

Laboratorio di Fisica dell' Atmosfera

1. FONDAMENTI FISICI E FENOMENOLOGICI

1.1 LE VARIABILI ED ALCUNI CONCETTI DI BASE

- 1.1.1 Le variabili cinematiche
- 1.1.2 La temperatura
- 1.1.3 La pressione
- 1.1.4 L'equazione di stato dei gas perfetti
- 1.1.5 Le caratteristiche dell'aria secca
- 1.1.6 Le caratteristiche dell'aria umida
- 1.1.7 L'equazione idrostatica
- 1.1.8 Considerazioni termodinamiche e stabilità
 - 1.1.8.1 La temperatura potenziale
 - 1.1.8.2 La stabilità statica

1.2 BILANCIO ENERGETICO SUPERFICIALE

1.3 LA FENOMENOLOGIA TIPICA DEL PBL

- 1.3.1 Il PBL convettivo
- 1.3.2 Il PBL stabile
- 1.3.3 Il ciclo giornaliero del PBL

2. IL MODELLO FLUIDODINAMICO DEL PBL

2.1 ALCUNI STRUMENTI MATEMATICI DI BASE

- 2.1.2 La derivata materiale o totale
- 2.1.3 La particella ed i campi Lagrangiani
- 2.1.4 Le peculiarità di un sistema di riferimento non inerziale

2.2 IL MODELLO PER LE VARIABILI Istantanee

- 2.2.1 Concetti di fluido newtoniano viscoso
- 2.2.1 La conservazione della massa
- 2.2.2 La conservazione della quantità di moto
- 2.2.3 L'equazione di stato dei gas
- 2.2.4 La prima legge della termodinamica
- 2.2.5 La conservazione dell'umidità

2.3 ALCUNE CONSIDERAZIONI FINALI

- 2.3.1 La non linearità delle equazioni prognostiche
- 2.3.2 Forte sensibilità alle condizioni iniziali
- 2.3.3 Caratteristiche caotiche del modello di atmosfera
- 2.3.4 L'interpretazione statistica del modello di atmosfera

3. DESCRIZIONE STATISTICA DELLA TURBOLENZA

3.1 ANALISI NEL DOMINIO DEL TEMPO

- 3.1.1 Le variabili meteorologiche e le variabili stocastiche
 - 3.1.1.1 La probabilità
 - 3.1.1.2 La funzione di distribuzione cumulata
 - 3.1.1.3 La funzione di densità di probabilità
 - 3.1.1.4 La media, la varianza ed i momenti
- 3.1.2 Il modello di Reynolds
 - 3.1.4.1 L'ipotesi di Reynolds e la definizione di media
 - 3.1.4.2 L'ipotesi di Taylor o del congelamento della turbolenza
 - 3.1.4.3 L'Energia Cinetica Turbolenta
 - 3.1.4.4 I flussi cinematici e i flussi turbolenti
 - 3.1.4.5 I parametri caratteristici della turbolenza atmosferica

4. MODELLO OPERATIVO DEL PBL

4.1 LE PROPRIETÀ DELLA MEDIA

4.2 LE EQUAZIONI PER LE VARIABILI MEDIE

- 4.2.1 L'equazione di stato dei gas
- 4.2.2 L'equazione di continuità
- 4.2.3 Le equazioni di Navier-Stokes
- 4.2.4 L'equazione della temperatura potenziale virtuale
- 4.2.5 L'equazione per l'umidità
- 4.2.6 Le equazioni fluidodinamiche dell'atmosfera

4.3 CENNI ALLE EQUAZIONI PER I MOMENTI DI SECONDO ORDINE

4.4 IL PROBLEMA DELLA CHIUSURA

- 4.4.1 La chiusura di ordine zero
- 4.4.2 Cenni alle chiusure di ordine superiore
- 4.4.3 Cenni alle chiusure non locali

4.5 SOLUZIONE NUMERICA DEL MODELLO DI ATMOSFERA

- 4.5.1 Elementi di approssimazione alle differenze finite
- 4.4.1 Cenni sulle condizioni iniziali ed al contorno

5. TEORIA DELLA SIMILARITÀ

5.1 IL TEOREMA DI BUCKINGHAM

5.2 IL SURFACE LAYER

5.3 LA TEORIA DELLA SIMILARITÀ DI MONIN-OBUKHOV PER IL SURFACE LAYER

- 5.3.1 Grande e profilo della velocità del vento
- 5.3.2 Gradiente e profilo della temperatura potenziale e dell'umidità
- 5.3.3 Deviazione standard delle componenti del vento e della temperatura

5.4 SIMILARITÀ PER L'INTERO PBL

6. IL PBL IN CONDIZIONI DI OMOGENEITÀ ORIZZONTALE

6.1 LA RUGOSITÀ SUPERFICIALE

6.2 LA RIPARTIZIONE DELL'ENERGIA DISPONIBILE AL SUOLO

6.3 CARATTERISTICHE DEL PBL CONVETTIVO

- 6.3.1 Le strutture del Mixed Layer
- 6.3.2 L'altezza del PBL convettivo
- 6.3.3 Caratteristiche del PBL stabile
- 6.6.1 Lo spettro terrestre
- 6.6.2 La trasmissione della radiazione ad onda lunga nell'atmosfera
 - 6.6.2.1 La trasmissione della radiazione ad onda lunga in assenza di nubi
 - 6.6.2.2 Il riscaldamento dell'aria ad onda lunga
 - 6.6.2.3 Cenni alla presenza di nubi e inquinamento
- 6.6.3 La radiazione ad onda lunga in arrivo al suolo
 - 6.6.3.1 Parametrizzazione in assenza di nubi
 - 6.6.3.2 Parametrizzazione in presenza di nubi
- 6.6.4 La radiazione ad onda lunga terrestre

6.7 IL BILANCIO RADITIVO SUPERFICIALE

6.8 IL FLUSSO DI CALORE NEL SUOLO

- 6.8.1 La modellizzazione matematica
- 6.8.2 Le parametrizzazioni

6.9 IL BILANCIO ENERGETICO SUPERFICIALE

7. IL PBL IN CONDIZIONI ETEROGENEE

7.1 CENNI ALLA SITUAZIONE MARINA/COSTIERA

7.2 CENNI ALLE PROBLEMATICHE URBANE

8. MISURE NEL PBL

8.1 IL CONCETTO DI MISURA E DI APPARATO DI MISURA

- 8.1.1 Il Sistema di Misura Ideale

- 8.1.2 Il Sistema di Misura Reale
- 8.1.4 Panoramica dei Sistemi di Misura
- 8.1.5 Architettura di una stazione meteorologica
- 8.1.6 La Catena di Misura

8.2 IL TRASDUTTORE PRIMARIO

- 8.3.1 Caratteristiche statiche di un Trasduttore Primario
- 8.3.2 Caratteristiche dinamiche di un Trasduttore Primario
- 8.3.3 Il Trasduttore del Primo Ordine
- 8.3.4 Il Trasduttore del Secondo Ordine
- 8.3.5 Considerazioni pratiche

8.3 IL TRASDUTTORE SECONDARIO

8.4 LA CONVERSIONE ANALOGICO/DIGITALE

8.5 MISURA DEL VENTO

- 8.5.1 L'anemometro a coppe
- 8.5.2 L'anemometro a banderuola (vane)
- 8.5.3 L'anemometro ad elica (propeller)
- 8.5.4 L'anemometro ultrasonico
 - 8.5.4.1 Principi di funzionamento
 - 8.5.4.2 Le realizzazioni pratiche attuali
 - 8.5.4.3 Il problema della temperatura sonora
 - 8.5.4.4 Il comportamento dinamico dell'anemometro sonico
 - 8.5.4.5 Osservazioni conclusive

8.6 MISURA DELLA TEMPERATURA

- 8.6.1 Le termoresistenze
- 8.6.2 I termistori
- 8.6.3 Le termocoppie

8.7 MISURA DELLA UMIDITÀ DELL'ARIA

8.8 MISURA DELLA RADIAZIONE SOLARE E TERRESTRE

- 8.8.1 Misura della Radiazione Solare
- 8.8.2 Misura della Radiazione Infrarossa
- 8.8.3 Misura della Radiazione Netta
- 8.8.4 Calibrazione dei radiometri

8.9 MISURA DELLA PRESSIONE ATMOSFERICA

8.10 MISURA DELLE PRECIPITAZIONI

8.11 I SONDAGGI IN QUOTA

- 11.1.1 I palloni Pilot
- 11.1.2 Le radiosonde
- 11.1.3 Il pallone frenato

9. ELABORAZIONE PRIMARIA DELLE MISURE E STIMA DEI PARAMETRI DI TURBOLENZA

9.1 ELABORAZIONE PRIMARIA DELLE MISURE

- 9.1.1 Metodologia
- 9.1.2 Stimatori CAMpionari
- 9.1.3 Cenni al Controllo di Qualità

9.2 MISURA DELLA PRESSIONE ATMOSFERICA

- 9.2.1 Metodo Eddy Covariance
- 9.2.2 Metodo del gradiente
- 9.2.3 Metodo della ripartizione della radiazione netta
- 9.2.4 Stima della rugosità superficiale
- 9.2.5 Stima dell'altezza di rimescolamento convettiva
- 9.2.6 Stima dell'altezza di rimescolamento stabile

10. Misure di remote sensing da terra per lo studio del PBL

- 10.1 Il sodar
- 10.2 il Rass

