

**COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS
EN LA CIUDAD DE VILLA MERCEDES, SAN LUIS
ANÁLISIS DE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS**

P. Gimeno¹, J. Carletto², J. Demichelis³,

Laboratorio de Energías Alternativas – Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Avda. 25 de Mayo 384 - 7530 - Villa Mercedes - San Luis - Argentina
Tel - Fax: 054 2657 531000 - e-mail: patricia.gimeno4@gmail.com

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es mostrar la variación de valores de temperatura y humedad ambiente tomados en la central meteorológica ubicada en el Campus de la Facultad de Ingeniería y Cs. Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis. El campus se ubica en una zona sin urbanizar. Se obtuvieron los datos de la central meteorológica y se utilizó un software de planillas de cálculo para el análisis de los mismos. El período de tiempo utilizado para el análisis abarca diez años y la comparación se realizó con temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales.

La temperatura media del período evaluado varía entre 25.2°C y 6.5°C, dando una temperatura promedio de 16.9°C. La media de humedad relativa del ambiente varía entre 98% y 21%.

Palabras Claves: tendencia climática, análisis de clima.

INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Energías Alternativas (LEA) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (FICA) de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), dispone de una central meteorológica ubicada en el Campus Universitario, localizado sobre Ruta Provincial N° 55, (Ex ruta 148) extremo norte con la cual se adquieren datos meteorológicos en tiempo real.

La estación meteorológica es marca DAVIS modelo VANTAGE PRO 2. Está ubicada en el extremo Norte de la Ciudad de Villa Mercedes, San Luis, Coordenadas 33° 38' 37,39'' S y 65° 26' 48.60 (ver Fig.1). Los datos se adquieren en la PC, a través de software específico que trabaja con la central, denominado Virtual Weather Station en su versión 13, un producto de la empresa Ambient Weather. (Carletto, et.al 2010)

El cambio climático se ha evidenciado en el aumento del promedio mundial de las temperaturas del aire y del océano, la fusión generalizada de nieves y hielos, el aumento del promedio mundial de nivel del mar, entre otros (IPCC, 2007). Incrementos entre 1 y 2°C en la temperatura media global pueden ocasionar impactos en la mayoría de las especies y ecosistemas y en su capacidad de adaptación (Leemans y Eickhout, 2004).

Según lo establecido por la Norma IRAM 11603, nuestra ciudad se encuentra en una región semiárida, de clima templado – cálido, donde es posible proyectar el uso de recursos de energías alternativas para diferentes aplicaciones.

El análisis de datos de este estudio, se realizó por un período de diez años, estudiando el comportamiento de las temperaturas medias, máximas y mínimas durante el período mencionado. Además se analiza también el comportamiento de la media de la humedad relativa del ambiente. El análisis de los datos muestra que las temperaturas medias en el período analizado tienden a disminuir aproximadamente 1,1°C.

En lo que respecta a la humedad, se analizó el mismo período. Lo que mostró que la tendencia de la media de la humedad tiende a disminuir también.

INSTRUMENTACION

Se utilizaron los datos provenientes de la estación meteorológica marca DAVIS modelo VANTAGE PRO 2, localizada en el extremo norte de la ciudad, como muestra la Figura 1.

La Estación Meteorológica Davis Vantage Pro2 es una estación meteorológica de alta tecnología, con sistemas de transmisión inalámbrica. Está compuesta por: El Datalogger, un equipo electrónico autónomo para adquisición de datos,

¹ Investigador CyT UNSL

² Investigador CyT UNSL

³ Investigador FICA UNSL

procesos en tiempo real y control, muestrea las señales de sensores, las convierte a digital, trata y almacena los resultados. Los datos pueden recogerse directamente en el lugar con un PC o mediante comunicaciones remotas. (Davis Instrument, 2004). Posee un conjunto de sensores integrados ISS el cual se conecta en forma inalámbrica con el datalogger y está compuesto por: un anemómetro, velocidad y dirección del viento, pluviómetro, sensores de temperatura y humedad, y también posee un módulo de medición de radiación solar. El datalogger, se comunica con la PC, a través de RS-232 en un puerto serie.



Figura 1. Ubicación Estación Meteorológica – Campus FICA – UNSL.

ANÁLISIS DE DATOS

Temperatura

Metodología de trabajo:

La estación meteorológica almacena los valores de temperatura máxima y mínima cada veinte minutos y con esa información realiza el cálculo de la temperatura media que también almacena. Utilizando macros en Excel se obtienen de los mencionados archivos los datos de la temperatura media desde junio de 2004 hasta junio de 2014. Los datos tabulados en intervalos mensuales se muestran en la Tabla 1. Cabe aclarar que debido a un problema de la estación meteorológica con el almacenamiento de datos, no se registra información desde agosto del 2007 hasta julio de 2008.

TEMPERATURA													
Mes	Ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	Ago	sep	oct	nov	dic	
AÑO	2004					16,3	11,4	11,5	15,9	23,4	22,4	19,2	
	2005	24	23	20,1	20,1	15,6	11,2	20,4	11	13,4	16,9	21,5	22,7
	2006	24,7	21,7	21	20,3	14,1	20,7	11,8	11,9	14,3	19,1	19,9	22,1
	2007	21,7	22	19,2	16,1	17,9	18,7	11,1					
	2008								16	13,1	17,7	22,8	22,3
	2009	20,7	21,7	21	20,3	14,1	10,4	8,5	14,6	10,3	19,1	20,2	19,9
	2010	23,9	20,5	21,3	15,5	12,6	10,5	6,5	10,4	13,5	16,3	19,7	22,9
	2011	23,4	20,6	19,6	17,4	13	9,1	8,5	10,2	16,4	16,5	21,7	23,5
	2012	24,8	22	20,9	16,7	15,8	10,1	9,9	11,2	14,3	16,1	20,5	22,8
	2013	23,5	22,4	18,1	17,6	13,2	11,6	9,7	11,7	12,2	18,3	20,7	24,9
	2014	25,2	20,2	18,4	15,2	12,8	10,6						

Tabla 1. Temperatura Media Junio 2004 – Junio 2014 en (°C)

La Figura 2 muestra los datos anteriores graficados y se muestra además la tendencia de la temperatura promedio para el período analizado.

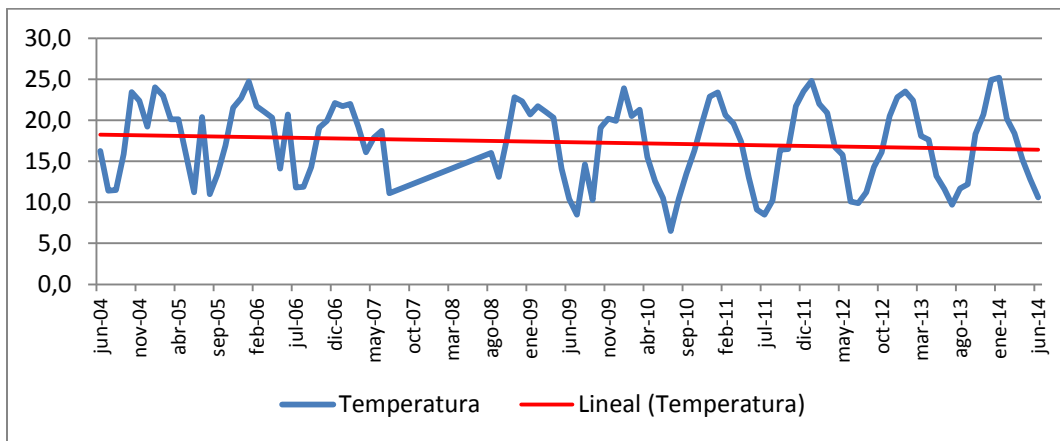


Figura 2. Junio2004 – Junio2014. Temperatura Media en (°C)

Con el propósito de profundizar el análisis se dividen los datos en dos períodos de cinco años cada uno, el primero comprendido entre junio 2004 y junio 2009 y el segundo comprendido entre agosto 2009 y junio 2014.

Las Figuras 3 y 4 muestran las temperaturas medias para cada uno de los sub-períodos y sus respectivas tendencias.

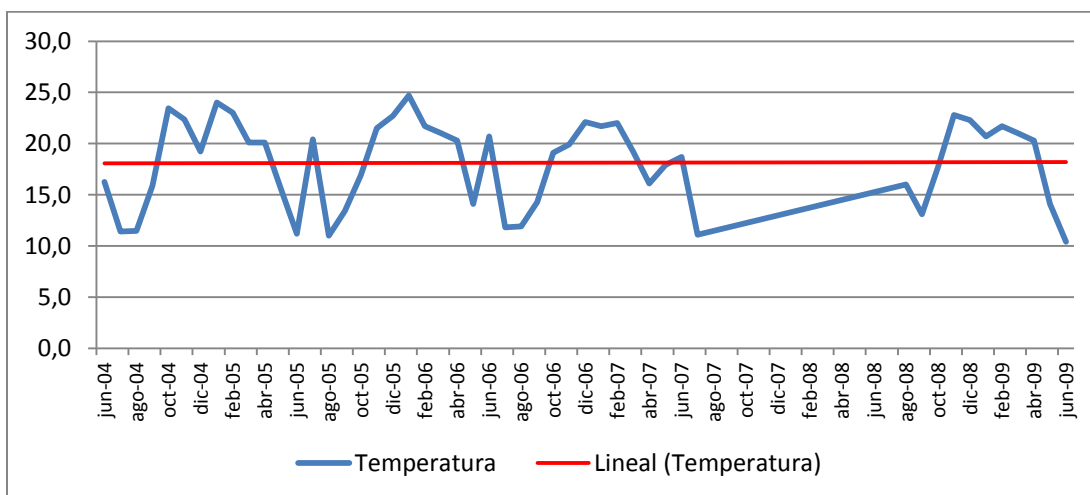


Figura 3. Junio 2004 – Junio2009. Temperatura Media en (°C)

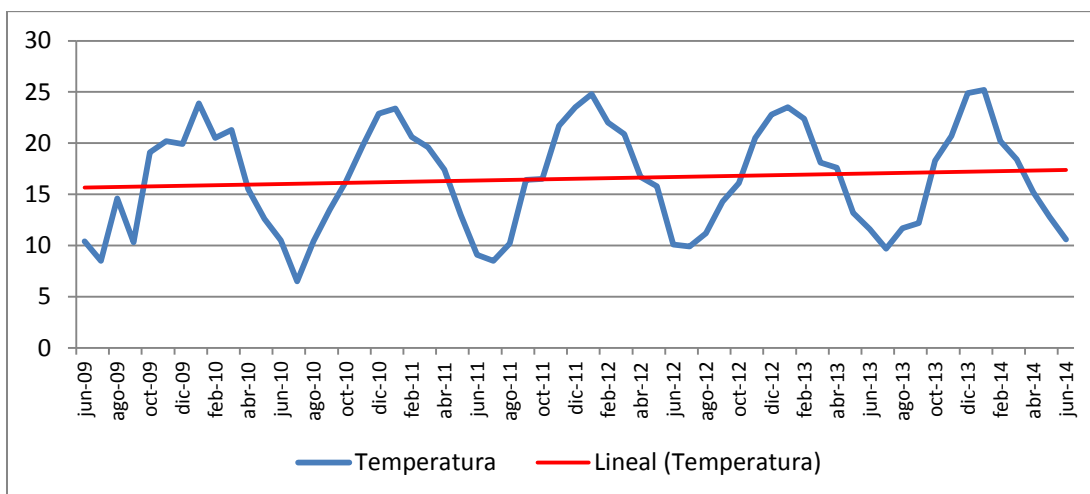


Figura 4. Agosto 2009 – Junio2014. Temperatura Media en (°C)

En la Figura 3 se puede observar que la tendencia de la temperatura media para el período 2004-2009 permanece casi constante en 18,1°C, mientras que en la Figura 4 se observa que la tendencia de la temperatura media para el período 2009-2014 es creciente, pero comenzando en una temperatura aproximada de 15,5°C y finalizando en una temperatura aproximada de 17,2°C. Siempre inferior a los 18,1°C del primer período, por esto la tendencia en todo el período 2004-2014 mostrada en la Figura 2 es decreciente.

Se tabulan además los datos de la temperatura media, máxima, mínima y promedio. Los resultados se muestran en la Tabla 2. Aquí se puede observar que la máxima de la temperatura media para el primer período es menos de un grado inferior que la máxima de la temperatura media en el segundo período. Mientras que la diferencia entre las mínimas de las temperaturas medias para ambos períodos es de 4,5°C, lo que es consistente con la tendencia decreciente de las temperaturas medias. En la Figura 5 se grafican estos valores.

	2004-2009	2009-2014
Máxima Temperatura Media	24,7	25,2
Promedio Temperatura Media	18,3	16,6
Mínima Temperatura Media	11,0	6,5

Tabla 2. Temperatura Media. Máxima, Mínima y Promedio en (°C)

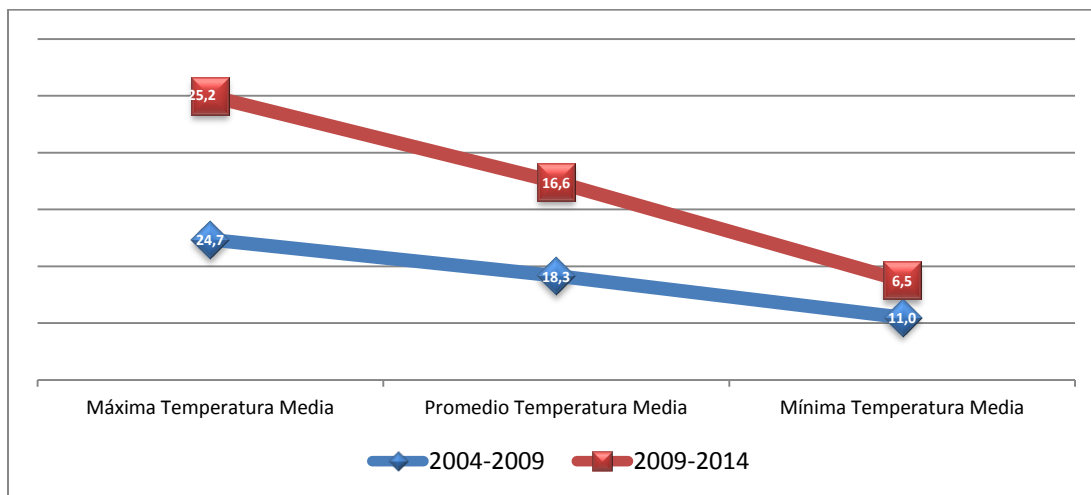


Figura 5. Temperatura Media. Máxima, Mínima y Promedio en (°C)

Se obtuvieron además de la estación meteorológica los datos de las temperaturas máximas y mínimas en el período analizado para entender como es la tendencia de estos valores. Los datos tabulados se muestran en la Tabla 3. En la figura 6 se muestra el gráfico y tendencia de la temperatura máxima. Como se puede apreciar la temperatura máxima tiene una tendencia creciente, aumentando aproximadamente 0,8°C

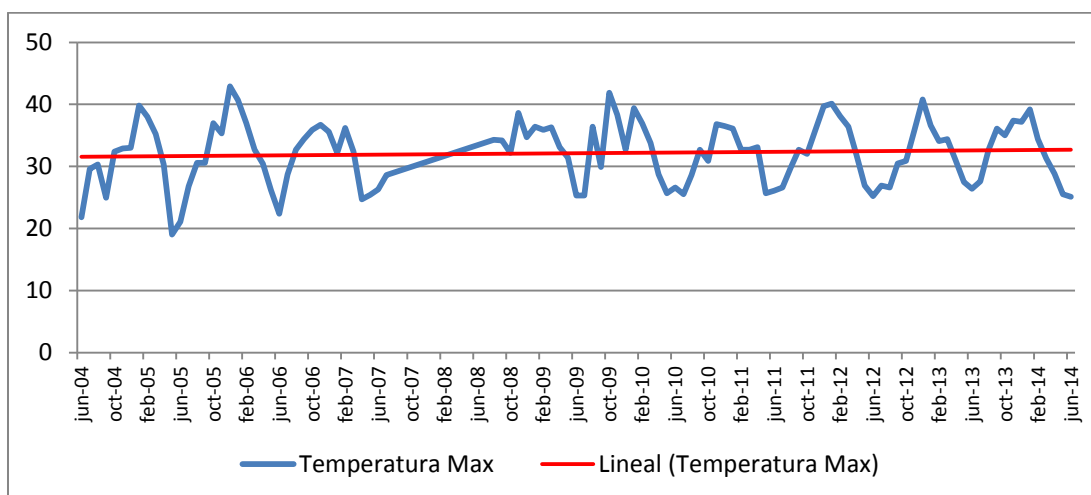


Figura 6. Junio 2004 – Junio 2014. Temperatura Máxima (°C)

La temperatura mínima y su tendencia en todo el período se muestra en la Figura 7. Como se puede observar la tendencia de la temperatura mínima es decreciente, pero siempre sobre cero. La variación de la tendencia es de aproximadamente 4,5°C a 0,5°C.

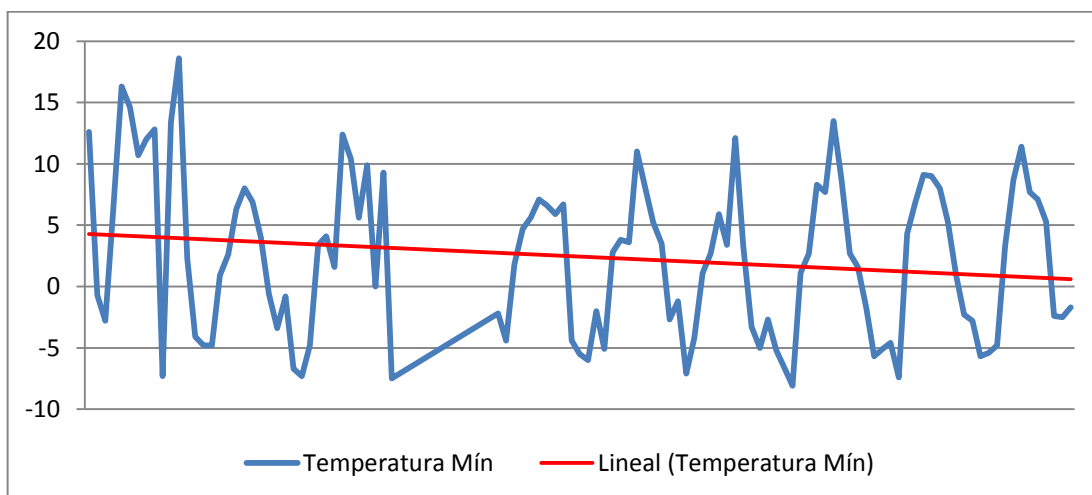


Figura 7. Junio 2004 – Junio 2014. Temperatura Mínima en (°C)

años	meses	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2004	Max						21,8	29,6	30	25,0	32,4	32,9	33
	Min						12,6	-0,7	-3	6,7	16,3	14,6	10,7
2005	Max	39,8	38	35,2	30,3	19	21,1	26,8	30,6	30,6	37	35,3	42,9
	Min	12	12,8	-7,3	13,4	18,6	2,3	-4,1	-4,8	-4,8	0,9	2,6	6,3
2006	Max	40,7	37	32,7	30,4	26,2	22,4	28,7	32,7	34,4	35,9	36,7	35,6
	Min	8	6,9	4	-0,6	-3,4	-0,8	-6,7	-7,3	-4,8	3,4	4,1	1,6
2007	Max	32,2	36,2	32,4	24,7	25,4	26,3	28,6					
	Min	12,4	10,4	5,6	9,9	0	9,3	-7,5					
2008	Max								34,3	34,2	32,2	38,6	34,7
	Min								-2,2	-4,4	1,8	4,7	5,6
2009	Max	36,4	35,9	36,3	33,1	31,4	25,3	25,3	36,4	29,9	41,9	38,3	32,7
	Min	7,1	6,6	5,9	6,7	-4,4	-5,5	-6	-2	-5,1	2,8	3,8	3,6
2010	Max	39,4	36,9	33,8	28,7	25,7	26,6	25,5	28,6	32,7	30,9	36,8	36,5
	Min	11	8	5,2	3,5	-2,7	-1,2	-7,1	-4,2	1,1	2,7	5,9	3,4
2011	Max	36,1	32,7	32,7	33,1	25,7	26,1	26,6	29,7	32,7	32	35,9	39,7
	Min	12,1	3,3	-3,3	-5	-2,7	-5,2	-6,6	-8,1	1,1	2,7	8,3	7,7
2012	Max	40,1	38,1	36,4	31,7	26,9	25,2	26,9	26,6	30,5	30,9	35,8	40,8
	Min	13,5	8,7	2,7	1,6	-1,7	-5,7	-5,1	-4,6	-7,4	4,3	6,8	9,1
2013	Max	36,6	34,1	34,4	31	27,5	26,4	27,6	32,7	36,1	35	37,4	37,2
	Min	9	8	5,3	0,9	-2,3	-2,8	-5,7	-5,4	-4,8	3,3	8,7	11,4
2014	Max	39,2	34,4	31,3	28,8	25,5	25,1						
	Min	7,7	7,1	5,3	-2,4	-2,5	-1,7						

Tabla 3. Temperaturas Máxima y Mínima período. Junio 2004- Junio 2014 en (°C)

Con el propósito ahora de analizar el comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas correspondientes a las temperaturas máximas. Y analizar también las máximas y mínimas correspondientes de las temperaturas mínimas. Se divide

todo el rango de análisis en 9 períodos de 12 meses cada uno y se tabulan los respectivos valores. En la Tabla 4 se muestran los valores máximos y mínimos de la temperatura máxima y dichos valores se grafican en la Figura 8. Y como se puede observar si bien la tendencia de las máximas de la temperatura máxima en el período analizado tiende a producir una baja, la temperatura mínima de la máxima en el mismo período tiende a crecer.

	1er período	2do período	3ro período	4to período	5to período	6to período	7mo período	8vo período	9no período
Mínima	19	21,1	22,4	26,3	25,3	25,5	26,1	25,2	25,1
Máxima	39,8	42,9	36,7	38,6	41,9	36,8	40,1	40,8	39,2

Tabla 4. Temperaturas Máxima y Mínima de las temperaturas Máximas. Junio 2004- Junio 2014 en (°C)

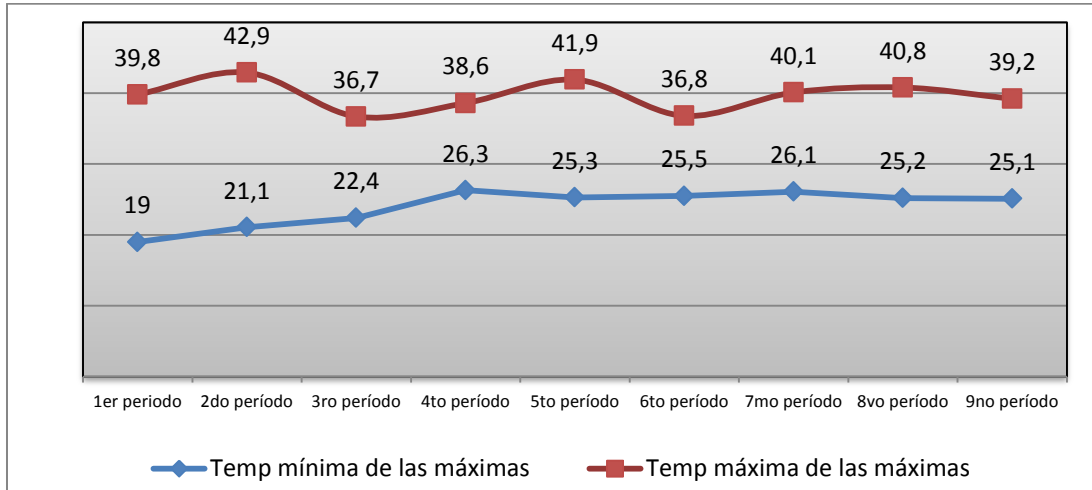


Figura 8. Junio 2004 – Junio2014. Temperatura Máxima y Mínima de las Temperaturas Máximas (°C)

En la Tabla 5 se muestran los valores máximos y mínimos de la temperatura mínima para los períodos analizados y dichos valores se grafican en la Figura 8. Y como se puede observar si bien la tendencia de las máximas de la temperatura máxima en el período analizado tiende a producir una baja, la temperatura mínima de la máxima en el mismo período tiende a crecer.

	1er período	2do período	3ro período	4to período	5to período	6to período	7mo período	8vo período	9no período
Mínima	-7,3	-4,8	-7,3	-7,5	-6	-7,1	-8,1	-7,4	-5,7
Máxima	18,6	8	12,4	9,3	11	12,1	13,5	9,1	11,4

Tabla 5. Temperaturas Máxima y Mínima de las Mínimas. Junio 2004- Junio 2014 en (°C)

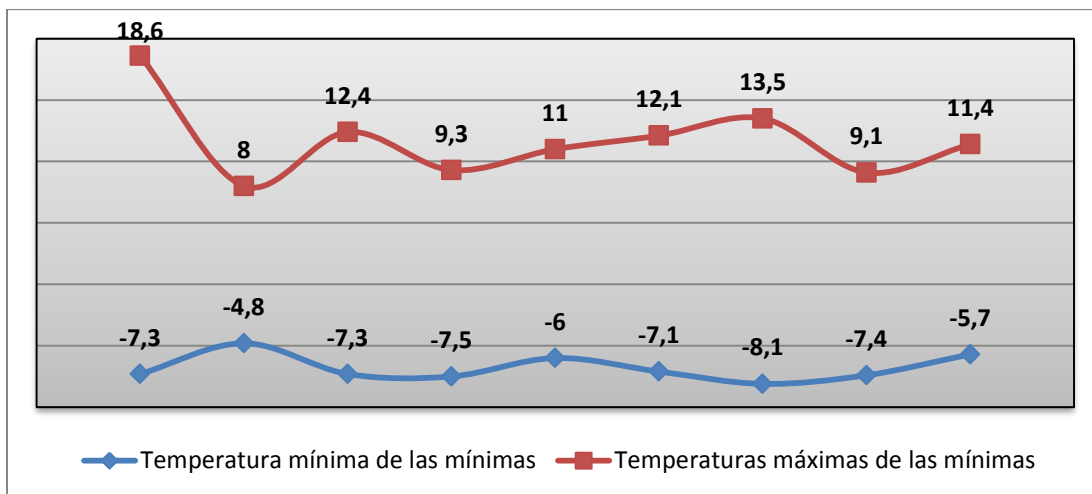


Figura 9. Junio 2004 – Junio2014. Temperatura Máxima y Mínima de las Temperaturas Mínimas en (°C)

Se puede apreciar que la tenencia de las temperaturas máximas de las mínimas y las mínimas de las mínimas es creciente.

Humedad

Metodología de trabajo:

Se extraen de los archivos almacenados por la estación meteorológica los datos de la humedad relativa del ambiente en % desde junio de 2004 hasta junio de 2014. Esta extracción se realizó con la ayuda de macros desarrolladas en Excel. Los datos tabulados en intervalos mensuales se muestran en la Tabla 6.

HUMEDAD														
Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic		
AÑO	2004					86	61	72	86	98	72	21		
	2005	72	76	77	77	74	72	50	38	21	33	37	26	
	2006	63	72	71	72	65	63	67	48	42	59	60	67	
	2007	76	79	81	65	77	71	69						
	2008								37	54	56	50	64	
	2009	59	61	60	55	63	56	48	39	53	38	48	58	
	2010	50	58	64	61	59	60	51	51	56	56	50	46	
	2011	50	51	53	50	58	54	49	47	38	47	46	44	
	2012	46	50	49	51	55	53	47	52	52	60	62	58	
	2013	62	63	68	63	62	55	57	40	53	53	51	55	
	2014	51	70	66	67	66	62							

Tabla 6. Media de Humedad Junio 2004 – Junio 2014 en %

Los datos de la Tabla 6 se grafican en la Figura 10. Estos datos muestran que en el período analizado hay una tendencia decreciente de la media de la humedad relativa del ambiente. Estos valores decrecen de aproximadamente un 65% de humedad para Junio de 2004 a un 58%.

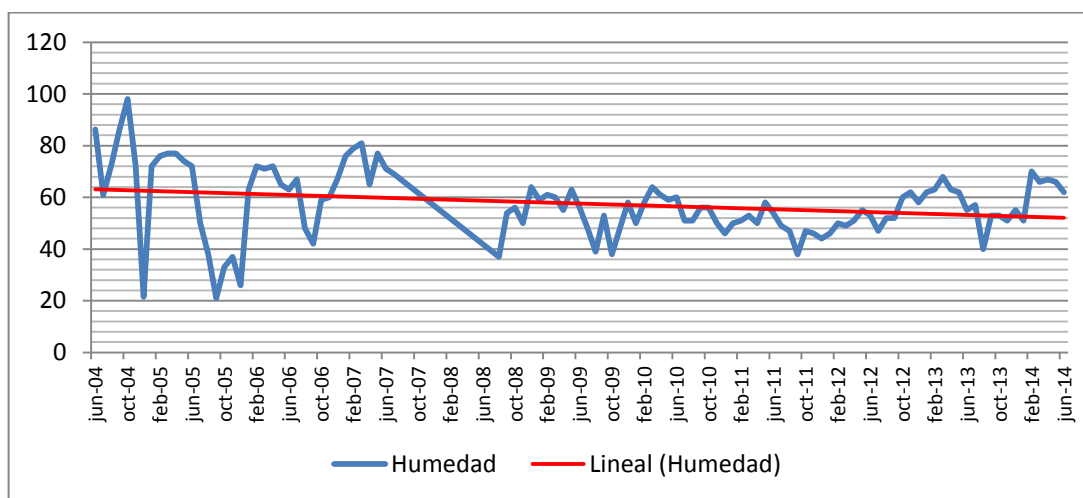


Figura 10. Junio 2004 – Junio2014. Media de Humedad relativa del ambiente en %

Para un mejor entendimiento de estos valores se separan al igual que en las temperaturas medias los valores en dos períodos, el primero desde Junio de 2004 a Junio de 2009 y el segundo desde Julio de 2009 a Junio de 2014.

Los resultados se muestran en las Figuras 11 y 12. En estas figuras se puede observar que en el primer período la tendencia de la humedad es decreciente y en el segundo período creciente. Los valores obtenidos y sus variaciones justifican el porcentaje decreciente de aproximadamente 4% obtenido para el período completo.

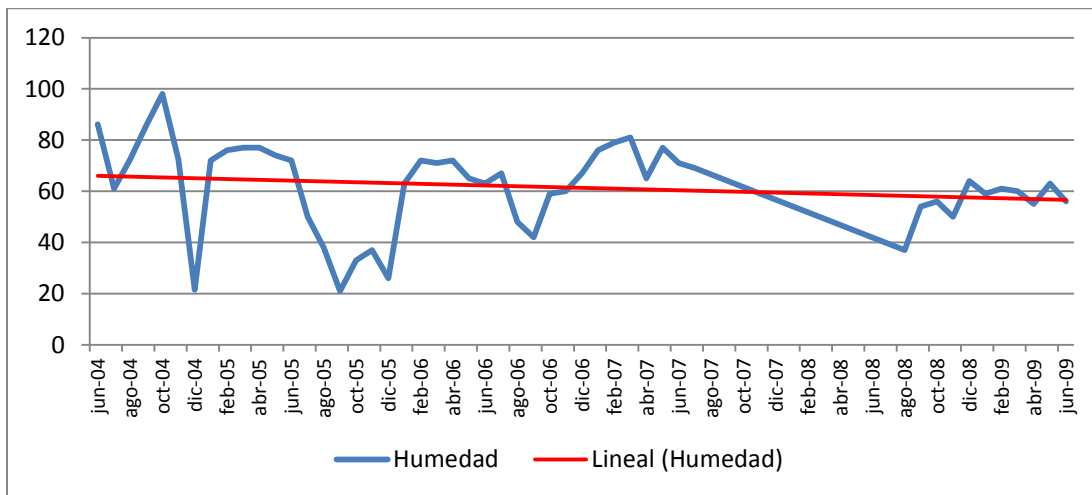


Figura 11. Junio 2004 – Junio2009. Media de Humedad relativa del ambiente en %

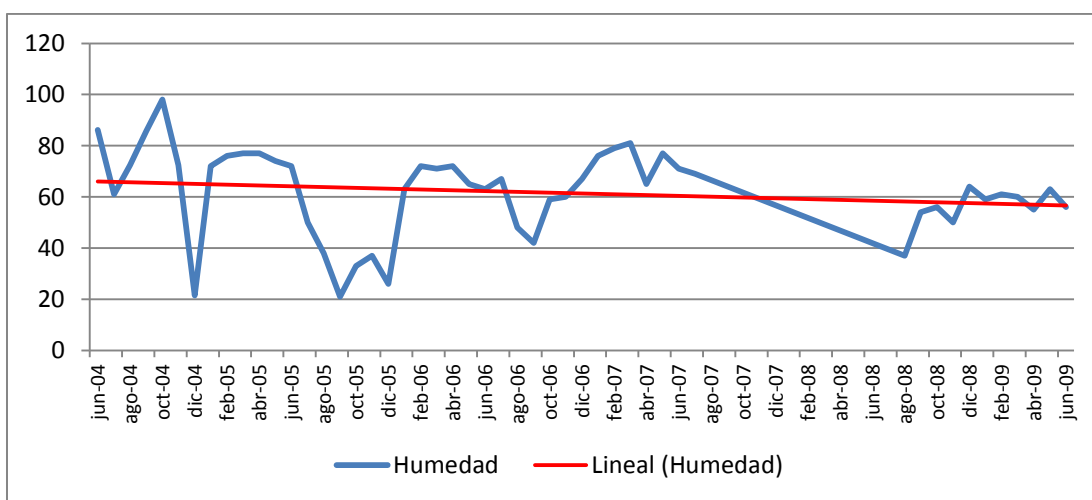


Figura 12. Junio 2009 – Junio2014. Media de Humedad relativa del ambiente en %

Por último en la Tabla 6 se muestran los máximos, mínimos y promedios para los dos períodos analizados, donde se evidencia que los porcentajes de humedad en el primer período al ser más extremos que en el segundo ratifican la tendencia decreciente de la humedad como se ha mostrado. Estos valores se muestran en la Figura 13

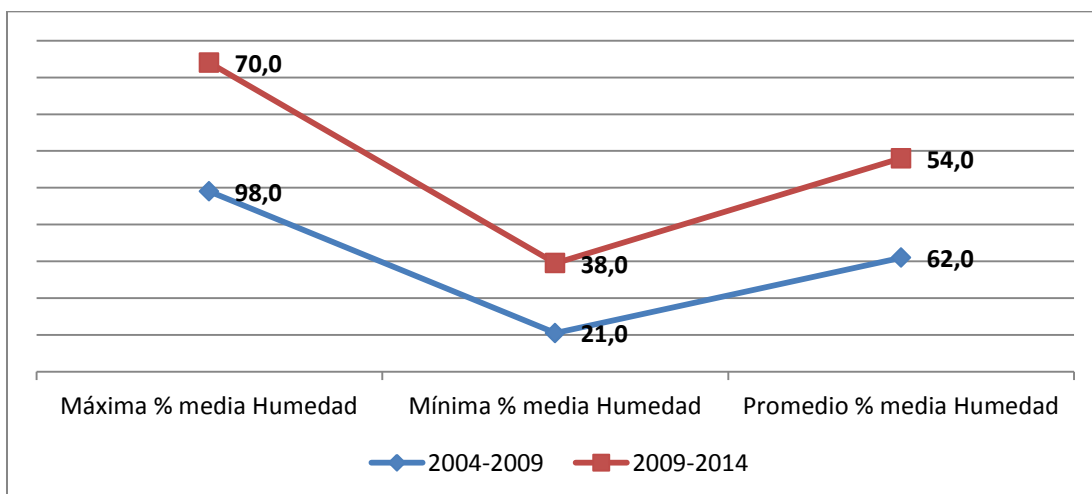


Figura 13. Máximo, mínimo y promedio de humedad por períodos de cinco años en %

	2004-2009	2009-2014
Máxima % media Humedad	98,0	70,0
Mínima % media Humedad	21,0	38,0
Promedio % media Humedad	62,0	54,0

Tabla 6. Humedad Media. Máxima, Mínima y Promedio en %

CONCLUSIONES

De los datos analizados se muestra que la tendencia de la temperatura media en el período de tiempo analizado es decreciente en la zona objeto de estudio. Por otro lado la tendencia de las temperaturas máximas es creciente mientras que la tendencia de las temperaturas mínimas es decreciente, esto marca un crecimiento en la amplitud térmica. La pendiente de la recta y los puntos mostrados en la Figura 7 dónde se grafican los valores máximos, mínimos y promedio de la temperatura media refuerzan el aumento de la mencionada amplitud.

Por otro lado, si bien la tendencia de la temperatura máxima en el período analizado es creciente, aproximadamente 0,8°C, la tendencia decreciente de la temperatura mínima, aproximadamente 4,5°C, contrarresta ese aumento y finalmente ocasiona la caída de la media de la temperatura.

La tendencia de la humedad relativa del ambiente también ha decrecido en el período analizado, como consecuencia de la caída de la máxima de la media de humedad.

Quedan para futuros estudios, considerar el impacto del viento y las precipitaciones en las tendencias aquí analizadas.

REFERENCIAS

- Carletto J, Demichelis, J., Rodrigo V. – (2010) - Nuevo Sitio Web Para Datos Meteorologicos On Line En Dos Puntos De La Ciudad De Villa Mercedes – San Luis – ASADES 2010
- IPCC (2007) - Cambio climático 2007: Informe de síntesis, IPCC. Ginebra, Suiza, 104 pp.
- Rodríguez Jiménez R., Capa, Portela Lozano –(2004) METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA
- Leemans y Eickhout (2004) - Another reason for concern: regional and global impacts on ecosystems for different levels of climate change», en Global Environmental Change, n° 14, pp. 219-228.
- Sitio web - <http://www.atlasdesanluis.edu.ar/aslasp/paginas/Pagina.asp?PaginaAtlasId=4>
- Davis Instruments Corp. (2004) - Davis Vantage PRO2 Quick Reference Guide,
- Davis Instruments Corp. (2002) - Manual de instalación módulo de sensors integrados para Vantage PRO
- Davis Instruments Corp. (2002) - Manual de la consola Vantage Pro
- Sandaysoft (2010), Cumulus Basic Installation Guide. <http://sandaysoft.com/>. Versión 1.1.
- Sandaysoft (2010), FAQ CUMULUS <http://wiki.sandaysoft.com>
- SINOMETER (2010), Manual del fabricante central meteorológica, Modelo WH108
- Rodríguez Jiménez R., Capa, Portela Lozano –(2004) METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

ABSTRACT

The purpose of this paper is to show temperature and ambient humidity values variation obtained using a weather station located at Villa Mercedes city, on the “Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias” campus. This campus is at the north of the city, out of the town in a country zone.

Data were obtained using the weather center software and processing it with a spreadsheet tool, to simplify the analysis.

The period of time analyzed covers ten years and the comparison was made mainly with monthly average. Also an analysis of maximum and minimum temperatures was performed in the same time range.

The mean temperature varies between 25.2°C and 6.5°C, giving 16.9°C as average. The maximum temperature value was 42.9 ° C registered in December 2005 and the minimum temperature was -8,1°C, registered in August 2011

The mean ambient humidity varies between 98% and 21%

Keywords: climate trends, climate analysis.