

Polveri Sottili: Diffusione e Meccanismi di Trasporto

**Prof. Ing. Giorgio Passerini
Università Politecnica delle Marche**

**Convegno
Inquinamento atmosferico da polveri sottili:
problematiche ed efficacia degli interventi da adottare nelle aree urbane**

**Organizzato dal
Servizio Tutela Ambientale del Comune di Falconara Marittima**

Falconara Marittima 22 Marzo 2005

Goal

Mostrare i fenomeni principali che concorrono al trasporto delle polveri in atmosfera

- Avvezione
- Turbolenza meccanica e termica
- Galleggiamento

Mostrare le peculiarità del trasporto delle polveri sottili

- Peso
- Stabilità
- Accumulo

Come si muovono le particelle nell'aria?



Come si muovono le particelle nell'aria?

Tre fenomeni principali:

- Avvezione (vento dominante)
- Galleggiamento (Buoyancy)
- Turbolenza (TKE)

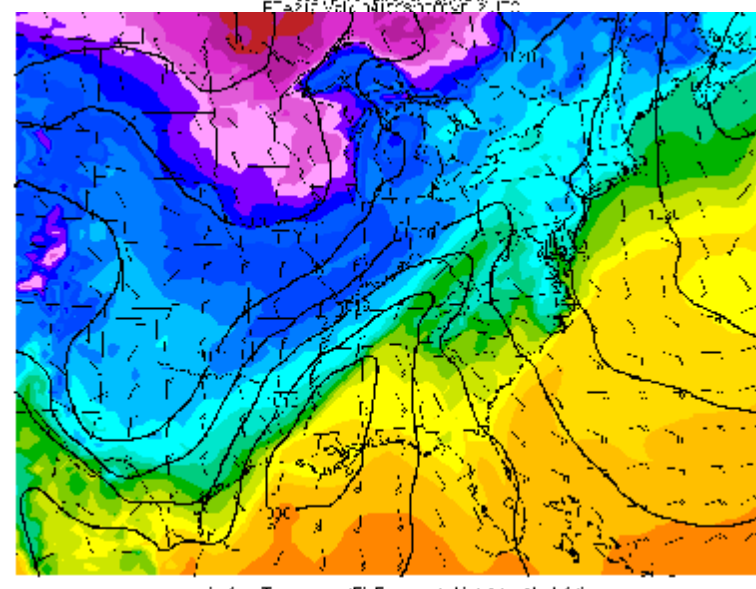
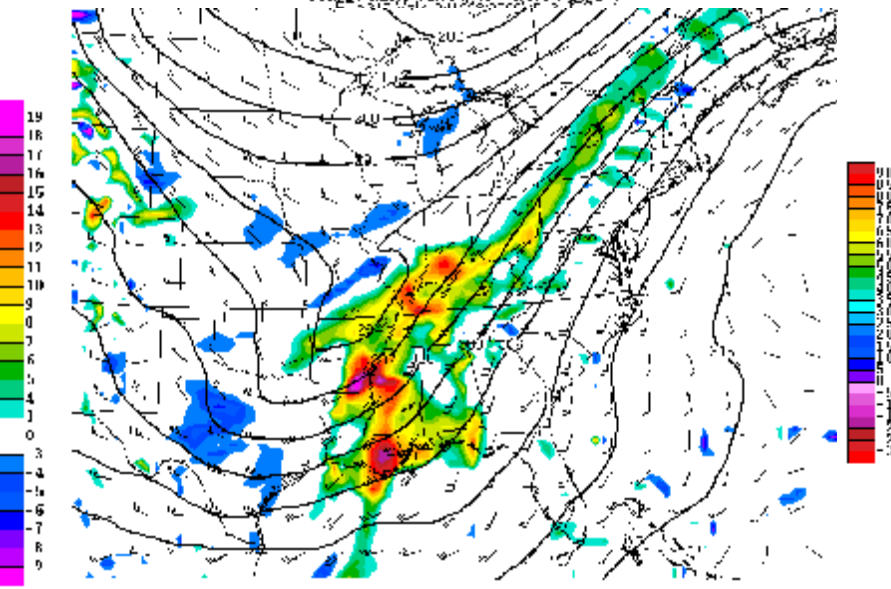
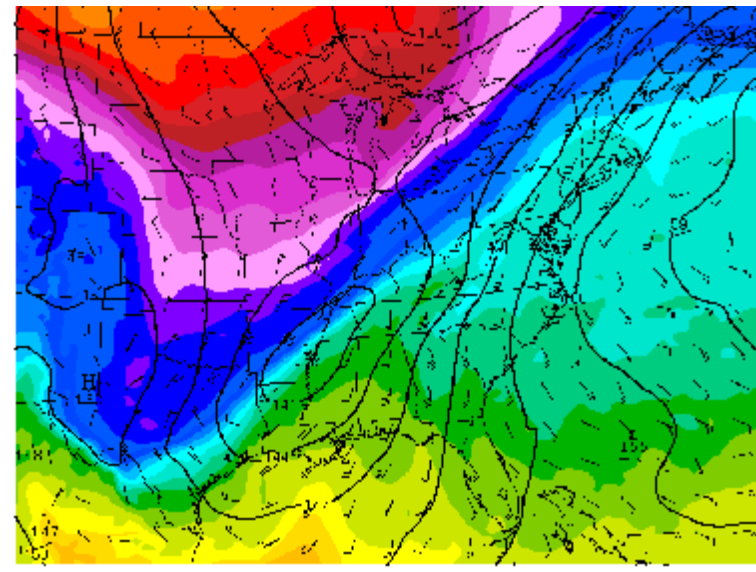
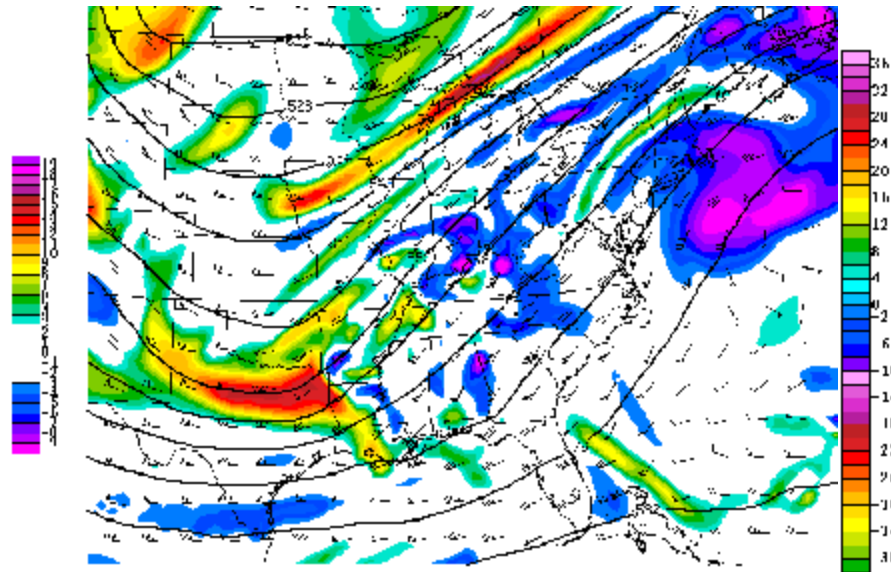
Le forze di galleggiamento provocano la salita (o discesa) del pennacchio



La turbolenza provoca un aumento della dimensione del pennacchio sulla verticale

L'avvezione provoca lo spostamento del pennacchio in una precisa direzione

L'avvezione – La “scala sinottica”



Cloud Height (m) (FT: 1000, 2000, 3000)

Cloud Base Height (m) (FT: 1000, 2000, 3000)

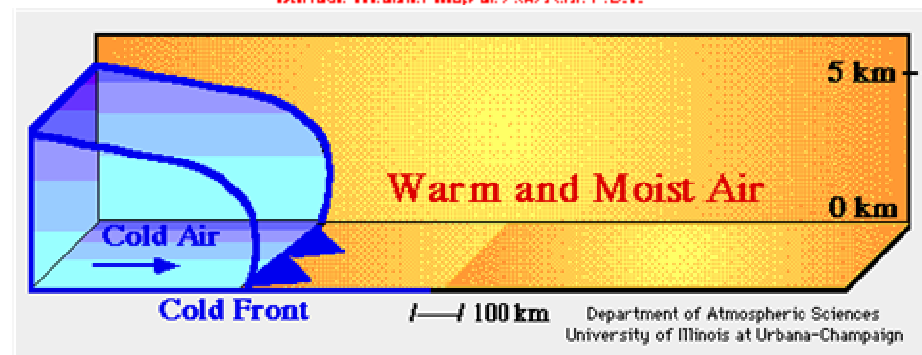
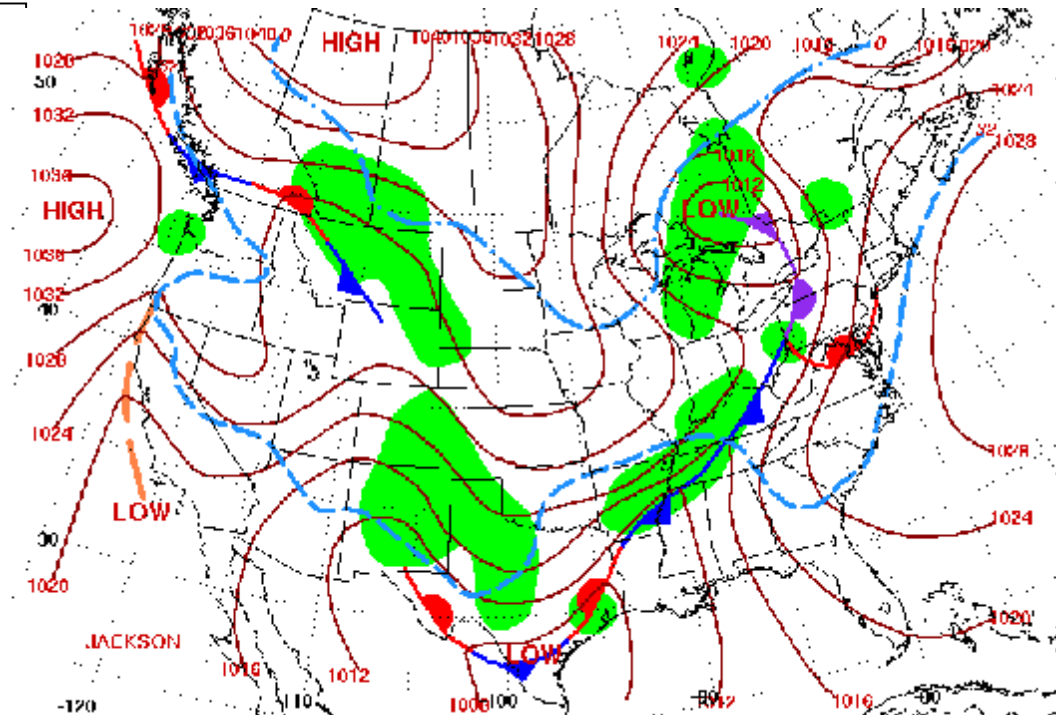
Cloud Top Height (m) (FT: 1000, 2000, 3000)

Surface Temperature (°C) (FT: 50, 60, 70, 80, 90)

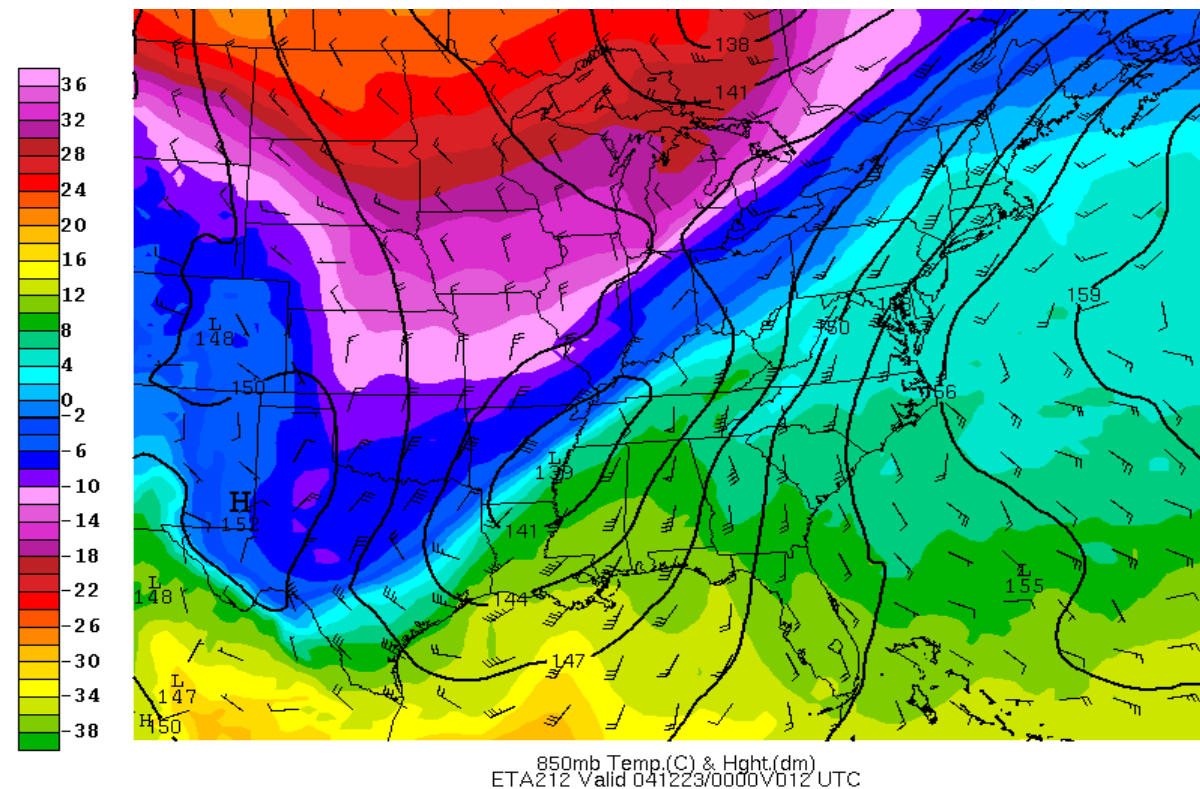
L'avvezione – Venti e scala sinottica

- Fronti Sinottici

- Zone di brusca transizione tra masse di aria calda e aria fredda
- Importanza per la qualità dell'aria
 - L'aria calda davanti ad un fronte freddo può essere di cattiva qualità
 - L'aria fredda dietro ad un fronte freddo è normalmente poco inquinata



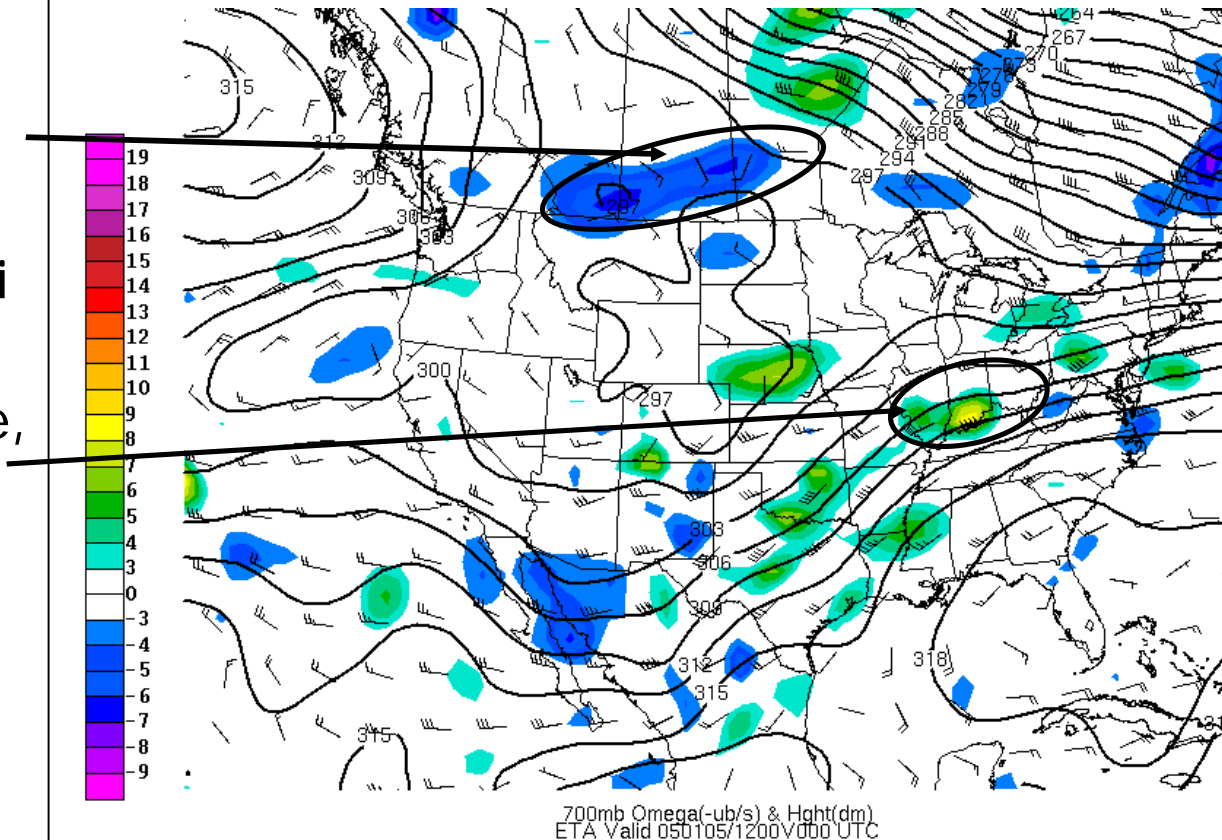
L'avvezione – Venti e scala sinottica



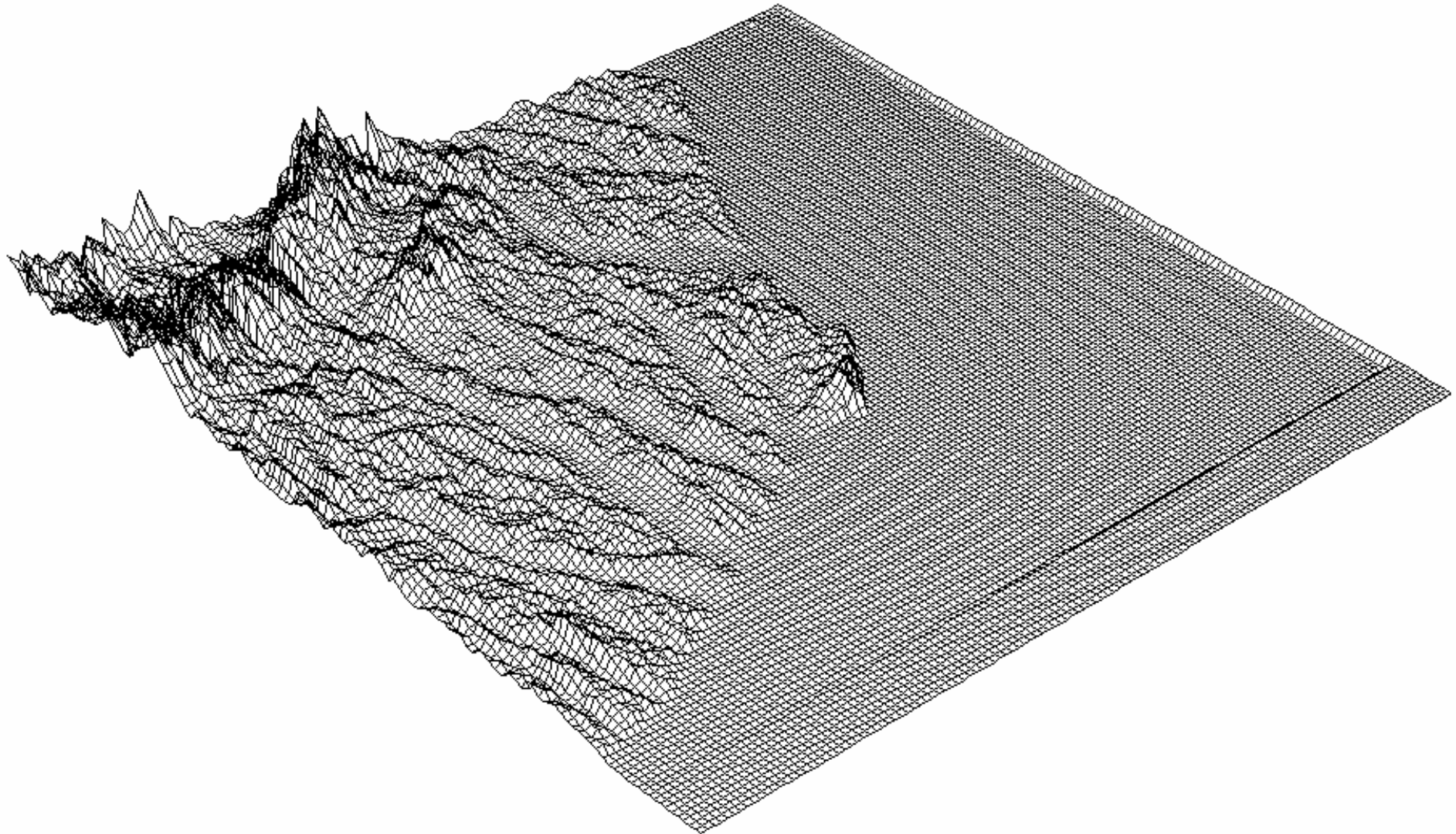
- temperatura più calde nella bassa troposfera (850mb) possono portare a stabilità e cattiva qualità dell'aria
- temperatura più basse a 850mb possono destabilizzare l'atmosfera aumentando i moti verticali con migliore qualità dell'aria

L'avvezione – Venti e scala sinottica

- Venti verticali di discesa nelle basse quote (700mb) portano a stabilità e accumulo di inquinanti
- Venti verticali di salita provocano instabilità e, generalmente, una migliore qualità dell'aria

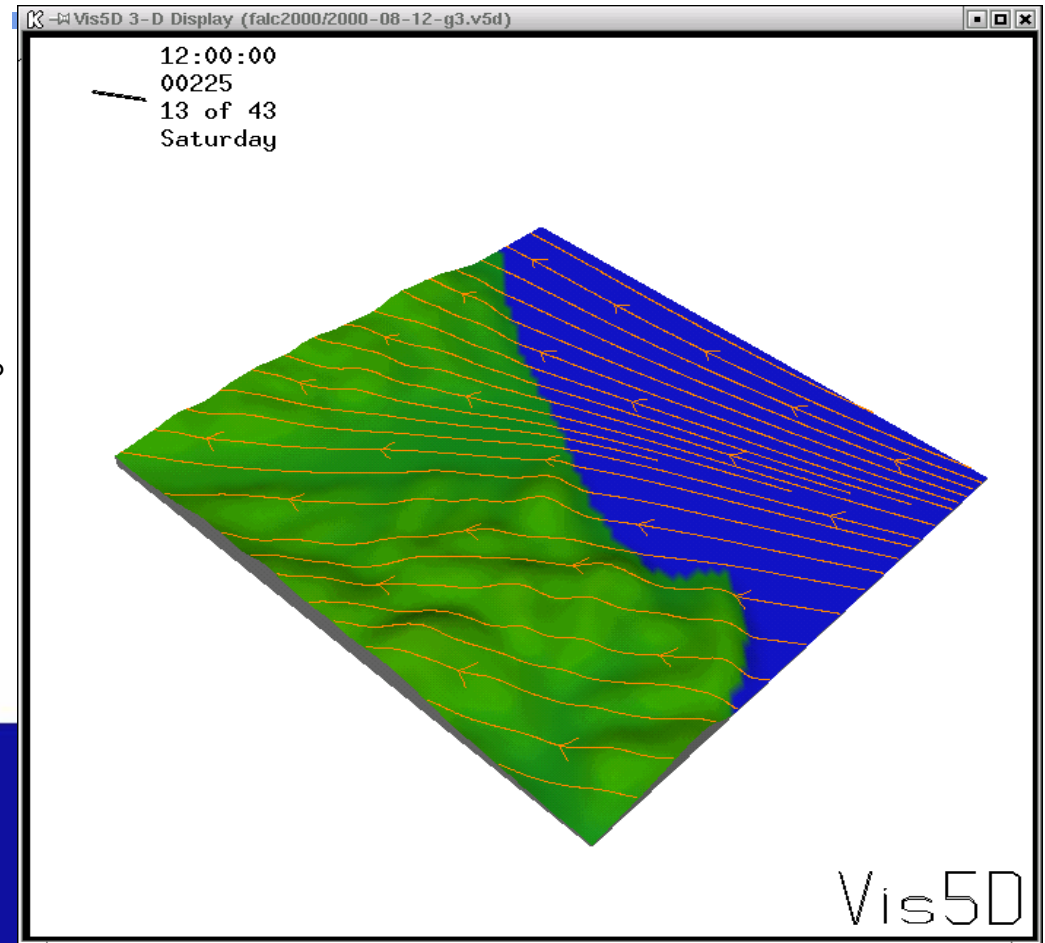
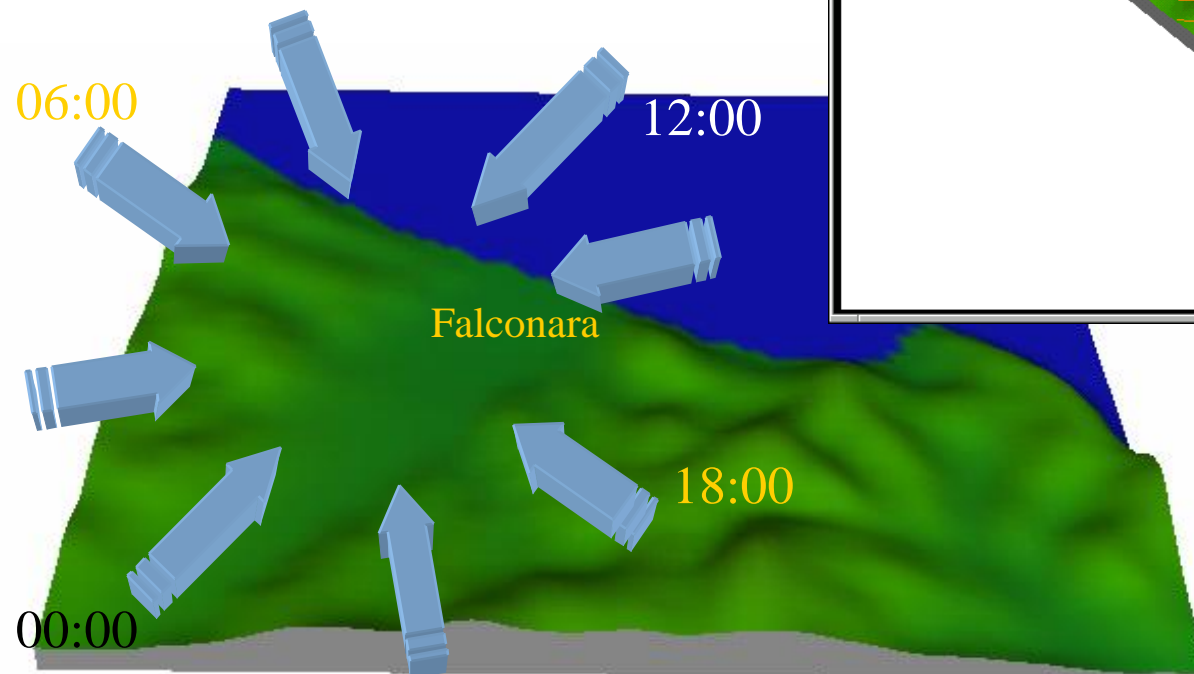


L'avvezione – Le brezze

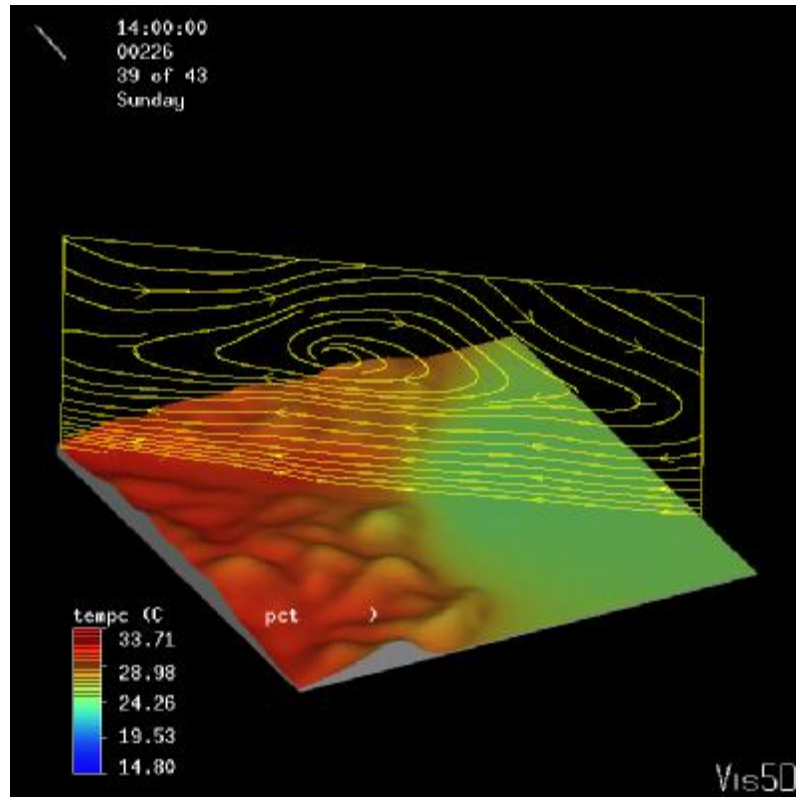


L'avvezione – Le brezze

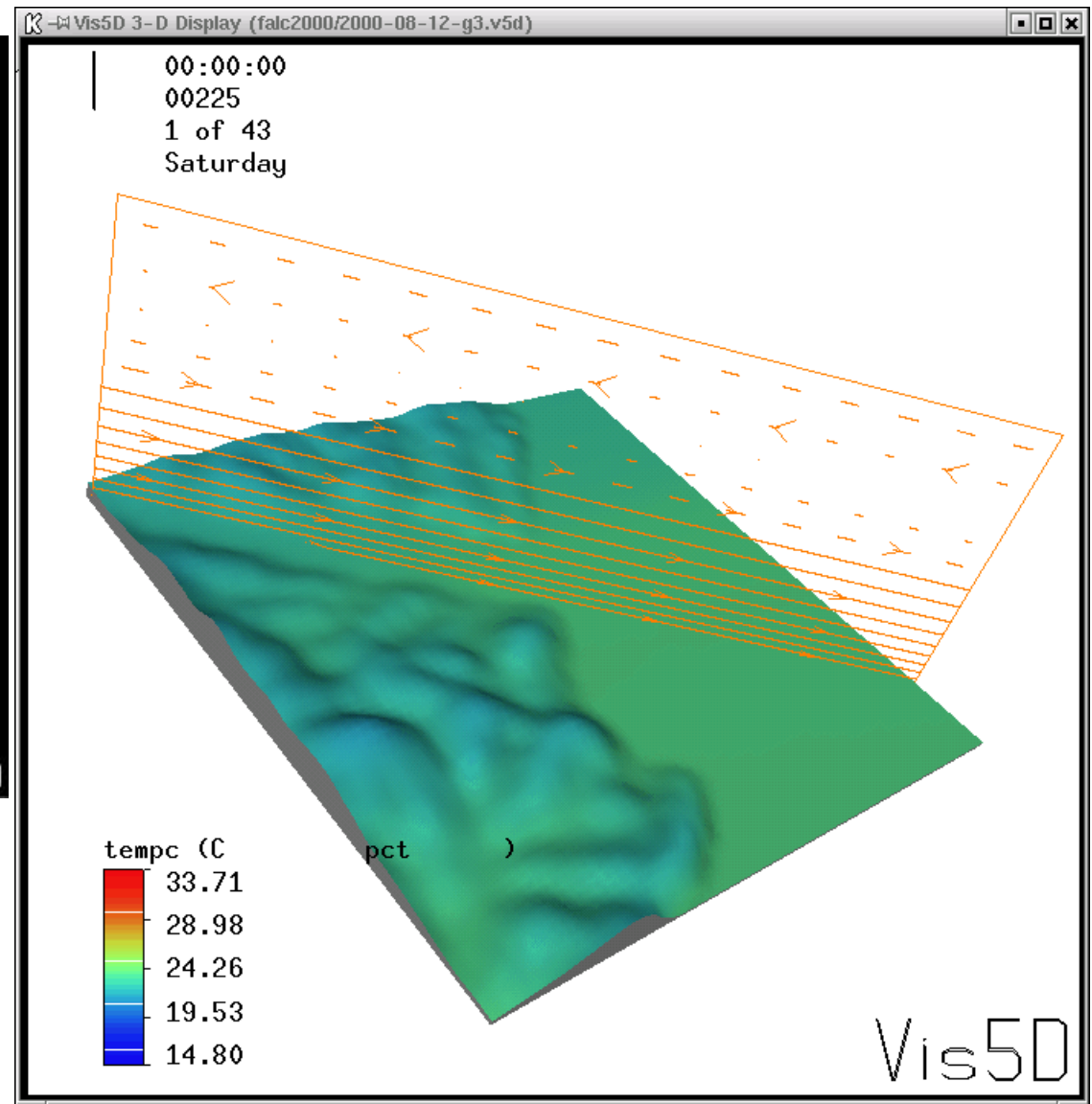
- Brezze più deboli al mattino e alla sera
- Si innescano verso le ore 8 da NE (quasi parallele alla costa)
- rotazione in senso orario e incremento fino alle 14 circa), perpendicolari alla costa.
- rotazione completa del vento di 360° nell'arco delle 24 ore.



L'avvezione – Le brezze



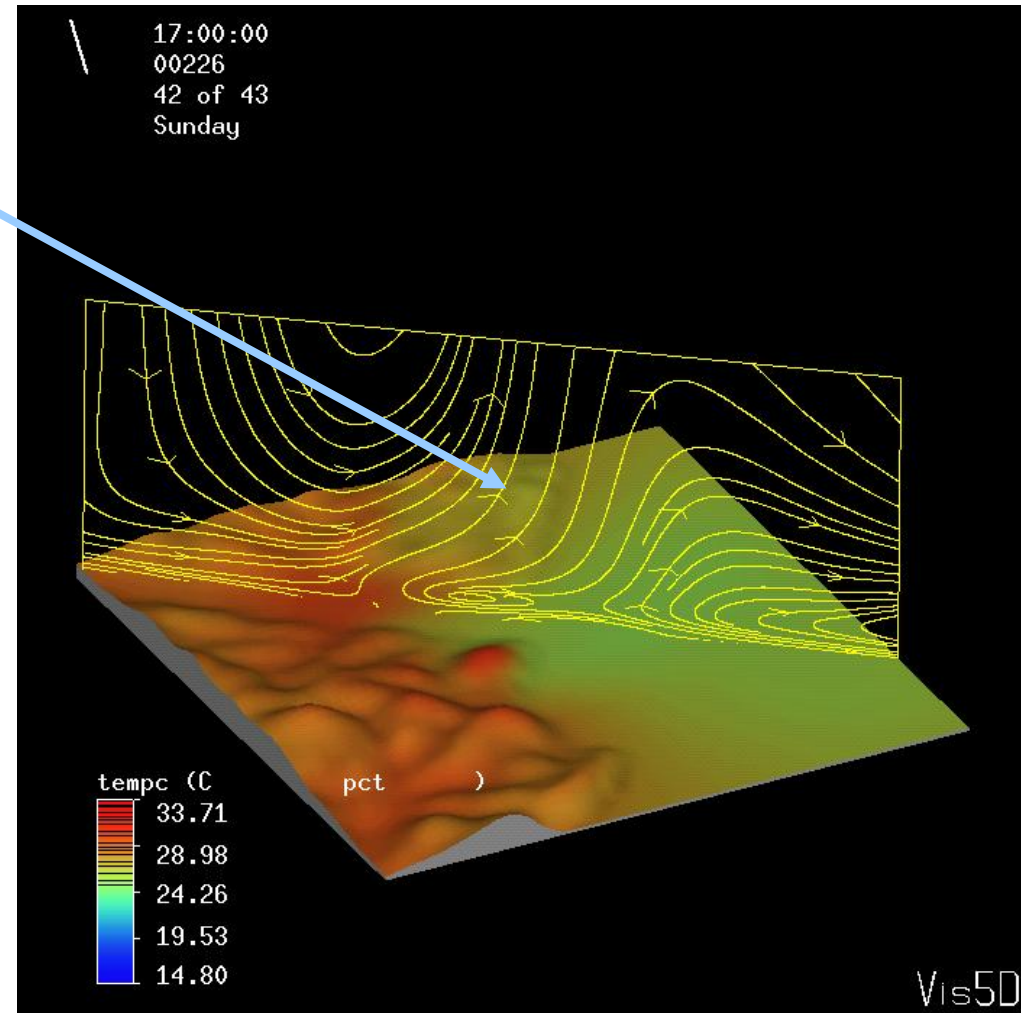
Brezza di mare ore 14:00
Massimo gradiente termico
Massima intensità della cella convettiva



L'avvezione – Il Fronte di Brezza

Compressione della cella convettiva della brezza da parte del mixed layer dell'entroterra riscaldato maggiormente rispetto alla costa

scenario molto pericoloso perché genera una zona di forte convergenza e di conseguenza di accumulo di inquinanti



Il galleggiamento – Buoyancy

Una particella d'aria ("parcel") può essere vista come un volumetto d'aria che risulta in qualche modo "isolato" dall'aria circostante. La tipica rappresentazione è quella di un palloncino con pareti sottilissime.

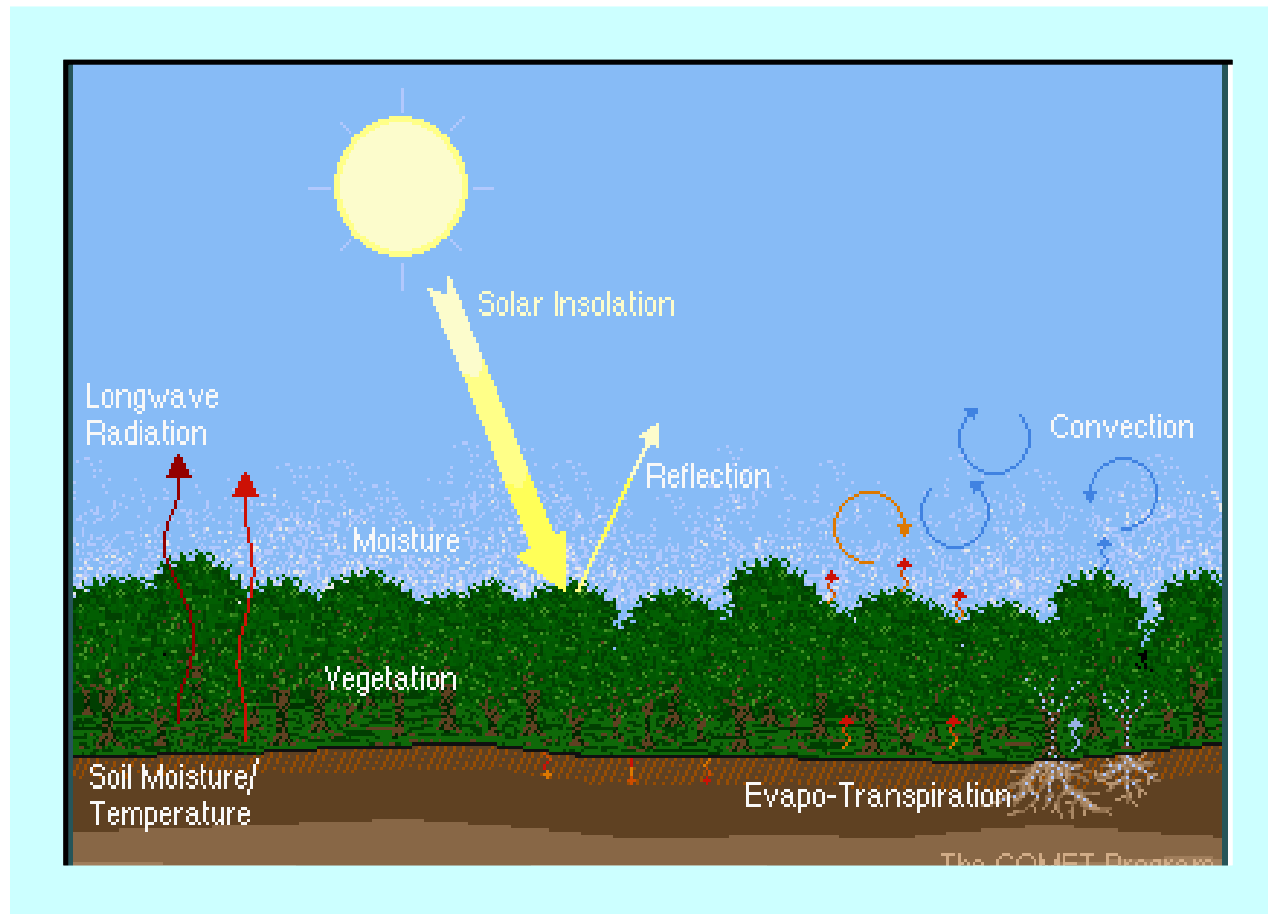
Una particella d'aria interagirà così con il resto dell'atmosfera:

- tenderà a salire se meno densa (più leggera)
- tenderà a scendere se più densa (più pesante)
- salendo si raffredda espandendosi con un tasso pari al "Lapse rate"
- scendendo si riscalda comprimendosi con un tasso pari al "Lapse rate"

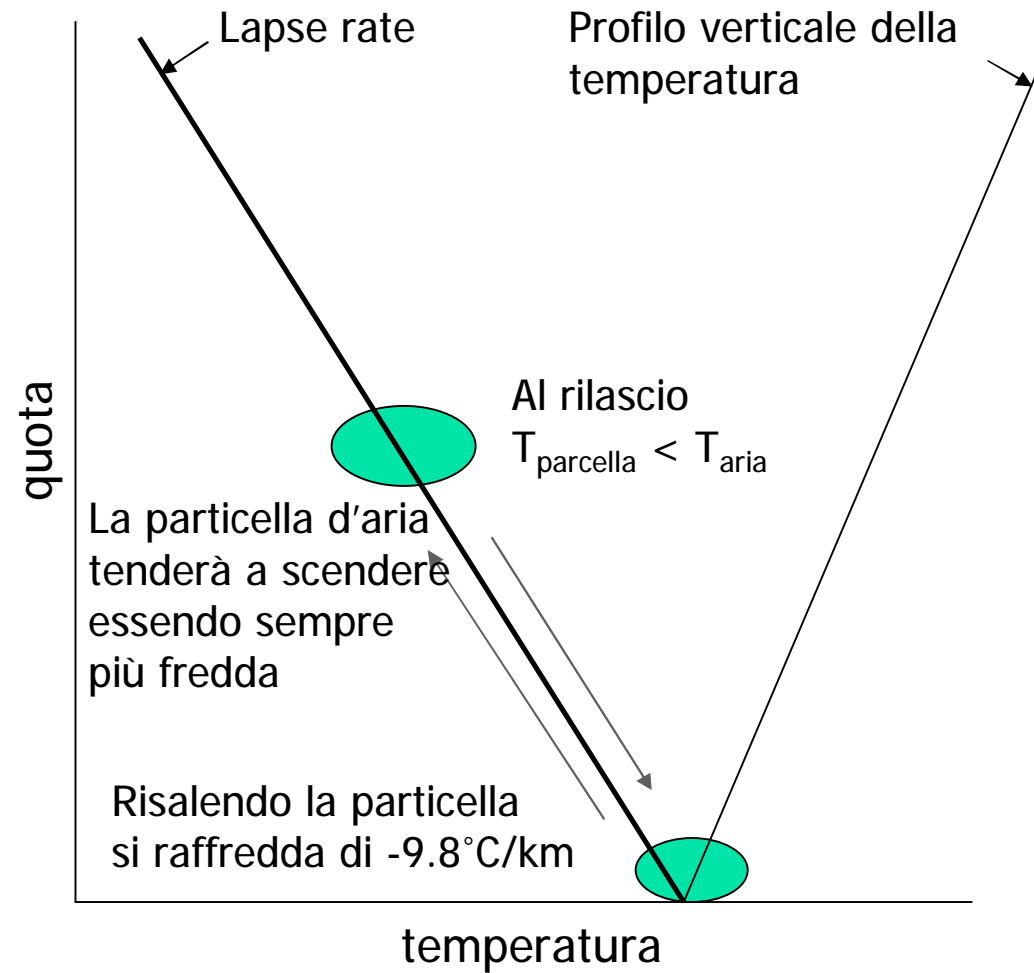
Sono poi osservabili i seguenti fatti:

- la densità di una particella diminuisce all'aumentare del vapore contenuto
- la densità di un'aria "umida" è minore (+leggera) di quella di un'aria "secca"
- la densità di una particella aumenta all'aumentare dell'aerosol contenuto
- la densità di un'aria contenente molte particelle o goccioline d'acqua è maggiore (+pesante) di quella di un'aria "pura"

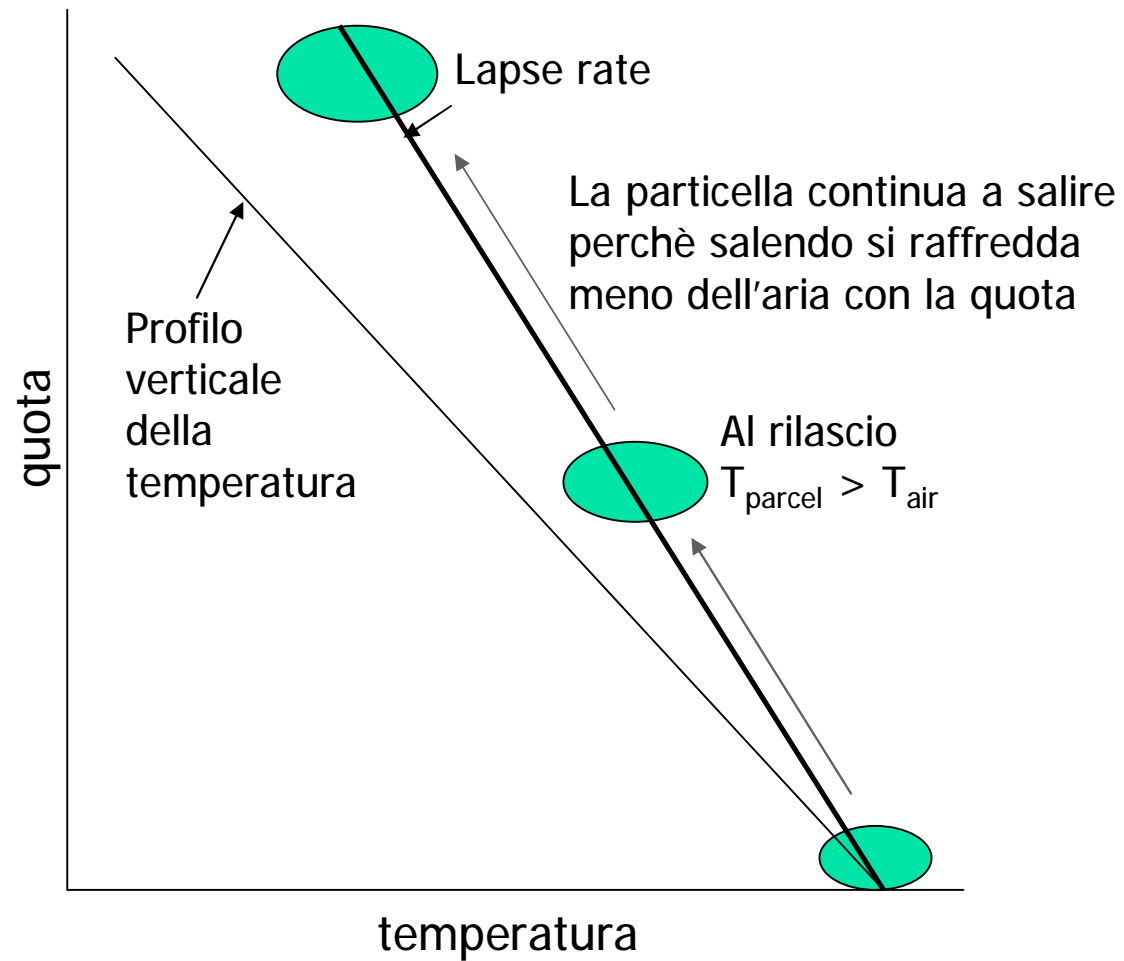
Il bilancio Radiativo e l'evapotraspirazione



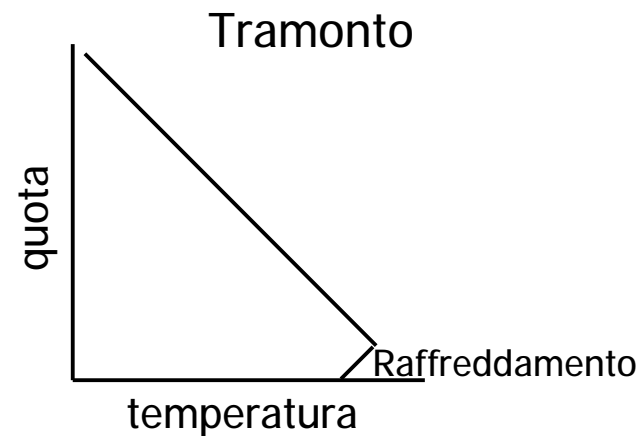
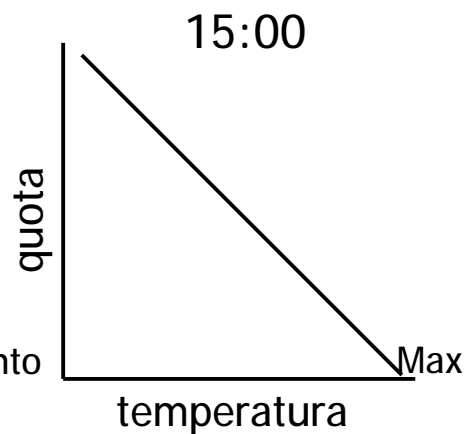
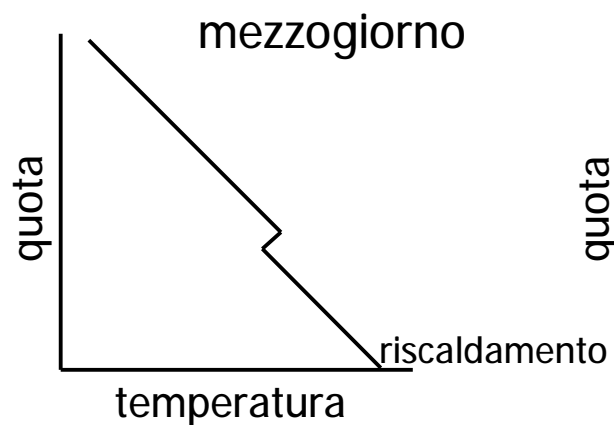
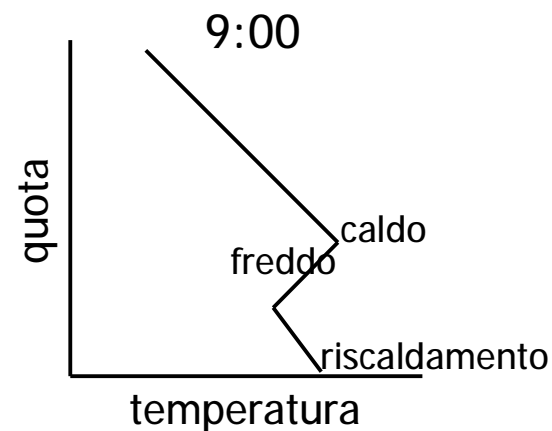
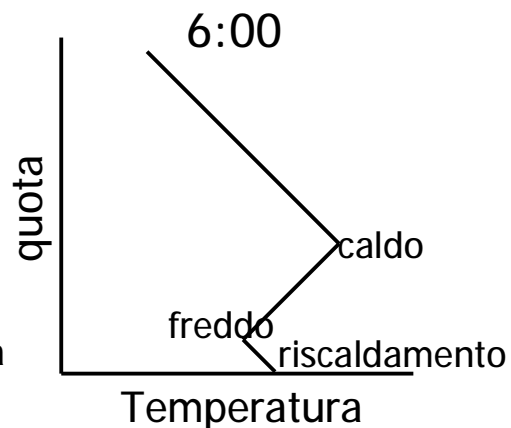
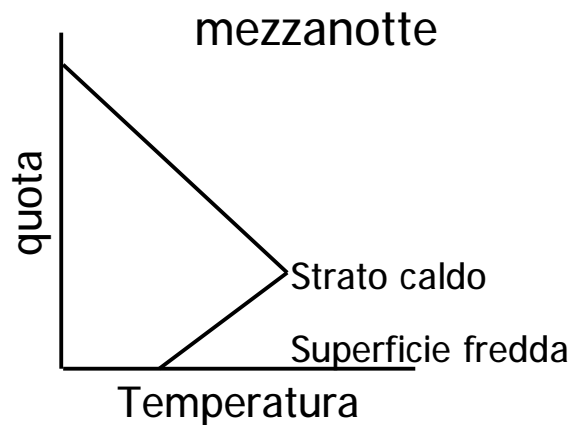
Il galleggiamento – Atmosfera stabile



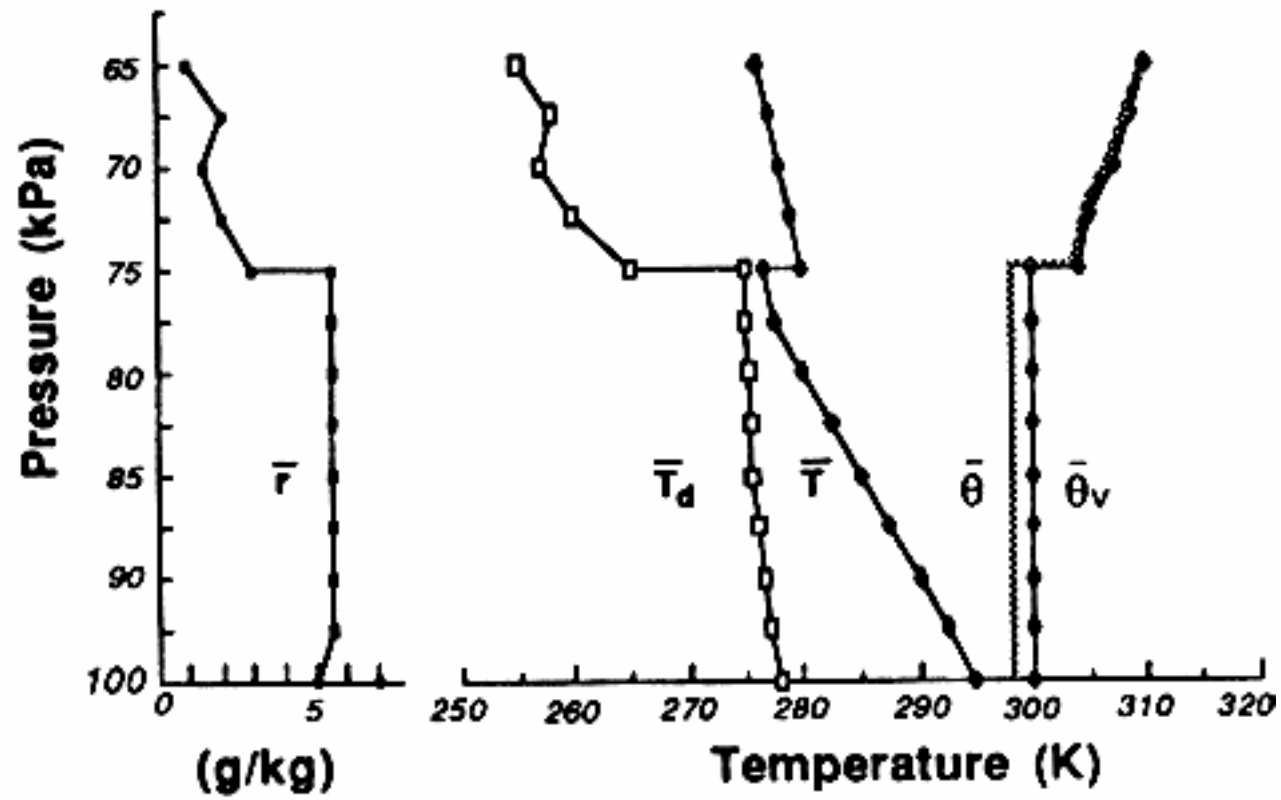
Il galleggiamento – Atmosfera instabile



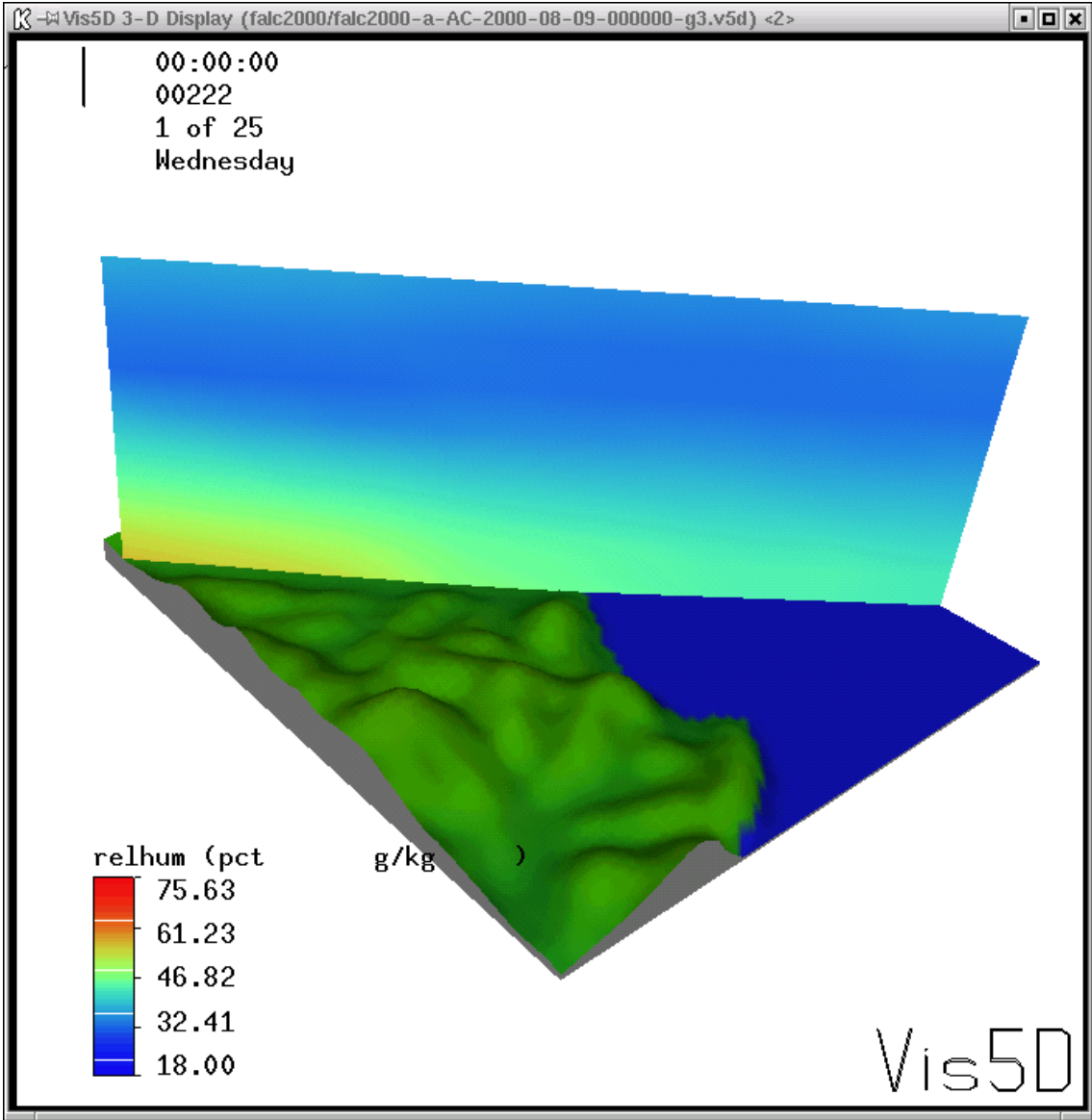
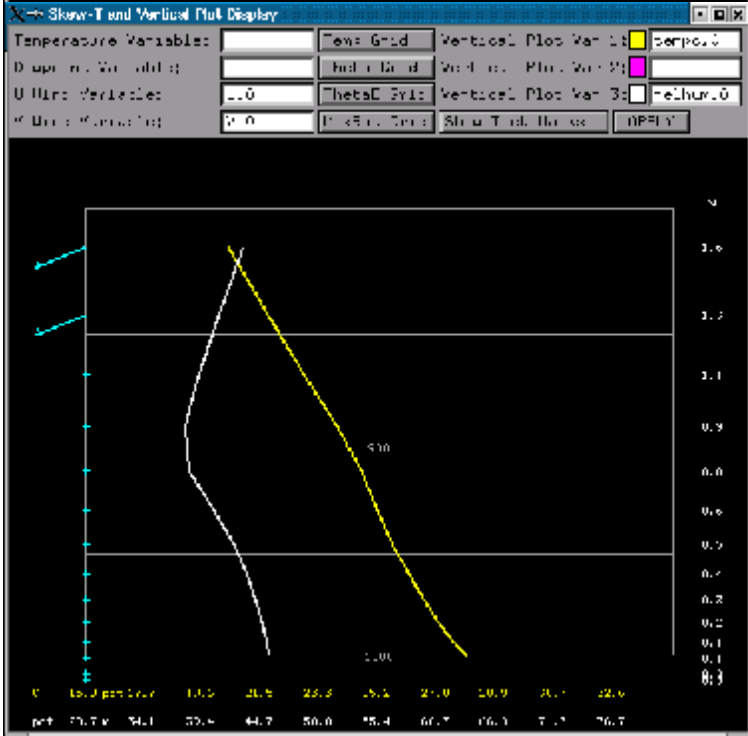
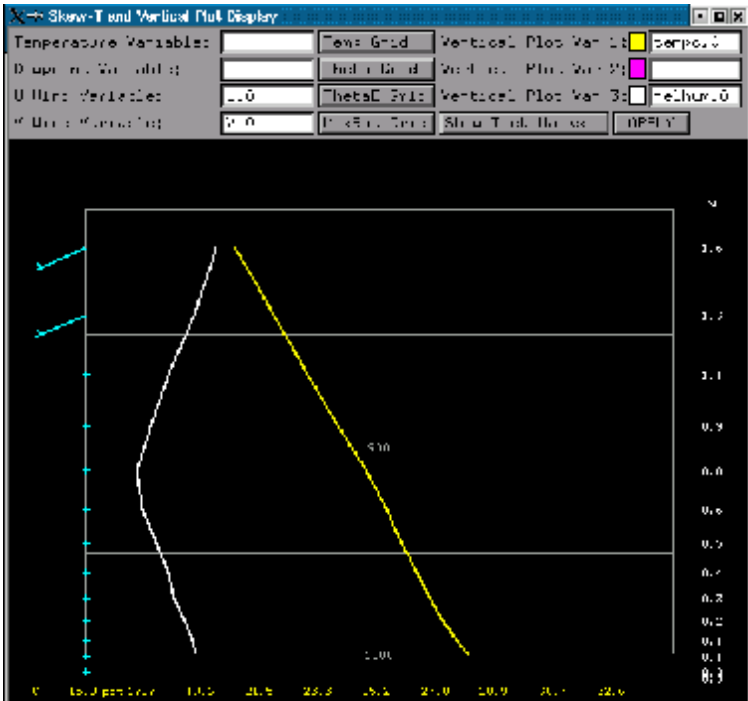
Profili verticali di temperatura



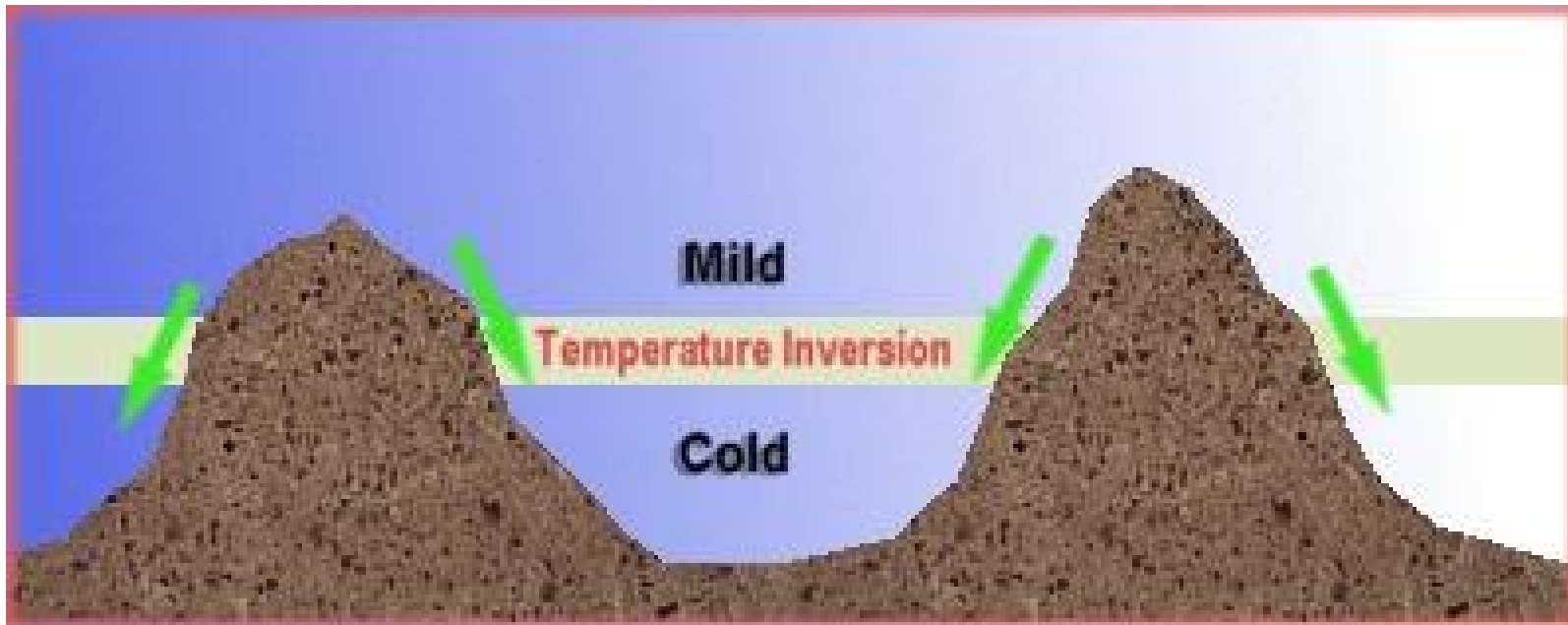
Profili verticali umidità e temperatura (Stull)



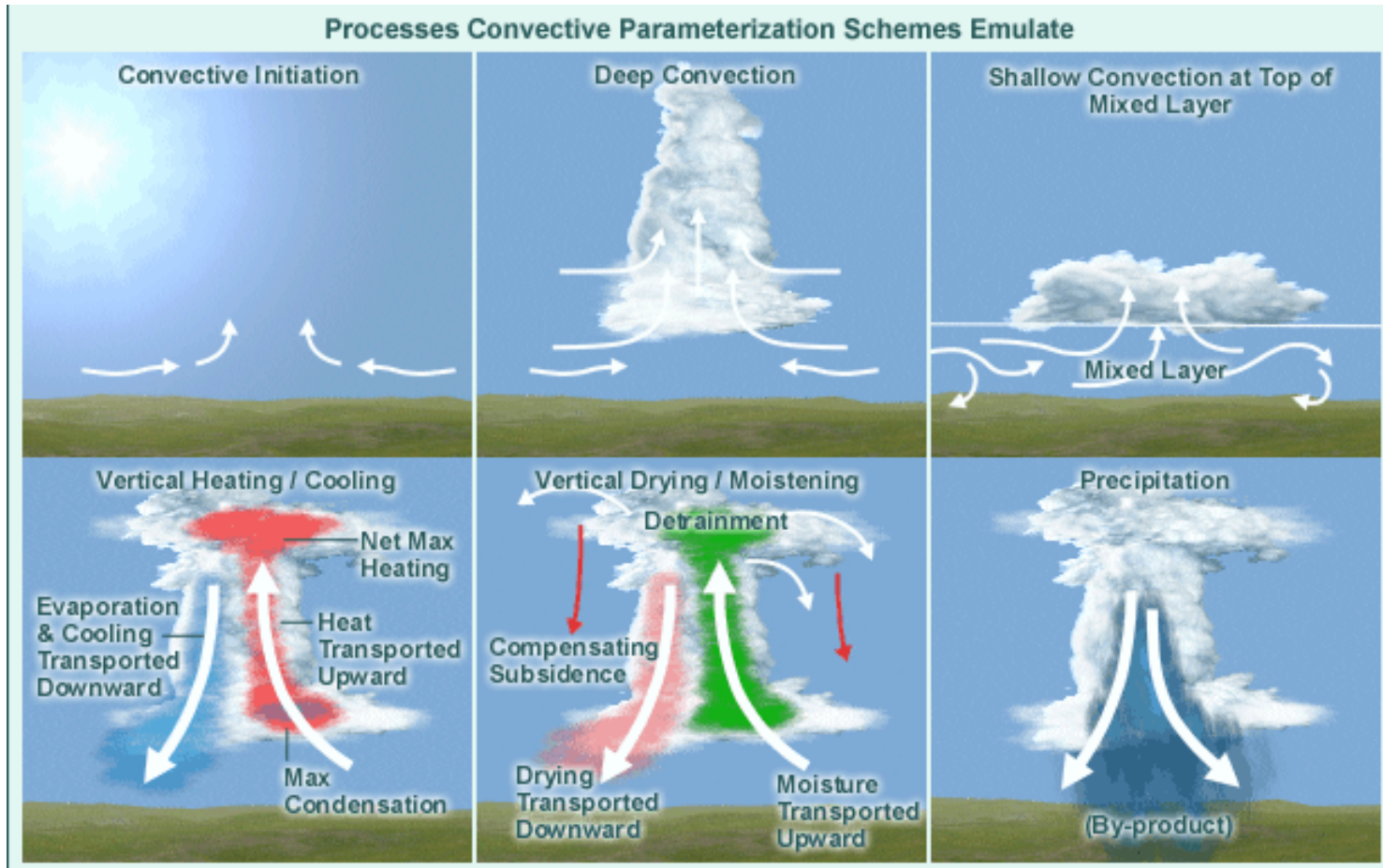
Profili verticali di temperatura



Inversione di Temperatura

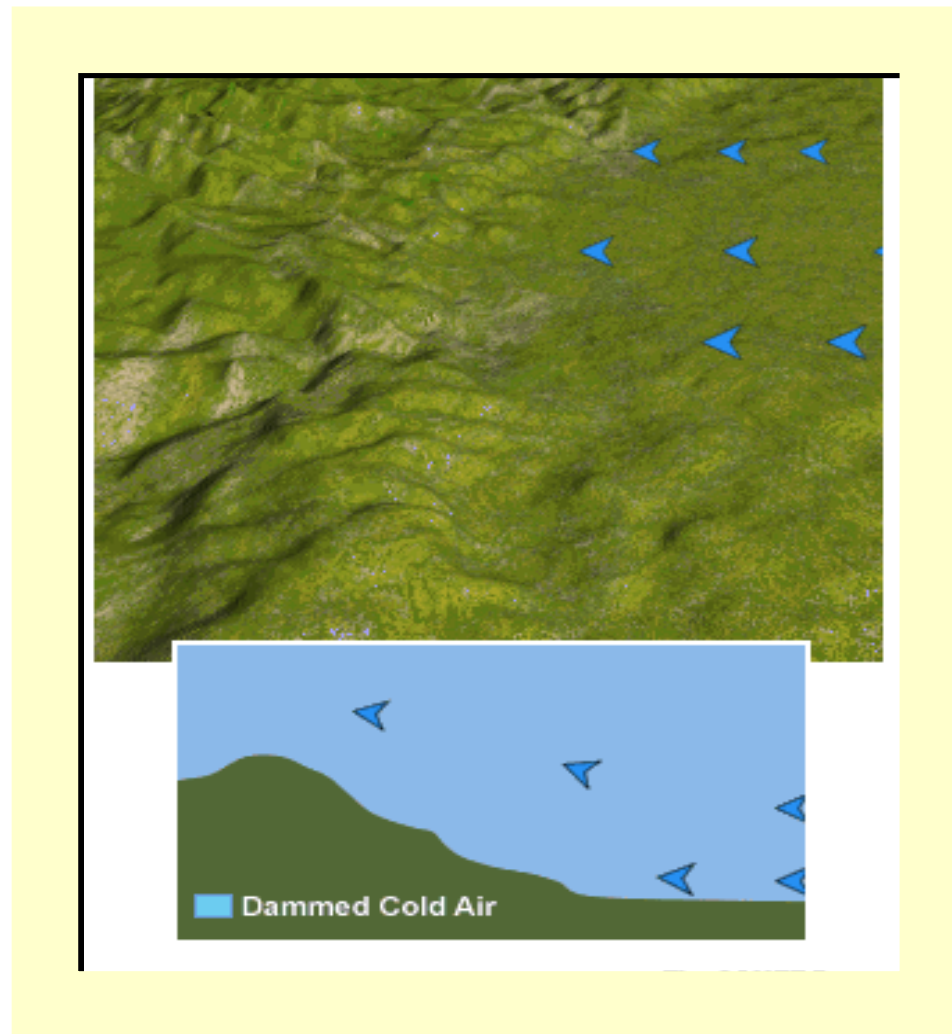


La convezione

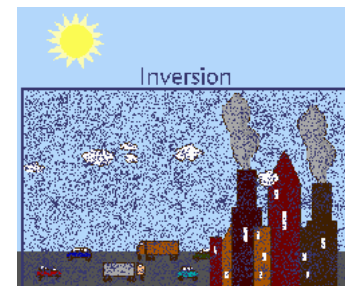
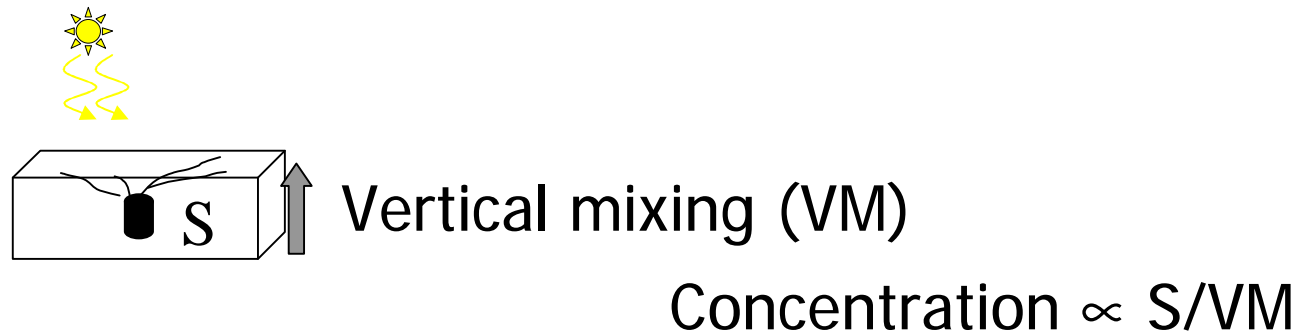
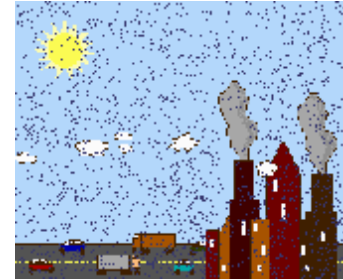
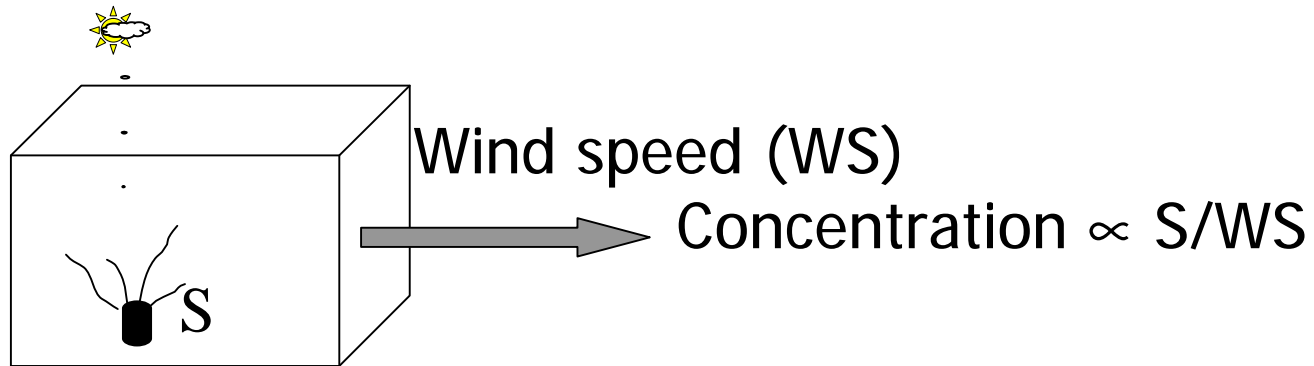


Influenza dell'orografia sui flussi al suolo

Flussi al suolo deboli non sono in grado di superare ostacoli anche relativamente poco alti. In tal caso vi sarà un accumulo di sostanze in prossimità dell'ostacolo. Il fenomeno è particolarmente favorito da condizioni di stabilità atmosferica.



Il modo più semplice: il Box Model



Courtesy of New Jersey
Department of Environmental Protection

Processi chiave

- Localizzazione ed entità delle Sorgenti
- Dispersione sull'orizzontale – Velocità del vento
- Insolazione
- Stabilità
- Diffusione e rimescolamento verticale - Inversione

Le polveri sottili – Un inquinante come gli altri?

Rispetto ai “normali” inquinanti areiformi le Polveri Sottili possiedono, dal punto di vista diffusivo, peculiarità che derivano dal fatto che esse non sono in forma molecolare ma sono aggregati di molecole anche eterogenee. Questo significa che sono “pesanti” e tendono a galleggiare meno di altri inquinanti areiformi. Inoltre la dicitura “polveri sottili” comprende tutta una gamma di polveri aventi dimensione inferiore a 10micron. Tra queste:

- le più grandi e pesanti (PM2.5->PM10) possono rimanere in sospensione per ore o giorni;
- le medie (PM1->PM2.5) possono rimanere in sospensione per giorni o settimane;
- le più sottili (PM.1->PM1), anche note come ultrasottili, possono rimanere in sospensione per molte settimane e si comportano quasi come un composto molecolare;

Essendo inquinanti scarsamente reattivi, le PM tendono a non combinarsi chimicamente. Questo comporta anche effetti negativi: le uniche forme di abbattimento sono la diluizione e la deposizione.

Le polveri sottili – Un inquinante come gli altri?

A seguito di deposizione, le PM_x che non vengono rimosse da agenti atmosferici (pioggia) o intervento antropico (lavaggio ecc.) tenderanno a risalire per effetto delle "termiche" e riprenderanno a circolare nell'atmosfera.

Particolarmente critico potrebbe essere l'innescò di una ricircolazione di brezza con accumulo anche consistente nelle zone costiere e vallivo costiere.

Le polveri di maggior diametro tenderanno a permanere vicino alla superficie e saranno più propense a farsi catturare.

Le polveri di diametro minore tenderanno a salire di più per galleggiamento ma saranno comunque destinate a ricadere al suolo più o meno in vicinanza della fonte.

PROVATE A INDOVINARE DOVE VIENE "PRELEVATA" L'ARIA DAI POLMONI DI UN BAMBINO?

