

COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIDAS POR LA RED DE ESTACIONES DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA) Y LA RED ESTATAL DE MONITOREO AMBIENTAL (REMA).

Yahilyre FLORES RODRÍGUEZ^{1,2}, Rogelio RAMOS AGUILAR²,
Pedro Rafael VALENCIA QUINTANA¹

1 Postgrado Regional de Ciencias Ambientales Universidad Autónoma de Tlaxcala

2 Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

yahilyre.flores@fi.buap.mx, rogelio.ramos@fi.buap.mx cigya@garza.uatx.mx

RESUMEN

En este trabajo se realizará una correlación del comportamiento de la distribución de las temperaturas ambientales medidas por la red de estaciones de monitoreo de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y las estaciones de la Red Estatal de Monitoreo Ambiental (REMA), durante el periodo Febrero 2005 – Febrero 2006 que se localizan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla, México (ZMCP-M) así como la conveniencia que para efectos de cambio climático, se asocien los datos de ambas redes de monitoreo.

Palabras Clave: Matriz de datos, Isotermas, georreferencia, Coeficiente de Correlación, comportamiento estadístico, distribución estadística, modelación estructural.

ABSTRACT

In this work will be done a conducted of a correlation of the behavior distribution of the ambient temperatures measured by the network of scouting points of the National Water Commission (CNA) and the stations of the State Network for Environmental Monitoring (REMA), during the period February 2005 - February 2006 which are located in the metropolitan area of the Puebla city, Mexico (MCPA-M) and the convenience for purposes for climate change, associated data from the both scouting nets

Key words: Data matriz, Isotherms, Correlation Coefficient, performance statistics, statistical distribution, structural modeling

Yahilyre Flores Rodríguez es Profesora de la FI – BUAP, estudiante de último semestre del Posgrado Regional en Ciencias Ambientales en la UATx

Rogelio Ramos Aguilar es Maestro en Ciencias, responsable del Laboratorio de Ciencias de la Tierra de la FI – BUAP

Pedro Rafael Valencia Quintana es Dr. en Ciencias, investigador adscrito al Posgrado Regional en Ciencias Ambientales en la UATx

Información de Contacto: yahilyre.flores@fi.buap.mx

1. ANTECEDENTES

La ciudad de Puebla se encuentra ubicada a una distancia de 129 km (80 millas) al sudeste de la Ciudad de México y a una altura de 2,149 metros (7,091 pies) sobre el nivel del mar (snm). La localización geográfica de la Cd. de Puebla se especifica entre los paralelos $18^{\circ}40'53''$, $19^{\circ}13'48''$ longitud norte y $98^{\circ}0'24''$ $98^{\circ}14'48''$ longitud oeste en el llamado Valle de Cuetlaxcoapan JUAREZ et, al (2005) y se localiza respecto a la República Mexicana como se muestra en la Fig 1.

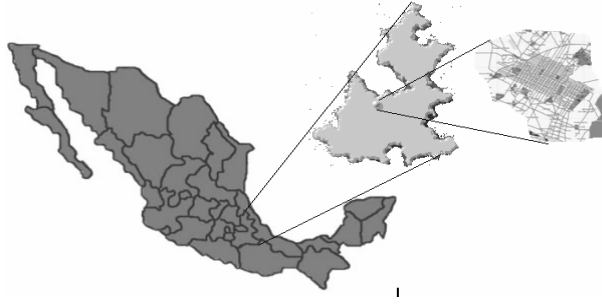


Fig 1. Mapa de ubicación de la ciudad de Puebla en México

La Comisión Nacional del Agua CNA tiene más de 20 estaciones repartidas en el estado de Puebla, pero para nuestro estudio únicamente tomamos cuatro estaciones ubicadas en la (ZMCP-M). Los datos de estas estaciones se obtienen de manera manual y mediante la observación de lecturas de los instrumentos atmosféricos. Además de la CNA, la zona metropolitana de la ciudad de Puebla cuenta con la Red Estatal de Monitoreo Ambiental (REMA), la cual monitorea la calidad del aire de la ciudad de Puebla desde el año 2003.

El instrumental Climatronix con que cuenta para medir los parámetros climáticos es automático, lo que quiere decir que los datos se generan mediante computadora, y ha sido certificado por la Environmental Protection Agency (EPA) que a nivel internacional certifica y regula los estándares de mediciones climáticas y de contaminación ambiental.

En la Fig. 2 se muestra la localización geográfica de las estaciones de las dos redes de monitoreo en la ciudad de Puebla. Se aprecia en el mapa que Las estaciones que se hallan más alejadas del núcleo central son Cholula de la CNA y Tecnológico de la REMA.



Fig. 2 Mapa esquemático que muestra la situación geográfica de las estaciones de monitoreo ambiental de la REMA y CNA en la (ZMCP-M)

2. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.

Se recabaron datos de las dos redes de estaciones para el periodo Feb 2005 – Feb 2006 y se formaron 4 matrices estructurándose de la siguiente forma:

Red de monitoreo		
Estación de monitoreo	Max. Tem. Anuales	Promedio diario de 4 estaciones.
	Min. Tem. Anuales	

Se utilizó la *ec. 1* SPIEGEL,1979

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} \quad \text{ec. 1}$$

Con el objeto de obtener los promedios diarios para cada matriz de datos de ambas redes de monitoreo. Los totales diarios obtenidos se expresan en la siguiente tabla:

Total datos de temperaturas máximas CNA	1067	Total datos de temperaturas máximas REMA	1324
Total datos de temperaturas mínimas CNA	1067	Total datos de temperaturas mínimas REMA	1324

Tabla 1 NÚMERO DE DATOS DE LAS REDES DE MONITOREO AMBIENTAL

Para cada red de monitoreo debe haber un total de 1460 datos, pero ninguna de las dos redes tiene datos completos para sus cuatro estaciones. Se formaron dos gráficas, una para promedios máximos de temperatura y otra para promedios mínimos de temperatura. Se muestran en las Fig. 3,4.

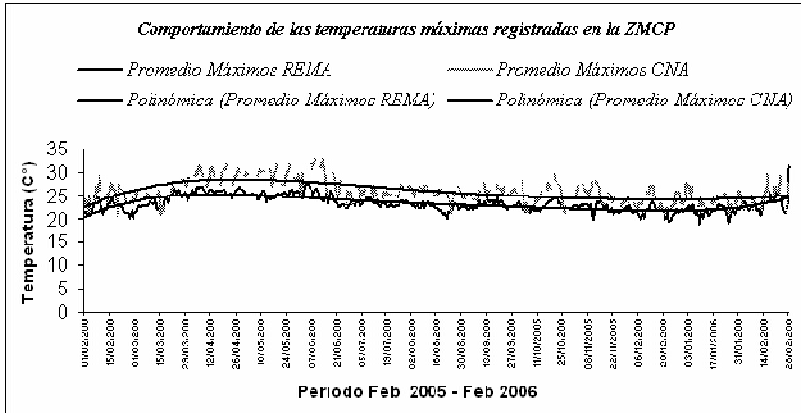


Fig. 3 Promedios máximos de temperatura, asociadas a una línea de tendencia polinomial de grado 5

La similitud del comportamiento de los máximos y mínimos de ambas redes se obtuvieron mediante la ec. 2 o Coeficiente de Correlación SPIEGEL, 1979

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x - \bar{x})^2} \sqrt{\Sigma(y - \bar{y})^2}} \quad \text{ec. 2}$$

El coeficiente de correlación que se obtiene para los promedios mínimos de temperatura: 0.85703122 y para los promedios máximos de temperatura: 0.746930155, lo que se refleja en un similar comportamiento estadístico como se muestra en las Fig. 3,4. Se introduce la línea de tendencia polinomial con el objeto de hacer más evidente las similitud del comportamiento de ambas matrices de datos en las Fig. 3,4.

3. Metodología de análisis de datos espaciales.

En este apartado se describe la distribución estadística obtenida de las temperaturas en la ZMCPM durante el periodo Feb. 2005 – Feb 2006. Se hizo una digitalización con coordenadas UTM de la ZMCPM para correlacionar los datos obtenidos del comportamiento de curva de distribución de los datos ambientales medidas de las bases de datos obtenidos tanto por la CNA como por la REMA durante el periodo 2005 – 2006.

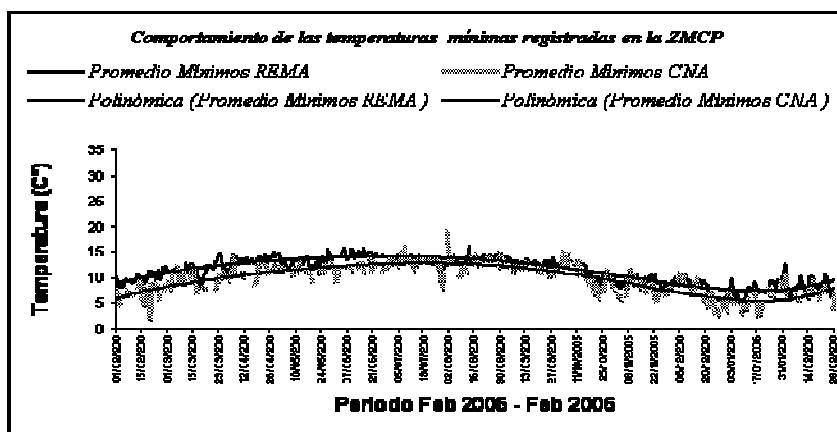


Fig. 4 Promedios mínimos de temperatura asociadas a una línea de tendencia polinomial de grado 5

3.1 Clima de la Ciudad de Puebla

Con estos datos y además de otros parámetros climáticos como lluvia, humedad relativa, etc, se determinó que el clima que ha predominado en los últimos cinco años ha sido el templado subhúmedo (sh) con una gran cantidad de lluvias en verano, desde la primavera verano con un clima subhúmedo y mayor humedad en el valle de Cuertlaxcoapan hasta un clima frío (f) y lluvias principalmente en las partes altas del municipio RAMOS et al (2007).

Las alteraciones climáticas observadas según las modelaciones y el procesamiento de los datos se deben a factores como altitud de la zona, diversa distribución de los regímenes de parcelas de viento y la concentración de PM_{10} (partículas aeróbicas con un diámetro de hasta 10^{-6}) generadas inclusive por la emisión de cenizas del volcán Popocatepetl desde 1994 hasta la fecha, lo que influye al crear una capa térmica y existiendo una relación de clima - contaminación JUAREZ et al (2005).

Las matrices de datos que se describen en el apartado anterior se introducen en un software llamado SURFER32, el cual modela en una cartografía digital o plano de la ZMCPM las isotermas para los máximos y mínimos de temperatura, lo que nos muestra, según la posición georreferenciada de las estaciones de monitoreo, la distribución de temperaturas. Las coordenadas de posicionamiento de las estaciones de monitoreo se presentan en la siguiente tabla:

La modelación de la distribución de temperaturas para la ZMCP - M se realizó comparando el comportamiento de los máximos y los mínimos de ambas redes de monitoreo.

CNA		REMA	
Observatorio	Latitud 19° 03' 17.46"	Tecnológico	Latitud 19° 04' 18''
	Longitud 98° 09' 48"		Longitud 98° 05' 32''
Mayorazgo	Latitud 19° 00' 38"	Ninfas	Latitud 19° 02' 29''
	Longitud 98° 13' 51.9"		Longitud 98° 12' 51''
CNA	Latitud 19° 00' 44.7"	Agua Santa	Latitud 18° 59' 15''
	Longitud 98° 11' 39.8"		Longitud 98° 15' 01''
Cholula	Latitud 19° 04' 06.8"	Serdán	Latitud 19° 03' 46''
	Longitud 98° 19' 04.6"		Longitud 98° 13' 18''

4. Comportamiento estadístico y distribución estadística.

La Fig. 2 nos muestra la distribución geográfica no homogénea de las estaciones de monitoreo. Las condiciones geomorfológicas de la ciudad de Puebla determinan el comportamiento de la irregular distribución de temperaturas para ambas redes de monitoreo. Además los contaminantes aeróbicos aumentan la medición de la temperatura. A pesar de esta falta de homogeneidad, las Fig. 3, 4 muestran un comportamiento similar para las temperaturas máximas y mínimas de la CNA y la REMA.

La Fig 5 nos muestra una distribución estadística de las temperaturas en el entorno geográfico de la ZMCP, demostrándose que para la distribución de temperaturas medidas por dos redes de monitoreo independientes, un comportamiento estadístico similar no siempre coincide con una similar distribución estadística.

Las diferencias en la distribución obedecen a la diferencia de las coordenadas geográficas de las redes de monitoreo, a la manera de obtener los datos de cada red de monitoreo y a condiciones atmosféricas diversas. Se graficaron los datos de las estaciones para máximos y mínimos de manera estructural, con el objeto de estudiar además, el comportamiento de la distribución de temperaturas, obteniéndose el siguiente resultado:

5. Discusión y Conclusiones

Una mejor comprensión de los fenómenos de distribución de las altas temperaturas en la ciudad de Puebla lo constituye además de la distribución de contaminantes de efecto invernadero como el CO₂, el efecto de "ciudad horno" dado que el tabique el concreto y el asfalto -los elementos básicos de la que están construidas las ciudades - absorben mucho más calor del sol que la vegetación en el campo, por lo que el aire que permanece encima de la ciudad se calienta. Esto puede apreciarse en el sur de la ciudad donde ha habido una rápida urbanización. Además el régimen de vientos, con su correspondiente aporte de gases de efecto invernadero tiende a ir de norte a sur durante 8 meses del año HERRERA (2000).

Una solución muy sencilla consiste en pintar las casas de blanco, dado que el asfalto y las estructuras oscuras absorben mucho calor. Al aumentar la reflexión y la sombra se evita en forma significativa la acumulación de calor. Si se pinta de blanco gran parte de una ciudad se puede reducir su temperatura en 10C° LOMBORG (2008)

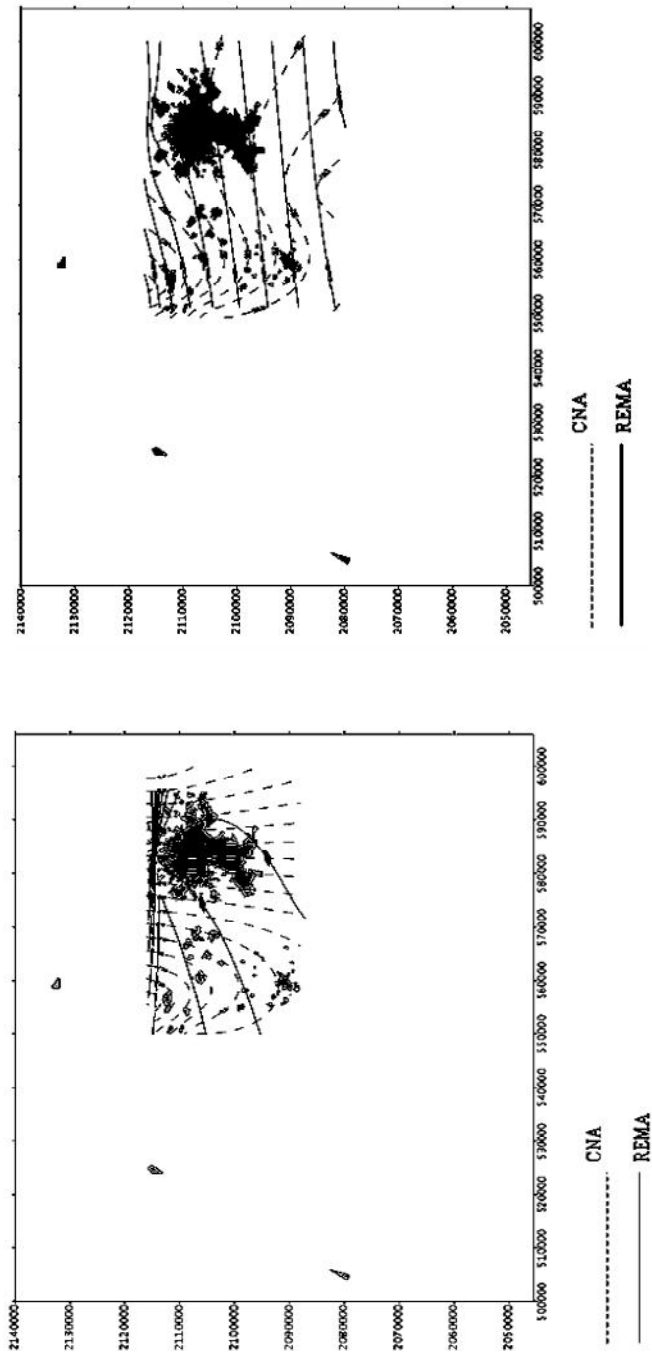


Fig. 5 Comparación de distribución espacial de máximos y mínimos respectivamente de temperatura en la ZMCP - M

La particularidad de notar que el sur de la ciudad de Puebla predominan la mayoría de las altas temperaturas no resulta tan evidente al tomar los datos independientes de ambas redes de estaciones de monitoreo sino al hacer una modelación estructural tomando en cuenta los datos de las dos redes que coexisten en la ZMCP-M

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la participación de Alejandro Rivera Domínguez, Director de la Estación Terrena de Satélites de la Secretaría de Gobernación, de Marco Antonio Herrera García, Coordinador de la REMA, Puebla y de Juana María Tavares Nieto, Responsable de la CNA para Monitoreo Climático y del Ing Teodoro González Calva de la Universidad Autónoma de Puebla por su revisión del manuscrito.

7. REFERENCIAS

- HERRERA, M (2000) *Calidad del aire en la ZM del Valle de Puebla: Una propuesta para ubicar estaciones de monitoreo atmosférico*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Puebla.
- JUAREZ – NÚÑEZ , et al (2005) “*Impact of the Popocatepetl’s volcanic activity on the air quality of Puebla City, México*” *Atmósfera – UNAM*, Vol 18 pp 57 - 69
- JUÁREZ, A., MIRANDA, R. (1997), *Medición de la calidad del aire en la ciudad de Puebla* Publicado por la editorial de la UAP ISBN 968 863 202 3, Primera edición de 1000 ejemplares (edición agotada)
- LOMBORG, B (2008) “Ciudades horno” *Teorema Ambiental* No. 68 Febrero - Marzo 2008, pp 60 - 61
- RAMOS - AGUILAR, et al (2007) “*Modelacion de isolineas meteorológicas y cálculo del gradiente térmico para la Ciudad de Puebla durante el periodo junio 2005-2006 con apoyo de imagines satelitales*” *Revista Cartografica Instituto Panamericano de Geografia e Historia* no. 141, enero junio 2007. ISSN 0556-6630 pp 23 - 37
- SPIEGEL M. R (1979) *Probabilidad y Estadística Serie Schaum*, Ed. Mc. Graw Hill