

# La opacidad atmosférica en 210 GHz: resultados finales en la Puna Salteña

F. A. Bareilles<sup>1,2</sup>, R. Morras<sup>1,2</sup>, J.C. Olalde<sup>1</sup>, F. P. Hauscarriaga<sup>1</sup> y  
E. M. Arnal<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR-CONICET)

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - UNLP

Malargüe, 15 al 19 de Septiembre de 2007



# Objetivo propuesto

Caracterizar sitios en el territorio nacional que sean aptos para instalar facilidades mm y sub-mm; **exista o no un proyecto para tal facilidad.**

# Influencia de la opacidad en ondas mm y sub-mm

Desde las frecuencias de microondas hasta el infrarrojo, la opacidad del cielo está dominada por:

- el oxígeno
- el vapor de agua

A 210 GHz la opacidad es dominada por el vapor de agua; esto nos permite convertir la opacidad al cenit directamente a vapor de agua precipitable (*PWV*).

# Influencia de la opacidad en ondas mm y sub-mm

Desde las frecuencias de microondas hasta el infrarrojo, la opacidad del cielo está dominada por:

- el oxígeno
- el vapor de agua

A 210 GHz la opacidad es dominada por el vapor de agua; esto nos permite convertir la opacidad al cenit directamente a vapor de agua precipitable (*PWV*).

# Influencia de la opacidad en ondas mm y sub-mm

Desde las frecuencias de microondas hasta el infrarrojo, la opacidad del cielo está dominada por:

- el oxígeno: es más o menos constante.
- el vapor de agua

A 210 GHz la opacidad es dominada por el vapor de agua; esto nos permite convertir la opacidad al cenit directamente a vapor de agua precipitable (*PWV*).

# Influencia de la opacidad en ondas mm y sub-mm

Desde las frecuencias de microondas hasta el infrarrojo, la opacidad del cielo está dominada por:

- el oxígeno: es más o menos constante.
- el vapor de agua: **varía en el tiempo.**

A 210 GHz la opacidad es dominada por el vapor de agua; esto nos permite convertir la opacidad al cenit directamente a vapor de agua precipitable (*PWV*).



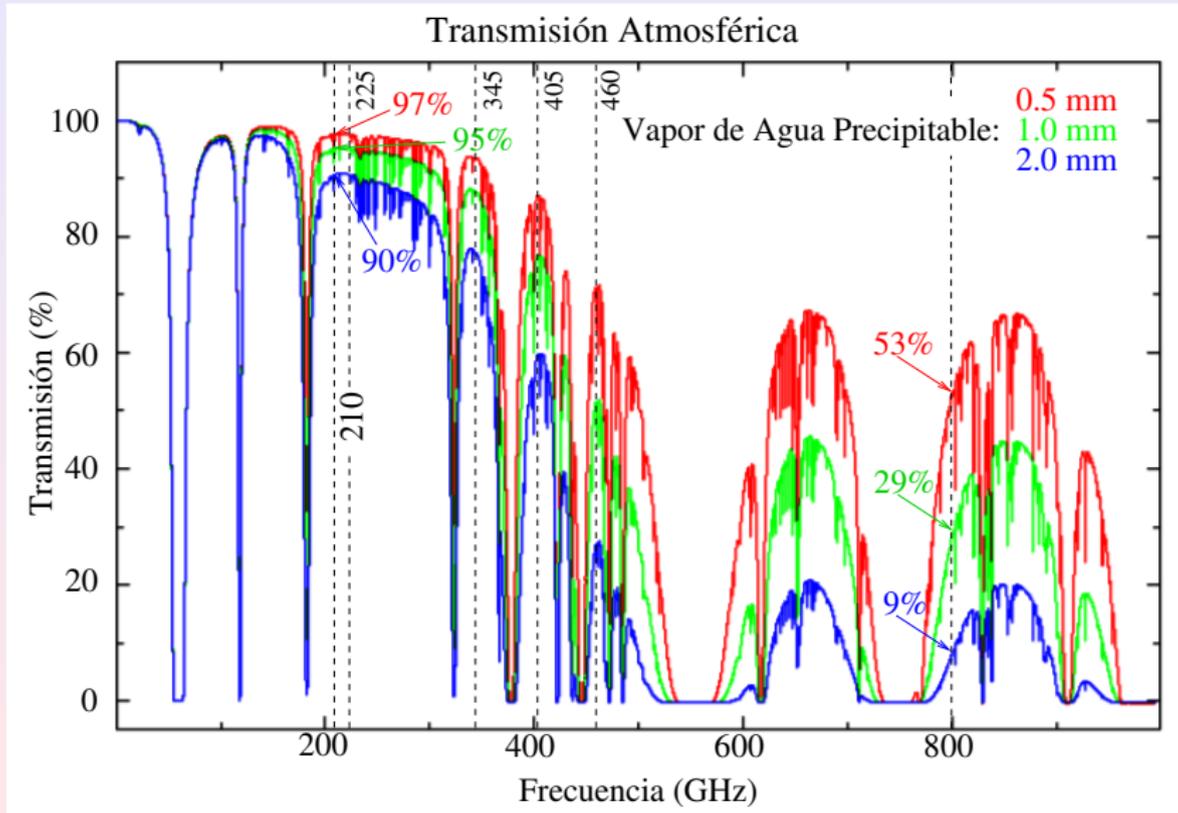
# Influencia de la opacidad en ondas mm y sub-mm

Desde las frecuencias de microondas hasta el infrarrojo, la opacidad del cielo está dominada por:

- el oxígeno: es más o menos constante.
- el vapor de agua: **varía en el tiempo**.

A 210 GHz la opacidad es dominada por el vapor de agua; esto nos permite convertir la opacidad al cenit directamente a vapor de agua precipitable (*PWV*).

# Influencia de la opacidad en ondas mm y sub-mm



# Influencia de la opacidad en ondas mm y sub-mm

¿Por qué queremos un  $\tau$  bajo?

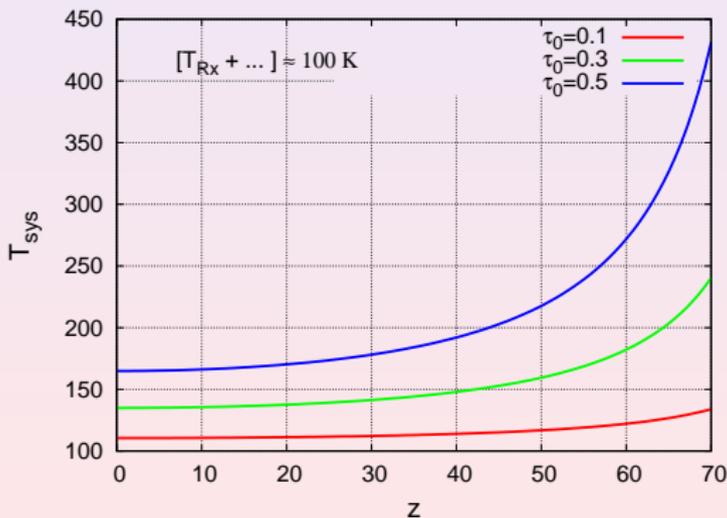


# Influencia de la opacidad en ondas mm y sub-mm

¿Por qué queremos un  $\tau$  bajo?

$$T_{sys} = e^{\tau_0 A} [T_{Rx} + \eta_\ell T_{atm}(1 - e^{-\tau_0 A}) + (1 - \eta_\ell) T_{sbr}] + \dots ;$$

$$\Delta T_{RMS} \propto \frac{T_{sys}}{\sqrt{B} t_{int}}$$



# Sitios

Lugar	Altura	Días	Inicio	Fin
Burek	2624 m	192	10/12/2002	20/06/2003
Jarillal	3160 m	177	23/06/2003	17/12/2003
T. Grande	4604 m	563	21/04/2004	<i>continúa</i>

## Financiación de todas las campañas

- 2002 a 2006: Con recursos propios del IAR (~ \$ 60.000) a través de lo ingresado por transferencia tecnológica.
- Desde 2006: CONICET aprobó un PIP que sirvió para financiar la última campaña de mantenimiento y el reemplazo del enlace de radio (~ \$ 10.000).

## Sitios

Lugar	Altura	Días	Inicio	Fin
Burek	2624 m	192	10/12/2002	20/06/2003
Jarillal	3160 m	177	23/06/2003	17/12/2003
T. Grande	4604 m	563	21/04/2004	<i>continúa</i>

## Financiación de todas las campañas

- 2002 a 2006: Con recursos propios del IAR (~ \$ 60.000) a través de lo ingresado por transferencia tecnológica.
- Desde 2006: CONICET aprobó un PIP que sirvió para financiar la última campaña de mantenimiento y el reemplazo del enlace de radio (~ \$ 10.000).

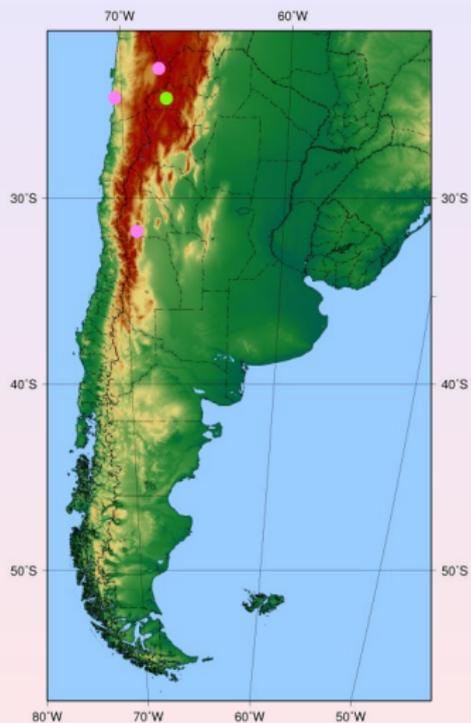
## Sitios

Lugar	Altura	Días	Inicio	Fin
Burek	2624 m	192	10/12/2002	20/06/2003
Jarillal	3160 m	177	23/06/2003	17/12/2003
T. Grande	4604 m	563	21/04/2004	<i>continúa</i>

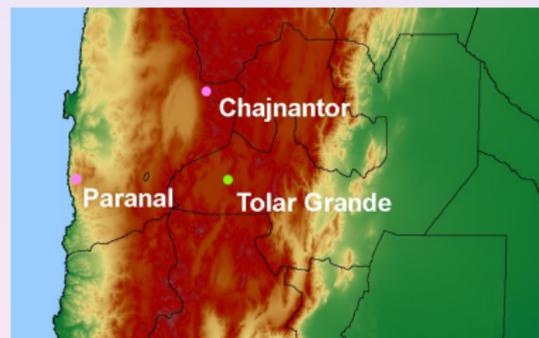
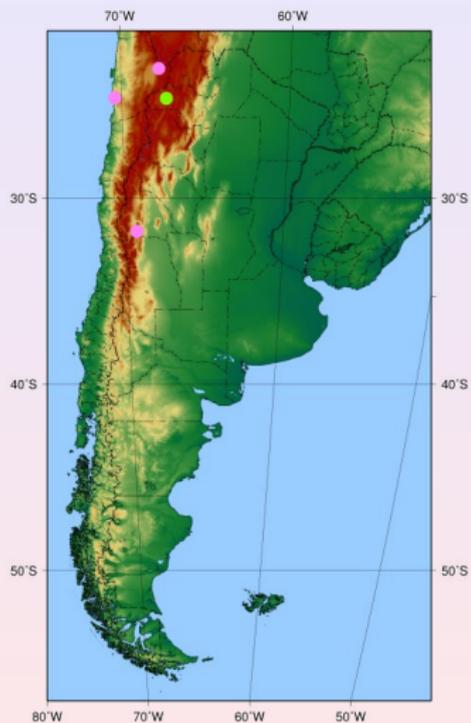
## Financiación de todas las campañas

- 2002 a 2006: Con recursos propios del IAR (~ \$ 60.000) a través de lo ingresado por transferencia tecnológica.
- Desde 2006: CONICET aprobó un PIP que sirvió para financiar la última campaña de mantenimiento y el reemplazo del enlace de radio (~ \$ 10.000).

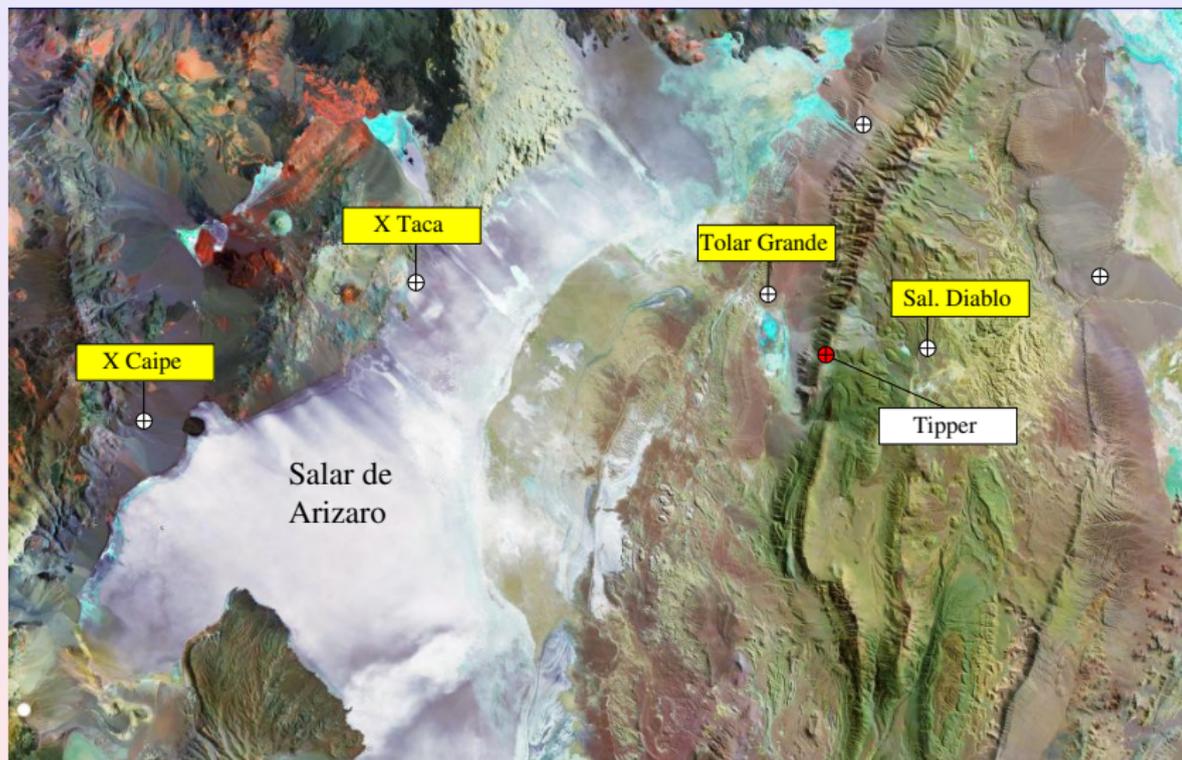
# Tolar Grande - Macón



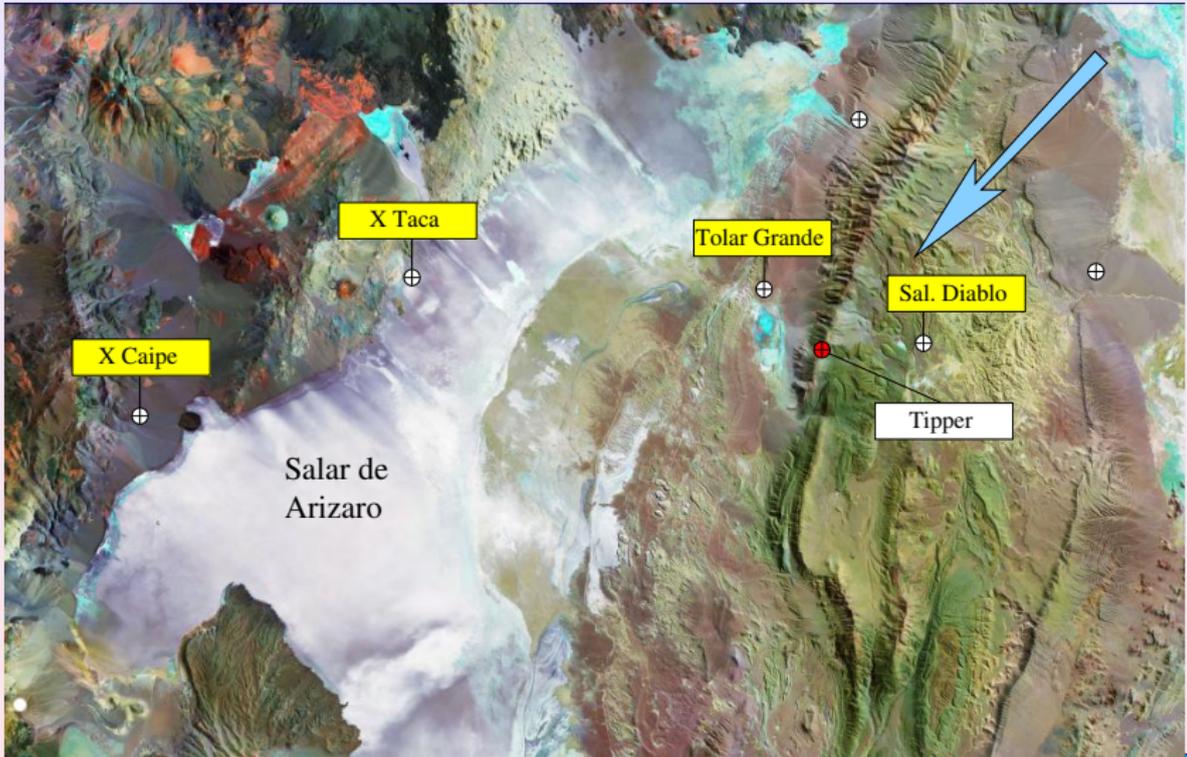
# Tolar Grande - Macón



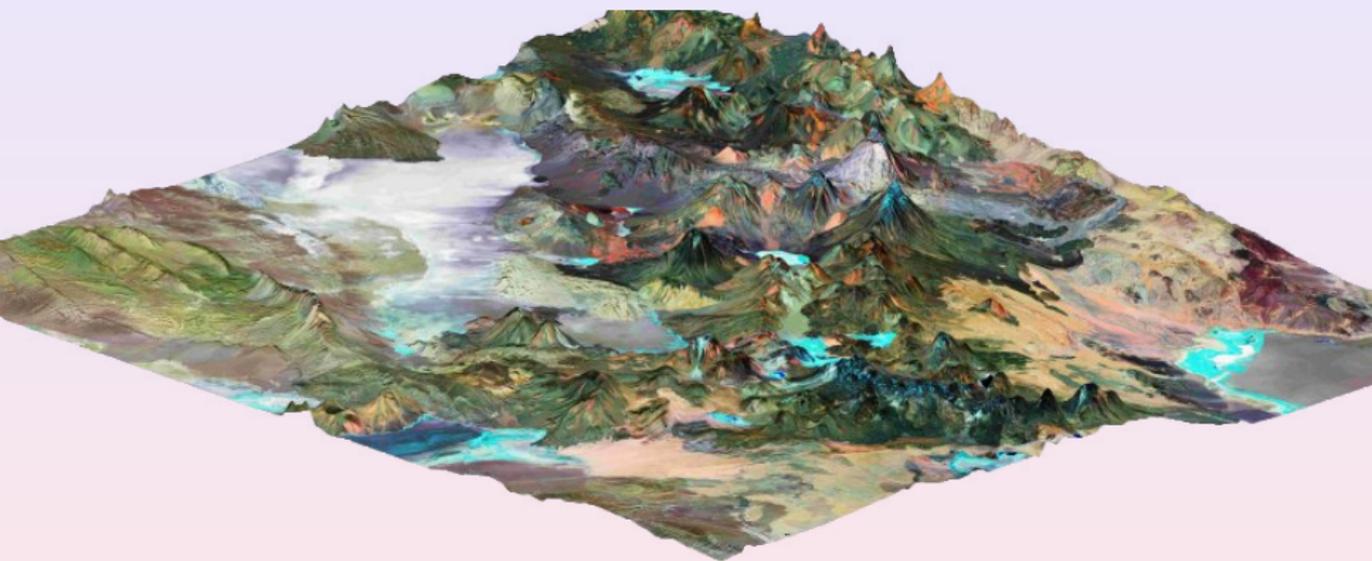
# Tolar Grande - Macón



# Tolar Grande - Macón



# Tolar Grande - Macón





**Tipper**





# Tolar Grande - Macón



# Datos obtenidos en el Macón

## Contaminación de verano

Por problemas técnicos, tenemos más veranos medidos que inviernos, lo que empeora la estadística general.

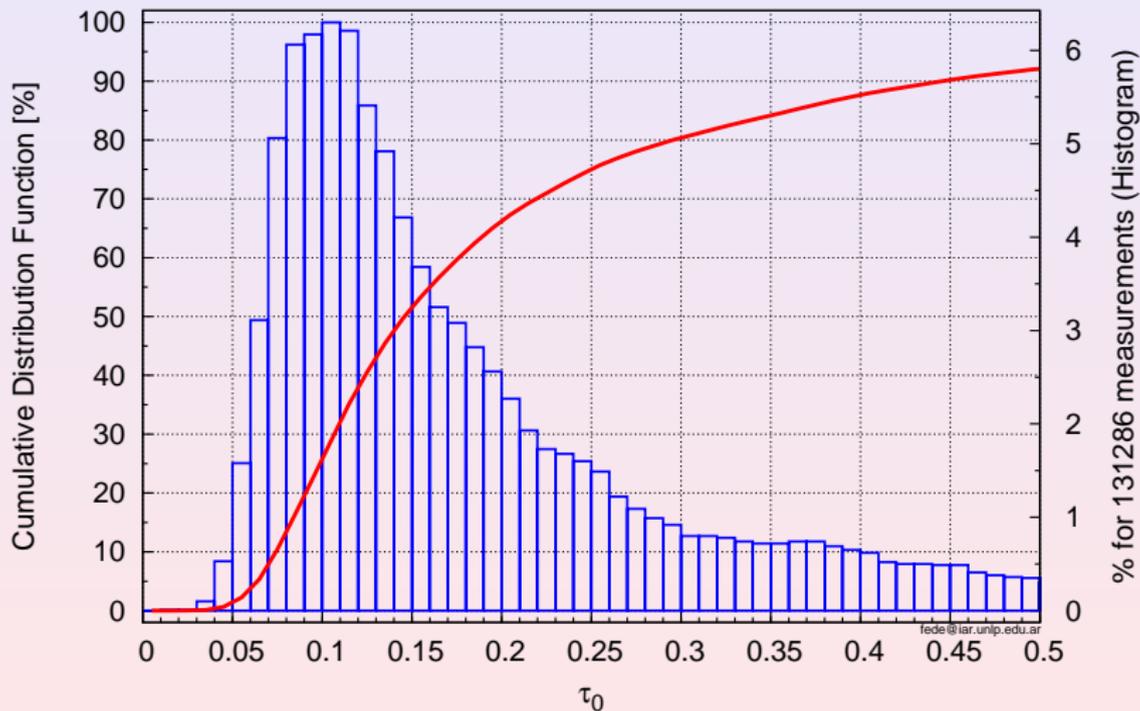
# Datos obtenidos en el Macón

## Contaminación de verano

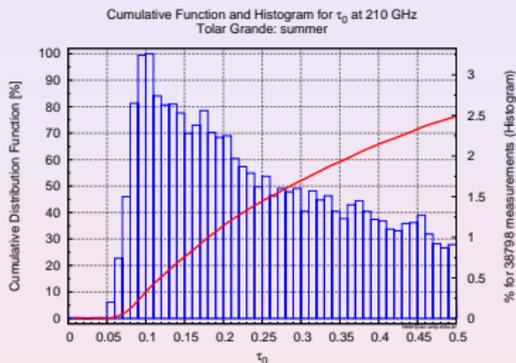
Por problemas técnicos, tenemos más veranos medidos que inviernos, lo que empeora la estadística general.

# Datos obtenidos en el Macón

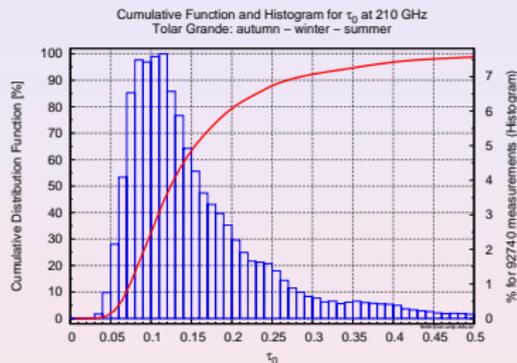
Cumulative Function and Histogram for  $\tau_0$  at 210 GHz  
Tolar Grande: 21/04/2004 to 10/09/2007



# Datos obtenidos en el Macón



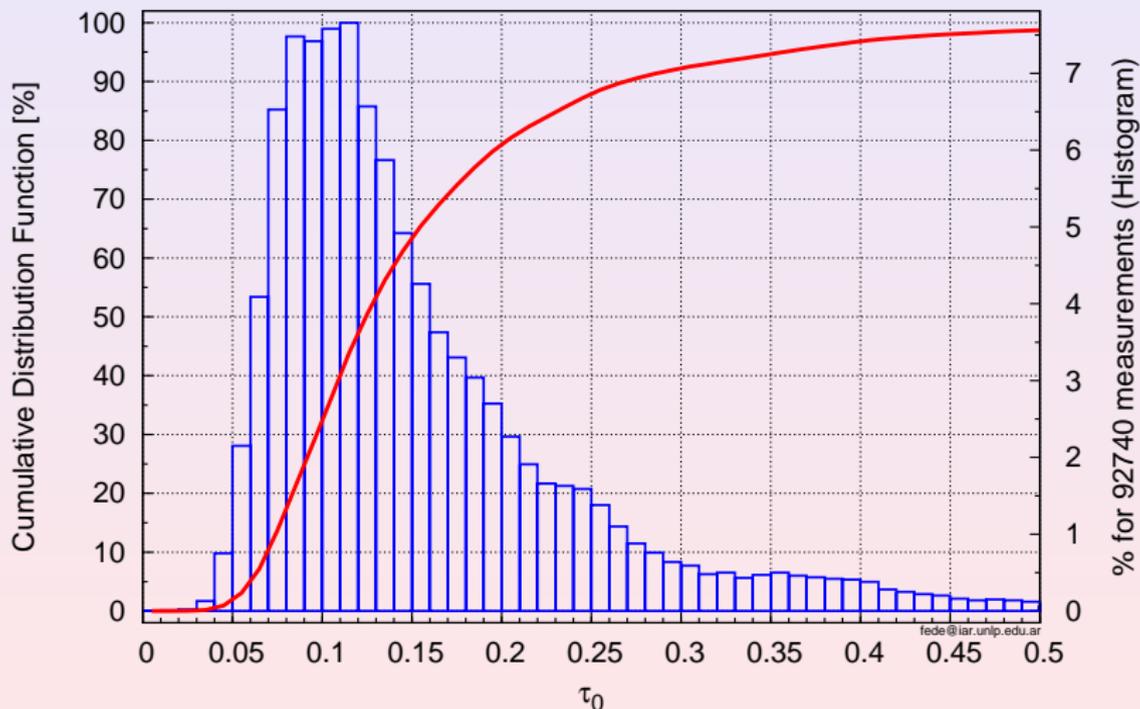
Verano



Otoño - Invierno - Primavera

# Datos obtenidos en el Macón

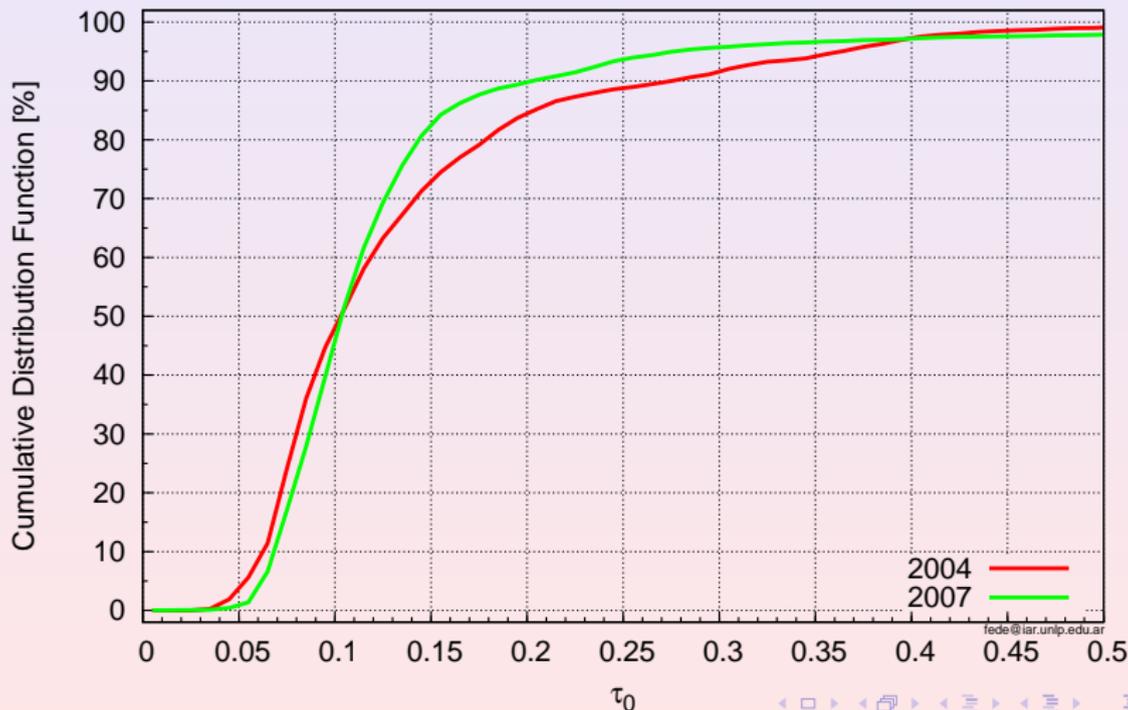
Cumulative Function and Histogram for  $\tau_0$  at 210 GHz  
Tolar Grande: autumn – winter – summer



# Datos obtenidos en el Macón

## Repetitividad

Cumulative Function for  $\tau_0$  at 210 GHz  
Tolar Grande: July



# Comparación con Chajnantor

## *Tippers* que operaron en Chajnantor

- 183 GHz entre marzo de 1999 y diciembre de 2002 - ESO.
- 225 GHz entre abril de 1995 y octubre de 2004 - NRAO.

Tenemos solamente 7 meses de mediciones simultáneas para comparar.

# Comparación con Chajnantor

## *Tippers* que operaron en Chajnantor

- 183 GHz entre marzo de 1999 y diciembre de 2002 - ESO.
- 225 GHz entre abril de 1995 y octubre de 2004 - NRAO.

Tenemos solamente 7 meses de mediciones simultáneas para comparar.

# Comparación con Chajnantor

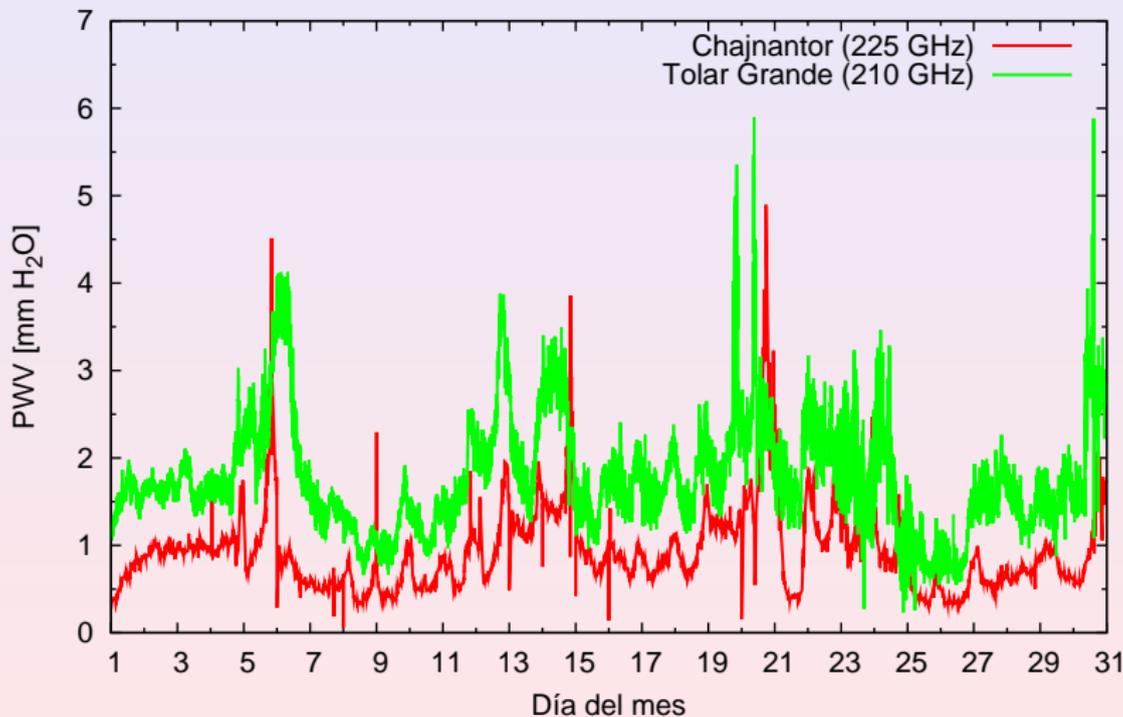
## *Tippers* que operaron en Chajnantor

- 183 GHz entre marzo de 1999 y diciembre de 2002 - ESO.
- 225 GHz entre abril de 1995 y octubre de 2004 - NRAO.

Tenemos solamente **7** meses de mediciones simultáneas para comparar.

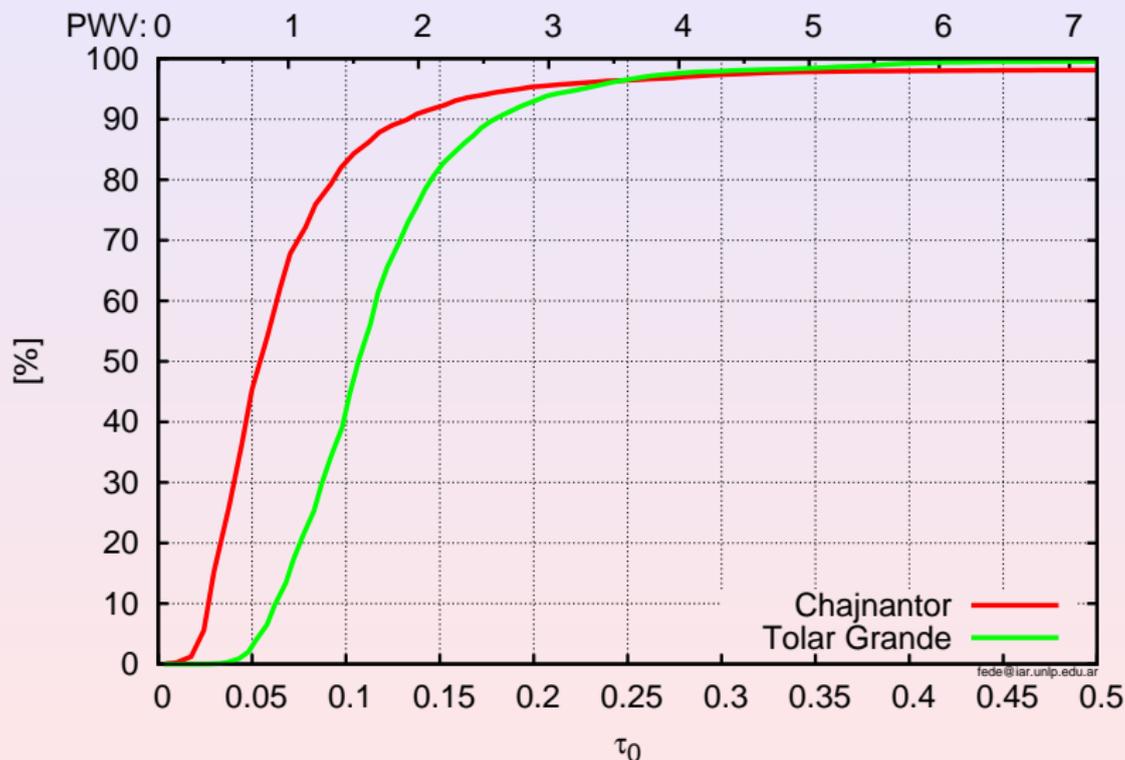
# Comparación con Chajnantor

Chajnantor / Tolar Grande  
Mayo 2004



# Comparación con Chajnantor

Cumulative Distribution Function for  $\tau_0$  at 210 GHz

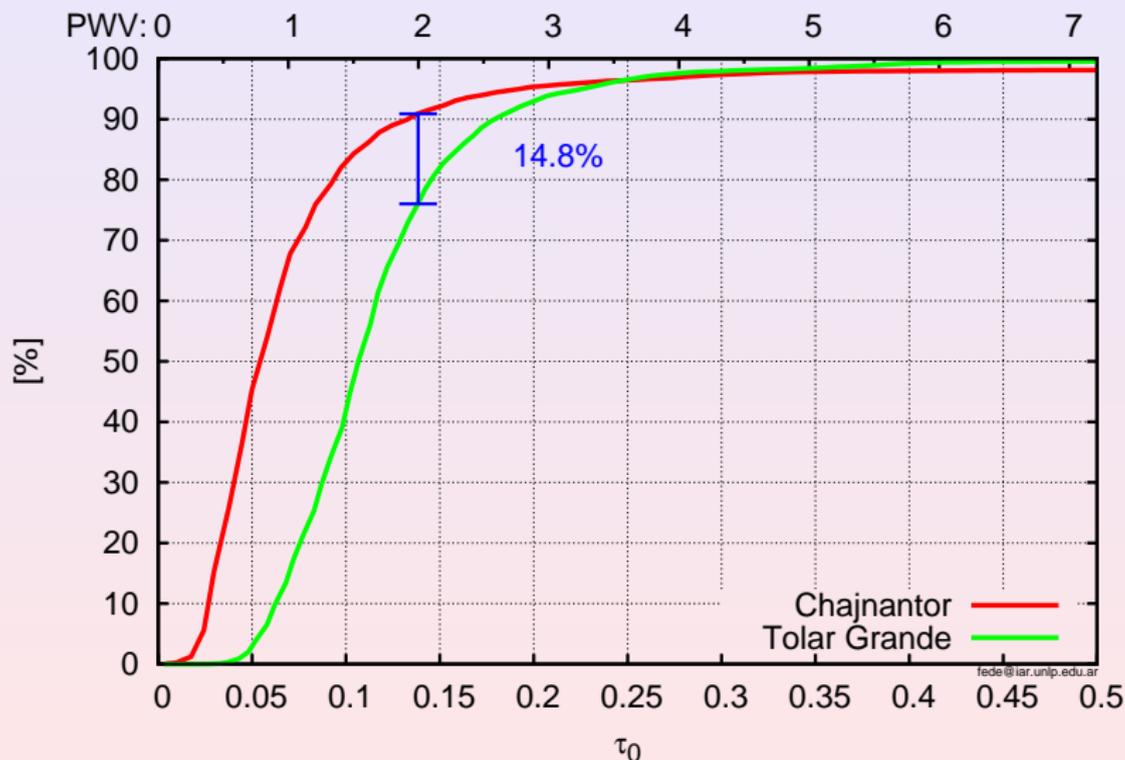


fed@iar.unlp.edu.ar



# Comparación con Chajnantor

Cumulative Distribution Function for  $\tau_0$  at 210 GHz



fed@iar.unlp.edu.ar



# Comparación con otros sitios

Tiempo	$\tau_{225} \leq$			$\tau_{210} \leq$	
	Chajnantor 5060 m	Mauna Kea 4100 m	Polo Sur 2835 m	Jarillal 3160 m	Tolar Grande 4604 m
25 %	0.04	0.06	0.04	0.17	0.09
50 %	0.06	0.09	0.05	0.22	0.12
75 %	0.12	0.15	0.07	0.29	0.18

\*: Radford, S. J. E., 2000, ALMA Memo 334.1

# Conclusiones

## Tolar Grande

Es un muy buen candidato para un proyecto submilimétrico, alto y seco:

- Presenta alturas mayores a 5000 m (se midió a 4604 m).
- Es sísmicamente más estable que la Puna Chilena (y Paranal).
- Para el período otoño, invierno y primavera, se obtuvo  $\tau_0 \leq 0.2$  el 80% del tiempo.

Con una inversión  $\sim$  \$ 70.000 se carectirizaron 3 sitios en 5 años para frecuencias mm y sub-mm.

# Conclusiones

## Tolar Grande

Es un muy buen candidato para un proyecto submilimétrico, alto y seco:

- Presenta alturas mayores a 5000 m (se midió a 4604 m).
- Es sísmicamente más estable que la Puna Chilena (y Paranal).
- Para el período otoño, invierno y primavera, se obtuvo  $\tau_0 \leq 0.2$  el 80 % del tiempo.

Con una inversión  $\sim$  \$ 70.000 se carectirizaron 3 sitios en 5 años para frecuencias mm y sub-mm.

# Conclusiones

## Tolar Grande

Es un muy buen candidato para un proyecto submilimétrico, alto y seco:

- Presenta alturas mayores a 5000 m (se midió a 4604 m).
- Es sísmicamente más estable que la Puna Chilena (y Paranal).
- Para el período otoño, invierno y primavera, se obtuvo  $\tau_0 \leq 0.2$  el 80 % del tiempo.

Con una inversión  $\sim$  \$ 70.000 se carectirizaron 3 sitios en 5 años para frecuencias mm y sub-mm.

# Conclusiones

## Tolar Grande

Es un muy buen candidato para un proyecto submilimétrico, alto y seco:

- Presenta alturas mayores a 5000 m (se midió a 4604 m).
- Es sísmicamente más estable que la Puna Chilena (y Paranal).
- Para el período otoño, invierno y primavera, se obtuvo  $\tau_0 \leq 0.2$  el 80 % del tiempo.

Con una inversión  $\sim$  \$ 70.000 se carectirizaron 3 sitios en 5 años para frecuencias mm y sub-mm.





