

EFFECTOS ANTROPOGÉNICO Y SOLAR EN LA AMPLITUD TÉRMICA OBSERVADA EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.

Gianibelli JC\*

Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía  
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata,  
Paseo del Bosque S/N – 1900 La Plata – Argentina  
TE. +54 +221 4236593 ext. 132

[icg@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:icg@fcaglp.unlp.edu.ar) - [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

Se estudia el efecto antropogénico y solar en la serie de tiempo de las temperaturas máximas y mínimas diarias observadas en la Estación Meteorológica de Villa Ortúzar (Lat.: 34° 35'S, Long.: 58° 29'O, ciudad de Buenos Aires) desde 1909 hasta 2011. Se las agrupa en intervalos de 27 días correspondientes al período de rotación solar denominado "de Carrington" y caracterizada cada rotación por una numeración consecutiva. Se determinan las máximas y mínimas absolutas calculándose las tendencias para ambas. Se compara el comportamiento de las tendencias con los datos obtenidos de los censos de la Ciudad de Buenos Aires. Se determinan la amplitudes absolutas de las series detrendeadas. Asimismo sobre la serie diaria del número de manchas solares se determina los valores máximos y mínimos en cada intervalo de 27 días y se calcula la amplitud o variabilidad de la actividad solar en dicho intervalo. Los resultados muestran que las mínimas absolutas tienen un cambio de tendencia de +4.1°C en 102 años, mientras que las máximas absolutas solo crecieron +1°C habiendo aumentado en 1.650.000 la cantidad de habitantes en la ciudad de Buenos Aires. Los resultados muestran cambios notables de la amplitud absoluta térmica con el aumento de la actividad solar y su variabilidad. La técnica utilizada permite evaluar la relación de las mínimas y máximas absolutas con la evolución del crecimiento demográfico como también respecto de la actividad solar medido por la amplitud de cambio de las manchas solares (R) cada 27 días.

INTRODUCCION.

La ciudad de Buenos Aires (hoy Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CABA) cubre una superficie de 202km<sup>2</sup> fue fundada el 3 de febrero de 1536 por Pedro de Mendoza y luego el 11 de junio de 1580 por Juan de Garay. Limita con los partidos de Avellaneda, Lanus, Lomas de Zamora, La Matanza, Tres de Febrero, Gral. San Martín y Vicente López como se observa en la Figura 1.

Para el estudio de los efectos antropogénicos sobre la variable meteorológica de la temperatura es necesario contar en un punto fijo de la región de un observatorio permanente. Para este estudio se dispone del Observatorio Meteorológico de Villa Ortúzar (Lat.: 34° 35'S, Long.: 58° 29'O) dependiente del Servicio Meteorológico Nacional, el cual cuenta con diferentes tipos de largas series temporales de temperatura desde 1908 hasta el presente. Estudios realizados por Gianibelli et. al. 2006, y Gianibelli y Quagliano 2007 sobre las series temporales de la amplitud térmica registrada en la Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas dependiente de la Universidad Nacional de La Plata permitieron hallar efectos antropogénicos y solares mediante la relación con el crecimiento demográfico y el número de manchas solares.

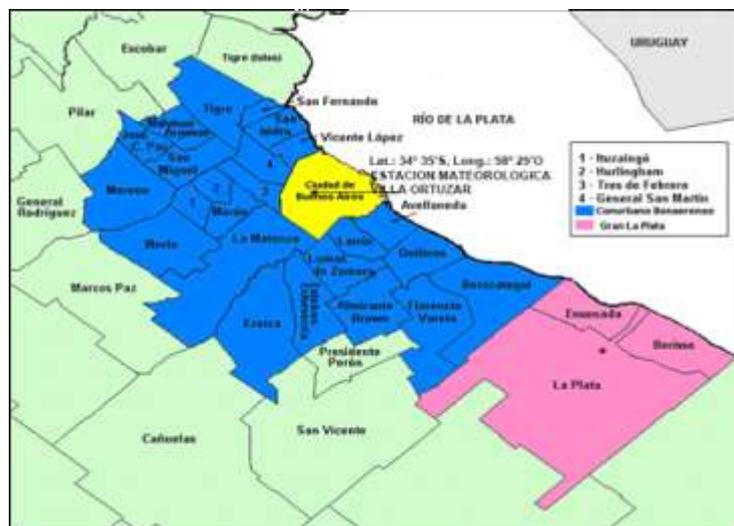


Figura 1. Ubicación geográfica de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, partidos contiguos y Gran La Plata.

En la Figura 2 se observa una vista aérea de la Estación Meteorológica de Villa Ortúzar y su contexto edilicio.

**Figura 2. Vista aérea de la estación meteorológica de Villa Ortúzar.**



Recientemente estudios recopilados por Benestad R. E. (2006) mostraron que la conexión Sol-Tierra tiene un comportamiento muy importante dentro de la evolución de la cavidad heliosférica, y su relación con la Climatología Espacial en el medio interplanetario. Haig J. D. (2004) analiza la respuesta del clima terrestre con la variabilidad solar y Hansen et. al. (2011) presenta una revisión de los cambios de temperatura en superficie en forma global. Un aspecto importante es el ajuste por efecto de la urbanización en las series de temperatura, en este tópicó Parker (2010) realiza un estudio de los procesos antropogénicos del calentamiento que debe ser eliminado en las series de temperatura para obtener por medio de los modelos una medida del cambio climático global.

El objetivo de este estudio consistente en analizar la evolución temporal de los máximos y mínimos absolutos de la temperatura observada en la estación meteorológica de Villa Ortúzar y agrupados según el número de Carrington (Gianibelli et. al. 2006) para observar y determinar los cambios de la tendencia desde 1909.0, hasta el 2011.0 en relación con el crecimiento demográfico de la región, la cual es la variable geográfica que mejor representa parte de la actividad antropogénica y por ende el efecto urbano de calentamiento. La amplitud térmica absoluta, filtrada de los efectos antropogénicos, es calculada y relacionada con el número de manchas solares con fin de observar los efectos de la actividad solar. La elección del número de Carrington, (también llamado número de rotación solar de Bartels), esta basado en intervalos de 27 días caracterizados por un número que representa la rotación media del sol, que se inicia el 9 de noviembre de 1853 (Duffett-Smith, 1992., Cox, 1999). Esta selección permite confeccionar series temporales a intervalos equivalentes con una relación heliosistémica más clara con otras variables del geosistema, con el fin de determinar los efectos de la conexión Sol-Tierra.

**ANÁLISIS DE LOS DATOS Y RESULTADOS**

La información disponible son los resultados de los censos de población de la CABA desde 1780 hasta 2010 en forma aperiódica, siendo utilizados los censos realizados desde 1855 hasta 2010. Las máximas y mínimas diarias de temperatura se disponen desde 1909.0 hasta 2011.0. Se conforman grupos a intervalos de 27 días que posean el mismo número de rotación solar de Carrington y se determina la máxima y la mínima absoluta. Con esta información se calculan las tendencias para las máximas y mínimas absolutas (Fig.3).



**Figura 3.**  
Temperaturas máximas y mínimas absolutas y sus tendencias.

De la Figura 3 se desprende que la temperatura máxima solo cambio 1°C desde 1909.0 hasta 2011.0 mientras que las mínimas sufrieron un cambio de 4.1°C. La población de la CABA desde 1855 tuvo un crecimiento diferente al observado por ejemplo en la ciudad de La Plata (Gianibelli, 2007) obteniendo un máximo de casi  $3 \times 10^6$  habitantes para luego descender levemente, aún así la tendencia es creciente lo cual es acertado pues la ciudad alberga más de lo estimado linealmente pues es un centro administrativo de actividad transitoria.

La figura 4 muestra esta tendencia demográfica y los resultados censales desde 1855 al 2010. La figura 5 muestra la relación de las rectas de tendencia de las temperaturas máximas y mínimas en función del crecimiento demográfico lineal, para observar el cambio la temperatura respecto de la cantidad de habitantes.

Figura 4.

Tendencia del crecimiento demográfico y resultados de los censos.

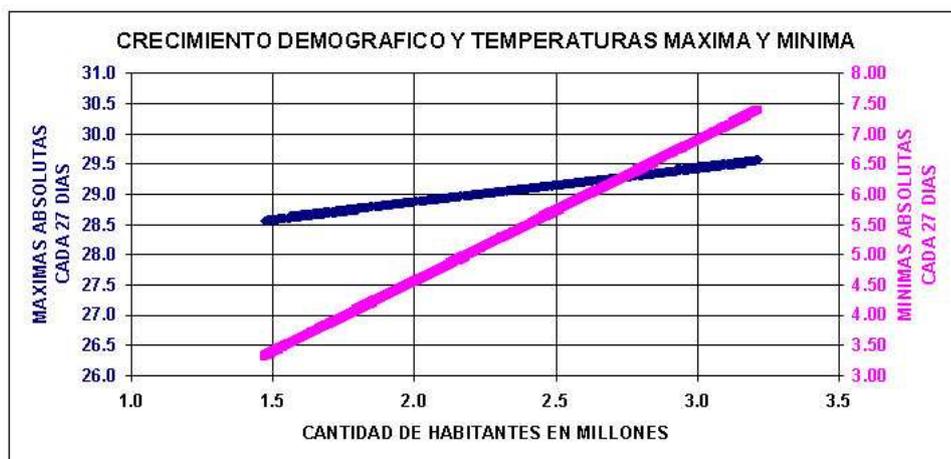


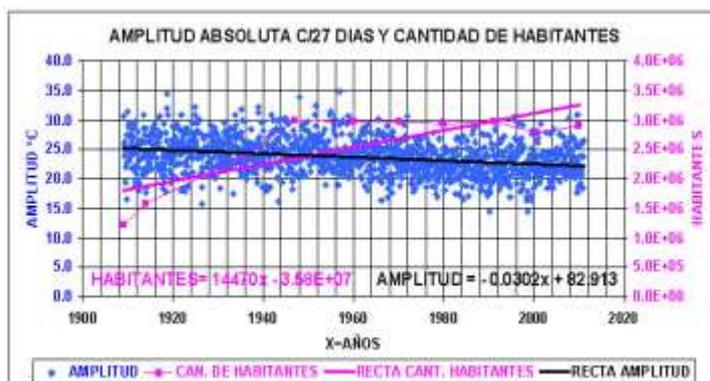
Figura 5.

Amplitudes máximas y mínimas absolutas en función de la cantidad de habitantes determinadas por la tendencia demográfica.

Otro de los aspectos importante es la determinación de la amplitud térmica absoluta y su tendencia en el intervalo 1909-2011, como asimismo la tendencia demográfica para ese intervalo. Este resultado se muestra en la Figura 6 donde se aprecia la disminución de la amplitud térmica de 3.1°C respecto del aumento en la tendencia demográfica de  $1.5 \times 10^6$  a  $3.2 \times 10^6$ .

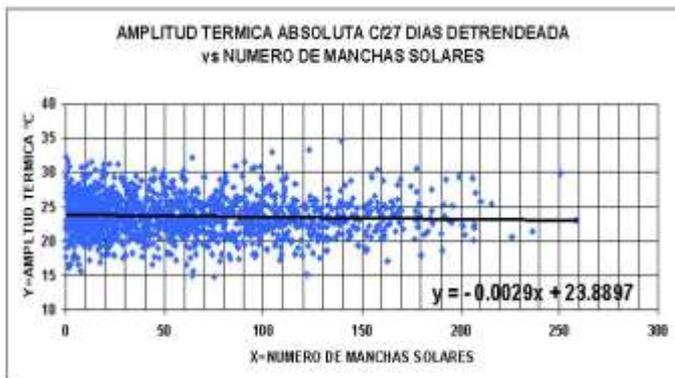
Figura 6.

Amplitud térmica absoluta según rotación solar, resultados de los censos y rectas de ajuste para el intervalo 1909.0 a 2011.0.

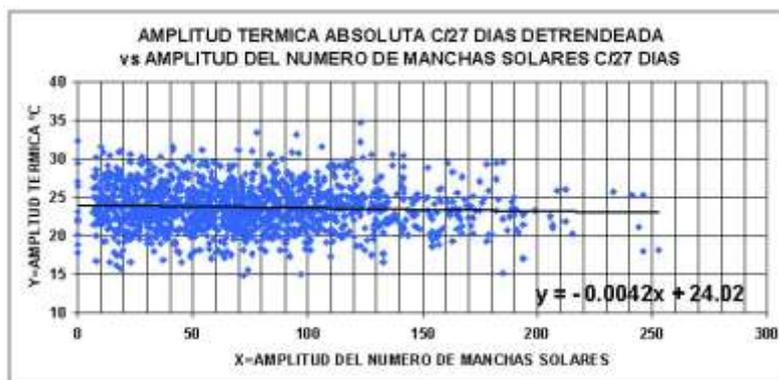


Determinado el efecto antropogénico en las mínimas y máximas se filtró substrayendo la tendencia residual respecto del valor medio de la misma en el intervalo de estudio. Se obtuvo así la amplitud absoluta detrendada, la que se relacionó a la variable solar del número de manchas solares promedio para cada rotación del sol. También se calculó la variabilidad del número de manchas solares como la diferencia entre el máximo número de manchas solares diarias y el mínimo calculado para cada rotación solar.

Las figuras 7 y 8 muestran estos resultados observándose que la amplitud térmica absoluta filtrada muestra una respuesta mejor a los cambios de la actividad solar medido por la variabilidad del número de manchas solares respecto del número de manchas para cada rotación solar.

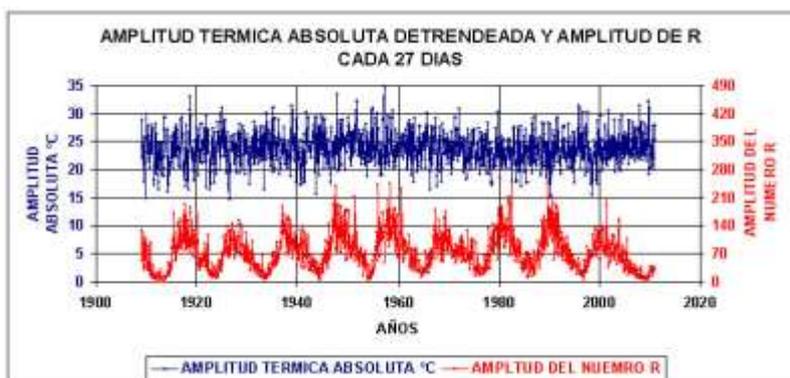


**Figura 7.**  
Cambio de la amplitud térmica con el número de manchas solares. .



**Figura 8.**  
Cambio de la amplitud térmica absoluta respecto de la variabilidad del ciclo solar medido por la amplitud del número de manchas solares en cada rotación solar de 27 días.

Los resultados muestran que la tendencia lineal de cambio en la amplitud térmica absoluta es de  $-0.75^{\circ}\text{C}$  respecto del número de manchas solares, mientras es de  $-1.06^{\circ}\text{C}$  respecto de la variabilidad del número de manchas solares. Esto es debido a que las manchas solares que representan una actividad en la superficie solar tienen una persistencia temporal mayor relacionada con procesos de convección persistentes en más de una rotación solar. Por ende la energía emitida por el sol no necesariamente es mayor cuando el ciclo solar está en sus máximos, por el contrario los mínimos solares suelen presentar variabilidades importantes comparativamente con los máximos por varios ciclos consecutivos. Esto queda demostrado en la Figura 9 donde se observa que luego del año 1945 los mínimos presentan cambios apreciables respecto de los anteriores a este año evidenciados en un cambio en el comportamiento de la amplitud térmica absoluta detrendada.



**Figura 9.**  
Amplitudes térmica absoluta detrendada y de manchas solares (R).

#### CONCLUSIONES.

La metodología utilizada en este trabajo es una herramienta que permite evaluar los efectos antropogénicos en estaciones meteorológicas permanentes como la de Villa Ortúzar – CABA situadas en grandes conglomerados urbanos y posteriormente analizar la existencia de efectos solares sobre la serie de amplitud térmica filtrada. Esta serie de tiempo filtrada permitirá en futuros estudios la aplicación de métodos no lineales de análisis espectral y modelos aditivos de reconstrucción de la serie, para evaluar las frecuencias presentes tales como las solares y la oscilación cuasibienial.

#### REFERENCIAS:

- Benestad R. E: (2006) *Solar Activity and Earth Climate* (2<sup>nd</sup> Edition), Springer, Berlin , pp. 1-316.
- Cox. A. N. (Ed)., 1999. "Allen's astrophysical quantities", 4th Ed, Springer.
- Duffett-Smith, P., 1992. *Practical astronomy with your calculator*, 3rd ed. Cambridge University Press, p. 77
- Gianibelli J. C., Quaglino N., y Mac William M., 2006. La amplitud térmica en la Estación Meteorológica de La Plata y su relación con el ciclo solar y la actividad geomagnética. *Geoacta*, Vol 31. pp.63-71.
- Gianibelli J. C. y Quaglino N., (2007). Efecto del Crecimiento Antropogenico en los Valores de Temperatura de la Estacion Meteorologica La Plata. V Congreso Argentino de Hidrogeologia, Paraná, Entre Ríos, 16 al 19 de octubre de 2007, pp378-384. (ISBN:978-897-23936-3-2)
- Haig J. D. (2004) *The Earth Climate and its Response to Solar Variability in the Sun* , *Solar Analysis and the Climate*. Ed. By Springer, Berlin, pp. 1-108.
- Hansen J., Ruedy R., Sato M., and Lo K., (2011) *Global Surface Temperature Change* . *Rev of Geoph.* Vol 49 paper RG4004, doi:10.1029/2010RG000345.
- Parker D. E., (2010) *Urban Heat Island Effect on Estimated of Observed Climatic Change*. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change*, 1, pp123-133, doi:10.1002/wcc21.