

**INTRODUCCIÓN:** En América, la red SIRGAS-CON se emplea con fines geodésicos y está siendo utilizada para monitoreo ionosférico y troposférico [https://sirgas.ipgh.org/productos/retrasos-troposfericos/]. Los productos troposféricos de SIRGAS cumplen el requerimiento de exactitud, para contribuir con los modelos numéricos de predicción del clima, pero **la latencia** (30 días) no es la requerida.

**OBJETIVO:** Proponer una metodología para estimar valores de ZTD, aplicando la técnica de Posicionamiento Puntual Preciso, con el menor retardo o latencia posible.

**METODOLOGÍA:**

- **Estimación del ZTD<sub>PPP</sub>:**  
Cálculo PPP con: RTK-Lib, BNC, CSRS Canadá, Bernese 5.2 (Tabla 1).  
Periodo: 36 días (21/02 al 27/03 de 2015), en 10 estaciones (Fig. 1)  
Validación con ZTD finales de SIRGAS.
- **Cálculo del IWW:**  
Se adaptó la metodología de cálculo de Camisay et al., 2020, utilizando valores meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina.  
-ZTD<sub>PPP</sub> calculado con Bernese 5.2, para 33 estaciones, año 2019 (365 días).  
-Validación con IWW de radiosondeos (6 sitios, Fig. 1) e IWW SIRGAS.



Fig 1: Estaciones GNSS utilizadas en caso de estudio (triángulos). Radiosondeos (puntos verdes)

Fig 2 Estrategia de cálculo del IWW

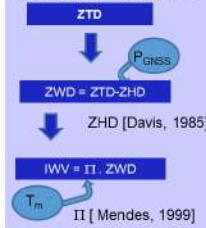


Tabla 1: Configuración de programas de cálculo PPP, para estimación ZTD

Software	RTK-Lib	BNC	CSRS	Bernese v5.2
Observaciones	GPS+GLONASS	GPS+GLONASS	GPS+GLONASS	GPS
Intervalo de muestreo	RINEX (15 s)	Streams RT (1 s)	RINEX (1 s)	RINEX (1 s)
Orbitas y ERP	Sp3 (IGS01-RT)	Broadcast + IGS03 correction	Productos Finales IGS igswwwD.sp3	Productos Rápidos de CODE
Corrección de Reloj	CLK (IGS01-RT)	IGS03 stream correction	Productos Finales IGS igswwwD.clk	Rapid (CODE)
Modelo Troposférico A-priori y función de mapeo	Saastamoinen (1973)+ VMF	Saastamoinen (1973) dT / cos(z)	Davis(GPT) Hopf(GPT) GMF	VMF + Gridded VMF1 coefficients (00.06 12 and 18 UTC)

**RESULTADOS**

Las mejores estimaciones de ZTD fueron las obtenidas con RTK-Lib y Bernese 5.2 (Fig. 3 – Tabla 2). Ambos permiten cálculo a *cuasi-tiempo real*, utilizando las herramientas para adquisición de datos RT.

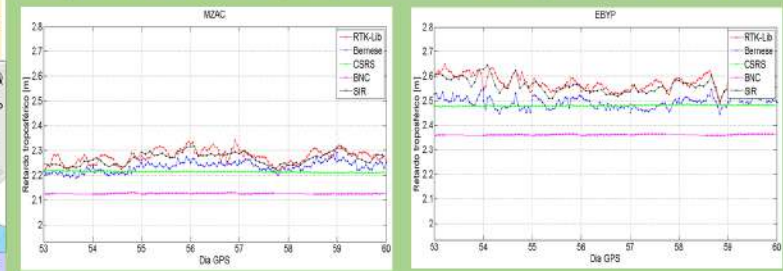


Fig 3: ZTD estimado con PPP por diferentes programas de cálculo. Izquierda: MZAC (Mendoza, Arg.). Derecha: EBYP (Misiones, Arg.)

	Bias [cm]	RMS [cm]
RTK-Lib	-0,91	2,35
Bernese	4,99	5,49
CSRS	5,70	6,65
BNC	11,80	12,50

	Bias	RMS
IWW <sub>PPP</sub> - IWW <sub>SIR</sub>	3,2	4,4
IWW <sub>PPP</sub> - IWW <sub>CS</sub>	3,7	5,5

Tabla 3: Diferencias IWW<sub>PPP</sub> - IWW<sub>SIR</sub> [kg/m<sup>2</sup>]

Tabla 2: Diferencias ZTD<sub>PPP</sub> - ZTD<sub>SIR</sub>

La rutina desarrollada para el cálculo de IWW, genera serie numérica y mapas horarios de IWW (Fig. 4). Puede aplicarse en tiempo real, ni bien se disponga del ZTD y valores meteorológicos.

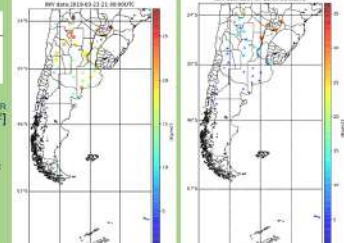


Fig 4: Mapas horarios IWW desde ZTD<sub>PPP</sub>

**CONCLUSIONES:**

La exactitud obtenida en ZTD<sub>PPP</sub> (3 mm) y en IWW<sub>PPP</sub> (5 kg/s<sup>2</sup> IWW), permite contribuir a los modelos numéricos de pronóstico. Empleando herramientas Real Time (BNC) para adquisición de datos, se podrían obtener en tiempo cuasi-real (menor a 90 minutos). La metodología de cálculo de IWW desarrollada, puede ser aplicada a todas las estaciones latinoamericanas SIRGAS, que dispongan de observaciones meteorológicas a tiempo real. Se remarca la mayor resolución espacial y temporal, que ofrece la técnica indirecta GNSS, para estimar IWW.