



SISTEMA OTTICO SPETTRALE - RETE LIDAR INSTALLATA PRESSO ILVA

REPORT AGOSTO 2015

SERVIZIO AGENTI FISICI

ARPA PUGLIA

Agenzia regionale per la prevenzione e la protezione dell'ambiente

www.arpa.puglia.it



ARPA PUGLIA
Agenzia regionale per la prevenzione
e la protezione dell'ambiente

Sede legale

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P.IVA. 05830420724

1/11

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

Rete LIDAR ILVA: report mensile AGOSTO 2015

1. Introduzione

Il principio di funzionamento del LIDAR consiste nell'emissione di brevi ed intensi impulsi luminosi da parte di una sorgente laser la cui radiazione è opportunamente convogliata mediante un sistema ottico di collimazione della radiazione. Gli impulsi, dopo essere stati parzialmente assorbiti e retro-diffusi dagli aerosol e dalle molecole di aria o acqua presenti in atmosfera, sono indirizzati nuovamente verso la sorgente, dove un sistema di raccolta della radiazione ottica consente di misurare l'intensità del fascio luminoso di ritorno.

Dall'intensità del segnale di ritorno, è possibile ricavare utili informazioni circa le caratteristiche della colonna d'aria sovrastante lo strumento. In questo modo, ad esempio, è possibile individuare l'eventuale presenza di nuvole, banchi di nebbia o strati di aerosol di origine naturale o antropica. Fornendo inoltre la distribuzione verticale in quota dell'aerosol, il LIDAR è in grado di individuare la quota di tali oggetti (nubi o strati di aerosol) e anche di seguirne l'evoluzione spazio-temporale. Le informazioni ricavate da un LIDAR risultano dunque di fondamentale importanza per lo studio delle dinamiche di trasporto delle masse d'aria.

Altrettanto importante risulta essere la capacità del LIDAR di ricavare l'altezza dello Strato di Rimescolamento (MLH – Mixing Layer Height), determinato sfruttando il fatto che l'aerosol generato in prossimità del suolo costituisca un buon tracciante dello strato di mescolamento, essendo la sua diffusione dovuta ai moti turbolenti della bassa troposfera. L'interesse nei confronti dell'altezza del MLH è motivata dalle dirette ripercussioni che esso presenta nella definizione delle modalità di diluizione degli inquinanti immessi in atmosfera: un MLH basso implica scarsa capacità di dispersione degli inquinanti in atmosfera e quindi un incremento delle concentrazioni al suolo degli inquinanti, viceversa un alto MLH è in genere correlato a più basse concentrazioni.

I LIDAR della rete ILVA, posizionati come indicato in Fig. 1, sono prodotti dalla Jenoptik mod. CHM15k – Nimbus; il loro principio di funzionamento è basato sul principio fisico dello scattering elastico.

Fatto salvo quanto già esplicitato nella premessa al primo report di Agosto 2014 sull'utilizzo e analisi del segnale, gli obiettivi del presente documento sono due:

1. confronto dei segnali LIDAR con i risultati forniti da modelli previsionali (quali Hysplit e BSC-Dream8B) al fine di confermare il passaggio di polveri sahariane. Tale analisi è effettuata solo nei giorni per i quali la rete di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA PUGLIA riconosce il passaggio di avvezioni sahariane sulla Regione Puglia e lo quantifica in base alla Direttiva sulla qualità dell'aria 2008/50/CE.
2. approfondimento dei giorni per i quali sono pervenute segnalazioni di eventi emissivi anomali. L'analisi effettuata in corrispondenza di questi giorni, tipicamente, consiste nella valutazione



ARPA PUGLIA
Agenzia regionale per la prevenzione
e la protezione dell'ambiente

Sede legale

2/11

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P.IVA. 05830420724

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200
E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it
PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

dei segnali LIDAR a basse quote e nella valutazione dei rapporti reciproci tra segnali LIDAR, per evidenziare eventuali differenze tra segnali. In alcuni casi, l'approfondimento può prevedere la determinazione del parametro MLH per i giorni di interesse.

2. Setting dei parametri

I risultati riportati di seguito sono stati ottenuti adoperando le seguenti impostazioni:

- **Segnali LIDAR**: i segnali sono espressi in forma logaritmica, sono normalizzati per la distanza (RCS - Range Corrected Signal) e sono soggetti a correzione alle basse quote per l'overlap. La scala temporale dei grafici che saranno mostrati è di tipo UTC; la scala spaziale varia a seconda dell'obiettivo da perseguire con l'analisi del segnale, ovvero 0-6 km per l'individuazione di avvezioni sahariane, e 0-1 km per l'approfondimento di giorni caratterizzati da eventi emissivi particolari. La scala di colore varia dal blu al rosso. I segnali sono mediati temporalmente su di un tempo pari a 2 minuti.
- **Modello di traiettorie Lagrangiano HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) della NOAA¹**: al fine di valutare l'origine delle masse d'aria che hanno raggiunto il sito di ILVA nei periodi considerati, sono state considerate le traiettorie all'indietro a 5 giorni (120 ore) aventi come punto di arrivo il sito di misura. Nell'ambito del modello, sono stati utilizzati dati archiviati del tipo GDAS del NCEP, che hanno una risoluzione orizzontale di 1°× 1° e una risoluzione temporale di 3 ore. Per ogni giorno d'analisi, sono state calcolate 3 traiettorie giunte presso Taranto alle ore 12:00 UTC. Le traiettorie calcolate forniscono informazioni circa la posizione spaziale delle masse d'aria (coordinate geografiche e quota) con una risoluzione temporale di 12 ore. Le quote iniziali above-ground-level (AGL) prese in considerazione sono 500 m, 1500 m e 4000 m.
- **Modello BSC-DREAM8b (Dust REgional Atmospheric Model) elaborato dal Barcelona Supercomputing Center (<http://www.bsc.es/earth-sciences/mineral-dust-forecast-system/bsc-dream8b-forecast>)**: basato su alcune pubblicazioni^{2 3 4}, il modello consente di visualizzare in tempo reale la presenza in atmosfera di dust sahariano, effettuando previsione a sei ore della deposizione secca ed umida del dust nonché ricavandone il profilo di concentrazione verticale. In particolare, è stata utilizzata la versione operativa BSC-DREAM8b v2.0.

¹ R.R. Draxler, and G.D. Rolph, HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website (<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD. (2014)

² C. Pérez et al. "Interactive dust-radiation modeling: A step to improve weather forecasts." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984–2012) 111.D16 (2006).

³ S. Basart et al. "Development and evaluation of the BSC-DREAM8b dust regional model over Northern Africa, the Mediterranean and the Middle East." *Tellus B* 64 (2012).

⁴ C. Pérez, Carlos, et al. "A long Saharan dust event over the western Mediterranean: Lidar, Sun photometer observations, and regional dust modeling." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984–2012) 111.D15 (2006).

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



Fig. 1: Posizionamento dei tre sistemi LIDAR posti lungo il perimetro dello stabilimento industriale ILVA

3. Analisi relativa al mese di AGOSTO 2015

Nel mese di Agosto 2015 la rete di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Puglia non ha rilevato la ricaduta al suolo di sabbie sahariane sul territorio regionale.

Invece in data 13 Agosto 2015 è pervenuta una segnalazione di emissioni anomale in zona Acciaieria 1 (ACC1). Tale evento è analizzato a partire dai segnali LIDAR come descritto nell'Allegato di seguito riportato.

Allegato 1: Osservazioni su dati RETE LIDAR in data 13 Agosto 2015

Premessa

Il presente documento descrive sinteticamente i risultati delle osservazioni dei dati LIDAR in ILVA in data 13 Agosto 2015, giorno in cui è pervenuta una segnalazione di emissioni anomale in zona ACC1. Trattandosi di emissioni locali di tipo industriale, l'analisi del segnale ha riguardato gli strati più bassi dell'atmosfera in prossimità del suolo (intervallo di quota 0-1km).

Si ribadisce, a tale proposito, che i LIDAR cielometri installati in ILVA sono strumenti "pensati" per l'osservazione delle nubi e altri fenomeni atmosferici che comportino produzione di aerosol a quote medio-alte (eruzioni vulcaniche, avvezioni sahariane, fumi derivanti da incendi, etc.); peraltro il loro utilizzo per l'osservazione di fenomeni locali in prossimità del suolo è tuttora oggetto di studio in collaborazione con l'istituto di ricerca ISAC-CNR.

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

Infatti, la presenza di limitazioni intrinseche nella configurazione ottica del sistema (problema legato alla distanza di "overlap", ovvero alla mancata o parziale sovrapposizione tra il cono di luce emesso dalla sorgente laser ed il cono di ricezione del rivelatore elettro-ottico), comporta la presenza di un segnale rumoroso e di difficile interpretazione al di sotto delle prime centinaia di metri dal suolo.

È possibile, tuttavia, effettuare una valutazione esclusivamente qualitativa dei rapporti tra segnali LIDAR, che potrebbe risultare utile ai fini dell'identificazione di fenomeni localizzati in prossimità di uno dei LIDAR.

Si segnala infine che la presenza di precipitazioni, nebbie o condizioni di forte umidità a basse quote comporta un notevole aumento del segnale LIDAR, causato dall'aumento del segnale luminoso emesso dalla sorgente laser e retro-riflesso dalle gocce di acqua o vapore acqueo. Ciò introduce un fattore confondente ai fini dell'individuazione di strati di aerosol; in altri termini, un eventuale incremento del segnale può parimenti essere attribuito alla presenza di acqua/ vapore acqueo oppure alla presenza di aerosol di origine antropogenica/naturale.

Risultati

In premessa, si specifica che gli orari indicati nei grafici saranno espressi in ora UTC; il passaggio da ora UTC ad ora legale si ottiene mediante l'espressione $ORA\ LEGALE = ORA\ UTC + 2$.

In Fig. 2 sono mostrate le posizioni dei tre LIDAR e dell'area ACC1. Fig. 3- Fig. 5 mostrano invece i segnali prodotti dai tre LIDAR nel giorno 13.08.2014 nell'intervallo verticale rispettivamente pari a 0-6 km e 0-1 km. La scala di colore (dal blu al rosso) è legata all'intensità del segnale LIDAR: segnali poco intensi sono indicati dal colore blu (indicativo di bassa concentrazione di aerosol), segnali molto intensi sono indicati dal colore rosso (indicativo di alta concentrazione di aerosol).

Fig. 3 evidenzia la presenza di un segnale globalmente regolare se confrontato con gli altri giorni del mese; la regione di maggiore intensità del segnale (ovvero la regione di colore arancio-rosso) è delimitata superiormente dallo strato di rimescolamento (MLH), che comincia a salire alle 06:00 UTC e raggiunge il picco a quota circa pari a 1900 m poco dopo le ore 14:00 UTC del giorno in esame. L'andamento del parametro MLH, ricavato mediante un algoritmo sviluppato nell'ambito della convenzione in corso tra ARPA Puglia ed il ISAC - CNR, è mostrato in Fig. 4.

Non sono presenti precipitazioni, mentre nubi sporadiche compaiono sulla sommità del MLH nella fascia oraria 12:00 – 14:00 UTC; un'altra nube localizzata a quota 4 km è presente alle ore 22:00 UTC.

Concentrando l'attenzione solo sull'intervallo verticale 0-1 km, Fig. 5 mostra la presenza di zone isolate con elevata intensità del segnale a quote inferiori a 600 m per i LIDAR2 PARCHI e LIDAR1 DIREZIONE, che per semplicità di visualizzazione sono stati evidenziati da cerchi bianchi. Per queste due stazioni LIDAR si è provveduto a calcolare i rapporti reciproci dei segnali, mostrati in

Fig. 6 e Fig. 7.



ARPA PUGLIA
Agenzia regionale per la prevenzione
e la protezione dell'ambiente

Sede legale

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P.IVA. 05830420724

5/11

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

L'analisi dei rapporti tra segnali LIDAR conferma la presenza di aumenti locali di intensità; in particolare, è possibile osservare che:

- Il segnale prodotto dal LIDAR1 DIREZIONE è più intenso di quello prodotto dagli altri due sistemi (si veda Fig. 6) in corrispondenza delle ore 01:00 – 02:00 e 03:00 UTC [ovvero 03:00 – 04:00 e 05:00 ora legale]. L'incremento del segnale riguarda i primi 600 m dal suolo. È inoltre evidente un ulteriore incremento del segnale alle ore 08:00 UTC (10:00 ora legale) a quote inferiori a 150 m; le caratteristiche di questa regione (ovvero lo sviluppo dal suolo e la notevole intensità) possono essere compatibili con la presenza di elevati livelli di umidità (vapore acqueo). Si ricorda che il LIDAR1 DIREZIONE è lo strumento, tra i tre presenti in ILVA, più vicino in linea d'aria all'area oggetto delle segnalazioni pervenute nel giorno in esame;
- Il segnale prodotto dal LIDAR2 PARCHI è più intenso di quello prodotto dagli altri due sistemi (si veda Fig. 6) in corrispondenza delle ore 04:30-05:30 UTC (06:30 - 07:30 ora legale). L'incremento del segnale riguarda i primi 300 m dal suolo. Il rapporto LIDA2 /LIDAR3 evidenzia, in modo particolare, un picco nell'intensità del segnale relativo alle ore 04:50 UTC (06:50 ora legale), orario compatibile con quello segnalato nella foto pervenute ad ARPA.

I dati di direzione e velocità del vento per il giorno in esame (si veda Fig. 8) confermano la presenza di venti poco intensi (velocità inferiore a 3 m/s) provenienti dal quadrante Nord-Occidentali fino alle ore 12:00 UTC. In particolare, considerando la posizione relativa delle stazioni LIDAR rispetto ad AFO1, tra le 02:00 e le 04:00 UTC il vento ha spirato prevalentemente dal quadrante Nord-Orientale interessando prevalentemente la stazione LIDAR1 DIREZIONE, mentre prima delle 02:00 e nella fascia oraria 04:00 – 12:00 UTC il vento ha spirato prevalentemente dal quadrante Nord-Occidentale interessando prevalentemente la stazione LIDAR2 PARCHI. Il LIDAR3 AGGLOMERATO, invece, non risulta essere sottovento rispetto all'area ACC1 nella prima metà della giornata.

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

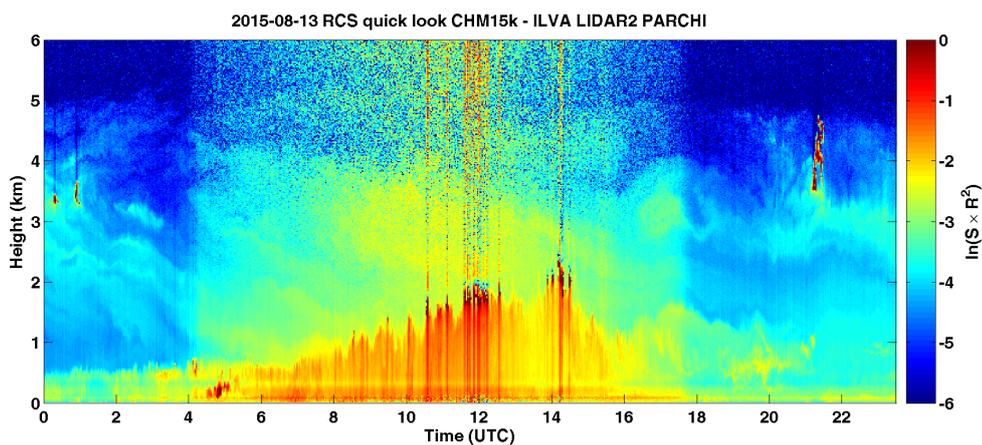
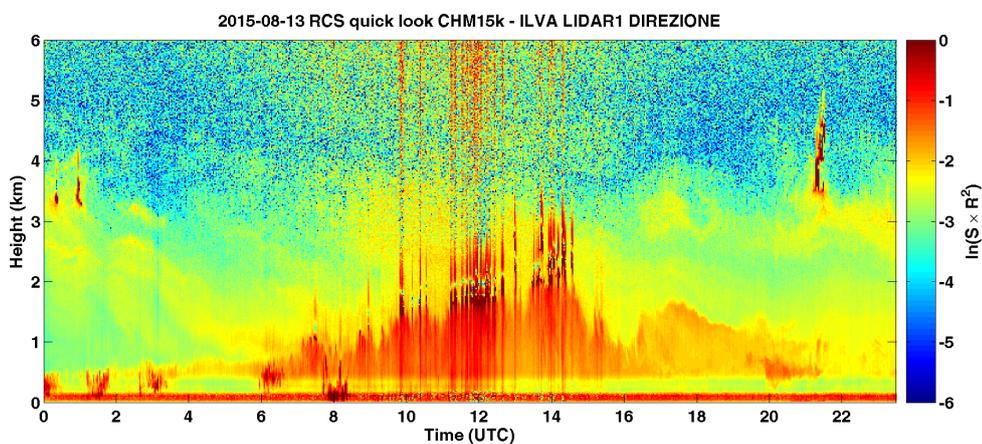
PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it



Ortofoto sitpuglia 2010

1.000
 Metri

Fig. 2: Posizionamento dei tre sistemi LIDAR posti lungo il perimetro dello stabilimento industriale ILVA (indicatori gialli) e della zona ACC1 (poligono in rosso).



DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

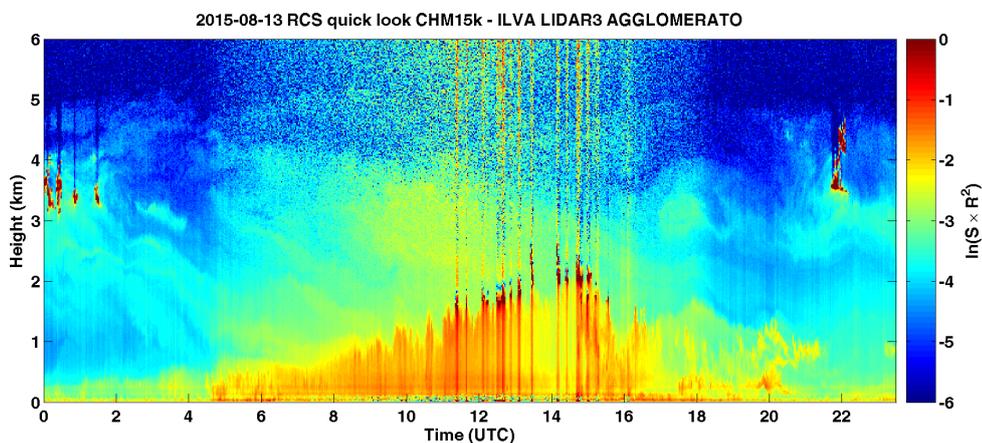


Fig. 3: Segnale prodotto dai tre sistemi LIDAR nel giorno 13.08.15 nell'intervallo 0-6 km. Il segnale è RCS (Range Corrected Signal), corretto per l'overlap, mediato temporalmente su 2 minuti e riportato in forma logaritmica.

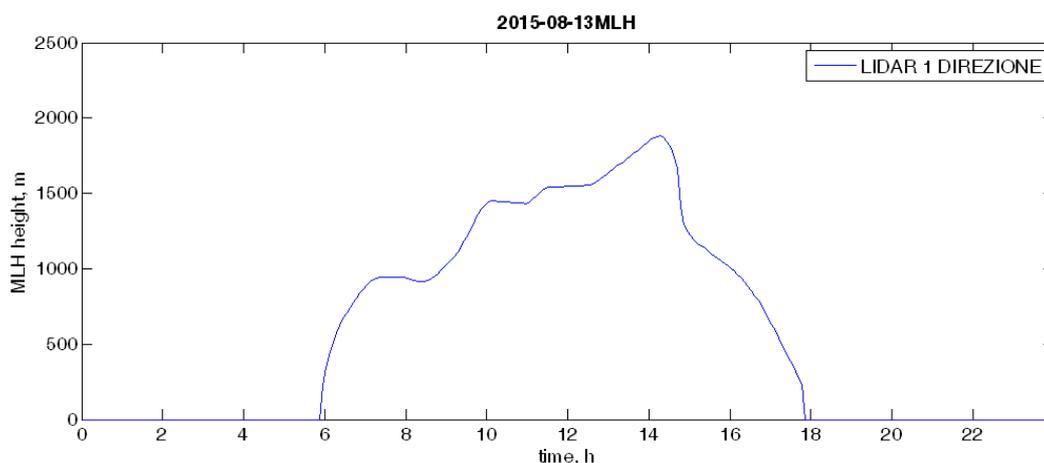


Fig. 4: Altezza dello strato MLH calcolata per il LIDAR1 DIREZIONE

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

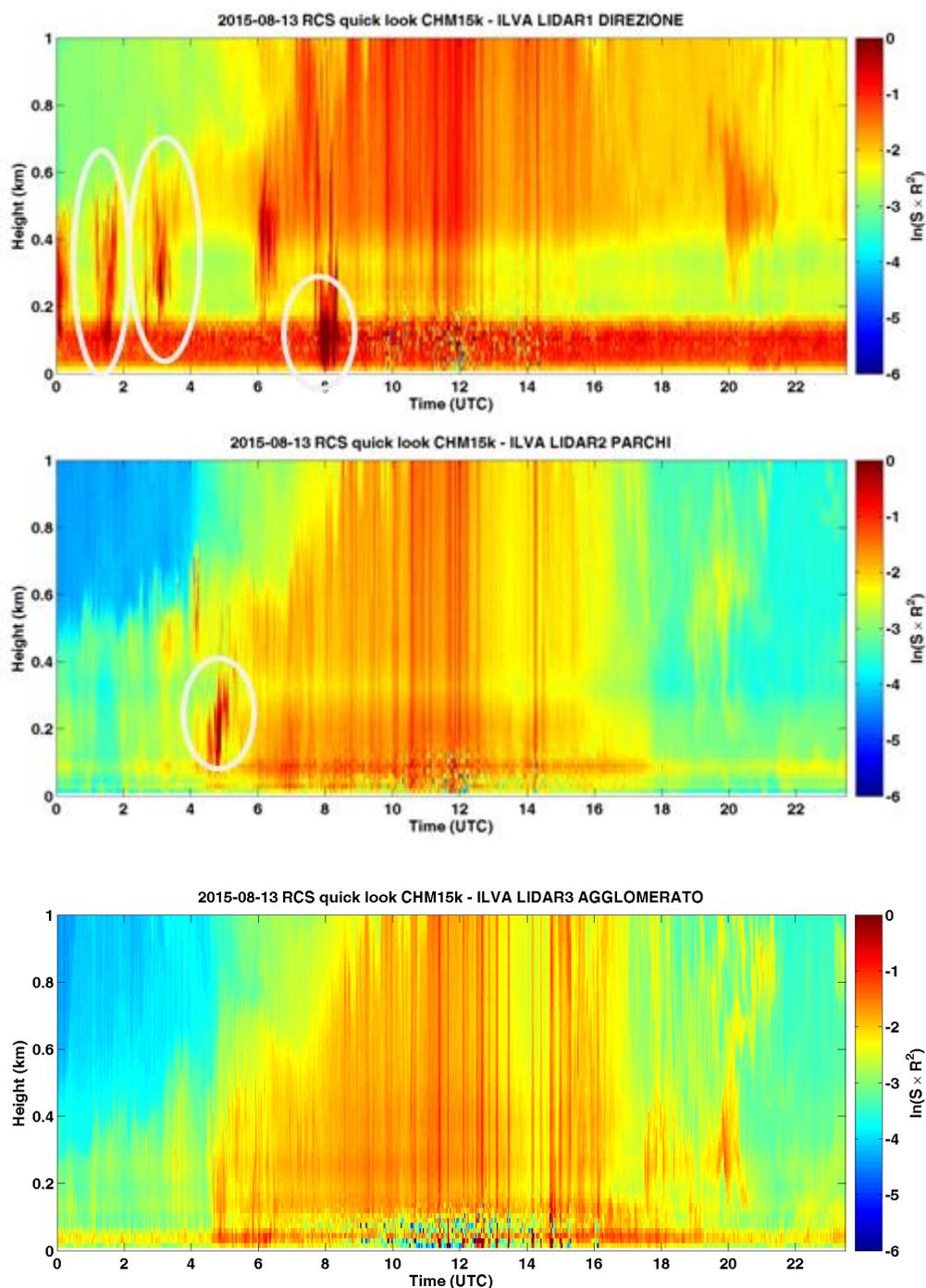


Fig. 5: Zoom del Segnale di Fig.1 nell'intervallo di quote 0-1 km

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

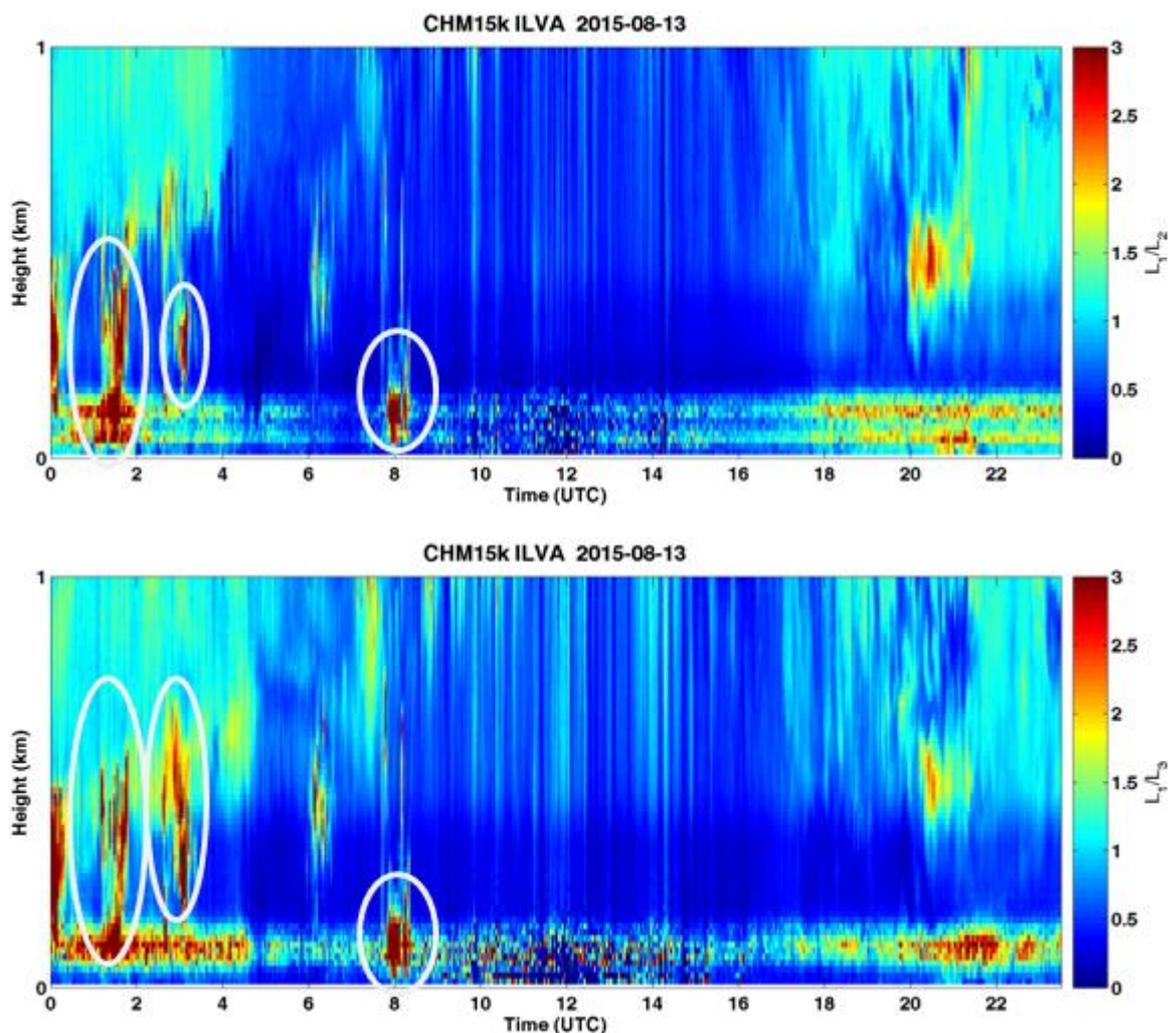


Fig. 6: Rapporto relativo tra segnali LIDAR1 DIREZIONE e LIDAR2 PARCHI (figura in alto) e LIDAR1 DIREZIONE e LIDAR3 AGGLOMERATO (figura in basso).

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

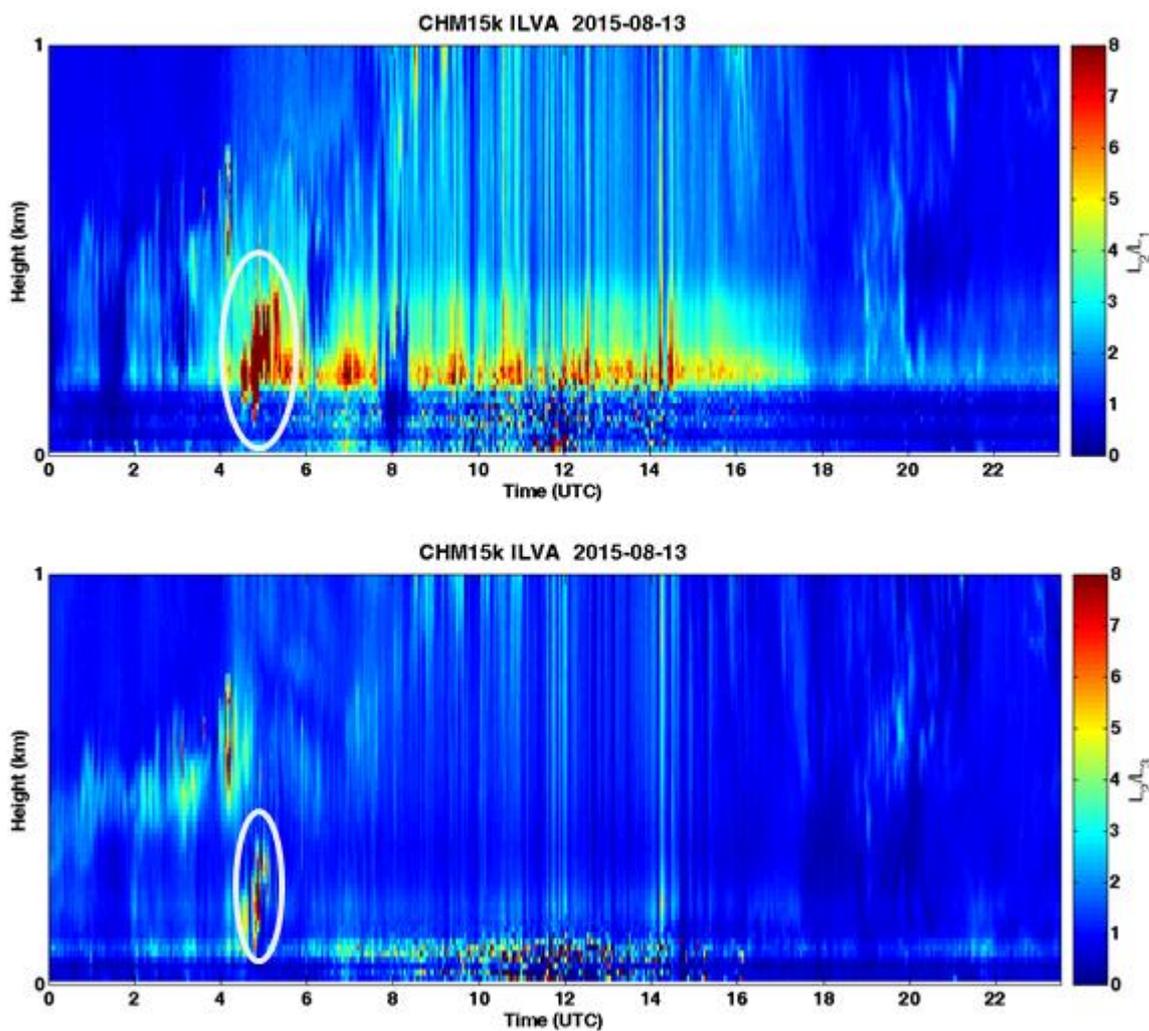


Fig. 7: Rapporto relativo tra segnali LIDAR2 PARCHI e LIDAR1 DIREZIONE (figura in alto), e LIDAR2 PARCHI e LIDAR3 AGGLOMERATO (figura in basso).

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

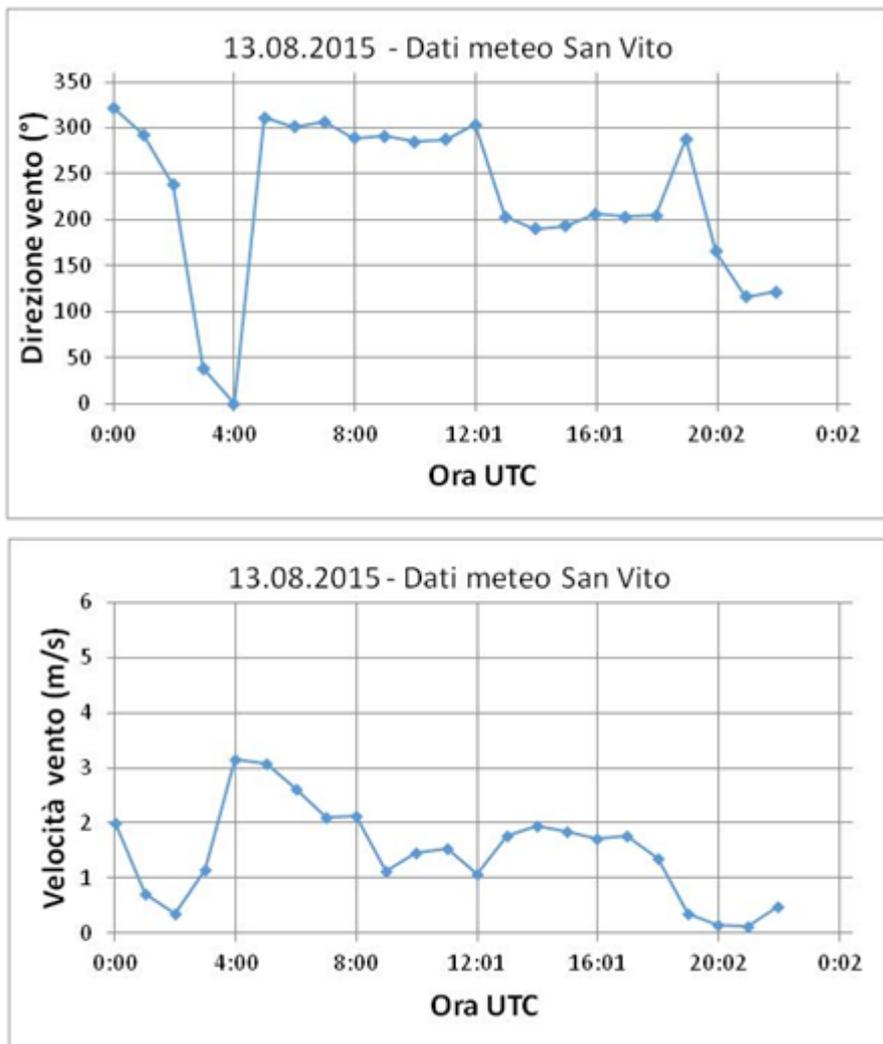


Fig. 8: Direzione e velocità del vento in orario UTC, misurati dalla centralina meteo San Vito.