

Dino Zardi

Gruppo di Fisica dell'Atmosfera, Università di Trento



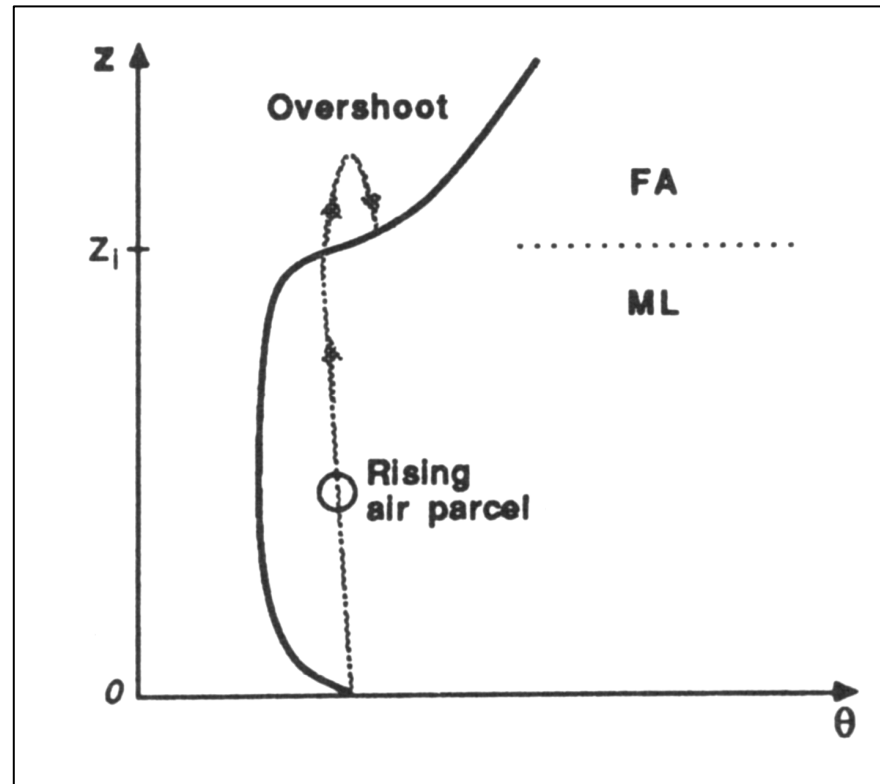
***UN MODELLO SEMPLIFICATO PER L'EVOLUZIONE
DELLO STRATO LIMITE CONVETTIVO IN UNA VALLE***

Motivazioni

Le misure di campo intensive, così come le simulazioni numeriche mediante modelli, forniscono basi di dati molto ricche relative a diverse variabili atmosferiche

Tuttavia per comprendere i meccanismi fisici elementari alla base di molti processi occorre spesso disporre di modelli concettuali che chiariscano, nel modo più semplice possibile, le dinamiche che controllano tali processi.

Il meccanismo di sviluppo dello strato limite convettivo su terreno piano



Stull (1988)

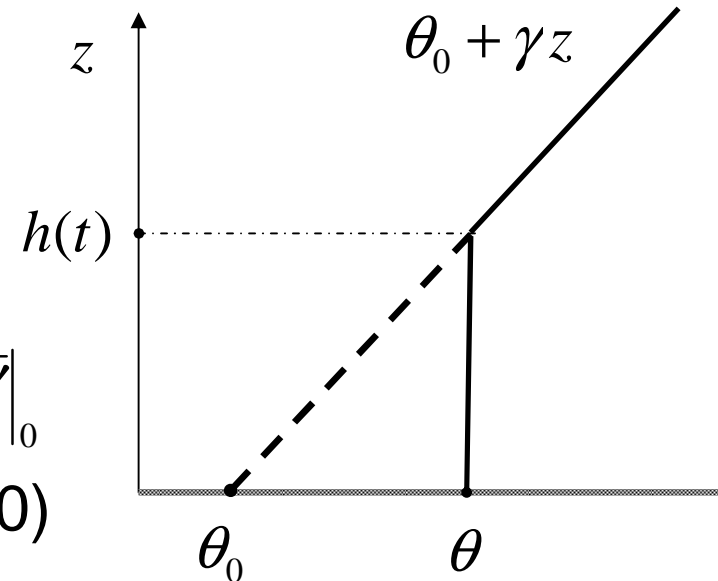
Modello semplificato per l'evoluzione dello strato limite convettivo

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial z} \overline{w' \theta'}$$

$$\downarrow \int_0^h dz$$

$$h \dot{\theta} = -\overline{w' \theta'} \Big|_h + \overline{w' \theta'} \Big|_0 \approx (1+c) \overline{w' \theta'} \Big|_0$$

($c \approx 0.2$: Driedonks, 1980)



Condizione di raccordo: $\theta(t) = \theta_0 + \gamma h(t) \Rightarrow \dot{\theta} = \gamma \dot{h}$

$$\boxed{\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \gamma h^2 \right) = (1+c) \overline{w' \theta'} \Big|_0}$$

Ciclo diurno del flusso di calore sensibile superficiale:

$$\overline{w' \theta'} \Big|_0 = Q_{HM} \sin\left(\frac{\pi}{T} t\right)$$

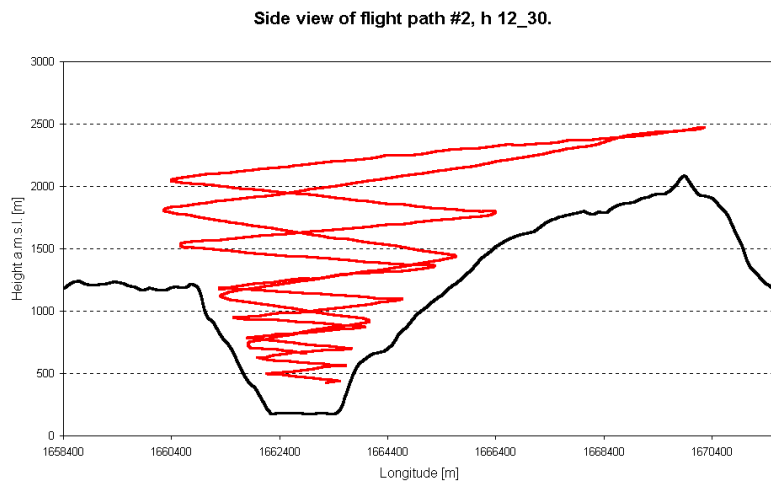
Altezza dello strato rimescolato

$$h(t) = \sqrt{h_0^2 + \frac{2Q_{HM}T}{\gamma\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T} t\right)\right]}$$

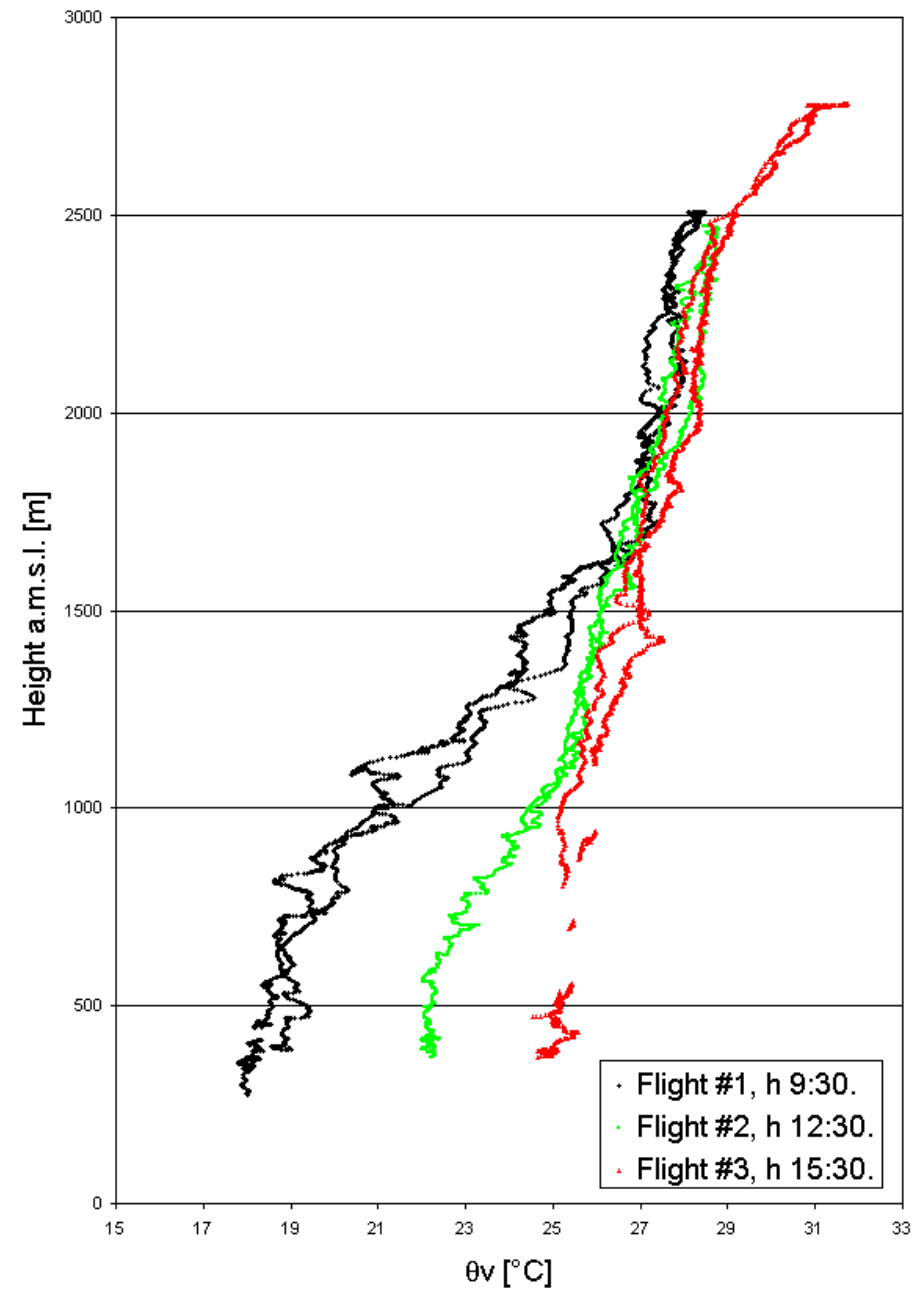
Riscaldamento dello strato rimescolato

$$\theta(t) = \theta_0 + \gamma h(t)$$

Strato limite convettivo in una valle: evidenze sperimentali

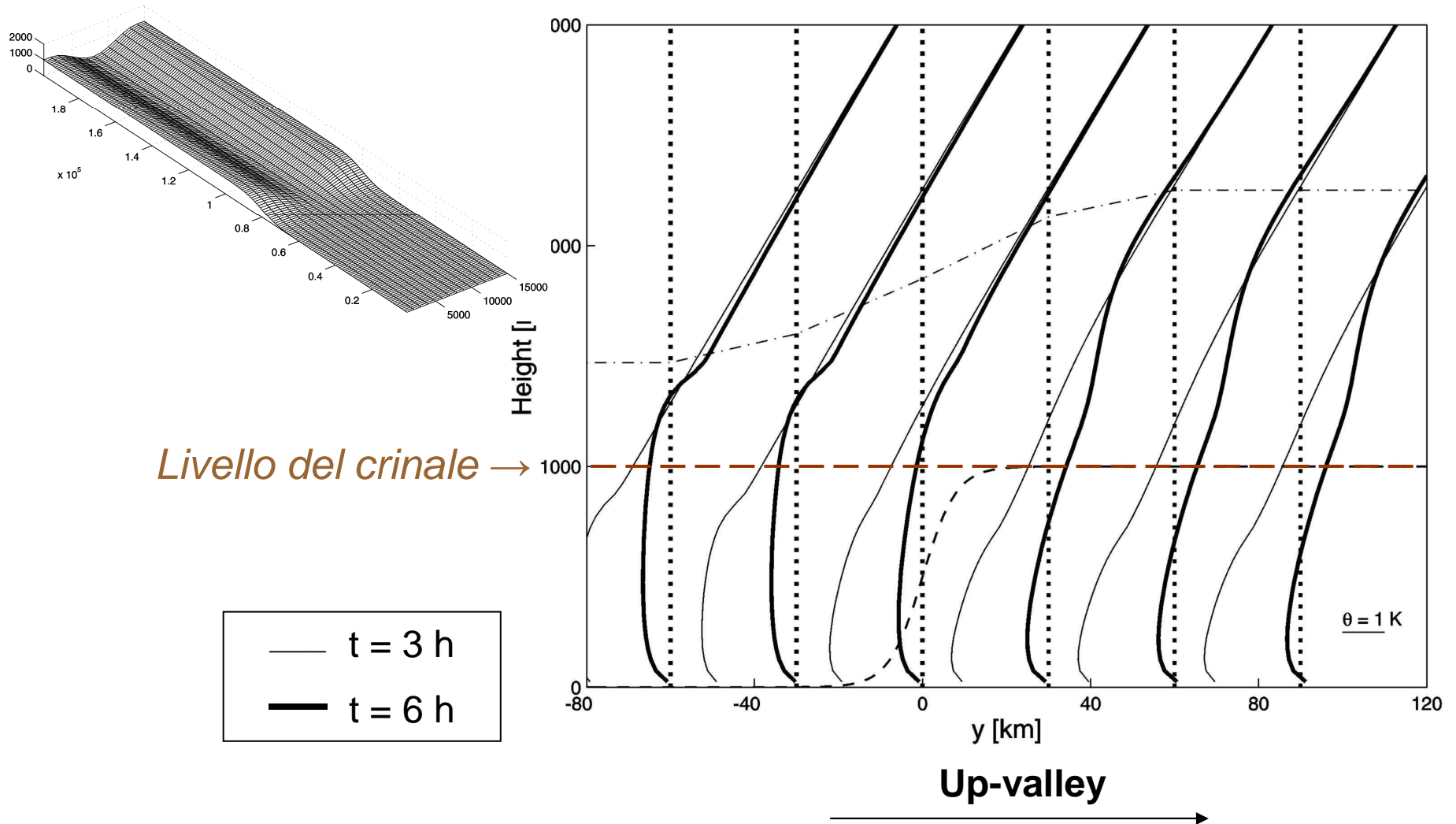


de Franceschi et al. (2003)

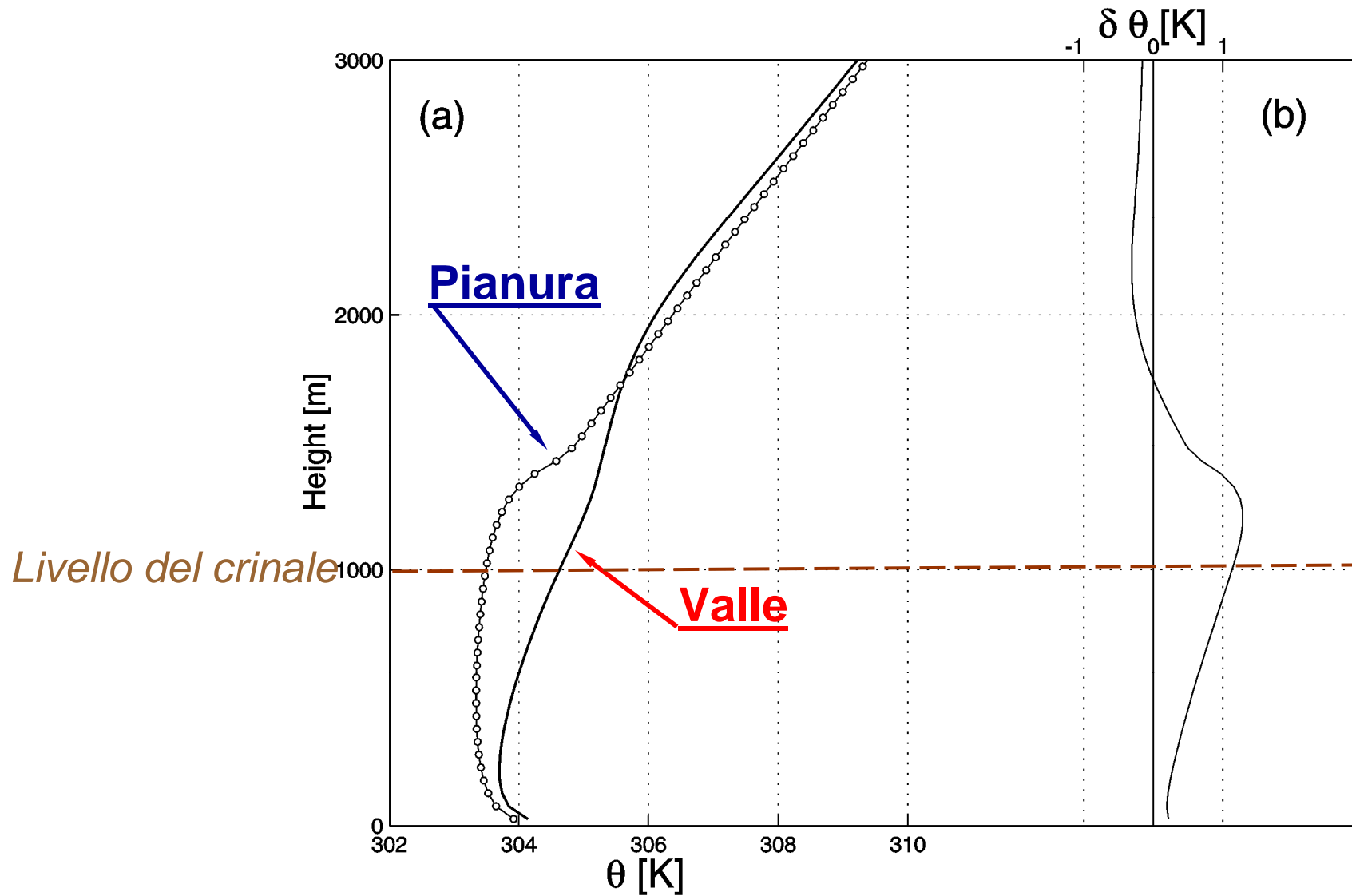


Contrasto pianura-valle /1

Rampanelli et al. (2004)

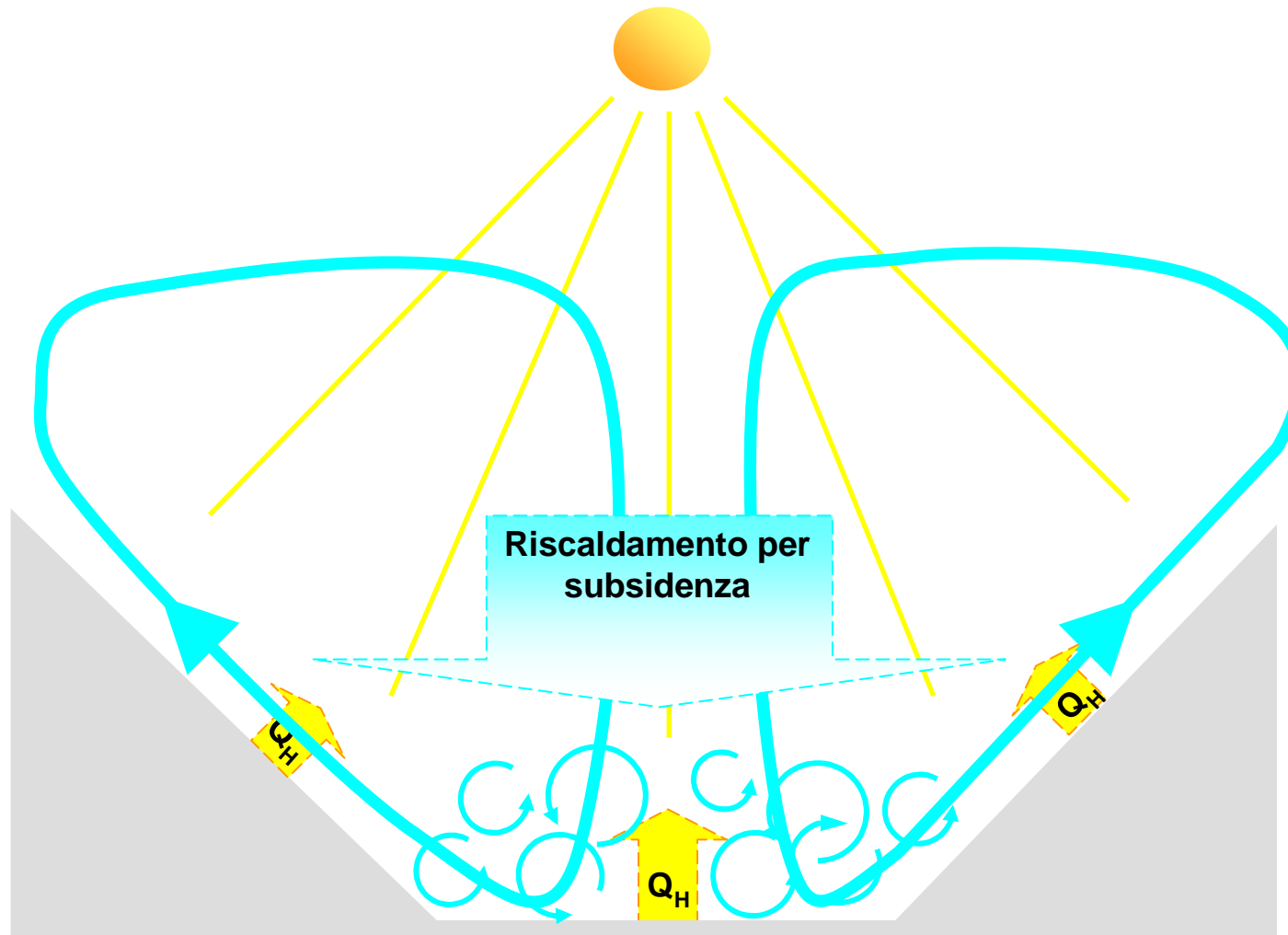


Contrasto pianura-valle /2

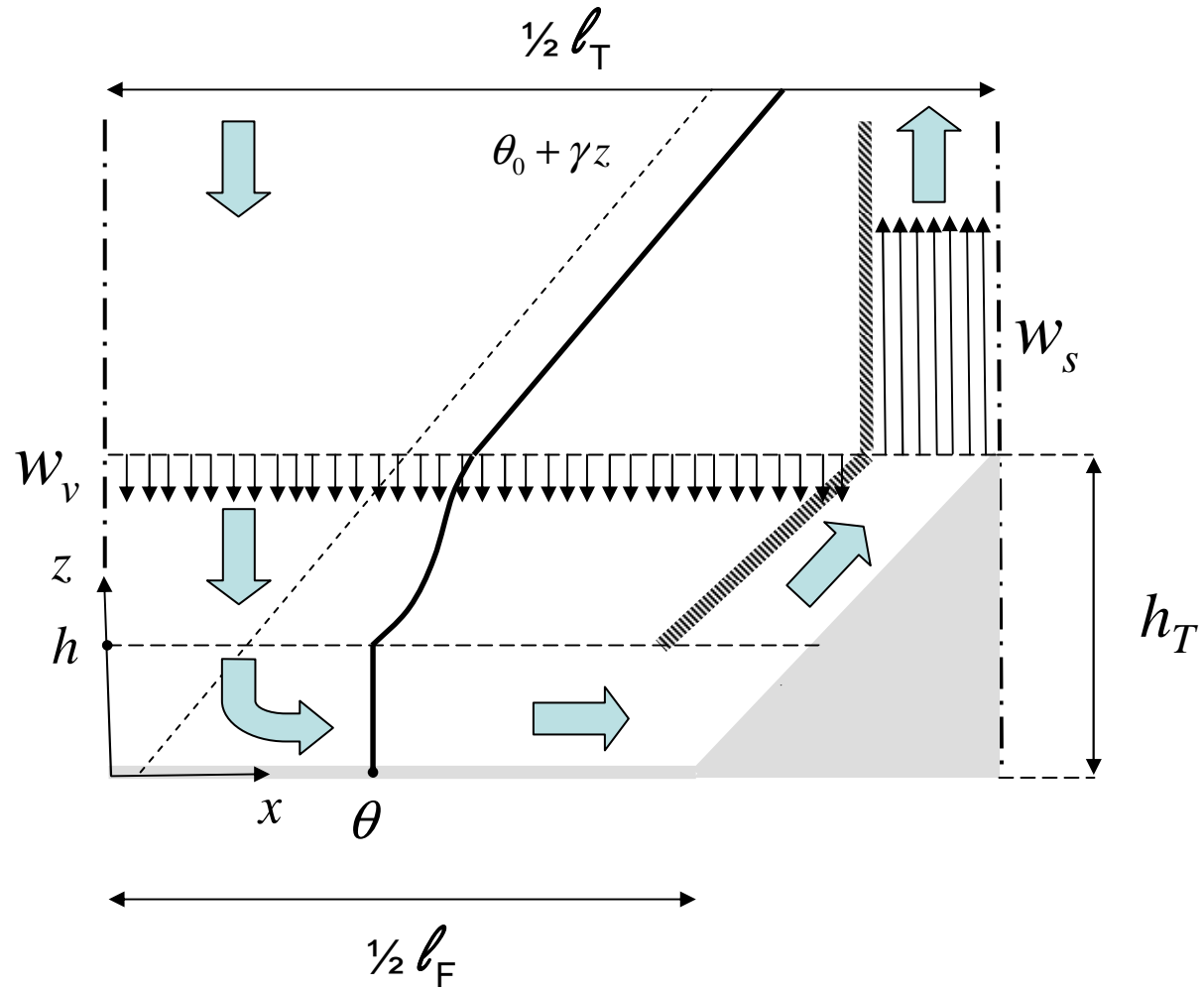


Rampanelli et al. (2004)

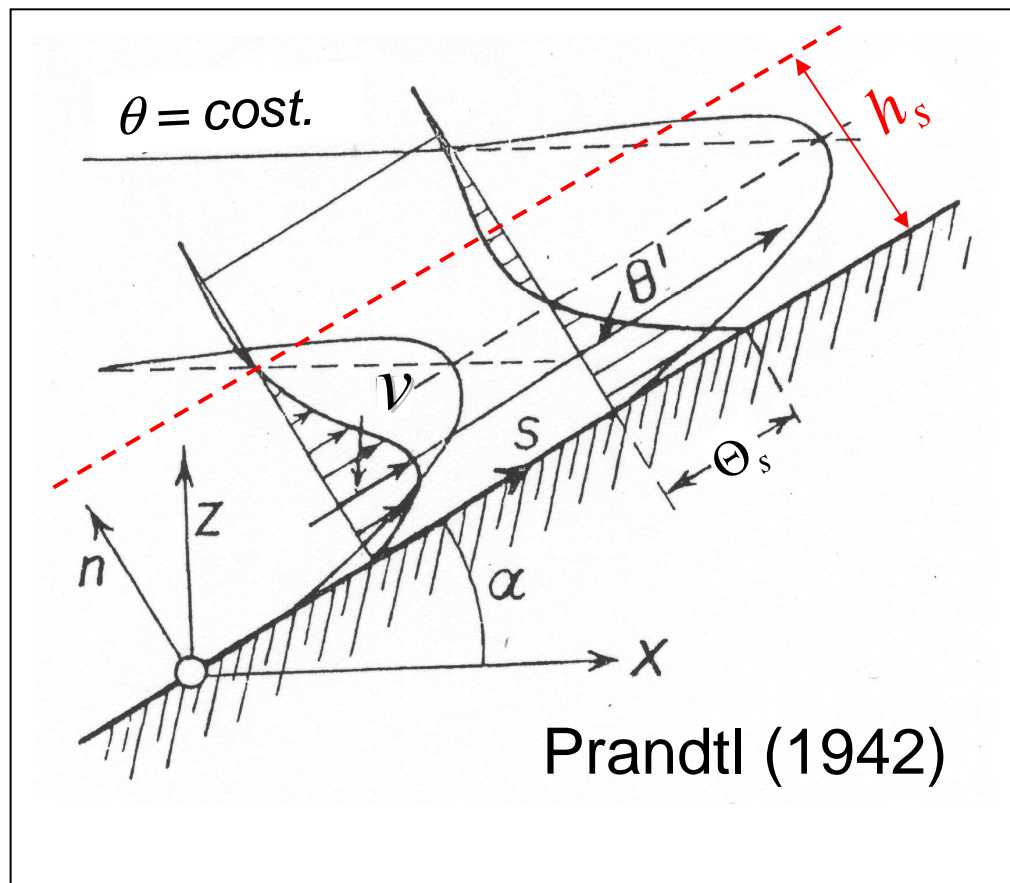
Contributi allo sviluppo della struttura termica diurna in una sezione trasversale di valle



Schema concettuale della circolazione trasversale



Correnti di pendio ascendenti sui versanti



$$\ell = \left(\frac{4K_h K_m}{g\beta\gamma \sin^2 \alpha} \right)^{1/4}$$

$$v(n, t) = V_s(t) e^{-\frac{n}{\ell}} \sin\left(\frac{n}{\ell}\right)$$

$$\theta'(n, t) = \Theta_s(t) e^{-\frac{n}{\ell}} \cos\left(\frac{n}{\ell}\right)$$

$$V_s(t) = \frac{2}{\gamma \sin \alpha \ell} Q_H(t)$$

$$\Theta_s(t) = \frac{\ell}{K_h} Q_H(t)$$

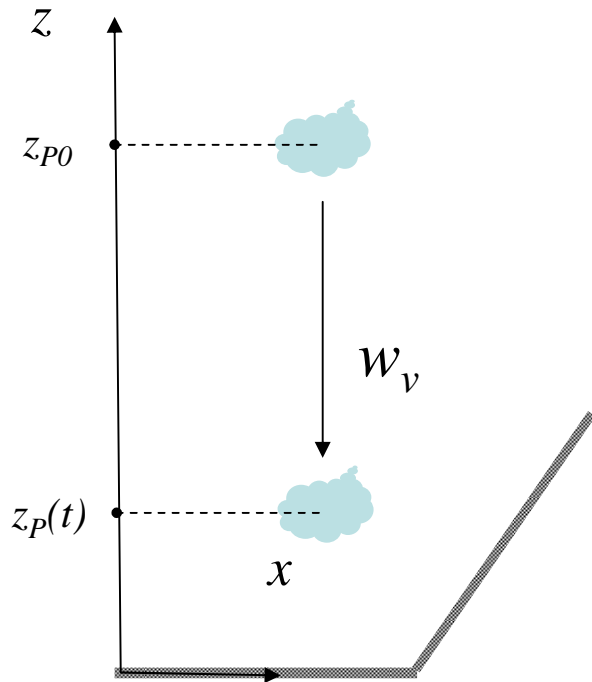
$$Q_H(t) = Q_{HS} \sin\left(\frac{\pi}{T} t\right)$$

Subsidenza nella regione centrale della valle

Analisi Lagrangiana del moto di una particella d'aria:

$$z_P(z_{P0}, t) = z_{P0} + \int_0^t w_v(z_P(z_{P0}, \tau), \tau) d\tau$$

$$z_P(z_{P0}, t) \leftrightarrow z_{P0}(z, t)$$

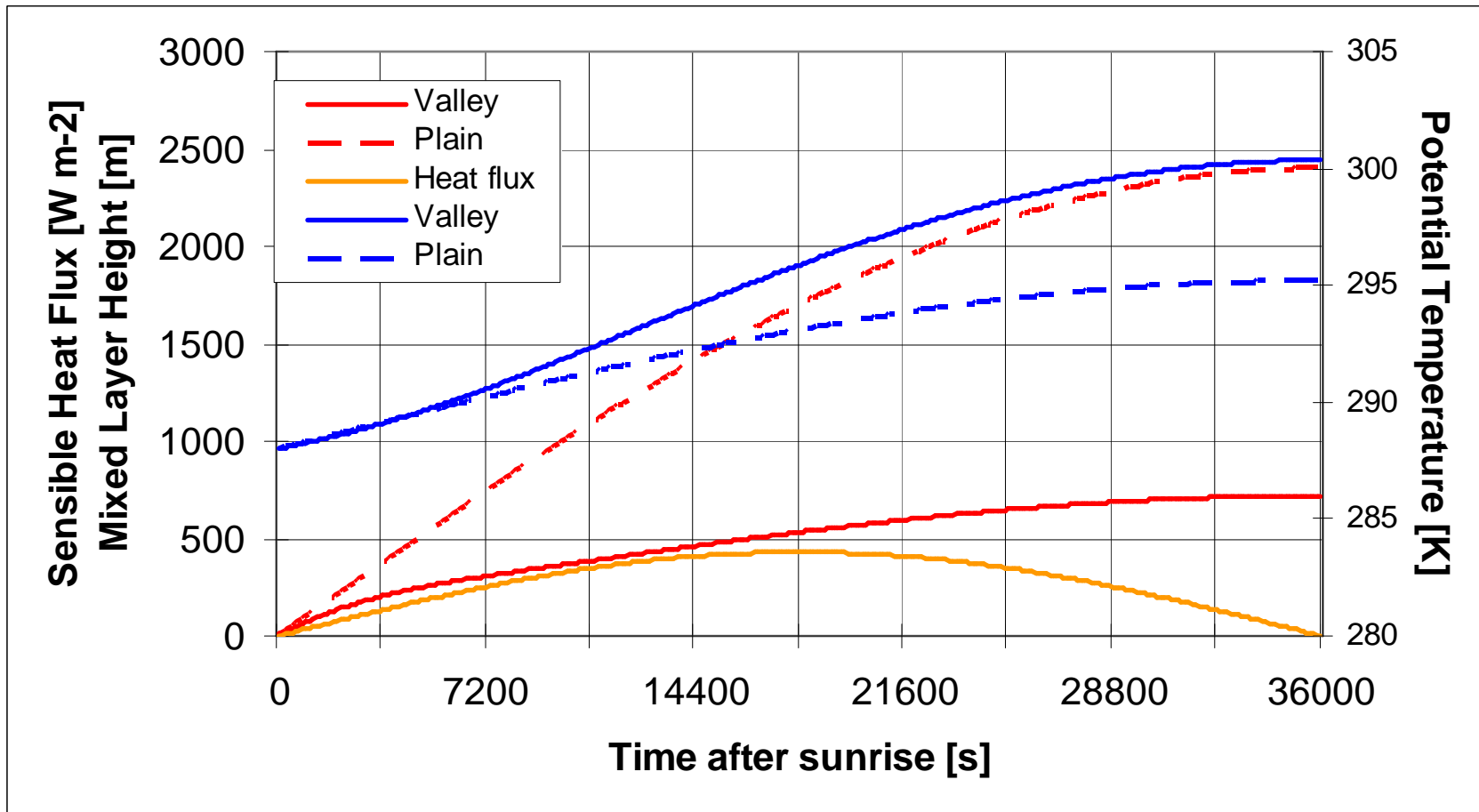


Moto adiabatico: $\theta(z, t) = \theta_0 + \gamma z_{P0}(z, t)$

Condizione di raccordo a $z = h(t)$:

$$\theta = \theta_0 + \gamma z_{P0}(h(t), t)$$

Risultati del modello



$$l_F = 5 \text{ km}, h_T = 3 \text{ km}, \alpha = 45^\circ$$

Vantaggi del modello

- Include, ancorché in forma drasticamente semplificata, tutti i processi di base che governano lo sviluppo dello strato limite convettivo in una valle
- Consente un controllo esplicito di tutte le variabili fisiche coinvolte
- Consente una prima valutazione dell'effetto combinato della interazione di vari fattori (geometrici, atmosferici, radiativi, ecc.)
- Consente un confronto del “fattore di amplificazione topografica” pianura-valle

$$A_{\theta} = \frac{\dot{\theta}_{valley}}{\dot{\theta}_{plain}}$$

Limiti del modello

- Non include eventuali scambi di massa e di energia tra le correnti di pendio e l'atmosfera in centro valle, così come tra le termiche che si formano alle creste e l'atmosfera libera sopra la valle
- Include una parametrizzazione molto grossolana della turbolenza, sia sul fondovalle che sui versanti
- Non prevede effetti dovuti al cambiamento della declinazione solare
- E' 2D: non sono inclusi effetti dovuti a un eventuale vento di valle

Sviluppi futuri

- Più accurate parametrizzazioni dei processi fisici (radiazione solare, flussi termici,...)
- Rappresentazione più realistica delle correnti di versante
- Inclusione di possibili scambi fra starti adiacenti
- Struttura termica verticale più realistica
- Inclusione di questo schema in un modello idrodinamico di vento di valle

Grazie per l'attenzione!