



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea

Scienze Biologiche

ANALISI TRIDIMENSIONALE DELLE DISTRIBUZIONI DI OZONO E $PM_{2.5}$ OTTENUTE TRAMITE OSSERVAZIONI FATTE ATTRAVERSO UN PALLONE AEROSTATICO E UN VEICOLO AEREO SENZA PILOTA IN SHANGHAI, CINA

THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS OF OZONE AND $PM_{2.5}$ DISTRIBUTIONS OBTAINED BY OBSERVATIONS OF TETHERED BALLON AND UNMANNED AERIAL VEHICLE IN SHANGHAI, CHINA

Tesi di Laurea di:

Guerrero Emmanuele Josue

Docente Referente

Chiar.mo Prof. Scarponi Giuseppe

Sessione autunnale

Anno Accademico 2018/2019

Riassunto

Articolo considerato in questa tesi:



Three-dimensional analysis of ozone and PM_{2.5} distributions obtained by observations of tethered balloon and unmanned aerial vehicle in Shanghai, China

Xiao-Bing Li¹ · Dongfang Wang² · Qing-Chang Lu¹ · Zhong-Ren Peng^{1,3,4} · Qingyan Fu² · Xiao-Ming Hu⁵ · Juntao Huo² · Guangli Xiu⁶ · Bai Li¹ · Chao Li¹ · Dong-Sheng Wang¹ · Hanyu Wang¹

Sono stati indagati modelli di distribuzione tridimensionale di ozono (O_3) e particelle ($PM_{2.5}$) all'interno della troposfera inferiore (1000 m), in un'area costiera localizzata a Shanghai (Cina) il 25 maggio 2016. Un veicolo aereo leggero senza pilota (UAV) e una piattaforma a pallone aerostatico, sono stati adoperati insieme per le misurazioni. Le concentrazioni di O_3 e di $PM_{2.5}$ sono state osservate nel corso di un'intera giornata.

Le concentrazioni di O_3 e $PM_{2.5}$ erano molto più alte a quote inferiori a 400 m rispetto a quelle comprese tra 500 e 1000 m poiché durante il giorno il mescolamento verticale di masse d'aria all'interno della troposfera inferiore era fortemente soppresso. Le concentrazioni di (NO e NO_2) nell'area studiata erano molto minori di quelle registrate nella zona urbana di Shanghai. Essendo questi ultimi dei precursori per la formazione di O_3 , si può concludere che masse d'aria invecchiate provenienti da sorgenti differenti erano trasportate verso l'area studiata a causa del vento.

FONDAMENTO E OBIETTIVO

L'inquinamento combinato di O_3 e $PM_{2.5}$, è diventato uno dei problemi atmosferici più gravi in Cina (Wei et al. 1999).

Convenzionalmente, la composizione atmosferica e i fattori meteorologici all'interno del Planet Boundary Layer (PBL) sono misurati da una stazione a terra (Wang et al. 2001).

Le misurazioni a livello del suolo non possono caratterizzare completamente le variazioni verticali dei componenti atmosferici nell'intero PBL.

E' stato realizzato uno studio innovativo utilizzando una piattaforma a pallone aerostatico e una piattaforma UAV.



Si prevede che l'utilizzo delle due piattaforme rappresenti un progresso nella tecnologia di osservazione atmosferica.

LA PIATTAFORMA A PALLONE AEROSTATICO

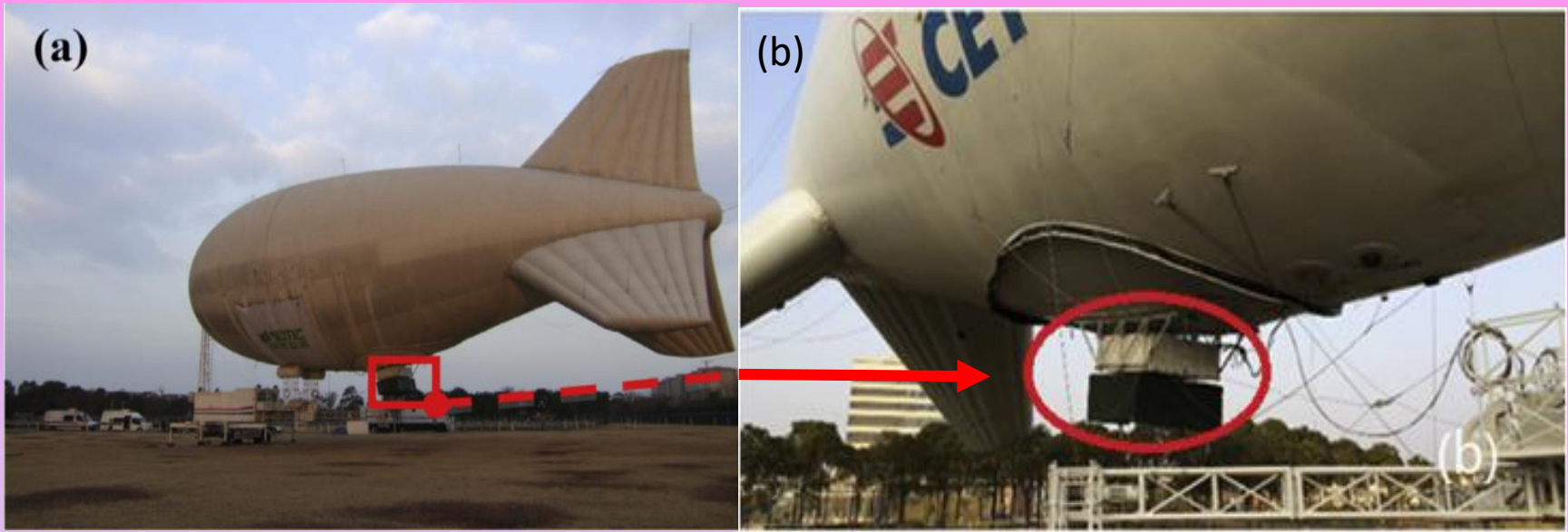


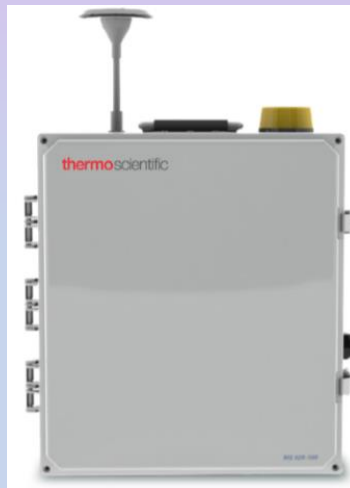
Fig. 1 (a) Piattaforma a pallone aerostatico nel campo (b) portastrumenti legato alla pancia del pallone (Li et al. 2015; Zhang et al. 2017b).

Analyzer - Model O342M (O_3)

Analyzer - Model AC32M (NO , NO_2)



- Resolution: 0,1ppm.
- UV fotometric absorption at 254 nm.
- Measurement range: 0,4ppm to 10ppm.



- I sensori sono posizionati nel portastrumenti legato alla pancia del pallone aerostatico. L'elettricità è fornita da un verricello elettrico.

Thermo Scientific™ ADR-1500
Area Dust Monitor

- Resolution 0,1 $\mu g/m^3$.
- Highly sensitive light-scattering photometer.
- Particle size range: PM-10 fino a PM-1.

LA PIATTAFORMA UAV

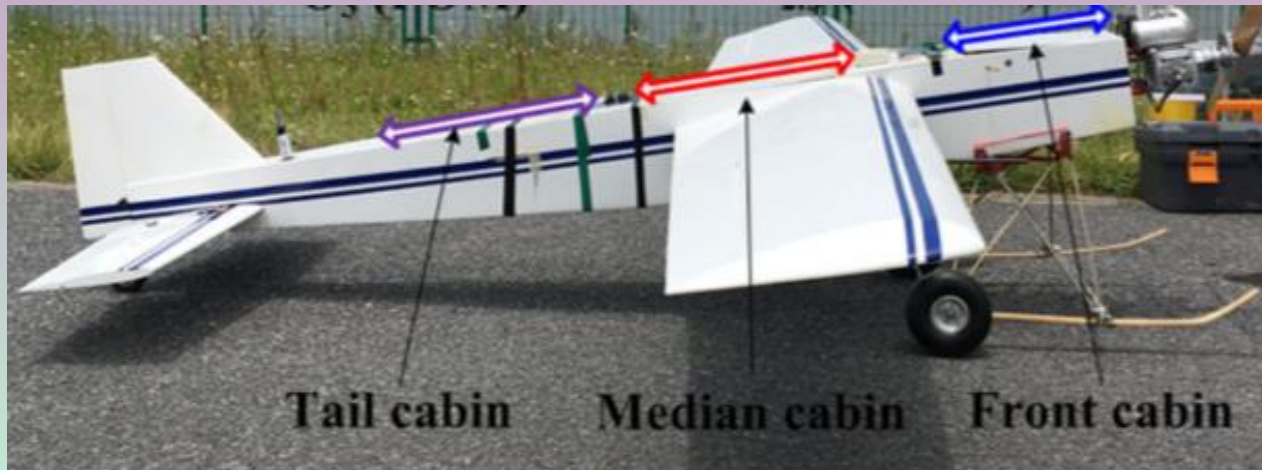


Fig. 2 Piattaforma UAV (Zhang et al. 2017b)

- I sensori sono posizionati nella cabina mediana protetti da vibrazioni (Shock-absorbing sponge).
- Due tubi di campionamento Tygon rivestiti con Fluorinated Ethylene Propylene (FEP) per ozono di 40 cm di lunghezza, sono stati utilizzati per aspirare campioni d'aria ed indirizzarli ai monitor.



POM™, Personal Ozone Monitor™

- Resolution 0,1 ppb.
- UV fotometric absorption at 254 nm.
- Linear Dynamic Range: 2 ppb to 10 ppm.



SidePak Personal Aerosol Monitor AM510

- Resolution 1 mg/m³.
- light-scattering laser photometer.
- Particle size range: PM-10, PM-5, PM-2.5, PM-1 and 0,8.

AREA STUDIATA

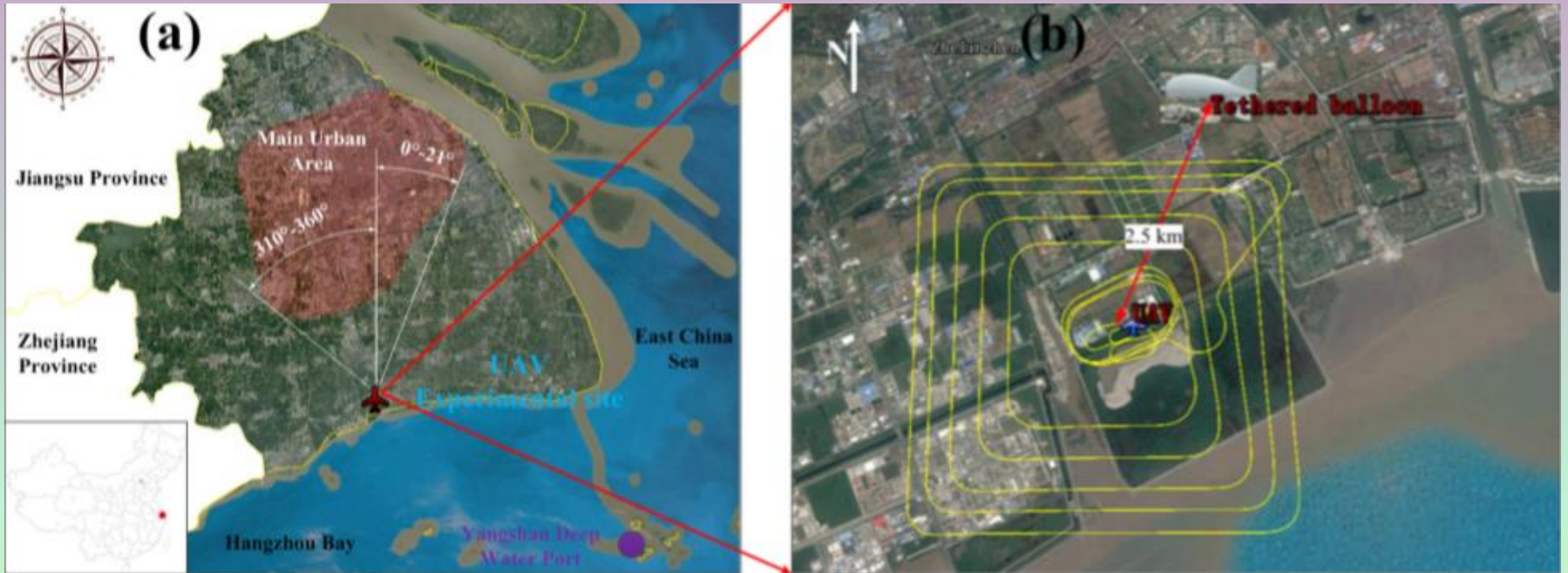


Fig. 3 (a) posizione e (b) la copertura geografica del campo sperimentale (Google maps, 2017).

La zona di lettura nel pannello (a) si riferisce all'area urbana principale di Shanghai e i degni si riferiscono agli angoli dei suburbi urbani est-ovest a nord (in senso orario).

Le linee gialle nel pannello (b) si riferiscono al percorso di volo dell' UAV (Un giro per ogni quota).

- La piattaforma a pallone aerostatico è stata lanciata nel campus Fengxian dell'Università di scienze e tecnologia della Cina orientale. Ha completato otto sondaggi verticali a una velocità di 5 m/s (salita/dicessa) tra le ore 08:00 e le ore 18:00 (ora di Pechino) il 25 maggio 2016.
- Il percorso del UAV consiste in cinque altitudini di crociera e la distanza verticale di ognuna è di 100 metri. Sono stati richiesti 30 minuti per completare la missione di volo.

MISURE DI CONCENTRAZIONE DI O₃ E PM_{2.5} FATTE CON L'UAV

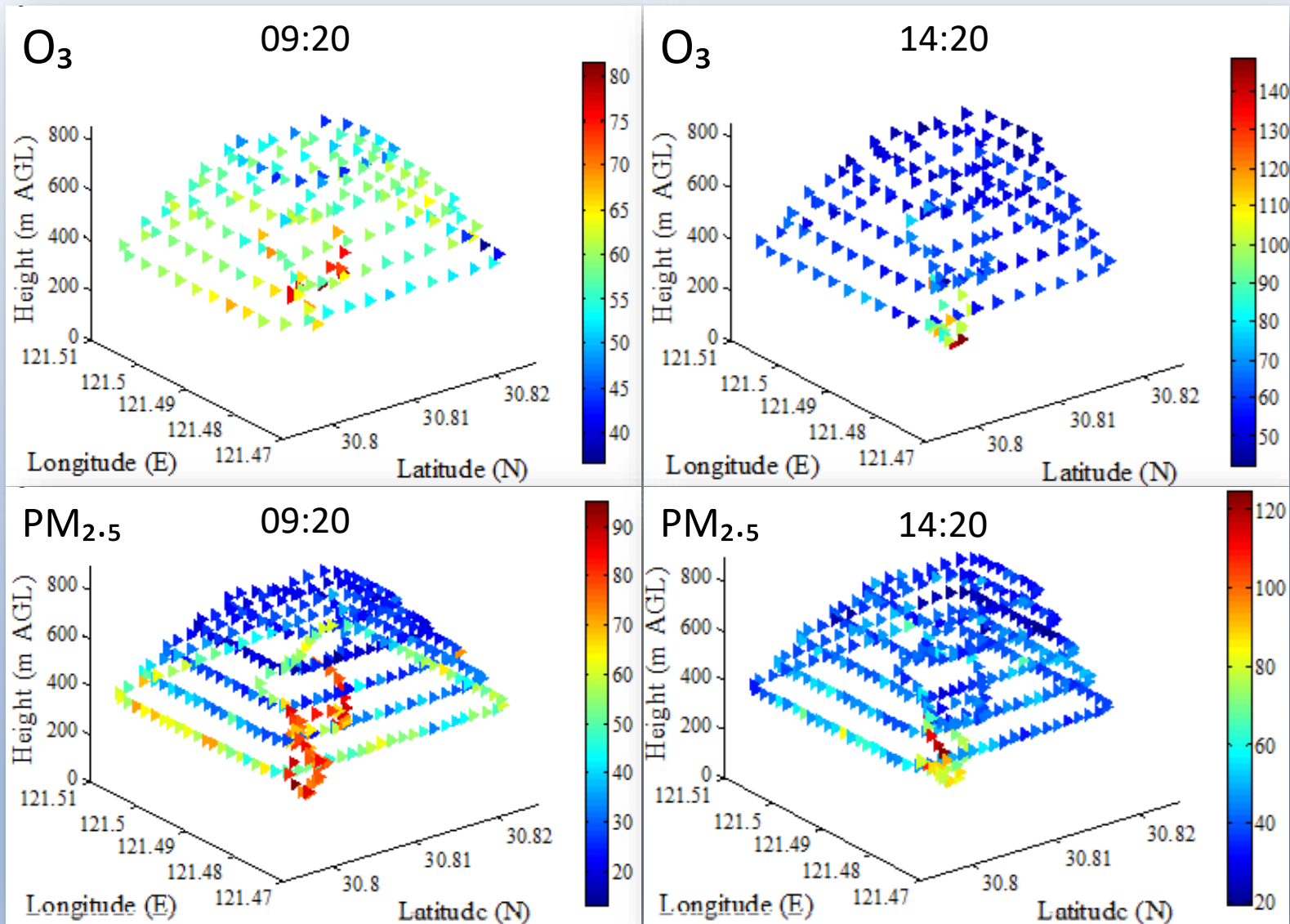


Fig. 4 Distribuzioni tridimensionali di osservazioni UAV per ozono e PM_{2.5} in ciascun volo. I colori indicano la concentrazione dell'ozono e le concentrazioni di PM_{2.5}.

MISURE DI O₃ CON PALLONE AEROSTATICO

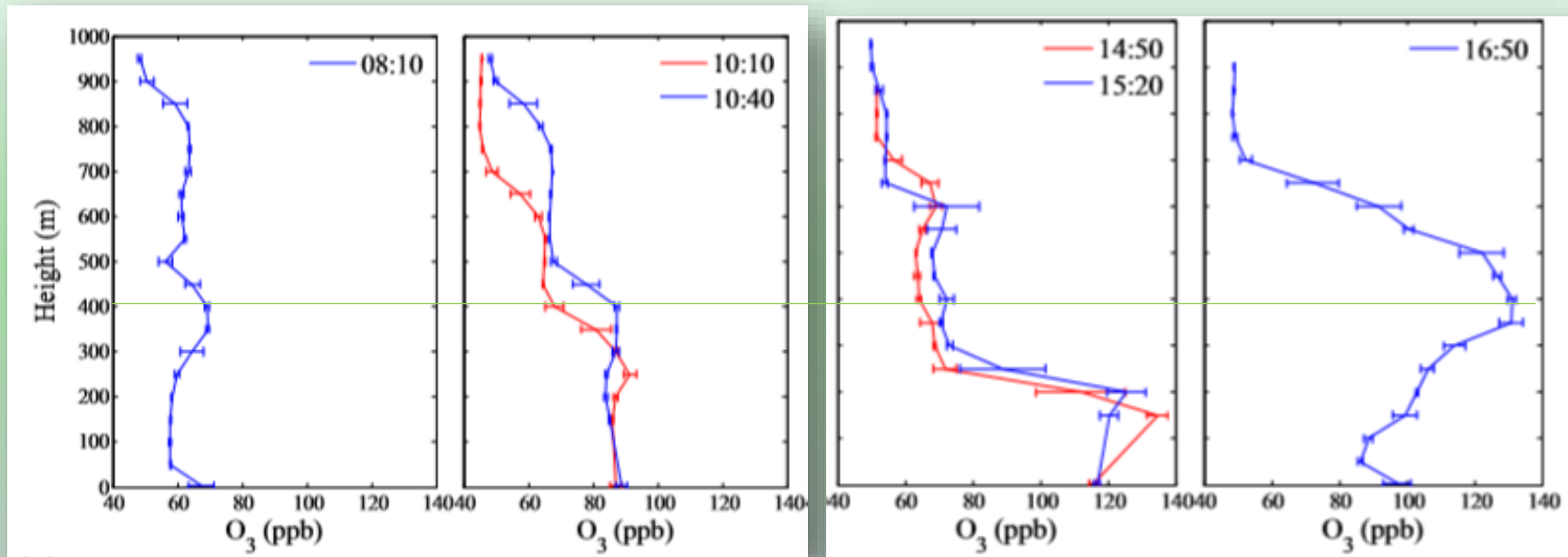


Fig. 4. Distribuzioni verticali dalle osservazioni della piattaforma a pallone aerostatico per O₃. La linea verde orizzontale indica la quota di 400 m.

- ✓ Nella prima misura delle ore (08:10), la concentrazione di O₃ varia tra 50 e 70 ppb con gradiente positivo tra 300 – 400 m.
- ✓ Nell'intervallo dalle ore (10:10) alle ore (15:20), i profili dimostrano strati stratificati di O₃, con alte concentrazioni del gas a livello del suolo.
- ✓ Nella misura delle ore (16:50), la concentrazione di O₃ è incrementata da 86,2 ppb ad un'altezza di 50 m, a 131,2 ppb ad un'altezza di 400 m, per poi scendere drasticamente a 49 ppb ad una quota di 900 m.

MISURE DI PM_{2.5} CON PALLONE AEROSTATICO

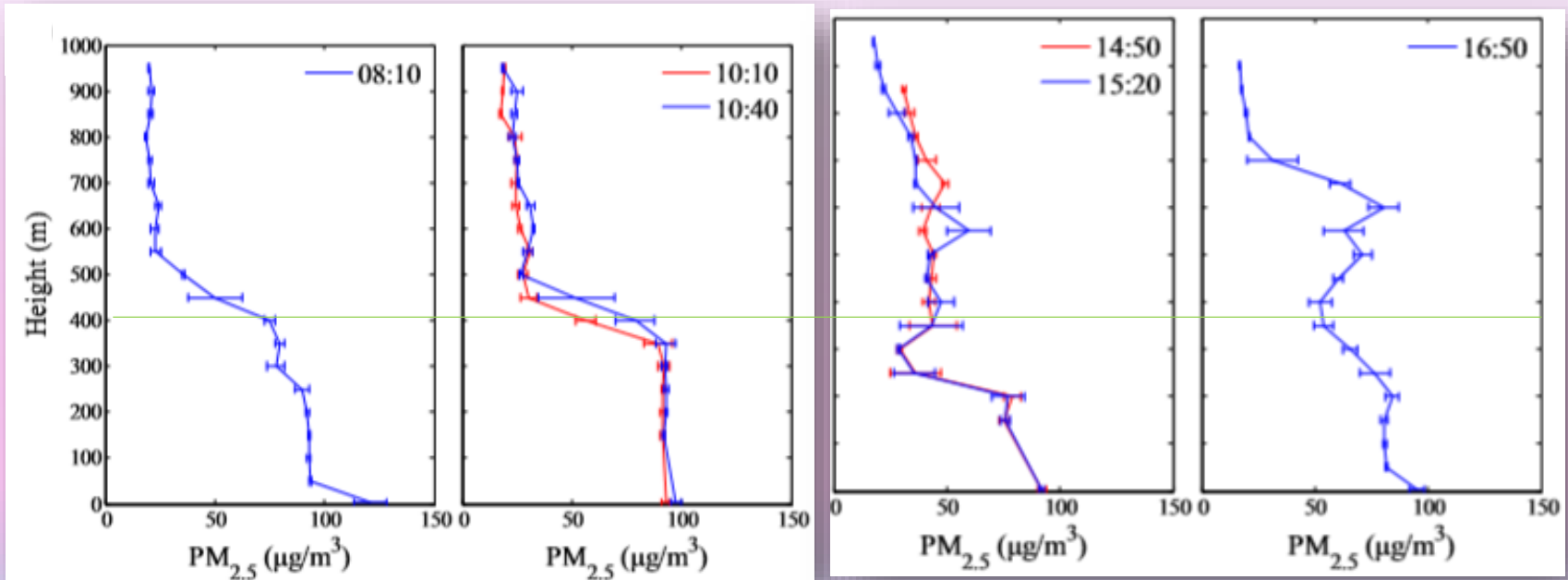


Fig. 5 Distribuzioni verticali dalle osservazioni della piattaforma a pallone aerostatico per PM_{2.5}. La linea verde orizzontale indica la quota di 400 m.

- ✓ Nella misura delle ore (08:10) a livello del suolo, la concentrazione di PM_{2.5} era di 120,7 µg/m³ per poi scendere ad un valore di 74,8 µg/m³ a 400 m.
- ✓ Nell'intervallo dalle ore (10:10) alle ore (15:20), i profili dimostrano strati stratificati simili al O₃
- ✓ Nella misura delle ore (16:50), la concentrazione di PM_{2.5} diminuisce da 95,1 a 52,4 µg/m³ dal livello del suolo fino a 400 m, per poi salire a 61,1 µg/m³ a 650 m.
- ✓ Gli strati stratificati delle concentrazioni di O₃ e PM_{2.5} evidenziano un povero mescolamento di masse d'aria nella troposfera inferiore.

MISURE DI (NO) CON PALLONE AEROSTATICO

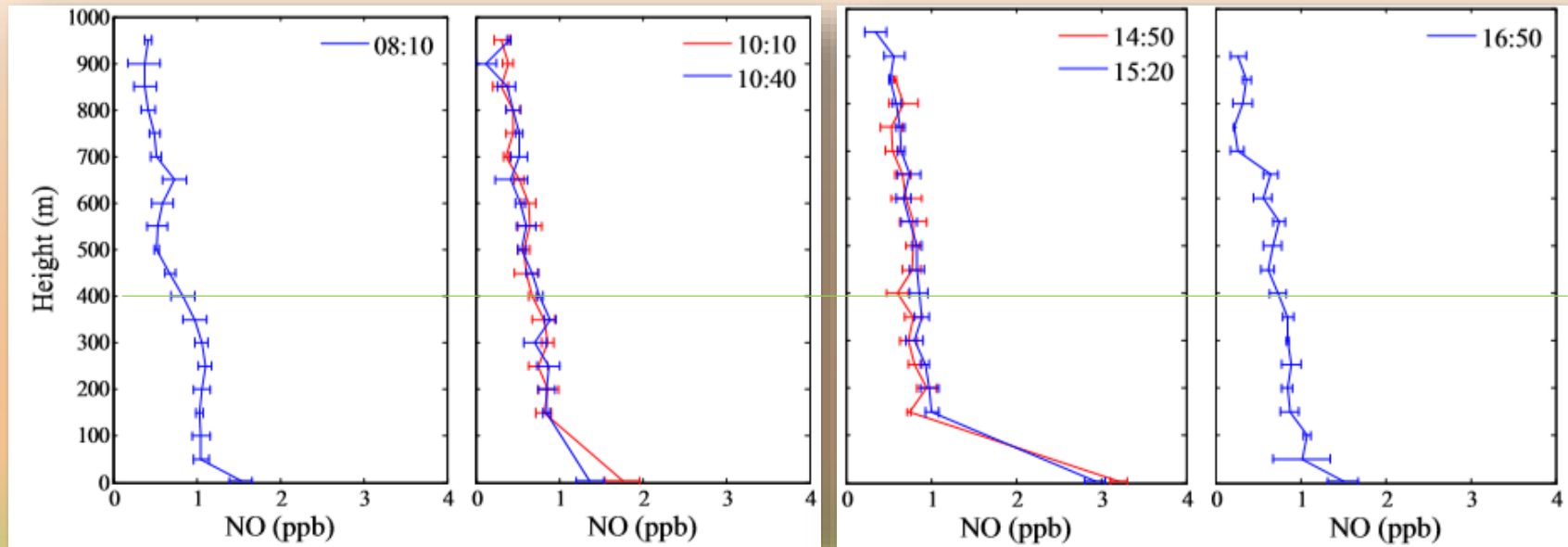


Fig. 6 Distribuzioni verticali dalle osservazioni della piattaforma a pallone aerostatico per (NO). La linea verde orizzontale indica la quota di 400 m.

- ✓ La concentrazione di (NO) nell'intervallo dalle ore (08:10) alle ore (16:50) mostra distribuzioni verticali differenti a quelle registrate dai profili di O_3 e $PM_{2.5}$
- ✓ Si osserva un comportamento decrescente invece di strati stratificati.
- ✓ Le concentrazioni di (NO) nell'area studiata erano più basse in comparazione con l'area urbana di Shanghai (media giornaliera di 31 ppb).
- ✓ Questa bassa concentrazione indica che masse d'aria invecchiate sono state trasportate da altre regioni.

DIREZIONE DEL VENTO (WD) MISURATE DALLA PIATTAFORMA A PALLONE AEROSTATICO

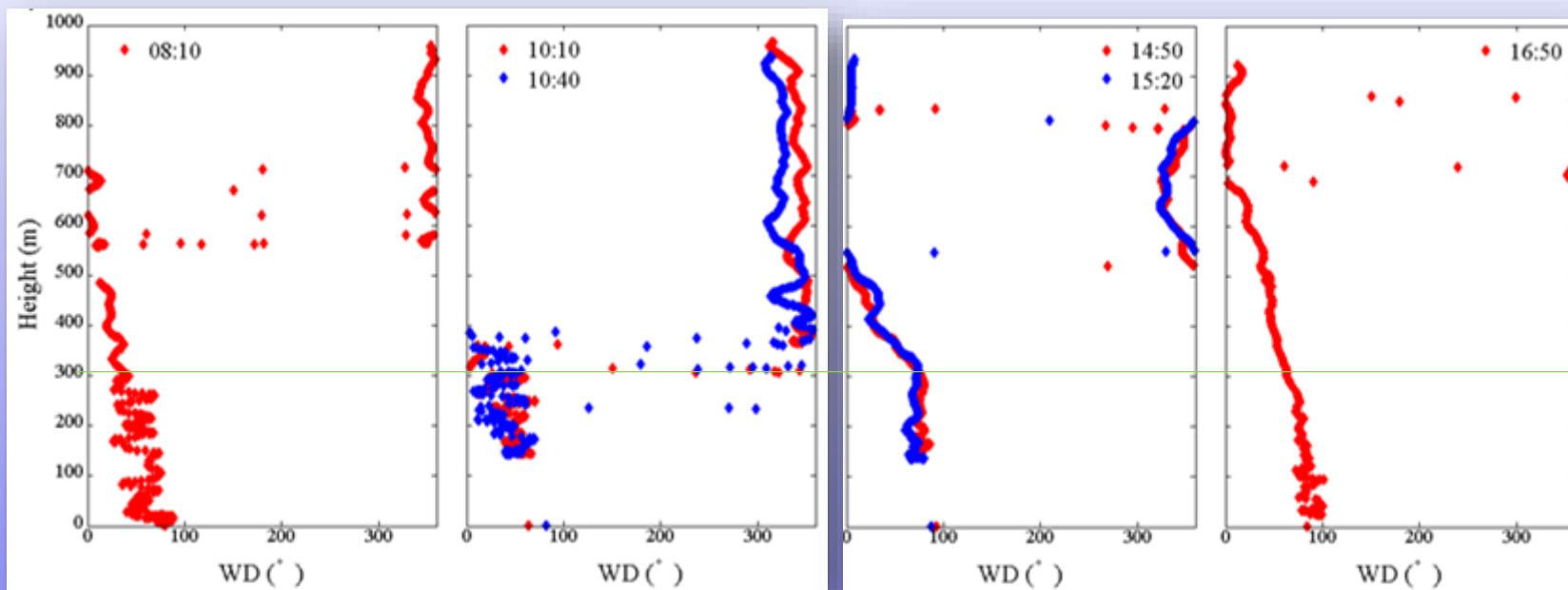


Fig. 7 Distribuzioni verticali dalle osservazioni del pallone aerostatico per la direzione del vento (WD) eseguite il 25 maggio 2015. La linea verde orizzontale indica la quota di 300 m.

- ✓ Le direzioni del vento ad altezze inferiori a 300 m hanno prevalso principalmente dal nord est (da 30° a 90°). Questo indica che masse d'aria sotto i 300 m derivano principalmente dai suburbi di Shanghai.
- ✓ Inoltre, le direzioni del vento ad altezze tra 400 e 900 m, predominavano principalmente dal nord (da 320° a 20°), dove si trova il centro di Shanghai.
- ✓ Per tutti i profili verticali, si produce un cambiamento pronunciato tra 300 e 500 m, corrispondente alle forti diminuzioni delle concentrazioni di O_3 e $PM_{2.5}$, questo fenomeno indica che gli strati stratificati di O_3 e $PM_{2.5}$ derivano da differenti regioni nella troposfera inferiore.

Riferimenti bibliografici

- Li J, Fu Q, Huo J, Wang D, Yang W, Bian Q, Duan Y, Zhang Y, Pan J, Lin Y, Huang K, Bai Z, Wang S-H, Fu JS, Louie PKK (2015) Tethered balloon-based black carbon profiles within the lower troposphere of Shanghai in the 2013 East China smog. *Atmos Environ* 123:327-338
- Wang T, Cheung VT, Anson M, Li YS (2001) Ozone and related gaseous pollutants in the boundary layer of eastern China: overview of the recent measurements at a rural site. *Geophys Res Lett* 28(12):2373-2376
- Wei F, Teng E, Wu G, Hu W, Wilson WE, Chapman RS, Pau JC, Zhang J (1999) Ambient concentrations and elemental compositions of PM10 and PM2.5 in four Chinese cities. *Environ Sci Technol* 33(23):4188-4193
- Zhang K, Wang D, Bian Q, Duan Y, Zhao M, Fei D, Xiu G, Fu Q (2017b) Tethered balloon-based particle number concentration, and size distribution vertical profiles within the lower troposphere of Shanghai. *Atmos Environ* 154:141-150