questa precipitazione prende nome di nevischio. Il nevischio rimbalza quando colpisce il suolo od oggetti e tende a produrre un suono caratteristico.

Se lo strato di aria a contatto con il suolo non è sufficientemente spesso da consentire la formazione di ghiaccio, le precipitazioni raggiungono il suolo in forma liquida anche se la temperatura dell'aria è inferiore allo zero (acqua sopraffusa) e solidificano a contatto con il suolo e gli oggetti dando luogo alla formazione di una patina ghiacciata che crea parecchi disagi alla circolazione stradale (pioggia congelantesi o gelicidio).

Questa situazione si può presentare allorquando forti inversioni termiche al suolo, di spessore limitato, interessano la zona ed è previsto l'ingresso di un fronte caldo.

- **Strato di aria intermedio con temperatura di bulbo umido sotto lo zero (neve).**
L'evaporazione della precipitazione garantisce il raffreddamento dello strato di aria e del fiocco fino al raggiungimento della temperatura di bulbo umido a saturazione avvenuta. Il fiocco raggiunge il suolo.

b) Strato di aria a contatto con il suolo con temperatura superiore allo zero

- **La temperatura di bulbo umido è inferiore o uguale a zero (neve).**
L'evaporazione della precipitazione garantisce il raffreddamento dello strato di aria e del fiocco fino al raggiungimento della temperatura di bulbo umido a saturazione avvenuta. Il fiocco raggiunge il suolo.
- **La temperatura di bulbo umido è superiore a zero in uno strato dello spessore superiore a 200-300 metri circa (probabile pioggia salvo precipitazioni intense o di natura convettiva).**
L'attraversamento dello strato di aria comporta la fusione completa del fiocco. La precipitazione raggiungerà il suolo sottoforma di pioggia.

- **La temperatura di bulbo umido è superiore a zero in uno strato dello spessore inferiore a 200-300 metri circa (neve, pioggia mista a neve).**

L'attraversamento dello strato di aria comporta solo una parziale fusione del fiocco che quindi può riformarsi in seguito all'attraversamento di strati di aria con temperatura di bulbo umido inferiore allo zero.

Considerazioni generali

In generale, la condizione necessaria affinché la neve raggiunga il suolo è che la temperatura di bulbo umido sia inferiore o uguale a zero.

Esempio

E' una giornata con cielo coperto, la temperatura è intorno ai 2°C e la temperatura di dewpoint è di -6°C (corrispondente a UR 55%).

La temperatura di bulbo umido è leggermente inferiore a 0°C.

Con tali condizioni ci sono le possibilità per avere neve fino al suolo nonostante la temperatura dell'aria sia superiore allo zero.

Nota: Il valore della temperatura di bulbo umido dipende anche dal valore della pressione atmosferica.

Per T pari a 2°C, T di rugiada -6°C, p di 1000 hPa, la temperatura di bulbo umido è pari a -0,8°C.

Per il calcolo della temperatura di bulbo umido si consiglia di consultare il seguente sito: <http://www.srh.noaa.gov/elp/wxcalc/rh.shtml>

E' importante sottolineare come l'intensità delle precipitazioni possa giocare a favore di limiti della neve più bassi grazie alla maggior velocità del fiocco e quindi dei ridotti tempi di contatto con gli strati caldi che gli consentono di percorrere maggior strada prima di fondere completamente. Viene inoltre accelerato il processo di raffreddamento evaporativo.

In precedenza abbiamo escluso la presenza di fenomeni di natura convettiva. Qualora questi fossero presenti, le forti correnti discendenti in corrispondenza di un temporale (downdraft) possono spingere i fiocchi di neve anche a quote molto basse (anche ben oltre 1000 metri sotto lo zero termico). Queste correnti sono infatti piuttosto fredde e secche, oltre che molto veloci.

In via del tutto indicativa, si può ipotizzare che il limite della neve si trovi circa 200 metri sotto la quota dello zero termico (dato reso disponibile da alcuni modelli meteorologici reperibili sul web) per precipitazioni deboli, 400 metri per precipitazioni moderate, 600 metri per precipitazioni forti. In occasione di precipitazioni particolarmente intense non è raro che i fiocchi di neve scendano anche 1000 metri sotto lo zero termico (in particolare in occasione di fenomeni convettivi).

Intensità precipitazioni	Quota zero-quota neve [m]
Deboli	200-300
Moderate	300-500
Forti	500-1.000
Molto forti	Oltre 1.000

Se però è presente una inversione termica con base al suolo (caso frequente in inverno in pianura padana) con temperature sotto lo zero, lo strato di aria fredda consente al fiocco di scendere fino a bassa quota ed il limite della neve può essere anche 1000 metri inferiore a quello dello zero in libera atmosfera.

Occorre inoltre precisare che viene definito *limite della neve* la quota oltre la quale il 90% della precipitazione cade sottoforma di neve. L'orografia gioca spesso a favore di limiti della neve inferiori grazie alla presenza di valli strette e conche in cui tendono a ristagnare masse di aria fredda (inversioni termiche al suolo). Le avvezioni calde tendono inoltre a invadere con fatica le valli strette e riparate. Generalmente il limite della neve sulle Alpi si trova a quote inferiori rispetto alle Prealpi.

Luoghi comuni

Capita spesso che in una giornata invernale con cielo coperto si senta esclamare “è troppo freddo per nevicare”.

Non è mai troppo freddo per nevicare!

Sebbene molti credano diversamente, si può osservare che non è mai troppo freddo per nevicare. La quantità di vapore che può essere contenuta nell'aria diminuisce con la temperatura e quindi con temperature prossime allo zero sono possibili precipitazioni più abbondanti rispetto a quanto avviene con temperature inferiori. Ciò però non significa che non siano possibili delle neviccate anche a temperature ben inferiori allo zero. Infatti è stato possibile osservare la caduta di sottili cristalli di ghiaccio anche a -47°C .

Riepilogando

- Il fiocco di neve sopravvive finché la temperatura di bulbo umido si mantiene inferiore a zero. Il raffreddamento prodotto dall'evaporazione della acqua fusa dal fiocco tende infatti a diminuire la temperatura dello strato di aria e del fiocco di neve.
- Il fiocco di neve può comunque resistere circa 150–300 metri in un ambiente con temperatura di bulbo umido superiore a zero prima di fondere completamente.
- Acqua solida che attraversa uno strato caldo dello spessore di almeno 180 metri inizia a fondere parzialmente.
- Acqua solida che attraversa uno strato caldo dello spessore di almeno 360 metri fonde completamente.
- Acqua liquida che attraversa uno strato freddo dello spessore di 245 metri solidifica.
- Le particelle di acqua che risolidificano non formano fiocchi di neve. Esse formano gocce solide.
- Tali valori sono però variabili in funzione:
 - della velocità del fiocco e quindi all'intensità delle precipitazioni. In occasione di rovesci forti il fiocco può sopravvivere anche per 600–800 metri;
 - della temperatura e dell'umidità degli strati caldi attraversati;
 - della presenza di fenomeni convettivi.

Ringrazimenti:

Ringrazio Andrea Toffaletti per l'elaborazione dei radiosondaggi con il software RAOB.

Versione 1.1 del 6 maggio 2006

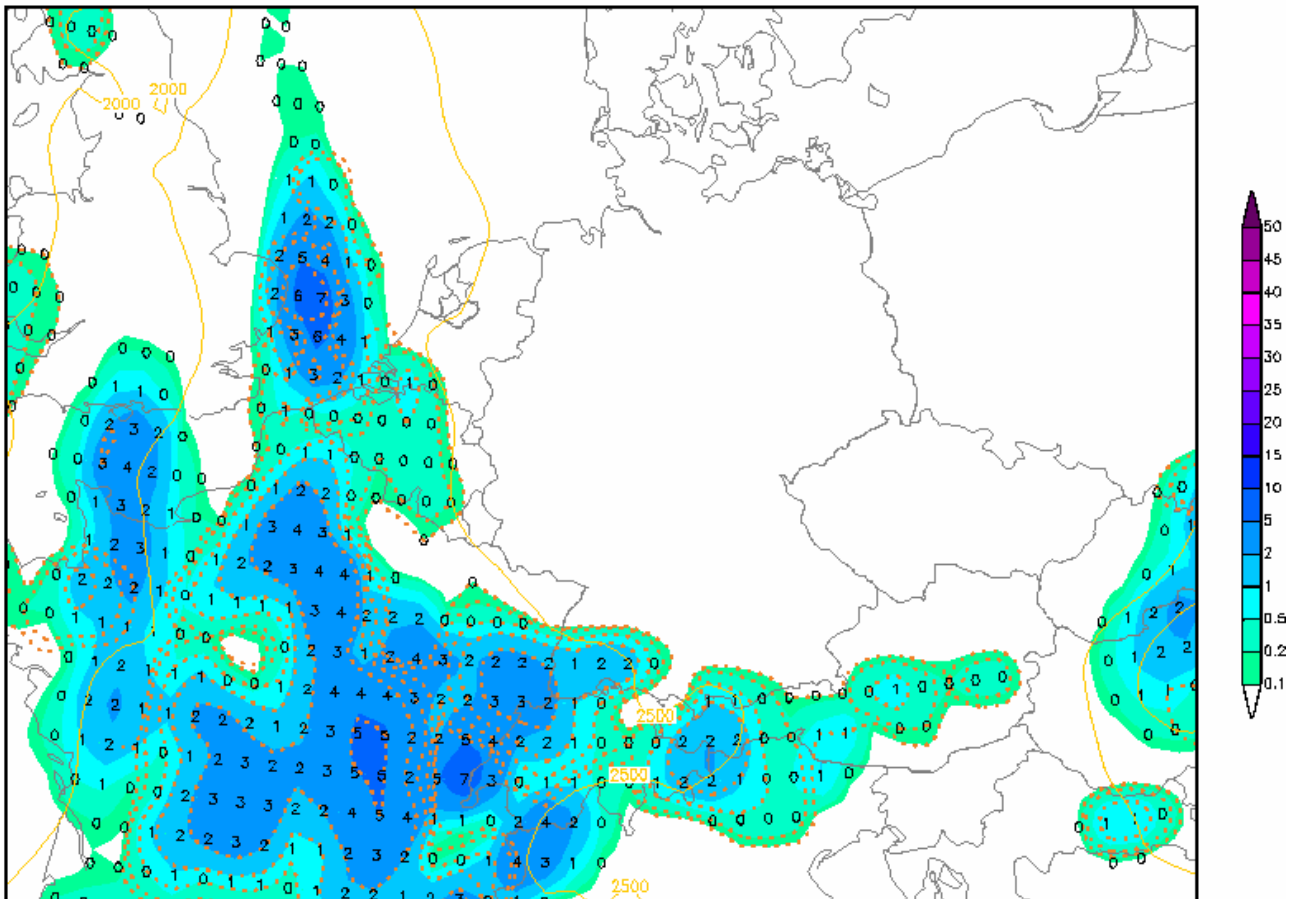
MeteoVarese

www.meteovarese.net
info@meteovarese.net

Ing. Gianluca Bertoni

Appendice: Esempi di mappe utili per la previsione di una nevicata

Init : Sat,06MAY2006 06Z Valid: Sat,06MAY2006 12Z
3h-Nds in mm (rot=konvektiv) + 0°-Grenze in m



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 4: Modello GFS (elaborazione Wetterzentrale) : Precipitazioni cumulate nelle 3 ore e quota dello zero termico. - <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsqfsmeur.html>

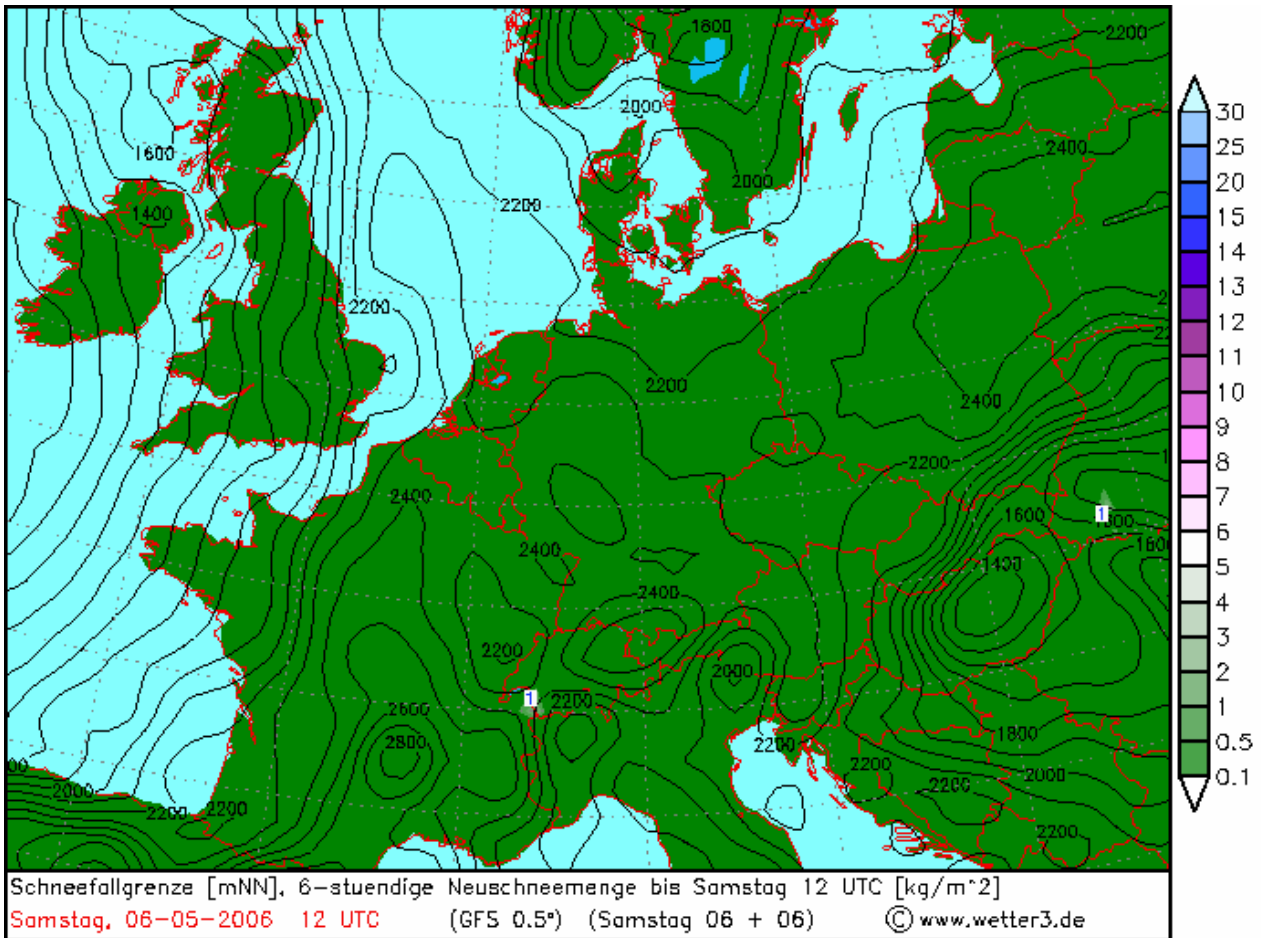


Figura 5: Modello GFS (elaborazione Wetter 3): Limite della neve ed equivalente in acqua delle precipitazioni nevose previste nelle 6 ore. - <http://www2.wetter3.de/animation.html>

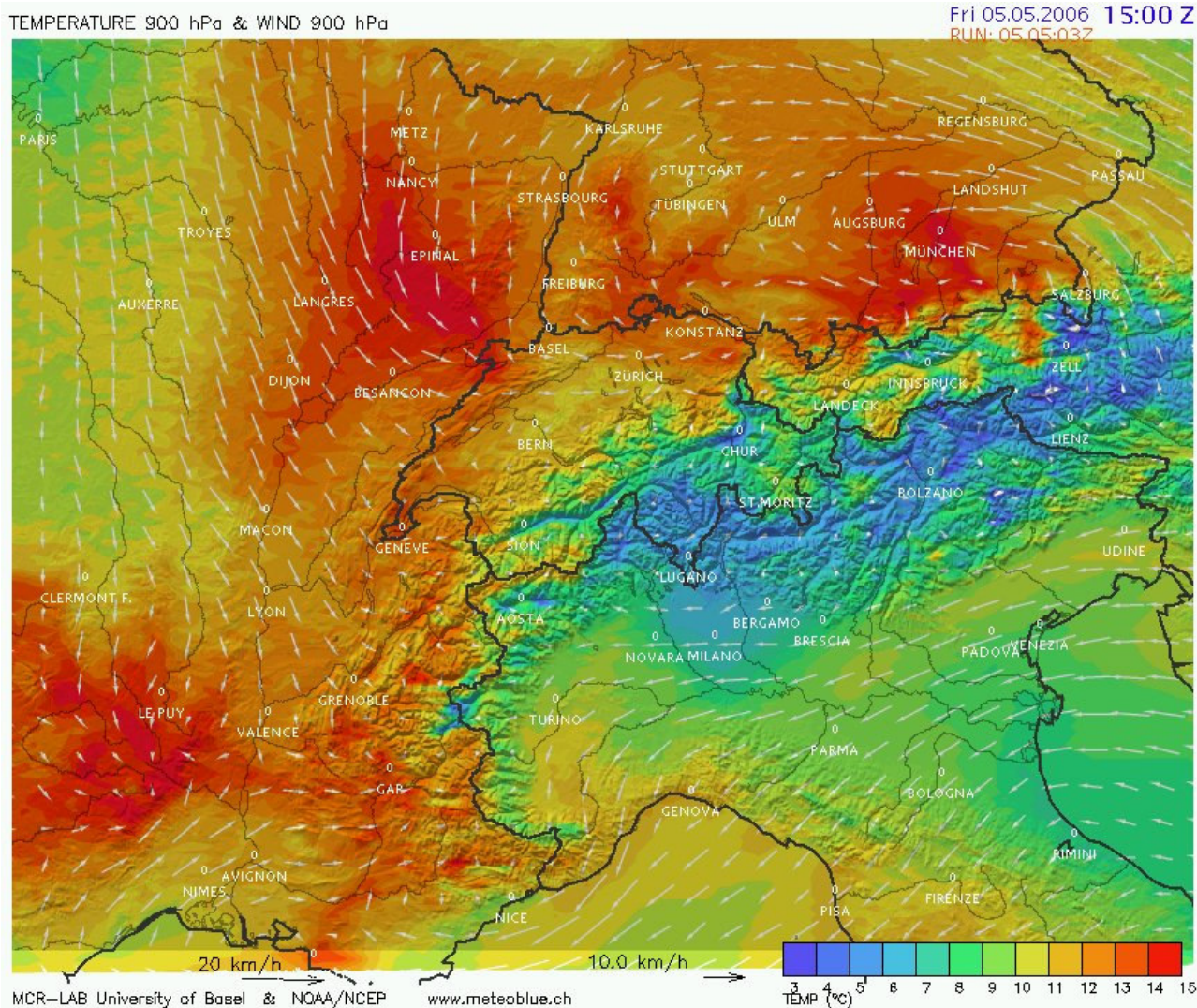


Figura 6: Modello NMM 4 km (elaborazione Università di Basilea). Temperatura e correnti a 900 hPa - <http://pages.unibas.ch/geo/mcr/3d/meteo/index.htm>