



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale

Via Marconi 2, 05010 Porano (TR), Italy

Tel. (+39) (0)763 374 911 – 927 Fax: (+39) (0)763 374 980

E-Mail: segreteria@ibaf.cnr.it



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



Ministero dell'Università
e della Ricerca



Ministero dello
Sviluppo Economico

investiamo nel vostro futuro

"Progetto Infrastruttura AMICA: I-AMICA, Infrastruttura di Alta tecnologia per il Monitoraggio Integrato Climatico-Ambientale".
Codice: PONA3_00363 Potenziamento: codice CUP B61D11000220007 - Formazione: codice CUP B61D11000240007

CAPITOLATO TECNICO

Progetto I-AMICA PONA3_00363
Codice CUP: B61D1100220007

Oggetto: Gara Europea caratterizzata da tre lotti ad evidenza pubblica e con procedura ristretta accelerata ai sensi dell'art. 55 del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., " Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive CE/17/2004 e CE/18/2004" finalizzata all'acquisizione di candidature rivolte alla selezione dei concorrenti da invitare alla procedura per servizio di consulenze e applicazioni tecnologiche finalizzata alla calibrazione, alla messa in rete e alla gestione dati della strumentazione Lidar presso gli osservatori climatico - ambientali I- Amica - CUP B61D1100220007

1. STAZIONE APPALTANTE

Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale – Consiglio Nazionale delle Ricerche, Viale Marconi, 2, 05010 Porano (TR) Italia, Telefono +39(0)763374927 – Fax +39(0)763374980 PEC protocollo.ibaf@pec.cnr.it; Punti di contatto: Dr. Angelo Massacci e-mail: angelo.massacci@ibaf.cnr.it ; Responsabile del procedimento: Dr. Angelo Massacci.
Documentazione di gara reperibile su www.cnr.it – utilità – gare d'appalto – gare in corso e www.ibaf.cnr.it/gare;

2. OGGETTO DELL'APPALTO

Gara Europea caratterizzata da tre lotti ad evidenza pubblica e con procedura ristretta accelerata ai sensi dell'art. 55 del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., " Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive CE/17/2004 e CE/18/2004", da aggiudicare mediante il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ai sensi dell'art. 83, comma 1 del citato decreto per l'acquisizione di candidature rivolte alla selezione dei concorrenti da invitare alla procedura per la fornitura di una prestazione per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche finalizzata alla calibrazione, alla messa in rete e alla gestione dati della strumentazione LIDAR presso gli osservatori climatico - ambientali I- Amica – CUP B61D1100220007.

La procedura è divisa nei seguenti tre lotti:



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale

Via Marconi 2, 05010 Porano (TR), Italy

Tel. (+39) (0)763 374 911 – 927 Fax: (+39) (0)763 374 980

E-Mail: segreteria@ibaf.cnr.it



Lotto 1: prestazione finalizzata al supporto alla calibrazione e alla messa a punto del controllo remoto della strumentazione LIDAR da installare presso gli osservatori climatico-ambientali I-AMICA di Napoli, Lecce, Lamezia Terme. Implementazione dei test di quality assurance strumentali in accordo con le nuove indicazioni/direttive di EARLINET/ACTRIS. **CIG: 58666164AC**

Lotto 2: prestazione finalizzata alla messa in rete delle Stazioni Profiling osservative climatico-ambientali I-AMICA nell'ambito dei programmi internazionali EARLINET/ACTRIS attraverso l'utilizzo di algoritmi per analisi dati consistenti con gli standard della rete EARLINET /ACTRIS; **CIG: 586663545A**

Lotto 3: prestazione finalizzata alla gestione dei dati di profiling prodotti delle stazioni osservative climatico-ambientali I-AMICA; **CIG: 5866644BC5**

È AMMESSA LA PARTECIPAZIONE ALLA PROCEDURA DI GARA PER UNO O PIÙ LOTTI

Di seguito si specificano le caratteristiche tecniche minime relative ai singoli lotti.



LOTTO 1:

PRESTAZIONE FINALIZZATA AL SUPPORTO ALLA CALIBRAZIONE E ALLA MESSA A PUNTO DEL CONTROLLO REMOTO DELLA STRUMENTAZIONE LIDAR DA INSTALLARE PRESSO GLI OSSERVATORI CLIMATICO-AMBIENTALI I-AMICA DI NAPOLI, LECCE, LAMEZIA TERME. IMPLEMENTAZIONE DEI TEST DI QUALITY ASSURANCE STRUMENTALI IN ACCORDO CON LE NUOVE INDICAZIONI/DIRETTIVE DI EARLINET/ACTRIS. **CIG: 58666164AC**

Premessa

Gli aerosol, particelle solide o liquide sospese in atmosfera, influenzano il clima, l'ambiente e la salute umana. Benché principalmente confinati nella parte più bassa dell'atmosfera, in condizioni di forte attività convettiva, come nel caso di eventi di arrivo di polveri desertiche dal Sahara o durante eruzioni vulcaniche, gli aerosol possono essere immessi direttamente in troposfera e trasportati su lunghe distanze rispetto alla sorgente.

Le attuali conoscenze sulla distribuzione degli aerosol in atmosfera sono alquanto insufficienti per poter consentire una accurata comprensione del ruolo di questi composti nei cambiamenti climatici e ambientali sia a scala regionale che globale. Poiché una delle informazioni più carenti è rappresentata dalla distribuzione verticale degli aerosol (profiling), il telerilevamento basato sulla tecnologia laser (LIDAR) costituisce lo strumento migliore per colmare tale gap osservativo.

Le attività collegate al profiling di I-AMICA si inquadrano in questo contesto ponendosi come obiettivo principale il potenziamento delle stazioni EARLINET (European Aerosol Research Lidar Network) esistenti nelle regioni della Convergenza (Napoli e Lecce) e la realizzazione di una nuova station (Calabria - Lamezia Terme) per il profiling dell'atmosfera.

Tutte le stazioni saranno dotate di sistemi LIDAR per misure in continuo (7/24) del profiling della retrodiffusione e dell'estinzione aerosolica e del rapporto di depolarizzazione a 355 nm. Il profiling della retrodiffusione e dell'estinzione aerosolica insieme al rapporto di depolarizzazione sono in grado di fornire informazioni sulla tipologia degli aerosol (sabbie desertiche di origine sahariana, aerosol marino, locale, fumi da incendi, ceneri e particelle di origine vulcanica etc.).

Affinché le stazioni siano rese effettivamente operative ed in grado di fornire prodotti integrati è fondamentale che i singoli sensori presenti all'interno della stazione siano opportunamente calibrati ed integrati.

Caratteristiche tecniche strumentazione da calibrare

La strumentazione oggetto della presente prestazione è costituita da n. 3 sistemi LIDAR di uguale marca e modello (Raymetrics, LR111-UV-D200). Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tecniche di detta strumentazione.

Tipologia di LIDAR

Raman Depolarization UV Lidar

Sorgente ottica

Flash-lamp pumped Nd:YAG laser impulsato con le seguenti caratteristiche:

- Energia totale per impulso a 355nm > 1mJ
- Durata impulso < 8 ns
- Divergenza LIDAR < 0.25mrad
- Stabilità energia < 3% rms



Sistema di ricezione

Il sistema di ricezione è basato su un telescopio dotato di uno specchio primario di almeno 130mm. Tutte le ottiche del telescopio sono dotate di coating per alta riflettività/trasmissività in corrispondenza delle lunghezze d'onda 355nm e 387nm minimizzando la differenza in riflettività/trasmissività per le componenti di polarizzazione p ed s.

Sistema separazione spettrale

Il sistema di separazione spettrale presenta una prima separazione preliminare delle lunghezze d'onda attraverso beam-splitter diecrici e successivamente le lunghezze d'onda sono ulteriormente purificate attraverso filtri interferenziali di elevata qualità.

Elettronica di acquisizione

Il sistema di acquisizione prevede la misura i seguenti canali ottici:

- componente parallela del segnale retrodiffuso a 355nm
- componente perpendicolare del segnale retrodiffuso a 355nm
- segnale retrodiffuso anelasticamente dall'azoto atmosferico per effetto Raman a 387nm

I rivelatori per tutti e 3 canali di ricezione sono costituiti da fotomoltiplicatori ottimizzati per l'acquisizione in fotoconteggio e dotati di alto guadagno e di un tempo di risposta veloce. Tutti e 3 i canali di ricezione sono acquisiti utilizzando sia acquisizione analogica che in fotoconteggio al fine di ampliare il range dinamico misurabile (attraverso transient recorder LICEL).

La calibrazione delle misure di polarizzazione è basata su tecniche che non richiedono la determinazione a-priori della depolarizzazione molecolare atmosferica.

I segnali grezzi acquisiti assicurano i seguenti requisiti generali:

- risoluzione verticale segnali grezzi: uguale o minore di 15m
- range segnali grezzi: maggiore di 20km
- risoluzione temporale segnali grezzi: almeno 30s
- range minimo effettivo (overlap): 400 metri

Attività da implementare

I tre sistemi LIDAR descritti nel precedente paragrafo dovranno essere inseriti all'interno della rete europea EARLINET/ACTRIS (azione prevista all'interno dell'OR3.1 di I-AMICA). Tale rete, implementa un rigido sistema di controllo qualità sia a livello hardware che a livello software per garantire prodotti quality assured per gli end-users. Sono stati definiti, inoltre, precisi protocolli di misura e di analisi a cui tutti i sistemi della rete devono necessariamente attenersi. Risulta pertanto necessario adeguare i tre sistemi LIDAR a tutti gli standard EARLINET/ACTRIS richiesti. In particolare la presente prestazione ha come obiettivo quello di calibrare i tre LIDAR secondo tutti gli standard EARLINET/ACTRIS.

Di seguito si riportano i punti specificare da implementare nella procedura di calibrazione.

- 1) verifica del corretto funzionamento dei sistemi LIDAR attraverso test specifici stabiliti all'interno di EARLINET/ACTRIS. In particolare tali test hanno un duplice obiettivo: evidenziare eventuali anomalie presenti nei segnali LIDAR; misura dei parametri sperimentali da utilizzare in fase di pre-analisi dei dati LIDAR per la correzione di eventuali errori sistematici. In particolare si dovrà curare l'implementazione



sia a livello hardware che a livello software sei seguenti test in modo tale che essi possano essere ripetuti all'occorrenza dagli utilizzatori finali:

a. Telecover test

Tale test si effettua individuando sullo specchio primario del telescopio 8 settori circolari. Per determinare tali settori si dovrà dividere idealmente lo specchio primario in quattro settori circolari intersecandolo con i due piani P1 e P2. Il piano P1 è ortogonale allo specchio primario e contenente la retta individuata dalla direzione di propagazione del fascio laser e l'asse ottico del telescopio. P2 è il piano ortogonale a P1 e contenente l'asse ottico del telescopio. Ciascuno dei 4 settori circolari va infine diviso ulteriormente in due settori circolari concentrici di uguale superficie.

Il test si effettua eseguendo misure consecutive del segnale LIDAR proveniente esclusivamente da ognuno degli 8 settori determinati. Dal punto di vista operativo si dovrà realizzare un sistema di oscurazione dello specchio primario del telescopio tale da scoprire sequenzialmente gli 8 settori precedentemente individuati.

Dall'analisi e dal confrontando dei segnali LIDAR provenienti dai singoli settori si dovrà verificare l'assenza di distorsioni nei segnali LIDAR nel near range e dare una stima della quota di completo overlap.

b. Rayleigh Fit

Il test si effettua confrontando, nella regione aerosol-free, il segnale LIDAR con un segnale molecolare di riferimento. Il segnale molecolare di riferimento dovrà essere determinato sulla base di un radiosondaggio correlativo alla misura LIDAR.

Dall'analisi di tale test si dovrà escludere l'assenza di distorsioni nei segnali LIDAR nel far range

c. Dark measurement

Il test si effettua eseguendo misure del segnale LIDAR a telescopio completamente oscurato.

Dall'analisi di tale test si dovrà escludere l'assenza di distorsioni di natura elettronica nei segnali LIDAR.

d. Misura accurata (errore <1-2ns) del *dead time* dell'intera catena di fotoconteggio (fotomoltiplicatori, discriminatori, scheda di conteggio) per tutti i canali LIDAR.

e. Misura accurata ed assoluta del *trigger delay* di tutti i canali LIDAR (analogici e fotoconteggio).

Per *trigger delay* si intende il ritardo elettronico (se presente) che tra l'istante in cui gli impulsi laser vengono generati (e immessi in atmosfera) e l'istante in cui il sistema di acquisizione viene armato attraverso opportuno impulso di trigger.

f. Misura della costante di calibrazione dei canali di depolarizzazione attraverso procedure che non prevedano la conoscenza a-priori del rapporto di depolarizzazione molecolare e/o aerosolico

g. Misura accurata rotazione della direzione della polarizzazione laser incidente rispetto al piano di polarizzazione delle ottiche in ricezione

h. Misura delle distorsioni indotte sul segnale LIDAR da impulsi luminosi attraverso apposita strumentazione

In particolare si dovrà realizzare un dispositivo elettronico in grado di generare impulsi luminosi di ampiezza temporale e di intensità confrontabili con quelle tipiche del segnale LIDAR in modo da poter valutare la presenza di eventuali distorsioni indotte

I test *a, b, c, d, e, f e g* del precedente elenco vanno implementati tenendo conto che essi dovranno poter essere ripetuti all'occorrenza dagli utilizzatori finali dei sistemi LIDAR senza ulteriori implementazioni hardware e/o software nei periodi successivi a quello di calibrazione.

- 2) Nel caso uno o più test descritti al punto 1) dovessero riportare esito negativo la prestazione dovrà comprendere tutte le eventuali modifiche hardware dei sistemi LIDAR richieste per il superamento di tutti i test previsti



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale
Via Marconi 2, 05010 Porano (TR), Italy

Tel. (+39) (0)763 374 911 – 927 Fax: (+39) (0)763 374 980

E-Mail: segreteria@ibaf.cnr.it



- 3) confronto diretto fra i tre LIDAR da calibrare con un sistema di riferimento della rete EARLINET/ACTRIS. I sistemi di riferimento EARLINET sono dei LIDAR Raman avanzati a più lunghezze d'onda trasportabili che hanno superato tutti i test previsti dal protocollo di qualità EARLINET/ACTRIS. In questa fase sono confrontati separatamente i segnali LIDAR corretti per gli effetti strumentali individuati nel punto 1) e i prodotti finali. Si dovrà quindi prevedere una campagna di misura in cui partecipano i tre sistemi LIDAR da calibrare ed almeno un sistema LIDAR di riferimento EARLINET. Requisito indispensabile per una corretta calibrazione è che i quattro LIDAR (sistema di riferimento + 3 LIDAR da calibrare) effettuino misure contemporanee e co-locate per un periodo di tempo necessario ad investigare il comportamento dei sistemi LIDAR in differenti condizioni atmosferiche. In particolare la calibrazione dovrà essere effettuata separatamente per le seguenti condizioni:
 - a. night-time carico aerosolico trascurabile
 - b. night-time carico aerosolico non trascurabile
 - c. day-time carico aerosolico trascurabile
 - d. day-time carico aerosolico non trascurabile
 - e. misure in presenza di aerosol con effetto depolarizzante non trascurabile (ad esempio Saharan dust)
- 4) utilizzo di strumentazione ancillare per la misura del profilo atmosferico di temperatura, pressione ed umidità relativa (radiometri, radiosonde) per aumentare l'accuratezza dei parametri di input nell'analisi dei dati LIDAR. In particolare, in corrispondenza di tutte le misure LIDAR di calibrazione dovrà essere effettuato specifico radiosondaggio i cui dati atmosferici dovranno essere utilizzati come parametri di input nell'analisi dei dati LIDAR attraverso software appositamente sviluppato
- 5) per aumentare l'accuratezza della calibrazione, specialmente in condizioni day-time, si dovrà prevedere la presenza di strumentazione ancillare alternativa per la misura dello spessore ottico colonnare (ad esempio fotometri solari).
- 6) sviluppo ed implementazione di sistema di controllo remoto dei tre sistemi LIDAR in accordo che gli standard EARLINET/ACTRIS. In particolare dovranno essere controllabili/attivabili da remoto tutte le caratteristiche strumentali dei vari sistemi LIDAR e i test di QA stabili al punto 1 lettere a, b, c, d, f e g



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale
Via Marconi 2, 05010 Porano (TR), Italy

Tel. (+39) (0)763 374 911 - 927 Fax: (+39) (0)763 374 980

E-Mail: segreteria@ibaf.cnr.it



LOTTO2:

PRESTAZIONE FINALIZZATA ALLA MESSA IN RETE DELLE STAZIONI PROFILING OSSERVATIVE CLIMATICO-AMBIENTALI I-AMICA NELL'AMBITO DEI PROGRAMMI INTERNAZIONALI EARLINET/ACTRIS ATTRAVERSO L'UTILIZZO DI ALGORITMI PER ANALISI DATI CONSISTENTI CON GLI STANDARD DELLA RETE EARLINET /ACTRIS; **CIG: 586663545A**

Premessa

Gli aerosol, particelle solide o liquide sospese in atmosfera, influenzano il clima, l'ambiente e la salute umana. Benché principalmente confinati nella parte più bassa dell'atmosfera, in condizioni di forte attività convettiva, come nel caso di eventi di arrivo di polveri desertiche dal Sahara o durante eruzioni vulcaniche, gli aerosol possono essere immessi direttamente in troposfera e trasportati su lunghe distanze rispetto alla sorgente.

Le attuali conoscenze sulla distribuzione degli aerosol in atmosfera sono alquanto insufficienti per poter consentire una accurata comprensione del ruolo di questi composti nei cambiamenti climatici e ambientali sia a scala regionale che globale. Poiché una delle informazioni più carenti è rappresentata dalla distribuzione verticale degli aerosol (profiling), il telerilevamento basato sulla tecnologia laser (LIDAR) costituisce lo strumento migliore per colmare tale gap osservativo.

Le attività collegate al profiling di I-AMICA si inquadrano in questo contesto ponendosi come obiettivo principale il potenziamento delle stazioni EARLINET (European Aerosol Research Lidar Network) esistenti nelle regioni della Convergenza (Napoli e Lecce) e la realizzazione di una nuova station (Calabria - Lamezia Terme) per il profiling dell'atmosfera.

Tutte le stazioni saranno dotate di sistemi LIDAR per misure in continuo (7/24) del profiling della retrodiffusione e dell'estinzione aerosolica e del rapporto di depolarizzazione a 355 nm. Il profiling della retrodiffusione e dell'estinzione aerosolica insieme al rapporto di depolarizzazione sono in grado di fornire informazioni sulla tipologia degli aerosol (sabbie desertiche di origine sahariana, aerosol marino, locale, fumi da incendi, ceneri e particelle di origine vulcanica etc.).

Caratteristiche tecniche strumentazione da mettere in rete

La strumentazione oggetto della presente prestazione è costituita da n. 3 sistemi LIDAR di uguale marca e modello (Raymetrics, LR111-UV-D200). Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tecniche di detta strumentazione.

Tipologia di LIDAR

Raman Depolarization UV Lidar

Sorgente ottica

Flash-lamp pumped Nd:YAG laser impulsato con le seguenti caratteristiche:

- Energia totale per impulso a 355nm > 1mJ
- Durata impulso < 8 ns
- Divergenza LIDAR < 0.25mrad
- Stabilità energia < 3% rms

Sistema di ricezione



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale
Via Marconi 2, 05010 Porano (TR), Italy

Tel. (+39) (0)763 374 911 – 927 Fax: (+39) (0)763 374 980

E-Mail: segreteria@ibaf.cnr.it



Il sistema di ricezione è basato su un telescopio dotato di uno specchio primario di almeno 130mm. Tutte le ottiche del telescopio sono dotate di coating per alta riflettività/trasmittività in corrispondenza delle lunghezze d'onda 355nm e 387nm minimizzando la differenza in riflettività/trasmittività per le componenti di polarizzazione p ed s.

Sistema separazione spettrale

Il sistema di separazione spettrale presenta una prima separazione preliminare delle lunghezze d'onda attraverso beam-splitter diecrici e successivamente le lunghezze d'onda sono ulteriormente purificate attraverso filtri interferenziali di elevata qualità.

Elettronica di acquisizione

Il sistema di acquisizione prevede la misura i seguenti canali ottici:

- componente parallela del segnale retrodiffuso a 355nm
- componente perpendicolare del segnale retrodiffuso a 355nm
- segnale retrodiffuso anelasticamente dall'azoto atmosferico per effetto Raman a 387nm

I rivelatori per tutti e 3 canali di ricezione sono costituiti da fotomoltiplicatori ottimizzati per l'acquisizione in fotoconteggio e dotati di alto guadagno e di un tempo di risposta veloce. Tutti e 3 i canali di ricezione sono acquisiti utilizzando sia acquisizione analogica che in fotoconteggio al fine di ampliare il range dinamico misurabile (attraverso transient recorder LICEL).

La calibrazione delle misure di polarizzazione è basata su tecniche che non richiedono la determinazione a-priori della depolarizzazione molecolare atmosferica.

I segnali grezzi acquisiti assicurano i seguenti requisiti generali:

- risoluzione verticale segnali grezzi: uguale o minore di 15m
- range segnali grezzi: maggiore di 20km
- risoluzione temporale segnali grezzi: almeno 30s
- range minimo effettivo (overlap): 400 metri

Attività da implementare

I tre sistemi LIDAR descritti nel precedente paragrafo dovranno essere inseriti all'interno della rete europea EARLINET (azione prevista all'interno dell'OR3.1 di I-AMICA). Tale rete, implementa un rigido sistema di controllo qualità sia a livello hardware che a livello software per garantire prodotti quality assured per gli end-users. Sono stati definiti, inoltre, precisi protocolli di misura e di analisi a cui tutti i sistemi della rete devono necessariamente attenersi. Risulta pertanto necessario adeguare i tre sistemi LIDAR a tutti gli standard EARLINET richiesti. In particolare la presente prestazione ha come obiettivo quello di integrare i sistemi LIDAR sopra descritti nella Rete Europea EARLINET attraverso un sistema di analisi dei dati LIDAR basato esclusivamente su algoritmi completamente conformi a tutti gli standard EARLINET. La catena di calcolo che implementa tale sistema di analisi, inoltre, dovrà essere completamente automatica assicurando la disponibilità di profili verticali dei più importanti parametri ottici aerosolici senza la necessità di nessun operatore dedicato. I prodotti finali dovranno essere prodotti in formato pienamente compatibile con quanto stabilito all'interno della comunità EARLINET (CF – compliant).

Di seguito si riportano i punti specifici oggetto della presente prestazione.



Correzione effetti strumentali

La prestazione dovrà prevedere la correzione di una serie di effetti strumentali implementando procedure certificate da EARLINET al fine di minimizzare l'errore sistematico sui prodotti finali. Di conseguenza le correzioni dovranno necessariamente essere apportate sui dati grezzi misurati dai sistemi LIDAR sui quali non sia stata effettuata nessuna correzione/operazione post acquisizione (uscita dei transient recorder).

Gli effetti strumentali da correggere e le procedure di pre-analisi da implementare sono i seguenti:

- correzione per dead time dei canali in fotoconteggio assumendo almeno due modelli (paralyzable , not-paralyzable)
- correzione trigger delay (correzione del ritardo elettronico tra impulso laser e l'impulso di trigger dell'acquisizione)
- eliminazione/minimizzazione di rumore elettronico mediante sottrazione segnale dark
- sottrazione fondo atmosferico implementando la stima del background attraverso l'analisi del segnale LIDAR nel far-field sia la tecnica di pre-trigger
- incremento software range dinamico segnale acquisito attraverso tecnica di glueing automatica fra segnale analogico e segnale in fotoconteggio per tutti i canali del sistema LIDAR e corrispondente controllo di qualità sul segnale combinato
- calcolo del segnale elastico totale a partire dalle sue componenti con polarizzazione ortogonale e parallela alla polarizzazione laser incidente
- media temporale e tecniche di smoothing per incrementare il rapporto segnale rumore

Analisi

Sui segnali LIDAR corretti per effetti strumentali ed opportunamente corretti per gli effetti strumentali precedentemente descritti dovranno essere applicati algoritmi certificati EARLINET per il retrieval dei seguenti parametri ottici:

- 1 profilo coefficiente di backscatter aerosolico
- 2 profilo coefficiente di estinzione aerosolico
- 3 profilo LIDAR ratio (rapporto tra coefficiente di estinzione e quello di backscatter)
- 4 profilo rapporto di depolarizzazione aerosolico e di volume

Gli algoritmi di retrieval dei parametri ottici dovranno soddisfare le caratteristiche di seguito riportate.

- calcolo completamente automatico del profilo di backscatter aerosolico attraverso tecnica iterative e tecnica di Klett con la possibilità di specificare un LIDAR ratio fisso o variabile con la quota
- calcolo completamente automatico del coefficiente di estinzione aerosolica attraverso tecniche di fit lineare o quadratico
- calcolo completamente automatico del profilo di backscatter aerosolico con tecnica combinata elastico-Raman
- calcolo completamente automatico del profilo del rapporto di depolarizzazione aerosolico e di volume (inclusando calibrazione e correzioni di effetti dovuti fenomeni di attenuazione)
- calcolo errori statistici su tutti i prodotti
- calcolo risoluzione verticale effettiva dei prodotti finali
- identificazione automatica della finestra temporale ottimale su cui mediare e della migliore risoluzione verticale da utilizzare per mantenere gli errori statistici sui prodotti finale al di sotto di limiti definiti dall'utente



Prodotti

Tutti i prodotti ottici devono essere forniti in un formato completamente compatibile con quanto stabilito all'interno di EARLINET/ACTRIS. In particolare si dovranno poter generare:

- EARLINET *b-file*. Tali file sono in formato NetCDF e contengono il profilo del coefficiente di backscatter aerosolico e il profilo del rapporto di depolarizzazione aerosolico alla migliore risoluzione verticale possibile. Si riporta di seguito un esempio di EARLINET *b-file*

```
dimensions:
  Length = UNLIMITED ; // (162 currently)
variables:
  float DustLayerHeight ;
    DustLayerHeight:units = "m" ;
    DustLayerHeight:long_name = "Top of dust layer above sea level" ;
  float MixingLayerHeight ;
    MixingLayerHeight:units = "m" ;
    MixingLayerHeight:long_name = "Top of mixing layer above sea level" ;
  float Altitude(Length) ;
    Altitude:units = "m" ;
    Altitude:long_name = "Height above sea level" ;
  float Backscatter(Length) ;
    Backscatter:units = "1/(m*sr)" ;
  float ErrorBackscatter(Length) ;
    ErrorBackscatter:units = "1/(m*sr)" ;
  float __SkippedFraction ;
    __SkippedFraction:units = "unitless" ;
    __SkippedFraction:long_name = "Fraction of skipped profiles within averaged
period" ;

// global attributes:
:System = "MySystem" ;
:Location = "MyLocation" ;
:Longitude_degrees_east = 1.0 ;
:Latitude_degrees_north = 2.0 ;
:Altitude_meter_asl = 10. ;
:EmissionWavelength_nm = 355. ;
:DetectionWavelength_nm = 355. ;
:DetectionMode = "PC" ;
:ZenithAngle_degrees = 0. ;
:ShotsAveraged = 174000 ;
:ResolutionRaw_meter = 15. ;
:ResolutionEvaluated = "60m" ;
:StartDate = 20100420 ;
:StartTime_UT = 202953 ;
:StopTime_UT = 212949 ;
:EvaluationMethod = "Iterative method" ;
:InputParameters = " lidar ratio fixed at 55sr" ;
:Comments = " " ;
```

- EARLINET *e-file*. Tali file in formato NetCDF contengono il profilo del coefficiente di estinzione e di backscatter aerosolico calcolati alla stessa risoluzione verticale effettiva. Si riporta di seguito un esempio di EARLINET *e-file*

```
dimensions:
  Length = UNLIMITED ; // (162 currently)
variables:
  float DustLayerHeight ;
    DustLayerHeight:units = "m" ;
    DustLayerHeight:long_name = "Top of dust layer above sea level" ;
```



```
float MixingLayerHeight ;
    MixingLayerHeight:units = "m" ;
    MixingLayerHeight:long_name = "Top of mixing layer above sea level" ;
float Altitude(Length) ;
    Altitude:units = "m" ;
    Altitude:long_name = "Height above sea level" ;
float Extinction(Length) ;
    Extinction:units = "1/m" ;
float ErrorExtinction(Length) ;
    ErrorExtinction:units = "1/m" ;
float Backscatter(Length) ;
    Backscatter:units = "1/(m*sr)" ;
float ErrorBackscatter(Length) ;
    ErrorBackscatter:units = "1/(m*sr)" ;
float __SkippedFraction ;
    __SkippedFraction:units = "unitless" ;
    __SkippedFraction:long_name = "Fraction of skipped profiles within averaged
period" ;

// global attributes:
:System = "MySystem" ;
:Location = "MyLocation" ;
:Longitude_degrees_east = 1.0 ;
:Latitude_degrees_north = 2.0 ;
:Altitude_meter_asl = 10. ;
:EmissionWavelength_nm = 355. ;
:DetectionWavelength_nm = 387. ;
:DetectionMode = "PC" ;
:ZenithAngle_degrees = 0. ;
:ShotsAveraged = 174000 ;
:ResolutionRaw_meter = 15. ;
:ResolutionEvaluated = "60m" ;
:StartDate = 20100420 ;
:StartTime_UT = 202953 ;
:StopTime_UT = 212949 ;
:EvaluationMethod = "Raman method" ;
:InputParameters = "" ;
:Comments = " " ;
```

- Range corrected signal file in formato EARLINET SCC (formato NetCDF).

Si riporta di seguito un esempio di tale file.

```
dimensions:
time = UNLIMITED ; // (162 currently)
points = 1000 ;
channels = 1 ;
scan_angles = 1 ;

variables:
double altitude_resolution(scan_angles) ;
double range_resolution(scan_angles) ;
double laser_pointing_angle(scan_angles) ;
double emission_wavelength(channels) ;
double detection_wavelength(channels) ;
int laser_pointing_angle_of_profiles(time) ;
int shots(time) ;
int start_time(time) ;
    start_time:units = "Second since start time" ;
int stop_time(time) ;
    stop_time:units = "Second since start time" ;
double Elastic_Mol_Extinction(scan_angles, points) ;
    Elastic_Mol_Extinction:long_name = "Molecular extinction at elastic wavelength" ;
    Elastic_Mol_Extinction:units = "1/m" ;
double Emission_Wave_Mol_Trasmissivity(scan_angles, points) ;
```

Oler



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale

Via Marconi 2, 05010 Porano (TR), Italy

Tel. (+39) (0)763 374 911 – 927 Fax: (+39) (0)763 374 980

E-Mail: segreteria@ibaf.cnr.it



```
Emission_Wave_Mol_Trasmissivity:long_name = "Molecular trasmissivity at elastic
wavelength" ;
double Detection_Wave_Mol_Trasmissivity(scan_angles, points) ;
    Detection_Wave_Mol_Trasmissivity:long_name = "Molecular trasmissivity at
detection wavelength" ;
int LR_Input ;
double elCP(time, points) ;
    elCP:long_name = "Elastic range corrected lidar signal (cross polarized)" ;
double elCP_err(time, points) ;
double elPP(time, points) ;
    elPP:long_name = "Elastic range corrected lidar signal (paralled polarized)" ;
double elPP_err(time, points) ;
double vrRN2(time, points) ;
    vrRN2:long_name = "Raman N2 range corrected lidar signal" ;
double vrRN2_err(time, points) ;
double Depolarization_Factor ;
    Depolarization_Factor:long_name = "Depolarization calibration factor" ;
int overlap_correction ;
int cloud_flag(time, points) ;

// global attributes:
:System = "MySystem" ;
:Location = "MyLocation" ;
:Longitude_degrees_east = 1.0 ;
:Latitude_degrees_north = 2.0 ;
:Altitude_meter_asl = 10. ;
:Measurement_ID = "20100420cc00" ;
:Measurement_Start_Date = "20100420" ;
:Measurement_Date_Format = "YYYYMMDD" ;
:Measurement_StartTime_UT = "202953" ;
:Measurement_Time_Format = "HHMMSS" ;
:Comments = " " ;
```

- Raw LIDAR signal file in formato EARLINET SCC (formato NetCDF).
Vedi allegato: Specifiche tecniche - Allegato 1: "SCC NetCDF input files structure"

Altre caratteristiche

La prestazione dovrà tener conto che il sistema di analisi dati dovrà essere basato necessariamente sull'utilizzo di compilatori/moduli/librerie completamente open-source e gratuiti ed essere compatibile con piattaforma Linux.



LOTTO 3:

PRESTAZIONE FINALIZZATA ALLA GESTIONE DEI DATI DI PROFILING PRODOTTI DELLE STAZIONI OSSERVATIVE CLIMATICO-AMBIENTALI I-AMICA; CIG: 5866644BC5

Premessa

Gli aerosol, particelle solide o liquide sospese in atmosfera, influenzano il clima, l'ambiente e la salute umana. Benché principalmente confinati nella parte più bassa dell'atmosfera, in condizioni di forte attività convettiva, come nel caso di eventi di arrivo di polveri desertiche dal Sahara o durante eruzioni vulcaniche, gli aerosol possono essere immessi direttamente in troposfera e trasportati su lunghe distanze rispetto alla sorgente.

Le attuali conoscenze sulla distribuzione degli aerosol in atmosfera sono alquanto insufficienti per poter consentire una accurata comprensione del ruolo di questi composti nei cambiamenti climatici e ambientali sia a scala regionale che globale. Poiché una delle informazioni più carenti è rappresentata dalla distribuzione verticale degli aerosol (profiling), il telerilevamento basato sulla tecnologia laser (lidar) costituisce lo strumento migliore per colmare tale gap osservativo.

Le attività collegate al profiling di I-AMICA si inquadrano in questo contesto ponendosi come obiettivo principale il potenziamento delle stazioni EARLINET (European Aerosol Research Lidar Network) esistenti nelle regioni della Convergenza (Napoli e Lecce) e la realizzazione di una nuova station (Calabria - Lamezia Terme) per il profiling dell'atmosfera.

Tutte le stazioni saranno dotate di sistemi LIDAR per misure in continuo (7/24) del profiling della retrodiffusione e dell'estinzione aerosolica e del rapporto di depolarizzazione a 355 nm. Il profiling della retrodiffusione e dell'estinzione aerosolica insieme al rapporto di depolarizzazione sono in grado di fornire informazioni sulla tipologia degli aerosol (sabbie desertiche di origine sahariana, aerosol marino, locale, fumi da incendi, ceneri e particelle di origine vulcanica etc.).

Attività da implementare

L'oggetto della presente prestazione è quello di progettare e sviluppare un sistema di gestione dei dati di profiling prodotti delle stazioni osservative climatico-ambientali I-AMICA, site in Lecce, Napoli e Lamezia Terme. In particolare tale sistema dovrà garantire l'accesso veloce on-line in modo da poter effettuare agevolmente operazioni di processing e pre-processing centralizzato dei dati grezzi delle tre stazioni senza la necessità di scaricarli localmente.

La presente prestazione prevede anche la realizzazione e la progettazione di un software per la visualizzazione di prodotti finali LIDAR (già disponibili) e il calcolo e la visualizzazione di nuovi prodotti LIDAR di livello intermedio ed avanzato.

Di seguito si riportano i punti specificare da implementare.

- Accesso veloce ai dati di profiling di diverso livello (raw, pre-processed and processed)
- Visualizzazione via web dei prodotti finali LIDAR.

Per le stazioni I-AMICA di Lecce, Napoli e Lamezia Terme, tali prodotti risultano già calcolati in termini di *e* e *b* EARLINET file (NetCDF format). Tali file dovranno essere automaticamente trasferiti sul database di



EARLINET e visualizzati in termini di singoli profili (o di timeseries quando possibile) di estinzione, backscatter e rapporto di depolarizzazione. Oltre alla visualizzazione di tali prodotti si dovranno generare automaticamente immagini nei formati JPEG, EPS, PNG contenenti plot in condizione standard configurabili.

Si riportano di seguito esempio di EARLINET *e* e *b* file.

EARLINET *b*-file

```
dimensions:
  Length = UNLIMITED ; // (162 currently)
variables:
  float DustLayerHeight ;
    DustLayerHeight:units = "m" ;
    DustLayerHeight:long_name = "Top of dust layer above sea level" ;
  float MixingLayerHeight ;
    MixingLayerHeight:units = "m" ;
    MixingLayerHeight:long_name = "Top of mixing layer above sea level" ;
  float Altitude(Length) ;
    Altitude:units = "m" ;
    Altitude:long_name = "Height above sea level" ;
  float Backscatter(Length) ;
    Backscatter:units = "1/(m*sr)" ;
  float ErrorBackscatter(Length) ;
    ErrorBackscatter:units = "1/(m*sr)" ;
  float __SkippedFraction ;
    __SkippedFraction:units = "unitless" ;
    __SkippedFraction:long_name = "Fraction of skipped profiles within averaged
period" ;

// global attributes:
  :System = "MySystem" ;
  :Location = "MyLocation" ;
  :Longitude_degrees_east = 1.0 ;
  :Latitude_degrees_north = 2.0 ;
  :Altitude_meter_asl = 10. ;
  :EmissionWavelength_nm = 355. ;
  :DetectionWavelength_nm = 355. ;
  :DetectionMode = "PC" ;
  :ZenithAngle_degrees = 0. ;
  :ShotsAveraged = 174000 ;
  :ResolutionRaw_meter = 15. ;
  :ResolutionEvaluated = "60m" ;
  :StartDate = 20100420 ;
  :StartTime_UT = 202953 ;
  :StopTime_UT = 212949 ;
  :EvaluationMethod = "Iterative method" ;
  :InputParameters = " lidar ratio fixed at 55sr" ;
  :Comments = " " ;
```



EARLINET e-file

```
dimensions:
  Length = UNLIMITED ; // (162 currently)
variables:
  float DustLayerHeight ;
    DustLayerHeight:units = "m" ;
    DustLayerHeight:long_name = "Top of dust layer above sea level" ;
  float MixingLayerHeight ;
    MixingLayerHeight:units = "m" ;
    MixingLayerHeight:long_name = "Top of mixing layer above sea level" ;
  float Altitude(Length) ;
    Altitude:units = "m" ;
    Altitude:long_name = "Height above sea level" ;
  float Extinction(Length) ;
    Extinction:units = "1/m" ;
  float ErrorExtinction(Length) ;
    ErrorExtinction:units = "1/m" ;
  float Backscatter(Length) ;
    Backscatter:units = "1/(m*sr)" ;
  float ErrorBackscatter(Length) ;
    ErrorBackscatter:units = "1/(m*sr)" ;
  float __SkippedFraction ;
    __SkippedFraction:units = "unitless" ;
    __SkippedFraction:long_name = "Fraction of skipped profiles within averaged
period" ;

// global attributes:
:System = "MySystem" ;
:Location = "MyLocation" ;
:Longitude_degrees_east = 1.0 ;
:Latitude_degrees_north = 2.0 ;
:Altitude_meter_asl = 10. ;
:EmissionWavelength_nm = 355. ;
:DetectionWavelength_nm = 387. ;
:DetectionMode = "PC" ;
:ZenithAngle_degrees = 0. ;
:ShotsAveraged = 174000 ;
:ResolutionRaw_meter = 15. ;
:ResolutionEvaluated = "60m" ;
:StartDate = 20100420 ;
:StartTime_UT = 202953 ;
:StopTime_UT = 212949 ;
:EvaluationMethod = "Raman method" ;
:InputParameters = "" ;
:Comments = "" ;
```

- Calcolo e visualizzazione prodotti LIDAR intermedi e avanzati

Si dovrà realizzare un software in grado di calcolare:

- Mappe di prodotti LIDAR intermedi ad elevata risoluzione temporale e spaziale.
- Determinazione automatica delle proprietà geometriche ed ottiche degli strati aerosolici atmosferici a partire dagli EARLINET file *e* e *b*
- Implementazione analisi climatologica dei file *e* e *b* EARLINET (calcolo valori medi, deviazione standard).
- Accesso in modalità lettura/scrittura via rete dai PC di acquisizione delle stazioni di profiling di Lecce, Napoli e Lamezia Terme



*Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale
Via Marconi 2, 05010 Porano (TR), Italy
Tel. (+39) (0)763 374 911 - 927 Fax: (+39) (0)763 374 980
E-Mail: segreteria@ibaf.cnr.it*



- Accesso in modalità scrittura server I-AMICA per la visualizzazione prodotti
- Accesso in modalità lettura/scrittura database EARLINE

Altre caratteristiche

La prestazione dovrà tener conto che il sistema di analisi dati dovrà essere basato necessariamente sull'utilizzo di compilatori/moduli/librerie completamente open-source e gratuiti ed essere compatibile con piattaforma Linux.

Il R.U.P.

Dr. Angelo Massacci

SCC NetCDF input files structure version:2.0

The Single Calculus Chain (SCC) is composed by two different modules:

- pre-processing module (*scc_preprocessing*)
- optical processing module (*ELDA*)

To perform aerosol optical retrievals the SCC needs not only the raw lidar data but also a certain number of parameters to use in both pre-processing and optical processing stages. The SCC gets these parameters looking at two different locations:

- Single Calculus Chain relational database (SCC_DB)
- Input files

There are some parameters that can be found only in the input files (those ones changing from measurement to measurement), others that can be found only in the SCC_DB and other ones that can be found in both these locations. In the last case, if a particular parameter is needed, the SCC will search first in the input files and then in SCC_DB. If the parameter is found in the input files the SCC will keep it without looking into SCC_DB.

The input files have to be submitted to the SCC in NetCDF format. At the present the SCC can handle four different types of input files:

1. *Raw Lidar Data*
2. *Sounding Data*
3. *Overlap*
4. *Lidar Ratio*

As already mentioned, the *Raw Lidar Data* file contains not only the raw lidar data but also other parameters to use to perform the pre-processing and optical processing. The *Sounding Data* file contains the data coming from a correlative radiosounding and it is used by the SCC for molecular density calculation. The *Overlap* file contains the measured overlap function. The *Lidar Ratio* file contains a lidar ratio profile to use in elastic backscatter retrievals. The *Raw Lidar Data* file is of course mandatory and the *Sounding Data*, *Overlap* and *Lidar Ratio* files are optional. If *Sounding Data* file is not submitted by the user, the molecular density will be calculated by the SCC using the "US Standard Atmosphere 1976". If the *Overlap* file is not submitted by the user, the SCC will get the full overlap height from SCC_DB and it will produce optical results starting from this height. If *Lidar Ratio* file is not submitted by the user, the SCC will consider a fixed value for lidar ratio got from SCC_DB.

The user can decide to submit all these files or any number of them (of course the file *Raw Lidar Data* is mandatory). For example the user can submit together with the *Raw Lidar Data* file only the *Sounding Data* file or only the *Overlap* file.

This document provides a detailed explanation about the structure of the NetCDF input files to use for SCC data submission. All Earlinet groups should read it carefully because they have to produce such kind of input files if they want to use the SCC for their standard lidar retrievals. Every comments or suggestions regarding this document

can be sent to Giuseppe D'Amico by e-mail at damico@imaa.cnr.it
This document is available for downloading at www.earlinetasos.org

In table 1 is reported a list of dimensions, variables and global attributes that can be used in the NetCDF *Raw Lidar Data* input file. For each of them it is indicated:

- The name. For the multidimensional variables also the corresponding dimensions are reported
- A description explaining the meaning
- The type
- If it is mandatory or optional

As already mentioned, the SCC can get some parameters looking first in the *Raw Lidar Data* input file and then into SCC.DB. This means that to use the parameters stored in SCC.DB the optional variables or optional global attributes must not appear within *Raw Lidar Data* file. This is the suggested and recommended way to use the SCC. Please include optional parameters in the *Raw Lidar Data* only as an exception.

In table 2, 3 and 4 are reported all the information about the structure of *Sounding Data*, *Overlap* and *Lidar Ratio* input files respectively.

1 Example

Let's now consider an example of *Raw Lidar Data* input file. Suppose we want to generate NetCDF input file corresponding to a measurement with the following properties:

Start Date 30th January 2009
Start Time UT 00:00:01
Stop Time UT 00:05:01
Station Name Dummy station
Earlinet call-sign cc
Pointing angle 5 degrees with respect to the zenith

Moreover suppose that this measurement is composed by the following lidar channels:

1. 1064 lidar channel
Emission wavelength=1064nm Detection wavelength=1064nm
Time resolution=30s Number of laser shots=1500
Number of bins=3000 Detection mode=analog
Range resolution=7.5m Polarization state=total
2. 532 cross lidar channel
Emission wavelength=532nm Detection wavelength=532nm
Time resolution=60s Number of laser shots=3000
Number of bins=5000 Detection mode=photoncounting
Range resolution=15m Polarization state=cross
3. 532 parallel lidar channel
Emission wavelength=532nm Detection wavelength=532nm
Time resolution=60s Number of laser shots=3000
Number of bins=5000 Detection mode=photoncounting
Range resolution=15m Polarization state=parallel



4. 607 N₂ vibrational Raman channel

Emission wavelength=532nm Detection wavelength=607nm
Time resolution=60s Number of laser shots=3000
Number of bins=5000 Detection mode=photoncounting
Range resolution=15m

Finally let's assume we have also performed dark measurements before the lidar measurements from the 23:50:01 UT up to 23:53:01 UT of 29th January 2009.

1.1 Dimensions

Looking at table 1 we have to fix the following dimensions:

```
points  
channels  
time  
nb_of_time_scales  
scan_angles  
time_bck
```

The dimension `time` is unlimited so we don't have to fix it.

We have 4 lidar channels so:

```
channels=4
```

Regarding the dimension `points` we have only one channel with a number of vertical bins equal to 3000 (the 1064nm) and all other channels with 5000 vertical bins. In cases like this the dimension `points` has to be fixed to the maximum number of vertical bins so:

```
points=5000
```

Moreover only one channel (1064nm) is acquired with a time resolution of 30 seconds, all the other channels have a time resolution of 60 seconds. This means that we have to define two different time scales. We have to set:

```
nb_of_time_scales=2
```

The measurement is performed only at one scan angle (5 degrees with respect to the zenith) so:

```
scan_angles=1
```

We have 3 minutes of dark measurements and two different time scales one with 60 seconds time resolution and the other one with 30 seconds time resolution. So we will have 3 different dark profiles for the channels acquired with the first time scale and 6 for the lidar channels acquired with the second time scale. We have to fix the dimension `time_bck` as the maximum between these values:

```
time_bck=6
```

1.2 Variables

In this section it will be explained how to fill all the possible variables either mandatory or optional of *Raw Lidar Data* input file.

- `Raw_Data_Start_Time(time, nb_of_time_scales)`

This 2 dimensional mandatory array has to contain the acquisition start time (in seconds from the time given by the global attribute `RawData_Start_Time_UT`) of each lidar profile. In this example we have two different time scales: one is characterized by steps of 30 seconds (the 1064nm is acquired with this time scale) the other by steps of 60 seconds (532cross, 532parallel and 607nm). Moreover the measurement start time is 00:00:01 UT and the measurement stop time is 00:05:01 UT. In this case we have to define:

```
Raw_Data_Start_Time =  
    0, 0,  
    60, 30,  
    120, 60,  
    180, 90,  
    240, 120,  
    _, 150,  
    _, 180,  
    _, 210,  
    _, 240,  
    _, 270 ;
```

The order used to fill this array defines the correspondence between the different time scales and the time scale index. In this example we have a time scale index of 0 for the time scale with steps of 60 seconds and a time scale index of 1 for the other one.

- `Raw_Data_Stop_Time(time, nb_of_time_scales)`

The same as previous item but for the data acquisition stop time. Following a similar procedure we have to define:

```
Raw_Data_Stop_Time =  
    60, 30,  
    120, 60,  
    180, 90,  
    240, 120,  
    300, 150,  
    _, 180,  
    _, 210,  
    _, 240,  
    _, 270,  
    _, 300 ;
```

- `Raw_Lidar_Data(time, channels, points)`

This 3 dimensional mandatory array has to be filled with the time-series of raw lidar data. The photoncounting profiles have to be submitted in counts (so as integers)

while the analog ones in mV. The order the user chooses to fill this array defines the correspondence between channel index and lidar data.

For example if we fill this array in such way that:

```
Raw_Lidar_Data(time,0,points) → is the time-series of 1064 nm
Raw_Lidar_Data(time,1,points) → is the time-series of 532 cross
Raw_Lidar_Data(time,2,points) → is the time-series of 532 parallel
Raw_Lidar_Data(time,3,points) → is the time-series of 607 nm
from now on the channel index 0 is associated to the 1064 channel, 1 to the 532
cross, 2 to the 532 parallel and 3 to the 607nm.
```

- `Raw_Bck_Start_Time(time_bck, nb_of_time_scales)`

This 2 dimensional optional array has to contain the acquisition start time (in seconds from the time given by the global attribute `RawBck_Start_Time_UT`) of each dark measurements profile. Following the same procedure used for the variable `Raw_Data_Start_Time` we have to define:

```
Raw_Bck_Start_Time =
  0, 0,
  60, 30,
  120, 60,
  _, 90,
  _, 120,
  _, 150;
```

- `Raw_Bck_Stop_Time(time_bck, nb_of_time_scales)`

The same as previous item but for the dark acquisition stop time. Following a similar procedure we have to define:

```
Raw_Bck_Stop_Time =
  60, 30,
  120, 60,
  180, 90,
  _, 120,
  _, 150,
  _, 180 ;
```

- `Background_Profile(time_bck, channels, points)`

This 3 dimensional optional array has to be filled with the time-series of the dark measurements data. The photoncounting profiles have to be submitted in counts (so as integers) while the analog ones in mV. The user has to fill this array following the same order used in filling the array `Raw_Lidar_Data`:

```
Background_Profile(time_bck,0,points) → dark time-series at 1064 nm
Background_Profile(time_bck,1,points) → dark time-series at 532 cross
Background_Profile(time_bck,2,points) → dark time-series at 532 parallel
Background_Profile(time_bck,3,points) → dark time-series at 607 nm
```

- `channel_ID(channels)`

This mandatory array provides the link between the channel index within the *Raw Lidar Data* input file and the channel ID in `SCC_DB`. To fill this variable the user has to know which channel IDs in `SCC_DB` correspond to his lidar channels. For

this purpose the SCC, in its final version will provide to the user a special tool to get these channel IDs through a Web interface. At the moment this interface is not yet available and these channel IDs will be communicated directly to the user by the NA5 people.

Anyway to continue the example let's suppose that the four lidar channels taken into account are mapped into SCC_DB with the following channel IDs:

```
1064 nm    → channel ID=7
532 cross  → channel ID=5
532 parallel → channel ID=6
607 nm     → channel ID=8
```

In this case we have to define:

```
channel_ID = 7, 5, 6, 8 ;
```

- `id_timescale(channels)`

This mandatory array is introduced to determine which time scale is used for the acquisition of each lidar channel. In particular this array defines the link between the channel index and the time scale index. In our example we have two different time scales. Filling the arrays `Raw_Data_Start_Time` and `Raw_Data_Stop_Time` we have defined a time scale index of 0 for the time scale with steps of 60 seconds and a time scale index of 1 for the other one with steps of 30 seconds. In this way this array has to be set as:

```
id_timescale = 1, 0, 0, 0 ;
```

- `Laser_Pointing_Angle(scan_angles)`

This mandatory array contains all the scan angles used in the measurement. In our example we have only one scan angle of 5 degrees with respect to the zenith, so we have to define:

```
Laser_Pointing_Angle = 5 ;
```

- `Laser_Pointing_Angle_of_Profiles(time, nb_of_time_scales)`

This mandatory array is introduced to determine which scan angle is used for the acquisition of each lidar profile. In particular this array defines the link between the time and time scales indexes and the scan angle index. In our example we have a single scan angle that has to correspond to the scan angle index 0. So this array has to be defined as:

```
Laser_Pointing_Angle_of_Profiles =
  0, 0,
  0, 0,
  0, 0,
  0, 0,
  0, 0,
  -, 0,
  -, 0,
  -, 0,
  -, 0,
  -, 0 ;
```



- `Laser_Shots(time, channels)`

This mandatory array stores the laser shots accumulated at each time for each channel. In our example the number of laser shots accumulated is 1500 for the 1064nm channels and 3000 for all the other channels. Moreover the laser shots do not change with the time. So we have to define this array as:

```
Laser_Shots =  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, -, -, -,  
  1500, -, -, -,  
  1500, -, -, -,  
  1500, -, -, -,  
  1500, -, -, - ;
```

- `Emitted_Wavelength(channels)`

This optional array defines the link between the channel index and the emission wavelength for each lidar channel. The wavelength has to be expressed in nm. This information can be also taken from SCC_DB. In our example we have:

```
Emitted_Wavelength = 1064, 532, 532, 532 ;
```

- `Detected_Wavelength(channels)`

This optional array defines the link between the channel index and the detected wavelength for each lidar channel. Here detected wavelength means the value of center of interferential filter expressed in nm. This information can be also taken from SCC_DB. In our example we have:

```
Detected_Wavelength = 1064, 532, 532, 607 ;
```

- `Raw_Data_Range_Resolution(channels)`

This optional array defines the link between the channel index and the raw range resolution for each channel. If the scan angle is different from zero this quantity is different from the vertical resolution. More precisely if α is the scan angle used and Δz is the range resolution the vertical resolution is calculated as $\Delta z' = \Delta z \cos \alpha$. This array has to be filled with Δz and not with $\Delta z'$. The unit is meters. This information can be also taken from SCC_DB. In our example we have:

```
Raw_Data_Range_Resolution = 7.5, 15.0, 15.0, 15.0 ;
```

- `ID_Range(channels)`

This optional array defines if a particular channel is configured as high, low or ultraneer range channel. In particular a value 0 indicates a low range channel, a value 1 a high range channel and a value of 2 an ultraneer range channel. If for a particular channel you don't separate between high and low range channel, please set the corresponding value to 1. This information can be also taken from SCC_DB. In our case we have to set:



ID_Range = 1, 1, 1, 1 ;

- Scattering_Mechanism(channels)

This optional array defines the scattering mechanism involved in each lidar channel.

In particular the following values are adopted:

- 0 → Total elastic backscatter
- 1 → N₂ vibrational Raman backscatter
- 2 → Cross polarization elastic backscatter
- 3 → Parallel polarization elastic backscatter
- 4 → H₂O vibrational Raman backscatter
- 5 → Rotational Raman Stokes line close to elastic line
- 6 → Rotational Raman Stokes line far from elastic line
- 7 → Rotational Raman anti-Stokes line close to elastic line
- 8 → Rotational Raman anti-Stokes line far from elastic line
- 9 → Rotational Raman Stokes and anti-Stokes lines close to elastic line
- 10 → Rotational Raman Stokes and anti-Stokes lines far from elastic line

This information can be also taken from SCC_DB. In our example we have:

Scattering_Mechanism = 0, 2, 3, 1 ;

- Acquisition_Mode(channels)

This optional array defines the acquisition mode (analog or photoncounting) involved in each lidar channel. In particular a value of 0 means analog mode and 1 photoncounting mode. This information can be also taken from SCC_DB. In our example we have:

Acquisition_Mode = 0, 1, 1, 1 ;

- Laser_Repetition_Rate(channels)

This optional array defines the repetition rate in Hz used to acquire each lidar channel. This information can be also taken from SCC_DB. In our example we are supposing we have only one laser with a repetition rate of 50 Hz so we have to set:

Laser_Repetition_Rate = 50, 50, 50, 50 ;

- Dead_Time(channels)

This optional array defines the dead time in ns associated to each lidar channel. The SCC will use the values given by this array to correct the photoncounting signals for dead time. Of course for analog signals no dead time correction will be applied (for analog channels the corresponding dead time values have to be set to undefined value). This information can be also taken from SCC_DB. In our example the 1064 nm channel is acquired in analog mode so the corresponding dead time value has to be undefined. If we suppose a dead time of 10 ns for all other channels we have to set:

Dead_Time = _, 10, 10, 10 ;

- Dead_Time_Corr_Type(channels)

This optional array defines which kind of dead time correction has to be applied



on each photoncounting channel. The SCC will correct the data supposing a not-paralyzable channel if a value of 0 is found while a paralyzable channel is supposed if a value of 1 is found. Of course for analog signals no dead time correction will be applied and so the corresponding values have to be set to undefined value. This information can be also taken from SCC.DB. In our example the 1064 nm channel is acquired in analog mode so the corresponding has to be undefined. If we want to consider all the photoncounting signals as not-paralyzable ones: we have to set:

```
Dead_Time_Corr_Type = _, 0, 0, 0 ;
```

- **Trigger_Delay(channels)**

This optional array defines the delay (in ns) of the middle of the first rangebin with respect to the output laser pulse for each lidar channel. The SCC will use the values given by this array to correct for trigger delay. This information can be also taken from SCC.DB. Let's suppose that in our example all the photoncounting channels are not affected by this delay and only the analog channel at 1064nm is acquired with a delay of 50ns. In this case we have to set:

```
Trigger_Delay = 50, 0, 0, 0 ;
```

- **Background_Mode(channels)**

This optional array defines how the atmospheric background has to be subtracted from the lidar channel. Two options are available for the calculation of atmospheric background:

1. Average in the far field of lidar channel. In this case the value of this variable has to be 1
2. Average within pre-trigger bins. In this case the value of this variable has to be 0

This information can be also taken from SCC.DB. Let's suppose in our example we use the pre-trigger for the 1064nm channel and the far field for all other channels. In this case we have to set:

```
Background_Mode = 0, 1, 1, 1 ;
```

- **Background_Low(channels)**

This mandatory array defines the minimum altitude (in meters) to consider in calculating the atmospheric background for each channel. In case pre-trigger mode is used the corresponding value has to be set to the rangebin to be used as lower limit (within pre-trigger region) for background calculation. In our example, if we want to calculate the background between 30000 and 50000 meters for all photoncounting channels and we want to use the first 500 pre-trigger bins for the background calculation for the 1064nm channel we have to set:

```
Background_Low= 0, 30000, 30000, 30000 ;
```



- `Background_High(channels)`

This mandatory array defines the maximum altitude (in meters) to consider in calculating the atmospheric background for each channel. In case pre-trigger mode is used the corresponding value has to be set to the rangebin to be used as upper limit (within pre-trigger region) for background calculation. In our example, if we want to calculate the background between 30000 and 50000 meters for all photoncounting channels and we want to use the first 500 pre-trigger bins for the background calculation for the 1064nm channel we have to set:

```
Background_High = 500, 50000, 50000, 50000 ;
```

- `Molecular_Calc`

This mandatory variable defines the way used by SCC to calculate the molecular density profile. At the moment two options are available:

1. US Standard Atmosphere 1976. In this case the value of this variable has to be 0
2. Radiosounding. In this case the value of this variable has to be 1

If we decide to use the option 1. we have to provide also the measured pressure and temperature at lidar station level. Indeed if we decide to use the option 2. a radiosounding file has to be submitted separately in NetCDF format (the structure of this file is summarized in table 2). Let's suppose we want to use the option 1. so:

```
Molecular_Calc = 0 ;
```

- `Pressure_at_Lidar_Station`

Because we have chosen the US Standard Atmosphere for calculation of the molecular density profile we have to give the pressure in hPa at lidar station level:

```
Pressure_at_Lidar_Station = 1010 ;
```

- `Temperature_at_Lidar_Station`

Because we have chosen the US Standard Atmosphere for calculation of the molecular density profile we have to give the temperature in C at lidar station level:

```
Temperature_at_Lidar_Station = 19.8 ;
```

- `Depolarization_Factor(channels)`

This array is required only for lidar systems that use the two depolarization channels for the backscatter retrieval. It represents the factor f to calculate the total backscatter signal S_t combining its cross S_c and parallel S_p components: $S_t = S_p + fS_c$. This factor is mandatory only for systems acquiring S_c and S_p and not S_t . For systems acquiring S_c , S_p and S_t this factor is optional and it will be used only for depolarization ratio calculation. Moreover only the values of the array corresponding to cross polarization channels will be considered; all other values will be not taken into account and should be set to undefined value. In our example for the wavelength 532nm we have only the cross and the parallel components and not the total one. So we have to give the value of this factor only in correspondence of the 532nm cross polarization channel that corresponds to the channel index 1. Suppose that this factor is 0.88. Moreover, because we don't have any other depolarization channels we have also to set all other values of the array to undefined value.

```
Depolarization_Factor = _,0.88,_,_ ;
```

- **LR_Input(channels)**

This array is required only for lidar channels for which elastic backscatter retrieval has to be performed. It defines the lidar ratio to be used within this retrieval. Two options are available:

1. The user can submit a lidar ratio profile. In this case the value of this variable has to be 0.
2. A fixed value of lidar ratio can be used. In this case the value of this variable has to be 1.

If we decide to use the option 1. a lidar ratio file has to be submitted separately in NetCDF format (the structure of this file is summarized in table 4). If we decide to use the option 2. the fixed value of lidar ratio will be taken from SCC_DB. In our example we have to give a value of this array only for the 1064nm lidar channel because for the 532nm we will be able to retrieve a Raman backscatter coefficient. In case we want to use the fixed value stored in SCC_DB we have to set:

```
LR_Input = 1,_,_,_ ;
```

- **DAQ_Range(channels)**

This array is required only if one or more lidar signals are acquired in analog mode. It gives the analog scale in mV used to acquire the analog signals. In our example we have only the 1064nm channel acquired in analog mode. If we have used a 100mV analog scale to acquire this channel we have to set:

```
DAQ_Range = 100,_,_,_ ;
```

1.3 Global attributes

- **Measurement_ID**

This mandatory global attribute defines the measurement ID corresponding to the actual lidar measurement. It is a string composed by 12 characters. The first 8 characters give the start date of measurement in the format YYYYMMDD. The next 2 characters give the Earlinet call-sign of the station. The last 2 characters are used to distinguish between different time-series within the same date. In our example we have to set:

```
Measurement_ID= "20090130cc00" ;
```

- **RawData_Start_Date**

This mandatory global attribute defines the start date of lidar measurements in the format YYYYMMDD. In our case we have:

```
RawData_Start_Date = "20090130" ;
```

- **RawData_Start_Time_UT**

This mandatory global attribute defines the UT start time of lidar measurements in the format HHMMSS. In our case we have:



```
RawData_Start_Time_UT = "000001" ;
```

- RawData_Stop_Time_UT

This mandatory global attribute defines the UT stop time of lidar measurements in the format HHMMSS. In our case we have:

```
RawData_Stop_Time_UT = "000501" ;
```

- RawBck_Start_Date

This optional global attribute defines the start date of dark measurements in the format YYYYMMDD. In our case we have:

```
RawBck_Start_Date = "20090129" ;
```

- RawBck_Start_Time_UT

This optional global attribute defines the UT start time of dark measurements in the format HHMMSS. In our case we have:

```
RawBck_Start_Time_UT = "235001" ;
```

- RawBck_Stop_Time_UT

This optional global attribute defines the UT stop time of dark measurements in the format HHMMSS. In our case we have:

```
RawBck_Stop_Time_UT = "235301" ;
```

1.4 Example of file (CDL format)

To summarize we have the following NetCDF *Raw Lidar Data* file (in CDL format):

dimensions:

```
points = 5000 ;  
channels = 4 ;  
time = UNLIMITED ; // (10 currently)  
nb_of_time_scales = 2 ;  
scan_angles = 1 ;  
time_bck = 6 ;
```

variables:

```
int channel_ID(channels) ;  
int Laser_Repetition_Rate(channels) ;  
double Laser_Pointing_Angle(scan_angles) ;  
int ID_Range(channels) ;  
int Scattering_Mechanism(channels) ;  
double Emitted_Wavelength(channels) ;  
double Detected_Wavelength(channels) ;  
double Raw_Data_Range_Resolution(channels) ;  
int Background_Mode(channels) ;  
double Background_Low(channels) ;  
double Background_High(channels) ;
```

```

int Molecular_Calc ;
double Pressure_at_Lidar_Station ;
double Temperature_at_Lidar_Station ;
int id_timescale(channels) ;
double Dead_Time(channels) ;
int Dead_Time_Corr_Type(channels) ;
int Acquisition_Mode(channels) ;
double Trigger_Delay(channels) ;
int LR_Input(channels) ;
int Laser_Pointing_Angle_of_Profiles(time, nb_of_time_scales) ;
int Raw_Data_Start_Time(time, nb_of_time_scales) ;
int Raw_Data_Stop_Time(time, nb_of_time_scales) ;
int Raw_Bck_Start_Time(time_bck, nb_of_time_scales) ;
int Raw_Bck_Stop_Time(time_bck, nb_of_time_scales) ;
int Laser_Shots(time, channels) ;
double Raw_Lidar_Data(time, channels, points) ;
double Background_Profile(time_bck, channels, points) ;
double DAQ_Range(channels) ;

// global attributes:
    :Measurement_ID = "20090130cc00" ;
    :RawData_Start_Date = "20090130" ;
    :RawData_Start_Time_UT = "000001" ;
    :RawData_Stop_Time_UT = "000501" ;
    :RawBck_Start_Date = "20090129" ;
    :RawBck_Start_Time_UT = "235001" ;
    :RawBck_Stop_Time_UT = "235301" ;

data:

channel_ID = 7, 5, 6, 8 ;

Laser_Repetition_Rate = 50, 50, 50, 50 ;

Laser_Pointing_Angle = 5 ;

ID_Range = 1, 1, 1, 1 ;

Scattering_Mechanism = 0, 2, 3, 1 ;

Emitted_Wavelength = 1064, 532, 532, 532 ;

Detected_Wavelength = 1064, 532, 532, 607 ;

Raw_Data_Range_Resolution = 7.5, 15, 15, 15 ;

Background_Mode = 0, 1, 1, 1 ;

Background_Low = 0, 30000, 30000, 30000 ;

```



Background_High = 500, 50000, 50000, 50000 ;

Molecular_Calc = 0 ;

Pressure_at_Lidar_Station = 1010 ;

Temperature_at_Lidar_Station = 19.8 ;

id_timescale = 1, 0, 0, 0 ;

Dead_Time = _, 10, 10, 10 ;

Dead_Time_Corr_Type = _, 0, 0, 0 ;

Acquisition_Mode = 0, 1, 1, 1 ;

Trigger_Delay = 50, 0, 0, 0 ;

LR_Input = 1,_,_,_ ;

DAQ_Range = 100,_,_,_ ;

Laser_Pointing_Angle_of_Profiles =

0, 0,
0, 0,
0, 0,
0, 0,
0, 0,
_, 0,
_, 0,
_, 0,
_, 0,
_, 0 ;

Raw_Data_Start_Time =

0, 0,
60, 30,
120, 60,
180, 90,
240, 120,
_, 150,
_, 180,
_, 210,
_, 240,
_, 270 ;

Raw_Data_Stop_Time =



```
60, 30,  
120, 60,  
180, 90,  
240, 120,  
300, 150,  
_, 180,  
_, 210,  
_, 240,  
_, 270,  
_, 300 ;
```

```
Raw_Bck_Start_Time =  
0, 0,  
60, 30,  
120, 60,  
_, 90,  
_, 120,  
_, 150;
```

```
Raw_Bck_Stop_Time =  
60, 30,  
120, 60,  
180, 90,  
_, 120,  
_, 150,  
_, 180 ;
```

```
Laser_Shots =  
1500, 3000, 3000, 3000,  
1500, 3000, 3000, 3000,  
1500, 3000, 3000, 3000,  
1500, 3000, 3000, 3000,  
1500, 3000, 3000, 3000,  
1500, _, _, _,  
1500, _, _, _,  
1500, _, _, _,  
1500, _, _, _,  
1500, _, _, _ ;
```

```
Raw_Lidar_Data = ...
```

```
Background_Profile = ...
```

Please keep in mind that in case you submit a file like the previous one all the parameters present in it will be used by the SCC even if you have different values for the same



parameters within the SCC_DB. If you want to use the values already stored in SCC_DB (this should be the usual way to use SCC) the *Raw Lidar Data* input file has to be modified as follows:

dimensions:

```
points = 5000 ;
channels = 4 ;
time = UNLIMITED ; // (10 currently)
nb_of_time_scales = 2 ;
scan_angles = 1 ;
time_bck = 6 ;
```

variables:

```
int channel_ID(channels) ;
double Laser_Pointing_Angle(scan_angles) ;
double Background_Low(channels) ;
double Background_High(channels) ;
int Molecular_Calc ;
double Pressure_at_Lidar_Station ;
double Temperature_at_Lidar_Station ;
int id_timescale(channels) ;
int Laser_Pointing_Angle_of_Profiles(time, nb_of_time_scales) ;
int Raw_Data_Start_Time(time, nb_of_time_scales) ;
int Raw_Data_Stop_Time(time, nb_of_time_scales) ;
int Raw_Bck_Start_Time(time_bck, nb_of_time_scales) ;
int Raw_Bck_Stop_Time(time_bck, nb_of_time_scales) ;
int LR_Input(channels) ;
int Laser_Shots(time, channels) ;
double Raw_Lidar_Data(time, channels, points) ;
double Background_Profile(time_bck, channels, points) ;
double DAQ_Range(channels) ;
```

// global attributes:

```
:Measurement_ID = "20090130cc00" ;
:RawData_Start_Date = "20090130" ;
:RawData_Start_Time_UT = "000001" ;
:RawData_Stop_Time_UT = "000501" ;
:RawBck_Start_Date = "20090129" ;
:RawBck_Start_Time_UT = "235001" ;
:RawBck_Stop_Time_UT = "235301" ;
```

data:

```
channel_ID = 7, 5, 6, 8 ;
```

```
Laser_Pointing_Angle = 5 ;
```

```
Background_Low = 0, 30000, 30000, 30000 ;
```

```
Background_High = 500, 50000, 50000, 50000 ;
```




```
Molecular_Calc = 0 ;

Pressure_at_Lidar_Station = 1010 ;

Temperature_at_Lidar_Station = 19.8 ;

id_timescale = 1, 0, 0, 0 ;

LR_Input = 1, -, -, - ;

DAQ_Range = 100, -, -, - ;

Laser_Pointing_Angle_of_Profiles =
  0, 0,
  0, 0,
  0, 0,
  0, 0,
  0, 0,
  -, 0,
  -, 0,
  -, 0,
  -, 0,
  -, 0 ;

Raw_Data_Start_Time =
  0, 0,
  60, 30,
  120, 60,
  180, 90,
  240, 120,
  -, 150,
  -, 180,
  -, 210,
  -, 240,
  -, 270 ;

Raw_Data_Stop_Time =
  60, 30,
  120, 60,
  180, 90,
  240, 120,
  300, 150,
  -, 180,
  -, 210,
  -, 240,
  -, 270,
  -, 300 ;
```



```
Raw_Bck_Start_Time =  
  0, 0,  
  60, 30,  
  120, 60,  
  -, 90,  
  -, 120,  
  -, 150;
```

```
Raw_Bck_Stop_Time =  
  60, 30,  
  120, 60,  
  180, 90,  
  -, 120,  
  -, 150,  
  -, 180 ;
```

```
Laser_Shots =  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, 3000, 3000, 3000,  
  1500, -, -, -,  
  1500, -, -, -,  
  1500, -, -, -,  
  1500, -, -, -,  
  1500, -, -, - ;
```

```
Raw_Lidar_Data = ...
```

```
Background_Profile = ...
```

This example file contains the minimum collection of mandatory information that has to be found within the *Raw Lidar Data* input file. If it is really necessary, the user can decide to add to these mandatory parameters any number of additional parameters considered in the previous example.

Finally, suppose we want to make the following changes with respect to the previous example:

1. use a sounding file for molecular density calculation instead of "US Standar Atmosphere 1976"
2. supply a lidar ratio profile to use in elastic backscatter retrieval instead of a fixed value
3. provide a overlap function for overlap correction



In this case we have to generate the following NetCDF additional files:

- `rs_20090130cc00.nc`

The name of *Sounding Data* file has to be computed as follows:

`"rs_"+Measurement_ID`

The structure of this file is summarized in table 2.

- `ov_20090130cc00.nc`

The name of *Overlap* file has to be computed as follows:

`"ov_"+Measurement_ID`

The structure of this file is summarized in table 3.

- `lr_20090130cc00.nc`

The name of *Lidar Ratio* file has to be computed as follows:

`"lr_"+Measurement_ID`

The structure of this file is summarized in table 4.

Moreover we need to apply the following changes to the *Raw Lidar Data* input file:

1. Change the value of the variable `Molecular_Calc` as follows:

```
Molecular_Calc = 1 ;
```

Of course the variables `Pressure_at_Lidar_Station` and `Temperature_at_Lidar_Station` are not necessary anymore.

2. Change the values of the array `LR_Input` as follows:

```
LR_Input = 0,_,_,_ ;
```

3. Add the global attribute `Sounding_File_Name`

```
Sounding_File_Name = "rs_20090130cc00.nc" ;
```

4. Add the global attribute `LR_File_Name`

```
LR_File_Name = "lr_20090130cc00.nc" ;
```

5. Add the global attribute `Overlap_File_Name`

```
Overlap_File_Name = "ov_20090130cc00.nc" ;
```



Table 1: NetCDF Raw Lidar Data file structure

Description	Type	
Dimensions		
points		
Number of vertical bins of lidar profiles. In case different channels correspond to different numbers of vertical bins this dimension has to be set to the maximum number of vertical bins	-	Mandatory
channels		
Number of lidar channels	-	Mandatory
nb_of_time_scales		
Number of different time scales included in lidar data. If all channels are acquired with the same time scale this dimension has to be set to 1.	-	Mandatory
time		
Number of profiles included in the time-series	UNLIMITED	Mandatory
time_bck		
Number of dark measurement profiles	-	Optional
scan_angles		
Number of scan angles used during the measurement	-	Mandatory
Variables		
channel_ID(channels)		
Channel ID in SCC relational database. In its final version the SCC will provide to the user a tool to get the channel IDs for his lidar system through a Web interface. At the moment this interface is not yet available so the channel IDs for a particular lidar system will be communicated directly to the corresponding user.	int	Mandatory
Laser_Repetition_Rate(channels)		
Laser repetition rate in Hz for each channel	int	Optional
Laser_Pointing_Angle(scan_angles)		
Laser pointing angle(s) with respect to the zenith expressed in degrees	double	Mandatory
ID_Range(channels)		
A value of 0 means low range signal, a value of 1 means high range signal and a value of 2 means ultraneer range signal. In case for a particular channel you don't have splitting between low, high and ultraneer range the corresponding value of this variable has to be set to 1.	int	Optional
Scattering_Mechanism(channels)		
Defines the scattering mechanism involved in each lidar channel. 0-Elastic, 1-Raman N ₂ , 2-Cross Polarization, 3-Parallel Polarization, 4-Raman H ₂ O, 5-RRcS, 6-RRfS, 7-RRcaS, 8-RRfaS, 9-RRcSaS, 10-RRfSaS	int	Optional

continued on next page

continued from previous page

Description	Type	
Emitted_Wavelength(channels) Emitted wavelengths in nm for each channel	double	Optional
Detected_Wavelength(channels) Detected wavelengths in nm. These are the center of your interferential filter for each channel.	double	Optional
Raw_Data_Range_Resolution(channels) Raw data range resolution of lidar profile in m for each channel	double	Optional
Background_Mode(channels) Defines the way to use for atmospherical background subtraction for each channel. 0-Pre-trigger, 1-Far field	int	Optional
Background_Low(channels) Minimum altitudes for atmospherical background calculation in meters for each channel. If pre-trigger is used as background subtraction mode for a particular channel, the corresponding value of this variable has to be set to the rangebin to be used as lower limit (within pre-trigger region) for background calculation.	double	Mandatory
Background_High(channels) Maximum altitude for atmospherical background calculation in meters for each channel. If pre-trigger is used as background subtraction mode for a particular channel, the corresponding value of this variable has to be set to the rangebin to be used as upper limit (within pre-trigger region) for background calculation. If the variable First_Signal_Rangebin is not given the first valid lidar rangebin will be the next after Background_High one.	double	Mandatory
Molecular_Calc Defines the way to calculate molecular numerical density. 0-US Standard Atmosphere 1976, 1-External radiosounding, 2-GFS Model. This last option is not yet implemented in the SCC.	int	Mandatory
id_timescale(channels) This array determines which time scale is used for the acquisition of each channel. In particular this array defines the link between the channel index and the time scale index. In case a single time scale is used, all values of this array have to be set to 0.	int	Mandatory
Dead_Time_Corr_Type(channels) This array defines the type of dead time correction that has to be applied of photoncounting lidar data. Please use a value of 0 for a not-paralyzable channel and 1 for a paralyzable one.	int	Optional

continued on next page



continued from previous page

Description	Type	
Dead_Time(channels) Value of dead time in ns for each channel	double	Optional
Acquisition_Mode(channels) Defines the acquisition mode used for each channel. 0-Analog, 1-Photoncounting	int	Optional
Trigger_Delay(channels) The delay in ns between the laser pulse output and the middle of the first rangebin for each channel.	double	Optional
Laser_Pointing_Angle_of_Profiles(time,nb_of_time_scales) The array determines which scan angle is used for the acquisition of each lidar profile. In particular this array defines the link between the time and timescale indexes and the scan angle index.	int	Mandatory
Raw_Data_Start_Time(time, nb_of_time_scales) Start time of each raw lidar profile expressed in seconds from the RawData_Start_Time_UT	int	Mandatory
Raw_Data_Stop_Time(time, nb_of_time_scales) Stop time of each raw lidar profile expressed in seconds from the RawData_Start_Time_UT	int	Mandatory
Laser_Shots(time, channels) Number of laser shots accumulated for each channel at any time	int	Mandatory
Raw_Lidar_Data(time, channels, points) Raw lidar data. For photoncounting channels the counts have to be used and for analog channels the signal in mV.	double	Mandatory
Depolarization_Factor(channels) Factor f to calculate the total backscatter signal S_t combining its cross S_c and the parallel S_p components: $S_t = S_p + fS_c$. This factor has to be set only in correspondence of cross polarization channel(s). If S_t is measured by an additional channel, f will be used only for depolarization ratio calculation.	double	Mandatory if only S_p and S_c are given
LR_Input(channels) Lidar ratio to be used within the elastic-only backscatter retrieval. Two options are available: 0 for lidar ratio profile (taken from an external file submitted by the user), 1 for fixed value (taken from SCC_DB)	int	Mandatory if elastic backscatter retrievals have to be done
DAQ_Range(channels) Analog scale used to acquire analog signals in mV	double	Mandatory if analog signals are present
Pressure_at_Lidar_Station Pressure measured at lidar station level in hPa.	double	Mandatory if Molecular_Calc=0

continued on next page

continued from previous page

Description	Type	
Temperature.at.Lidar.Station Temperature measured at lidar station level in C.	double	Mandatory if Molecular_Calc=0
Background_Profile(time_bck,channels,points) Dark measurements profiles. These profiles will be subtracted from the lidar profiles.	double	Optional
Raw_Bck_Start_Time(time_bck, nb_of_time_scales) Start time of each dark measurement profile expressed in seconds from the RawBck_Start_Time_UT	int	Mandatory if Background_Profile is given
Raw_Bck_Stop_Time(time_bck, nb_of_time_scales) Stop time of each dark measurement profile expressed in seconds from the RawBck_Start_Time_UT	int	Mandatory if Background_Profile is given
Error_On_Raw_Lidar_Data(time, channels, points) This array has to be used only by lidar systems able to provide the errors on each single raw analog lidar profile. This array has to be filled only in correspondence of analog channels leaving all other values as undefined (for the photoncounting channels the SCC will calculate the errors as the square root of the counts.	double	Optional
First_Signal_Rangebin(channels) Rangebin at which lidar profile begins starting from 0. If it is not given the first valid rangebin will be the one after the Background_High in case pre-trigger is used as background subtraction mode, 0 if far field is used.	int	Optional
Error_On_Raw_Lidar_Data(time, channels, points) This array has to be used only by lidar systems able to provide the errors on each single raw analog lidar profile. This array has to be filled only in correspondence of analog channels leaving all other values as undefined (for the photoncounting channels the SCC will calculate the errors as the square root of the counts.	double	Optional
Global Attributes		
Measurement_ID Measurement identifier defining your measurement. The value of this global attribute has to match with the Measurement_ID given in SCC database for the same measurements.	text	Mandatory
RawData_Start_Date The start date of measurement in format YYYYMMDD. The value of this attribute has to match with the start date given in SCC database	text	Mandatory

continued on next page



continued from previous page

Description	Type	
RawData_Start_Time_UT Start Time of measurement (UT) in format HHMMSS	text	Mandatory
RawData_Stop_Time_UT Stop Time of measurement (UT) in format HHMMSS	text	Mandatory
RawBck_Start_Date The start date of the dark measurement in format YYYYMMDD	text	Mandatory if Back- ground_Profile is given
RawBck_Start_Time_UT Start Time of dark measurement (UT) in format HH- MMSS	text	Mandatory if Back- ground_Profile is given
RawBck_Stop_Time_UT Stop Time of measurement (UT) in format HHMMSS	text	Mandatory if Back- ground_Profile is given
Sounding_File_Name Name of NetCDF sounding file to use in molecular density calculation.	text	Mandatory if Molecu- lar_Calc=1
LR_File_Name Name of NetCDF file containing the lidar ratio profile to use within elastic backscatter retrievals.	text	Mandatory if at least one value of LR_Input is zero
Overlap_File_Name Name of NetCDF overlap file	text	Optional
Location Location where the lidar system is running	text	Optional
System Lidar system name	text	Optional
Latitude_degrees_north Latitude where the lidar system is running	double	Optional
Longitude_degrees_east Longitude where the lidar system is running	double	Optional
Altitude_meter_asl Altitude above sea level	double	Optional

Table 2: NetCDF Sounding Data file structure

Description	Type	
Dimensions		
points		
Number of vertical bins of sounding profiles.	-	Mandatory
Variables		
Altitude(points)		
Altitude above sounding station in m. The vertical resolution can be different from the resolution of lidar profile. In this case the molecular density will be interpolated at same resolution of lidar profile.	double	Mandatory
Temperature(points)		
Sounding temperature profile in °C	double	Mandatory
Pressure(points)		
Sounding pressure profile in hPa	double	Mandatory
RelativeHumidity(points)		
Sounding relative humidity profile (%)	double	Optional
Global Attributes		
Latitude_degrees_north		
Latitude of sounding station	double	Mandatory
Longitude_degrees_east		
Longitude of sounding station	double	Mandatory
Altitude_meter_asl		
Altitude above sea level of sounding station	double	Mandatory
Location		
Location name of sounding station	text	Optional
Sounding_Station_Name		
Sounding station name	text	Optional
WMO_Station_Number		
WMO station number	text	Optional
WBAN_Station_Number		
WBAN station number	text	Optional
Sounding_Start_Date		
Sounding start date in format YYYYMMDD	text	Mandatory
Sounding_Start_Time_UT		
Sounding start (synoptic) time UT in format HHMMSS	text	Mandatory
Sounding_Stop_Time_UT		
Sounding stop time UT in format HHMMSS	text	Optional

Deer

Table 3: NetCDF Overlap file structure

Description	Type	
Dimensions		
points		
Number of vertical bins of overlap function. In case different channels have different numbers of bins this dimension has to be set to the maximum number of vertical bins.	-	Mandatory
channels		
Number of lidar channels for which the overlap function has been measured	-	Mandatory
Variables		
Altitude(points)		
Hight above lidar station profile in m. The vertical resolution can be different from the resolution of lidar profile. In this case the overlap profile will be interpolated at same resolution of lidar profile	double	Mandatory
Overlap_Function(channels,points)		
Correction factor for overlap.	double	Mandatory
channel_ID(channels)		
Channel ID in SCC relational database for which overlap function has been measured. In the final version of SCC it will be provided to the user a tool to get the channel IDs for his lidar system via Web. At the moment these IDs will be communicated directly to the user.	int	Mandatory
Global Attributes		
Lidar_Station_Name		
Earlinet call-sign for Lidar Station	text	Mandatory
Overlap_Measurement_Date		
The date in which the overlap function has been measured in format YYYYMMDD	text	Mandatory

Table 4: NetCDF Lidar Ratio file structure

Description	Type	
Dimensions		
points		
Number of vertical bins of lidar ratio profiles. In case different channels have different number of bins this dimension has to be set to the maximum number of vertical bins	-	Mandatory
products		
Number of lidar products for which the lidar ratio profile is given	-	Mandatory
Variables		
Altitude(points)		
Hight above lidar station profile in m. The vertical resolution can be different from the resolution of lidar profile. In this case the lidar ratio profile will be interpolated at same resolution of lidar profile	double	Mandatory
Lidar_Ratio(products,points)		
Lidar ratio profile	double	Mandatory
product_ID(products)		
Product ID in SCC relational database for which the lidar profile has been given. In the final version of SCC it will be provided to the user a tool to get the product IDs for his lidar system via Web. At the moment these IDs will be communicated directly to the user.	int	Mandatory
Global Attributes		
Lidar_Station_Name		
Earlinet call-sign for Lidar Station	text	Mandatory