

Técnicas LIDAR para el sensado remoto de aerosoles, gases y parámetros atmosféricos

Pablo Roberto Ristori – Lidia Ana Otero

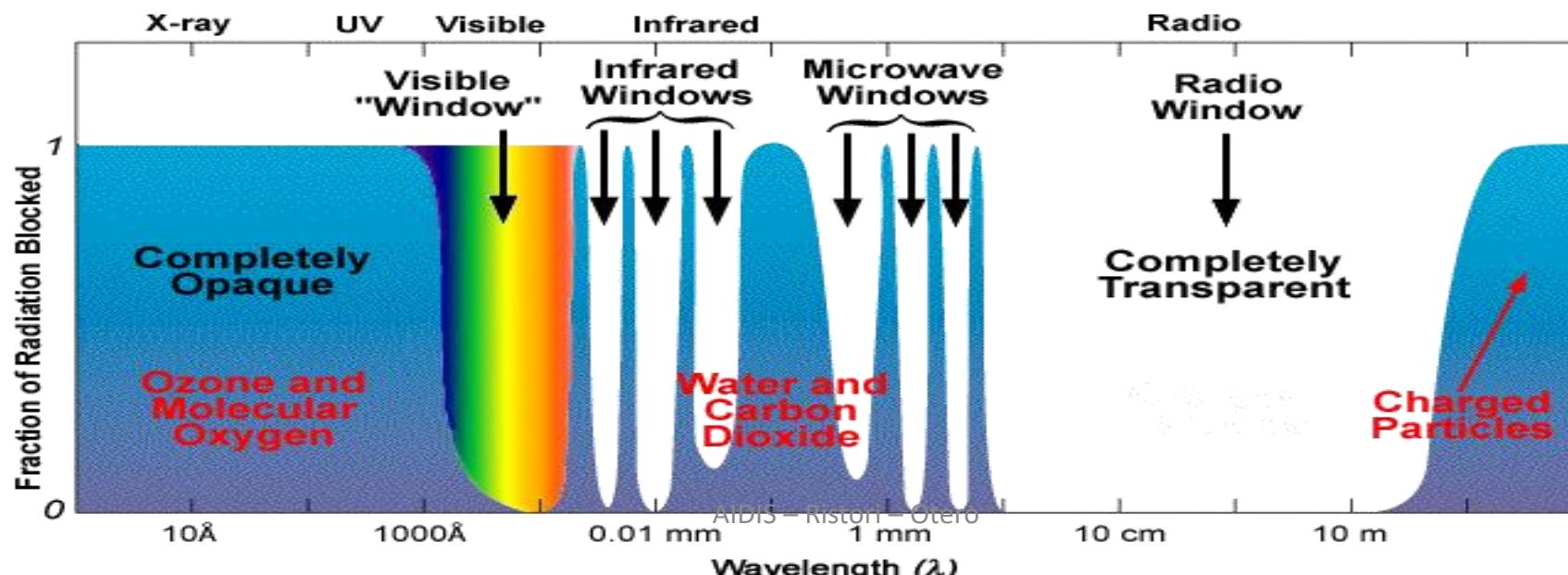
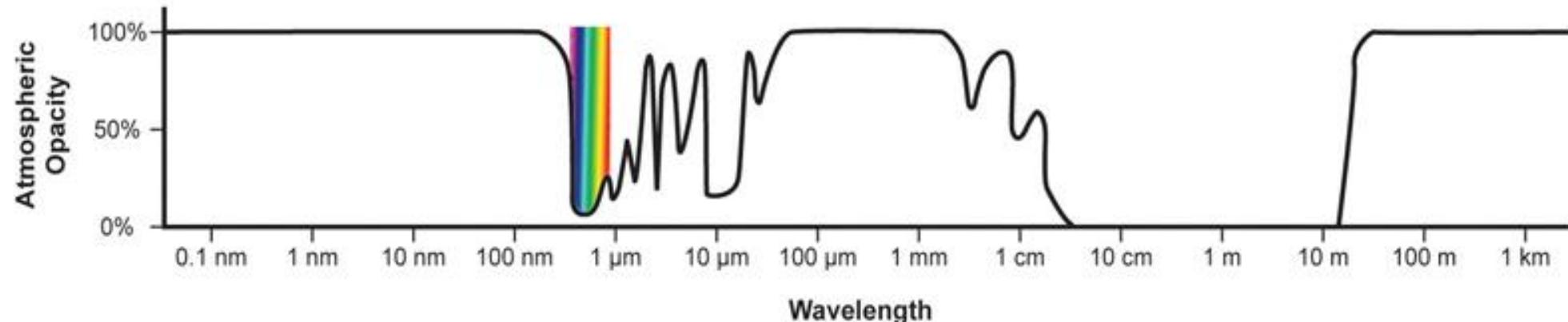
Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires

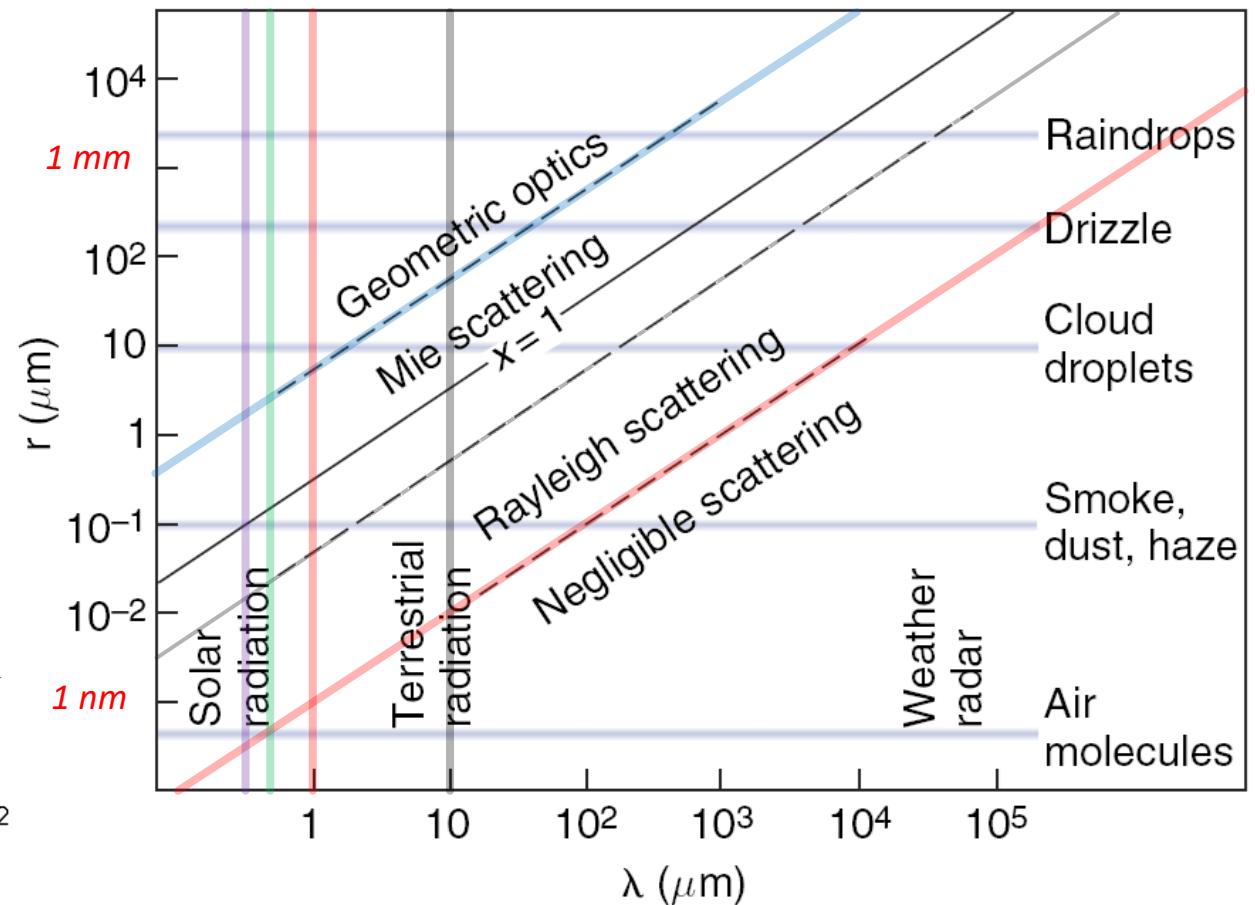
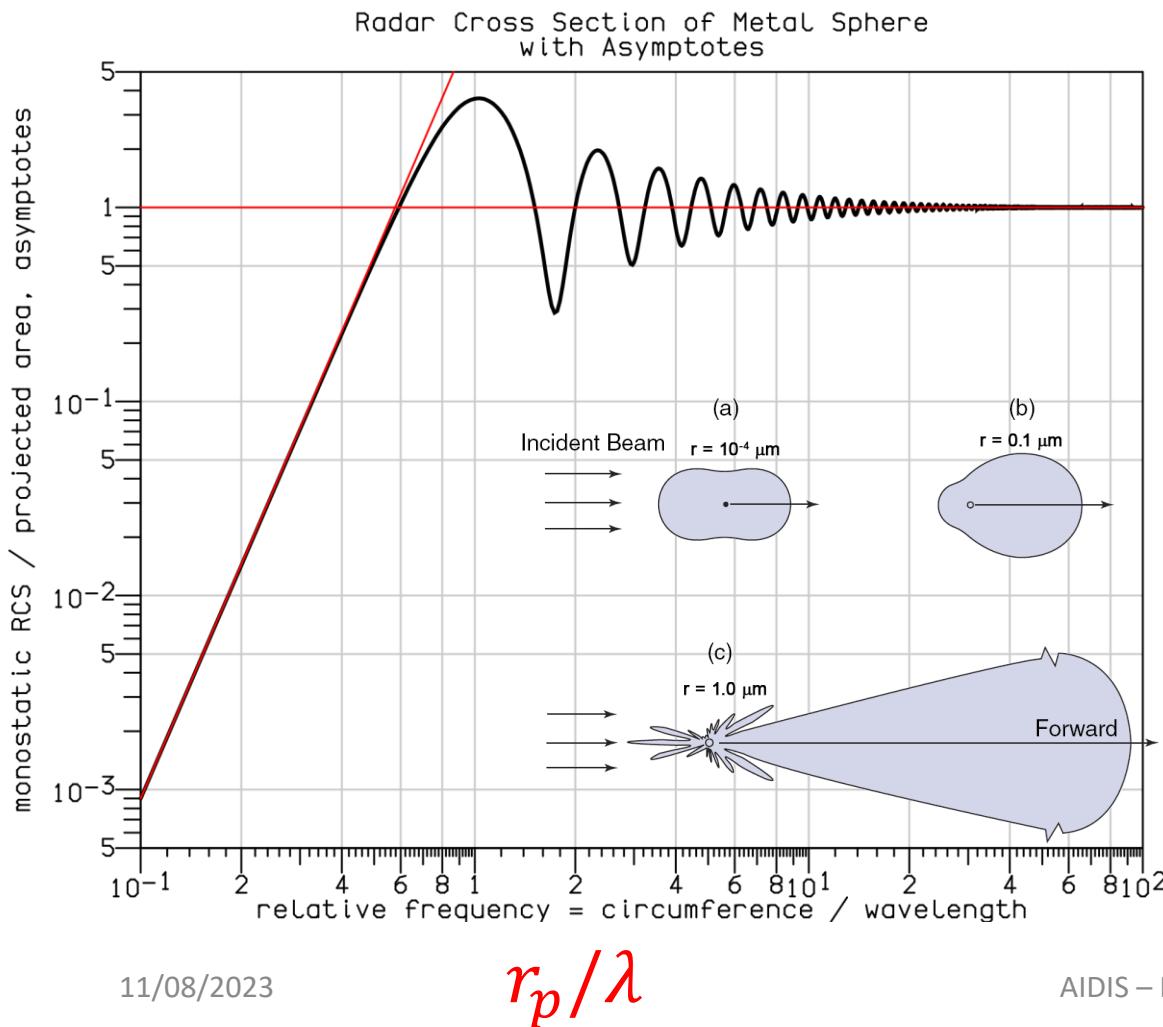
Facultad de Ingeniería del Ejército - Universidad de Defensa

École Polytechnique Fédérale de Lausanne (*Phd*)

Ventanas de transmisión atmosféricas

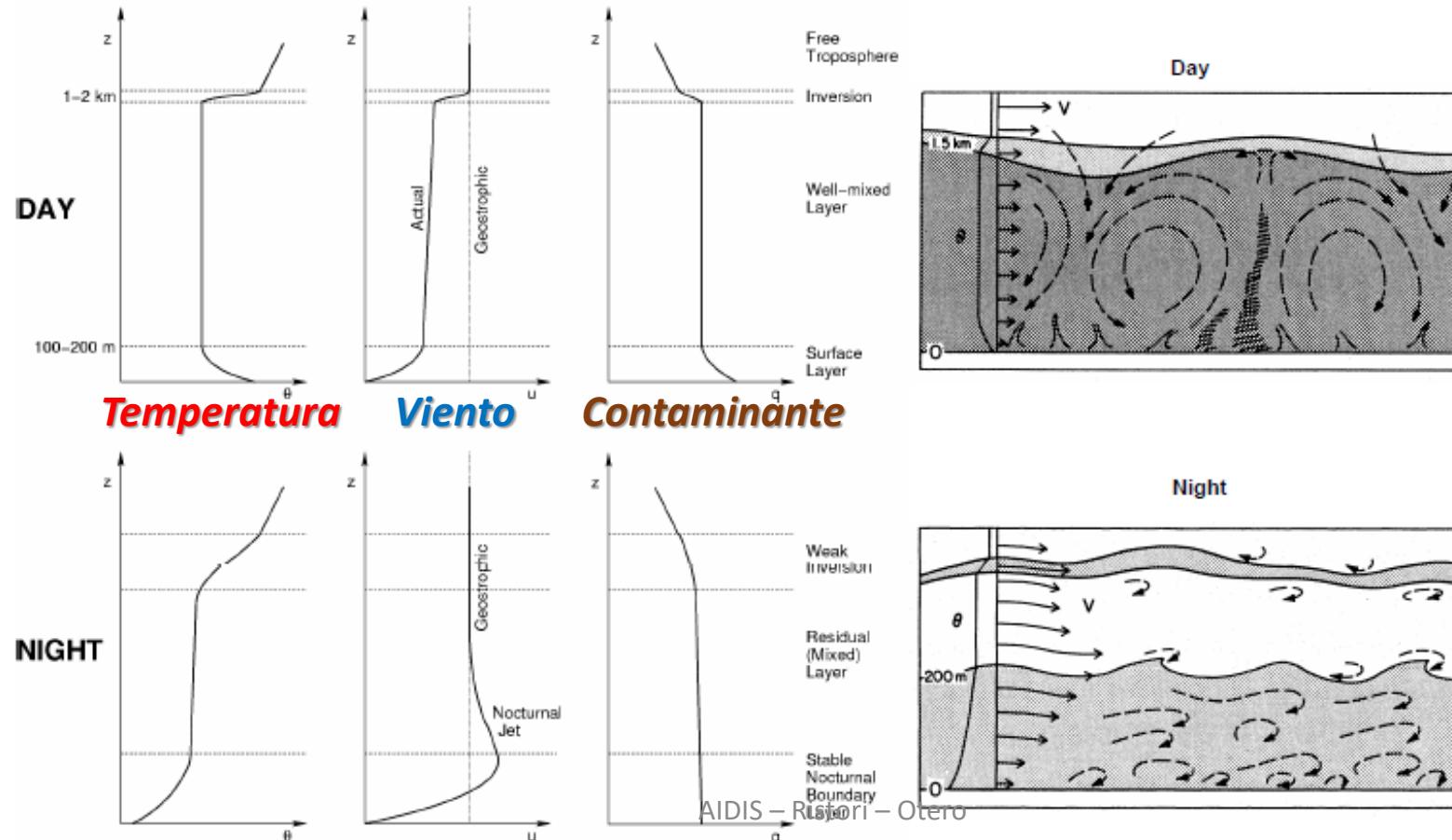


Scattering de partículas



Dinámica de la tropósfera baja: Capa Límite Atmosférica

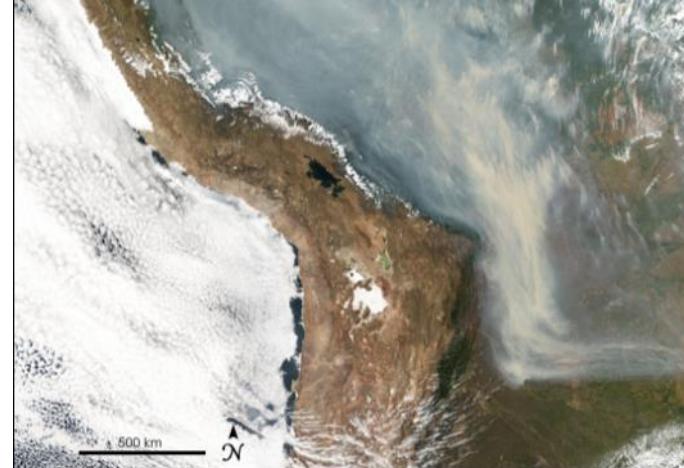
Figure 1. (Left) Typical profiles of potential temperature, wind and humidity over land in midlatitudes during cloudless conditions.
(Right) Schematics of the typical ABL circulation and eddy structure of the ABL in the day and night (from Kaimal and Finnigan 1994).



Observación de la Atmósfera mediante LIDAR



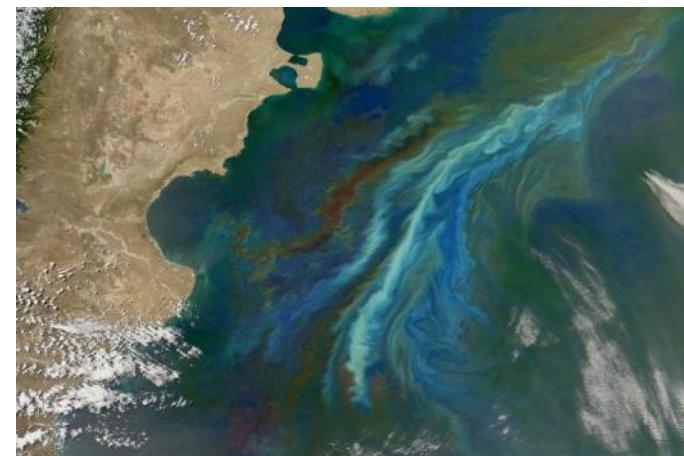
Aerosoles dentro de la capa límite atmosférica



Transporte de aerosoles de quema de biomasa



Transporte de Ceniza Volcánica y removilización de cenizas depositadas

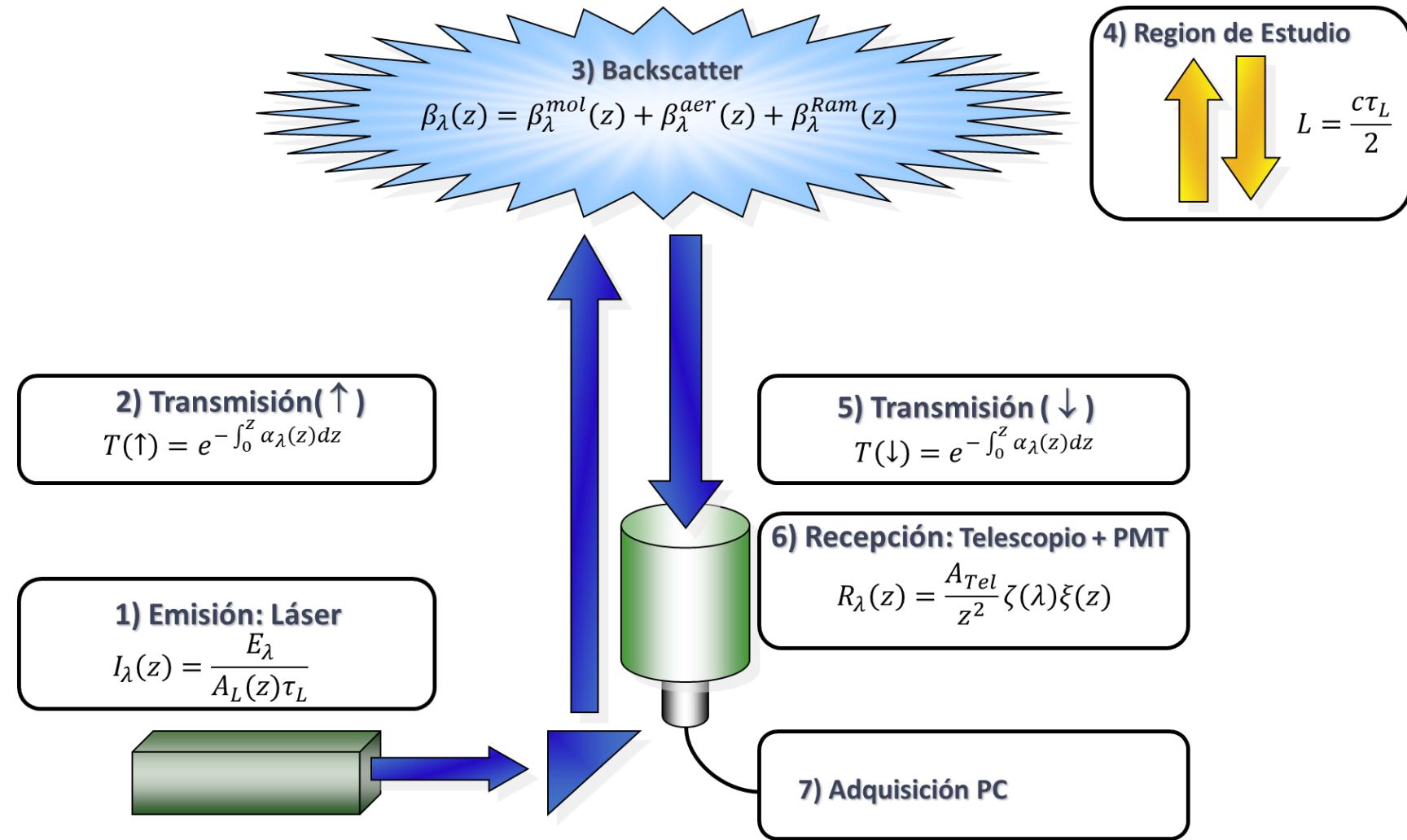


Transporte de polvo de la Patagonia (eclosión de algas)

LIDAR

- El sistema LIDAR elástico y simulaciones
- Caso de estudio de monitoreo de quema de biomasa (Transporte de quema desde Australia)
- LIDAR para el monitoreo de contaminantes atmosféricos
- LIDAR para la medición de vapor de agua a distintas resoluciones espaciotemporales
- LIDAR para la medición de ceniza volcánica

El sistema y la ecuación LIDAR



P es la señal medida con el lidar

K es una constante que depende del láser y el área de colección

$\xi(r)$ es la función de superposición entre el láser y el telescopio

$\zeta(\lambda)$ es la eficiencia espectral de los elementos ópticos y el detector

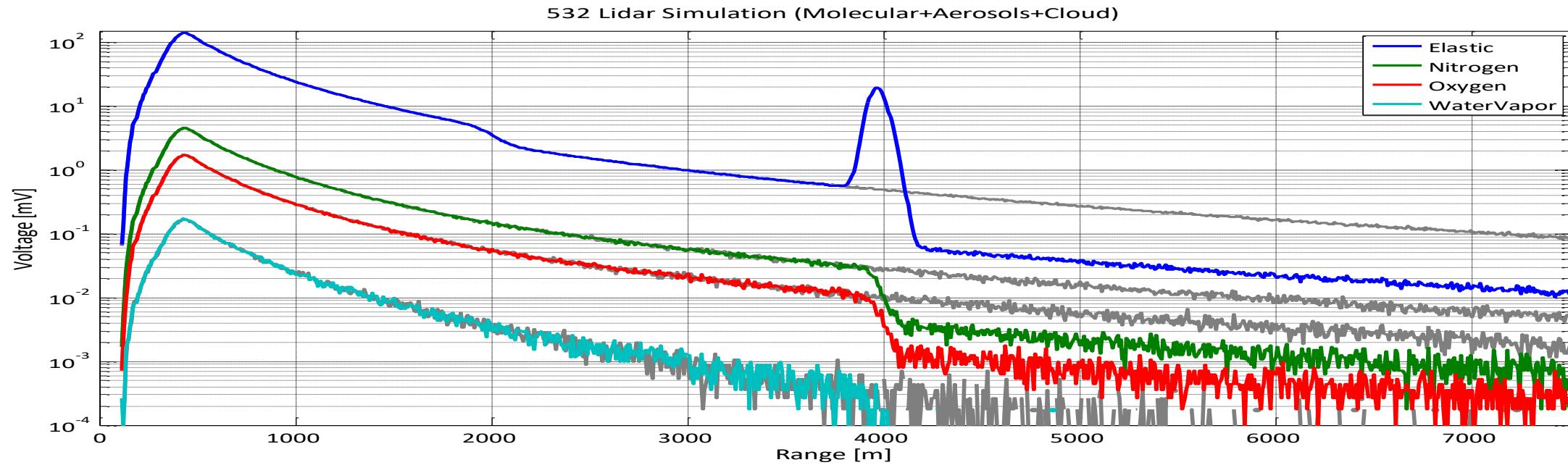
$\beta(\lambda, r)$ es la retrodifusión atmosférica

$T(\lambda, r)$ es la transmisión atmosférica definida como $\exp(-\int_0^r \alpha(\lambda, x) dx)$

siendo $\alpha(\lambda, r)$ la extinción atmosférica

$$P(\lambda, r) = K \frac{\xi(r)\zeta(\lambda)}{r^2} \beta(\lambda, r) T^2(\lambda, r)$$

Simulación de señales LIDAR



Emission Parameters

532 nm, 100 mJ @ 10 Hz
Integration time 15 minutes

Detection Parameters

Telescope

45 cm f/3 Newtonian

Detection Efficiency

Polychromator 30 % - PMT QE = 25%
(ND Filter in Elastic Channel OD 2)

Elastic Wavelength

Laser 532 nm

Raman Wavelengths

Nitrogen 607.4 nm

Oxygen 580.1 nm

Water Vapour 660 nm

Atmospheric Parameters

Molecular Profile

US Standard Atmosphere

$P_0 = 101325 \text{ Pa}$, $T_0 = 15^\circ\text{C}$, $L = -6.5^\circ\text{C}/\text{km}$

ABL height 2 km, Entrainment 100 m, RH = 100%

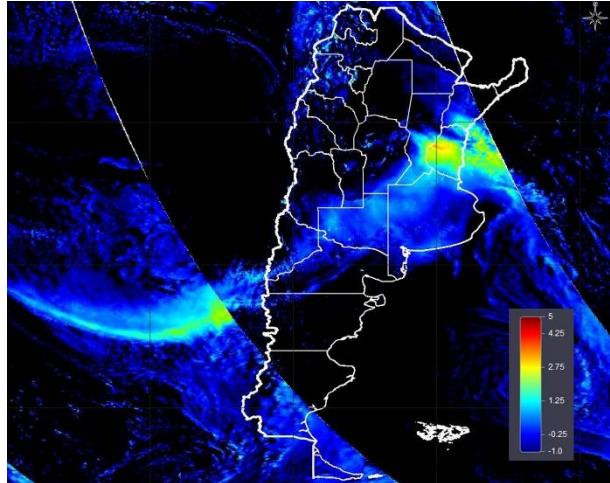
Aerosol Profile (Below ABL)

$\text{AOT}_{550} = 0.2$, Ångström Exponent = 1.3
Backscatter to Extinction Ratio = 0.012

Cloud Profile

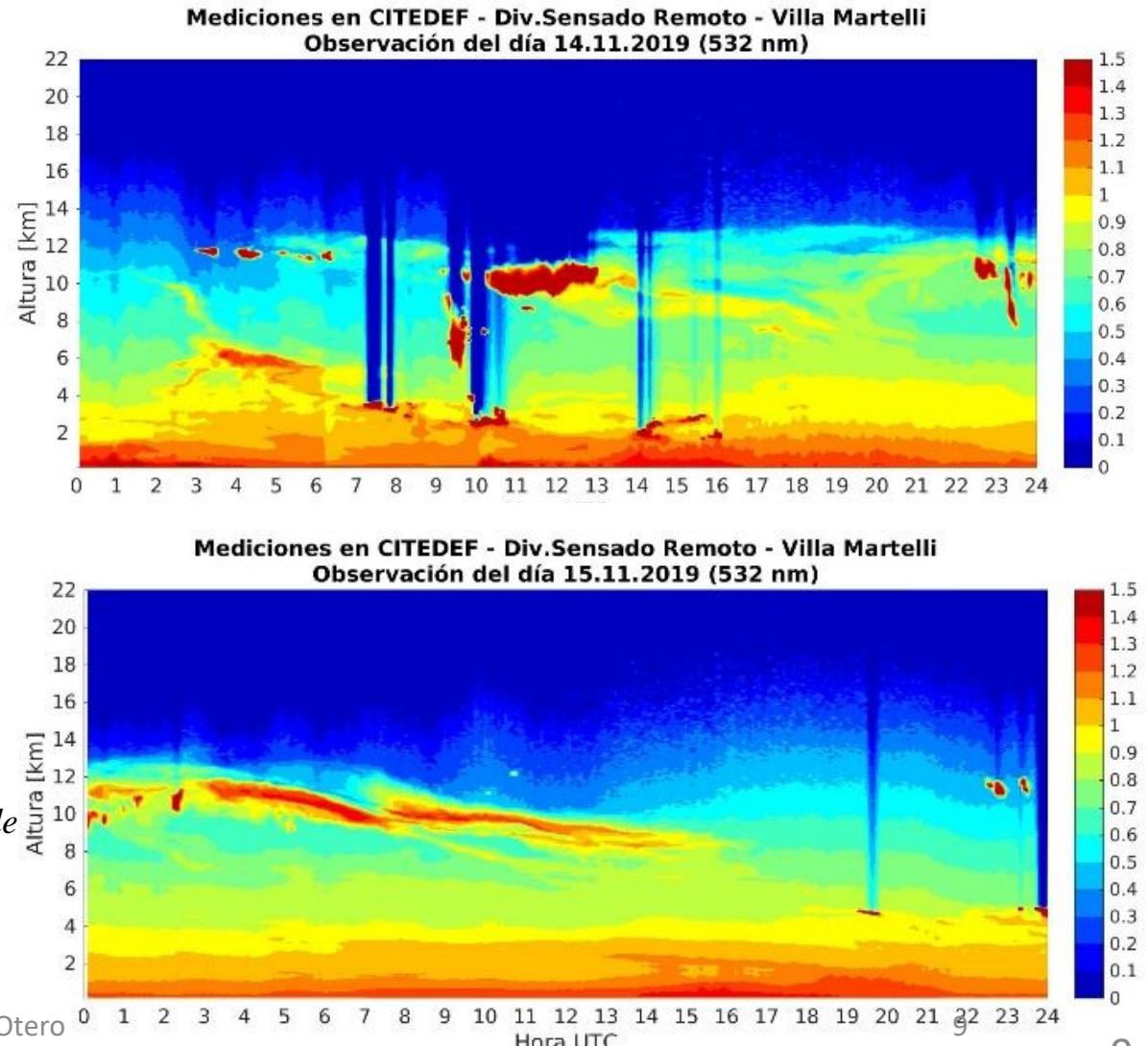
$\text{COT}_{550} = 1.0$, Ångström Exponent = 0
Backscatter to Extinction Ratio = 0.020

Lidar para medir el transporte de quema de biomasa (Australia)

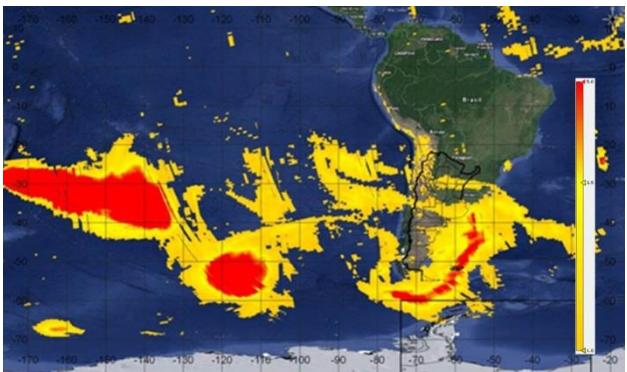


Índice de Aerosol (AI) medido con el sensor TROPOMI para el 14 de noviembre de 2019

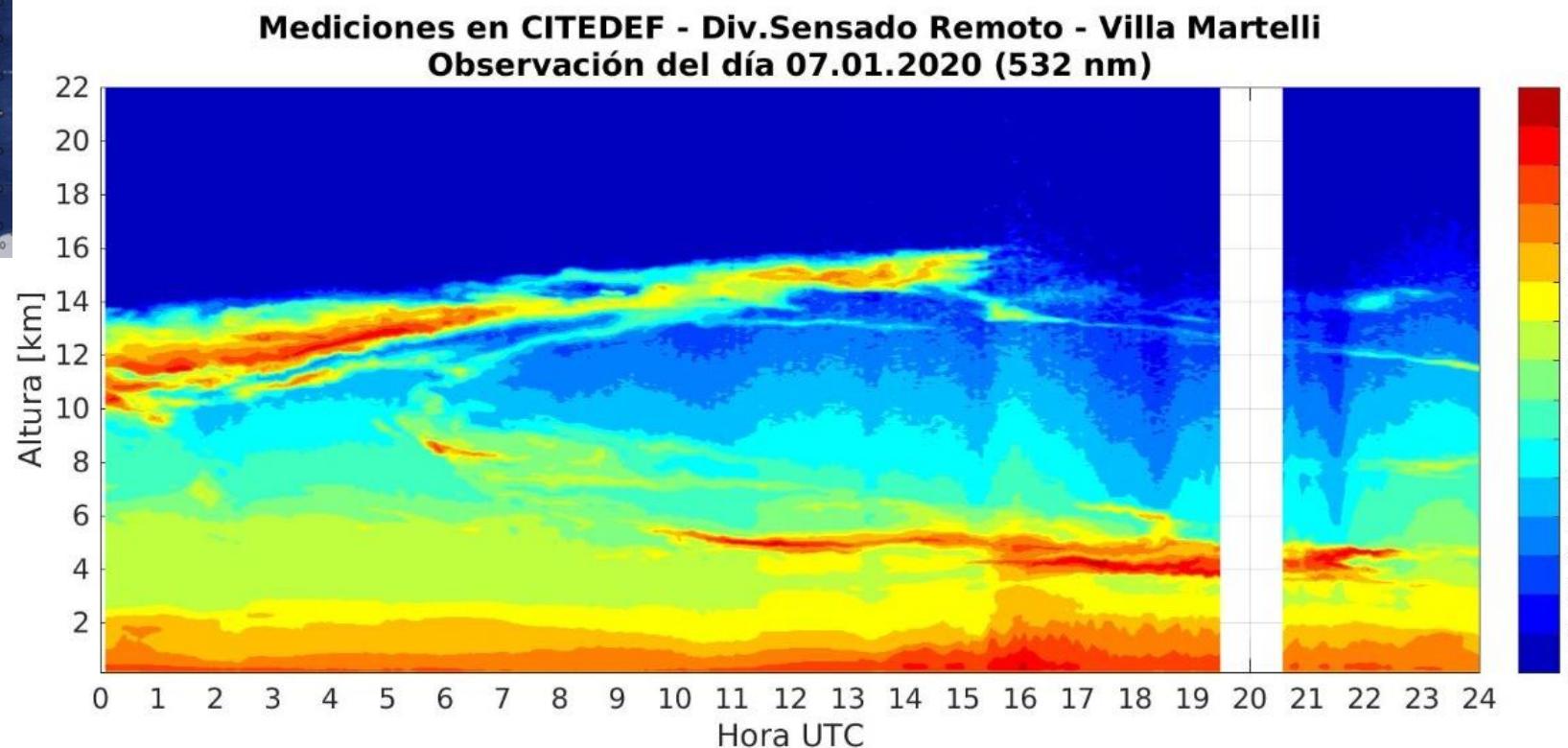
Evolución espacio-temporal de la retrodifusión normalizada de aerosoles en 532 nm para el 14 y 15 de noviembre de 2019.



Quema de Biomasa Australia – 2020

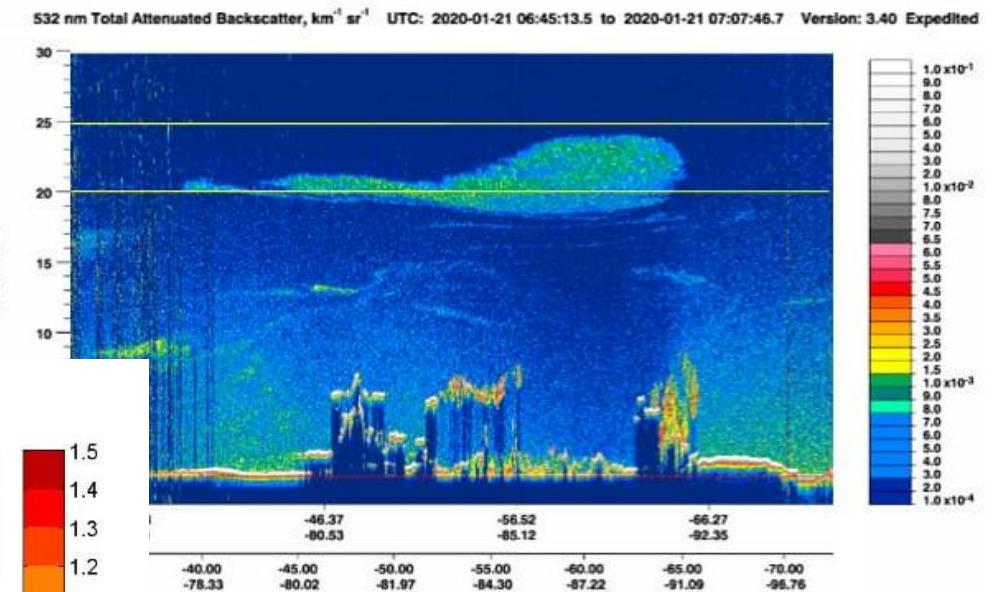
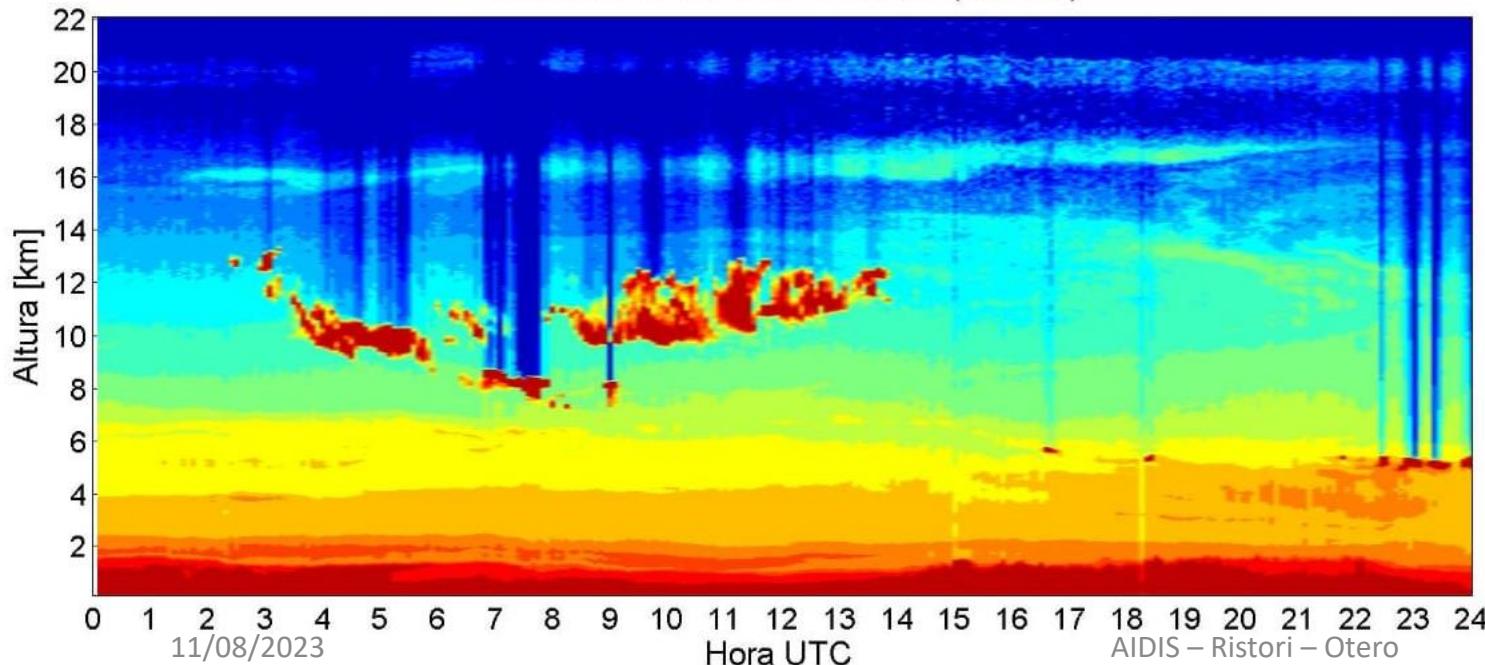


Índice de Aerosol (AI) para el 07 de enero de 2020.



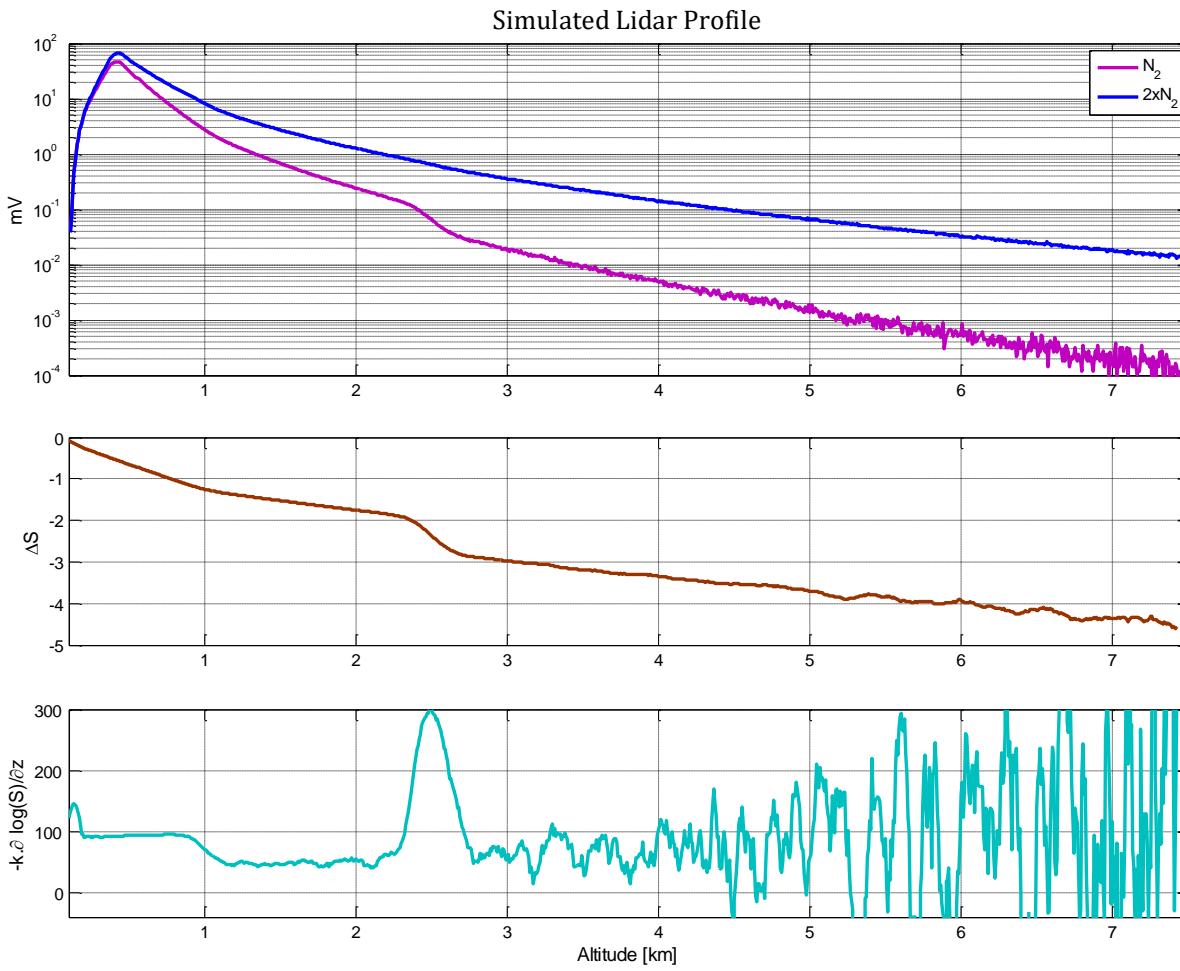
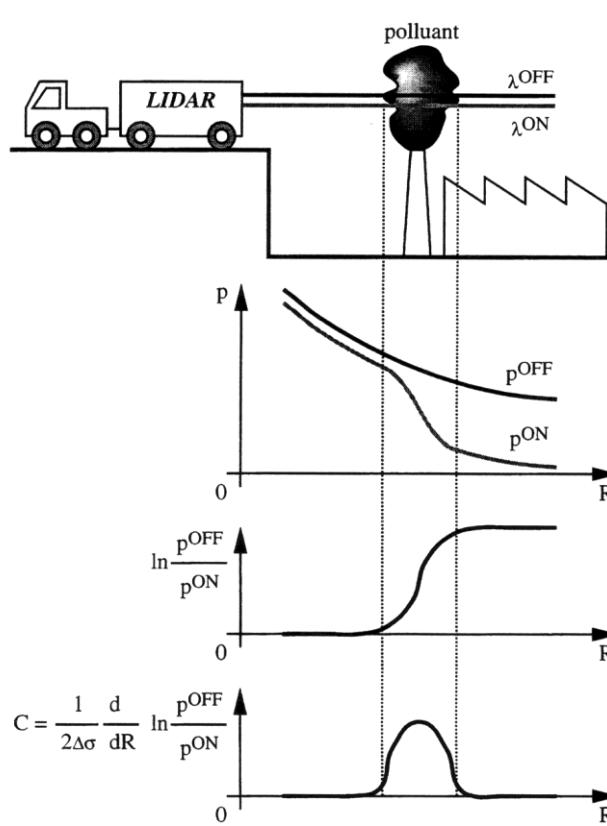
Quema de Biomasa Australia – 2020

Mediciones en CITEDEF - Div.Sensado Remoto - Villa Martelli
Observación del día 24.01.2020 (532 nm)



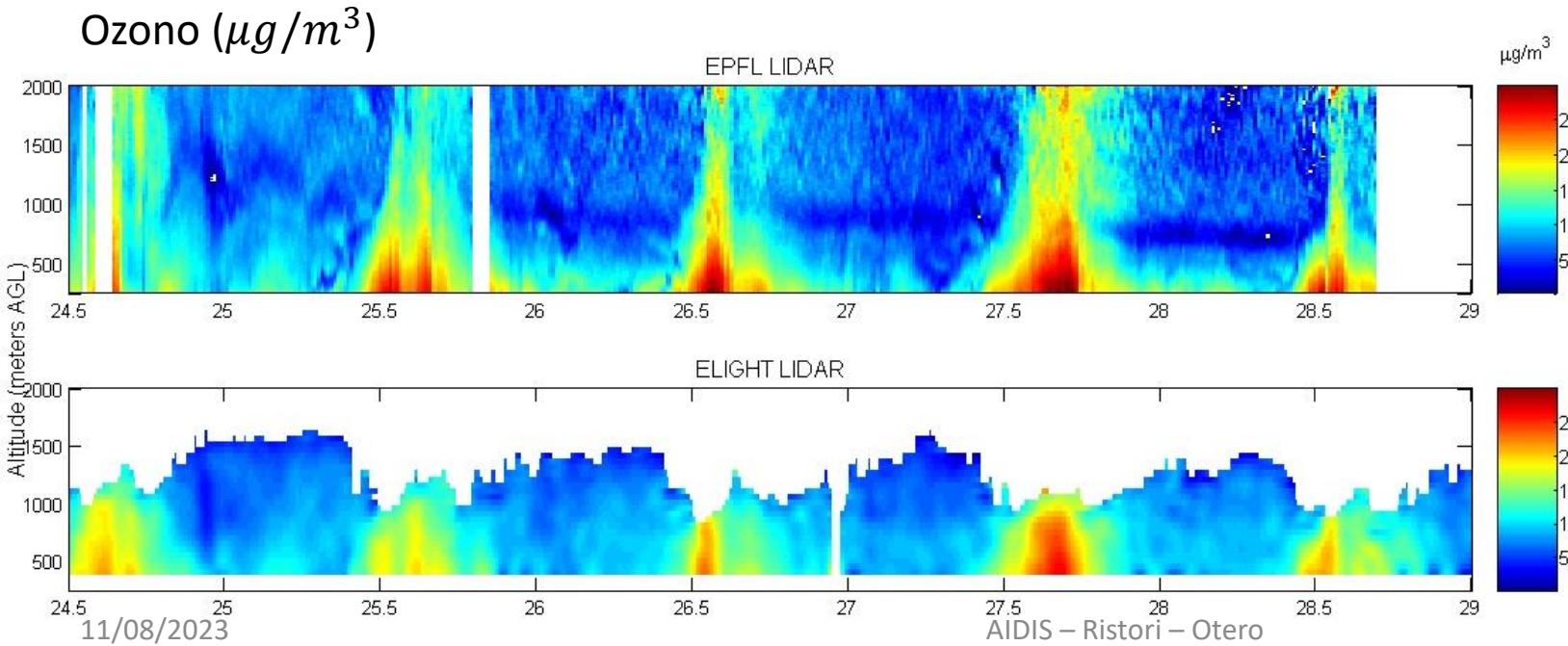
Mediciones Satelitales

LIDAR para el monitoreo de contaminantes

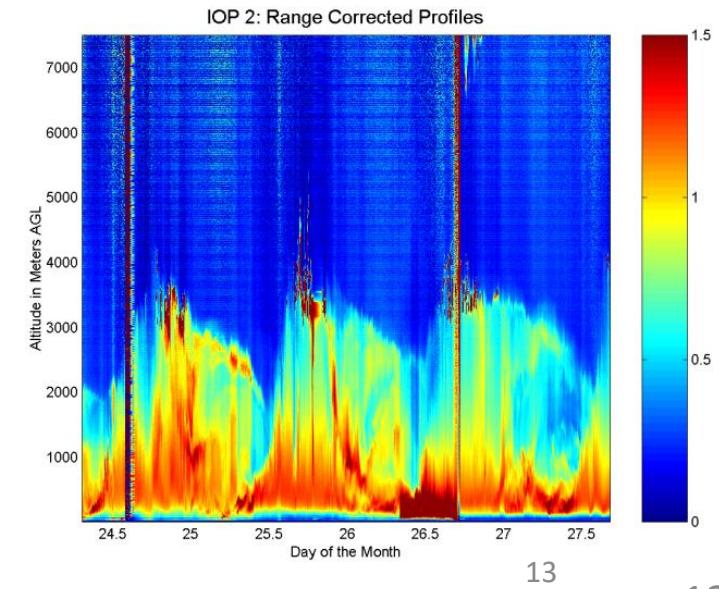


LIDAR para el monitoreo de contaminantes

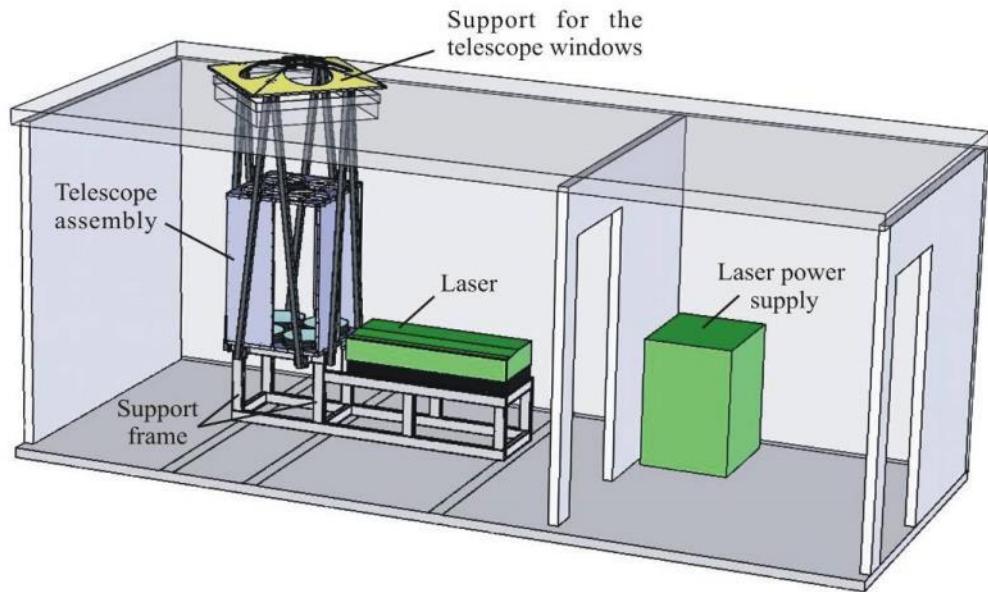
*Perfiles verticales de O_3 y
Aerosoles medidos con LIDAR
en Ciudad de México (Campaña
de medición MCMA-2003)*



Aerosoles (UA)



LiDAR para el monitoreo de vapor de agua



Lidar de vapor de agua y temperatura desarrollado en la EPF-Lausanne para el Servicio Meteorológico Suizo (Payerne)

Razón de mezcla de vapor de agua

Límite de detección 0.01 g/kg

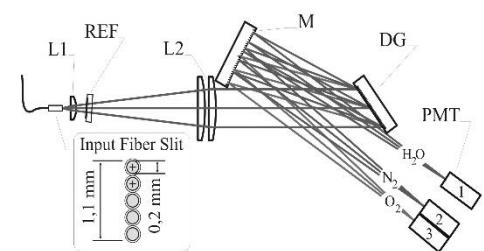
Rango y resolución especial de la observación

- Día 150 – 5'000 m / 30-400 m
- Noche 150 – 10'000 m / 30-600 m

Tiempo de observación: 15 – 30 min

11/08/2023

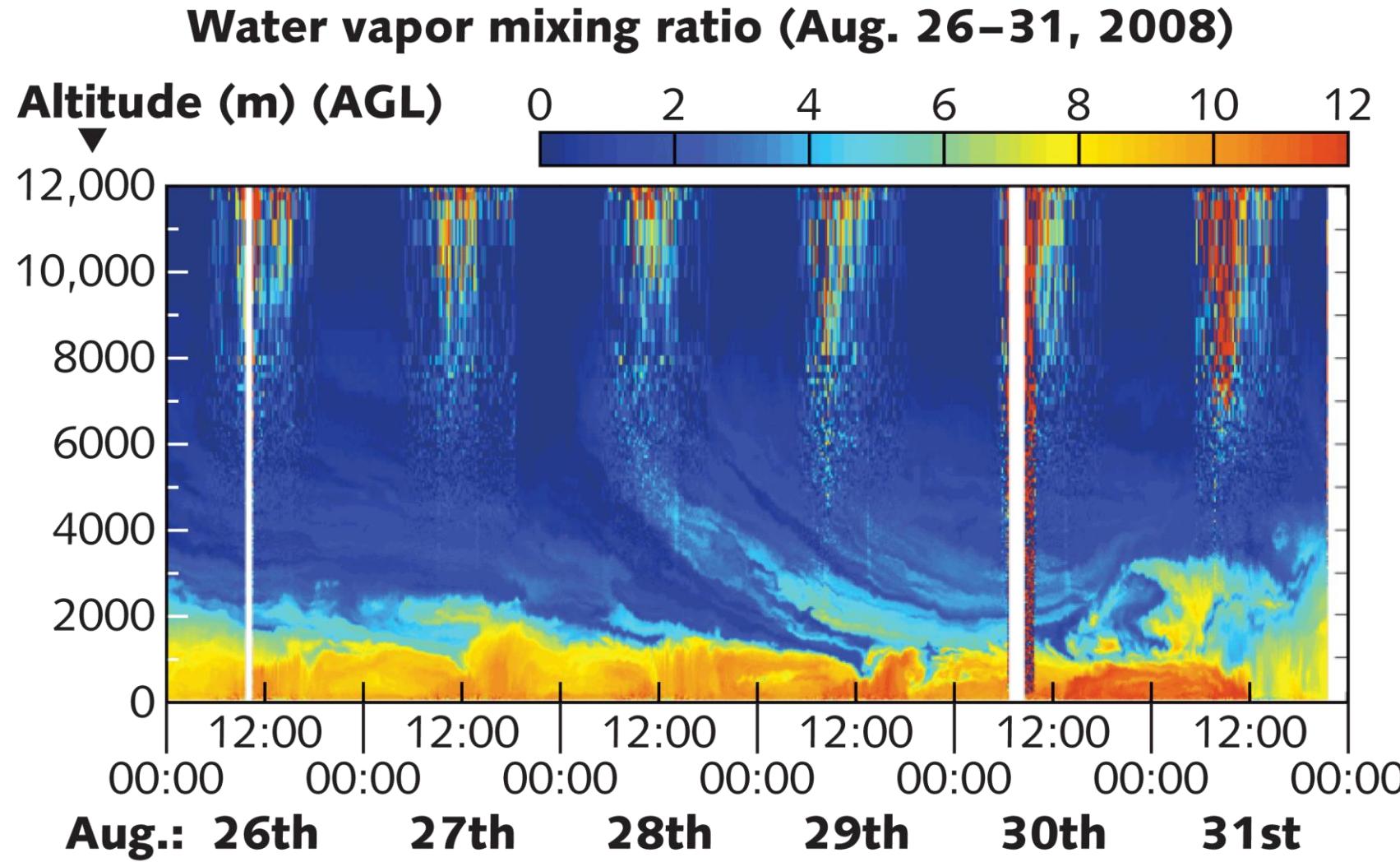
AIDIS – Ristori – Otero



14

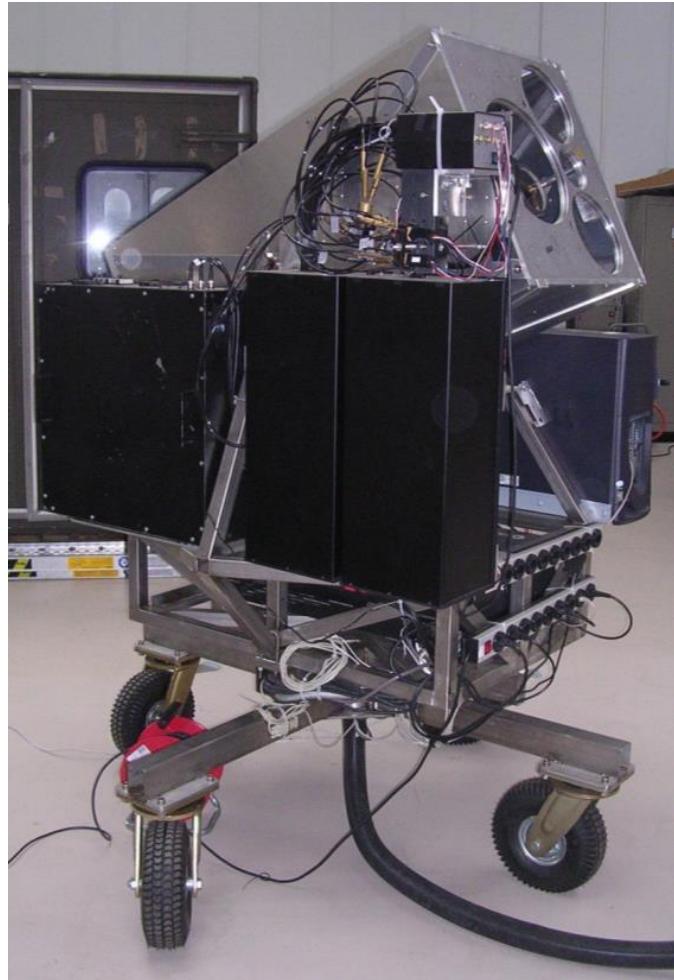
14

LIDAR para el monitoreo de vapor de agua



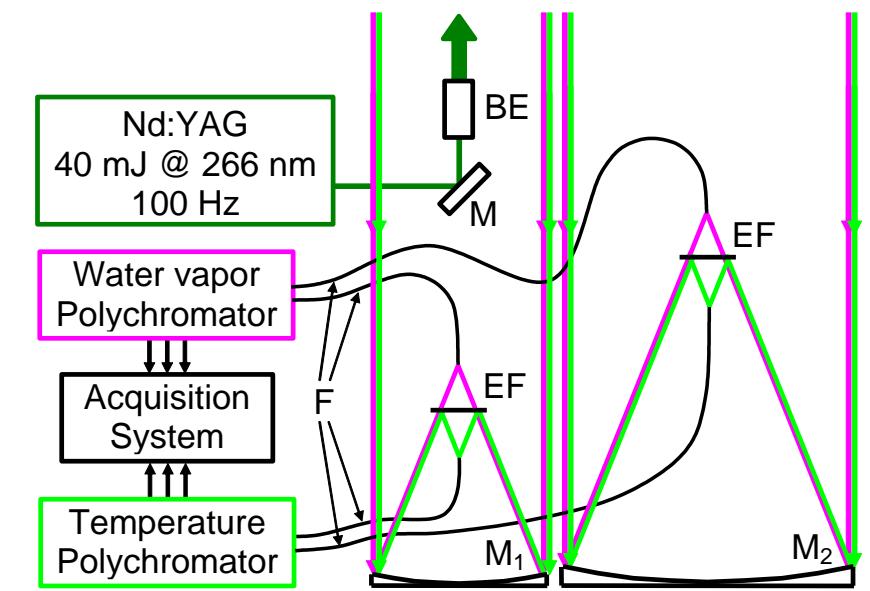
Lidar de vapor de agua y temperatura desarrollado en la EPF-Lausanne para el Servicio Meteorológico Suizo (Payerne)

LIDAR para el monitoreo de vapor de agua



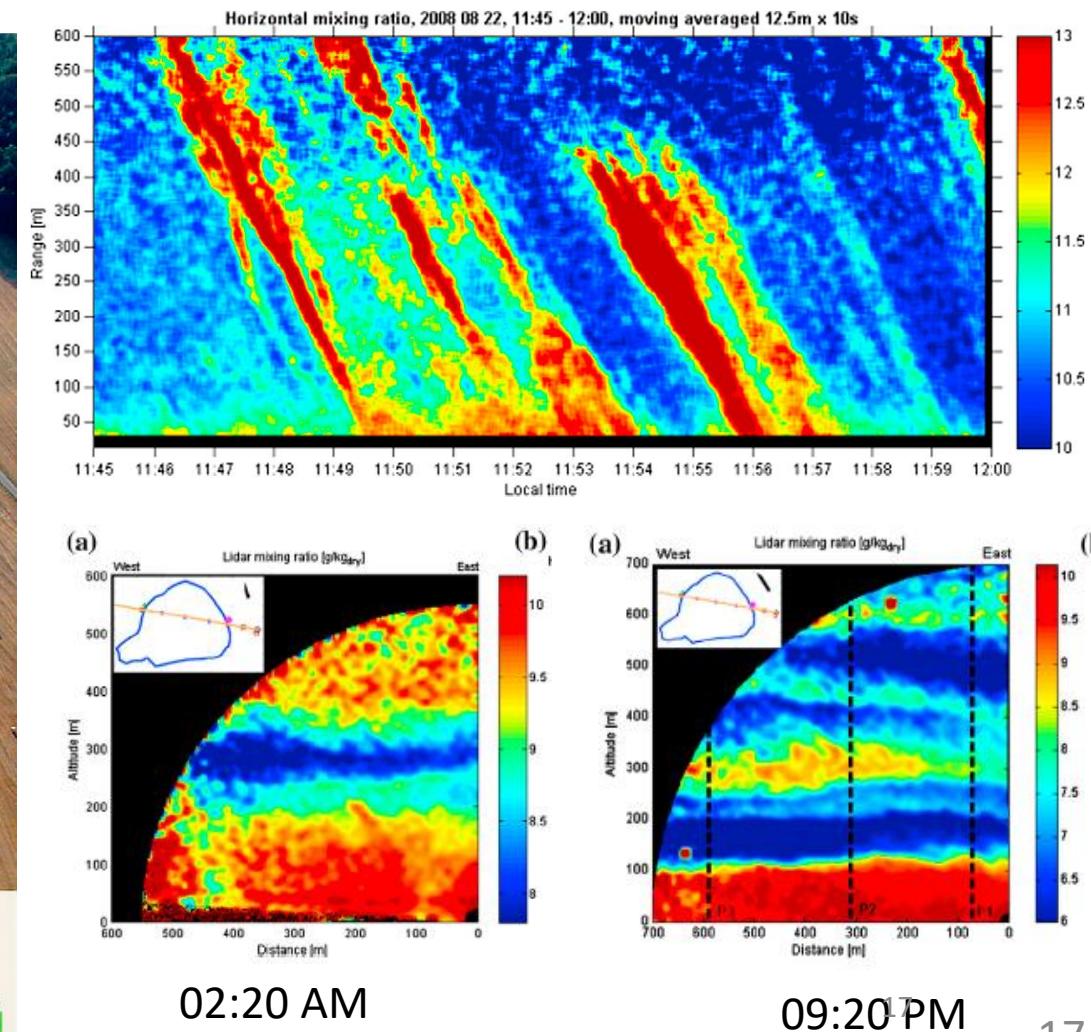
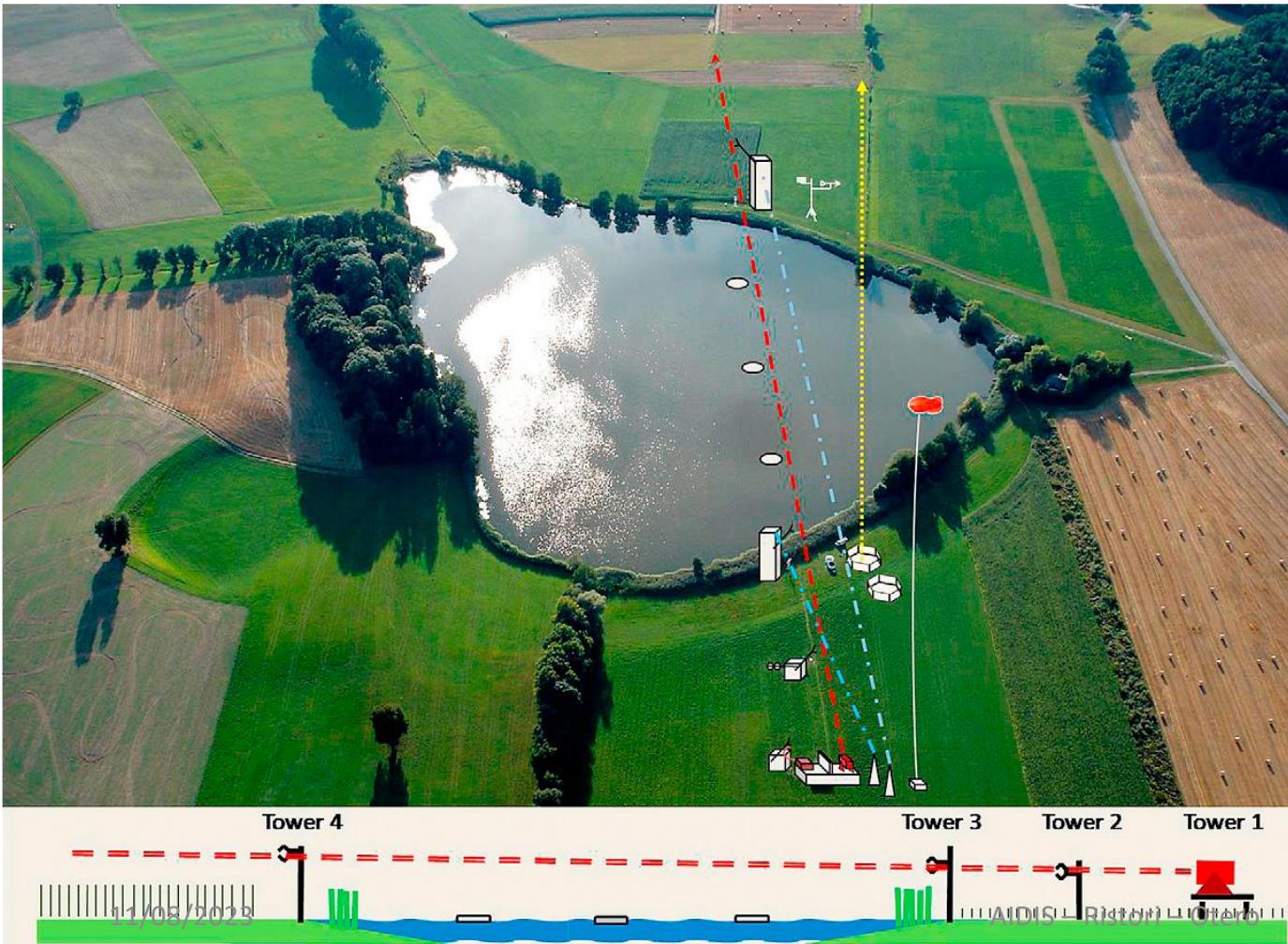
Goals:

- Water vapor and Temperature simultaneously
- High Spatial Resolution (1.5 m)
- Daytime Operation
- High Temporal Resolution (1 s)
- Short-range detection (from 10 m)
- Almost constant SNR (up to 500 m)



LIDAR para el monitoreo de vapor de agua

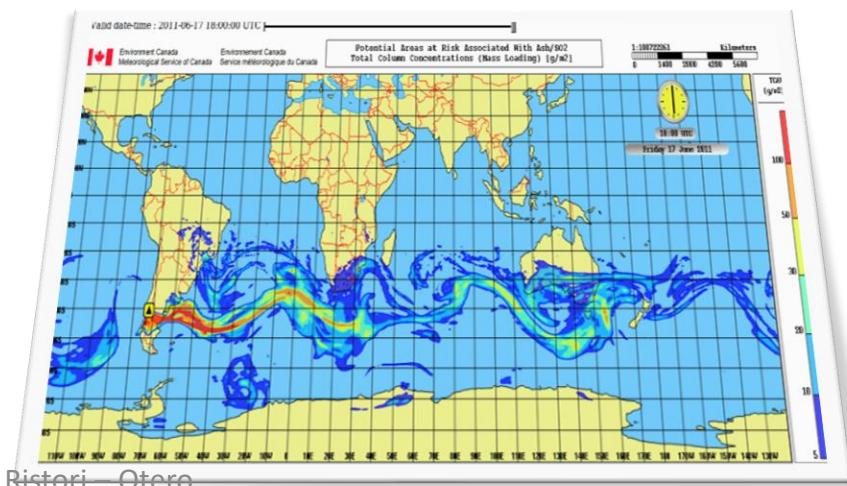
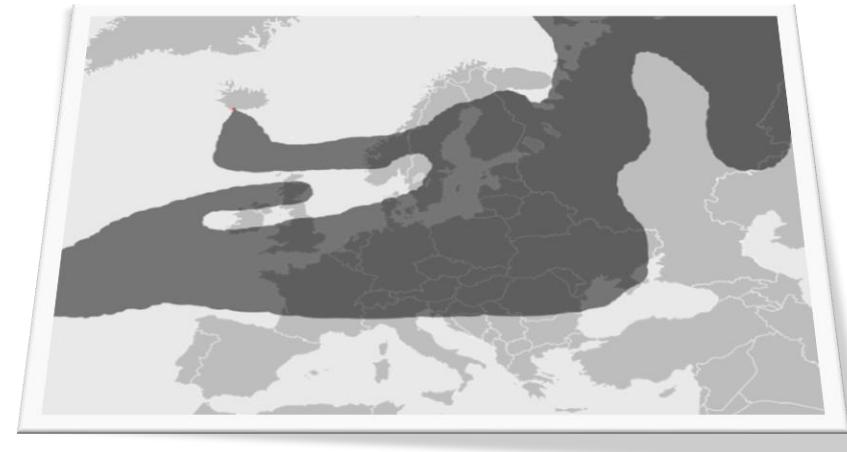
Campaña de medición en Agosto de 2008 en Seedord, Suiza



Ceniza volcánica

- El problema de las cenizas volcánicas y la aeronavegación
- El caso del volcán Puyehue Cordón Caulle
- La construcción de Red Argentina de Lidares en CITEDEF
- Caso de estudio: Erupción del volcán Calbuco

Actividad volcánica global (2010 – 2011)



La erupción del Volcán Puyehue Cordón Caulle (2011)



La erupción del Volcán Puyehue Cordón Caulle (2011)



La erupción del Volcán Puyehue Cordón Caulle (2011)





11/08/2023

Site / info	Laser	Rep.rate	Energy	355	387	408	532	607	1064
Bariloche	Quant. Brilliant B	20 Hz	360 mJ	yes	yes	no	yes	yes	yes
Aeroparque	Cont. Surelite I	30 Hz	380 mJ	p, s	no	no	p, s	no	yes
Cdo. Rivadavia	Cont. Surelite I	30 Hz	380 mJ	p, s	no	no	p, s	no	yes
Neuquén	Cont. Surelite I	30 Hz	380 mJ	p, s	no	no	p, s	no	yes
Río Gallegos	Cont. Surelite I	30 Hz	380 mJ	p, s	no	no	p, s	no	yes
Tucumán	Cont. Surelite I	30 Hz	380 mJ	p, s	no	no	p, s	no	yes
Pta. Arenas	Cont. Surelite II	10 Hz	675 mJ	p, s	yes	yes	p, s	yes	yes
Pilar-Córdoba	Cont. Surelite II	10 Hz	675 mJ	p, s	yes	yes	p, s, h	yes	yes
Villa Martelli	Cont. Surelite II	10 Hz	675 mJ	p, s	yes	yes	p, s, h	yes	yes

Site \ Coord.	Latitude	Longitude
Aeroparque	34° 33' 51"S	58°25' 02"W
Cdo. Rivadavia	45° 47' 32"S	67°27' 46"W
Neuquén	38° 57' 08"S	68° 08' 13"W
Río Gallegos	51° 36' 42"S	69° 18' 26"W
Tucumán	26° 47' 14"S	65° 12' 24"W
Pta. Arenas	53° 08' 04"S	70° 52' 49"W
Pilar-Córdoba	31° 40' 32"S	63° 52' 23"W
Villa Martelli	34° 33' 21"S	58° 30' 23"W

Ubicación de los lidares

Los lidares se encuentran en los aeropuertos mencionados y en los observatorios del SMN de Córdoba y Tucumán. Hay un lidar en la División Sensado Remoto en CITEDEF

Volcanes en actividad reciente y aeropuertos internacionales en territorio argentino



Red de lidares para el monitoreo de ceniza volcánica



- CEILAP – Diciembre 2003
- Bariloche – Febrero 2012
- C.Rivadavia – Octubre 2012
- R.Gallegos – Julio 2013
- Neuquén – Diciembre 2013
- Aeroparque – Febrero 2015
- Punta Arenas – Sept. 2015
- Córdoba – Abril 2016
- Tucumán – Junio 2016

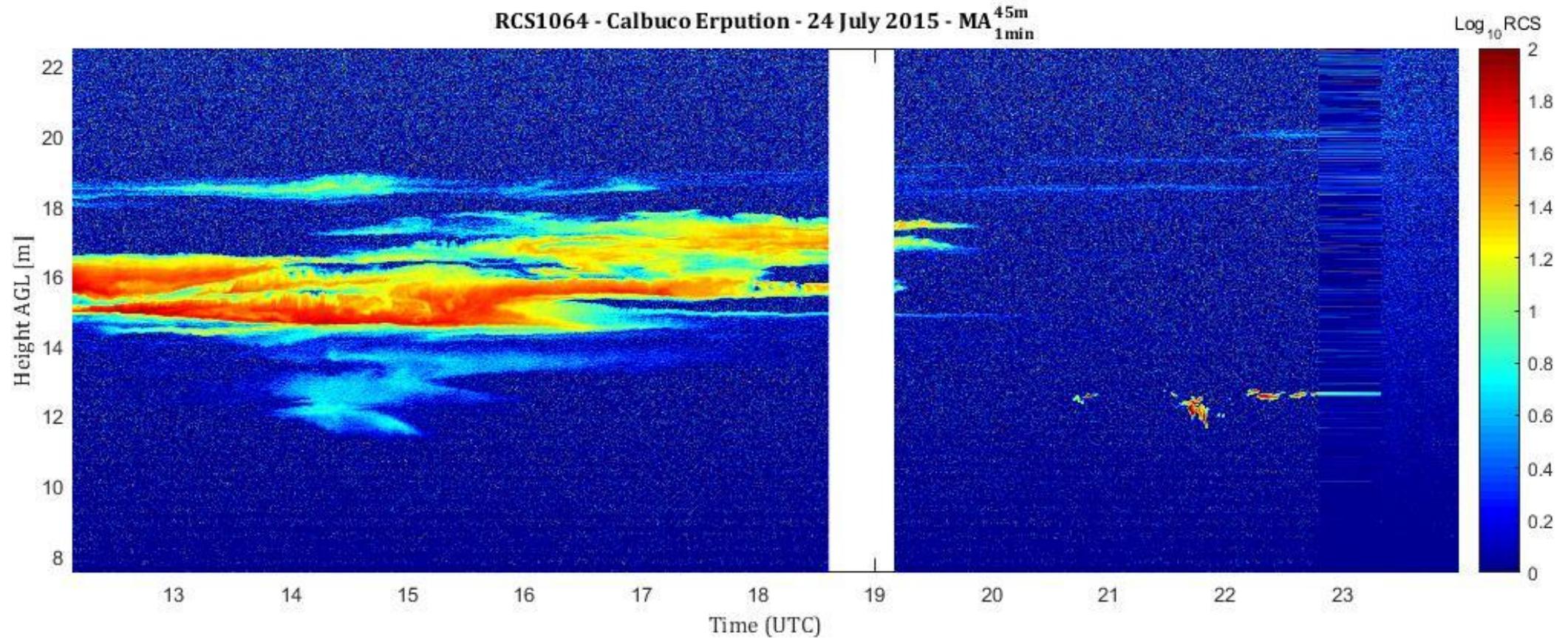
MD
31554/11



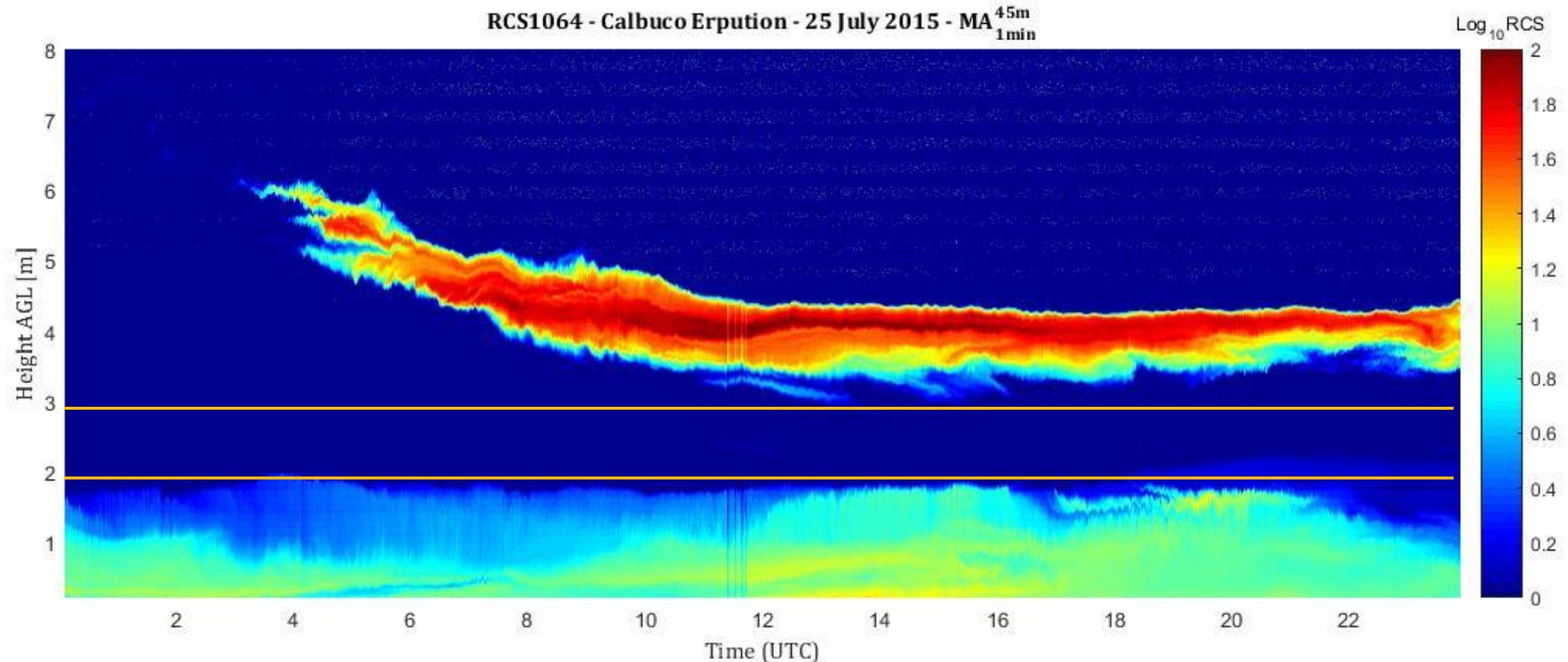
Monitoreo de ceniza volcánica con LIDAR



Aeropuerto AEROPARQUE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina (Primer día)



Aeropuerto AEROPARQUE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina (Segundo día)



Conclusiones

- Los sistemas LIDAR permiten la detección de perfiles espaciales y temporales de contaminantes atmosféricos y gases traza y de otros parámetros atmosféricos tales como viento, humedad y temperatura.
- La mayoría de los sistemas son diseñados para detectar un determinado parámetro o contaminante atmosférico.
- Existe una limitación en el espectro de medición ya que la observación requiere de un elemento que produzca la retrodifusión tales como las moléculas (Ya sea retrodifusión Rayleigh o retrodifusión por fluorescencia) o los aerosoles (retrodifusión Mie).
- Algunos de los sistemas ya se encuentran validados por las normas ISO, mientras que otros aún están en proceso de validación.

¡Muchas Gracias!