

# REGIONALIZACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA OBTENER LLUVIAS DE DISEÑO EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

Mario Ponce Soria, Ramón Domínguez Mora, Eliseo Carrizosa Elizondo  
y Andrés Olaf Santana Soto

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

E-mail: mponces@iingen.unam.mx, rdominguezm@iingen.unam.mx, ecarrizosae@iingen.unam.mx, asantanas@iingen.unam.mx

## Introducción

México es vulnerable a ser impactado por una gran cantidad de fenómenos naturales debido a su ubicación geográfica. La existencia de fenómenos naturales en México afecta principalmente a la población, lamentablemente en promedio 140 personas mueren anualmente en inundaciones (Salas y Jiménez, 2004), también hay pérdidas económicas relacionadas con los daños a la infraestructura, todas estas consecuencias se originan principalmente en deficientes diseños de obras civiles. Una de las causas de los malos diseños de las obras civiles es por la escasa información climatológica, es por ello que se elige el uso de la regionalización para hacer eficaz la información disponible al tratar de interpretar el registro pasado de eventos hidrológicos, en términos de probabilidades de ocurrencias futuras (Bernard Bobée y Fahim Ashkar, 1991). En este trabajo se realizó un proceso de regionalización para el estado de Veracruz, México, con el propósito de obtener precipitaciones de diseño para distintos periodos de retorno. El estado de Veracruz representa el 3.66% del territorio nacional con 71.826 km<sup>2</sup> y se caracteriza por la existencia común de diversos fenómenos meteorológicos.

La mayoría del territorio está conformado por la Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte, Eje Neovolcánico, Sierra madre del Sur, Llanura Costera del Golfo Sur, Sierra de Chiapas y Guatemala y por la Cordillera Centroamericana.

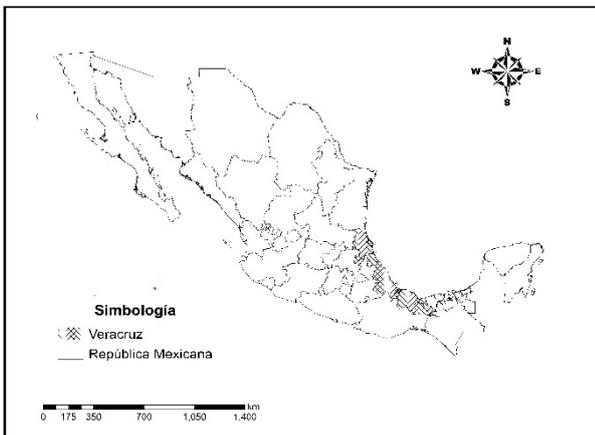


Figura 1.- Ubicación del estado de Veracruz, República Mexicana.

En el estado se encuentra 355 estaciones climatológicas distribuidas a lo largo del estado, de las cuales solo 157 se encuentran operando actualmente, lo que representa un 56% del total. Por ello se ha optado a la regionalización como un método para resolver la escasa información climatológica.

## Metodología

Se analizaron las precipitaciones diarias máximas anuales de 178 estaciones con más de 20 años de registro, con el propósito

de tener información más confiable, A cada una de las estaciones se les obtuvo sus estadísticos como: media, coeficiente de variación y máximos.

Simultáneamente se analizó la topografía del estado para poder agrupar dichas estaciones en regiones homogéneas.

La figura 2, muestra las seis regiones homogéneas del estado. La regionalización se hace con el fin de agrupar estaciones que cumplan con ciertas características entre sí, y poder aplicar métodos para hacer la selección de la función de distribución que mejor se ajuste a cada región.

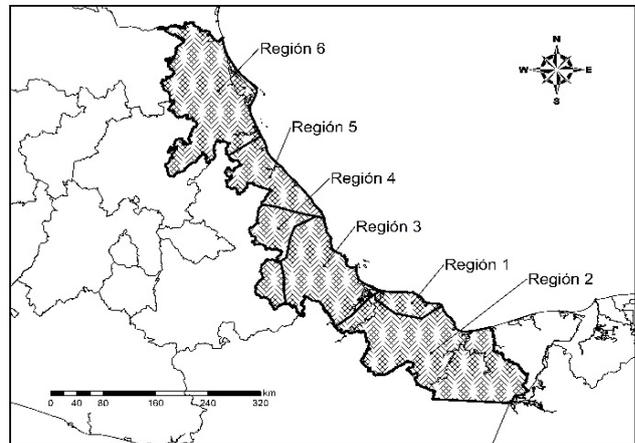


Figura 2.- Regiones homogéneas.

Las funciones que se utilizaron fueron Gumbel y doble Gumbel debido a que son las que mejor se ajustan a los datos de lluvias máximas anuales. La función doble Gumbel tiene la característica de ajustarse de buena manera en regiones donde los eventos máximos anuales pueden ser normales o derivarse de la entrada de un huracán.

## Aplicación y resultados.

Finalmente con la función de distribución definida para cada una de las seis regiones es posible determinar factores de diseño para diferentes periodos de retorno y estimar precipitaciones de diseño en cualquier lugar deseado, del estado de Veracruz.

La figura 3 es la función Gumbel y la figura 4 es doble Gumbel de la región 1, para dicha región se decidió que Gumbel es la que mejor representa el comportamiento de los datos. Cada una de las regiones se siguió el mismo procedimiento. La tabla 1 muestra las funciones que se eligieron para cada región.

Tabla 1.- Función para cada región.

Región	Gumbel	Doble Gumbel
1	X	
2		X
3	X	
4		X
5		X
6		X

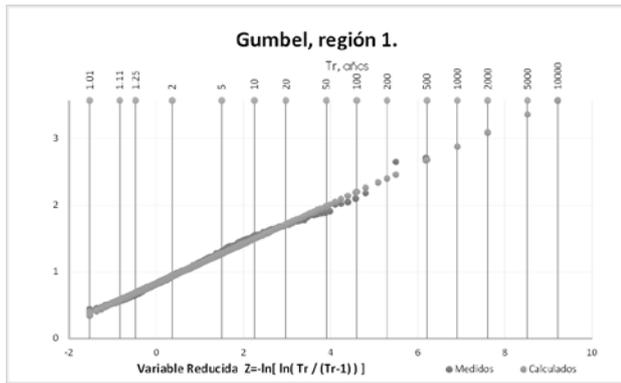


Figura 3.- Ajuste Gumbel de la región 1.

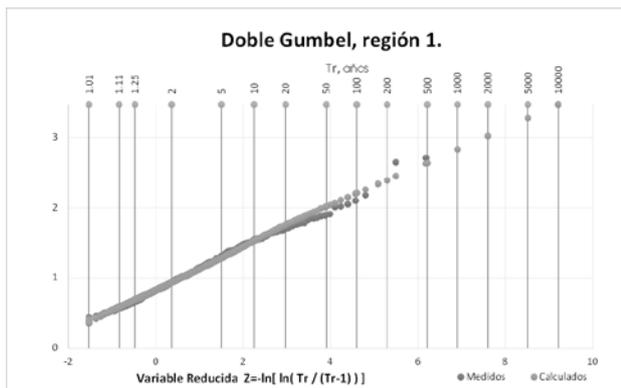


Figura 4.- Ajuste Doble Gumbel de la región 1.

En la tabla 2 se presentan los factores de diseño para diferentes periodos de retorno para todas las regiones del estado.

La precipitación de diseño se obtiene multiplicando la media de cada estación climatológica por el factor correspondiente al periodo de retorno deseado.

Tabla 2.- Factores de diseño para diferentes periodos de retorno.

Tr años	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6
2	0.94	0.92	0.94	0.91	0.91	0.92
5	1.27	1.23	1.27	1.26	1.25	1.28
10	1.5	1.45	1.49	1.54	1.53	1.54
20	1.71	1.71	1.7	1.91	1.93	1.84
50	1.99	2.23	1.97	2.33	2.34	2.35
100	2.2	2.63	2.17	2.59	2.57	2.65
200	2.4	2.97	2.37	2.84	2.78	2.91
500	2.68	3.38	2.64	3.15	3.05	3.22
1000	2.88	3.68	2.84	3.38	3.25	3.45
2000	3.09	3.98	3.04	3.61	3.45	3.67
5000	3.36	4.36	3.31	3.92	3.71	3.97
10000	3.57	4.65	3.51	4.15	3.9	4.17

Incluso se puede aplicar el método en lugares donde no hay estación climatológica, con ayuda de la extrapolación de la lluvia media en un mapa de isoyetas.

## Conclusiones

El estado de Veracruz tiene una extensión territorial considerable comparada con otros estados de la República Mexicana, por lo tanto la densidad de estaciones climatológicas es baja, de hecho en ciertas regiones del estado las estaciones climatológicas son nulas y en otras sólo tienen pocos años de registro, de tal manera los resultados obtenidos son una clara evidencia de que la regionalización es de mucha utilidad para resolver de manera eficaz y sensata los problemas de diseño de obras civiles, disminuyendo el riesgo de inundaciones por la incertidumbre de un mal diseño.

## Referencias

Escalante Sandoval, C.A., y Reyes Chávez, L. (2008). Técnicas estadísticas en hidrología. México.

Domínguez Mora, Carrizosa Elizondo Eliseo, Fuentes Mariles Guadalupe E. Arganis Juárez Maritza L., Osnaya Romero Javier, Galván Andrés. (2015). "Análisis Regional para la estimación de precipitaciones de diseño en la república mexicana". Instituto de Ingeniería UNAM. México.

Campos Aranda, Daniel Francisco (2006). "Análisis probabilístico univariado de datos hidrológicos". Asociación Mexicana del Agua. México.