

# Series anuales de IWV en las estaciones SIRGAS\_CON. Aportes del Centro de procesamiento CIMA.

*M.V. Mackern<sup>1,2, 3</sup>; M.L.Mateo<sup>1,2</sup>; M.F. Camisay<sup>1,2</sup>; P.V. Morichetti<sup>1</sup>; J. A. Rivera<sup>1,3,4</sup> ; A.M.Robin<sup>1,3,4</sup>*

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Juan Agustín Maza.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo

<sup>3</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>4</sup>Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA)

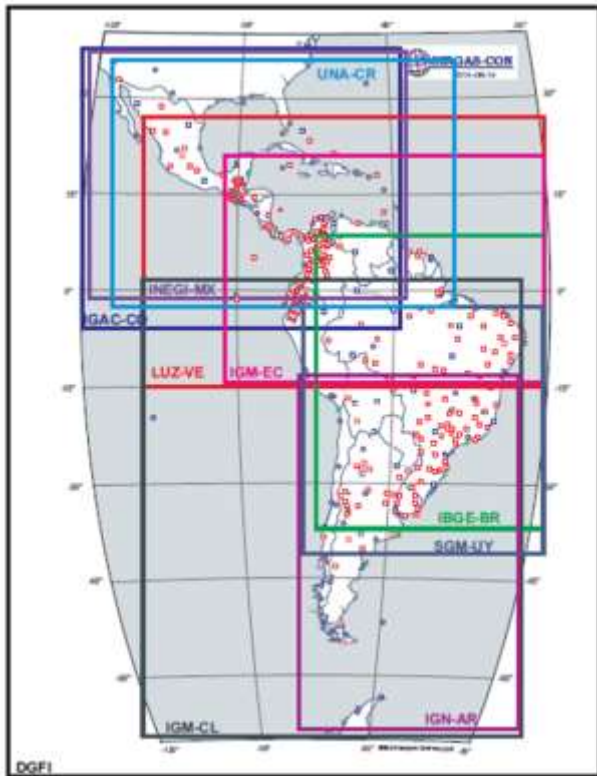
[vmackern@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:vmackern@mendoza-conicet.gob.ar)

Datos: Observaciones

ZTD estimado por cada CP

ZTD ajustado por CIMA

## Red de Monitoreo SIRGAS-CON

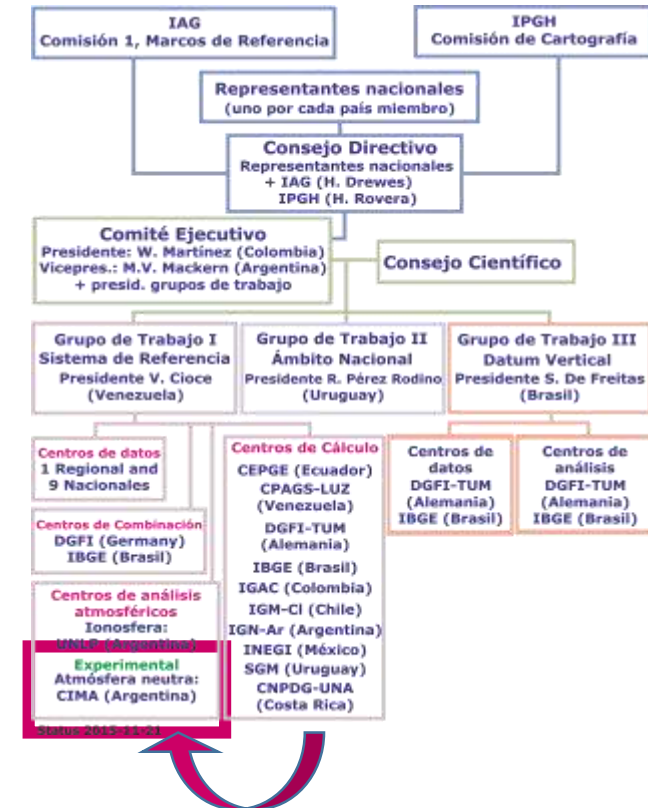


Observaciones GNSS  
365 días del año,  
24 horas diarias

DGFI TUM	IBGE-Br
IGAC-Co	CPAGS-Ve
SGM-Uy	CEPGE-Ec
INEGI-Mx	IGN-Ar
IGM-CI	CNPDG-Cr

- 10 centros de procesamiento
- 2 centros de combinación
- Una solución semanal
- Cada estación es procesada por al menos 3 centros

Del procesamiento con Software científico Bernese 5.2  
Se obtienen: Coordenadas y parámetros troposféricos "ZTD"



De 3 parámetros troposféricos cada 1h. por estación, se calcula uno y su estimador de error

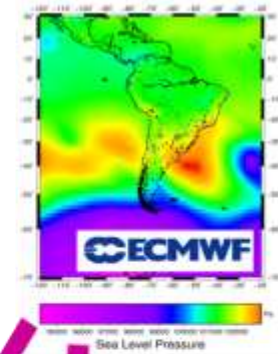
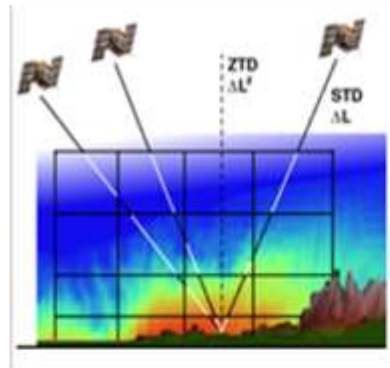
**DATOS:** ZTD cada 1 hora / estación / desde 3 Centros de Procesamiento

**AJUSTE** por Mínimos cuadrados

**ZTD**  
Procesamiento GNSS

**ZWD=ZTD-ZHD**  
Extracción de la componente hidrostática

**IWV**  
Cálculo del Vapor de agua



$$ZHD = 0.0022768 \cdot \frac{P_{atm}}{1 - 0.00266 \cdot \cos(2\varphi) - 0.28 \cdot 10^{-6} \cdot h_s}$$

Davis, 1985

$$IWV = ZWD \cdot \frac{10^5}{\left[ 16.52 + \frac{3.776 \cdot 10^5}{50.4 + 0.789 \cdot T} \right]} \cdot 0.46$$

Mendes et al, 2000  
Azknes & Nordius, 1987

Simposio SIRGAS 2017-Mendoza

De ECMWF (ERA-Interim) se tomó Temperatura y Presión Atmosférica

ERA-Interim es un recálculo de atmósfera global operativo desde 1979, actualizado en tiempo real

**GrADS**  
(Grid Analysis and Display System)

Rutinas Ingresando por coordenadas del sitio

Pa y T para cada sitio

**Validación**  
Con Pa y T de Est. Meteorológicas  
y  
IWV de Radiosondeos



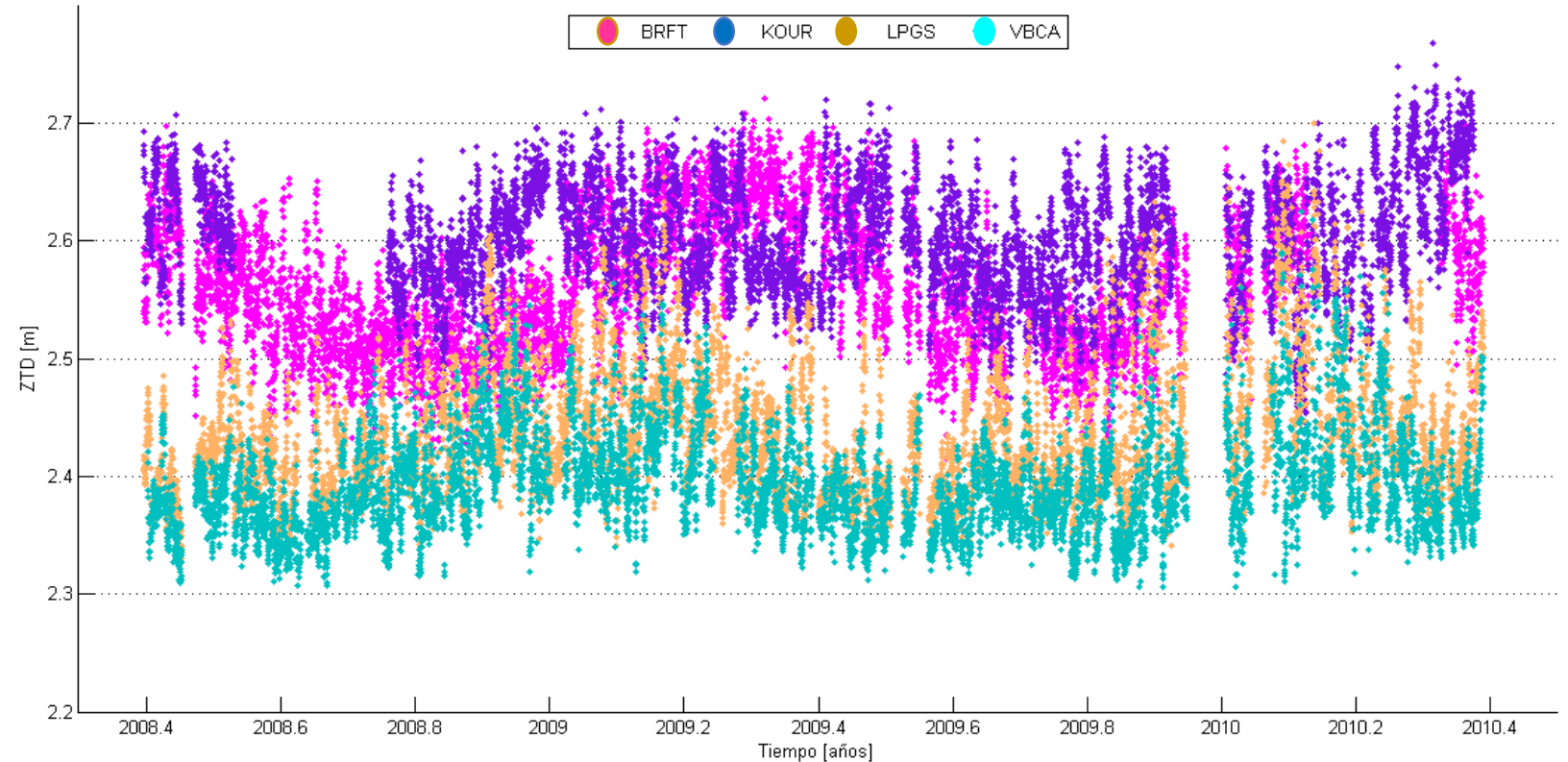
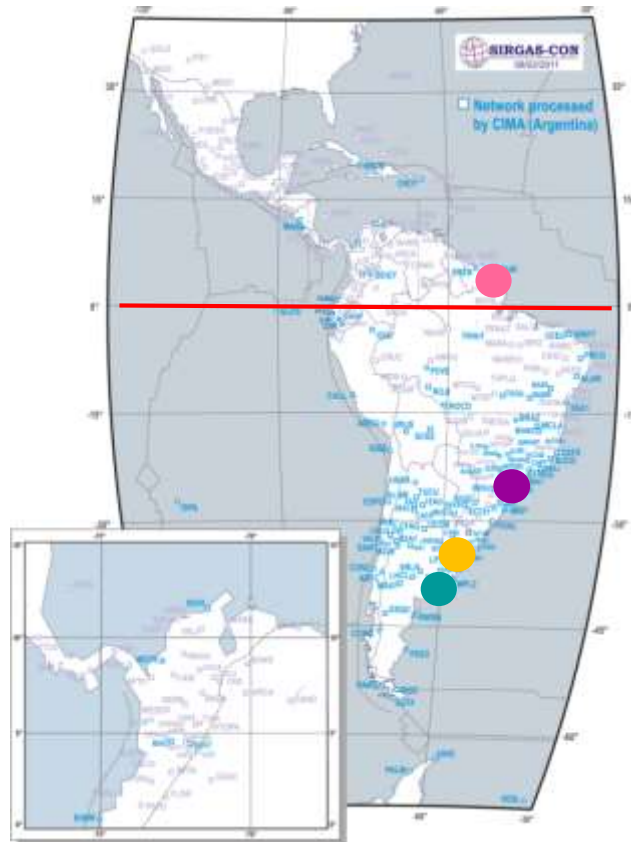
## Series temporales de retardos cenitales troposféricos (ZTD)

En  $\approx$  **100 sitios** / cada **2 horas** / **2008 a 2014**

Calori A. 2013

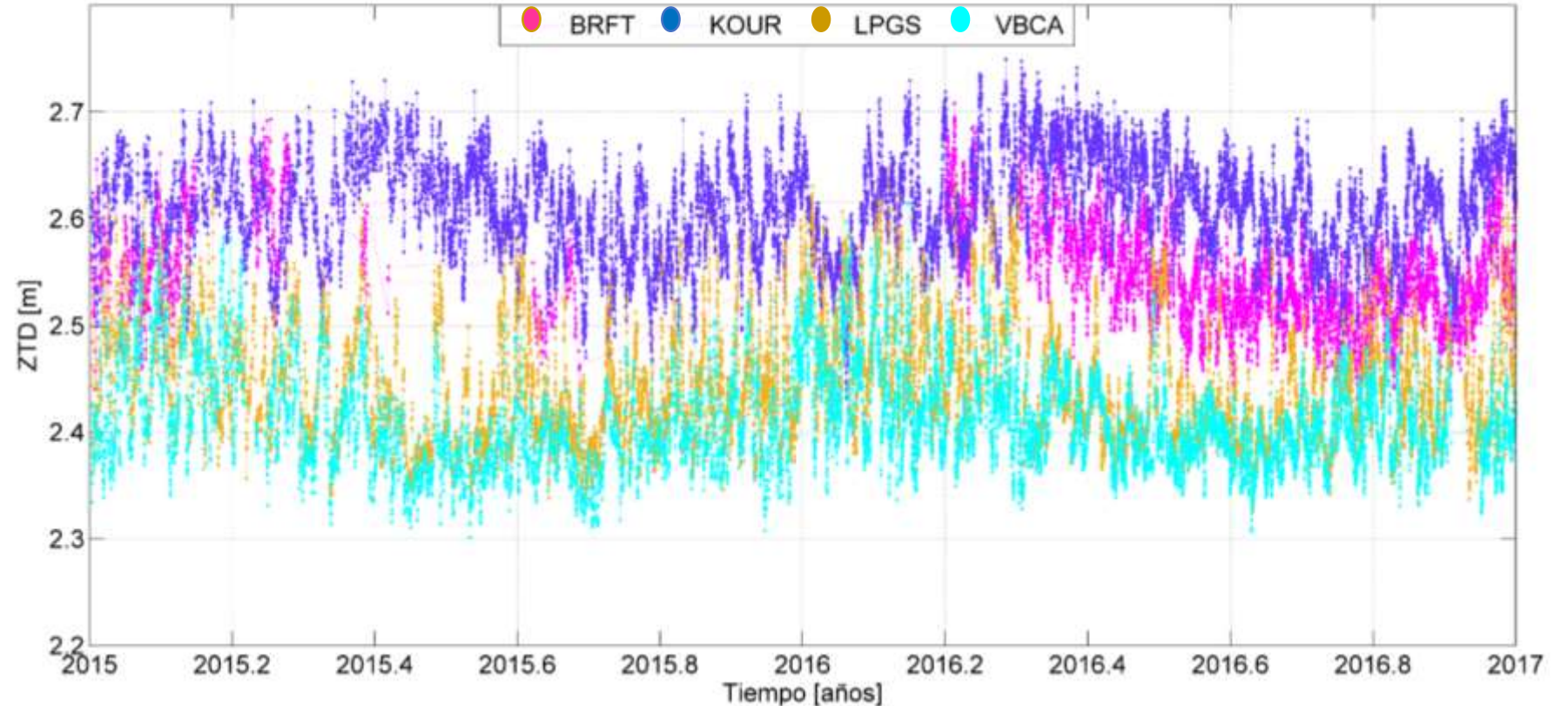
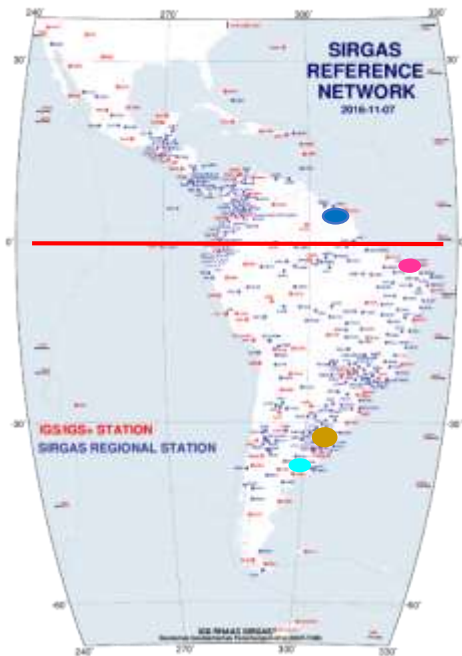
ZTD varían con la **LATITUD**

Mas al SUR menor ZTD  $\rightarrow$  menor Vapor de agua



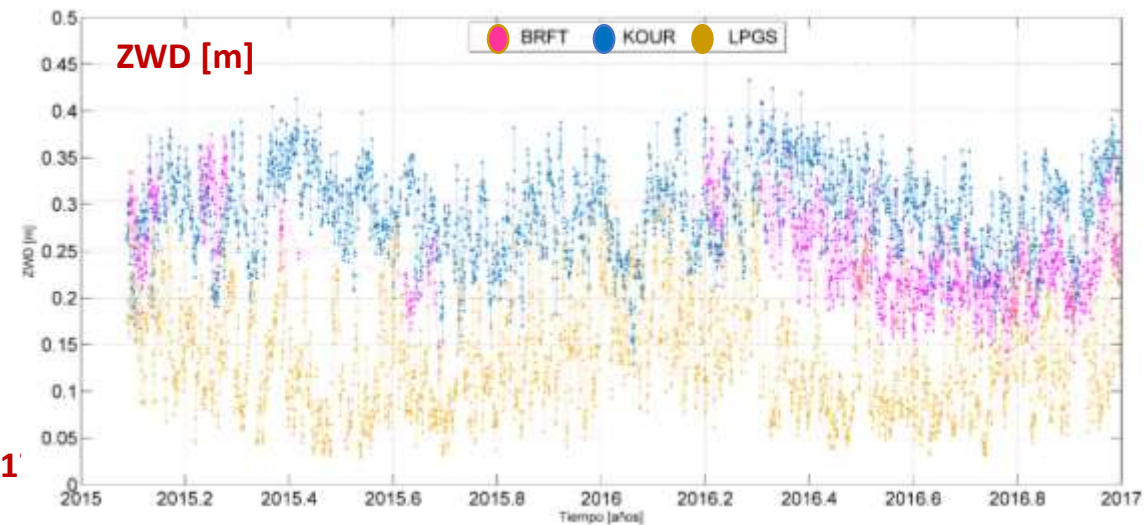
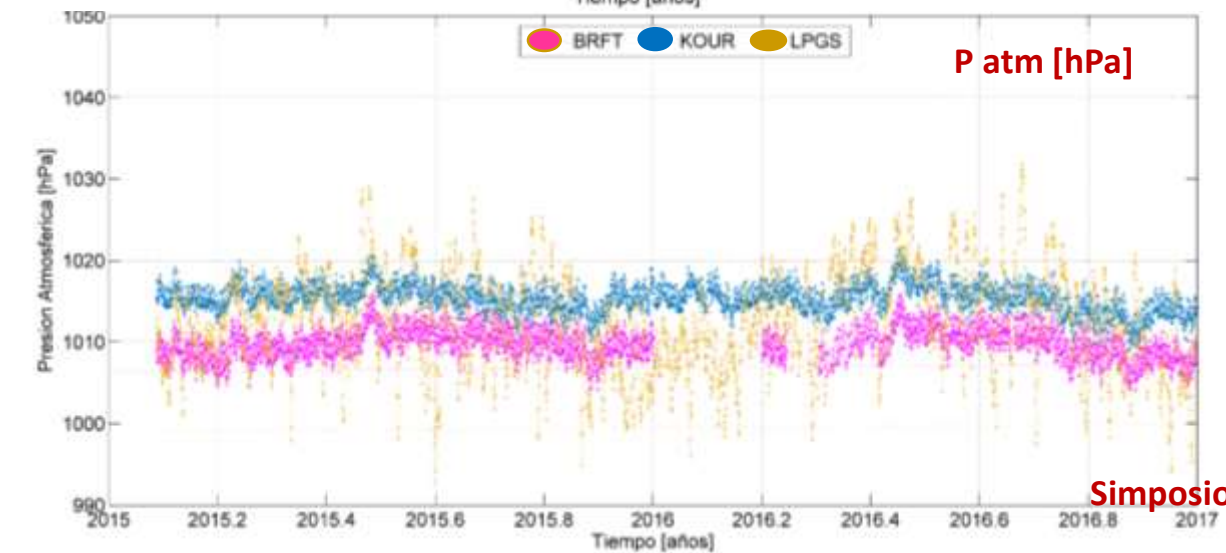
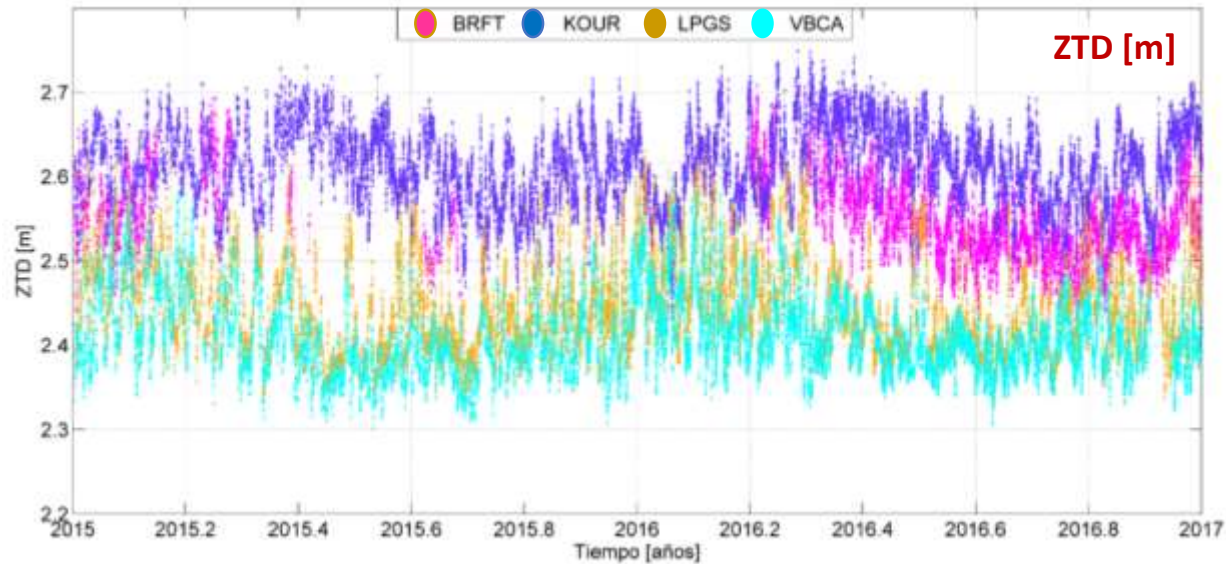
**Series temporales de retardos cenitales troposféricos (ZTD)**  
**En  $\approx$  350 sitios /cada 1 hora / 2015 a diciembre 2016**

ZTD varían con la **LATITUD**  
 Mas al SUR menor ZTD  $\rightarrow$  menor Vapor de agua





ZTD, ZWD varían con la **LATITUD**  
 Mas al SUR menor ZTD → menor Vapor de agua

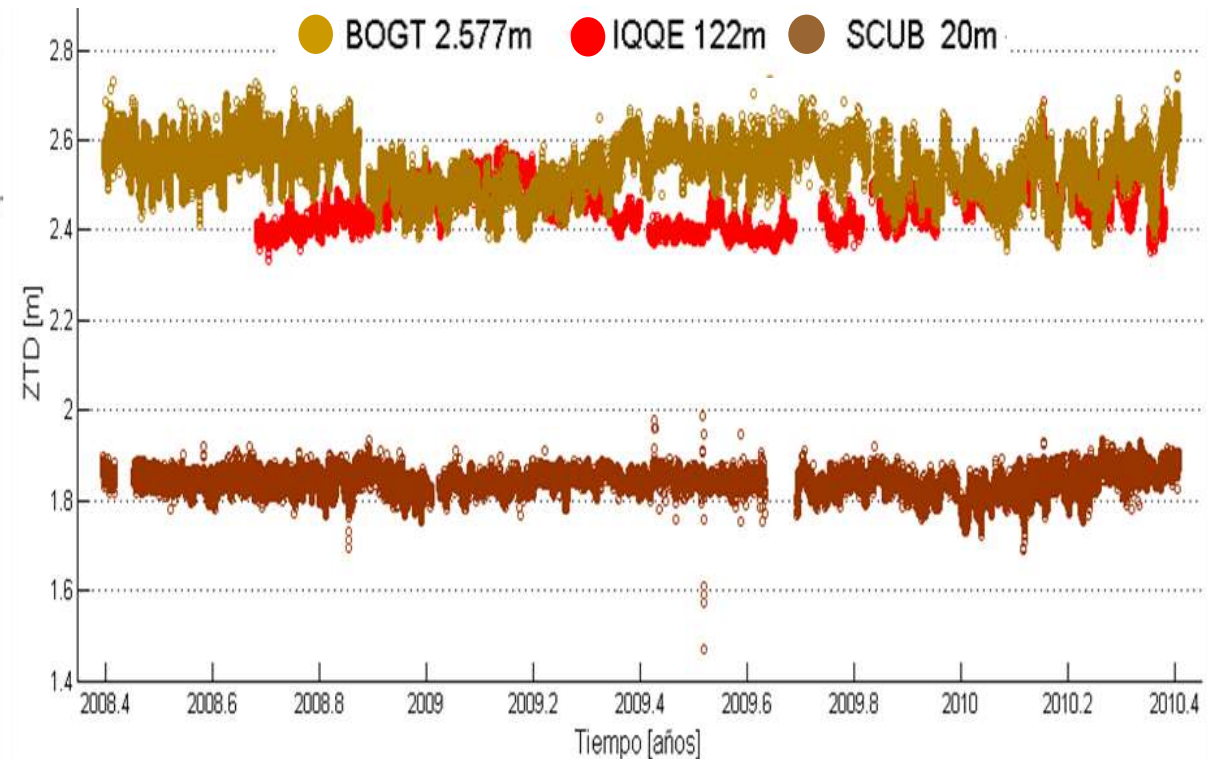
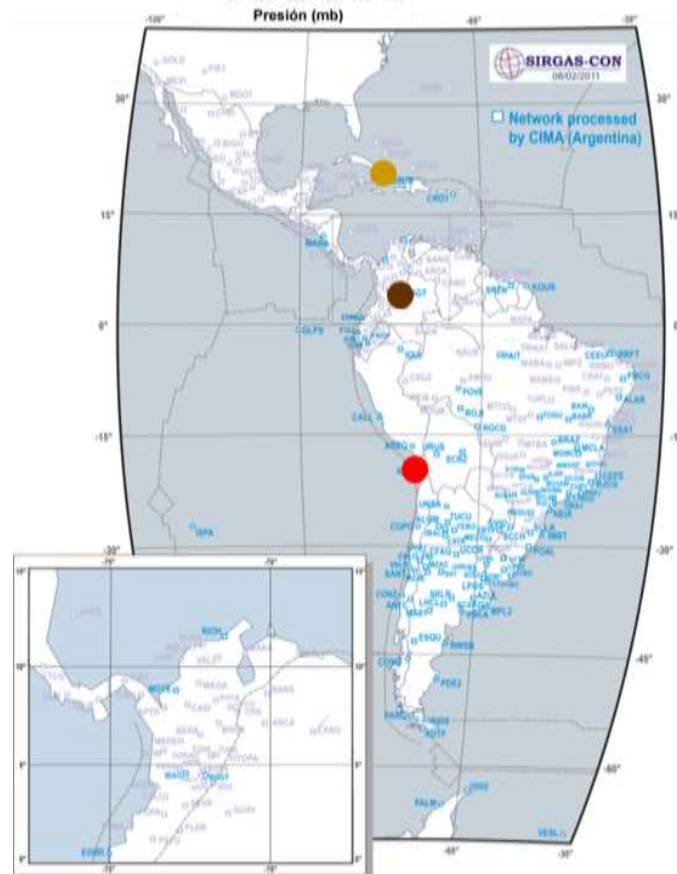
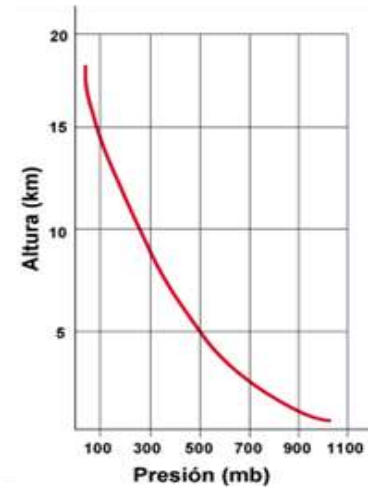


## Series temporales de retardos cenitales troposféricos (ZTD) En $\cong 100$ sitios / cada 2 horas / 2008 a 2014

Calori A. 2013

ZTD varían con la **ALTURA**

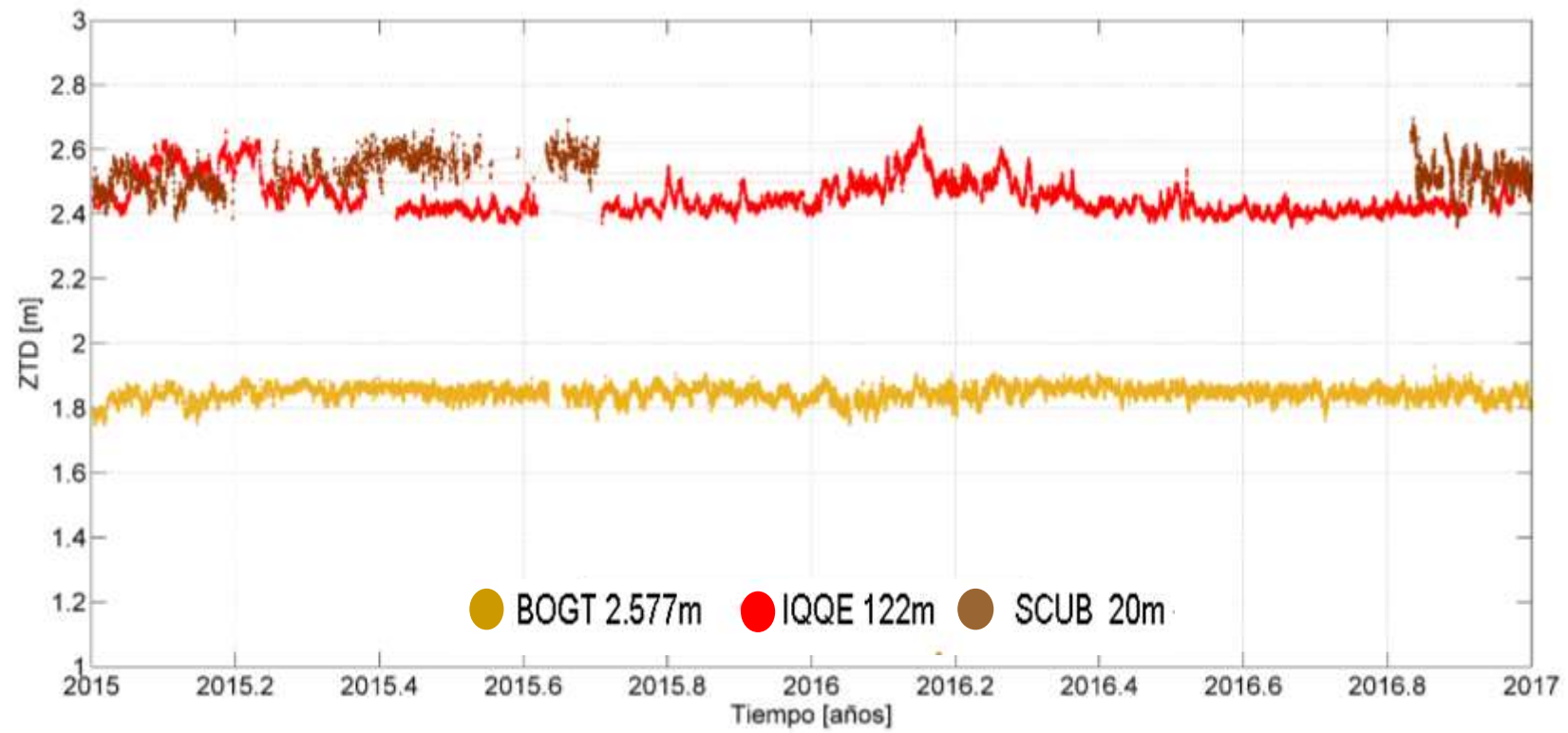
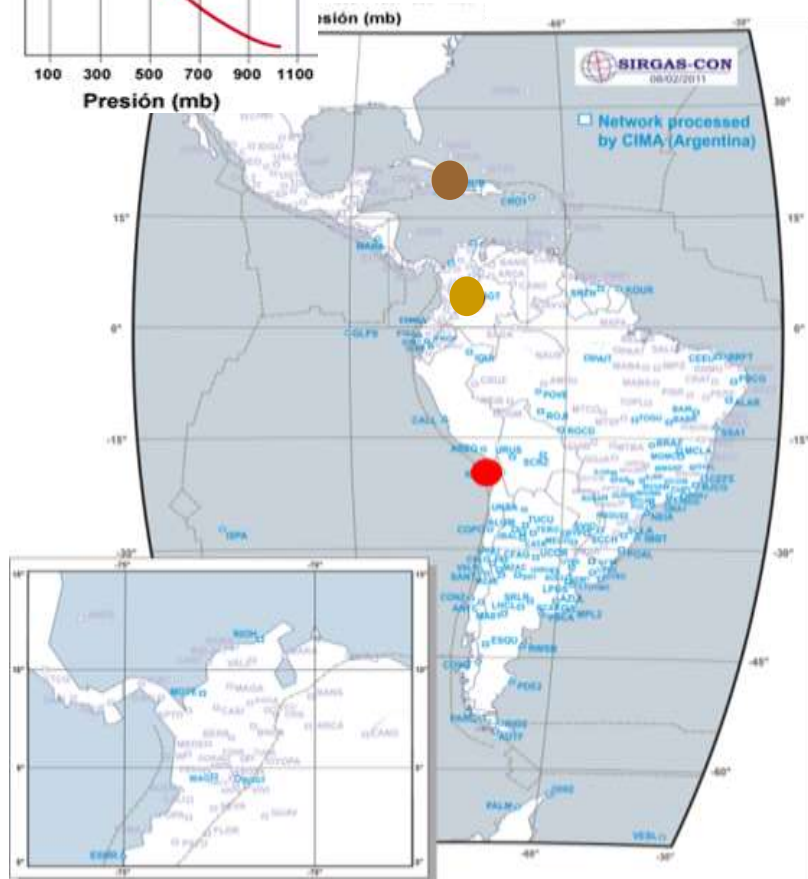
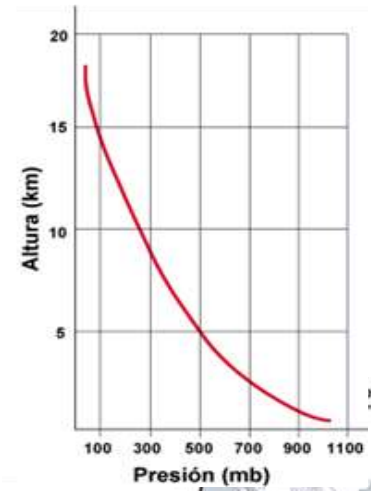
A mayor altura  $\rightarrow$  menor Presión atmosférica  $\rightarrow$  menor ZTD  $\rightarrow$  menor IWV





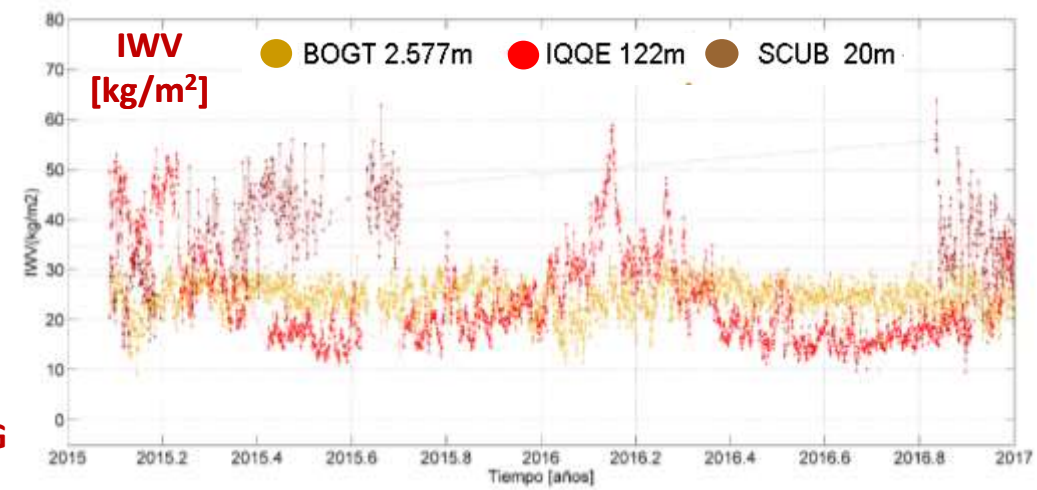
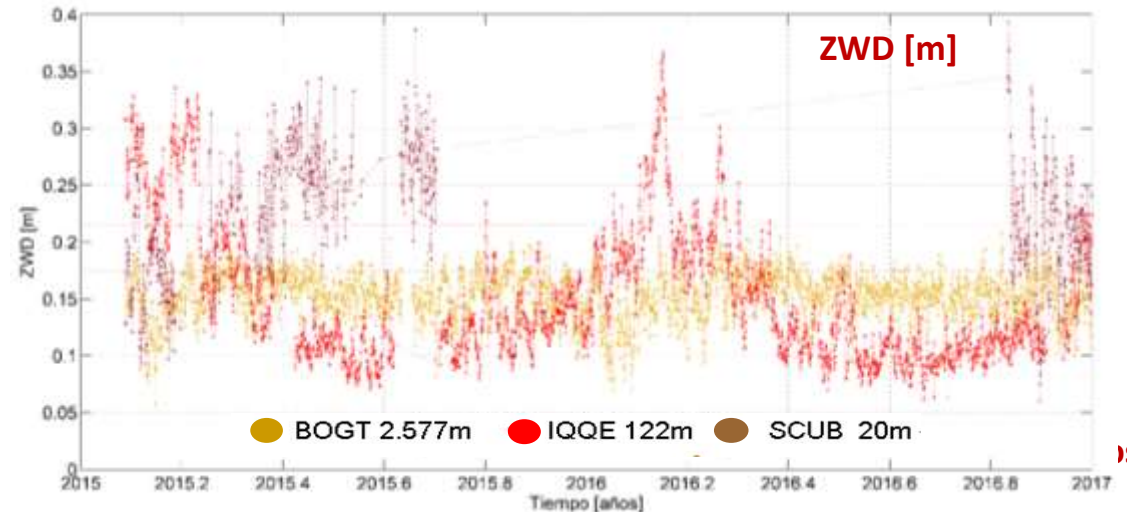
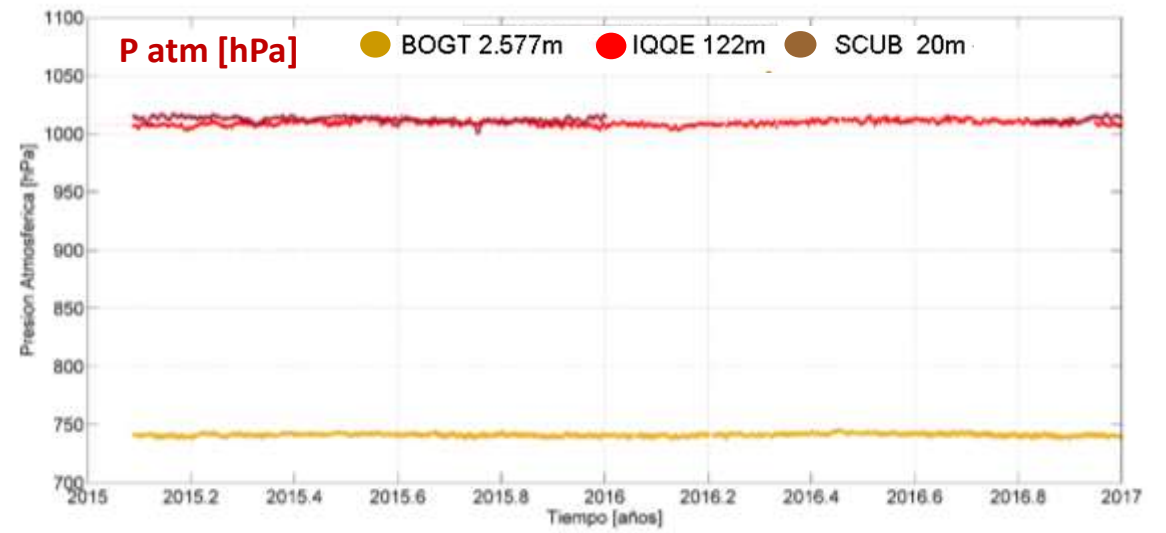
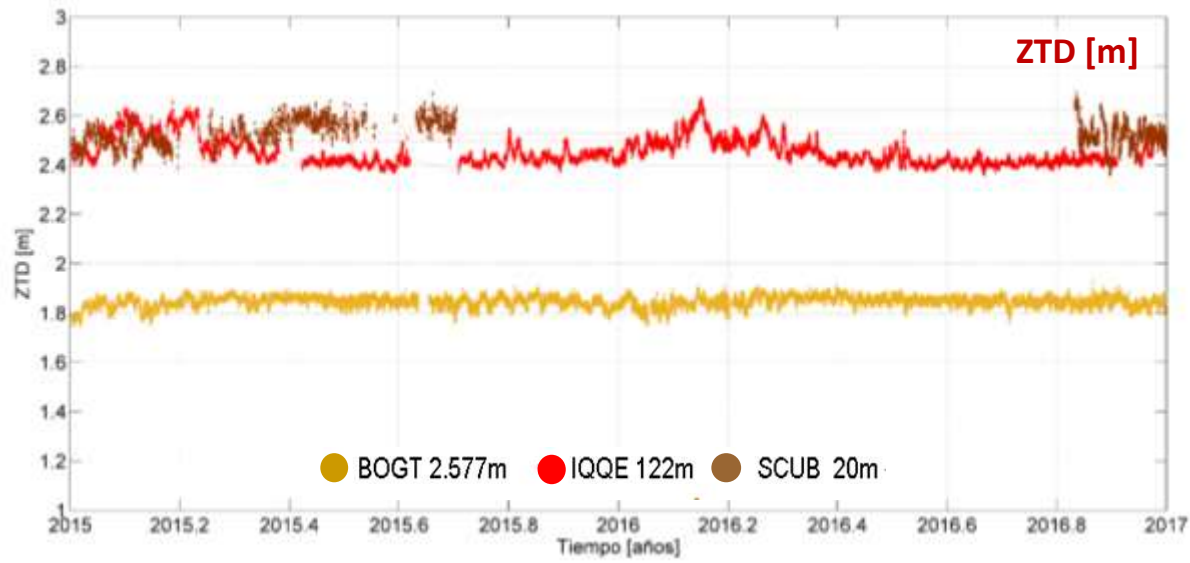
**Series temporales de retardos cenitales troposféricos (ZTD)**  
**En  $\approx$  350 sitios /cada 1 hora / 2015 a diciembre 2016**

ZTD varían con la **ALTURA**  
 A mayor altura  $\rightarrow$  menor Presión atmosférica  $\rightarrow$  menor ZTD  $\rightarrow$  menor IWV

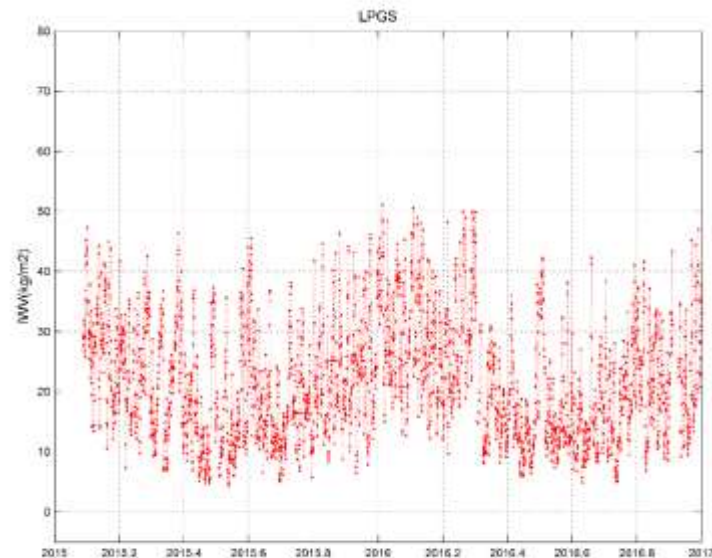
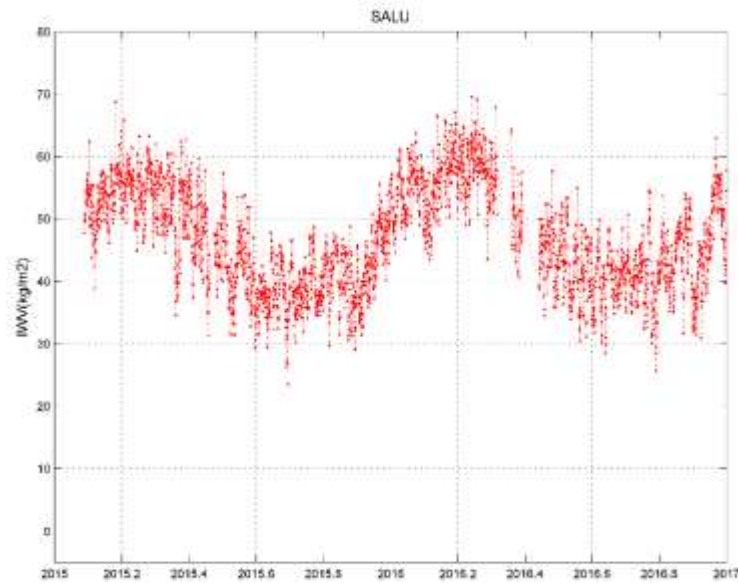




ZTD varían con la **ALTURA**  
 A mayor altura → menor Presión atmosférica → menor ZTD → menor IWV



Las series temporales de IWV permiten conocer el rango de dispersión de la variable y calcular **valores característicos por estación** para luego detectar anomalías, las cuales se relacionan con TORMENTAS.



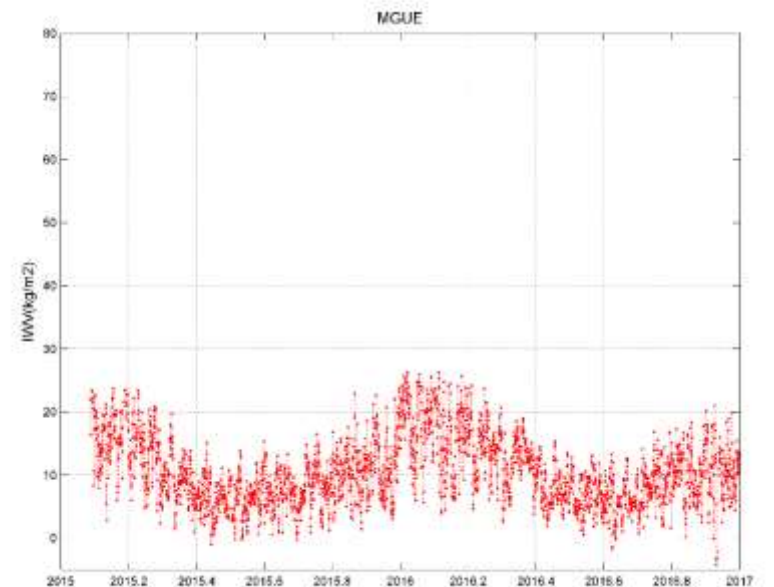
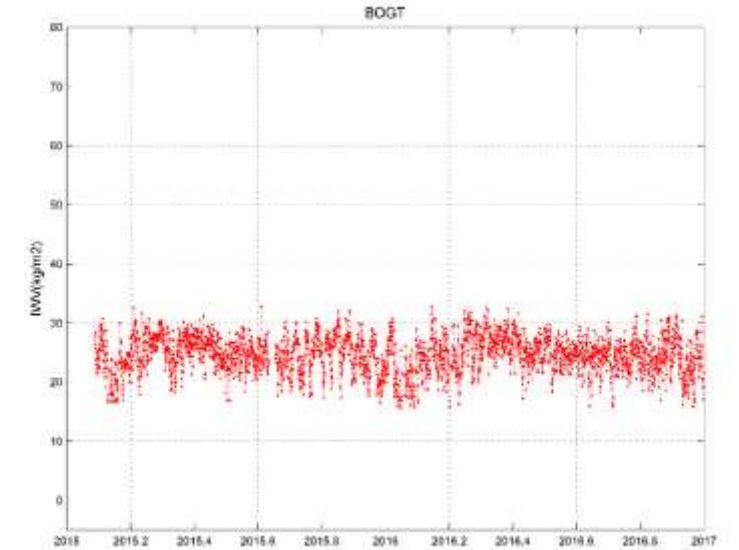
## RESUMEN

Series temporales de Vapor de agua integrado (IWV)

En  $\cong$  100 sitios / cada 2 horas / 2008 a 2013

En  $\cong$  350 sitios / cada 6 horas / 2015 a diciembre 2016

En estaciones que poseen datos Meteorológicos horarios/ cada 1 hora / 2015 en adelante





## Valores medios de Vapor de agua en estaciones SIRGAS-CON. América Central y Caribe



Valores medios de IWV [kg/m<sup>2</sup>]. Periodo 2015-2016. Desde ZTD estimado por SIRGAS

Desde la serie de IWV  
Periodo: 2015 y 2016

Se calculó para cada estación:

- Valor medio
- Valor máximo
- Valor mínimo



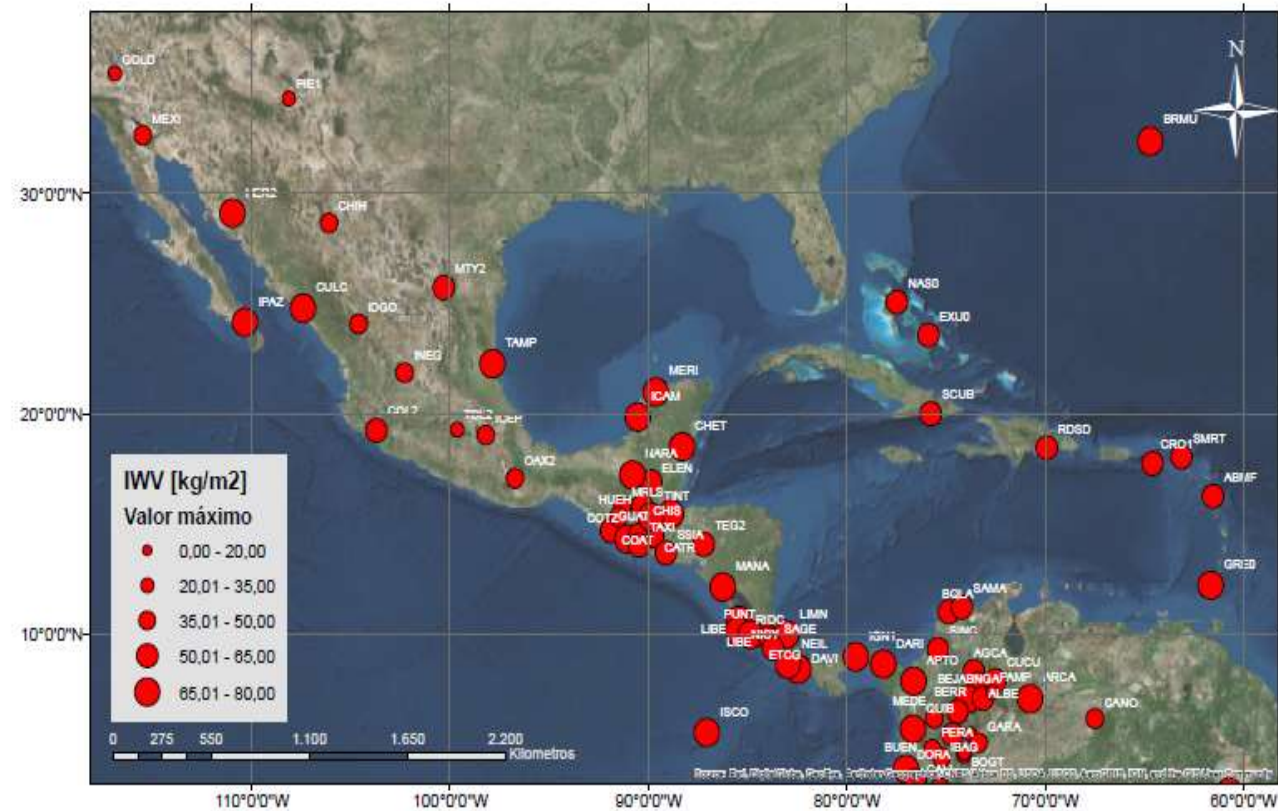
Valores medios de Vapor de agua en estaciones SIRGAS-CON, América Central y Caribe

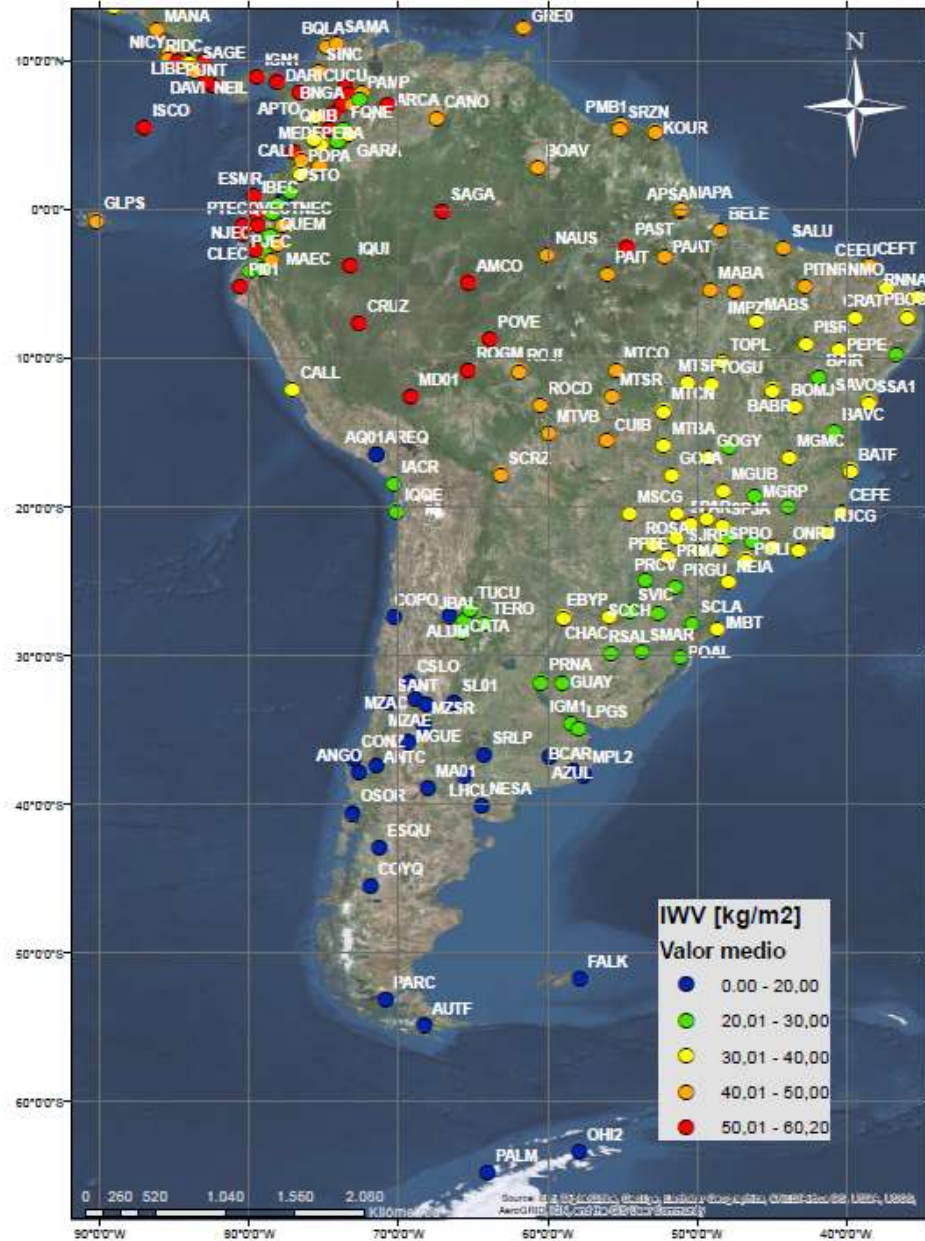


Valores mínimos de Vapor de agua en estaciones SIRGAS-CON, América Central y Caribe



Valores máximos de Vapor de agua en estaciones SIRGAS-CON, América Central y Caribe





Valores medios de IWV. Periodo 2015-2016. Desde ZTD estimado por SIRGAS

## Valores característicos de IWV

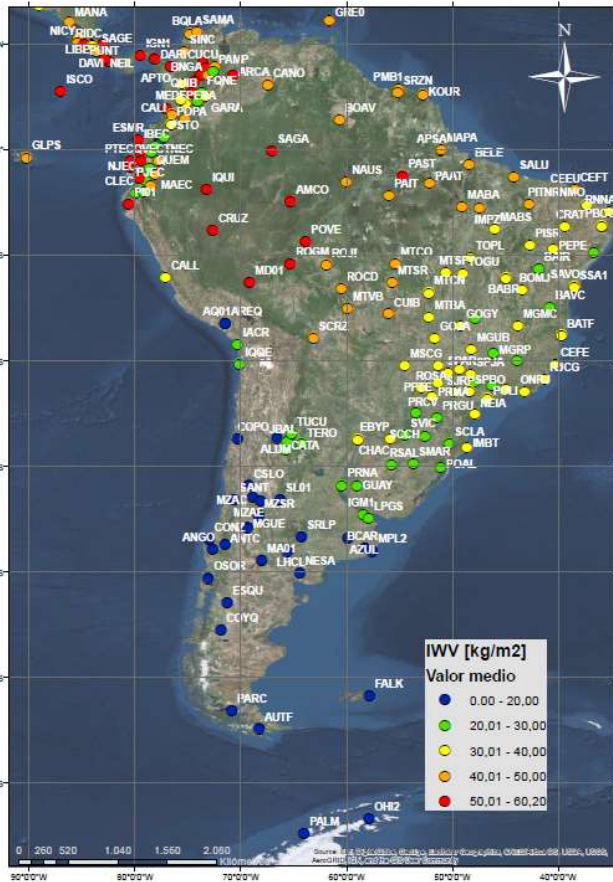
Desde la serie de IWV

Periodo: 2015 y 2016

Se calculó para cada estación:

- Valor medio
- Valor máximo
- Valor mínimo





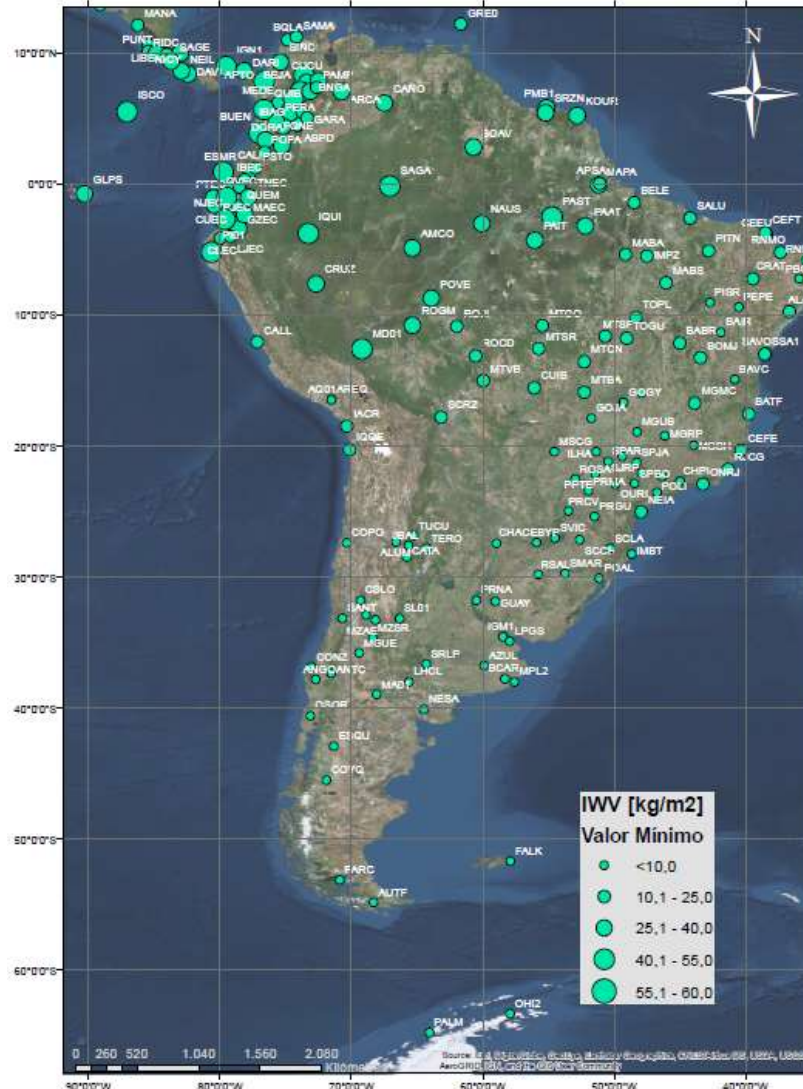
Valores medios de IWV. Periodo 2015-2016. Desde ZTD estimado por SIRGAS

Desde la serie de IWV  
Periodo: 2015 y 2016

Se calculó para cada estación:

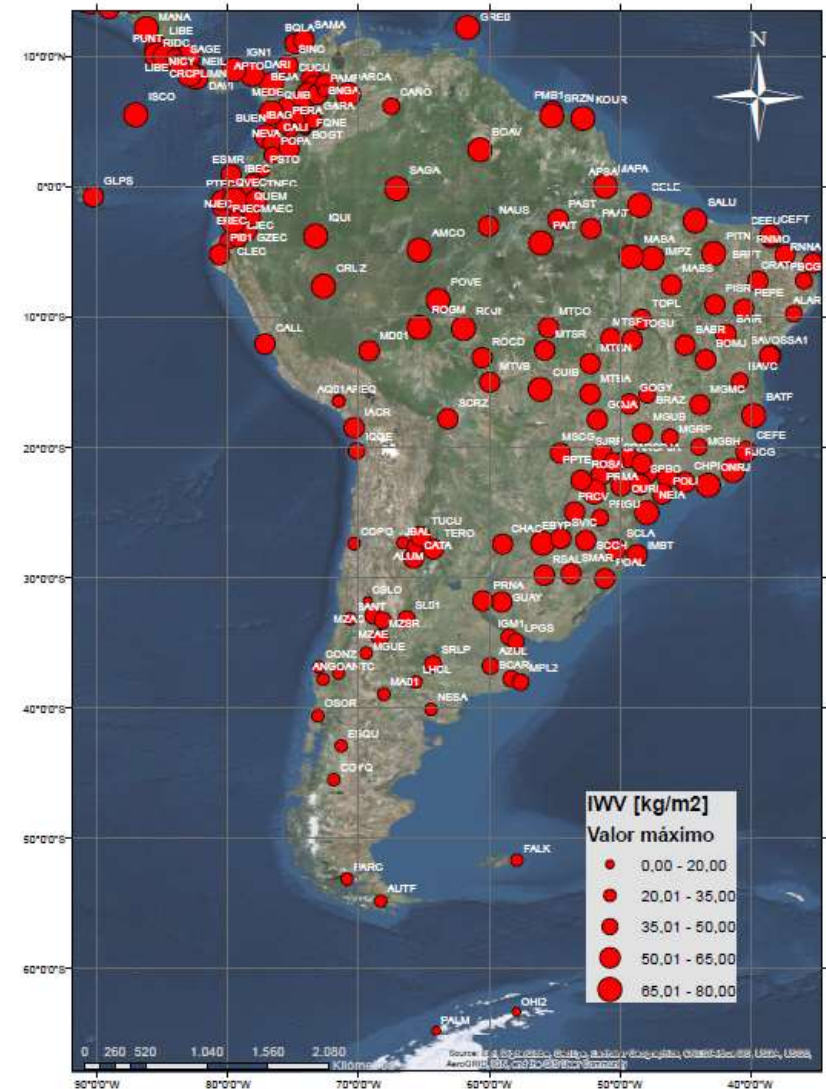
- Valor medio
- Valor máximo
- Valor mínimo

Valores mínimos de Vapor de agua en estaciones SIRGAS-CON. América del Sur



Valores mínimos de IWV. Periodo 2015-2016. Desde ZTD estimado por SIRGAS

Valores máximos de Vapor de agua en estaciones SIRGAS-CON. América del Sur



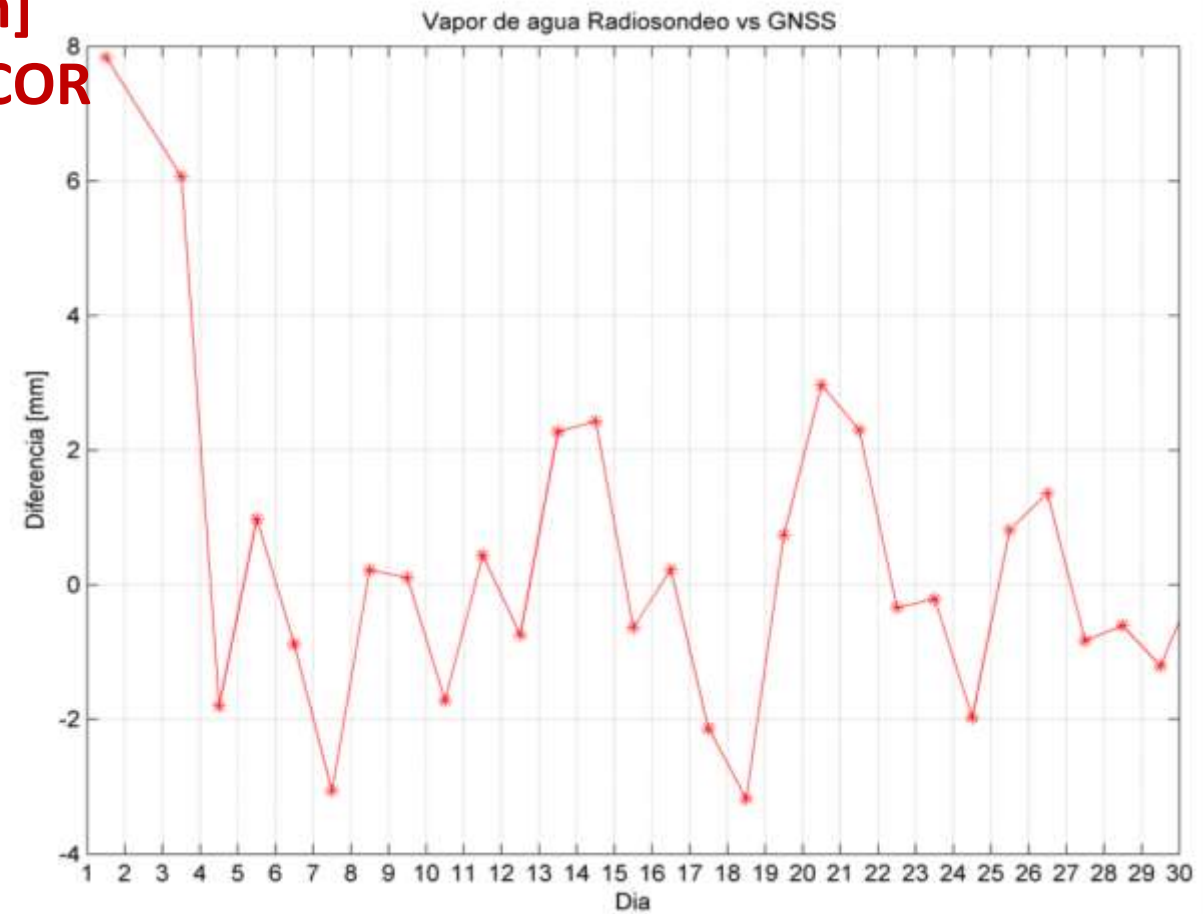
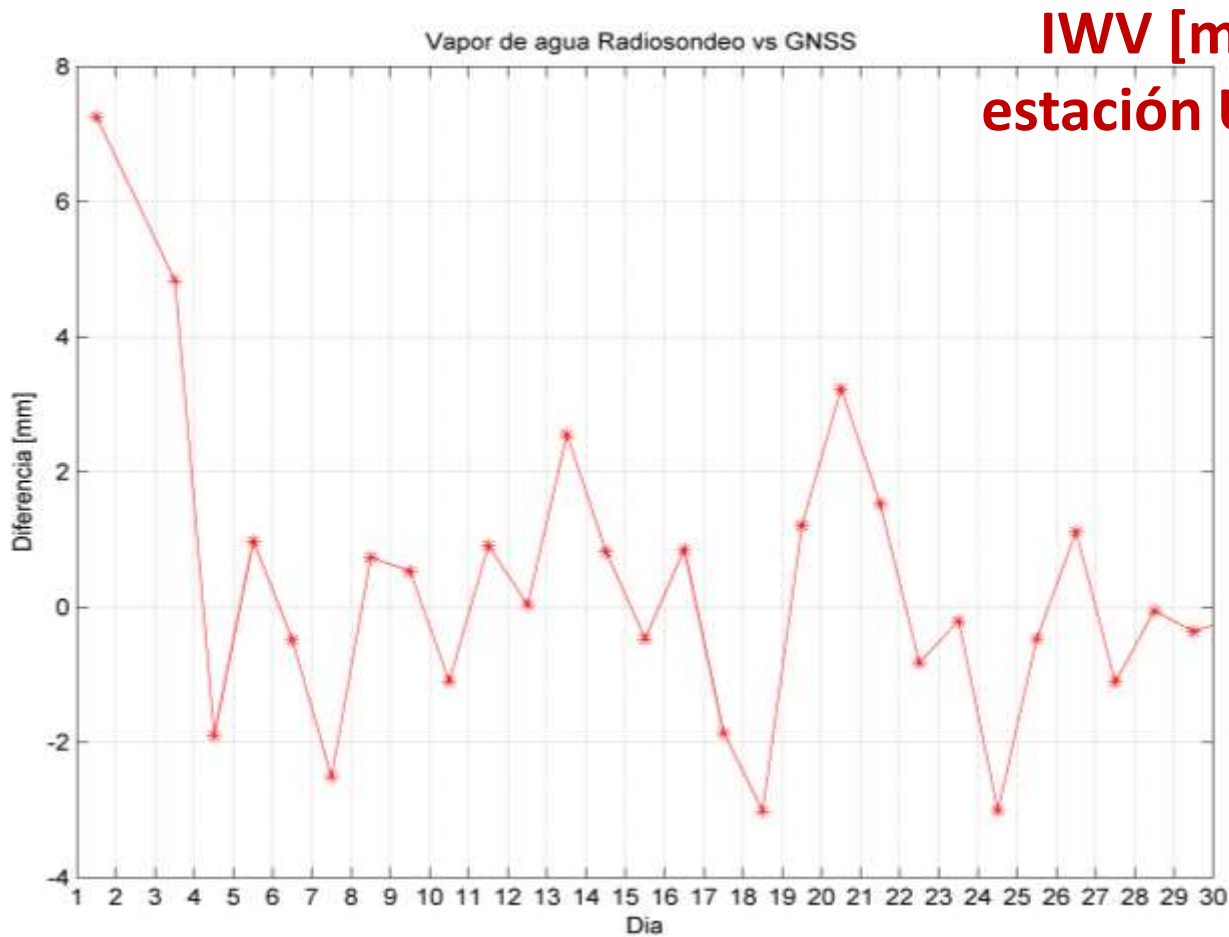
Valores máximos de IWV. Periodo 2015-2016. Desde ZTD estimado por SIRGAS

## Validación 1

IWV desde radiosondeo vs IWV calculado desde GNSS con **Pa y T de Era Interim** (12hs de TU)

## Validación 2

IWV desde radiosondeo vs IWV calculado desde GNSS con **Pa y T de Estación meteorológica local** (12hs de TU)

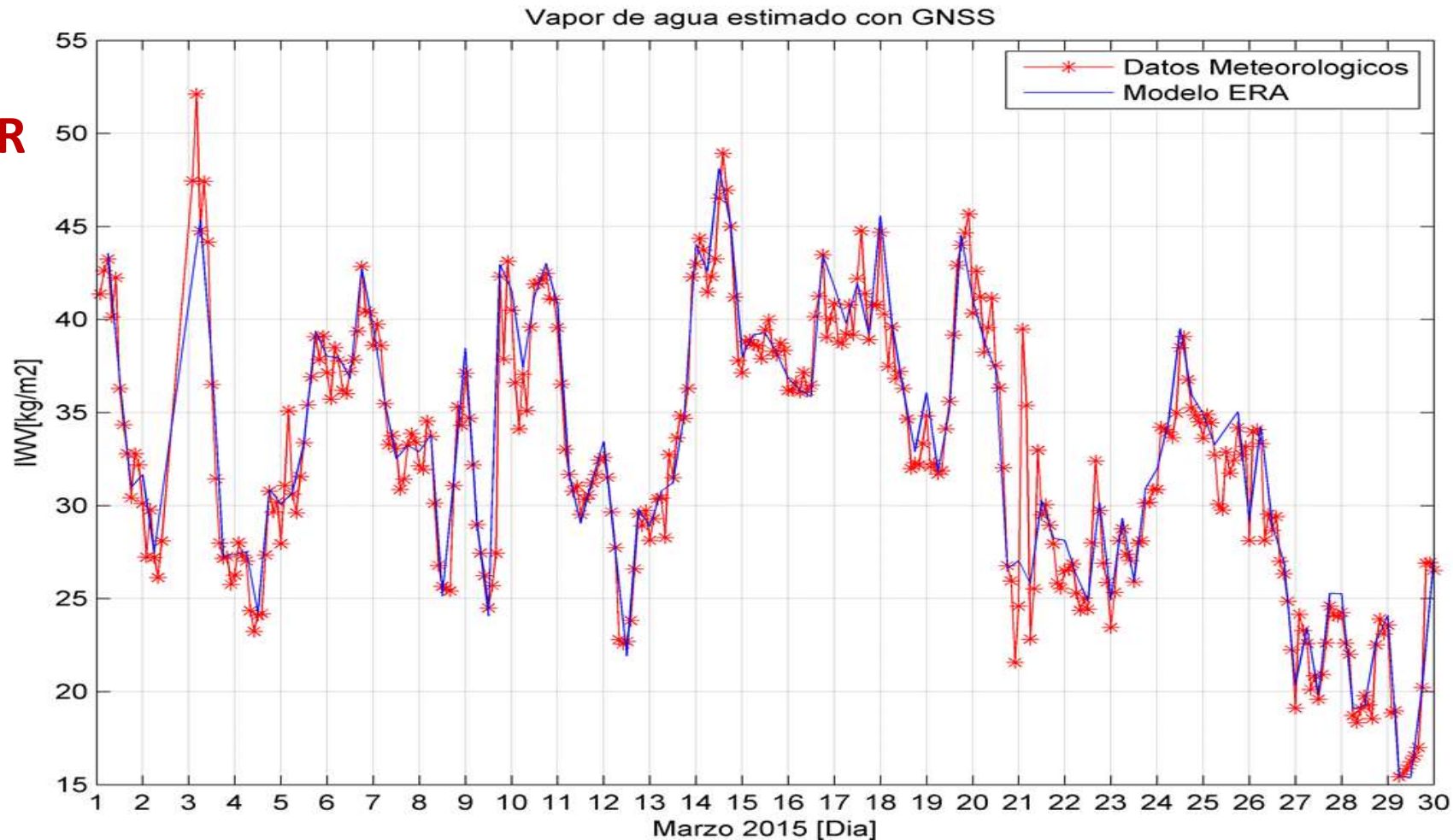




## Validación 3

IWV calculado desde GNSS con Pa y T de estación meteorológica local vs IWV calculado desde GNSS con Pa y T de Era Interim (cada 6hs : a las 0, 6, 12 y 18 TU)

**IWV [mm]  
estación UCOR**





**¡¡ Muchas gracias!!**

**Para quienes generan los datos y mantienen las estaciones  
Para los Centros de Datos , Centros de Procesamiento y de Combinación**

**A las tres instituciones que nos cobijan**



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERÍA  
en acción continua...



FACULTAD DE  
INGENIERÍA



# QUEREMOS COMPARTIR UN HOMENAJE A NUESTRA QUERIDA COMPAÑERA ANA MARIA ROBIN

Quien en septiembre ha sido premiada con su jubilación  
Con mas de 40 años de trabajo en el ámbito de la Geodesia Argentina  
Trabajadora silenciosa  
Y miembro activo de SIRGAS desde la campaña 1995 a la fecha



¡¡ Muchas gracias!!





