

METODOLOGÍA PARA DEFINIR UNA RED MAESTRA CLIMATOLÓGICA

María de los Ángeles Suárez Medina, Ernesto Aguilar Garduño y Citlalli Astudillo Enríquez

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, Gestión del Agua y Medio Ambiente S.C.
E-mail: msuarez@tlaloc.imta.mx, eaguilar@tlaloc.imta.mx, mti.xitlae@gmail.com

Introducción

La República Mexicana cuenta con una extensa red climatológica distribuida de manera irregular a lo largo del país. Las estaciones climatológicas son administradas por diferentes instancias gubernamentales como la Comisión Nacional del Agua (Conagua), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Universidades por mencionar algunas. Sin embargo, algunas de las estaciones carecen de registros o en el peor de los casos han dejado de funcionar, otras más continúan operando.

Los criterios de densidad mínima de estaciones climatológicas de acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (OMM), dependen de varios factores, siendo el principal el relieve del terreno. En la tabla siguiente la OMM hace una clasificación para cada tipo de zona, indicando una densidad mínima de estaciones para asegurar que los ajustes estadísticos sean confiables y ofrezcan resultados lo más cercano a la realidad.

Tabla 1. Densidades mínimas por estación, OMM.

No	Clasificación OMM	Densidades mínimas por estación (km ² por estación)	
		Sin registro	Con registro
1	Zonas costeras	900	9000
2	Zonas montañosas	250	2500
3	Llanuras interiores	575	5,750
4	Zonas escarpadas/ondulantes	575	5,750
5	Islas pequeñas*	25	250
6	Zonas polares y áridas	10,000	100,000
7	Zonas urbanas		10 a 20

* superficie inferior a 500 km²

En México la instalación de estaciones climatológicas sucedió mucho antes de que se publicaran los criterios de la OMM, sin embargo, en este trabajo se presenta una metodología para analizar la distribución de las mismas y con base en los criterios establecidos por la OMM proponer los sitios estratégicos para la instalación de nuevas estaciones, por otro lado tener la libertad de seleccionar las estaciones con mejor registro con el objeto de definir una red maestra de estaciones climatológicas.

Antecedentes

La República Mexicana cuenta con una fisiografía variada: playas, mesetas, valles, sierras, montañas por mencionar algunas.



Figura 1.- Fisiografía de la República Mexicana

La Conagua cuenta con una red climatológica nacional que en primera instancia parece densa, sin embargo, cabe señalar que algunas de las estaciones que la conforman se encuentran

suspendidas y otras más carecen de información.

Con base en lo anterior es importante definir una red maestra climatológica que permita conocer, en la medida de lo posible, las características de la zona.

Metodología

Con el uso de los Sistemas de Información Geográfica y herramientas de análisis (ESRI, 2014), se desarrolló la metodología que permite seleccionar aquellas estaciones ubicadas en una zona específica y con información.

Para ello fue necesario:

- Identificar las estaciones climatológica y extraer datos
- Analizar la porosidad de los registros
- Seleccionar las estaciones con información
- Determinar la red maestra de estaciones

Identificación de estaciones climatológica

Con el objeto de ejemplificar esta metodología se tomaron los datos de la Cuenca Río Verde, México y una zona adyacente de 20 km de buffer, lo que arrojó un total de 249 estaciones.

Una vez identificadas las estaciones se procedió a extraer la información correspondiente a una de las variables climatológicas, en este caso la precipitación (por tomar un ejemplo) de la base de datos CLICOM (Conagua, 2013), la cual fue organizada y colocada en un libro de Excel para su análisis.

Análisis de porosidad

Se desarrolló una Macro en Excel para obtener la matriz de información de los registros de lluvia de la zona y conocer el porcentaje de información completa de cada estación, donde el color amarillo indica que se cuenta con información completa, el rojo que los registros están incompletos, pero existen más datos en los meses secos y el azul indica que hay más datos en los meses lluviosos. Una vez definida la porosidad se realizó un análisis estadístico para detectar por medios gráfico y cuantitativos la existencia o no de alguna tendencia y/o cambio, así como la homogeneidad de la serie utilizando diferentes métodos como gráfica de serie de tiempo, diagrama de cajas y funciones de distribución (Lina M. et al. 2017).

Selección de estaciones con información

De primera instancia se identificaron 249 estaciones dentro de la zona de estudio, al tomar un periodo de análisis correspondientes a los últimos 32 años se observa que sólo 61 estaciones cuentan con 80% o más de información.

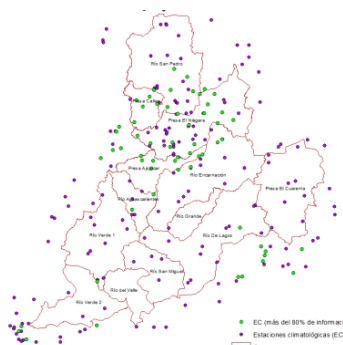


Figura 2.- Estaciones climatológica con información.

Determinación de la red de estaciones en la zona

Tomando como base la capa de provincias fisiográficas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010) y su sistema de topoformas, se hizo una agrupación de esas topoformas de INEGI con las utilizadas por la OMM. Quedando la agrupación de la siguiente forma:

Tabla 2.- Alineación OMM-INEGI.

Clasificación OMM	Clasificación INEGI
Zonas costeras	Playa o Barra
Zonas montañosas	Sierra, Cañón, Bajada con cañadas
Llanuras interiores	Llanura, Meseta, Valle, Depresión, Bajada con llanura
Zonas escarpadas/ondulantes	Lomerío, Campo de dunas, Bajada con lomeríos, Bajada con sierras
Islas pequeñas	Isla rocosa
Zonas polares y áridas	
Zonas urbanas	

La clasificación de los relieves se acuerdo con la OMM, queda de la siguiente forma:

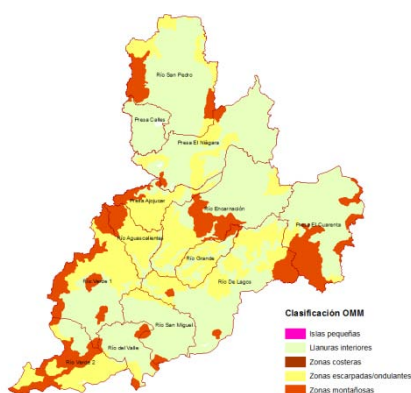


Figura 3.- Clasificación de provincias fisiográficas (OMM).

En la cuenca del Río Verde predominan las zonas escarpadas, llanuras, aunque también se pueden observar algunas manchas de zonas montañosas.

De acuerdo con la OMM, en las zonas escarpadas y en las llanuras se debe tener como densidad mínima una estación por cada 575 km², mientras que en las zonas montañosas una estación por cada 250 km².

Considerando que el área de la cuenca del río verde es de aproximadamente 20700 km² y considerando que las zonas predominantes son escarpadas, llanuras y montañosas, se podría decir que se requieren 36 estaciones distribuidas espacialmente en la cuenca. Entonces se podría pensar que las 61 estaciones identificadas podrían ser suficientes, sin embargo, al analizar a detalle, como se muestra en la siguiente figura, éstas no están distribuidas uniformemente, por lo que es necesario reactivar algunas de las suspendidas y proponer los sitios estratégicos para colocar las nuevas estaciones en zonas en donde actualmente no hay información.

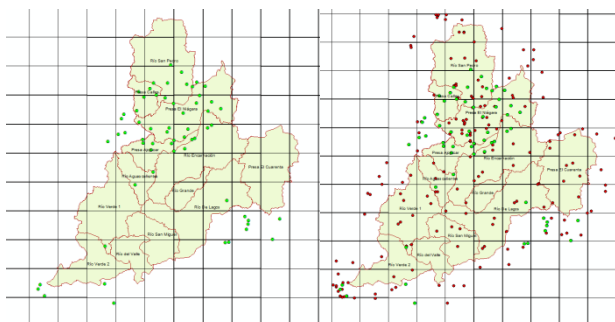


Figura 4.- Cobertura (575 km2 por cuadro).

Resultados

Al aplicar la metodología antes planteada se identificó la falta de estaciones climatológicas para cubrir los requerimientos de la OMM según la fisiografía del terreno. Los resultados de este análisis arrojaron que de las 249 estaciones, solo 17 de ellas tenían información completa y que 45 podrían ser aprovechadas para completar la red climatológica una vez que estén en operación. Los resultados de este análisis se muestran en la figura siguiente.



Conclusiones

Resulta engañoso pensar que por la densidad de estaciones localizadas en un sitio éstas son suficientes, pero la verdad es que, solo hasta el momento de hacer el análisis de los registros y el relieve de la zona de se podrá tener la certeza de la falta o no de estaciones climatológicas.

La importancia de establecer una red de estaciones climatológica, que además cuente con datos confiables se reflejará en la confiabilidad de los estudios hidrológicos.

Si no se cuenta con los recursos económicos suficientes para la instalación de estaciones climatológicas, se deberá priorizar a las cuencas hidrológicas con asentamientos humanos y mayor desarrollo económico; así como las áreas agrícolas e industriales, para colocar estaciones climatológicas.

Referencias

- Comisión Nacional del Agua.** (2013). Datos climáticos diarios del CLICOM del SMN. México, DF.
- Diario Oficial de la Federación.** (2015). NORMA Oficial Mexicana NOM 011 CONAGUA 2015. Cd. de México D.F.: Diario Oficial de la Federación.
- ESRI.** (2014). *ArcGIS Resource Center*. Obtenido de <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/002z000000001000000>
- INEGI** (2010). Marco Geoestadístico Nacional. Obtenido de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/default.aspx>
- INEGI (2000).** Diccionario de datos fisiográficos 1:1 000 000 (Vectorial)
- OMM (1994).** Organización Meteorológica Mundial. Guía de Prácticas Hidrológicas. MM-No. 168
- Lina M. et al.** (2017). *Análisis de Tendencia y Homogeneidad de Series Climatológicas*. Universidad autónoma del Estado de México. Sistema de Información Científica