



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

OBTENCIÓN DE FACTORES DE REDUCCIÓN POR ÁREA USANDO EL MÉTODO DE
REGIONALIZACIÓN. APLICACIÓN A LA CUENCA DEL RÍO SONORA

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
NORBERTO JOSÉ TORRES GARCÍA

TUTOR PRINCIPAL
DR. RAMÓN DOMÍNGUEZ MORA
INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM

MÉXICO, D. F. JUNIO 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: DR. OSCAR ÁRTURO FUENTES MARILES
Secretario: DR. JESÚS GRACIA SÁNCHEZ
Vocal: DR. RAMÓN DOMÍNGUEZ MORA
1 er. Suplente: DR. CARLOS AGUSTÍN ESCALANTE SANDOVAL
2 d o. Suplente: M. EN I. VÍCTOR FRANCO

Lugar donde se realizó la tesis: INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM.

TUTOR DE TESIS:



Dr. Ramón Domínguez Mora

NOMBRE DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mi Papá Norberto Torres, estos últimos años ha sido difíciles, pero aun así haz mostrando cada día tu carácter, entereza y valores, así como tu gran apoyo con cada decisión que he tomado. No tengo nada más que agradecerte por forjar mi vida y trataré de ser un reflejo de lo que tú eres.

A mi Mamá Elisa García, por lograr una madurez y un crecimiento personal a prueba de todo. Te agradezco por apoyarme cada momento y darme todo tu amor. No tengo palabras para mostrarte mi gratitud más que amarte cada día mucho más y continuar creciendo juntos.

A mi hermana Liliana N. Torres, nunca te he visto más feliz y más llena de vida que en esta etapa de tu vida, ya que tú eres el reflejo de la esperanza de llevar una vida recta y de valores. Muchas gracias por darnos un cuñado como Ramón con grandes valores y rectitud.

A mi hermano Rodrigo J. Torres, cada día veo más tu inteligencia, agudeza y valores, así como todos tus consejos y vivencias que me enriquecen cada día, porque todas tus palabras son muestra de sabiduría y experiencia. Por favor, no cambies.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en I. Víctor Franco, muchas gracias por su apoyo antes, durante y después de la maestría, por compartir momentos difíciles y duros, espero haber sido un buen ayudante, pero usted ha sido un mejor maestro. Gracias.

Al Dr. Ramón Domínguez Mora, por toda la paciencia y apoyo prestado en la conclusión de mis estudios y en el Instituto de Ingeniería, espero continuar aplicando sus enseñanzas que me brindo en clases y en este trabajo.

A los Drs. Jesús Gracia Sánchez y Dr. Oscar A. Fuentes Mariles, por su apoyo desinteresado en el Instituto de Ingeniería y en la conclusión de este trabajo.

Al Dr. Carlos A. Escalante Sandoval, por aceptar ser mi sinodal y por su interés y paciencia en concluir mis estudios de posgrado.

A la M. en I. Claudia E. López Fuentes, muchas gracias por todo tu apoyo y tu confianza, espero continuar con tu amistad y que cada día se fortalezca más.

A todos mis amigos, compañeros y profesores de esta etapa, no los menciono por evitar la omisión de algunos de ellos. A todos los estimo mucho y les agradezco todo su interés y apoyo.

A la Facultad de Ingeniería y su división de estudios de Posgrado, por todo el apoyo institucional que me han brindado.

Al Instituto de Ingeniería, por todo el apoyo académico e institucional.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, toda mi gratitud.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	OBJETIVO Y DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	1
2	DEFINICIONES	2
2.1	PRECIPITACIÓN	2
2.1.1	<i>Precipitación convectiva</i>	2
2.1.2	<i>Precipitación orográfica</i>	2
2.1.3	<i>Precipitación ciclónica</i>	3
2.2	ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN	3
2.2.1	<i>Método de Polígonos de Thiessen</i>	3
2.3	CONCEPTOS GENERALES DE ESTADÍSTICA UTILIZADOS EN HIDROLOGÍA	4
2.3.1	<i>Parámetros estadísticos de las muestras</i>	5
2.3.2	<i>Medidas de tendencia central</i>	6
2.3.3	<i>Medidas de dispersión</i>	6
2.4	CONCEPTOS GENERALES DE PROBABILIDAD UTILIZADOS EN HIDROLOGÍA	7
2.4.1	<i>Función de densidad de probabilidad</i>	7
2.4.2	<i>Distribuciones de probabilidad</i>	8
2.4.3	<i>Ajuste a una distribución de probabilidad</i>	12
2.5	DATOS DE PRECIPITACIÓN.....	13
2.5.1	<i>Integración de serie de datos</i>	13
2.6	EVENTOS DE DISEÑO	14
2.6.1	<i>Análisis de datos</i>	14
2.6.2	<i>Periodo de retorno</i>	14
3	METODOLOGÍA	16
3.1	JUSTIFICACIÓN	16
3.1.1	<i>Simultaneidad</i>	16
3.1.2	<i>Homogeneidad y Heterogeneidad</i>	16
3.1.3	<i>Regionalización</i>	17
3.2	DEFINICIONES UTILIZADAS EN AMBAS METODOLOGÍAS	17
3.3	CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN POR ÁREA (FRA)	19
3.3.1	<i>Definición areal del factor de reducción por área</i>	19
3.3.2	<i>Ecuación</i>	19
3.4	METODOLOGÍA GENERAL Y METODOLOGÍA LOCAL PARA EL CÁLCULO DEL FRA.....	19
3.4.1	<i>Integración, pruebas de homogeneidad e independencia de los datos</i>	20
3.4.2	<i>Obtención del mejor ajuste</i>	20
3.4.3	<i>Metodología General. Descripción</i>	21
3.4.4	<i>Metodología Local. Descripción</i>	23
3.5	VENTAJAS Y DESVENTAJAS	26
4	APLICACIÓN A LA CUENCA DEL RÍO SONORA	28
4.1	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	28
4.2	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	28

4.2.1	<i>Información geográfica</i>	28
4.2.2	<i>Información pluviométrica</i>	29
4.3	INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN, PRUEBA DE HOMOGENEIDAD, INDEPENDENCIA Y BONDAD DE AJUSTE.....	30
4.4	CÁLCULO DEL FRA PARA LA CUENCA DEL RÍO SONORA. METODOLOGÍA GENERAL	30
4.5	CÁLCULO DEL FRA PARA LA CUENCA DEL RÍO SONORA. METODOLOGÍA LOCAL.....	39
4.6	COMPARACIÓN METODOLOGÍA GENERAL Y METODOLOGÍA LOCAL.....	56
5	CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	61
	REFERENCIAS	62
	ANEXOS	64
	ANEXO 1	64
	ANEXO 2	79
	ANEXO 3	85
	ANEXO 4	98

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Distribuciones estadísticas.....	5
Figura 3.1 Procedimiento para el mejor ajuste.....	21
Figura 3.2 Metodología general.....	24
Figura 3.3 Metodología local.....	27
Figura 4.1 Ubicación de las estaciones en la cuenca del río Sonora.....	29
Figura 4.2 Subcuenas Orégano, Cajón y Zanjón.....	33
Figura 4.3 Factores de reducción por área para la cuenca del río Sonora para Tr de 2, 10 , 20 y 50 años, Metodología General.....	37
Figura 4.4 Factores de reducción por área para la cuenca del río Sonora para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología General.....	38
Figura 4.5 Polígonos de Thiessen dentro de la cuenca del río Sonora referidos a las 14 estaciones seleccionadas.....	39
Figura 4.6 Áreas consideradas de la cuenca del río Sonora referidas a las 14 estaciones seleccionadas.....	40
Figura 4.7 Factores de reducción por área para la cuenca del río Sonora para Tr de 2, 10 , 20 y 50 años, Metodología Local.....	55
Figura 4.8 Factores de reducción por área para la cuenca del río Sonora para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología Local.....	55
Figura 4.9 Factores de reducción por área para la cuenca Orégano para Tr de 2, 10 , 20 y 50 años, Metodología Local.....	57
Figura 4.10 Factores de reducción por área para la cuenca Orégano para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología Local.....	58
Figura 4.11 Factores de reducción por área para la cuenca Cajón para Tr de 2, 10 , 20 y 50 años, Metodología Local.....	58
Figura 4.12 Factores de reducción por área para la cuenca Cajón para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología Local.....	59
Figura 4.13 Factores de reducción por área para la cuenca Zanjón para Tr de 2, 10 , 20 y 50 años, Metodología Local.....	59
Figura 4.14 Factores de reducción por área para la cuenca Zanjón para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología Local.....	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Detalles de la información pluviométrica de las estaciones climatológicas	29
Tabla 4.2 Pruebas de bondad de ajuste aplicadas individualmente.	30
Tabla 4.3 Valores máximos anuales de las series de registros de la Metodología General.....	31
Tabla 4.4 Registro único de las series de registros homogenizados	32
Tabla 4.5 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno	32
Tabla 4.6 Factor de reducción por área metodología general.....	32
Tabla 4.7 Valores máximos anuales de las series de registros de la Metodología General, Orégano	34
Tabla 4.8 Valores máximos anuales de las series de registros de la Metodología General, Cajón ..	34
Tabla 4.9 Valores máximos anuales de las series de registros de la Metodología General, Zanjón.	35
Tabla 4.10 Registro único de las series de registros homogenizados, Orégano	35
Tabla 4.11 Registro único de las series de registros homogenizados, Cajón	36
Tabla 4.12 Registro único de las series de registros homogenizados, Zanjón.....	36
Tabla 4.13 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, Orégano	36
Tabla 4.14 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, Cajón....	36
Tabla 4.15 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, Zanjón ...	37
Tabla 4.16 Factores de reducción por área metodología general.....	37
Tabla 4.17 Ecuaciones de Ajuste para cada curva, metodología general.....	38
Tabla 4.18 Factores de reducción calculados con el ajuste gráfico	38
Tabla 4.19 Combinaciones de estaciones de la metodología local	40
Tabla 4.20 Valores de áreas de las combinaciones de estaciones.....	41
Tabla 4.21 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.1 de la Metodología Local río Sonora	41
Tabla 4.22 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.2 de la Metodología Local río Sonora	42
Tabla 4.23 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.3 de la Metodología Local río Sonora	42
Tabla 4.24 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.4 de la Metodología Local río Sonora	43
Tabla 4.25 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.5 de la Metodología Local río Sonora	43
Tabla 4.26 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.6 de la Metodología Local río Sonora	44
Tabla 4.27 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.7 de la Metodología Local río Sonora	44
Tabla 4.28 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.8 de la Metodología Local río Sonora	45
Tabla 4.29 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.9 de la Metodología Local río Sonora	45
Tabla 4.30 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.10 de la Metodología Local río Sonora.....	46
Tabla 4.31 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.11 de la Metodología Local río Sonora.....	46

Tabla 4.32 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.12 de la Metodología Local río Sonora.....	47
Tabla 4.33 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.13 de la Metodología Local río Sonora.....	47
Tabla 4.34 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 1	47
Tabla 4.35 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 2	48
Tabla 4.36 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 3	48
Tabla 4.37 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 4	48
Tabla 4.38 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 5	48
Tabla 4.39 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 6	48
Tabla 4.40 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 7	48
Tabla 4.41 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 8	49
Tabla 4.42 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 9	49
Tabla 4.43 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 10	49
Tabla 4.44 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 11	49
Tabla 4.45 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 12	49
Tabla 4.46 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 13	50
Tabla 4.47 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 1	50
Tabla 4.48 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 2	50
Tabla 4.49 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 3	51
Tabla 4.50 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 04	51
Tabla 4.51 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 05	51
Tabla 4.52 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 06	52
Tabla 4.53 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 07	52
Tabla 4.54 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 08	52
Tabla 4.55 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 09	53
Tabla 4.56 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 10	53
Tabla 4.57 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 11	53
Tabla 4.58 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 12	54
Tabla 4.59 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 13	54
Tabla 4.60 Factores de reducción por área metodología local	54

Tabla 4.61 Ecuaciones de Ajuste para cada curva, metodología local	56
Tabla 4.62 Factores de reducción calculados con el ajuste gráfico	56
Tabla 4.63 Factores de reducción por área metodología local, cuenca Orégano.....	57
Tabla 4.64 Factores de reducción por área metodología local, cuenca Cajón.....	57
Tabla 4.65 Factores de reducción por área metodología local, cuenca Zajón.....	57

RESUMEN

La medición puntual de las precipitaciones en puntos geográficos tiene el inconveniente de no caracterizar el área alrededor de donde se toma su lectura. Sin embargo, estas mediciones fueron aprovechadas para caracterizar esta influencia en el área mencionada a través del concepto de Factor de Reducción por Área, que consistió en tomar en cuenta las precipitaciones promedio diarias máximas anuales así como la homogenización de los datos máximos anuales, su homogenización, así como su regionalización.

Para cuenca del río Sonora se contó con falta de mediciones en las estaciones climatológicas, considerando estos inconvenientes, fue posible utilizar los datos disponibles a través de los conceptos de simultaneidad y coeficiente de variación, los cuales permitieron disminuir y optimizar la caracterización de los datos de precipitación.

Se utilizaron dos metodologías, una general en donde se describieron los pasos para el cálculo del factor de reducción por área donde se utilizó toda la información disponible con el inconveniente de obtener equivocaciones en la optimización de los resultados, y una local donde se minimizaron los errores tomando en cuenta el concepto de simultaneidad con el cual se obtuvo menor incertidumbre en los resultados.

Se sugirió para utilizar la metodología local áreas más pequeñas siendo de preferencia las de las subcuencas del río Sonora, Orégano, Cajón y Zajón, en donde las corrientes principales quedaron caracterizadas de una mejor manera y con una menor incertidumbre.

ABSTRACT

The spot of rainfall in geographies has the disadvantage of not characterize the area around where you take your reading. However, these measurements were exploited to characterize this influence in that area through the concept for Area Reduction Factor, which was to take into account the average annual maximum daily precipitation and the homogenization of maximum annual data, their homogenization and its regionalization.

For Sonora River basin had missing measurements in weather stations, considering these drawbacks, it was possible to use the data available through the concepts of simultaneity and coefficient of variation, which allowed the characterization reduce and optimize data precipitation.

Two methodologies were used, one generally described the steps for calculating the reduction factor used area where all the information available with the inconvenience of obtaining mistakes in the optimization of results, and one location where errors were minimized taking into account the concept of simultaneity which was obtained with less uncertainty in the results.

It was suggested to use the local methodology smaller areas being preferred the sub-basins of the Rio Sonora, Oregano, Cajón and Zajón, where the main currents were characterized in a better way and with less uncertainty.

1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de interpretar de las mediciones hechas por las dependencias gubernamentales de la información meteorológica que ocurre todos los días en la república mexicana, es de suma importancia, tanto económica y socialmente ya que la toma de decisiones que influyen directamente en la sociedad donde se presentan dichos fenómenos, deben tomar como base y referencia dichas variables.

La implementación de medidas tanto estructurales como no estructurales, se basa en el conocimiento de dichas mediciones así como de técnicas para emplear estas. También estas implementaciones necesitan recursos generados por la federación y por ser recursos públicos, son de interés general, consiguiendo que la optimización de estas mediciones debe ser correcta para la toma de decisiones. La interpretación de estas variables no debe tomarse a la ligera para definir políticas e implementaciones.

El grave problema que se tiene con las mediciones disponibles es su falta de seguimiento e incluso la nula información de esta. Por esta razón es que se debe utilizar la extrapolación de los fenómenos para caracterizarlos y aunque sea manera correcta, estas suelen tener errores de incrementar las dimensiones de las medidas estructurales, esto conlleva a tener que disminuir o perder el objetivo de la optimización e inclusive en ocasiones a sobre caracterizar estas medidas.

El profesionista en el área de hidrología superficial, debe contar con metodologías que le auxilien a tener una mejor optimización de sus proyecciones y diseños, así como la certeza de que aunque tenga poca información, podrá conocer las herramientas que le auxilien a mejorar estas.

1.1 Objetivo y descripción del trabajo

El objetivo de este trabajo es el proponer una metodología para un cálculo más correcto de los factores de reducción por área de una zona en particular, considerando la distribución que tienen las lluvias en diferentes áreas, utilizando las mediciones puntuales de precipitación. Para plantear la metodología o metodologías a seguir, es necesario revisar las definiciones y comportamientos de la medición de las precipitaciones, los ajustes probabilísticos, así como la revisión de las metodologías propuestas demostrando que son posibles de realizar para lograr un error mínimo.

En el segundo capítulo se dan a conocer las definiciones básicas con las que se basa las metodologías propuestas.

En el tercer capítulo se plantean dos metodologías a utilizar, una global donde no se considera la simultaneidad de eventos pero se tiene una mayor cantidad de datos a caracterizar y una local donde se expone la simultaneidad de eventos, esto conlleva a una reducción de los años a estudiar y las consideraciones pertinentes para ello.

En el cuarto capítulo se emplean las metodologías antes descritas, su desarrollo presentando los resultados de los cálculos realizados.

Finalmente en el quinto capítulo se describen las conclusiones y discusión de dichos resultados

2 DEFINICIONES

2.1 Precipitación

La definición de precipitación se define como “el agua que recibe la superficie terrestre en cualquier estado físico proveniente de la atmósfera (Springall, 1970), siendo un fenómeno discontinuo, por tanto no se puede hablar de su variación diaria.

La precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y nevisca. La formación de precipitación requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense, y con esta condición se provoque la precipitación.

Los tres mecanismos principales para la elevación de masas de aire son la elevación convectiva, donde el aire se arrastra hacia arriba por una acción convectiva, como ocurre en el centro de una celda de una tormenta eléctrica; la elevación orográfica, mediante la cual una masa de aire se eleva para pasar por encima de una cadena montañosa; y la elevación frontal donde el aire caliente es elevado sobre aire frío por un pasaje frontal.

En general, las nubes se forman por el enfriamiento del aire por abajo de su punto de saturación, este enfriamiento puede tener lugar por varios procesos que conducen al ascenso adiabático con el consiguiente descenso de presión y descenso de temperatura de aire y de la velocidad vertical del mismo. De estos procesos se derivan los diferentes tipos de precipitación que a continuación se describen.

2.1.1 Precipitación convectiva

Tiene su origen en la inestabilidad de una masa de aire más caliente que las circundantes. La masa de aire caliente asciende, se enfría, se condensa y se forma la nubosidad de tipo cumuliiforme, da origen a la precipitación en forma de chubascos o tormentas. El ascenso de la masa de aire se debe, generalmente, a un mayor calentamiento en superficie. Las zonas afectadas son principalmente áreas pequeñas del orden de 25 a 50 kilómetros cuadrados, su intensidad varía entre lloviznas ligeras y aguaceros, dependiendo de la temperatura y humedad. Estas tormentas se originan en tiempo cálidos y pueden estar acompañadas de relámpagos, truenos y vientos locales

2.1.2 Precipitación orográfica

Es aquella que tiene su origen en el ascenso de una masa de aire, forzado por una barrera montañosa. Este tipo de lluvia es originada por el enfriamiento y condensación del vapor de agua en las masas de aire que al enfrentar a una ladera ascienden, el efecto orográfico no supone más que el mecanismo de disparo de la inestabilidad convectiva.

La precipitación es mayor a barlovento, disminuyendo rápidamente a sotavento, esto produce que se enfríe y origina en forma líquida o nieve. En las cadenas montañosas importantes, el máximo de precipitación se produce antes de la divisoria o parteaguas. En ocasiones, con menores altitudes, el máximo se produce pasada ésta, debido a que el aire continúa en ascenso. Estas lluvias son muy irregulares en importancia y localización.

2.1.3 Precipitación ciclónica

La precipitación ciclónica está asociada al paso de ciclones tropicales. Es producida por el levantamiento del aire por convergencia de la masa de aire en una zona de baja presión, se divide en dos tipos: frontal y por convergencia.

La precipitación frontal puede ocurrir en cualquier depresión barométrica, resultando el ascenso debido a la convergencia de masas de aire que tienden a rellenar la zona de baja presión, asociándose a un frente frío o aun frente cálido.

En los frentes fríos el aire cálido es desplazado violentamente hacia arriba por el aire frío, dando lugar a nubosidad de gran desarrollo vertical acompañada de chubascos que son muy intensos, así como de tormentas y granizo. Generalmente la precipitación del frente frío es de tipo tormentoso, extendiéndose poco hacia adelante del frente.

En los frentes cálidos el aire asciende con relativa suavidad sobre la cuña fría, en general de escasa pendiente, dando lugar a una nubosidad más estratiforme que en el frente frío y, por tanto, a lluvias y lloviznas más continuas y prolongadas, pero de menor intensidad instantánea.

La precipitación por convergencia puede ocurrir donde exista una depresión barométrica y se produce cuando la tendencia del aire húmedo converge al centro del ciclón.

2.2 Análisis de la precipitación

Comúnmente la caída de agua ocurre en distintos sitios determinados siendo sus mediciones diferentes aunque los lugares se encuentren cercanos, por ello se mide de forma puntual para cada registro, su lamina de lluvia registrada, ya sea de pluviómetros o pluviografos para conocer la precipitación total de la zona de interés. Para la obtención de la precipitación media se cuenta principalmente con tres métodos, el primero es un promedio aritmético que toma en cuenta el número de estaciones en el área en estudio y la precipitación registrada en cada una de ellas. El segundo método llamado polígonos de Thiessen es en realidad un promedio ponderado donde se toma en cuenta un área de influencia de cada una de las estaciones y la lluvia registrada en cada estación. El tercero es el isoyetas que son curvas con igual precipitación utilizando el área de dos isoyetas consecutivas y la precipitación utilizada es un promedio entre los dos valores correspondientes a dichas curvas.

En este trabajo se utilizó el segundo método que se describe con mejor detalle a continuación.

2.2.1 Método de Polígonos de Thiessen

Este método considera que cada una de las estaciones tiene la misma influencia en toda la zona. El procedimiento consiste en sumar las alturas de lluvia de cada estación que se encuentra en el sitio para un intervalo de tiempo y dividirlo entra la sumatoria total del número de estaciones analizadas.

$$h_p = \frac{1}{A_T} \sum_{i=1}^n A_i h_{pi} \quad (2.1)$$

donde:

h_p	<i>precipitación media, en mm</i>
h_{pi}	<i>precipitación registrada en la estación i, en mm</i>
A_i	<i>área de influencia de cada estación</i>
A_T	<i>área total de la zona en estudio</i>

2.3 Conceptos generales de estadística utilizados en hidrología

La estadística se divide en las ramas descriptiva y matemática, la primera clasifica los datos recogidos y los ordena; la segunda realiza comparaciones del o los fenómenos analizando con modelos probabilísticos a fin de obtener información que no resulte evidente al realizar una simple ordenación.

La información hidrológica que se tiene de una o varias estaciones pluviométricas es extensa ya que depende de la cantidad de años registrados. Esta por lo general se dispone de forma parcial por lo que puede disminuir su certidumbre.

Los métodos probabilísticos sirven conocer el comportamiento de los valores de las variables hidrológicas, como es la lluvia en un sitio particular, esto cuando se asocian sus valores máximos anuales con una función de distribución de probabilidad conocida.

En estadística se obtienen los datos a partir de una observación de los hechos o sucesos. La lluvia que cae durante un año en un lugar es un suceso del cual se derivan valores como la intensidad máxima instantánea, la cantidad total de lluvia diaria recogida etc. Cuando los sucesos son cuantitativos se asocian a una variable, de tal forma que existen tantas variables como caracteres observados.

Las variables son continuas cuando el carácter observado toma cualquier valor. Son discretas pueden tomara valores fijos dentro de un intervalo. El número de días que llueve en un mes es entero es un ejemplo de lo que se representa con una variable discreta.

El conjunto de valores de una variable dentro de un intervalo se conoce como población o universo. La población es finita si el número de valores contable, e infinita si el número de valores es tan grande que no se puede contar. Las variables son reales si son si las variables son únicas; e hipotéticas al considerar el conjunto de todos los modos imaginables en que puede ocurrir un suceso.

Los hechos o eventos son naturales o artificiales. Los naturales o históricos son los recogidos por el fenómeno natural y tiene la particularidad de que solo ocurren una vez. Los artificiales o experimentales pueden obtenerse bajo las condiciones en laboratorio y pueden repetirse. En este estudio se utilizaron los de tipo natural.

La selección de algunos valores de la población a caracterizar, se conoce como muestra y al número "n" de individuos o elementos que componen una muestra se denomina tamaño de la muestra. Una vez obtenidos y relacionados los datos se deben sintetizar para tener una representación clara y facilitar su comprensión; para tal efecto se utilizan distribuciones estadísticas

Los valores elegidos pueden ordenarse de acuerdo al número total o agrupándolos por intervalos de clase en tablas o diagramas que expresen el número de observaciones, que es conocido como

frecuencia absoluta. Al dividir cada una de estas frecuencias entre el número total de observaciones se obtiene la frecuencia relativa.

Si se consideran variables los valores en el eje horizontal y se relacionan con las frecuencias (absolutas o relativas) en un eje vertical se obtiene un histograma, al unir dichos puntos mediante segmentos rectilíneos se tendrá un polígono de frecuencias.

Como los intervalos de un histograma de frecuencias relativas son cada vez más pequeños las variables pueden transformarse en continuas formando una curva denominada función de densidad de probabilidad $f(x)$, si de acumulan las frecuencias relativas y la longitud de los intervalos de clase tienden a cero entonces se obtiene la función de distribución de probabilidad.

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt \quad (2.2)$$

De las distribuciones estadísticas se tienen algunos parámetros para asignarles la forma que más se apague a los histogramas observados. En la Figura 2.1 se muestran estas distribuciones.

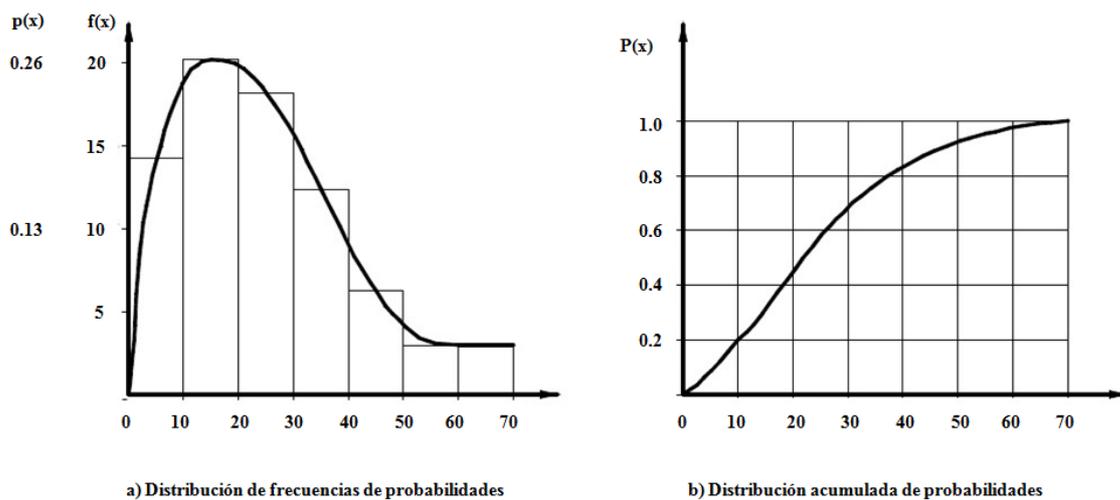


Figura 2.1 Distribuciones estadísticas

2.3.1 Parámetros estadísticos de las muestras

Con el fin de caracterizar a los histogramas o a las funciones de densidad de probabilidad se emplean los parámetros estadísticos, estos parámetros estadísticos se obtienen a partir de datos muestrales y se pueden clasificar en medidas de tendencia central, de dispersión y de asimetría.

Para definir los distintos parámetros se usará la notación siguiente:

x_i, x_j, \dots, x_k	<i>valores observados</i>
n_i, n_j, \dots, n_k	<i>frecuencias absolutas de los valores</i>
n	<i>número total de observaciones o frecuencia total</i>
n_i/n	<i>frecuencia relativa</i>

$$n_i + n_j + \dots + n_k = n$$

2.3.2 Medidas de tendencia central

Las más utilizadas son:

a) Media aritmética. Es la suma de todos los valores observados, dividida por el número total de observaciones.

$$x = x_m = \frac{n_i x_i + n_j x_j + \dots + n_k x_k}{n} \quad (2.3)$$

b) Media geométrica. Es la raíz n-esíma (n es el número total de observaciones) del producto de todos los valores observados.

$$x_g = \sqrt[n]{(x_i^{n_i}) * (x_j^{n_j}) * \dots * (x_k^{n_k})} \quad (2.4)$$

c) Media armónica. Es el número inverso de la media aritmética de los inversos de los valores observados

$$x_a = \frac{n}{\frac{n_i}{x_i} + \frac{n_j}{x_j} + \dots + \frac{n_k}{x_k}} \quad (2.5)$$

d) Mediana. Es el valor tal que la frecuencia de los valores que la supera es igual a la frecuencia de los valores a él; es decir la frecuencia relativa de la mediana es el 50%.

e) Moda. Es el valor de la variable que tiene mayor frecuencia.

2.3.3 Medidas de dispersión

Miden el grado de extensión de los valores observados alrededor de un valor fijo.

a) Desviación media. Es la medida aritmética de las diferencias absolutas entre los valores observados y su media aritmética.

$$D = \frac{n_i |x_i - x_m| + n_j |x_j - x_m| + \dots + n_k |x_k - x_m|}{n} \quad (2.6)$$

b) Desviación cuadrática general. Es la raíz cuadrada de la suma de diferencias entre valores observados y un valor cualquiera de la variable previamente fijado, elevadas al cuadrado dividida por el número de observaciones.

$$S = \sqrt{\frac{n_i (x_i - a)^2 + n_j (x_j - a)^2 + \dots + n_k (x_k - a)^2}{n}} \quad (2.7)$$

c) Desviación estándar. Es la desviación cuadrática respecto a la media aritmética (x_m).

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_i (x_i - x_m)^2 + n_j (x_j - x_m)^2 + \dots + n_k (x_k - x_m)^2}{n}} \quad (2.8)$$

d) Varianza. Es cuadrado de la desviación estándar (σ^2).

e) Coeficiente de variación. Es la relación entre la desviación estándar y la media. El coeficiente de variación tiene en cuenta la proporción existente entre una media de tendencia y la desviación típica o estándar.

$$C_v = \frac{\sigma}{x_m} \quad (2.9)$$

El coeficiente de variación o de Pearson, es una medida de dispersión útil para comparar dispersiones a escalas distintas pues es una unidad invariante ante cambios de escala. Uno de sus usos más comunes es para expresar la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación estándar. Por otro lado presenta problemas ya que a diferencia de la desviación típica este coeficiente es variable ante cambios de origen. Por ello es importante que todos los valores sean positivos y su media por tanto con valor positivo. A mayor valor del coeficiente de variación, mayor heterogeneidad de los valores de la variable; a menor coeficiente de variación, mayor homogeneidad en los valores de la variable. Es por ello que esta medida de dispersión servirá como parámetro del número de estaciones, ya que permitirá descartar estaciones que sean heterogéneas.

2.4 Conceptos generales de probabilidad utilizados en hidrología

Un ensayo recibe el nombre de aleatorio cuando no es posible predecir un resultado de entre un número "n" de posibilidades.

Las variables aleatorias son los resultados de un experimento aleatorio donde éstos representan un espacio de eventos; este fenómeno se conoce como probabilidad de una función P que aplicada a un evento A se le asigna un número real $P(A)$

En general para un experimento dado, la probabilidad será el cociente entre el número de veces que se obtiene el resultado deseado entre el número de veces que se efectúa el experimento hasta que éste tienda al infinito, así.

$$P(A) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{M(A)}{N} \quad (2.10)$$

donde

A evento

$P(A)$ probabilidad de que se presente el evento

$M(A)$ número de veces que se presenta el evento

N número de veces que se efectúa el experimento

2.4.1 Función de densidad de probabilidad

Si la probabilidad de que la variable X esté comprendida entre los valores x y $x+dx$ se denomina $p(x)dx$, la función $y = p(x)$ se conoce con el nombre de función de densidad de probabilidad. La función de densidad de probabilidad es un modelo matemático de la variable aleatoria continua y sus propiedades son las siguientes:

$$f(x) \geq 0$$

la curva es positiva

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$$

el área bajo la curva es igual a 1

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = P(a \leq x \leq b)$$

a y b son valores cualquier de x con la condición $a < b$

2.4.2 Distribuciones de probabilidad

Las distribuciones de probabilidad son formas teóricas o ideales del límite de distribuciones de frecuencia relativa cuando el número de observaciones realizadas es muy grande; por lo tanto pueden ser distribuciones poblacionales. Estas distribuciones se representan en forma gráfica dibujando $P(x)$ contra x .

Las distribuciones de probabilidad más utilizadas en hidrología son las que se describen a continuación.

2.4.2.1 Normal

Se deriva del teorema del límite central. Este teorema indica que, si la secuencia de variables aleatorias es independiente y está distribuida de la misma manera con media μ y varianza σ^2 , a medida que la muestra aumenta la distribución de la suma de n de las variables tiende a la distribución normal con media $n\mu$ y varianza $n\sigma^2$.

Algunas de las desventajas de esta distribución en hidrología son las siguientes:

- La variación es de un rango continuo $(-\infty, \infty)$.
- Es simétrica alrededor de la media (la información en hidrología tiende a ser asimétrica)

Sea la función de distribución de probabilidad

$$F(X) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx \quad (2.11)$$

Cuya función de densidad es,

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2.12)$$

Esta distribución puede estimar sus parámetros por medio de los ajustes de distribución de probabilidad que se verán en la sección 2.4.3 y son:

- Momentos
- Máxima verosimilitud
- Momentos-L

Donde para una probabilidad $0 < F(X) \leq 0.5$

$$U_T = V - \frac{b_0 + b_1V + b_2V^2}{1 + b_3V + b_4V^2 + b_5V^3} \quad V = \ln \left[\frac{1}{[F(x)]^2} \right]$$

$$\begin{aligned} b_0 &= 2.51552 \\ b_1 &= 0.80285 \\ b_2 &= 0.01033 \\ b_3 &= 1.43279 \\ b_4 &= 0.18927 \\ b_5 &= 0.00131 \end{aligned}$$

2.4.2.2 Lognormal

La distribución Lognormal presenta algunas ventajas con respecto a la normal; la primera es que está limitada a valores positivos, eso es $x > 0$, por otro lado, al aplicar el logaritmo la función tiende a reducir la asimetría positiva, puesto que en los logaritmos los números grandes se reducen en una proporción mayor que los pequeños, esto es muy común en los datos hidrológicos.

Para dos parámetros la función de densidad es:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left|\frac{\ln(x)-\mu_y}{\sigma_y}\right|^2} \quad (2.13)$$

Esta distribución puede estimar sus parámetros por medio de los ajustes de distribución de probabilidad que se verán en la sección 2.4.3 y son:

- Momentos
- Máxima verosimilitud

Para tres parámetros la función de densidad es:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left|\frac{\ln(x-x_0)-\mu_y}{\sigma_y}\right|^2} \quad (2.14)$$

Esta distribución puede estimar sus parámetros por medio de los ajustes de distribución de probabilidad que se verán en la sección 2.4.3 y son:

- Momentos
- Máxima verosimilitud

2.4.2.3 Exponencial

La distribución exponencial se utiliza para describir tiempos de interarribo de choques aleatorios a sistemas hidrológicos; por ejemplo, el volumen de agua contaminada que llega a los ríos por medio del escurrimiento.

La ventaja de esta distribución consiste en que se adapta a estudios teóricos y a la facilidad de estimar el valor β a partir de la información con que cuenta. La desventaja es que requiere que la ocurrencia de cada evento sea independiente de la vecindad

Sea la función de probabilidad con parámetro β

$$F(X) = 1 - e^{-\beta x} \quad (2.15)$$

Cuya función de densidad es,

$$f(x) = \beta e^{-\beta x} \quad (2.16)$$

Esta distribución puede estimar sus parámetros por medio de los ajustes de distribución de probabilidad que se verán en la sección 2.4.3 y son:

- Momentos
- Máxima verosimilitud

Sea la función de probabilidad con parámetros β y X_0

$$F(X) = 1 - e^{-\left(\frac{x-x_0}{\beta}\right)} \quad (2.17)$$

Cuya función de densidad es,

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-\left(\frac{x-x_0}{\beta}\right)} \quad (2.18)$$

Esta distribución puede estimar sus parámetros por medio de los ajustes de distribución de probabilidad que se verán en la sección 2.4.3 y son:

- Momentos
- Máxima verosimilitud

2.4.2.4 Gamma

La distribución gamma consiste en la suma de β variables aleatorias independientes e idénticas distribuidas exponencialmente. La forma de esta distribución es similar a la función de densidad de probabilidad típica y es muy útil para la descripción de variables hidrológicas asimétricas sin el uso de la transformación log.

La distribución Gamma de dos parámetros (β y λ) tienen como límite inferior cero, lo cual representa una desventaja para la aplicación en variables hidrológicas que tiene un límite superior a cero.

Sea la función de distribución de probabilidad

$$F(X) = \int_0^x \frac{(x^{\beta-1})(e^{-x/\alpha})}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} dx \quad (2.19)$$

Cuya función de densidad para dos parámetros,

$$f(x) = \frac{(x^{\beta-1})(e^{-x/\alpha})}{\alpha^\beta G(\beta)} \quad (2.20)$$

Esta distribución puede estimar sus parámetros por medio de los ajustes de distribución de probabilidad que se verán en la sección 2.4.3 y son:

- Momentos
- Máxima verosimilitud
- Momentos-L

Cuya función de densidad para tres parámetros,

$$f(x) = \frac{1}{\alpha^\beta G(\beta)} \left(\frac{(x-x_0)^{\beta-1}}{\alpha} \right) \left(e^{-\left(\frac{x-x_0}{\alpha}\right)} \right) \quad (2.21)$$

Esta distribución puede estimar sus parámetros por medio de los ajustes de distribución de probabilidad que se verán en la sección 2.4.3 y son:

- Momentos
- Máxima verosimilitud

2.4.2.5 Gumbel

La función de distribución Gumbel se utiliza para determinar la probabilidad de que se presenten grandes avenidas, puesto que se ha demostrado teóricamente que se ajusta a los valores máximos. Los parámetros estadísticos de esta función son la media y la varianza

Sea la función de distribución de probabilidad

$$F(X) = \int f(x)dx = e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}} \quad (2.22)$$

Cuya función de densidad es,

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)} e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}} \quad (2.23)$$

Esta distribución puede estimar sus parámetros por medio de los ajustes de distribución de probabilidad que se verán en la sección 2.4.3 y son:

- Momentos
- Máxima verosimilitud
- Momentos-L

2.4.2.6 Doble Gumbel

Esta función se utiliza cuando los valores máximos anuales de una cuenca pueden ser provocados por causas diferentes de un año a otro, siendo los datos máximos anuales pertenecientes a dos poblaciones diferentes, la primera es producida por precipitaciones relacionadas con fenómenos

meteorológicos dominantes en la región de estudio, y la segunda es producidos por fenómenos ciclones mayores a los primeros. En las funciones de distribución y densidad β_1 y α_1 son los parámetros de ubicación y de escala de la primera población respectivamente, β_2 y α_2 son los parámetros de ubicación y de escala de la segunda población respectivamente y p el parámetro de asociación.

Sea la función de distribución de probabilidad

$$F(X) = pe^{-e^{-\alpha_1(x-\mu_1)}} + (1-p)e^{-e^{-\alpha_2(x-\mu_2)}} \quad (2.24)$$

Su función de densidad es:

$$f(x) = pe^{-e^{-\alpha_1(x-\mu_1)} - \alpha_1(x-\beta_1)} + (1-p)e^{-e^{-\alpha_2(x-\mu_2)} - \alpha_2(x-\beta_2)} \quad (2.25)$$

para $x > 0, \alpha_i > 0, 0 < p < 1$

2.4.3 Ajuste a una distribución de probabilidad

El ajuste de los parámetros de las distribuciones de probabilidad puede realizarse con varios métodos, tres de ellos son: método de momentos, máxima verosimilitud y el de mínimos cuadrados.

2.4.3.1 Método de momentos

Es uno de los métodos más sencillos que se utilizan para conocer uno o más parámetros de las funciones de distribución de probabilidad o poblacionales. Dependiendo del número de parámetros a conocer se plantea un sistema de ecuaciones en donde se iguala los momentos poblacionales con los muestrales.

2.4.3.2 Método de máxima verosimilitud

Supone que el mejor juego de parámetros de una función debe ser aquel que maximiza la probabilidad de ocurrencia de la muestra observada. Una forma de encontrar el mejor ajuste o de medir el parecido ante una función de distribución teórica y un grupo de datos es mediante la función de verosimilitud (L). Mientras mayor será el ajuste de la función teórica de los datos.

2.4.3.3 Método de mínimos cuadrados

Consiste en obtener el conjunto de los parámetros al minimizar la suma de los cuadrados de los errores entre los valores observados y calculados, en donde los factores $a_{i,j=1,2,3,\dots,m}$ de la función $f(x; a_1, a_2, \dots, a_m)$ son los parámetros a considerar.

Como se plantea en el Cálculo Diferencial el valor mínimo se obtiene al calcular la derivada parcial con respecto a cada parámetro igualado a cero. Con ello se plantea un sistema de ecuaciones y su solución corresponde al valor de los parámetros de la función de distribución de probabilidad.

2.4.3.4 Método de momentos-L

Son sistema alternativo para describir las “formas” de las distribuciones de probabilidad. Desde el punto de vista estadístico, son una combinación lineal de los denominados “momentos ponderados por probabilidad” o “momentos de probabilidad pesada”

Los momentos-L son análogos a los convencionales, sin embargo, tienen cierta ventaja sobre ellos, ya que son capaces de caracterizar un mayor número de distribuciones, además de estar virtualmente libres de sesgo aún para muestras pequeñas.

2.5 Datos de precipitación

2.5.1 Integración de serie de datos

Los datos climatológicos medidos se encuentran en orden cronológico, utilizando sus valores máximos o mínimos si es el caso, para entender las condiciones críticas se trabaja con dos tipos de datos, series de valores extremos y series de duración parcial.

Las series de valores extremos contienen el valor más relevante en un intervalo de tiempo constante. Si el intervalo es un año se conoce como serie anual; si contiene los más grandes se denomina “serie de máximos anuales” y si se refiere a valores menores se llama “serie de mínimos anuales”.

La serie de duración parcial contiene datos seleccionados de tal forma que su magnitud es mayor que un valor base, este se escoge para que el número de valores sea igual al número de años de registro. A este resultado se le denomina “serie de excedentes anuales”.

La selección de este tipo de datos debe usarse en diseño y se basa en las aplicaciones que se le dan al análisis de los datos. De manera habitual los gastos se analizan como máximos anuales y la lluvia como excedentes anuales.

La información hidrológica se obtiene de boletines hidrológicos publicados por la Comisión Nacional del Agua, el Servicio Meteorológico Nacional y Instituto Mexicano del Tecnología del Agua.

2.5.1.1 Prueba de homogeneidad, Prueba de Helmer

Esta prueba consiste en analizar el signo de desviaciones de cada evento con respecto a la media de la muestra de datos y observa si existen secuencias (S) de estos signos, o cambios (C). La regla que sigue este método para determinar la homogeneidad indica que debe cumplirse lo siguiente:

$$-\sqrt{n-1} \leq (S-C) \leq \sqrt{n-1} \quad (2.26)$$

donde

n	<i>número de datos de la muestra</i>
S	<i>número de datos mayores a la media de la muestra</i>
C	<i>número de datos menores a la media de la muestra</i>

2.5.1.2 Pruebas de independencia

Se requiere de muestras aleatorias para realizar el análisis de frecuencias, una de las pruebas para determinar la independencia es la Prueba de Anderson, con la que se contribuye un correlograma con límites de confianza se puede conocer la independencia de los datos, es decir, que si sólo el 10% de los valores r_k^j sobrepasan los límites de confianza, se dice que la serie es independiente y puede emplearse para el análisis de frecuencias.

$$r_k^j(95\%) = \frac{-1 \pm 1.96\sqrt{(n_j - k - 1)}}{n_j - k} \quad (2.27)$$

2.5.1.3 Pruebas de bondad de ajuste

Esta prueba se emplea para determinar qué distribución se ajusta mejor la serie de datos:

$$EEA = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_T - x_r)^2}{n - n_p} \right]^{1/2} \quad (2.28)$$

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor estadístico *EEA*. Si una o más distribuciones tienen valores similares al de *EEA*, entonces se deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros.

2.6 Eventos de diseño

Para el diseño de una estructura hidráulica es necesario conocer con la información con la que se cuenta. En el caso de problemas hidrológicos se debe conocer la fisiografía del lugar y contar con los registros hidrológicos de las estaciones que se encuentre cercanas. Asimismo se debe conocer el intervalo de ocurrencia de los eventos que se presenten a fin de determinar para una obra específica la probabilidad de que el evento sea igualado o excedido.

2.6.1 Análisis de datos

Este procedimiento nos ayuda a caracterizar la información disponible de una manera en la cual se pueda relacionar un tiempo de recurrencia con respecto a la magnitud de una obra. Esta caracterización es conocida y definida en un evento de diseño como Periodo de retorno.

2.6.2 Periodo de retorno

En un análisis de datos hidrológicos, el objetivo primario es determinar el intervalo de recurrencia de un evento hidrológico, al cual llamaremos periodo de retorno (*Tr*). Una definición más correcta del periodo de retorno sería de la manera siguiente: Se define como el intervalo promedio de tiempo en que un evento de magnitud dada puede ser igualado o excedido por lo menos una vez (Mena Rivera 2004).

Definición:

Si un evento igual o mayor a “*y*” ocurre una vez en *T* años, su probabilidad de recurrencia $P(Y \geq y)$ es igual a 1 en *T* casos, es decir:

$$P(Y \geq y) = \frac{1}{T} \quad (2.29)$$

de forma análoga

$$T = \frac{1}{P(Y \geq y)} = \frac{1}{1 - P(Y < y)} \quad (2.30)$$

Una serie de máximos anuales ocurre exactamente una vez al año, mientras que una serie de excedentes anuales ocurre en promedio una vez al año.

El análisis de datos hidrológicos en relación con su periodo de retorno requiere conocer la probabilidad de recurrencia de la distribución observada y la probabilidad de recurrencia correspondiente al evento que se desee obtener ligado a la distribución teórica de mejor ajuste

Si se tienen “n” observaciones de eventos, estos se ordenan del valor mayor hasta el menor asignándoles a cada uno un número “m” de orden de acuerdo al lugar donde aparece.

Para máximos anuales el periodo de retorno (T_m) será el tiempo en años que el valor mayor de los máximos anuales pueda ser igualado o excedido una vez en promedio.

$$T_m = \frac{n+1}{m} \quad (2.31)$$

donde:

n *número de años de registro*
 m *número de orden*

Indicando que el periodo de retorno de un máximo anual es igual al número de años de registro máximo dividido entre el número de orden. A la ecuación **(2.31)** se le conoce como ecuación de Weibull.

3 METODOLOGÍA

Uno de los mayores problemas que se presentan en la hidrología superficial no solo es la correcta medición, sino también la obtención de datos completos de las variables de precipitación y escurrimientos principalmente, ya que para su medición se presentan diversos errores debido a la incorrecta lectura y calibración de los tipos de aparatos con el que se cuente o la falta de medición. Estas anomalías serán mitigadas a través de diferentes ajustes como tratar de que las mediciones sean continuas en un periodo de tiempo continuo para mitigar que los registros sean incompletos, evitando variaciones en la caracterización del comportamiento del fenómeno a estudiar.

Para caracterizar un correcto comportamiento de las precipitaciones puntuales medidas y su distribución en diferentes áreas de interés, se tiene que realizar algunos ajustes que tendrán distintas consideraciones para tratar de concordar con el comportamiento real. Por esto es necesario definir metodologías para seguir concretar dicho objetivo.

Al definir una metodología hidrológica, se deberá considerar una correlación entre las diferentes estaciones de medición involucradas, tratar de aprovechar las cantidades de datos medidos y obtener el mejor ajuste a un comportamiento en común de las diferentes estaciones en estudio, es decir con un obtener un error mínimo.

La metodología para el cálculo del trabajo presente considera su planteamiento basado en el conocimiento de que la información hidrológica es insuficiente, pero esta puede ser aprovechada.

3.1 Justificación

Al realizar al planear una metodología con poca información, se está considerando un error que se reflejará en los resultados de ajustes e interpretación de esta información, siendo en ocasiones la obtención de resultados de modelos sobreestimados o subestimados dependiendo de la homogeneidad o heterogeneidad de la información, es decir resultados poco óptimos.

En ocasiones la poca información tiene simultaneidad provocando que la heterogeneidad disminuya en el periodo donde se presente, entonces, lo que se buscó es que aunque exista información incompleta se aprovechen estos lapsos para construir donde se considere la homogeneidad se presente y le dé certeza a los modelos considerados así como a sus resultados.

A continuación se describen brevemente algunos conceptos para plantear las metodologías descritas.

3.1.1 Simultaneidad

Un criterio que se debe considerar en los datos o registros hidrológicos es que se presenten eventos máximos, en este caso lluvias comunes o tormentas en el área de interés y que en diferentes lugares geográficos puedan ser medidos los mismos eventos. La simultaneidad se define como la correcta medición en un mismo tiempo y en diferentes lugares de un evento máximo, en este caso un evento hidrológico.

3.1.2 Homogeneidad y Heterogeneidad

Desde el punto de vista estadístico, estos componentes nos ayudarán a conocer la relación de los datos entre estaciones, es decir la semejanza o diferencia de estos en el área de interés. No se tiene

una correcta regionalización si tenemos valores heterogéneos de una estación. La variable estadística para medir este criterio es el coeficiente de variación, ecuación (2.9).

3.1.3 Regionalización

Este criterio considera la capacidad de caracterizar una serie de registros de valores máximos de una o diferentes variables hidrológicas de un punto geográfico, con otros registros también de valores máximos de otro u otros puntos geográficos, con la finalidad de caracterizar todos los valores del área total de interés.

Estos criterios nos ayudaran a mitigar la falta relación de los puntos lejanos en el cálculo de los factores de reducción por área, por un lado, la homogenización ayuda a compensar la falta de valores máximos para el denominador de la relación de dichos factores y la simultaneidad que trata de compensar los promedios diarios máximos que parte del numerador. La homogeneidad y heterogeneidad descartarán algunas configuraciones de simultaneidad.

3.2 Definiciones utilizadas en ambas metodologías

Para describir paso a paso ambas metodologías, previamente se necesita describir correctamente definiciones previas para un mejor entendimiento siendo propias para el estudio de ambas y para datos anuales.

Registro

Es la medición de una variable climatológica durante un cierto periodo de tiempo y un lugar geográfico de interés.

Registro diario

Es la medición promedio de una variable climatológica durante 24h.

Registro anual

Es el conjunto de registros diarios de una variable climatológica durante un año.

Registro anual máximo

Es el registro máximo del conjunto de registros diarios de una variable climatológica en un año.

Periodo

Es la magnitud o número de años de registros anuales máximos.

Serie de registros

Conjunto de registros anuales máximos de una variable climatológica durante un periodo.

Área de interés

Es el área de influencia en estudio, en esta se encuentran la mayoría de las estaciones donde se miden y obtienen las series de registro

Número de estaciones

Es el número de estaciones climatológicas que miden diferentes variables climatológicas en diferentes puntos geográficos en el área de interés, durante un cierto periodo.

Conjunto de series de registro

Es el conjunto de series de registro en función del número de estaciones a estudiar con un periodo.

Conjunto de series de registro comunes

Es el conjunto de series de registro en función del número de estaciones a estudiar con un periodo común, esta definición es base para las combinaciones proyectadas en la metodología Local.

Combinación de estaciones

Son las diferentes configuraciones posibles de las estaciones involucradas en el área de interés en función del conjunto de series de registros comunes.

Media de una serie de registros

Es el promedio del conjunto de la serie de registros anuales máximos de una variable climatológica durante un periodo determinado.

Homogenización del conjunto de serie de registros

Es el procedimiento para homogenizar y caracterizar al conjunto de la serie de registros y obtener un registro regional.

Serie de registro homogenizado

Es el conjunto de las series de registro divididas entre su respectiva media, generando un registro único al integrarlos

Serie de registros de promedios diarios máximos anuales

Para obtención de esta serie se calcula, tomando el conjunto de series de registros y para cada año de su registro, el promedio diario entre las diferentes variables climatológicas ubicadas en cada estación medida. De los 365 datos, se busca el mayor de estos promedios, con lo que para cada año del periodo en cuestión le corresponde un promedio diario máximo anual conformando. Para calcular este promedio se utilizará el método descrito en la sección 2.2.1 que son los promedios de Thiessen.

Periodo de retorno

Es el número de años en que, en promedio, se presenta un evento o un registro de una variable climatológica, es decir, un probable intervalo de recurrencia o frecuencia.

Ajuste de la serie de registro homogenizado

Se toma la serie de registro homogenizado ajustándola a diferentes periodos de retorno utilizando la función de distribución de probabilidad con el menor error de ajuste.

Conjunto de series de registros regionalizados

Se obtiene al multiplicar la media de cada serie de registro por cada periodo de retorno del ajuste de la serie de registro regional. Anteriormente este conjunto de series de registros estuvo referido al periodo de años, ahora está referido a diferentes periodos de retorno.

Ajuste de la serie de registros de promedios diarios máximos anuales

Se toma la serie de registros de promedios diarios máximos anuales ajustándola a diferentes periodos de retorno utilizando la función de distribución de probabilidad con el menor error de ajuste.

Promedio del conjunto de series de registros regionalizados

Para cada periodo de retorno, se calcula el promedio de cada serie de registro regionalizado, este promedio se calculará con la ecuación (2.1).

Relación de series para el cálculo de factores de reducción por área.

La relación de los periodos de retorno del ajuste de la serie de registros de promedios diarios máximos anuales entre los periodos de retorno de los promedios del conjunto de series de registros regionalizado, nos estimará valores de la relación del factor de reducción por área asociado a un periodo de retorno y al área de influencia

Para cada área se deben obtener cada una de estas definiciones y así construir con diferentes áreas de influencia las gráficas del factor de reducción por área vs. área, asociados a diferentes periodos de retorno.

3.3 Cálculo del Factor de reducción por área (FRA)

3.3.1 Definición areal del factor de reducción por área.

El factor de reducción por área es un coeficiente que sirve para transformar precipitaciones puntuales que se presentan en una zona determinada en precipitaciones medias en un área.

La necesidad de utilizar factores de reducción por área se deriva por el ajuste de funciones de distribución de probabilidad a los datos de precipitación máxima anual por separado de cada estación que influye en el área de estudio y los periodos de retorno seleccionados extrapolados.

Tomando en cuenta que existirán precipitaciones que no se presentan con regularidad y no se toman en cuenta para la precipitación máxima anual, entonces la falta de regularidad de estas precipitaciones se acentúa conforme el área considerada para la tormenta es mayor. Dicho problema puede evitarse utilizando estos factores.

3.3.2 Ecuación

Este factor define la magnitud de la altura de lluvia como una función del área donde ocurre y se utiliza cuando se desea conocer la precipitación media de la cuenca.

Para calcular las precipitaciones en un área determinada se tiene la ecuación siguiente:

$$P_a = FRA * P_p \quad (3.1)$$

donde

P_a precipitación areal en la zona de duración en estudio, en mm

FRA factor de reducción que se encuentra en función de la duración de la lluvia, área de interés y período de retorno

P_p precipitación media de los valores puntuales para el área y duración en interés, en mm

3.4 Metodología General y metodología local para el cálculo del FRA

En la metodología general no se tendrá en cuenta la simultaneidad, ya que es complicado contar con un registro amplio, común y completo de un conjunto de estaciones involucradas en un área de interés. Cabe mencionar que las áreas calculadas para esta metodología nos servirá para conocer los pasos a seguir en la elección de estaciones con respecto a su coeficiente de variación para la homogenización de los datos máximos y como calcular los valores máximos de los promedios diarios anuales.

Con la metodología local se toman en cuenta tres criterios: la simultaneidad; homogeneidad y heterogeneidad; regionalización. Se tiene un registro común, después se descartarán las estaciones heterogéneas y por último se regionalizaran los datos máximos de precipitación.

La razón por la cual se proponen dos tipos de metodologías es debido a la cercanía de las estaciones y sus diferentes comportamientos de homogeneidad y heterogeneidad, ya que en un metodología general se considera todas las estaciones, pero se observa un comportamiento de sobre estimación del factor, mientras que en áreas muy pequeñas se puede observar una “localidad” que no considera las demás regiones de la cuenca en estudio.

Para ambas metodología solo se tomarán en cuenta los años que tengan registros diarios completos.

3.4.1 Integración, pruebas de homogeneidad e independencia de los datos

Para evitar y asegurar que los datos obtenidos de cada serie de registro sean independientes y aleatorios, se deben realizar para cada estación los ajustes mencionados en las secciones 2.5.1.1 y 2.5.1.2.

3.4.2 Obtención del mejor ajuste

Se seguirá este paso previo para determinar la función de distribución de probabilidad con la cual se buscará tener el mejor ajuste y comportamiento de los datos estimados, para ello se toman en cuenta todos los datos máximos obtenidos de cada estación en estudio. A continuación se describe los pasos a seguir:

- 1.- Identificación de la cuenca en estudio y su área. Este procedimiento es auxiliado por el Simulador creado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), SIATL (Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas) y se muestra con mayor detalle en el Anexo 4.
- 2.- Identificación de “*n*” estaciones cercanas. Este procedimiento se verá con mayor detalle en el apartado 4.2 de este trabajo
- 3.- Obtención de datos de *precipitaciones medias diarias (pmd)* de la zona de estudio
- 4.- Identificación de *series de registros comunes o similares*
- 5.-Obtención de *precipitaciones máximas anuales (pma)* para cada estación de las series de registros.
- 6.- Ajustar cada registro anual de *pma* a diferentes *funciones de probabilidad para datos máximos (fdpm)*. Estas se encuentran descritas en la sección 2.4.2 de este trabajo.
- 7.- Calcular el *error estándar de ajuste (eea)* o prueba de bondad de ajuste con la ecuación (2.28) de las diferentes *fdpm* para cada registro anual de *pma*.
- 8.- Calcular para cada *fdpm* su promedio de los *eea* para las series de registros seleccionadas
- 9.- Elegir la *fdpm* con el mínimo *eea*.

Para comprender mejor este procedimiento se representa en la Figura 3.1 en un diagrama de flujo mostrado a continuación.

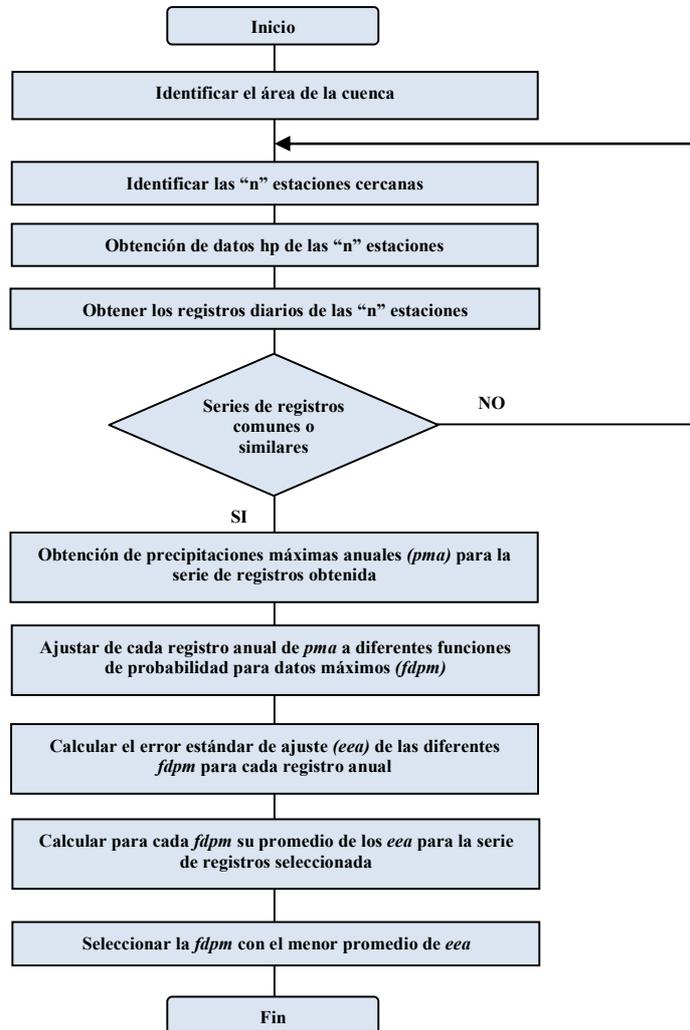


Figura 3.1 Procedimiento para el mejor ajuste.

3.4.3 Metodología General. Descripción

A continuación se describe la metodología general considerando el área total y la serie de registros completa.

- 1.- Obtener para las *series de registros m* de *pma*, sus estadísticos (valores de media y CV principalmente) para un periodo determinado.
- 2.- Determinar con el CV las series de registros heterogéneas y en su caso, determinar nuevas *series de registros n* homogéneas, este cálculo está determinado por la ecuación siguiente:

$$n = m - l \quad (3.2)$$

donde

- n número de series de registros homogéneos
 m número total de series de registros
 l número de series de registros heterogéneos

3.- Definición de la **series de registros n** y periodo q

4.- Se calcula para las **series de registros n** de **pma** sus respectivas medias, luego para cada serie de registro se le dividirá entre su correspondiente media, obteniendo **series de registro n homogenizadas**.

5.- Obtener la **serie de registros homogenizados (srh)**, esto consistirá en colocar las **series de registros n homogenizadas** calculadas en el paso anterior en un registro único.

6.- Se ajustará la **srh** a la **fdpm** con el mínimo **eea** y obtener el **ajuste de la serie de registros homogeneizados (asrh)** asociada a diferentes periodos de retorno **Tr**.

7.- Se obtendrá el **conjunto de series de registros regionalizados (csrr)** al multiplicar el **asrh** por las medias de las **series de registros n** para cada valor asociado a diferentes periodos de retorno **Tr**.

8.- Obtener para cada **Tr** el **promedio del conjunto de series de registros regionalizados (pcsrr)**. El promedio será calculado con la ecuación siguiente:

$$\bar{P}_{Tr} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n (P_{Tr_i} a_{Tr_i}) \quad (3.3)$$

donde

- \bar{P}_{Tr} precipitación media asociada a un periodo de retorno, en mm
 P_{Tr_i} precipitación asociada a un periodo de retorno de la serie de registro i , en mm
 a_{Tr_i} área del polígono asociada a un periodo de retorno de la serie de registro i , en km^2
 A área total, en km^2
 n número de serie de registros asociados a los diferentes periodos de Tr

9.- Obtener la **serie de registros de promedios diarios máximos anuales (srpdma)** considerando el periodo q de las **series de registros n** , (ver apartado 3.2).

10.-Ajustar la **srpdma** a la **fdpm** con el mínimo **eea**.

11.-Obtener el **ajuste de la serie de registros de promedios diarios máximos anuales (asrpdma)** y asociados a diferentes de periodo de retorno **Tr**.

12.-Para la obtención de los **factores de reducción por área, metodología general FRA_{MG}** se tomaran los valores de el **pcsrr** (sección 3.4.3, punto 8) así como los valores de el **asrpdma** (sección 3.4.3, punto 11) siendo la relación de ambos el valor del factor de reducción por área para el área de interés, este cálculo se describe de la forma siguiente:

El **FRA_{MG}** se calcula al dividir la precipitación media máxima anual asociada a un periodo de retorno entre la media de los máximos puntuales asociados al mismo periodo de retorno como se muestra en la expresión:

$$FRA(A, T_r) = \bar{P}(A, T_r) / \hat{P}(A, T_r) \quad (3.4)$$

donde

$\bar{P}(A, T_r)$ *lluvia media anual asociada a un área y periodo de retorno(asrpdma), en mm*

$\hat{P}(A, T_r)$ *media areal de la lluvia máxima calculada para cada serie de registro n asociada a un área y periodos de retorno(pcsrr), en mm*

Para realizar la graficas correspondientes y observar el comportamiento de dicho factor, será necesario obtener diferentes valores y configuraciones de diferentes áreas. Una opción es dividir el área de la cuenca y realizar este procedimiento. Otra opción es utilizar áreas más pequeñas, por lo cual se necesitará utilizar una metodología local para áreas más pequeñas y aprovechar esta disminución aplicando una simultaneidad.

Este procedimiento de la Metodología General se puede observar mejor en la Figura 3.2 representada por un diagrama de flujo.

3.4.4 Metodología Local. Descripción

Se determino utilizar una metodología basada en series de registros comunes. Para lograr esto, es necesario que el área total del estudio sea caracterizada en áreas que estén contenidas dentro de esta, ellas estarán en función de las posibles combinaciones de estaciones de influencia dentro del área total, es decir, la generación de series de registros simultáneas, que es la base de esta metodología.

Debido a las diferentes áreas generadas con respecto a estas combinaciones, se generan un número j de diferentes áreas A_i y sus respectivas **series de registros m_i y periodo común i** . Para esto, en cierta medida se repetirá la metodología general en la metodología local pero en esta se considera la simultaneidad de datos. El valor inicial de los subíndices i es 1 ya que al iniciar es el **Área₁, serie de registros m_1 y periodo común 1**, el procedimiento tendrán fin cuando i sea igual al número j de las combinaciones determinadas

A continuación se describe esta metodología.

- 1.- Identificar el número j de las **combinaciones de estaciones m_i** con respecto a un **periodo común i**
- 2.- Generar las diferentes áreas A_i con respecto a las **combinaciones de estaciones i y periodo común i** , definiendo cada una de ellas.
- 3.- Realizar para las **combinaciones de estaciones m_i** sus respectivos porcentajes de Thiessen correspondientes al área A_i , observar que estaciones tiene influencia en A_i y con ello definir las **series de registros m_i**
- 4.- Obtener para las **series de registros m_i** de **pma**, sus estadísticos (valores de media y CV principalmente).
- 5.- Determinar con el CV las **series de registro l_i heterogéneas** cada registro si son heterogéneos y determinar una nueva **serie de registros n_i homogénea**, está determinada por la ecuación siguiente:

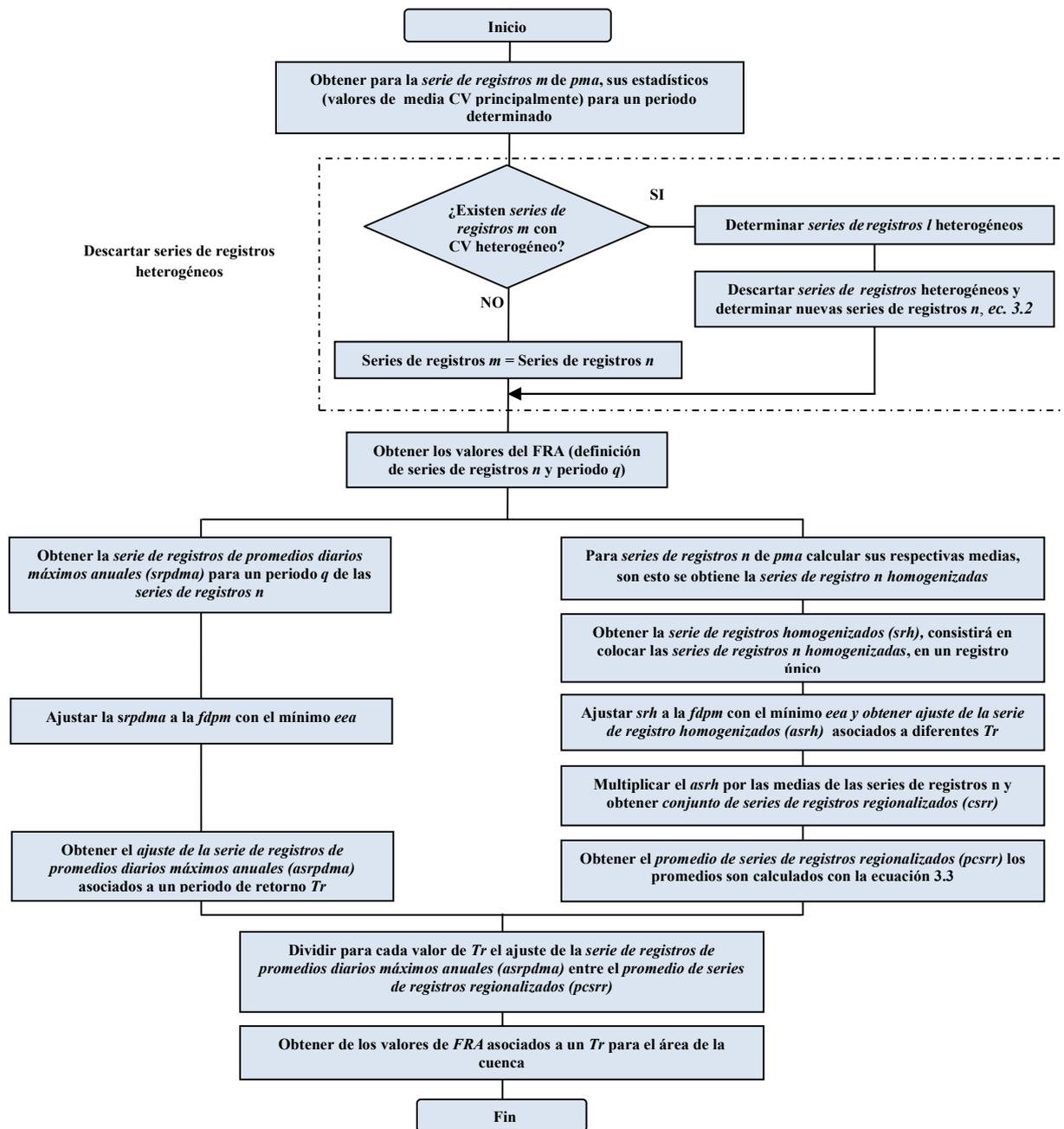


Figura 3.2 Metodología general

$$n_i = m_i - l_i \quad (3.5)$$

donde

- n_i número de series de registros homogéneos de la combinación de estaciones i
- m_i número total de series de registros de la combinación de estaciones i
- l_i número de series de registros heterogéneas de la combinación de estaciones i

6.- Definición de la *serie de registros n_i , combinación de estaciones n_i y periodo i*

7.- Calcular para la *combinación de estaciones n_i* sus respectivos porcentajes de Thiessen con la ecuación (2.1) en función del área A_i y el *periodo i* . Esto se debe a que, al cambiar la configuración de las series de registros cambian las áreas de influencia calculadas en la sección 3.4.4, punto 2.

8.- Se calcula para las *series de registros n_i de pma* sus respectivas medias, luego para cada serie de registro se le dividirá entre su correspondiente media, obteniendo *series de registro n_i homogenizadas*.

9.- Obtener la *serie de registros homogenizados $_i$ (srh_i)*, esto consistirá en colocar las *series de registros n_i homogenizadas* calculadas en el paso anterior en un registro único.

10.- Se ajustará la srh_i a la *fdpm* con el mínimo *eea* y obtener el *ajuste de la serie de registros homogeneizados $_i$ ($asrh_i$)* asociada a diferentes periodos de retorno Tr .

11.- Se obtendrá el *conjunto de series de registros regionalizados $_i$ ($csrr_i$)* al multiplicar el $asrh_i$ por las medias de las *series de registros n_i* para cada valor asociado a diferentes periodos de retorno Tr .

12.- Obtener para cada Tr el *promedio del conjunto de series de registros regionalizados $_i$ ($pcsrr_i$)*. El promedio será calculado con la ecuación siguiente:

$$\bar{P}_{Tr_i} = \frac{1}{A_i} \sum_{k=1}^n (P_{Tr_{ki}} a_{Tr_{ki}}) \quad (3.6)$$

donde

\bar{P}_{Tr_i} precipitación media asociada i a un periodo de retorno, en mm

P_{Tr_i} precipitación asociada i a un periodo de retorno de la serie de registro k , en mm

$a_{Tr_{ki}}$ área del polígono i asociada a un periodo de retorno de la serie de registro k , en km^2

A_i área total i , en km^2

n número de serie de registros asociados a los diferentes periodos de Tr

14.- Obtener la *serie de registros de promedios diarios máximos anuales $_i$ ($srdma_i$)* considerando el *periodo común i* de las *series de registros n_b* (ver apartado 3.2).

15.- Ajustar la $srdma_i$ a la *fdpm* con el mínimo *eea*.

16.- Obtener el *ajuste de la serie de registros de promedios diarios máximos anuales $_i$ ($asrdma_i$)* y asociados a diferentes de periodo de retorno Tr .

17.- Para la obtención de los *factores de reducción por área, metodología general FRA_{ML}* se tomaran los valores de el $pcsrr_i$ (sección 3.4.4, punto 12) así como los valores de el $asrdma_i$ (sección 3.4.3, punto 16) siendo la relación de ambos el valor del **factor de reducción por área FRA_i** para el área A_i , este cálculo se describe de la forma siguiente:

$$FRA(A_i, T_r) = \bar{P}(A_i, T_r) / \hat{P}(A_i, T_r) \quad (3.7)$$

donde

$\bar{P}(A_i, T_r)$ *lluvia media anual asociada a un área A_i y periodo de retorno ($asrpdma_j$), en mm*

$\hat{P}(A_i, T_r)$ *media areal de la lluvia máxima calculada para cada serie de registro n asociada a un área A_i y periodos de retorno($pcsrr_j$), en mm*

18.- Cuando se concluyan con todas las combinaciones j , se puede proceder a graficar los valores FRA_i con respectiva A_i asociados a los periodos de retorno Tr_i .

Este procedimiento se puede observar mejor en la representada por un diagrama de flujo mostrado en la Figura 3.3.

3.5 Ventajas y desventajas

Ventajas de la Metodología General

- Se toma en cuenta todos los datos de un registro de estaciones.
- Se realiza para cada área un solo proceso de homogenización y regionalización de los series de registro n , ya que se cuenta con una sola combinación para el cálculo de los promedios de los valores de $asrpdma$ y $pcsrr$.

Desventajas de la Metodología General

- No se considera el concepto de simultaneidad, esto nos lleva tener posibles errores en los valores de los FRA ya que se puede tener sobreestimaciones y menor certeza.
- La gráfica de los FRA tiene pocos valores para ser caracterizada dando una mayor certidumbre.

Ventajas de la Metodología Local

- Se considera el concepto de simultaneidad en los registros, con lo que se puede aprovechar los valores que puedan ser descartados, si se localiza una combinación de forma correcta y que su tenga homogeneidad entre los demás valores.
- Se optimizan más los ajustes y los valores existentes, ya que se incrementan más los valores de srh .
- Toma en cuenta en una forma más homogénea el área de estudio.

Desventajas de Metodología Local

- Es un método más laborioso y en ocasiones puede dejar de ser dinámico si el área es muy extensa.
- Se tiene que tener cuidado con el número de *series de registros m_i* y su relación con la ecuación (3.5) ya que por lo general al calcular los CV casi siempre el número de las *series de registros m_i* cambia, por lo tanto, sus configuraciones en las áreas de influencia A_i .

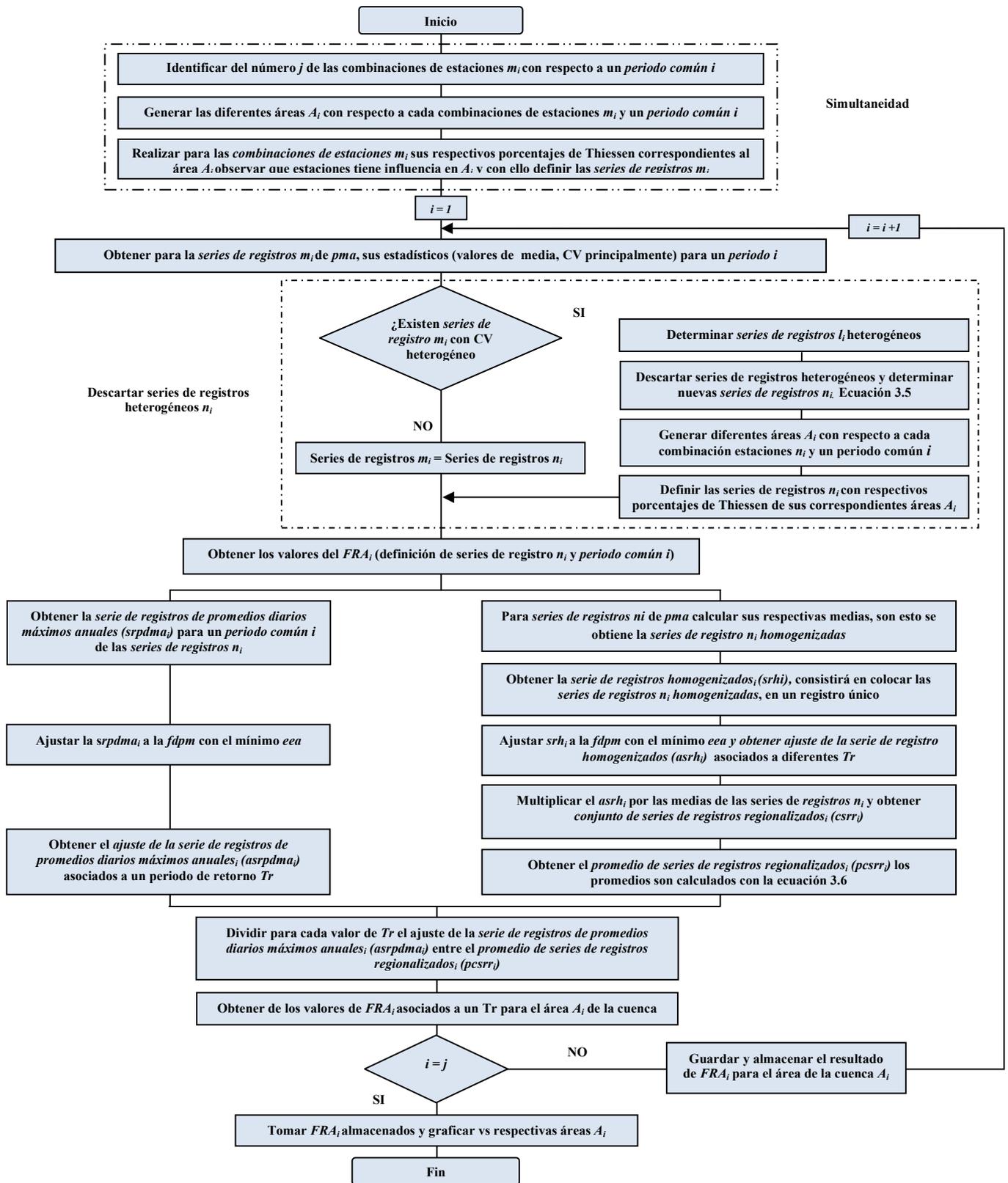


Figura 3.3 Metodología local

4 APLICACIÓN A LA CUENCA DEL RÍO SONORA

4.1 Ubicación de la zona de estudio

La cuenca del río Sonora se localiza en la zona septentrional del estado de Sonora en la región hidrológica Sonora Sur (RH-9), siendo esta región la que abarca mayor superficie Sonora, Su cuadrante de ubicación $28^{\circ} 10' A$ $32^{\circ} 20'$ Latitud Norte y $109^{\circ} 45' a$ $111^{\circ} 42'$ Longitud Oeste.

El río Sonora, inicia su recorrido cerca del municipio de Cananea, con rumbo general al sur hasta la capital estatal con un recorrido de 276.95 km y una pendiente de 0.34% hasta la presa Abelardo L. Rodríguez. Aguas debajo de ésta, el río se torna indefinido tendiendo a desembocar en el estero de Tastiota del golfo de California, en su mayor parte lo que escurre en la costa de Sonora se infiltra en las zonas arenosas.

4.2 Recopilación de la información

Para recopilar la información es necesario saber cuál es la más conveniente, útil y manipulable para los programas que se tienen que utilizar. Para ello se hace una breve descripción de los programas y paquetes a utilizar, entre estos están el AX, Curve Expert 1.3, ArcView 3.2, ArcGIS 9.3 y SIATL.

El AX es un programa que permite hacer el ajuste de algunas funciones de distribución de probabilidad a muestras de datos calculando el error cuadrático de cada una de ellas respecto de la muestra. Para hacer el ajuste el programa contiene las funciones de distribución de probabilidad Normal, Lognormal, Gamma, Exponencial, Gumbel y Doble Gumbel.

En el programa se puede usar cada uno de los ajustes por separado o bien seleccionar la opción de cálculo global, si se elige al el cálculo de los ajustes por separado y realizar la comparación de ellas a través de la prueba de bondad de ajuste.

4.2.1 Información geográfica

Esta información se obtuvo conociendo el punto de salida geográfico de la cuenca hidrográfica del río Sonora, así a partir de ahí se busca la Región Hidrológica donde se encuentre este. Una herramienta actualizada y muy poderosa por la facilidad con la que se maneja es el SIATL del INEGI (ver sección 3.4.2).

Con esta herramienta se encuentra delimitadas regiones, subcuencas y ordenes de estas para determinar las corrientes, ordenes, pendientes de los ríos, otra ventaja es que desde un punto de interés puede generarse las área de influencia de las corrientes.

También el usuario puede obtener de manera gratuita la información descrita bajando la información en archivos de tipo shape, los cuales son manipulables en los paquetes ArcView 3.2 y ArcGis 9.3.

El programa ArcView 3.2 nos auxiliará para la obtención de las diferentes configuraciones de áreas de influencia en ambas metodologías, así como su obtención en archivos dbf., los cuales pueden ser leídos y manipulados en los paquetes más comunes.

El programa ArcGis 9.3 nos auxiliará para georreferenciar imágenes en función de las proyecciones con las que se encuentren los archivos shape obtenidos del SIATL.

4.2.2 Información pluviométrica

Esta información se obtuvo de las estaciones climatológicas se obtuvo del ERIC de la base de datos del Instituto Mexicano del Tecnología del AGUA, en ella convergen 54 estaciones en la cuenca del río Sonora.

Se realizó una depuración de las estaciones con poca o nula información, y se determinó un periodo donde se cuenta con más información, esta información se muestra en la Figura 4.1 se observa la ubicación de las estaciones seleccionadas en el estudio del río Sonora.

En la Figura 4.1 se observa la ubicación de las estaciones seleccionadas en el estudio del río Sonora.

Tabla 4.1 Detalles de la información pluviométrica de las estaciones climatológicas

	Estación	Periodo	Completos	Incompletos
26005	Arizpe	1980-2003	17	7
26007	Bacanuchi	1980-2003	17	7
26008	Banamichi	1980-2003	24	0
26016	Carbó	1980-2003	16	8
26025	Cucurpe	1980-2003	21	3
26032	El Orégano	1980-2003	17	7
26035	Felix Gómez	1980-2003	15	9
26052	Mazatán	1980-2003	17	7
26074	Querobabi	1980-2003	16	8
26088	San Pedro de la Cueva	1980-2003	15	9
26090	Presa Avelardo	1980-2003	15	9
26121	Ures	1980-2003	18	6
26139	Hermosillo	1980-2003	22	2
26180	El Cajón	1980-2003	21	3
26232	La Cebolla	1980-2003	17	7

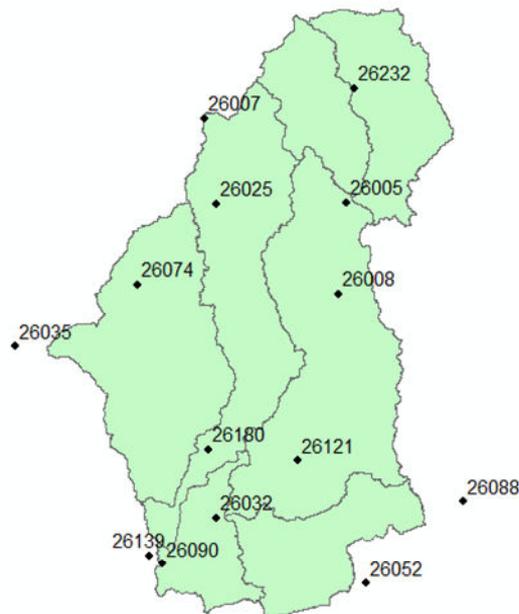


Figura 4.1 Ubicación de las estaciones en la cuenca del río Sonora

4.3 Integración de la información, prueba de homogeneidad, independencia y bondad de ajuste

Se le realizaron las pruebas de homogeneidad, independencia y bondad de ajuste para las estaciones mostradas en la Figura 4.1. De la Tabla 4.1, solo para la estación 26016 Carbó sus resultados fueron de no homogeneidad y dependencia, por lo cual se descartó su integración en el estudio quedando en total 15 estaciones con un periodo de estudio de 1980 a 2003. Las pruebas antes descritas están mostradas en el Anexo 1 de este trabajo.

Continuando con el apartado 3.4.2, a las demás estaciones se les realizó las pruebas de las distribuciones de probabilidad descritas en la sección 2.4.2 con auxilio del programa AX, con ello se calculó la prueba de bondad de ajuste. Los resultados de estos ajustes se muestran en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Pruebas de bondad de ajuste aplicadas individualmente.

Estación Ajuste	Normal		Lognormal (2p)			Lognormal (3p)		Gamma (2p)		Gamma (3p)		Exponencial		Gumbel		DGumbel
	M	M	M	MV	M	MV	M	MV	M	MV	M	MV	M	MV		
26005	12.529	12.619	12.291	11.632	12.650	11.281	13.182	10.960	11111.000	17.245	39.486	11.456	11.946	14.360		
26007	13.586	13.486	13.569	12.645	13.489	12.569	14.856	13.986	11111.000	19.856	34.856	9.986	12.648	13.850		
26008	5.522	5.034	4.543	4.731	4.431	4.674	4.686	4.877	4.567	7.144	31.805	4.913	4.365	5.981		
26025	13.341	9.748	11.889	9.024	11.274	10.765	12.200	8.553	9.406	7.940	29.630	9.773	12.775	7.452		
26032	13.511	10.169	11.937	9.688	10.626	11.073	12.284	9.867	10.100	9.047	39.284	9.696	12.376	8.697		
26035	7.340	8.617	7.579	7.252	7.805	7.453	6.992	7.221	11111.000	9.875	22.111	7.655	6.803	15.470		
26052	11.748	9.514	10.180	9.493	10.643	9.591	11.010	9.251	8.898	9.833	30.554	9.198	10.180	9.042		
26074	4.572	7.440	7.878	11.179	33.551	6.360	6.167	6.952	7.341	9.815	26.380	7.003	6.479	6.572		
26088	3.389	3.274	3.441	3.170	3.531	3.104	3.528	3.131	3.249	4.950	31.754	3.517	3.300	7.216		
26090	5.966	6.009	5.853	5.539	6.024	5.372	6.277	5.468	11111.000	8.212	34.886	5.995	5.846	Sin ajuste		
26121	5.620	4.361	4.742	4.377	15.799	4.311	5.084	4.210	11111.000	5.565	29.889	4.317	4.858	3.608		
26139	14.432	10.548	11.963	10.783	15.655	10.888	12.748	10.260	11111.000	10.007	34.681	10.547	13.583	5.099		
26180	12.096	9.104	10.687	8.673	9.513	9.913	10.997	8.488	9.042	8.099	35.169	8.916	11.080	7.786		
26232	6.395	6.022	6.121	5.861	14.204	5.754	6.350	5.773	5.931	7.442	31.930	5.935	6.171	6.529		
Promedio	9.289	8.282	8.762	8.146	12.085	8.079	9.026	7.786	4766.038	9.645	32.315	7.779	8.744	8.589		

M Ajuste Momentos
 MV Ajuste Máxima Verosimilitud

La función de distribución de probabilidad que presenta el error mínimo es la Gumbel con ajuste por momentos, siendo esta la que se utilizará para ambas metodologías y para los ajustes de las precipitaciones máximas anuales y los registros regionalizados. Una mejor interpretación de estos ajustes se ve en el Anexo 2 de este trabajo, donde se observa para cada estación su ajuste con los datos de ellas y con la dicha distribución teniendo en cuenta el coeficiente de variación homogéneo, así como la serie de promedios máximos diarios anuales.

4.4 Cálculo del FRA para la cuenca del río Sonora. Metodología General

Valores máximos anuales

En la cuenca del río Sonora para las estaciones seleccionadas, se buscará para cada año el valor de la precipitación máxima, con ello se generarán el conjunto de las series de registros para la esta metodología. Uno de los ajustes previos a los datos es el de multiplicar por 1.13 todos los registros, ya que esto mitigará el error de medición que presentan los pluviómetros.

Para cada serie de registro se calculará sus medidas de dispersión siendo la media, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) principalmente, se toma en cuenta el CV para decidir si una estación tendrá influencia o no en la serie de registros homogéneos.

En la Tabla 4.3 se muestran los valores de las series de registros, así como los cálculos de sus medidas de dispersión. Estos mismos valores serán utilizados para generar las combinaciones de estaciones de la metodología local.

También en la Tabla 4.3 se muestran los cálculos de la serie de registro de promedios diarios máximos anuales (*srdma*), cada año en la metodología general se tiene un diferente valor de la influencia de cada estación, un ejemplo es para el periodo de año de 1980 al 1982 donde la misma configuración de estaciones, mientras que en 1983 cambia, esto se debe tener en cuenta para el cálculo de la *srdma*.

Tabla 4.3 Valores máximos anuales de las series de registros de la Metodología General

	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srdma</i>
1980	87.01	55.14	94.36	67.80	109.84	47.46		38.42	51.42	77.63	36.95	76.39	96.95		54.2817
1981	75.71	33.11	35.03	45.20	45.20	73.45		51.98	70.85	40.91	46.33	55.14	70.06		28.1672
1982	41.81	47.91	49.72	54.24	59.89	47.46		79.10	35.60	63.85	45.20	73.00	79.10		50.2290
1983	76.28	55.37	53.68	53.11	72.21	90.40		85.88	39.55	42.60	92.10	54.81	60.12	68.48	43.8207
1984	98.88	44.41	50.29	90.40	64.41	79.10		73.45	54.24	57.63	80.46	71.08	83.39		42.7112
1985	33.90	36.73	80.23	50.85	36.73	45.20		56.50	44.07	90.40	36.16	81.36	94.58		37.2832
1986			72.32	48.59	71.08	46.33		56.50	56.50	73.45	62.15	70.63			41.7571
1987			53.11	57.63	32.77	37.29	48.59	54.24	42.94	47.46	57.63	46.10			21.7407
1988			51.42	47.46	73.11		162.72		65.54	92.66	90.40	135.04	49.95	54.24	34.2237
1989			84.75	67.80	51.98		88.14		64.41	64.52	67.80	85.32	70.51	61.59	28.1316
1990	31.19	55.37	75.71	90.40	226.00		135.60		84.75	111.42	76.84	127.13	72.32	98.65	35.7563
1991	29.38	55.37	46.33	48.59	54.81		83.62		81.36	44.30	54.24	44.64	56.95	72.32	29.1831
1992	44.75	93.23	73.45	74.58			61.02		67.80	118.31	57.63	160.46	120.01	72.89	42.7748
1993	35.37	33.34	30.51	107.35			33.45					65.88	48.36	51.98	34.6123
1994	103.17	143.62	126.56	157.07	126.56	98.65	84.75	66.56				172.44	165.21	104.30	108.8995
1995	26.56	34.80	42.94	55.37	38.99	11.30	76.84	37.29			53.68	69.04		42.94	28.7951
1996	42.38	39.55	98.31	84.75	54.24	102.83	96.05	66.67			35.03	45.20	52.77	44.07	50.2381
1997	24.75	45.20	76.84	65.54	46.56	32.77	39.55	22.60			63.28	65.54	53.22	40.68	24.7645
1998			37.29				50.85					49.72	74.13	35.03	33.9894
1999			58.76				67.80					89.50	50.51	72.89	28.8275
2000		102.83	77.97				76.84	73.45	43.28	99.89	43.84	141.82	94.81	67.80	50.8751
2001	11.53	39.55	67.24	54.24	60.46	39.55	90.40	51.98	52.66	65.65	110.74	88.14	69.50	106.79	43.6343
2002	32.77	37.74	28.25	44.07		36.73	58.76	16.95					39.32	39.55	17.2764
2003	32.77		72.32	37.86		67.80	46.33	23.84					70.40	64.41	29.4843
Media	48.716	56.075	64.057	66.805	72.047	57.088	76.548	53.463	56.997	72.712	61.692	84.925	74.865	64.623	39.2274
Desv	28.035	29.904	23.731	27.499	46.580	26.781	33.497	20.860	15.056	25.126	21.324	37.973	28.580	22.329	17.7850
CV	0.575	0.533	0.370	0.412	0.647	0.469	0.438	0.390	0.264	0.346	0.346	0.447	0.382	0.346	0.4534

Descartadas

Registro único, homogenización

De la Tabla 4.3 a cada serie de registros se le divide entre su media respectiva, con lo que se obtiene la serie de registros homogenizados (*srh*), y se colocan en un registro único, estos valores se presentan en la Tabla 4.4 ordenados de mayor a menor.

Ajuste de los valores de la *srdma* y la *srh*, regionalización

La *srdma* y *srh* deben ser ajustadas a la función de probabilidad para datos máximos (*fdpm*) con el mínimo error de estándar de ajuste (*eea*) para asociarse a un diferentes periodos de retorno (*Tr*) en común, para ello se consideraron los valores de 2,5,10,50,100,1000 y 10000 años, para obtener el ajuste de la *srdma* (*asrdma*) y el ajuste de la *srh* (*asrh*) que son las series ajustadas respectivamente. Para completar la regionalización al *asrh* se multiplicará cada media respectiva de cada serie de registros con lo que se obtendrá el conjunto de series de registro regionalizadas (*csrr*). Estas series de registro fueron ajustadas con el programa AX.

Al obtener el promedio del *csrr* (*pcsr*) asociados a diferentes periodos de retorno se puede proceder al cálculo del factor de reducción por área. En la Tabla 4.5 se muestra el *asrdma*, el *asrh*, el *csrr* y *pcsr*.

Al observar estos valores, se observa que entre mayor sea el área a caracterizar, son más cercanos los valores de los FRA relacionados a periodos de retorno.

Para caracterizar el comportamiento de los periodos de retorno con respecto al incremento del área, lo que se realiza es el graficar dicho comportamiento calculando o estimando otras áreas dentro de la cuenca a estudiar.

Gráfica de Factores de reducción por área

Para esta metodología se divide la cuenca en tres subcuencas principales: Orégano, Cajón y Zanjón mostradas en la Figura 4.2, para cada subcuenca se realizará el mismo procedimiento que se realizó en la cuenca del río Sonora.

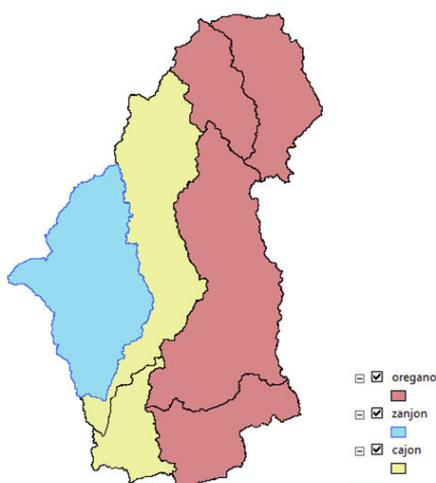


Figura 4.2 Subcuencas Orégano, Cajón y Zanjón

Para los valores máximos anuales de Orégano, Cajón y Zanjón se determinó que series de registros tienen influencia en ella, por lo cual se tiene una serie de registros para Orégano, Cajón y Zanjón respectivamente. En las Tablas Tabla 4.7, Tabla 4.8 y Tabla 4.9, se muestran las series de registros para estas subcuencas y también las series de registro de promedios diarios máximos anuales, que al cambiar de área, sus valores tendrán valores distintos.

Para el registro único y la homogenización se divide la respectiva media de las series de registros de cada subcuenca generando sus respectivas series de registros homogenizados y colocados en registros únicos. En la configuración de Tabla 4.10, Tabla 4.11, Tabla 4.12 se aprecia la disminución de los valores del conjunto de series de registro homogenizarlas.

Después, para la configuración de Tabla 4.7, Tabla 4.8 y Tabla 4.9, se ajustan sus valores a las series de registro de promedios diarios máximos anuales a la función de distribución probabilidad para datos máximos con el mínimo error estándar de ajuste. Para los valores de la configuración de Tabla 4.10, Tabla 4.11 y Tabla 4.12 de las series de registros homogenizados se ajustan sus valores a la función de distribución de probabilidad para datos máximos con el error estándar de ajuste. Para ambos ajustes se les asocia los mismos periodos de retorno.

Para completar las tres regionalizaciones de las tres subcuencas, a cada ajuste de la series de registros homogenizadas correspondiente, se multiplicará por las respectivas medias de las series de registros contenidas de cada subcuenca, con lo que se obtienen tres conjuntos de series

regionalizadas, posteriormente se obtiene el promedio con respecto a periodos de retorno similares de cada conjunto y se puede calcular los factores de reducción por área correspondientes.

Para las tablas 4.13, 4.14 y 4.15, para cada subcuenca, se muestran los ajustes de las series de registros de promedios diarios máximos anuales asociados a un periodo de retorno, los ajustes de las series de registros homogenizados, los conjuntos de series de registro regionalizados y los promedios de estos conjuntos asociados a un periodo de retorno.

Tabla 4.7 Valores máximos anuales de las series de registros de la Metodología General, Orégano

Año	26008	26025	26052	26088	26090	26121	26180	26232	srpdma
1980	94.36	67.8		51.42	77.63	36.95	96.95		61.34
1981	35.03	45.2		70.85	40.91	46.33	70.06		29.93
1982	49.72	54.24		35.6	63.85	45.2	79.1		47.93
1983	53.68	53.11		39.55	42.6	92.1	60.12	68.48	56
1984	50.29	90.4		54.24	57.63	80.46	83.39		36.79
1985	80.23	50.85		44.07	90.4	36.16	94.58		40.28
1986	72.32	48.59		56.5	73.45	62.15			51.02
1987	53.11	57.63	48.59	42.94	47.46	57.63			23.4
1988	51.42	47.46	162.7	65.54	92.66	90.4	49.95	54.24	32.01
1989	84.75	67.8	88.14	64.41	64.52	67.8	70.51	61.59	33.81
1990	75.71	90.4	135.6	84.75	111.4	76.84	72.32	98.65	36.65
1991	46.33	48.59	83.62	81.36	44.3	54.24	56.95	72.32	29.03
1992	73.45	74.58	61.02	67.8	118.3	57.63	120	72.89	31.84
1993	30.51	107.4	33.45				48.36	51.98	24.95
1994	126.6	157.1	84.75				165.2	104.3	98.82
1995	42.94	55.37	76.84			53.68		42.94	33.21
1996	98.31	84.75	96.05			35.03	52.77	44.07	40.96
1997	76.84	65.54	39.55			63.28	53.22	40.68	27.11
1998	37.29		50.85				74.13	35.03	24.39
1999	58.76		67.8				50.51	72.89	32.13
2000	77.97		76.84	43.28	99.89	43.84	94.81	67.8	49.92
2001	67.24	54.24	90.4	52.66	65.65	110.7	69.5	106.8	49.44
2002	28.25	44.07	58.76				39.32	39.55	18.07
2003	72.32	37.86	46.33				70.40	64.41	26.95
Media	64.06	66.8	76.55	57	72.71	61.69	74.87	64.62	39
Desv	23.73	27.5	33.5	15.06	25.13	21.32	28.58	22.33	16.94
CV	0.37	0.412	0.438	0.264	0.346	0.346	0.382	0.346	0.434

Tabla 4.8 Valores máximos anuales de las series de registros de la Metodología General, Cajón

Año	26008	26025	26074	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980	94.36	67.8	38.42	77.63	36.95	76.39	96.95		51.06
1981	35.03	45.2	51.98	40.91	46.33	55.14	70.06		33.9
1982	49.72	54.24	79.1	63.85	45.2	73	79.1		50.85
1983	53.68	53.11	85.88	42.6	92.1	54.81	60.12	68.48	38.59
1984	50.29	90.4	73.45	57.63	80.46	71.08	83.39		49.22
1985	80.23	50.85	56.5	90.4	36.16	81.36	94.58		41.79
1986	72.32	48.59	56.5	73.45	62.15	70.63			42.37
1987	53.11	57.63	54.24	47.46	57.63	46.1			29.21
1988	51.42	47.46		92.66	90.4	135	49.95	54.24	38.46
1989	84.75	67.8		64.52	67.8	85.32	70.51	61.59	33.24
1990	75.71	90.4		111.4	76.84	127.1	72.32	98.65	40.83
1991	46.33	48.59		44.3	54.24	44.64	56.95	72.32	24.39
1992	73.45	74.58		118.3	57.63	160.5	120	72.89	44.54
1993	30.51	107.4				65.88	48.36	51.98	50.71
1994	126.6	157.1	66.56			172.4	165.2	104.3	150.7
1995	42.94	55.37	37.29			53.68	69.04	42.94	35.88
1996	98.31	84.75	66.67			35.03	45.2	52.77	44.07
1997	76.84	65.54	22.6			63.28	65.54	53.22	40.68
1998	37.29						49.72	74.13	35.03
1999	58.76						89.5	50.51	72.89
2000	77.97		73.45	99.89	43.84	141.8	94.81	67.8	45.79
2001	67.24	54.24	51.98	65.65	110.7	88.14	69.5	106.8	48.53
2002	28.25	44.07	16.95				39.32	39.55	21.16
2003	72.32	37.86	23.84				70.40	64.41	41.20
Media	64.06	66.8	53.46	72.71	61.69	84.92	74.87	64.62	44.65
Desv	23.73	27.5	20.86	25.13	21.32	37.97	28.58	22.33	24.7
CV	0.37	0.412	0.39	0.346	0.346	0.447	0.382	0.346	0.553

Tabla 4.9 Valores máximos anuales de las series de registros de la Metodología General, Zanjón

Año	26025	26035	26074	26139	26180	srpdma
1980	67.8	47.46	38.42	76.39	96.95	48.36
1981	45.2	73.45	51.98	55.14	70.06	33.47
1982	54.24	47.46	79.1	73	79.1	69.24
1983	53.11	90.4	85.88	54.81	60.12	52.23
1984	90.4	79.1	73.45	71.08	83.39	70.3
1985	50.85	45.2	56.5	81.36	94.58	38.98
1986	48.59	46.33	56.5	70.63		41.47
1987	57.63	37.29	54.24	46.1		36.44
1988	47.46			135	49.95	34.8
1989	67.8			85.32	70.51	47.29
1990	90.4			127.1	72.32	51.29
1991	48.59			44.64	56.95	37.81
1992	74.58			160.5	120	79.62
1993	107.4			65.88	48.36	39.82
1994	157.1	98.65	66.56	172.4	165.2	81.34
1995	55.37	11.3	37.29	69.04		27.94
1996	84.75	102.8	66.67	45.2	52.77	56.11
1997	65.54	32.77	22.6	65.54	53.22	23.67
1998				49.72	74.13	73.7
1999				89.5	50.51	49.63
2000			73.45	141.8	94.81	81.59
2001	54.24	39.55	51.98	88.14	69.5	30.64
2002	44.07	36.73	16.95		39.32	20.15
2003	37.86	67.80	23.84		70.40	39.52
Media	66.8	57.09	53.46	84.92	74.87	48.56
Desv	27.5	26.78	20.86	37.97	28.58	18.53
CV	0.412	0.469	0.39	0.447	0.382	0.382

De las configuraciones de Tabla 4.13, Tabla 4.14 y Tabla 4.15 al dividir las columnas de los ajustes de serie de registros de promedios máximos diarios (asrpdma), entre el promedio de los conjuntos de series de registros regionalizados (pcsr) se obtienen los factores de reducción por área generales, para las tres subcuencas Orégano, Cajón y Zanjón, mostrando sus resultados en la Tabla 4.16, y sus gráficas correspondientes en las Figuras 4.3 y 4.4 teniendo en cuenta la generación de curva de los periodos de retorno, que se unen en función valores de estos en las diferentes áreas.

Tabla 4.10 Registro único de las series de registros homogenizados, Orégano

Ord.	Homog														
1	2.3512	20	1.3738	39	1.1810	58	1.0492	77	0.9342	96	0.8030	115	0.7107	134	0.6052
2	2.2067	21	1.3532	40	1.1514	59	1.0257	78	0.9283	97	0.8026	116	0.7104	135	0.5990
3	2.1257	22	1.3532	41	1.1499	60	1.0149	79	0.9239	98	0.7972	117	0.7049	136	0.5861
4	1.9757	23	1.3230	42	1.1466	61	1.0149	80	0.9173	99	0.7950	118	0.6939	137	0.5859
5	1.7951	24	1.3042	43	1.1301	62	1.0102	81	0.9029	100	0.7926	119	0.6820	138	0.5821
6	1.7714	25	1.2950	44	1.1290	63	1.0074	82	0.9021	101	0.7850	120	0.6766	139	0.5678
7	1.6524	26	1.2743	45	1.1290	64	1.0038	83	0.8874	102	0.7762	121	0.6747	140	0.5667
8	1.6271	27	1.2686	46	1.1279	65	1.0038	84	0.8857	103	0.7732	122	0.6703	141	0.5626
9	1.6140	28	1.2664	47	1.1279	66	0.9967	85	0.8792	104	0.7676	123	0.6671	142	0.5469
10	1.6069	29	1.2634	48	1.1191	67	0.9913	86	0.8781	105	0.7612	124	0.6645	143	0.5421
11	1.6030	30	1.2548	49	1.1164	68	0.9902	87	0.8701	106	0.7607	125	0.6643	144	0.5253
12	1.5347	31	1.2525	50	1.1139	69	0.9811	88	0.8627	107	0.7593	126	0.6597	145	0.5167
13	1.5323	32	1.2455	51	1.1072	70	0.9660	89	0.8393	108	0.7534	127	0.6527	146	0.4763
14	1.5265	33	1.2433	52	1.0990	71	0.9530	90	0.8379	109	0.7510	128	0.6460	147	0.4410
15	1.4928	34	1.2431	53	1.0924	72	0.9516	91	0.8291	110	0.7327	129	0.6348	148	0.4370
16	1.4869	35	1.2172	54	1.0677	73	0.9419	92	0.8288	111	0.7273	130	0.6295		
17	1.4730	36	1.1996	55	1.0597	74	0.9403	93	0.8119	112	0.7273	131	0.6245		
18	1.4654	37	1.1895	56	1.0566	75	0.9358	94	0.8119	113	0.7233	132	0.6120		
19	1.4274	38	1.1819	57	1.0496	76	0.9342	95	0.8044	114	0.7109	133	0.6092		

Tabla 4.11 Registro único de las series de registros homogenizados, Cajón

Ord.	Homog														
1	2.3512	21	1.4730	41	1.1996	61	1.0257	81	0.9283	101	0.8030	121	0.6975	141	0.5678
2	2.2067	22	1.4654	42	1.1819	62	1.0149	82	0.9173	102	0.8026	122	0.6820	142	0.5667
3	2.0305	23	1.3738	43	1.1466	63	1.0149	83	0.9029	103	0.7950	123	0.6766	143	0.5626
4	1.9757	24	1.3738	44	1.1290	64	1.0145	84	0.8995	104	0.7926	124	0.6747	144	0.5469
5	1.8894	25	1.3738	45	1.1290	65	1.0102	85	0.8874	105	0.7850	125	0.6703	145	0.5429
6	1.7951	26	1.3532	46	1.1279	66	1.0074	86	0.8792	106	0.7762	126	0.6671	146	0.5421
7	1.6699	27	1.3532	47	1.1279	67	1.0046	87	0.8781	107	0.7757	127	0.6645	147	0.5322
8	1.6524	28	1.3230	48	1.1191	68	0.9967	88	0.8701	108	0.7717	128	0.6597	148	0.5256
9	1.6271	29	1.3042	49	1.1164	69	0.9902	89	0.8627	109	0.7612	129	0.6527	149	0.5253
10	1.6140	30	1.2950	50	1.1139	70	0.9811	90	0.8596	110	0.7607	130	0.6493	150	0.4763
11	1.6069	31	1.2743	51	1.0990	71	0.9723	91	0.8393	111	0.7510	131	0.6460	151	0.4460
12	1.6063	32	1.2686	52	1.0677	72	0.9723	92	0.8379	112	0.7327	132	0.6453	152	0.4410
13	1.6030	33	1.2664	53	1.0597	73	0.9660	93	0.8369	113	0.7273	133	0.6295	153	0.4227
14	1.5901	34	1.2634	54	1.0568	74	0.9580	94	0.8316	114	0.7273	134	0.6120	154	0.3170
15	1.5347	35	1.2525	55	1.0568	75	0.9530	95	0.8291	115	0.7233	135	0.6092		
16	1.5323	36	1.2470	56	1.0566	76	0.9419	96	0.8288	116	0.7186	136	0.5990		
17	1.5265	37	1.2455	57	1.0538	77	0.9403	97	0.8130	117	0.7109	137	0.5861		
18	1.4969	38	1.2449	58	1.0496	78	0.9358	98	0.8119	118	0.7107	138	0.5859		
19	1.4928	39	1.2433	59	1.0492	79	0.9342	99	0.8119	119	0.7104	139	0.5855		
20	1.4795	40	1.2172	60	1.0379	80	0.9342	100	0.8044	120	0.7049	140	0.5821		

Tabla 4.12 Registro único de las series de registros homogenizados, Zanjón

Ord.	Homog														
1	2.3512	13	1.4969	25	1.2470	37	1.0145	49	0.8995	61	0.8030	73	0.7049	85	0.5855
2	2.2067	14	1.4795	26	1.2449	38	1.0046	50	0.8627	62	0.7950	74	0.6975	86	0.5740
3	2.0305	15	1.3856	27	1.1876	39	0.9902	51	0.8596	63	0.7918	75	0.6928	87	0.5667
4	1.8894	16	1.3738	28	1.1164	40	0.9811	52	0.8369	64	0.7757	76	0.6766	88	0.5429
5	1.8013	17	1.3738	29	1.1139	41	0.9723	53	0.8316	65	0.7717	77	0.6747	89	0.5322
6	1.7280	18	1.3532	30	1.0568	42	0.9723	54	0.8314	66	0.7612	78	0.6671	90	0.5256
7	1.6699	19	1.3532	31	1.0568	43	0.9660	55	0.8314	67	0.7607	79	0.6597	91	0.5253
8	1.6069	20	1.2950	32	1.0566	44	0.9580	56	0.8288	68	0.7273	80	0.6532	92	0.4460
9	1.6063	21	1.2866	33	1.0538	45	0.9419	57	0.8130	69	0.7273	81	0.6493	93	0.4227
10	1.6030	22	1.2686	34	1.0379	46	0.9403	58	0.8119	70	0.7186	82	0.6460	94	0.3170
11	1.5901	23	1.2664	35	1.0149	47	0.9358	59	0.8119	71	0.7109	83	0.6453	95	0.1979
12	1.5835	24	1.2634	36	1.0149	48	0.9283	60	0.8116	72	0.7104	84	0.6433		

Tabla 4.13 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, Oregón

Tr	asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma	
2	0.367	0.93	0.00	0.00	59.57	62.13	0.00	0.00	71.19	0.00	53.01	67.62	57.37	0.00	69.62	60.10	60.521	36.1
5	1.500	1.24	0.00	0.00	79.43	82.84	0.00	0.00	94.92	0.00	70.68	90.16	76.50	0.00	92.83	80.13	80.694	48.25
10	2.250	1.44	0.00	0.00	92.24	96.20	0.00	0.00	110.23	0.00	82.08	104.70	88.84	0.00	107.81	93.06	93.709	56.29
50	3.902	1.89	0.00	0.00	121.07	126.26	0.00	0.00	144.67	0.00	107.72	137.43	116.60	0.00	141.50	122.14	122.99	73.98
100	4.600	2.08	0.00	0.00	133.24	138.95	0.00	0.00	159.22	0.00	118.55	151.24	128.32	0.00	155.72	134.42	135.36	81.46
1000	6.907	2.70	0.00	0.00	172.95	180.37	0.00	0.00	206.68	0.00	153.89	196.32	166.57	0.00	202.14	174.48	175.7	106.18
10000	9.210	3.33	0.00	0.00	213.31	222.46	0.00	0.00	254.90	0.00	189.80	242.13	205.43	0.00	249.30	215.19	216.7	130.85
			0	0	64.06	66.8	0	0	76.55	0	57	72.71	61.69	0	74.87	64.62		

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.14 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, Cajón

Tr	asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	59.57	62.13	0.00	0.00	49.72	0.00	67.62	57.37	78.98	69.62	60.10	64.197	41.04
5	1.500	1.26	0.00	0.00	80.71	84.17	0.00	0.00	67.36	0.00	91.62	77.73	107.01	94.33	81.42	86.976	54.61
10	2.250	1.48	0.00	0.00	94.80	98.87	0.00	0.00	79.13	0.00	107.61	91.30	125.69	110.80	95.64	102.16	63.59
50	3.902	1.96	0.00	0.00	125.55	130.94	0.00	0.00	104.79	0.00	142.51	120.92	166.45	146.74	126.66	135.3	83.36
100	4.600	2.16	0.00	0.00	138.36	144.30	0.00	0.00	115.48	0.00	157.06	133.25	183.44	161.71	139.59	149.1	91.72
1000	6.907	2.83	0.00	0.00	181.28	189.06	0.00	0.00	151.30	0.00	205.77	174.59	240.34	211.87	182.88	195.35	119.33
10000	9.210	3.49	0.00	0.00	223.56	233.15	0.00	0.00	186.59	0.00	253.76	215.30	296.39	261.28	225.53	240.91	146.9
			0	0	64.06	66.8	0	0	53.46	0	72.71	61.69	84.92	74.87	64.62		

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.15 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, Zajón

Tr	asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	0.00	62.13	0.00	53.09	0.00	49.72	0.00	0.00	78.98	69.62	0.00	58.794	45.27
5	1.500	1.29	0.00	0.00	0.00	86.18	0.00	73.64	0.00	68.97	0.00	0.00	109.55	96.58	0.00	81.553	61.94
10	2.250	1.53	0.00	0.00	0.00	102.21	0.00	87.34	0.00	81.80	0.00	0.00	129.93	114.54	0.00	96.726	72.97
50	3.902	2.06	0.00	0.00	0.00	137.62	0.00	117.60	0.00	110.13	0.00	0.00	174.94	154.22	0.00	130.23	97.26
100	4.600	2.28	0.00	0.00	0.00	152.31	0.00	130.16	0.00	121.90	0.00	0.00	193.63	170.69	0.00	144.14	107.52
1000	6.907	3.02	0.00	0.00	0.00	201.75	0.00	172.40	0.00	161.46	0.00	0.00	256.47	226.09	0.00	190.92	141.45
10000	9.210	3.75	0.00	0.00	0.00	250.52	0.00	214.08	0.00	200.49	0.00	0.00	318.47	280.74	0.00	237.07	175.31
			0	0	0	66.8	0	57.09	0	53.46	0	0	84.92	74.87	0		

Ajustadas con AX
 -LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.16 Factores de reducción por área metodología general

Tr	Zajón (Área de 4306.9893 km ²)	Cajón (Área de 5438.4285 km ²)	Orégano (Área de 11474.8806 km ²)	Sonora (Área de 21220.2986 km ²)
	FRA _{MG}	FRA _{MG}	FRA _{MG}	FRA _{MG}
2	0.7700	0.6393	0.5965	0.5899
5	0.7595	0.6279	0.5979	0.5784
10	0.7544	0.6224	0.6007	0.5755
50	0.7468	0.6161	0.6015	0.5671
100	0.7459	0.6151	0.6018	0.5676
1000	0.7409	0.6108	0.6043	0.5610
10000	0.7395	0.6098	0.6038	0.5583

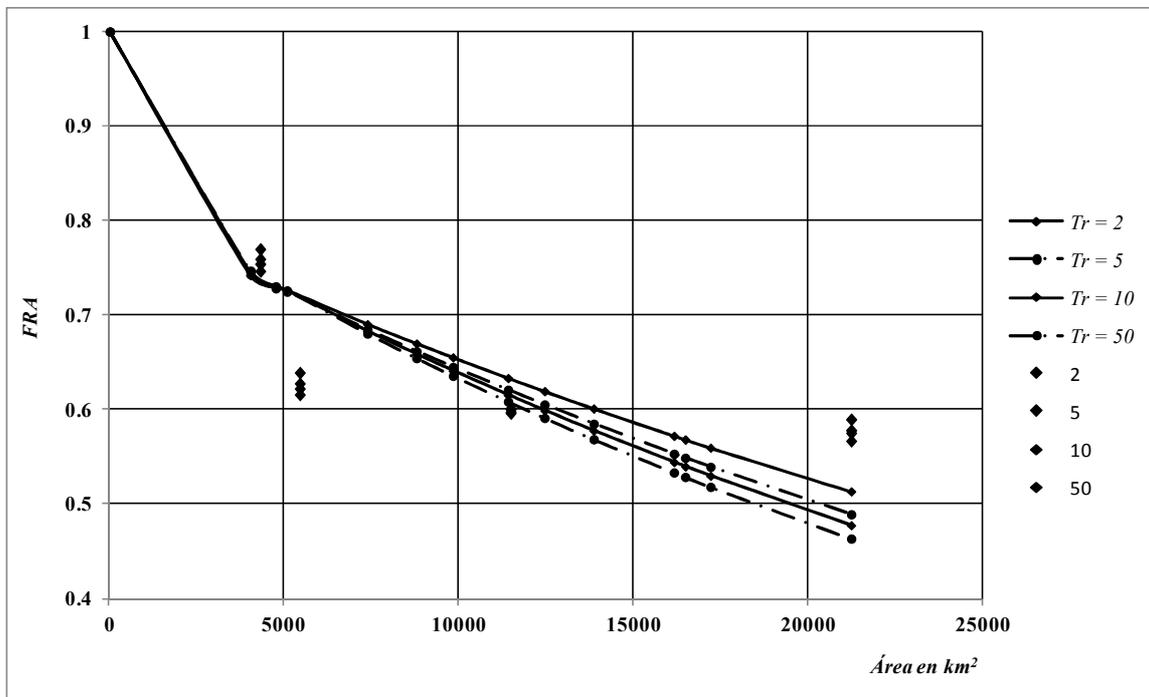


Figura 4.3 Factores de reducción por área para la cuenca del río Sonora para Tr de 2, 10, 20 y 50 años, Metodología General.

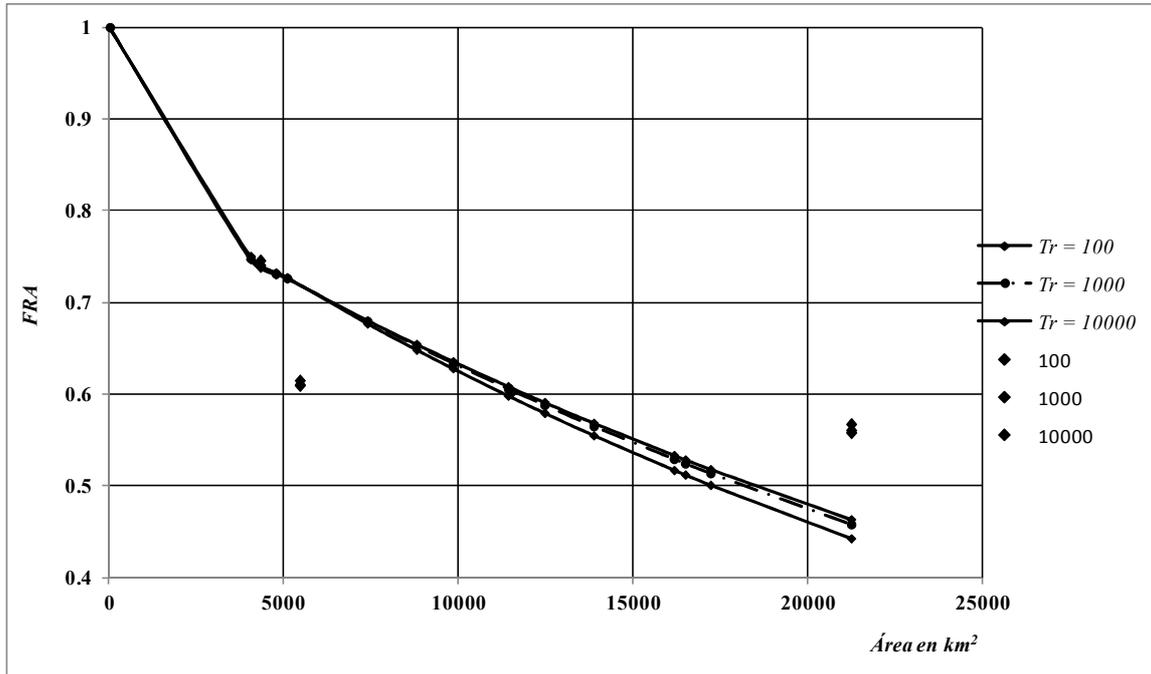


Figura 4.4 Factores de reducción por área para la cuenca del río Sonora para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología General.

Para los ajustes de las Figuras 4.3 y 4.4, se trazaron tomando en cuenta un ajuste realizado por el programa Curve Expert 1.3, en la Tabla 4.17 se muestran las ecuaciones de ajuste para cada curva correspondiente a su periodo de retorno. En la Tabla 4.18 se muestran los valores calculados con el ajuste gráfico.

Tabla 4.17 Ecuaciones de Ajuste para cada curva, metodología general

Tr	Ecuaciones	
	$A \leq 5438.42$, A en km ²	$A > 5438.42$ A en km ²
2	$F = 1 - (7.6925E-05)A + (6.1080E-09)A^2$	$F = 0.8616 e^{-2.25E-05A}$
5	$F = 1 - (7.8776E-05)A + (6.2542E-09)A^2$	$F = 0.8585 e^{-2.33E-05A}$
10	$F = 1 - (7.9716E-05)A + (6.3524E-09)A^2$	$F = 0.8562 e^{-2.33E-05A}$
100	$F = 1 - (8.0839E-05)A + (6.4314E-09)A^2$	$F = 0.8546 e^{-2.39E-05A}$
50	$F = 1 - (8.1074E-05)A + (6.4631E-09)A^2$	$F = 0.8538 e^{-2.38E-05A}$
1000	$F = 1 - (8.1663E-05)A + (6.4944E-09)A^2$	$F = 0.8533 e^{-2.42E-05A}$
10000	$F = 1 - (8.1831E-05)A + (6.4955E-09)A^2$	$F = 0.8533 e^{-2.45E-05A}$

Tabla 4.18 Factores de reducción calculados con el ajuste gráfico

Área (km ²)	Periodo de retorno en años						
	2	5	10	50	100	1000	1000
4306.99	0.78199	0.77673	0.77450	0.77113	0.77070	0.76875	0.76805
5438.43	0.76230	0.75656	0.75435	0.75058	0.75024	0.74796	0.74708
11474.88	0.66534	0.65748	0.65538	0.64985	0.64988	0.64619	0.64453
21220.30	0.53415	0.52416	0.52225	0.51496	0.51541	0.51028	0.50783

4.5 Cálculo del FRA para la cuenca del río Sonora. Metodología Local

Para esta metodología, lo que se busca es la similitud de las series de datos, pero también que se tenga una mejor caracterización en el trazo de las gráficas de los factores de reducción por área, para ello, se necesitan buscar diferentes valores de áreas dentro del área principal, estas áreas estarán en función de las combinaciones de estaciones dentro de ellas, para aprovechar relación entre áreas y estaciones se planteo el tener series de registros similares, esto debido a su cercanía y para dar una mejor certeza a los resultados calculados.

Generación de Combinaciones de estaciones de influencia

Para determinar dichas áreas, se toman en cuenta las 14 estaciones y se calculan los polígonos de Thiessen, estos fueron realizados con el programa ArcView 3.2 y la herramienta Assign Proximity, esto para determinar las áreas dentro de la cuenca, las combinaciones de estaciones y las series de registro para una de ellas. En la Figura 4.5 se observan estos polígonos referidos a las estaciones.

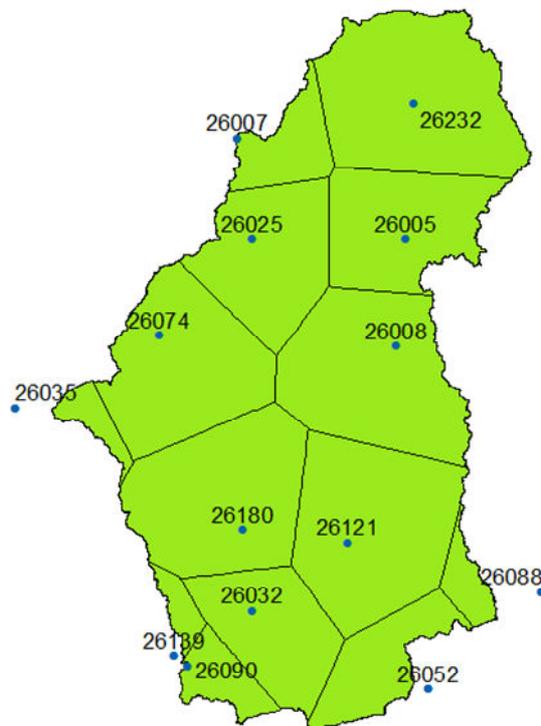


Figura 4.5 Polígonos de Thiessen dentro de la cuenca del río Sonora referidos a las 14 estaciones seleccionadas

Después de esto, se determina tomar en una forma uniforme dichas áreas con la mayor cantidad de estaciones involucradas posibles, las configuraciones de estaciones se observan en la Tabla 4.19, las áreas generadas a partir de las combinaciones de estaciones se muestran en la Figura 4.6 en la se observan las variaciones dentro de la cuenca, y en la Tabla 4.20 le describen los valores de las áreas en km^2 .

Tabla 4.19 Combinaciones de estaciones de la metodología local

A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃
	26005			26005			26005		26005	26005	26005	26005
26007				26007		26007		26007		26007	26007	26007
	26008			26008			26008		26008	26008	26008	26008
26025				26025		26025		26025		26025	26025	26025
		26032			26032	26032		26032	26032		26032	26032
26035				26035		26035		26035		26035	26035	26035
			26052		26052		26052	26052	26052		26052	26052
26074				26074		26074		26074		26074	26074	26074
			26088		26088		26088	26088	26088	26088		26088
			26090		26090	26090		26090	26090		26090	26090
			26121		26121		26121	26121	26121	26121		26121
			26139		26139	26139		26139	26139		26139	26139
			26180		26180	26180		26180	26180		26180	26180
	26232			26232			26232		26232	26232	26232	26232

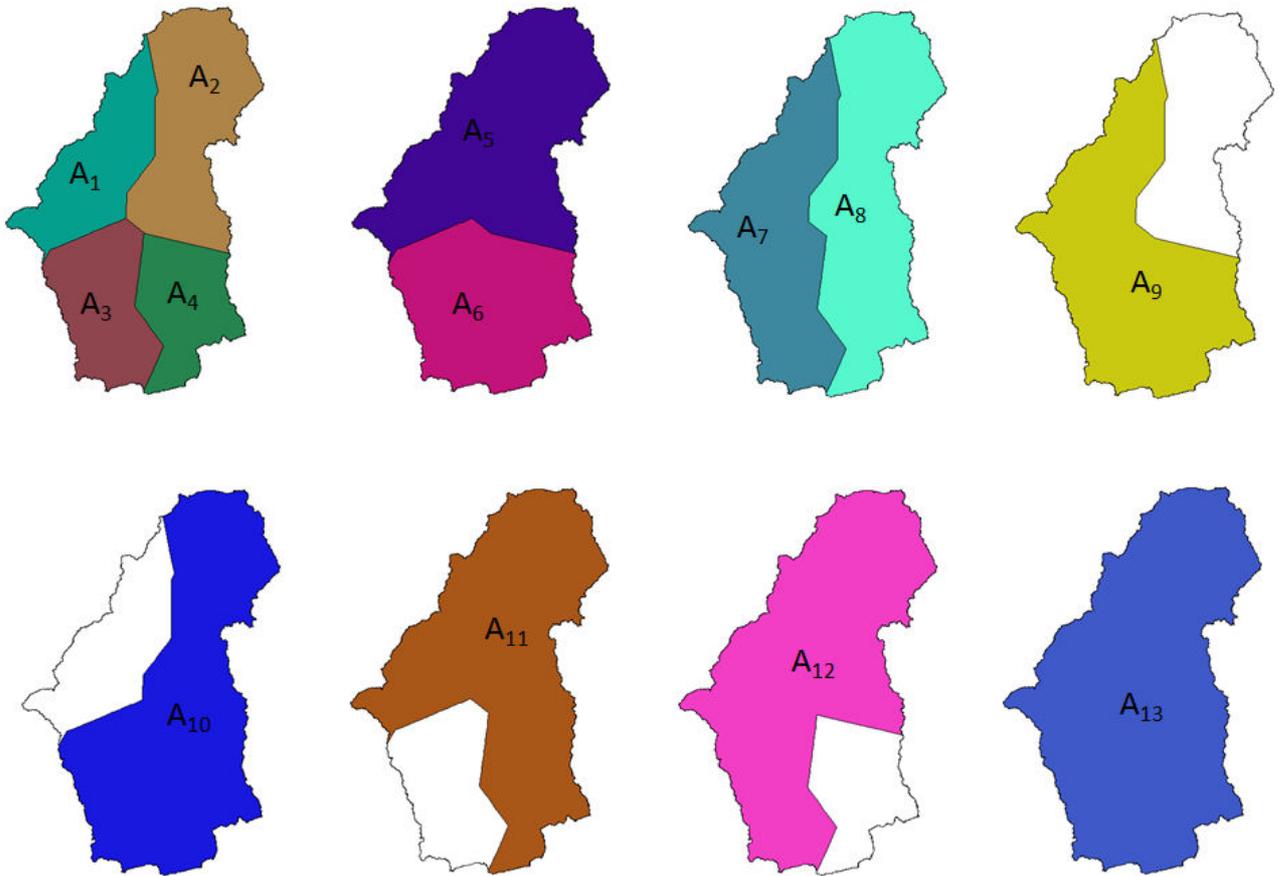


Figura 4.6 Áreas consideradas de la cuenca del río Sonora referidas a las 14 estaciones seleccionadas

Tabla 4.20 Valores de áreas de las combinaciones de estaciones

Número de configuración de área	Área (km ²)
A ₁	5072.0388
A ₂	7371.1014
A ₃	4749.5592
A ₄	4027.5991
A ₅	12443.1403
A ₆	8777.1583
A ₇	9821.5981
A ₈	11398.7005
A ₉	13849.1972
A ₁₀	16148.2598
A ₁₁	16470.7366
A ₁₂	17192.6995
A ₁₃	21220.2986

Valores máximos anuales

Determinadas las configuraciones de estaciones, se podrán generar las series de registros las trece combinaciones de áreas. Para cada conjunto de series de registros, se calcularán para cada una de ellas su media, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) para decidir cuales estaciones tienen suficiente homogeneidad y poder ser considerados. En la Tablas 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32 y 4.33, se presentan los valores de las combinaciones de áreas y sus respectivas series de registro. También en ellas se presentan las series de registros de promedios diarios máximos anuales para cada combinación de estaciones, se tiene que destacar que, estos promedios fueron calculados sin la o las estaciones que fueron descartadas, ya sea por un CV alto o por no contar con simultaneidad con la mayoría de las estaciones. También se trató que no se redujera la cantidad de valores de esta serie, ya que entre menos valores, mayor error se tendrá en su ajuste con la función de probabilidad para datos máximos.

Tabla 4.21 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.1 de la Metodología Local río Sonora

ML A00 Com 01															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980				67.80		47.46		38.42							47.1302
1981				45.20		73.45		51.98							31.7346
1982				54.24		47.46		79.10							52.7338
1983				53.11		90.40		85.88							36.9642
1984				90.40		79.10		73.45							43.2514
1985				50.85		45.20		56.50							42.3624
1986				48.59		46.33		56.50							38.6073
1987				57.63		37.29		54.24							25.3882
1994				157.07		98.65		66.56							73.1924
1995				55.37		11.30		37.29							35.4634
1996				84.75		102.83		66.67							65.4963
1997				65.54		32.77		22.60							32.6330
2001				54.24		39.55		51.98							34.6962
2002				44.07		36.73		16.95							25.7875
2003				37.86		67.80		23.84							25.6617
Media	56.075			66.805		57.088		53.463							
Desv Est.	29.904			27.499		26.781		20.860							
CV	0.533			0.412		0.469		0.390							

Descartadas

Tabla 4.22 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.2 de la Metodología Local río Sonora

ML A00 Com 02															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srdma</i>
1983			53.68											68.48	51.1400
1988			51.42											54.24	34.9545
1989			84.75											61.59	39.6939
1990			75.71											98.65	45.8664
1991			46.33											72.32	40.2694
1992			73.45											72.89	35.7860
1994			126.56											104.30	101.6498
1995			42.94											42.94	36.1016
1996			98.31											44.07	57.0528
1997			76.84											40.68	37.5275
1998			37.29											35.03	20.5586
1999			58.76											72.89	33.8876
2000			77.97											67.80	59.5430
2001			67.24											106.79	53.4461
2002			28.25											39.55	20.4746
2003			72.32											64.41	32.3202
Media	48.716		64.057											65.413	
Desv Est.	28.035		23.731											22.815	
CV	0.575		0.370											0.349	

Descartadas

Tabla 4.23 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.3 de la Metodología Local río Sonora

ML A00 Com 03															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srdma</i>
1980												76.39	96.95		80.0658
1981												55.14	70.06		57.8412
1982												73.00	79.10		57.3397
1983												54.81	60.12		40.8617
1984												71.08	83.39		68.0028
1985												81.36	94.58		57.3291
1988												135.04	49.95		67.9243
1989												85.32	70.51		66.5273
1990												127.13	72.32		65.5134
1991												44.64	56.95		46.9658
1992												160.46	120.01		89.7394
1993												65.88	48.36		43.0521
1994												172.44	165.21		148.2164
1996												45.20	52.77		39.0124
1997												65.54	53.22		44.8630
1998												49.72	74.13		58.7946
1999												89.50	50.51		30.6166
2000												141.82	94.81		84.4038
2001												88.14	69.50		42.1236
Media					72.047					72.712		84.925	74.865		
Desv Est.					46.580					25.126		37.973	28.580		
CV					0.647					0.346		0.447	0.382		

Descartadas

Tabla 4.24 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.4 de la Metodología Local río Sonora

ML A00 Com 04															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980									51.42		36.95				33.3609
1981									70.85		46.33				36.6988
1982									35.60		45.20				38.1117
1983									39.55		92.10				74.3138
1984									54.24		80.46				65.8182
1985									44.07		36.16				29.1675
1986									56.50		62.15				51.3807
1987									42.94		57.63				47.0135
1988									65.54		90.40				71.6074
1989									64.41		67.80				53.7055
1990									84.75		76.84				61.3908
1991									81.36		54.24				43.2791
1992									67.80		57.63				47.0135
2000									43.28		43.84				38.7475
2001									52.66		110.74				92.6077
Media							76.548		56.997		61.692				
Desv Est.							33.497		15.056		21.324				
CV							0.438		0.264		0.346				

Descartadas

Tabla 4.25 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.5 de la Metodología Local río Sonora

ML A00 Com 05															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36	67.80		47.46		38.42							63.3866
1981			35.03	45.20		73.45		51.98							28.8638
1982			49.72	54.24		47.46		79.10							48.4602
1983			53.68	53.11		90.40		85.88							42.3593
1984			50.29	90.40		79.10		73.45							40.2778
1985			80.23	50.85		45.20		56.50							40.9630
1986			72.32	48.59		46.33		56.50							46.4481
1987			53.11	57.63		37.29		54.24							24.7645
1994			126.56	157.07		98.65		66.56							102.2575
1995			42.94	55.37		11.30		37.29							39.4415
1996			98.31	84.75		102.83		66.67							75.5342
1997			76.84	65.54		32.77		22.60							51.3334
2001			67.24	54.24		39.55		51.98							41.0979
2002			28.25	44.07		36.73		16.95							24.4309
2003			72.32	37.86		67.80		23.84							26.5239
Media	48.716	56.075	64.057	66.805		57.088		53.463						65.413	
Desv Est.	28.035	29.904	23.731	27.499		26.781		20.860						22.815	
CV	0.575	0.533	0.370	0.412		0.469		0.390						0.349	

Descartadas

Poca simultaneidad

Tabla 4.26 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.6 de la Metodología Local río Sonora

ML_A00_Com_06															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980									51.42	77.63	36.95	76.39			43.6711
1981									70.85	40.91	46.33	55.14			30.5320
1982									35.60	63.85	45.20	73.00			36.8114
1983									39.55	42.60	92.10	54.81			56.8755
1984									54.24	57.63	80.46	71.08			57.4328
1985									44.07	90.40	36.16	81.36			27.3117
1986									56.50	73.45	62.15	70.63			38.6004
1987									42.94	47.46	57.63	46.10			35.2296
1988									65.54	92.66	90.40	135.04			55.6149
1989									64.41	64.52	67.80	85.32			41.5105
1990									84.75	111.42	76.84	127.13			66.7363
1991									81.36	44.30	54.24	44.64			38.1280
1992									67.80	118.31	57.63	160.46			38.2094
2000									43.28	99.89	43.84	141.82			55.7178
2001									52.66	65.65	110.74	88.14			88.1241
Media					72.047		76.548		56.997	72.712	61.692	84.925	74.865		
Desv Est.					46.580		33.497		15.056	25.126	21.324	37.973	28.580		
CV					0.647		0.438		0.264	0.346	0.346	0.447	0.382		

Descartadas
 Poca simultaneidad

Tabla 4.27 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.7 de la Metodología Local río Sonora

ML_A00_Com_07															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980				67.80								76.39	96.95		49.7953
1981				45.20								55.14	70.06		40.1608
1982				54.24								73.00	79.10		51.2528
1983				53.11								54.81	60.12		41.5676
1984				90.40								71.08	83.39		52.8341
1985				50.85								81.36	94.58		40.9279
1988				47.46								135.04	49.95		38.1447
1989				67.80								85.32	70.51		39.6506
1990				90.40								127.13	72.32		37.1008
1991				48.59								44.64	56.95		28.7923
1992				74.58								160.46	120.01		51.2710
1993				107.35								65.88	48.36		40.4589
1994				157.07								172.44	165.21		144.3199
1996				84.75								45.20	52.77		52.9323
1997				65.54								65.54	53.22		34.4783
2001				54.24								88.14	69.50		35.4297
Media		56.075		66.805	72.047	57.088		53.463		72.712		84.925	74.865		
Desv Est.		29.904		27.499	46.580	26.781		20.860		25.126		37.973	28.580		
CV		0.533		0.412	0.647	0.469		0.390		0.346		0.447	0.382		

Descartadas
 Poca simultaneidad

Tabla 4.28 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.8 de la Metodología Local río Sonora

ML_A00_Com_08															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1988			51.42				162.72							54.24	38.7077
1989			84.75				88.14							61.59	37.5715
1990			75.71				135.60							98.65	30.0326
1991			46.33				83.62							72.32	28.6624
1992			73.45				61.02							72.89	29.4212
1994			126.56				84.75							104.30	78.0548
1995			42.94				76.84							42.94	27.8160
1996			98.31				96.05							44.07	48.1685
1997			76.84				39.55							40.68	31.7486
1998			37.29				50.85							35.03	17.5049
1999			58.76				67.80							72.89	34.2988
2000			77.97				76.84							67.80	46.5819
2001			67.24				90.40							106.79	35.4417
2002			28.25				58.76							39.55	18.7137
2003			72.32				46.33							64.41	28.6300
Media	48.716		64.057				76.548		56.997		61.692			65.413	
Desv Est.	28.035		23.731				33.497		15.056		21.324			22.815	
CV	0.575		0.370				0.438		0.264		0.346			0.349	

Descartadas
 Poca simultaneidad

Tabla 4.29 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.9 de la Metodología Local río Sonora

ML_A00_Com_09															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			67.80					51.42	77.63	36.95	76.39	96.95			44.1294
1981			45.20					70.85	40.91	46.33	55.14	70.06			32.1868
1982			54.24					35.60	63.85	45.20	73.00	79.10			41.9105
1983			53.11					39.55	42.60	92.10	54.81	60.12			51.1610
1984			90.40					54.24	57.63	80.46	71.08	83.39			36.8641
1985			50.85					44.07	90.40	36.16	81.36	94.58			33.4412
1988			47.46					65.54	92.66	90.40	135.04	49.95			34.5053
1989			67.80					64.41	64.52	67.80	85.32	70.51			25.4852
1990			90.40					84.75	111.42	76.84	127.13	72.32			42.8116
1991			48.59					81.36	44.30	54.24	44.64	56.95			28.6027
1992			74.58					67.80	118.31	57.63	160.46	120.01			48.2681
2001			54.24					52.66	65.65	110.74	88.14	69.50			52.1160
Media	56.075		66.805	72.047	57.088	76.548	53.463	56.997	72.712	61.692	84.925	74.865			
Desv Est.	29.904		27.499	46.580	26.781	33.497	20.860	15.056	25.126	21.324	37.973	28.580			
CV	0.533		0.412	0.647	0.469	0.438	0.390	0.264	0.346	0.346	0.447	0.382			

Descartadas
 Poca simultaneidad

Tabla 4.30 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.10 de la Metodología Local río Sonora

ML A00 Com 10															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36						51.42	77.63	36.95	76.39			50.6948
1981			35.03						70.85	40.91	46.33	55.14			26.3798
1982			49.72						35.60	63.85	45.20	73.00			39.6217
1983			53.68						39.55	42.60	92.10	54.81			39.2138
1984			50.29						54.24	57.63	80.46	71.08			33.7546
1985			80.23						44.07	90.40	36.16	81.36			40.5992
1986			72.32						56.50	73.45	62.15	70.63			40.1624
1987			53.11						42.94	47.46	57.63	46.10			24.3753
1988			51.42						65.54	92.66	90.40	135.04			43.9059
1989			84.75						64.41	64.52	67.80	85.32			38.9360
1990			75.71						84.75	111.42	76.84	127.13			52.7570
1991			46.33						81.36	44.30	54.24	44.64			20.8892
1992			73.45						67.80	118.31	57.63	160.46			44.4230
2001			67.24						52.66	65.65	110.74	88.14			66.1818
Media	48.716		64.057		72.047		76.548		56.997	72.712	61.692	84.925	74.865	65.413	
Desv Est.	28.035		23.731		46.580		33.497		15.056	25.126	21.324	37.973	28.580	22.815	
CV	0.575		0.370		0.647		0.438		0.264	0.346	0.346	0.447	0.382	0.349	

Descartadas
Poca simultaneidad

Tabla 4.31 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.11 de la Metodología Local río Sonora

ML A00 Com 11															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1988			51.42	47.46			162.72							54.24	26.8579
1989			84.75	67.80			88.14							61.59	28.4726
1990			75.71	90.40			135.60							98.65	35.2781
1991			46.33	48.59			83.62							72.32	23.9180
1992			73.45	74.58			61.02							72.89	38.6558
1994			126.56	157.07			84.75							104.30	96.6175
1995			42.94	55.37			76.84							42.94	32.3162
1996			98.31	84.75			96.05							44.07	56.0967
1997			76.84	65.54			39.55							40.68	39.4859
2001			67.24	54.24			90.40							106.79	31.8090
2002			28.25	44.07			58.76							39.55	23.0180
2003			72.32	37.86			46.33							64.41	20.5631
Media	48.716	56.075	64.057	66.805		57.088	76.548	53.463	56.997		61.692			65.413	
Desv Est.	28.035	29.904	23.731	27.499		26.781	33.497	20.860	15.056		21.324			22.815	
CV	0.575	0.533	0.370	0.412		0.469	0.438	0.390	0.264		0.346			0.349	

Descartadas
Poca simultaneidad

Tabla 4.32 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.12 de la Metodología Local río Sonora

ML_A00 Com 12															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36	67.80		47.46		38.42					96.95		54.9924
1981			35.03	45.20		73.45		51.98					70.06		28.8736
1982			49.72	54.24		47.46		79.10					79.10		47.5870
1983			53.68	53.11		90.40		85.88					60.12		39.2775
1984			50.29	90.40		79.10		73.45					83.39		49.5419
1985			80.23	50.85		45.20		56.50					94.58		44.4715
1994			126.56	157.07		98.65		66.56					165.21		114.4058
1996			98.31	84.75		102.83		66.67					52.77		65.1374
1997			76.84	65.54		32.77		22.60					53.22		37.1799
2001			67.24	54.24		39.55		51.98					69.50		32.2476
2002			28.25	44.07		36.73		16.95					39.32		17.6810
2003			72.32	37.86		67.80		23.84					70.40		28.1296
Media	48.716	56.075	64.057	66.805	72.047	57.088		53.463		72.712		84.925	74.865	65.413	
Desv Est.	28.035	29.904	23.731	27.499	46.580	26.781		20.860		25.126		37.973	28.580	22.815	
CV	0.575	0.533	0.370	0.412	0.647	0.469		0.390		0.346		0.447	0.382	0.349	

Descartadas
Poca simultaneidad

Tabla 4.33 Valores máximos anuales de las series de registros, combinación no.13 de la Metodología Local río Sonora

ML_A00 Com 13															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36	67.80					51.42	77.63	36.95	76.39			49.4270
1981			35.03	45.20					70.85	40.91	46.33	55.14			27.3138
1982			49.72	54.24					35.60	63.85	45.20	73.00			41.9679
1983			53.68	53.11					39.55	42.60	92.10	54.81			42.6074
1984			50.29	90.40					54.24	57.63	80.46	71.08			32.2299
1985			80.23	50.85					44.07	90.40	36.16	81.36			29.9600
1986			72.32	48.59					56.50	73.45	62.15	70.63			40.4603
1987			53.11	57.63					42.94	47.46	57.63	46.10			25.2386
1988			51.42	47.46					65.54	92.66	90.40	135.04			36.6205
1989			84.75	67.80					64.41	64.52	67.80	85.32			25.8180
1990			75.71	90.40					84.75	111.42	76.84	127.13			32.0078
1991			46.33	48.59					81.36	44.30	54.24	44.64			23.0277
1992			73.45	74.58					67.80	118.31	57.63	160.46			38.1250
2001			67.24	54.24					52.66	65.65	110.74	88.14			62.9388
Media	48.716	56.075	64.057	66.805	72.047	57.088	76.548	53.463	56.997	72.712	61.692	84.925	74.865	65.413	
Desv Est.	28.035	29.904	23.731	27.499	46.580	26.781	33.497	20.860	15.056	25.126	21.324	37.973	28.580	22.815	
CV	0.575	0.533	0.370	0.412	0.647	0.469	0.438	0.390	0.264	0.346	0.346	0.447	0.382	0.349	

Descartadas
Poca simultaneidad

Registros únicos, homogenización

Para las series de registros de cada una de las combinaciones de estaciones se les divide entre sus respectivas medias, con lo que de cada combinación se obtienen series de registros homogenizados y colocados en registros únicos. Los registros únicos se muestran en las Tablas 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.45 y 4.46.

Tabla 4.34 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 1

ML_A00 Com 01															
Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog
1	2.4372	7	1.4090	13	1.2767	19	1.0169	25	0.8416	31	0.7890	37	0.6838	43	0.4335
2	1.8013	8	1.4027	14	1.1876	20	0.9971	26	0.8314	32	0.7539	38	0.6532	44	0.3251
3	1.7280	9	1.3856	15	1.0838	21	0.9971	27	0.8314	33	0.7370	39	0.6433	45	0.1979
4	1.6474	10	1.3150	16	1.0838	22	0.8942	28	0.8241	34	0.7153	40	0.5874		
5	1.5835	11	1.2866	17	1.0520	23	0.8591	29	0.8116	35	0.7013	41	0.5740		
6	1.5173	12	1.2789	18	1.0405	24	0.8416	30	0.7918	36	0.6928	42	0.4574		

Tabla 4.35 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 2

ML A00 Com 02

Ord.	Homog														
1	1.8893	5	1.4676	9	1.1302	13	1.0965	17	1.0037	21	0.8292	25	0.6737	29	0.6046
2	1.6325	6	1.2652	10	1.1142	14	1.0796	18	0.9847	22	0.8013	26	0.6564	30	0.5567
3	1.5945	7	1.1639	11	1.1142	15	1.0469	19	0.9415	23	0.7675	27	0.6410	31	0.5355
4	1.5081	8	1.1471	12	1.1056	16	1.0365	20	0.8772	24	0.6916	28	0.6219	32	0.4217

Tabla 4.36 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 3

ML A00 Com 03

Ord.	Homog														
1	2.1463	6	1.5248	11	1.0834	16	0.9631	21	0.9029	26	0.7439	31	0.6562	36	0.5615
2	1.9472	7	1.4355	12	1.0277	17	0.9396	22	0.8626	27	0.7401	32	0.6489	37	0.5104
3	1.8120	8	1.2596	13	1.0106	18	0.9187	23	0.8243	28	0.7399	33	0.6283	38	0.5040
4	1.6014	9	1.2317	14	0.9953	19	0.9161	24	0.8026	29	0.6915	34	0.6227		
5	1.5591	10	1.2288	15	0.9634	20	0.9102	25	0.7810	30	0.6856	35	0.6189		

Tabla 4.37 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 4

ML A00 Com 04

Ord.	Homog														
1	1.7331	5	1.4148	9	1.1895	13	0.9913	17	0.9021	21	0.7732	25	0.7074	29	0.5783
2	1.4869	6	1.2591	10	1.1499	14	0.9726	18	0.9019	22	0.7593	26	0.6939	30	0.5659
3	1.4413	7	1.2431	11	1.1301	15	0.9516	19	0.9019	23	0.7534	27	0.6862		
4	1.4274	8	1.2025	12	1.0611	16	0.9239	20	0.8489	24	0.7251	28	0.6245		

Tabla 4.38 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 5

ML A00 Com 05

Ord.	Homog														
1	2.4372	9	1.4137	17	1.2020	25	1.0405	33	0.8416	41	0.7890	49	0.6838	57	0.4335
2	1.8962	10	1.4090	18	1.1876	26	1.0169	34	0.8314	42	0.7539	50	0.6532	58	0.4233
3	1.8013	11	1.4027	19	1.1512	27	1.0073	35	0.8314	43	0.7534	51	0.6433	59	0.3251
4	1.7280	12	1.3856	20	1.0838	28	0.9971	36	0.8241	44	0.7449	52	0.6433	60	0.1979
5	1.6474	13	1.3150	21	1.0838	29	0.9971	37	0.8116	45	0.7370	53	0.5874		
6	1.5835	14	1.2866	22	1.0835	30	0.8942	38	0.8042	46	0.7153	54	0.5740		
7	1.5173	15	1.2789	23	1.0835	31	0.8591	39	0.7957	47	0.7013	55	0.5248		
8	1.4729	16	1.2767	24	1.0520	32	0.8416	40	0.7918	48	0.6928	56	0.4574		

Tabla 4.39 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 6

ML A00 Com 06

Ord.	Homog														
1	1.8359	9	1.4413	17	1.2025	25	0.9913	33	0.9019	41	0.8081	49	0.6862	57	0.5659
2	1.7331	10	1.4274	18	1.1895	26	0.9761	34	0.9019	42	0.7926	50	0.6527	58	0.5626
3	1.6271	11	1.4148	19	1.1499	27	0.9726	35	0.8874	43	0.7732	51	0.6309	59	0.5275
4	1.6226	12	1.3738	20	1.1301	28	0.9516	36	0.8781	44	0.7593	52	0.6270	60	0.5107
5	1.5450	13	1.2743	21	1.0677	29	0.9309	37	0.8740	45	0.7534	53	0.6245		
6	1.5323	14	1.2591	22	1.0611	30	0.9239	38	0.8489	46	0.7251	54	0.6092		
7	1.4869	15	1.2433	23	1.0102	31	0.9029	39	0.8352	47	0.7074	55	0.5859		
8	1.4545	16	1.2431	24	1.0084	32	0.9021	40	0.8132	48	0.6939	56	0.5783		

Tabla 4.40 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 7

ML A00 Com 07

Ord.	Homog														
1	2.1676	7	1.4815	13	1.1696	19	0.9357	25	0.9018	31	0.7521	37	0.7018	43	0.6295
2	2.1265	8	1.4513	14	1.0735	20	0.9357	26	0.8945	32	0.7485	38	0.6851	44	0.6257
3	1.9686	9	1.2480	15	1.0292	21	0.9309	27	0.8720	33	0.7485	39	0.6793	45	0.6238
4	1.8318	10	1.2476	16	1.0182	22	0.9288	28	0.8333	34	0.7482	40	0.6706	46	0.6225
5	1.5447	11	1.2476	17	1.0062	23	0.9076	29	0.8114	35	0.7331	41	0.6550	47	0.5160
6	1.5416	12	1.2175	18	0.9740	24	0.9045	30	0.7738	36	0.7329	42	0.6429	48	0.5096

Tabla 4.41 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 8

ML A00 Com 08

Ord.	Homog														
1	2.0019	7	1.4484	13	1.1177	19	1.0655	25	0.9453	31	0.7575	37	0.6326	43	0.5372
2	1.8646	8	1.2486	14	1.1154	20	1.0426	26	0.9453	32	0.7507	38	0.6256	44	0.4866
3	1.6682	9	1.1816	15	1.1121	21	1.0397	27	0.9444	33	0.7229	39	0.6238	45	0.4162
4	1.6376	10	1.1487	16	1.1091	22	1.0287	28	0.8657	34	0.6826	40	0.6065		
5	1.5995	11	1.1321	17	1.0843	23	0.9906	29	0.8341	35	0.6758	41	0.5700		
6	1.5128	12	1.1177	18	1.0821	24	0.9878	30	0.8318	36	0.6585	42	0.5494		

Tabla 4.42 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 9

ML A00 Com 09

Ord.	Homog														
1	1.8295	10	1.4279	19	1.2018	28	1.0709	37	0.9104	46	0.8701	55	0.7812	64	0.6287
2	1.6719	11	1.3904	20	1.1937	29	1.0279	38	0.9057	47	0.8663	56	0.7648	65	0.6249
3	1.6321	12	1.3708	21	1.1601	30	1.0236	39	0.9031	48	0.8558	57	0.7425	66	0.6111
4	1.5595	13	1.3648	22	1.1423	31	1.0049	40	0.8901	49	0.8323	58	0.7401	67	0.5997
5	1.5396	14	1.2783	23	1.1042	32	0.9727	41	0.8872	50	0.8194	59	0.7284	68	0.5877
6	1.5370	15	1.2599	24	1.0926	33	0.9398	42	0.8807	51	0.8189	60	0.6995	69	0.5643
7	1.4568	16	1.2471	25	1.0926	34	0.9276	43	0.8741	52	0.8104	61	0.6824	70	0.5579
8	1.4568	17	1.2291	26	1.0852	35	0.9163	44	0.8741	53	0.7950	62	0.6663	71	0.5459
9	1.4494	18	1.2147	27	1.0837	36	0.9139	45	0.8709	54	0.7830	63	0.6490	72	0.5089

Tabla 4.43 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 10

ML A00 Com 10

Ord.	Homog														
1	1.9213	10	1.4033	19	1.1762	28	1.0379	37	0.9117	46	0.8457	55	0.7307	64	0.6020
2	1.6951	11	1.3837	20	1.1694	29	1.0378	38	0.9083	47	0.8377	56	0.7092	65	0.5780
3	1.6718	12	1.3367	21	1.1585	30	1.0216	39	0.9021	48	0.8302	57	0.6919	66	0.5656
4	1.6169	13	1.3093	22	1.1407	31	0.9745	40	0.8868	49	0.8143	58	0.6822	67	0.5535
5	1.5744	14	1.2774	23	1.1304	32	0.9742	41	0.8821	50	0.8109	59	0.6706	68	0.5525
6	1.5222	15	1.2654	24	1.1110	33	0.9513	42	0.8821	51	0.7931	60	0.6603	69	0.5520
7	1.4882	16	1.2315	25	1.0969	34	0.9355	43	0.8741	52	0.7842	61	0.6562	70	0.5345
8	1.4618	17	1.2221	26	1.0605	35	0.9277	44	0.8511	53	0.7601	62	0.6259		
9	1.4097	18	1.1941	27	1.0554	36	0.9147	45	0.8466	54	0.7406	63	0.6139		

Tabla 4.44 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 11

ML A00 Com 11

Ord.	Homog														
1	2.2771	7	1.4753	13	1.0924	19	1.0442	25	0.9632	31	0.8027	37	0.6881	43	0.6084
2	1.9073	8	1.3976	14	1.0900	20	1.0331	26	0.9558	32	0.7863	38	0.6591	44	0.5915
3	1.7992	9	1.3106	15	1.0815	21	1.0281	27	0.9502	33	0.7309	39	0.6586	45	0.5488
4	1.5970	10	1.2287	16	1.0812	22	0.9934	28	0.9210	34	0.7152	40	0.6422	46	0.5430
5	1.5894	11	1.2048	17	1.0763	23	0.9829	29	0.9007	35	0.7044	41	0.6389	47	0.4636
6	1.5598	12	1.1258	18	1.0596	24	0.9801	30	0.8112	36	0.6887	42	0.6104	48	0.4016

Tabla 4.45 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 12

ML A00 Com 12

Ord.	Homog														
1	2.3411	9	1.4166	17	1.2448	25	1.0421	33	0.8995	41	0.7480	49	0.6737	57	0.4513
2	2.1211	10	1.3904	18	1.2144	26	1.0156	34	0.8923	42	0.7480	50	0.6568	58	0.4278
3	1.8236	11	1.3596	19	1.1576	27	1.0105	35	0.8084	43	0.7273	51	0.6233	59	0.4071
4	1.6257	12	1.3474	20	1.1560	28	0.9840	36	0.8084	44	0.7246	52	0.5788	60	0.3209
5	1.6207	13	1.2632	21	1.1072	29	0.9840	37	0.7916	45	0.7164	53	0.5642		
6	1.5548	14	1.2620	22	1.0707	30	0.9768	38	0.7734	46	0.7124	54	0.5165		
7	1.4973	15	1.2599	23	1.0695	31	0.9688	39	0.7719	47	0.6834	55	0.5049		
8	1.4248	16	1.2467	24	1.0686	32	0.9039	40	0.7579	48	0.6775	56	0.5047		

Tabla 4.46 Registro único de las series de registros homogenizados, combinación no. 13

ML_A00_Com_13															
Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog	Ord.	Homog
1	1.9213	12	1.4033	23	1.1694	34	1.0378	45	0.9021	56	0.8377	67	0.7437	78	0.6020
2	1.6951	13	1.3837	24	1.1585	35	1.0216	46	0.8924	57	0.8367	68	0.7406	79	0.5780
3	1.6718	14	1.3367	25	1.1407	36	0.9745	47	0.8924	58	0.8302	69	0.7307	80	0.5656
4	1.6169	15	1.3093	26	1.1304	37	0.9742	48	0.8868	59	0.8143	70	0.7092	81	0.5535
5	1.5744	16	1.2774	27	1.1155	38	0.9513	49	0.8821	60	0.8109	71	0.6919	82	0.5525
6	1.5222	17	1.2654	28	1.1155	39	0.9482	50	0.8821	61	0.7995	72	0.6822	83	0.5520
7	1.4882	18	1.2315	29	1.1110	40	0.9355	51	0.8741	62	0.7995	73	0.6706	84	0.5345
8	1.4874	19	1.2271	30	1.0969	41	0.9277	52	0.8738	63	0.7931	74	0.6603		
9	1.4874	20	1.2221	31	1.0605	42	0.9147	53	0.8511	64	0.7842	75	0.6562		
10	1.4618	21	1.1941	32	1.0554	43	0.9117	54	0.8466	65	0.7809	76	0.6259		
11	1.4097	22	1.1762	33	1.0379	44	0.9083	55	0.8457	66	0.7601	77	0.6139		

Para cada una de las combinaciones se deben ajustar las series de registros de promedios diarios máximos anuales, la serie de registros homogenizados a valores de diferentes periodos de retorno, después regionalizar la series homogenizadas ajustadas y obtener sus promedios en función de los diferentes periodos de retorno. Estos procedimientos se muestran en las Tablas 4.47, 4.48, 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.55, 4.56, 4.57, 4.58 y 4.59.

Tabla 4.47 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 1

ML_A00_Com_01

Media	64.45	57.09	52.13
D. E.	29.36	26.78	20.88
C. V.	0.456	0.469	0.4

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	0.00	59.94	0.00	53.09	0.00	48.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.373	38.23
5	1.500	1.33	0.00	0.00	0.00	85.72	0.00	75.93	0.00	69.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.759	49.3
10	2.250	1.59	0.00	0.00	0.00	102.47	0.00	90.77	0.00	82.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92.96	56.6
50	3.902	2.17	0.00	0.00	0.00	139.85	0.00	123.88	0.00	113.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	126.87	72.69
100	4.600	2.41	0.00	0.00	0.00	155.32	0.00	137.58	0.00	125.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140.9	79.49
1000	6.907	3.22	0.00	0.00	0.00	207.52	0.00	183.82	0.00	167.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	188.26	101.96
10000	9.210	4.02	0.00	0.00	0.00	259.08	0.00	229.49	0.00	209.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	235.03	124.39

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.48 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 2

ML_A00_Com_02

Media	66.99	65.41
D. E.	24.61	22.81
C. V.	0.367	0.349

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.94	0.00	0.00	62.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.49	62.191	40.49
5	1.500	1.27	0.00	0.00	85.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.07	84.024	55.12
10	2.250	1.48	0.00	0.00	99.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.81	97.917	64.8
50	3.902	1.96	0.00	0.00	131.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.21	129.67	86.12
100	4.600	2.16	0.00	0.00	144.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	141.29	142.91	95.13
1000	6.907	2.83	0.00	0.00	189.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	185.12	187.23	124.9
10000	9.210	3.49	0.00	0.00	233.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	228.29	230.9	154.62

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.49 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 3

ML_A00_Com_03

Media	88.56	76.97
D. E.	39.49	28.84
C. V.	0.446	0.375

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma	
2	0.367	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.47	70.81	0.00	74.171	36.29
5	1.500	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.81	95.44	0.00	99.97	56.88	
10	2.250	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.41	111.61	0.00	116.9	70.5	
50	3.902	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.14	147.01	0.00	153.99	100.5	
100	4.600	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	185.97	161.64	0.00	169.3	113.18	
1000	6.907	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	243.53	211.67	0.00	221.71	155.07	
10000	9.210	3.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300.21	260.93	0.00	273.31	196.9	

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.50 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 04

ML_A00_Com_04

Media	57	63.9
D. E.	15.06	22.17
C. V.	0.264	0.347

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.15	0.00	60.70	0.00	0.00	0.00	60.015	49.1
5	1.500	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.54	0.00	77.96	0.00	0.00	0.00	77.072	63.97
10	2.250	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.80	0.00	89.46	0.00	0.00	0.00	88.443	73.82
50	3.902	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	102.02	0.00	114.38	0.00	0.00	0.00	113.08	95.5
100	4.600	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	111.71	0.00	125.24	0.00	0.00	0.00	123.82	104.66
1000	6.907	2.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	143.06	0.00	160.38	0.00	0.00	0.00	158.57	134.94
10000	9.210	3.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	174.98	0.00	196.17	0.00	0.00	0.00	193.94	165.17

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.51 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 05

ML_A00_Com_05

Media	66.75	64.45	57.09	52.13
D. E.	26.26	29.36	26.78	20.88
C. V.	0.393	0.456	0.469	0.4

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	62.07	59.94	0.00	53.09	0.00	48.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.454	42.63
5	1.500	1.32	0.00	0.00	88.10	85.07	0.00	75.36	0.00	68.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	82.966	58.26
10	2.250	1.57	0.00	0.00	104.79	101.18	0.00	89.63	0.00	81.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.68	68.62
50	3.902	2.14	0.00	0.00	142.84	137.92	0.00	122.17	0.00	111.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	134.51	91.41
100	4.600	2.38	0.00	0.00	158.85	153.39	0.00	135.87	0.00	124.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	149.59	101.04
1000	6.907	3.16	0.00	0.00	210.92	203.65	0.00	180.40	0.00	164.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	198.62	132.87
10000	9.210	3.95	0.00	0.00	263.64	254.57	0.00	225.50	0.00	205.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	248.27	164.64

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.52 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 06

ML_A00_Com_06

Media	57	72.71	63.9	87.4
D. E.	15.06	25.13	22.17	36.55
C. V.	0.264	0.346	0.347	0.418

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.01	67.62	59.42	81.28	0.00	0.00	63.522	44.25
5	1.500	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.11	89.44	78.59	107.50	0.00	0.00	84.013	57.03
10	2.250	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.51	103.98	91.37	124.98	0.00	0.00	97.674	65.49
50	3.902	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.58	135.97	119.49	163.44	0.00	0.00	127.73	84.1
100	4.600	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.41	149.79	131.63	180.05	0.00	0.00	140.71	91.97
1000	6.907	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	152.18	194.14	170.61	233.36	0.00	0.00	182.37	117.98
10000	9.210	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	186.95	238.49	209.58	286.68	0.00	0.00	224.04	143.93

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.53 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 07

ML_A00_Com_07

Media	72.46	87.6	77.69
D. E.	29.11	39.75	30.48
C. V.	0.402	0.454	0.392

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.92	0.00	0.00	0.00	66.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.59	71.47	0.00	70.955	44.61
5	1.500	1.22	0.00	0.00	0.00	88.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.87	94.78	0.00	94.092	56.85
10	2.250	1.42	0.00	0.00	0.00	102.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.39	110.32	0.00	109.52	64.96
50	3.902	1.86	0.00	0.00	0.00	134.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	162.93	144.50	0.00	143.45	82.81
100	4.600	2.05	0.00	0.00	0.00	148.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	179.57	159.26	0.00	158.11	90.35
1000	6.907	2.66	0.00	0.00	0.00	192.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	233.01	206.65	0.00	205.15	115.28
10000	9.210	3.28	0.00	0.00	0.00	237.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	287.32	254.82	0.00	252.97	140.17

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.54 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 08

ML_A00_Com_08

Media	67.88	81.28	65.21
D. E.	25.21	32.71	23.6
C. V.	0.371	0.402	0.362

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.94	0.00	0.00	63.80	0.00	0.00	0.00	76.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.30	66.018	33.04
5	1.500	1.27	0.00	0.00	86.20	0.00	0.00	0.00	103.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	82.81	89.195	44.05
10	2.250	1.49	0.00	0.00	101.13	0.00	0.00	0.00	121.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.16	104.65	51.34
50	3.902	1.97	0.00	0.00	133.71	0.00	0.00	0.00	160.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.46	138.36	67.38
100	4.600	2.17	0.00	0.00	147.29	0.00	0.00	0.00	176.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	141.50	152.4	74.16
1000	6.907	2.84	0.00	0.00	192.77	0.00	0.00	0.00	230.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	185.19	199.46	96.57
10000	9.210	3.51	0.00	0.00	238.24	0.00	0.00	0.00	285.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	228.88	246.51	118.94

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.55 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 09

ML_A00_Com_09

Media	62.06	59.35	72.49	66.24	87.71	76.95
D. E.	16.06	15.73	26.04	24.06	35.36	19.52
C. V.	0.259	0.265	0.359	0.363	0.403	0.254

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.95	0.00	0.00	0.00	58.95	0.00	0.00	0.00	0.00	56.39	68.87	62.92	83.32	73.11	0.00	65.615	37.81
5	1.500	1.23	0.00	0.00	0.00	76.33	0.00	0.00	0.00	0.00	73.00	89.16	81.47	107.88	94.65	0.00	84.954	46.4
10	2.250	1.41	0.00	0.00	0.00	87.50	0.00	0.00	0.00	0.00	83.69	102.21	93.39	123.67	108.50	0.00	97.386	52.1
50	3.902	1.83	0.00	0.00	0.00	113.56	0.00	0.00	0.00	0.00	108.62	132.66	121.21	160.50	140.82	0.00	126.4	64.63
100	4.600	2.00	0.00	0.00	0.00	124.11	0.00	0.00	0.00	0.00	118.71	144.98	132.47	175.41	153.91	0.00	138.14	69.92
1000	6.907	2.58	0.00	0.00	0.00	160.10	0.00	0.00	0.00	0.00	153.13	187.02	170.89	226.28	198.54	0.00	178.2	87.43
10000	9.210	3.15	0.00	0.00	0.00	195.48	0.00	0.00	0.00	0.00	186.96	228.34	208.65	276.28	242.40	0.00	217.57	104.9

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.56 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 10

ML_A00_Com_10

Media	63.4	57.98	70.77	65.33	83.52
D. E.	17.19	15.12	24.88	22.27	34.56
C. V.	0.271	0.261	0.352	0.341	0.414

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.94	0.00	0.00	59.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.50	66.52	61.41	78.50	0.00	0.00	62.21	38.21
5	1.500	1.23	0.00	0.00	77.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.31	87.05	80.36	102.72	0.00	0.00	81.403	49.92
10	2.250	1.43	0.00	0.00	90.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	82.91	101.20	93.42	119.43	0.00	0.00	94.639	57.67
50	3.902	1.85	0.00	0.00	117.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107.26	130.93	120.86	154.50	0.00	0.00	122.43	74.72
100	4.600	2.03	0.00	0.00	128.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.69	143.66	132.62	169.54	0.00	0.00	134.35	81.93
1000	6.907	2.62	0.00	0.00	166.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	151.90	185.42	171.16	218.81	0.00	0.00	173.39	105.7
10000	9.210	3.21	0.00	0.00	203.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	186.11	227.17	209.71	268.08	0.00	0.00	212.44	129.55

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.57 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 11

ML_A00_Com_11

Media	70.34	68.98	85.32	66.87
D. E.	26.46	32.17	35.23	24.84
C. V.	0.376	0.466	0.413	0.372

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	65.42	64.15	0.00	0.00	79.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.19	66.595	34.12
5	1.500	1.27	0.00	0.00	89.33	87.60	0.00	0.00	108.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.92	90.942	46.35
10	2.250	1.49	0.00	0.00	104.81	102.78	0.00	0.00	127.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.63	106.7	54.44
50	3.902	1.97	0.00	0.00	138.57	135.88	0.00	0.00	168.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.73	141.07	72.27
100	4.600	2.18	0.00	0.00	153.35	150.37	0.00	0.00	185.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	145.77	156.1	79.8
1000	6.907	2.86	0.00	0.00	201.18	197.27	0.00	0.00	244.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.24	204.8	104.7
10000	9.210	3.54	0.00	0.00	249.01	244.18	0.00	0.00	302.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	236.71	253.49	129.55

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.58 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 12

ML_A00_Com_12

Media	69.4	67.09	63.45	52.83	77.89
D. E.	28.26	32.48	25.14	23.06	32.37
C. V.	0.407	0.484	0.396	0.437	0.416

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.92	0.00	0.00	63.85	61.73	0.00	58.37	0.00	48.60	0.00	0.00	0.00	0.00	71.65	0.00	63.226	38.26
5	1.500	1.29	0.00	0.00	89.53	86.55	0.00	81.85	0.00	68.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.47	0.00	88.654	49.3
10	2.250	1.54	0.00	0.00	106.88	103.32	0.00	97.71	0.00	81.35	0.00	0.00	0.00	0.00	119.94	0.00	105.84	56.6
50	3.902	2.07	0.00	0.00	143.66	138.88	0.00	131.34	0.00	109.35	0.00	0.00	0.00	0.00	161.22	0.00	142.26	72.69
100	4.600	2.30	0.00	0.00	159.62	154.32	0.00	145.93	0.00	121.50	0.00	0.00	0.00	0.00	179.14	0.00	158.07	79.49
1000	6.907	3.05	0.00	0.00	211.67	204.64	0.00	193.52	0.00	161.12	0.00	0.00	0.00	0.00	237.55	0.00	209.61	101.96
10000	9.210	3.79	0.00	0.00	263.03	254.29	0.00	240.47	0.00	200.22	0.00	0.00	0.00	0.00	295.19	0.00	260.46	124.39

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Tabla 4.59 Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinación 13

ML_A00_Com_13

Media	63.4	60.78	57.98	70.77	65.33	83.52
D. E.	17.19	15.23	15.12	24.88	22.27	34.56
C. V.	0.271	0.251	0.261	0.352	0.341	0.414

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.95	0.00	0.00	60.23	57.74	0.00	0.00	0.00	0.00	55.08	67.23	62.06	79.34	0.00	0.00	61.521	34.15
5	1.500	1.22	0.00	0.00	77.35	74.15	0.00	0.00	0.00	0.00	70.73	86.34	79.70	101.89	0.00	0.00	79.005	43.02
10	2.250	1.41	0.00	0.00	89.40	85.70	0.00	0.00	0.00	0.00	81.75	99.79	92.12	117.76	0.00	0.00	91.31	48.89
50	3.902	1.81	0.00	0.00	114.76	110.01	0.00	0.00	0.00	0.00	104.94	128.09	118.25	151.16	0.00	0.00	117.21	61.81
100	4.600	1.99	0.00	0.00	126.17	120.95	0.00	0.00	0.00	0.00	115.37	140.83	130.01	166.19	0.00	0.00	128.87	67.27
1000	6.907	2.55	0.00	0.00	161.67	154.98	0.00	0.00	0.00	0.00	147.84	180.46	166.59	212.96	0.00	0.00	165.13	85.32
10000	9.210	3.12	0.00	0.00	197.81	189.63	0.00	0.00	0.00	0.00	180.89	220.80	203.83	260.57	0.00	0.00	202.05	103.33

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Factor de reducción por área metodología local cuenca del río Sonora

Para cada columna de valores pcsrr entre asrpdma asociados a un periodo de retorno, de las Tablas 4.47, 4.48, 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.55, 4.56, 4.57, 4.58 y 4.59 se obtiene los resultados de los factores de reducción por área local (FRA_{ML}). Los resultados se muestran la Tabla 4.60, las curvas calculadas se muestran en las Figuras 4.7 y 4.8

Tabla 4.60 Factores de reducción por área metodología local

Combinación	Área (km ²)	Periodos de retorno						
		2	5	10	50	100	1000	10000
ML_A00_Com_04	4027.5991	0.8181	0.8300	0.8347	0.8445	0.8453	0.8510	0.8516
ML_A00_Com_03	4749.559236	0.4893	0.5690	0.6031	0.6527	0.6685	0.6994	0.7204
ML_A00_Com_01	5072.038843	0.7031	0.6340	0.6089	0.5729	0.5642	0.5416	0.5292
ML_A00_Com_02	7371.101443	0.6511	0.6560	0.6618	0.6641	0.6657	0.6671	0.6696
ML_A00_Com_06	8777.158337	0.6966	0.6788	0.6705	0.6584	0.6536	0.6469	0.6424
ML_A00_Com_07	9821.598079	0.6287	0.6042	0.5931	0.5773	0.5715	0.5619	0.5541
ML_A00_Com_08	11398.70054	0.5005	0.4939	0.4906	0.4870	0.4866	0.4842	0.4825
ML_A00_Com_05	12443.14029	0.7293	0.7022	0.6954	0.6796	0.6754	0.6690	0.6631
ML_A00_Com_09	13849.19718	0.5762	0.5462	0.5350	0.5113	0.5062	0.4906	0.4822
ML_A00_Com_10	16148.25978	0.6142	0.6132	0.6094	0.6103	0.6098	0.6096	0.6098
ML_A00_Com_11	16470.73658	0.5123	0.5097	0.5102	0.5123	0.5112	0.5112	0.5111
ML_A00_Com_12	17192.69952	0.6051	0.5561	0.5348	0.5110	0.5029	0.4864	0.4776
ML_A00_Com_13	21220.29862	0.5551	0.5445	0.5354	0.5273	0.5220	0.5167	0.5114

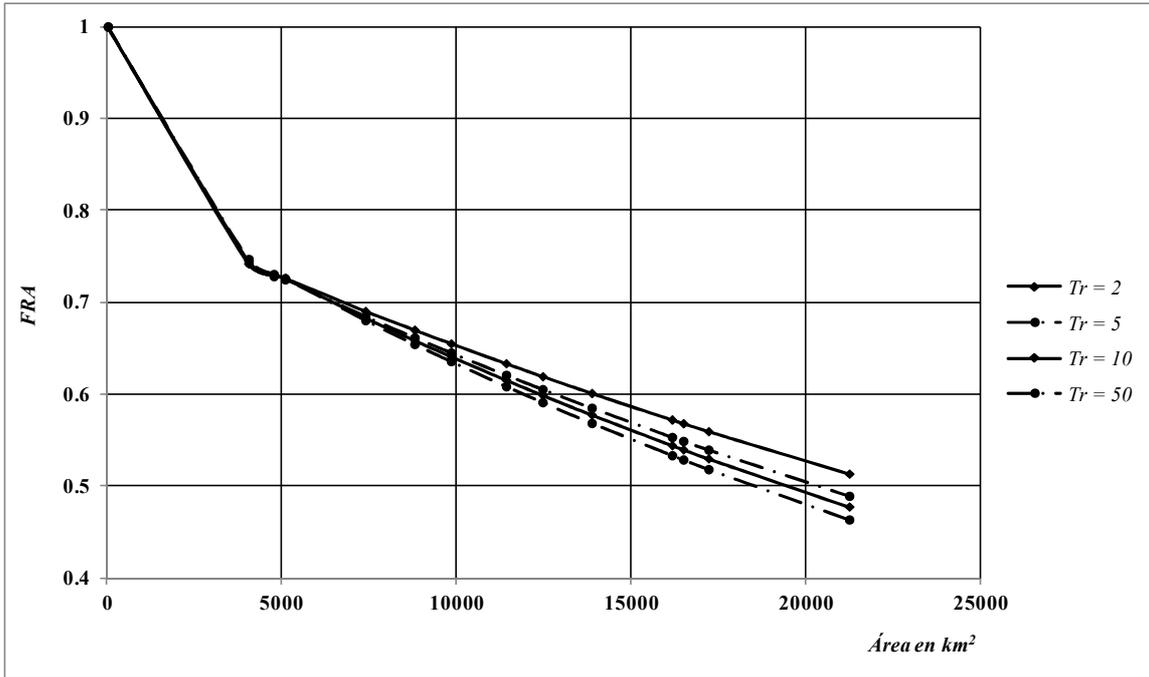


Figura 4.7 Factores de reducción por área para la cuenca del río Sonora para Tr de 2, 10 , 20 y 50 años, Metodología Local.

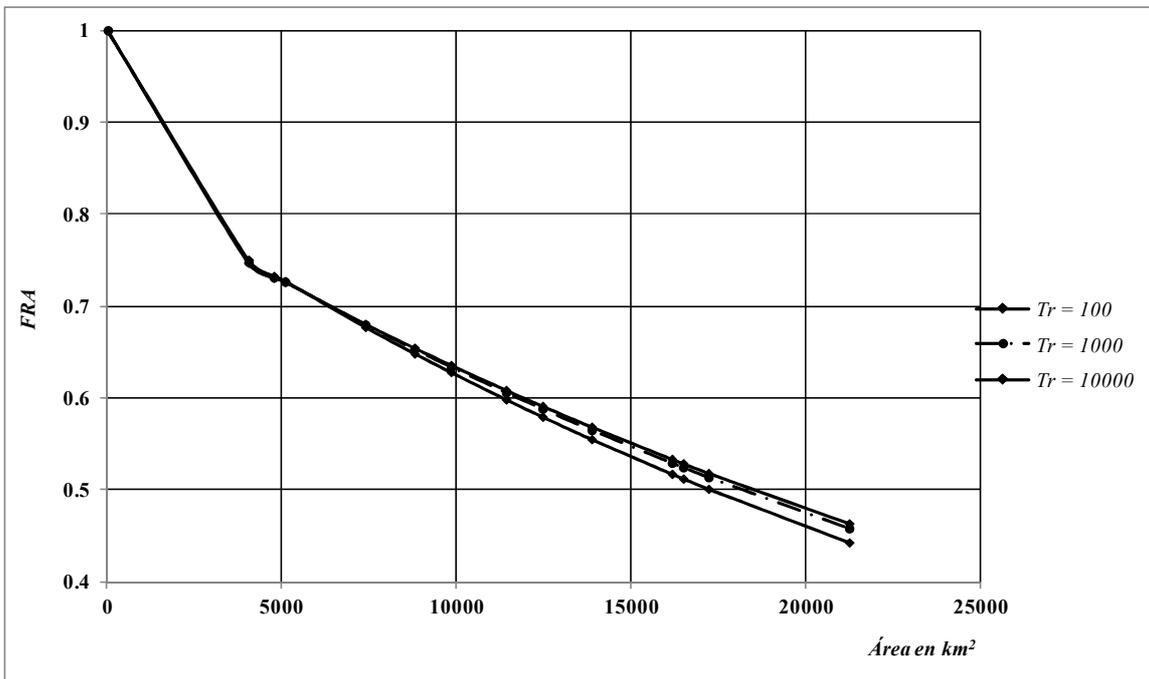


Figura 4.8 Factores de reducción por área para la cuenca del río Sonora para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología Local

Para los ajustes de las Figuras 4.7 y Figura 4.8 se trazaron tomando en cuenta un ajuste realizado por el programa Curve Expert 1.3, en la Tabla 4.61 se muestran las ecuaciones de ajuste para cada

curva correspondiente a su periodo de retorno. En la Tabla 4.62 se muestran los valores calculados con el ajuste gráfico.

Tabla 4.61 Ecuaciones de Ajuste para cada curva, metodología local

<i>Tr</i>	<i>Ecuaciones</i>	
	$A \leq 5072.04$, A en km ²	$A > 5072.04$ A en km ²
2	$F = 1 - (1.0269E-04)A + (9.6039E-09)A^2$	$F = 0.8083 e^{-2.14E-05A}$
5	$F = 1 - (1.0059E-04)A + (9.1398E-09)A^2$	$F = 0.8188 e^{-2.43E-05A}$
10	$F = 1 - (9.8663E-05)A + (8.7942E-09)A^2$	$F = 0.8264 e^{-2.58E-05A}$
100	$F = 1 - (9.6728E-05)A + (8.4248E-09)A^2$	$F = 0.8348 e^{-2.77E-05A}$
50	$F = 1 - (9.5789E-05)A + (8.2562E-09)A^2$	$F = 0.8385 e^{-2.858E-05A}$
1000	$F = 1 - (9.4366E-05)A + (7.9910E-09)A^2$	$F = 0.8445 e^{-2.98E-05A}$
10000	$F = 1 - (9.3359E-05)A + (7.8058E-09)A^2$	$F = 0.8487 e^{-3.07E-05A}$

Tabla 4.62 Factores de reducción calculados con el ajuste gráfico

Área (km ²)	Periodo de retorno en años						
	2	5	10	50	100	1000	1000
4027.60	0.74221	0.74311	0.74528	0.74708	0.74813	0.74956	0.75061
4749.56	0.72893	0.72840	0.72978	0.73064	0.73129	0.73206	0.73267
5072.04	0.72623	0.72490	0.72581	0.72613	0.72655	0.72694	0.72729
7371.10	0.69052	0.68475	0.68317	0.68055	0.67976	0.67814	0.67712
8777.16	0.67008	0.66179	0.65879	0.65455	0.65308	0.65034	0.64856
9821.60	0.65528	0.64524	0.64126	0.63587	0.63393	0.63043	0.62812
11398.70	0.63356	0.62102	0.61565	0.60868	0.60609	0.60151	0.59848
12443.14	0.61957	0.60548	0.59926	0.59131	0.58832	0.58309	0.57963
13849.20	0.60123	0.58518	0.57788	0.56872	0.56523	0.55918	0.55518
16148.26	0.57240	0.55344	0.54456	0.53361	0.52940	0.52219	0.51740
16470.74	0.56846	0.54913	0.54004	0.52886	0.52456	0.51720	0.51231
17192.70	0.55976	0.53959	0.53006	0.51839	0.51388	0.50620	0.50110
21220.30	0.51359	0.48937	0.47768	0.46364	0.45818	0.44899	0.44290

4.6 Comparación metodología general y metodología local

En los dos subcapítulos anteriores se pudo observar que para una misma área se obtienen diferentes comportamientos de los ajustes de los factores de reducción por área, esto es debido a que en la metodología local se tiene la ventaja de las reducciones de áreas ligadas al concepto de simultaneidad.

Por otro lado, se tiene que tomar en cuenta que el área de la cuenca del río Sonora es amplia, esto influye directamente en ambas metodologías, por ello se tomó la decisión de reducir las áreas en subcuencas y para cada una de estas, calcular sus factores de reducción por área, las subcuencas considerando la metodología local.

A continuación se presentan las Tablas 4.63, 4.64 y 4.65 con los factores de reducción por área calculados por la metodología local. Las Figuras 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 4.13 y 4.14 muestran las graficas con los resultados de los factores de reducción por área local (FRA_{ML}), para dichas subcuencas, realizadas con ajuste con el programa Curve Expert 1.3.

Tabla 4.63 Factores de reducción por área metodología local, cuenca Orégano

Área (km ²)	Periodo de retorno en años					
	2	5	10	50	100	1000
1603399276.77	0.61154	0.60830	0.59851	0.58850	0.58595	0.57787
4061832529.58	0.59287	0.58973	0.58023	0.57053	0.56805	0.56023
5809648856.39	0.59989	0.59671	0.58710	0.57729	0.57478	0.56686
7413048133.16	0.54565	0.54275	0.53401	0.52509	0.52281	0.51560
9871481385.97	0.56702	0.56401	0.55493	0.54566	0.54329	0.53580
11474880662.74	0.60948	0.60625	0.59649	0.58652	0.58397	0.57593

Tabla 4.64 Factores de reducción por área metodología local, cuenca Cajón

Área (km ²)	Periodo de retorno en años					
	2	5	10	50	100	1000
1177919344.28	0.88848	0.87487	0.87417	0.86975	0.86795	0.86097
1767332831.97	0.57924	0.54360	0.52610	0.50252	0.49629	0.47814
2493176414.39	0.84547	0.78095	0.74925	0.71300	0.70403	0.67836
2945252176.25	0.72805	0.69470	0.67962	0.65795	0.65350	0.63594
4260509246.37	0.63298	0.61238	0.60266	0.59012	0.58479	0.57495
5438428590.65	0.59723	0.58812	0.58486	0.58284	0.58028	0.57763

Tabla 4.65 Factores de reducción por área metodología local, cuenca Zajón

Área (km ²)	Periodo de retorno en años					
	2	5	10	50	100	1000
1748061394.09	0.87642	0.83378	0.81684	0.79367	0.78862	0.77060
2558927974.90	0.79144	0.77083	0.76528	0.75491	0.75360	0.74687
4306989368.99	0.84009	0.82455	0.81712	0.80648	0.80178	0.79626

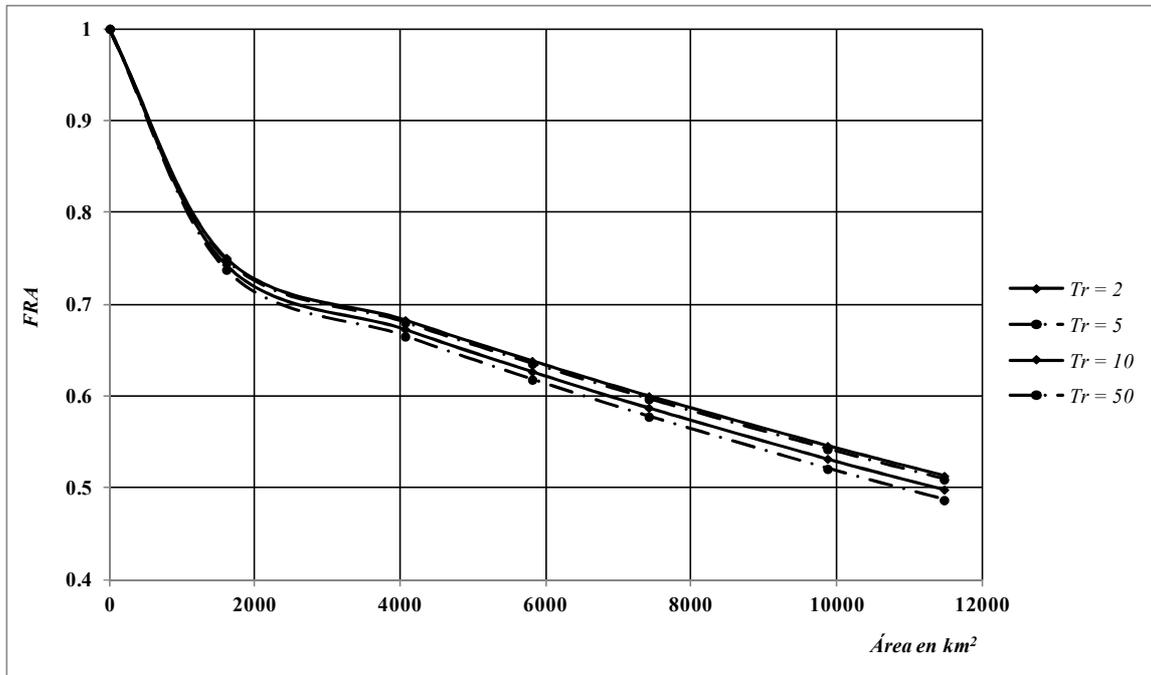


Figura 4.9 Factores de reducción por área para la cuenca Orégano para Tr de 2, 10, 20 y 50 años, Metodología Local.

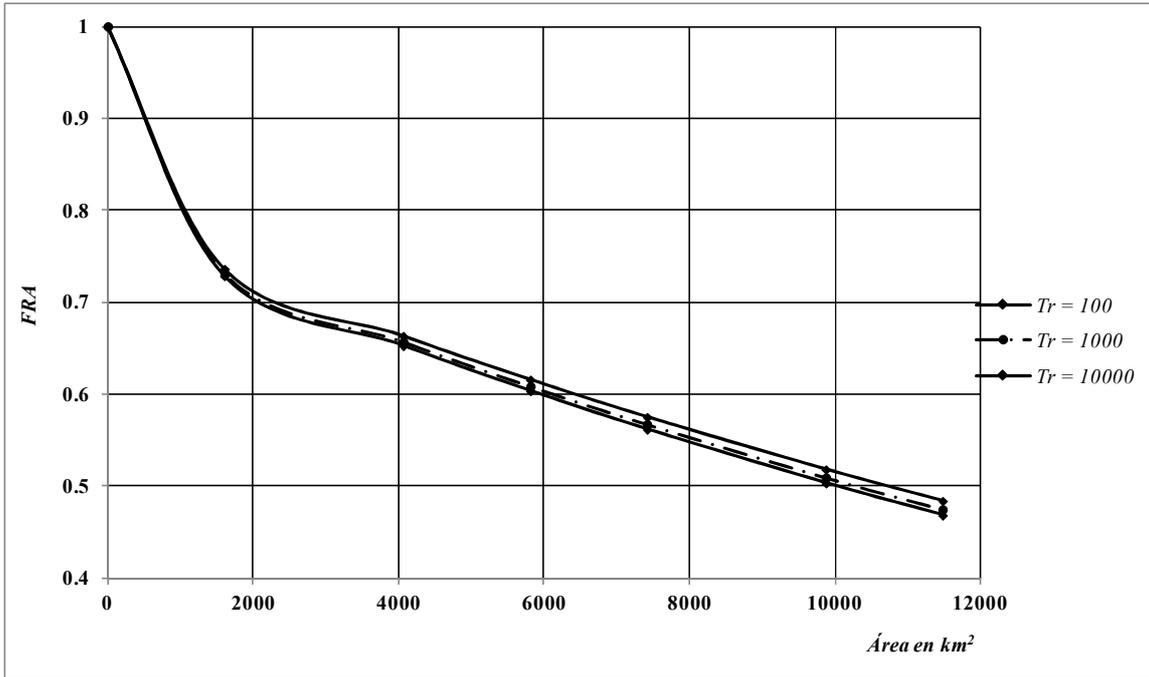


Figura 4.10 Factores de reducción por área para la cuenca Orégano para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología Local

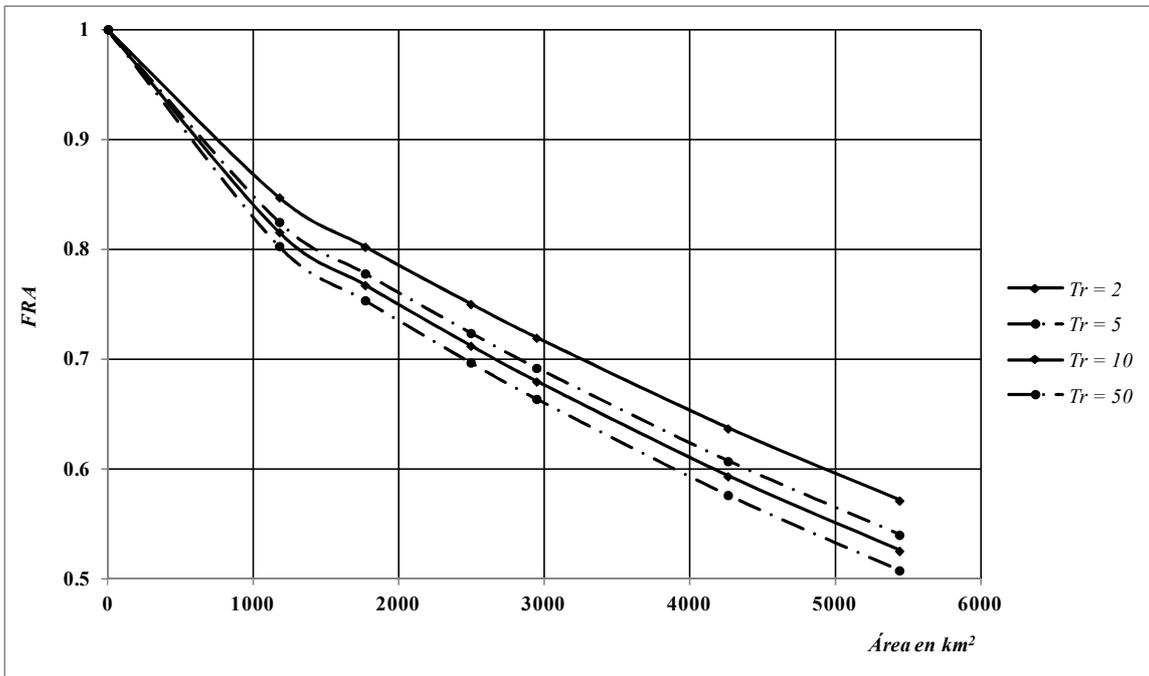


Figura 4.11 Factores de reducción por área para la cuenca Cajón para Tr de 2, 10, 20 y 50 años, Metodología Local.

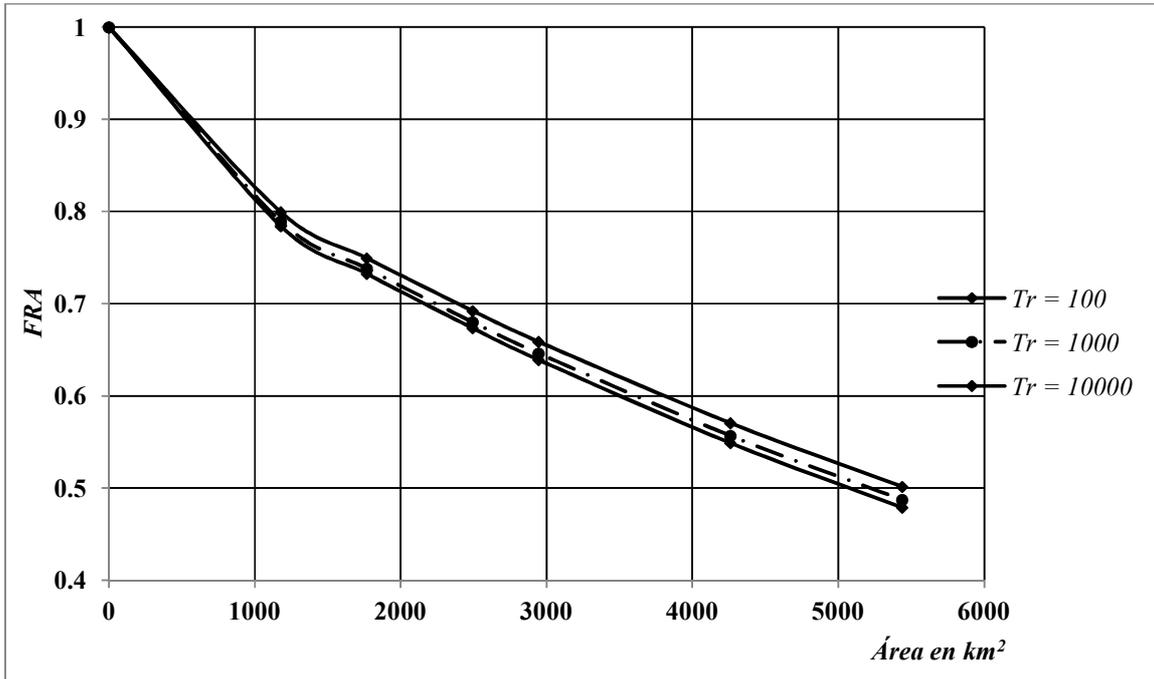


Figura 4.12 Factores de reducción por área para la cuenca Cajón para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología Local

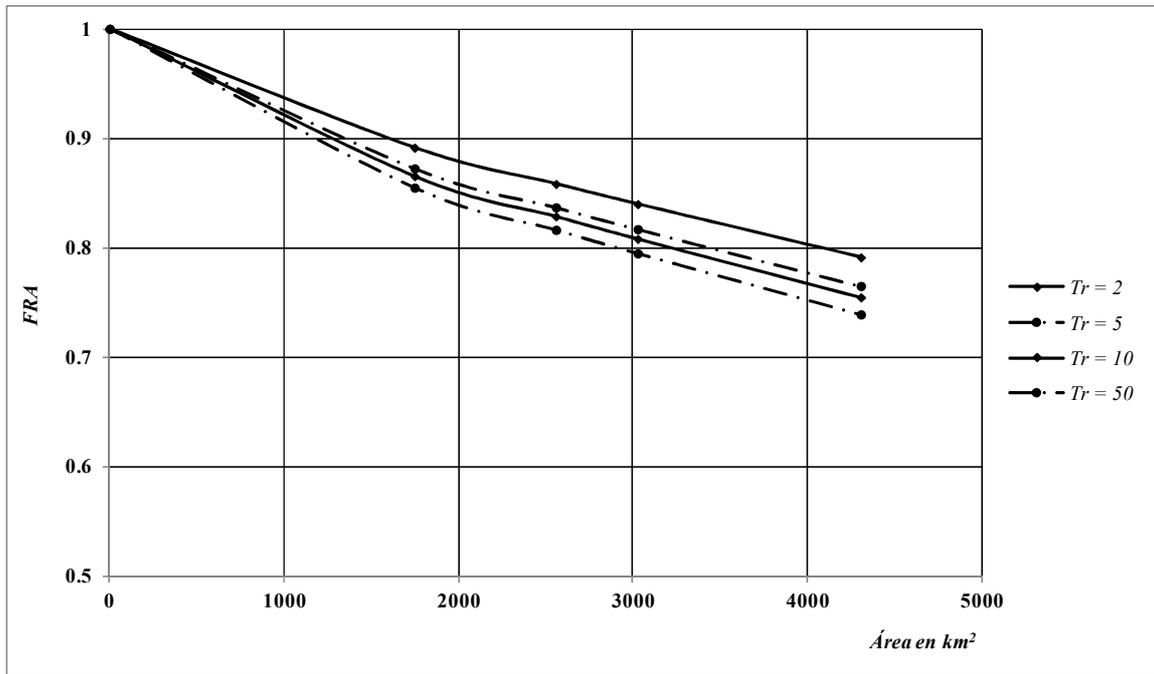


Figura 4.13 Factores de reducción por área para la cuenca Zajón para Tr de 2, 10, 20 y 50 años, Metodología Local.

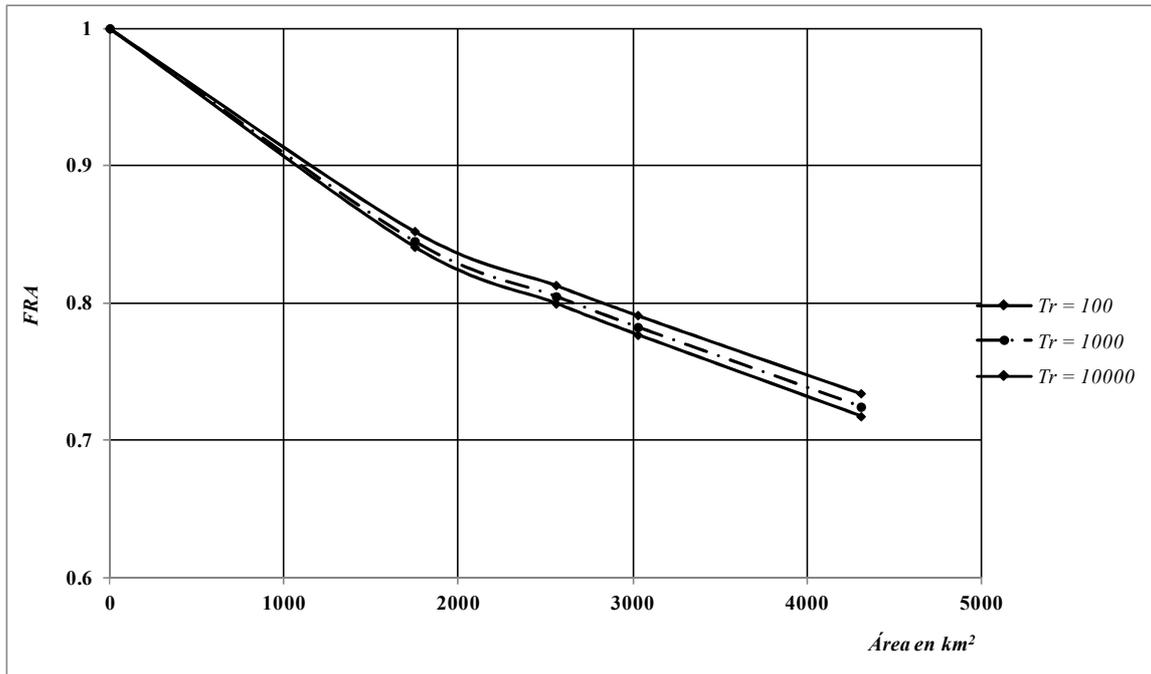


Figura 4.14 Factores de reducción por área para la cuenca Zajón para Tr de 100, 1000 y 10000 años, Metodología Local

Los ajustes y cálculos realizados para estas tres subcuencas por la metodología descrita, se ven con mayor detalle en el Anexo 3 de este trabajo.

5 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Los factores de reducción por área tienen como fin el de relacionar las mediciones puntuales con las áreas de influencia de donde se realicen dichas mediciones. Existen diferentes metodologías para estimar esta relación, pero cuando se incrementa el tamaño del área de influencia, las propiedades fisiográficas del área en donde se miden los valores, perderá esta relación, debido a que se involucran más variables.

El concepto de homogenización se ve de forma puntual cuando se realizan sus pruebas en forma puntual a través de las estaciones de registro y sus series de datos, pero aun así tienen el defecto de que no se tienen años continuos, por lo que en algunas estaciones, se involucraron en la homogenización y regionalización de la serie de datos homogéneas, también se tomó en cuenta la medida de tendencia central del coeficiente de variación, ya que entre las series de datos puede existir una heterogeneidad y logró que, cuando se ajustará a la función de probabilidad para datos máximos, fuera de la mejor manera posible.

Lo que se busca al utilizar el concepto de regionalizar diferentes series de datos, es lograr que estas mediciones tengan relaciones entre ellas, por lo que el planteamiento de la metodología general aplicando el método de regionalización es que al calcular la relación de lluvias puntuales regionalizadas, tenga un mejor planteamiento y relación con el área en estudio.

El cálculo de la regionalización permite que, con un mínimo del error estándar de ajuste se pueda obtener una relación correcta entre las mediciones puntuales y sus áreas, en función de los promedios que se obtengan y en función de los periodos de retorno calculados.

Se observó que él para el área total de la cuenca del río Sonora para ambas metodologías es similar, debido a que el área de estudio es muy extensa, cuando se reducen las áreas de estudio se tienen un mejor comportamiento, esta es la razón por la que se plantea que las áreas de estudio sean subcuencas, para que, cuando se necesite estimar un área que abarque dos subcuencas, se puedan consultar la Figura 4.7 y la Figura 4.8, pero solo en ese caso, porque se recomienda que utilizar la Figura 4.9, Figura 4.10, Figura 4.11, Figura 4.12, Figura 4.13 y Figura 4.14 para áreas más pequeñas y que estén dentro de cada subcuenca.

Por recomendación y los pasos y planteamientos, se sugiere utilizar las Figuras obtenidas de la metodología local, debido a que se involucran de mejor forma con cada área estudiada y el concepto de simultaneidad auxilia a tener una mejor optimización de los valores medidos, así como sus resultados y ajustes.

REFERENCIAS

- 1.- Aparicio M. F. J.(2006), “Fundamentos de hidrología de superficie, Ed. Limusa., México.
- 2.- Aragón H. (2003), “Curso de ArcView GIS 3.2 con aplicación en hidrología superficial” CENAPRED, México.
- 3.- Bell, F.C. (1976), “The areal reduction factor in rainfall frequency estimation”. United Kindom: Institute of Hydrology, No. 35, Wallingford, UK.
- 4.- Camargo H., Franco V. (1998), “Adquisición de datos”, Series del Instituto de Ingeniería, UNAM, México.
- 5.- Campos A. J. L. (1998), “Procesos del Ciclo Hidrológico”, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, San Luis Potosí, México.
- 6.- Chow, V. T. (1994), “Hidrología Aplicada”, Ed. Mc Graw Hill, México.
- 7.- Dominguez M. R., Franco C. (2002), “Análisis regional para la obtención de precipitaciones de diseño asociadas a duraciones menores de 2h” Memorias del XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica, México.
- 8.- Echeverri V. C. A., “Estudio de las crecientes en las cuencas de la costa del estado de Chiapas”, Tesis de Maestría, División de estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México.
- 9.- Escalante S. C.A. (2002),”Técnicas Estadísticas en Hidrología”. Facultad de Ingeniería, UNAM, México.
- 10.- ESRI, (1997), “ArcView GIS 3.2 User´s manual Redlands, Ca”, ESRI, USA.
- 11.- Fuentes M. O. A., Franco V. (1999), “Estudio hidrológico para obras de protección”, Series del Instituto de Ingeniería, UNAM, México.
- 12.- Franco V. (2007), “Manual de Hidrología”, CONAGUA, México.
- 13.- Garcés, H. A. (2008), “Estimación de tormentas de diseño considerando la variación espacial de la lluvia. Aplicación al sistema principal de drenaje de la zona Metropolitana del Valle de México”, Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México.
- 14.- Guichard R. D., Dominguez M. R., Garcia B. R. (2002), “Los factores de reducción por área: Revisión histórica y relación con los modelos estocásticos de precipitación”, Universidad de Valencia, España.
- 15.- Guichard D. (1998), “Regionalización de lluvias y escurrimientos en la cuenca del alto río Grijalva” Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México.
- 16.- INEGI (2010), “Documento técnico descriptivo de la red hidrográfica escala 1:50 000”, Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, México.

- 17.- Jiménez E. (1992), “Manual de operación del programa Ax.EXE”, CENAPRED, México.
- 18.- Mena R. S. R. (2004), “Factores de reducción por área para el cálculo de lluvias de diseño. Aplicación al estado de Sinaloa”, Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México.
- 19.- Sánchez M. F. J.(2007) “Cálculo de la precipitación areal mediante sistemas de información geográfica”, EOI, Master en Ingeniería Medio Ambiental y Gestión del agua 2007/2008, España.
- 20.- Springall R. (1970), “Hidrología, primera parte”, Series del Instituto de Ingeniería, UNAM, México

ANEXOS

ANEXO 1 PRUEBAS DE HOMOGENIDAD E INDEPENDENCIA

Estación 26005

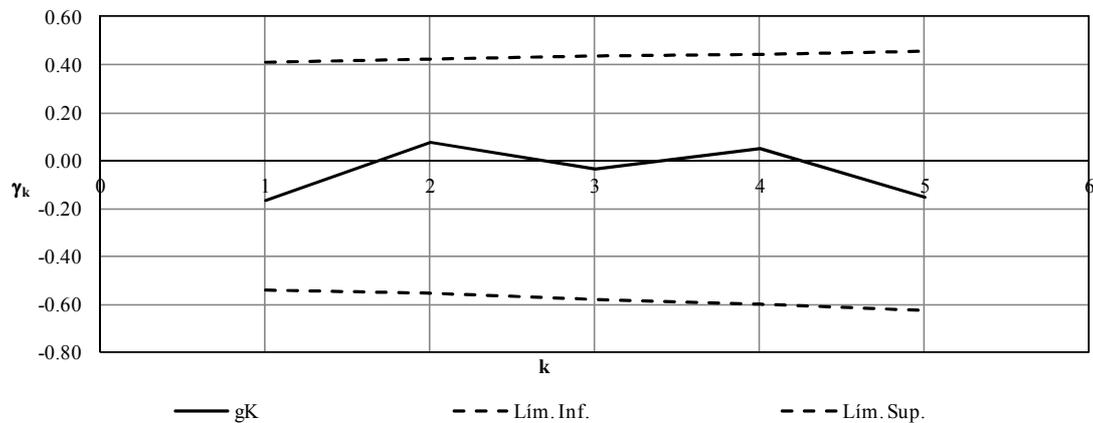
Muestra	Precipitaciones		
1	87.01		
2	75.71	Tamaño de la muestra (n):	17
3	41.81	Media de la muestra (Xmedia) :	43.11
4	76.275		
5	98.875		
6	33.9	Prueba de Helmert	
7	31.188	No. Secuencias Totales (S)	10
8	29.38	No. Cambios Totales (C)	6
9	44.748	(S - C)	4
10	35.369		
11	103.169	La serie es homogénea si:	
12	26.555	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	42.375		
14	24.747	Raíz(n - 1)	4
15	11.526		
16	32.77		
17	32.77		

Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 17
 Media de la muestra (Xmedia) : 43.11
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.53694046	-0.16875543	0.41194046
2	-0.555576565	0.074459836	0.422243232
3	-0.57620575	-0.037647637	0.433348607
4	-0.599203013	0.051191974	0.445356859
5	-0.625048716	-0.1514844	0.458382049

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26007

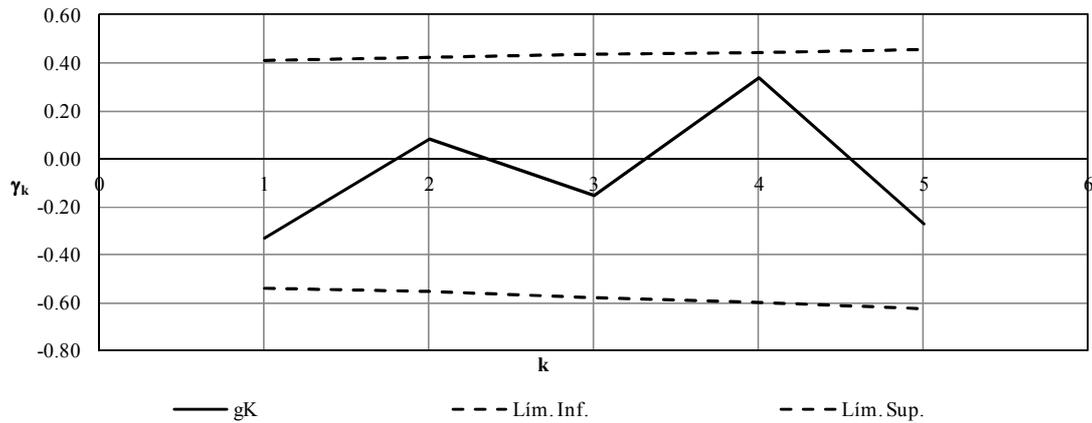
Muestra	Precipitaciones		
1	55.144		
2	33.109	Tamaño de la muestra (n):	17
3	47.912	Media de la muestra (Xmedia) :	49.6
4	55.37		
5	44.409		
6	36.725	Prueba de Helmert	
7	55.37	No. Secuencias Totales (S)	10
8	55.37	No. Cambios Totales (C)	6
9	93.225	(S - C)	4
10	33.335		
11	143.623	La serie es homogénea si:	
12	34.804	$-\sqrt{n-1} \leq (S-C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	39.55		
14	45.2	Raíz(n - 1)	4
15	102.83		
16	39.55		
17	37.742		

Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 17
 Media de la muestra (Xmedia) : 49.62
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.53694046	-0.329068897	0.41194046
2	-0.555576565	0.084919876	0.422243232
3	-0.57620575	-0.155011807	0.433348607
4	-0.599203013	0.335660693	0.445356859
5	-0.625048716	-0.273438539	0.458382049

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26008

Muestra	Precipitaciones		
1	94.355		
2	35.03	Tamaño de la muestra (n):	24
3	49.72	Media de la muestra (Xmedia) :	56.7
4	53.675		
5	50.285		
6	80.23	Prueba de Helmert	
7	72.32	No. Secuencias Totales (S)	10
8	53.11	No. Cambios Totales (C)	13
9	51.415	(S - C)	-4
10	84.75		
11	75.71	La serie es homogénea si:	
12	46.33	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	73.45		
14	30.51	Raíz(n - 1)	4.8
15	126.56		
16	42.94		
17	98.31		
18	76.84		
19	37.29		
20	58.76		
21	77.97		
22	67.235		
23	28.25		
24	72.32		

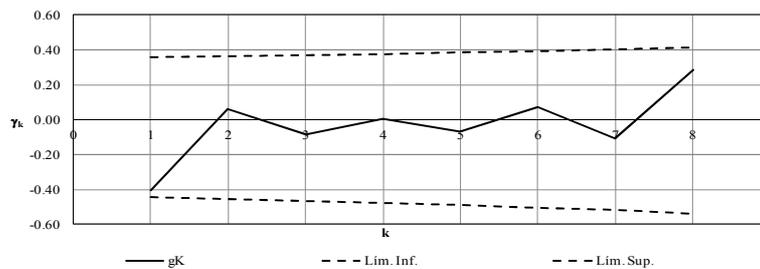
Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 24
 Media de la muestra (Xmedia) : 56.6875
 k : 8

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.443183256	-0.406318834	0.356226734
2	-0.45372038	0.060639084	0.362811289
3	-0.465018403	-0.084183469	0.369780308
4	-0.477172096	0.003014433	0.377172096
5	-0.49029346	-0.067926788	0.385030302
6	-0.504515946	0.070601962	0.393404835
7	-0.52	-0.105984581	0.402352941
8	-0.53694046	0.283027064	0.41194046

Resultado

INDEPENDIENTE



Estación 26016

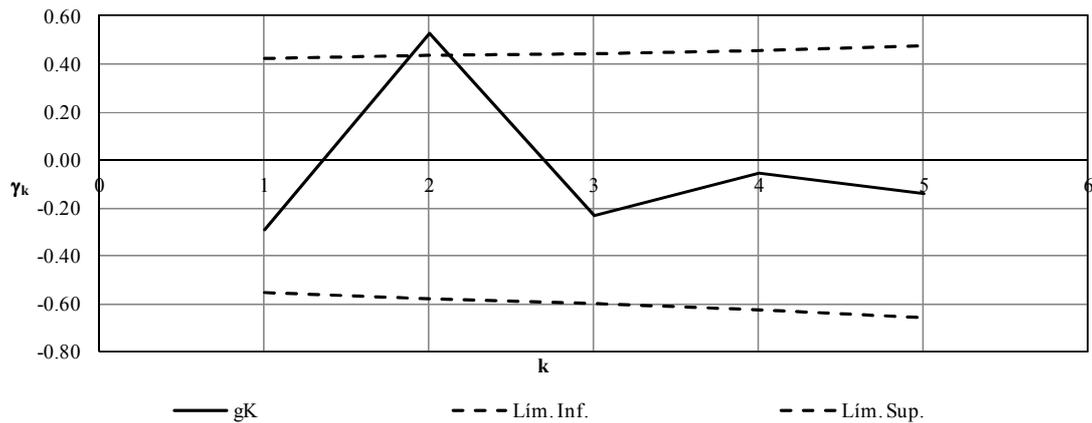
Muestra	Precipitaciones		
1	39.55		
2	67.8	Tamaño de la muestra (n):	16
3	45.2	Media de la muestra (Xmedia) :	67
4	47.46		
5	55.37		
6	42.488	Prueba de Helmert	
7	92.66	No. Secuencias Totales (S)	5
8	59.89	No. Cambios Totales (C)	10
9	169.5	(S - C)	-5
10	43.505		
11	122.04	La serie es homogénea si:	
12	46.33	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	54.24		
14	70.06	Raíz(n - 1)	3.87
15	56.5		
16	59.89		

Resultado NO HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 16
 Media de la muestra (Xmedia) : 67.0301875
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.555576565	-0.291228838	0.422243232
2	-0.57620575	0.528418078	0.433348607
3	-0.599203013	-0.23506209	0.445356859
4	-0.625048716	-0.055369601	0.458382049
5	-0.654369474	-0.139905454	0.472551292

Resultado DEPENDIENTE



Estación 26025

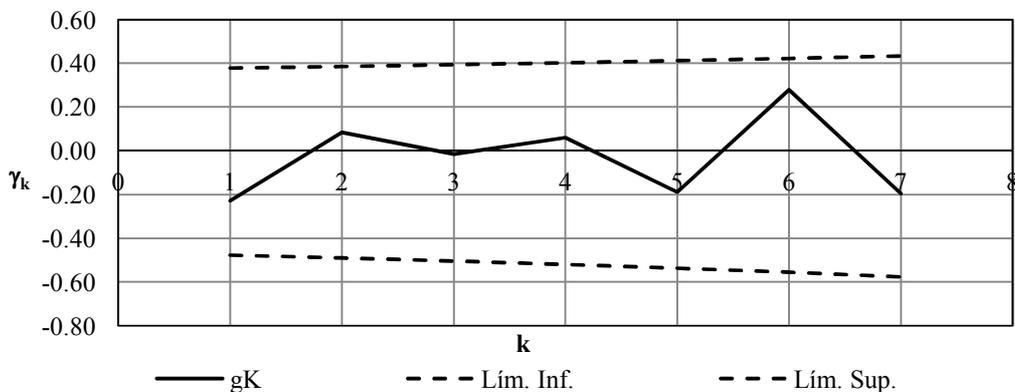
Muestra	Precipitaciones		
1	60		
2	40	Tamaño de la muestra (n):	21
3	48	Media de la muestra (Xmedia) :	59.1
4	47		
5	80		
6	45	Prueba de Helmert	
7	43	No. Secuencias Totales (S)	11
8	51	No. Cambios Totales (C)	9
9	42	(S - C)	2
10	60		
11	80	La serie es homogénea si:	
12	43	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	66		
14	95	Raíz(n - 1)	4.47
15	139		
16	49		
17	75		
18	58		
19	48		
20	39		
21	33.5		

Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 21
 Media de la muestra (Xmedia) : 59.11904762
 k : 7

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.477172096	-0.229127191	0.377172096
2	-0.49029346	0.084314296	0.385030302
3	-0.504515946	-0.016296816	0.393404835
4	-0.52	0.060192702	0.402352941
5	-0.53694046	-0.189522031	0.41194046
6	-0.555576565	0.277741848	0.422243232
7	-0.57620575	-0.19570801	0.433348607

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26032

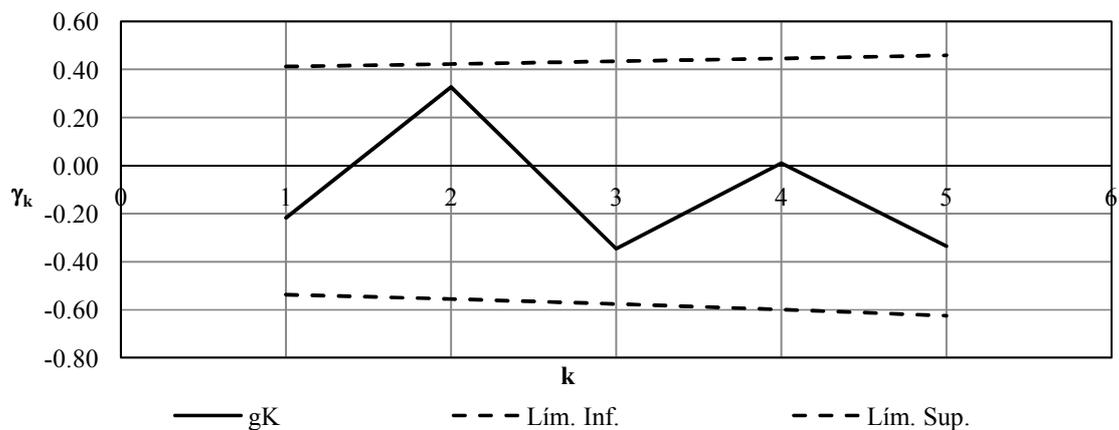
Muestra	Precipitaciones	
1	97.2	
2	40	Tamaño de la muestra (n): 17
3	53	Media de la muestra (Xmedia) : 63.8
4	63.9	
5	57	
6	32.5	Prueba de Helmert
7	62.9	No. Secuencias Totales (S) 7
8	29	No. Cambios Totales (C) 9
9	64.7	(S - C) -2
10	46	
11	200	La serie es homogénea si:
12	48.5	$-\sqrt{n-1} \leq (S-C) \leq \sqrt{n-1}$
13	112	
14	34.5	Raíz(n - 1) 4
15	48	
16	41.2	
17	53.5	

Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 17
 Media de la muestra (Xmedia) : 63.76
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.53694046	-0.217781108	0.41194046
2	-0.555576565	0.327127018	0.422243232
3	-0.57620575	-0.346429105	0.433348607
4	-0.599203013	0.009179401	0.445356859
5	-0.625048716	-0.335376894	0.458382049

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26035

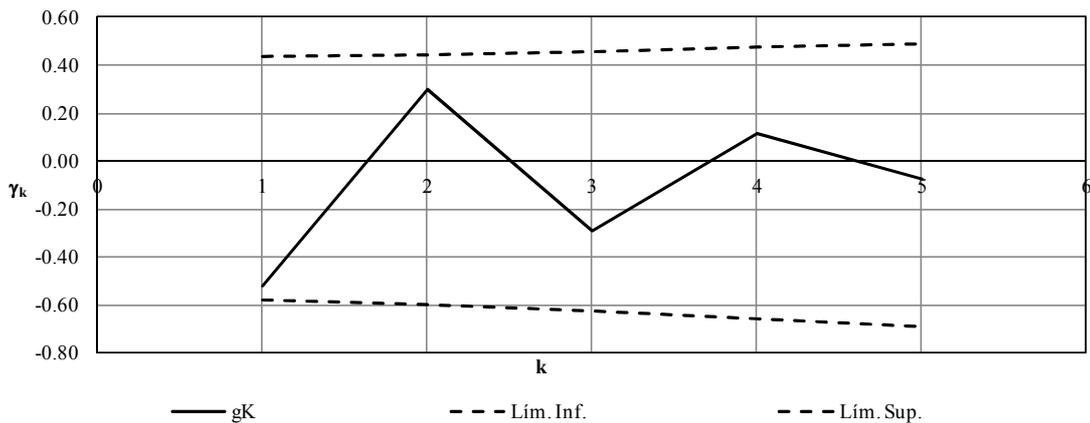
Muestra	Precipitaciones		
1	42		
2	65	Tamaño de la muestra (n):	15
3	42	Media de la muestra (Xmedia) :	50.5
4	80		
5	70		
6	40	Prueba de Helmert	
7	41	No. Secuencias Totales (S)	5
8	33	No. Cambios Totales (C)	9
9	87.3	(S - C)	-4
10	10		
11	91	La serie es homogénea si:	
12	29	$-\sqrt{n-1} \leq (S-C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	35		
14	32.5	Raíz(n - 1)	3.74
15	60		

Resultado **NO HOMOGÉNEA**

Tamaño de la muestra (n): 15
 Media de la muestra (Xmedia) : 50.52
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.57620575	-0.516931986	0.433348607
2	-0.599203013	0.299516499	0.445356859
3	-0.625048716	-0.293494232	0.458382049
4	-0.654369474	0.117482582	0.472551292
5	-0.688	-0.076299259	0.488

Resultado **INDEPENDIENTE**



Estación 26052

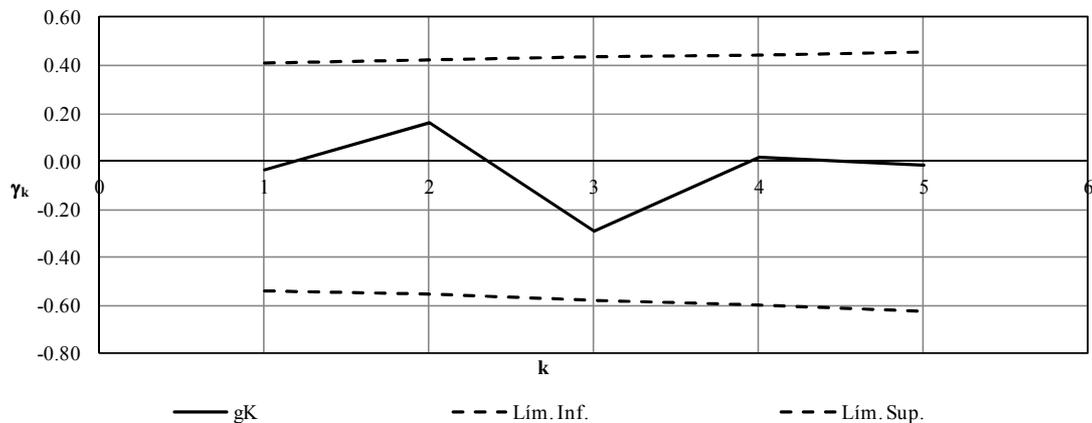
Muestra	Precipitaciones
1	43
2	144
3	78
4	120
5	74
6	54
7	29.6
8	75
9	68
10	85
11	35
12	45
13	60
14	68
15	80
16	52
17	41

Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 17
 Media de la muestra (Xmedia) : 67.74117647
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.53694046	-0.036349506	0.41194046
2	-0.555576565	0.16176033	0.422243232
3	-0.57620575	-0.292736411	0.433348607
4	-0.599203013	0.014255943	0.445356859
5	-0.625048716	-0.015905374	0.458382049

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26074

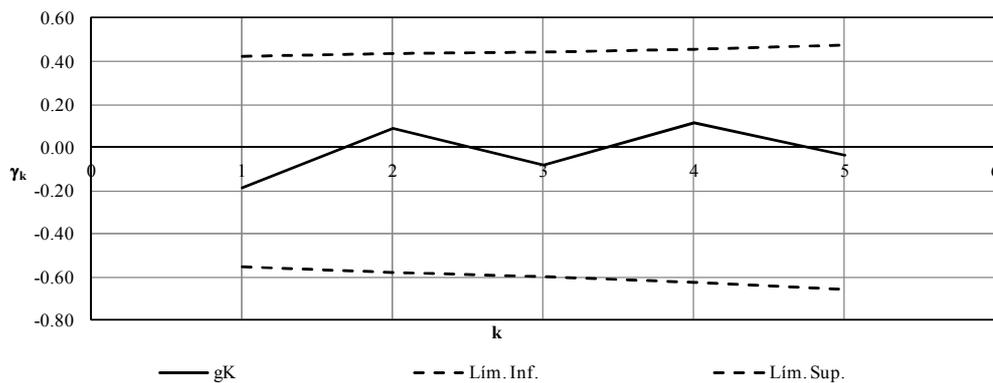
Muestra	Precipitaciones		
1	34		
2	46	Tamaño de la muestra (n):	16
3	70	Media de la muestra (Xmedia) :	47.3
4	76		
5	65		
6	50	Prueba de Helmert	
7	50	No. Secuencias Totales (S)	9
8	48	No. Cambios Totales (C)	6
9	58.9	(S - C)	3
10	33		
11	59	La serie es homogénea si:	
12	20	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	65		
14	46	Raíz(n - 1)	3.87
15	15		
16	21.1		

Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 16
 Media de la muestra (Xmedia) : 47.3125
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.555576565	-0.184137291	0.422243232
2	-0.57620575	0.086303939	0.433348607
3	-0.599203013	-0.082210668	0.445356859
4	-0.625048716	0.114017385	0.458382049
5	-0.654369474	-0.032596853	0.472551292

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26088

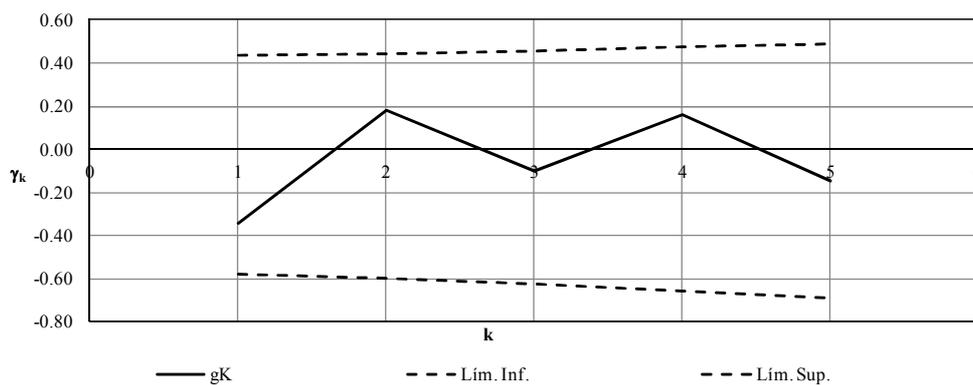
Muestra	Precipitaciones		
1	45.5		
2	62.7	Tamaño de la muestra (n):	15
3	31.5	Media de la muestra (Xmedia) :	50.4
4	35		
5	48		
6	39	Prueba de Helmert	
7	50	No. Secuencias Totales (S)	10
8	38	No. Cambios Totales (C)	4
9	58	(S - C)	6
10	57		
11	75	La serie es homogénea si:	
12	72	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	60		
14	38.3	Raíz(n - 1)	3.74
15	46.6		

Resultado **NO HOMOGÉNEA**

Tamaño de la muestra (n): 15
 Media de la muestra (Xmedia) : 50.44
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.57620575	-0.345468943	0.433348607
2	-0.599203013	0.180668851	0.445356859
3	-0.625048716	-0.100574248	0.458382049
4	-0.654369474	0.161738453	0.472551292
5	-0.688	-0.149817972	0.488

Resultado **INDEPENDIENTE**



Estación 26090

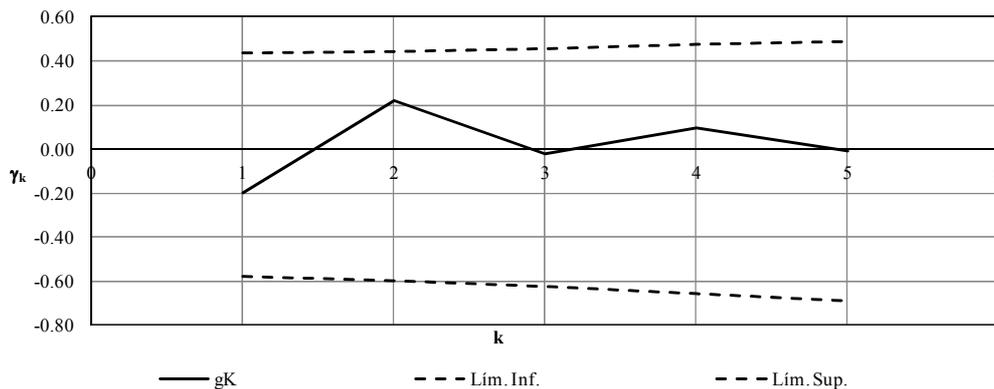
Muestra	Precipitaciones		
1	68.7		
2	36.2	Tamaño de la muestra (n):	15
3	56.5	Media de la muestra (Xmedia) :	64.3
4	37.7		
5	51		
6	80	Prueba de Helmert	
7	65	No. Secuencias Totales (S)	5
8	42	No. Cambios Totales (C)	9
9	82	(S - C)	-4
10	57.1		
11	98.6	La serie es homogénea si:	
12	39.2	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	104.7		
14	88.4	Raíz(n - 1)	3.74
15	58.1		

Resultado NO HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 15
 Media de la muestra (Xmedia) : 64.34666667
 k : 5

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.57620575	-0.198887729	0.433348607
2	-0.599203013	0.221141957	0.445356859
3	-0.625048716	-0.02434018	0.458382049
4	-0.654369474	0.094056651	0.472551292
5	-0.688	-0.008770531	0.488

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26121

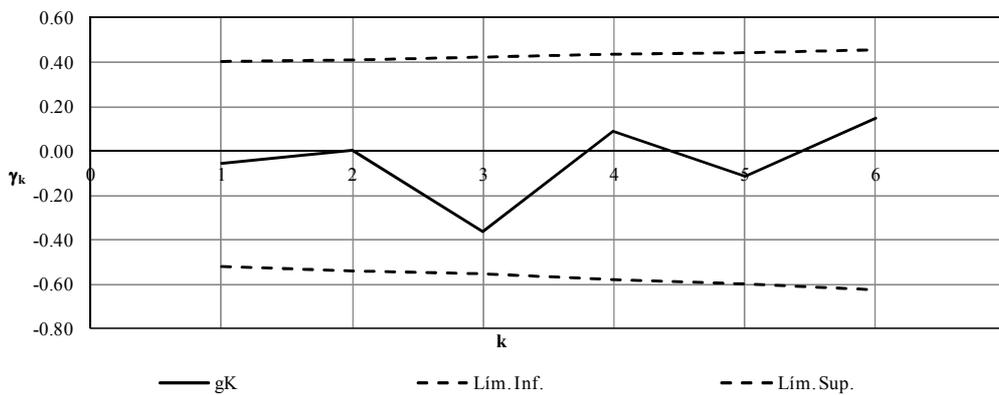
Muestra	Precipitaciones		
1	32.7		
2	41	Tamaño de la muestra (n):	18
3	40	Media de la muestra (Xmedia) :	54.6
4	81.5		
5	71.2		
6	32	Prueba de Helmert	
7	55	No. Secuencias Totales (S)	8
8	51	No. Cambios Totales (C)	9
9	80	(S - C)	-1
10	60		
11	68	La serie es homogénea si:	
12	48	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	51		
14	47.5	Raíz(n - 1)	4.12
15	31		
16	56		
17	38.8		
18	98		

Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 18
 Media de la muestra (Xmedia) : 54.59444444
 k : 6

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.52	-0.054498822	0.402352941
2	-0.53694046	0.00093112	0.41194046
3	-0.555576565	-0.362996184	0.422243232
4	-0.57620575	0.088633555	0.433348607
5	-0.599203013	-0.112576497	0.445356859
6	-0.625048716	0.145284322	0.458382049

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26139

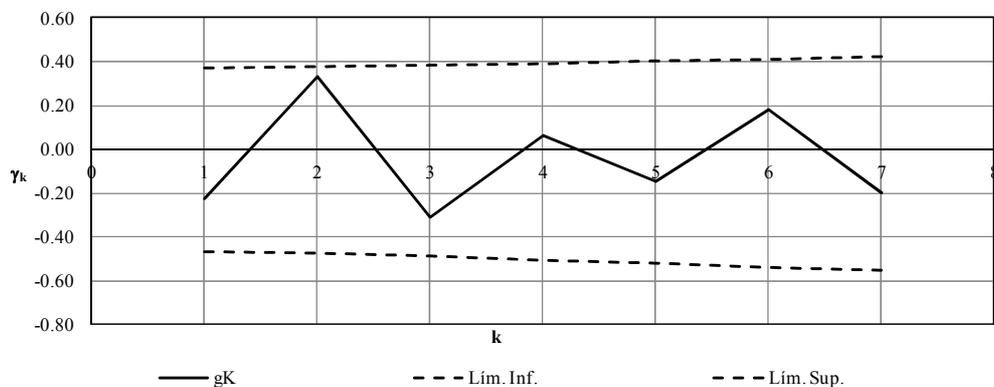
Muestra	Precipitaciones		
1	67.6		
2	48.8	Tamaño de la muestra (n):	22
3	64.6	Media de la muestra (Xmedia) :	75.2
4	48.5		
5	62.9		
6	72	Prueba de Helmert	
7	62.5	No. Secuencias Totales (S)	14
8	40.8	No. Cambios Totales (C)	7
9	119.5	(S - C)	7
10	75.5		
11	112.5	La serie es homogénea si:	
12	39.5	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	142		
14	58.3	Raíz(n - 1)	4.58
15	152.6		
16	61.1		
17	40		
18	58		
19	44		
20	79.2		
21	125.5		
22	78		

Resultado NO HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 22
 Media de la muestra (Xmedia) : 75.15454545
 k : 7

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.465018403	-0.222632174	0.369780308
2	-0.477172096	0.330110391	0.377172096
3	-0.49029346	-0.311722944	0.385030302
4	-0.504515946	0.06053225	0.393404835
5	-0.52	-0.149168895	0.402352941
6	-0.53694046	0.183362464	0.41194046
7	-0.555576565	-0.196191083	0.422243232

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26180

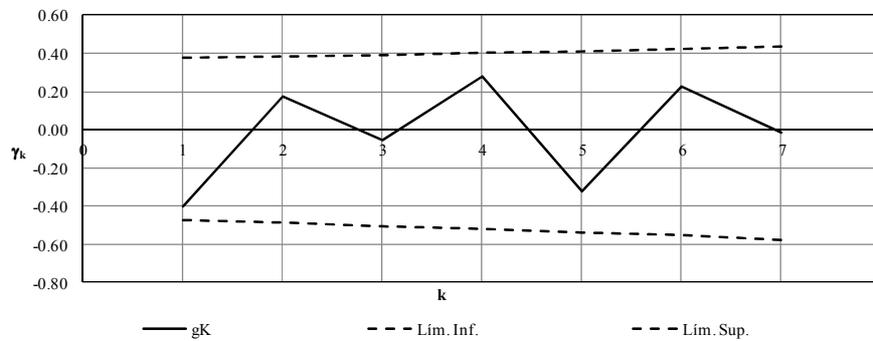
Muestra	Precipitaciones		
1	85.8		
2	62	Tamaño de la muestra (n):	21
3	70	Media de la muestra (Xmedia) :	66.3
4	53.2		
5	73.8		
6	83.7	Prueba de Helmert	
7	44.2	No. Secuencias Totales (S)	9
8	62.4	No. Cambios Totales (C)	11
9	64	(S - C)	-2
10	50.4		
11	106.2	La serie es homogénea si:	
12	42.8	$-\sqrt{n-1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	146.2		
14	46.7	Raíz(n - 1)	4.47
15	47.1		
16	65.6		
17	44.7		
18	83.9		
19	61.5		
20	34.8		
21	62.3		

Resultado HOMOGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 21
 Media de la muestra (Xmedia) : 66.25238095
 k : 7

k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.477172096	-0.403933989	0.377172096
2	-0.49029346	0.171132009	0.385030302
3	-0.504515946	-0.055547237	0.393404835
4	-0.52	0.276264785	0.402352941
5	-0.53694046	-0.326104606	0.41194046
6	-0.555576565	0.22840979	0.422243232
7	-0.57620575	-0.015742345	0.433348607

Resultado INDEPENDIENTE



Estación 26232

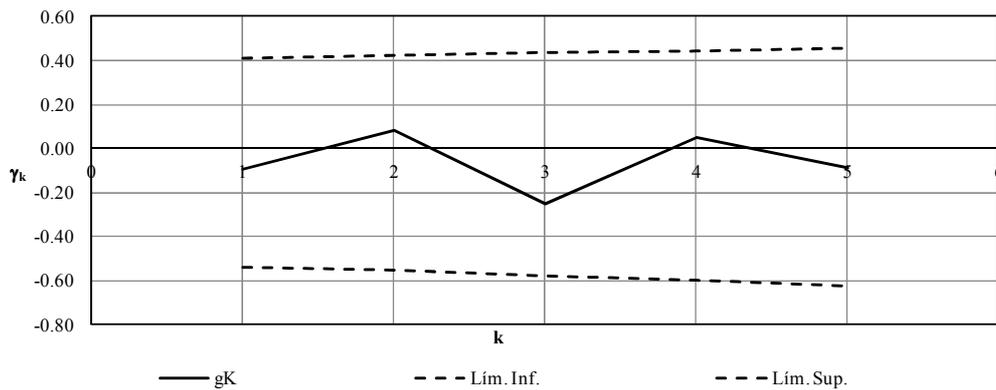
Muestra	Precipitaciones		
1	60.6		
2	48	Tamaño de la muestra (n):	17
3	54.5	Media de la muestra (Xmedia) :	57.2
4	87.3		
5	64		
6	64.5	Prueba de Helmert	
7	46	No. Secuencias Totales (S)	9
8	92.3	No. Cambios Totales (C)	7
9	38	(S - C)	2
10	39		
11	36	La serie es homogénea si:	
12	31	$-\sqrt{n-1} \leq (S-C) \leq \sqrt{n-1}$	
13	64.5		
14	60	Raíz(n - 1)	4
15	94.5		
16	35		
17	57		

Resultado HOM OGÉNEA

Tamaño de la muestra (n): 17
 Media de la muestra (Xmedia) : 57.18823529
 k : 5

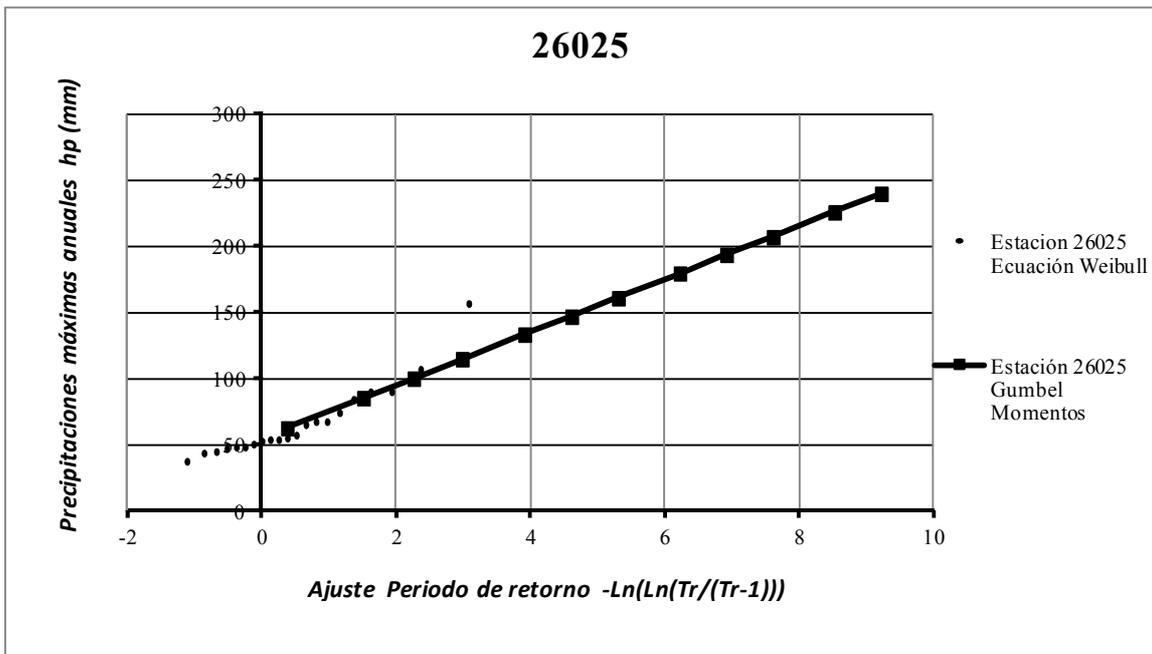
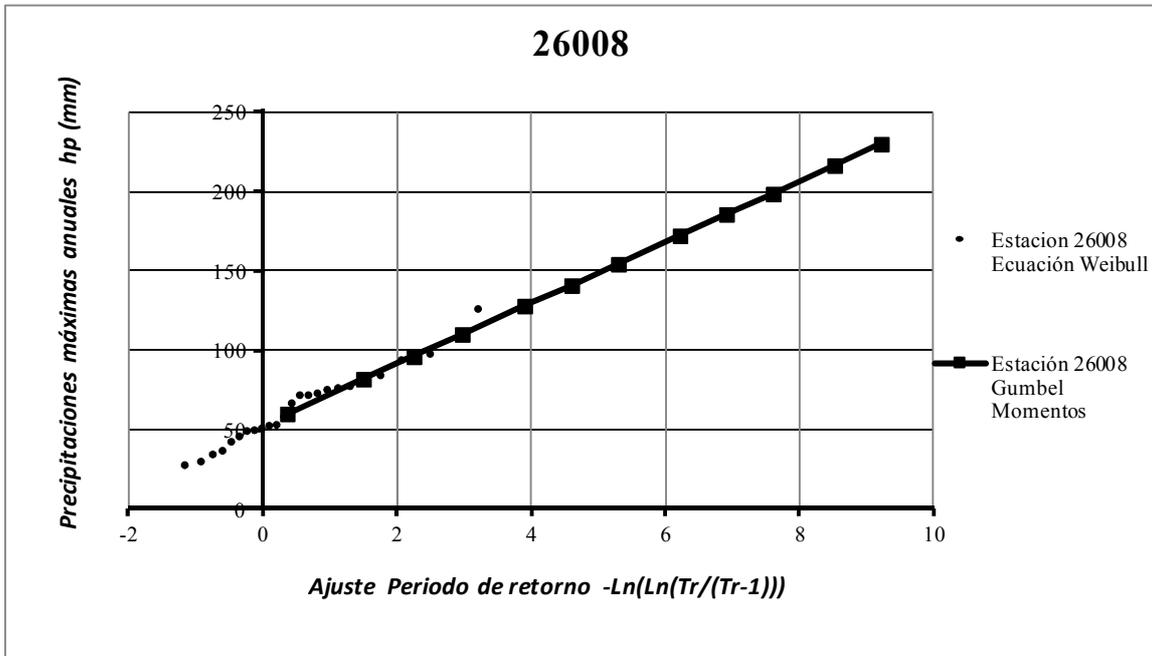
k	Lím. Inf.	gK	Lím. Sup.
1	-0.53694046	-0.093078293	0.41194046
2	-0.555576565	0.084884504	0.422243232
3	-0.57620575	-0.254171828	0.433348607
4	-0.599203013	0.048828079	0.445356859
5	-0.625048716	-0.085001694	0.458382049

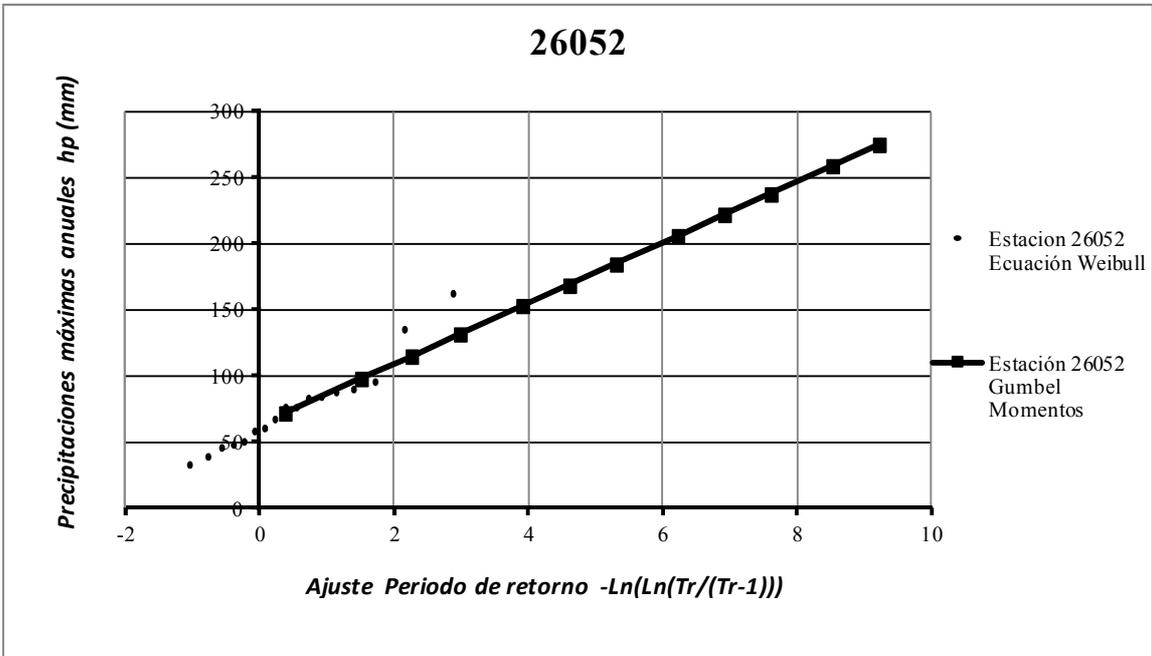
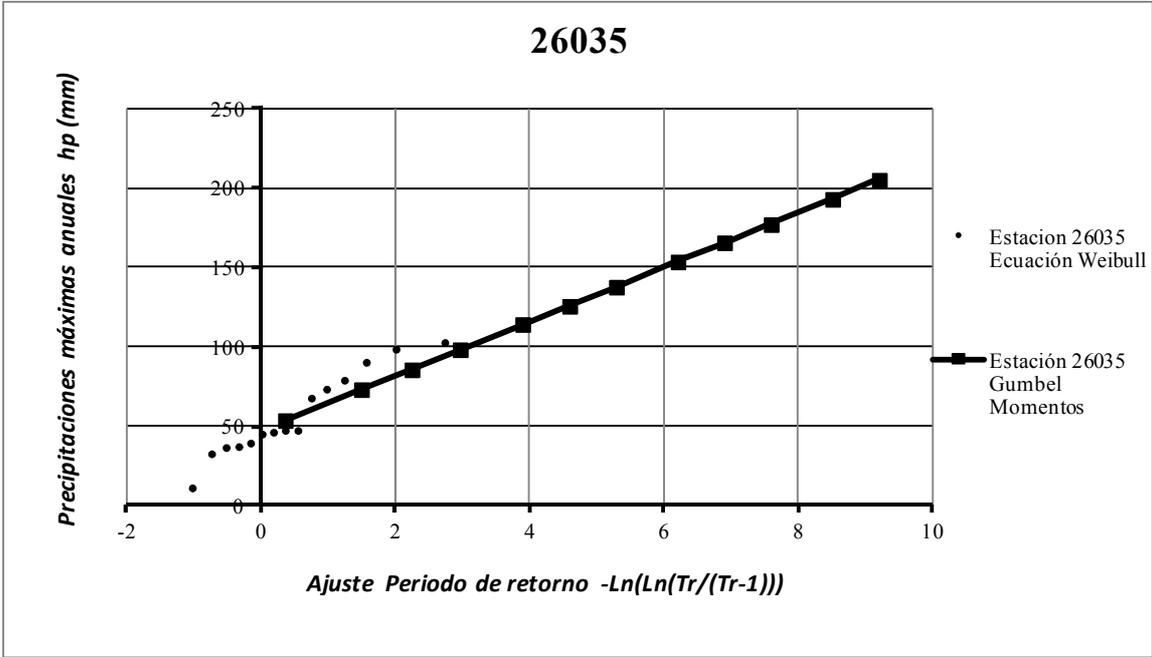
Resultado INDEPENDIENTE

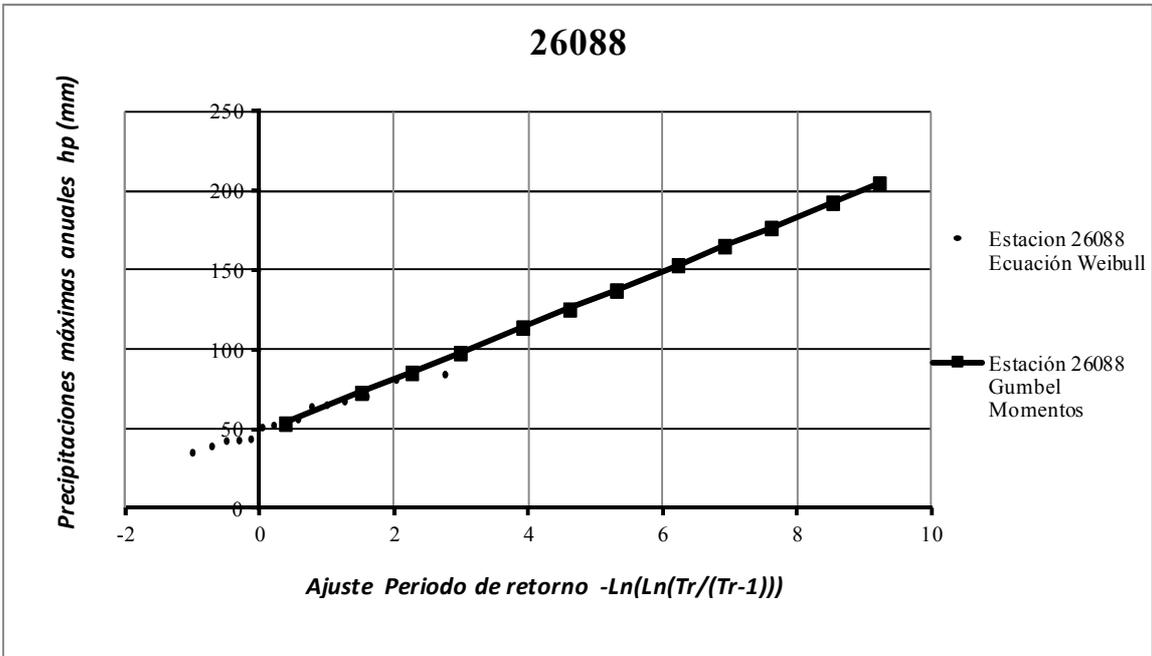
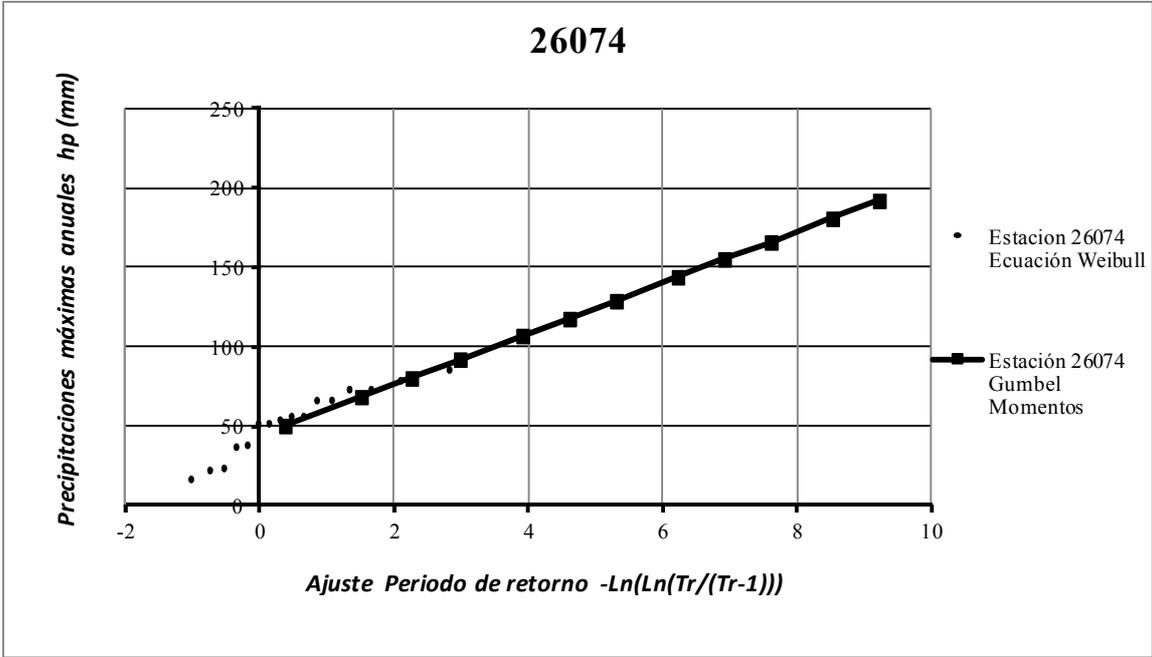


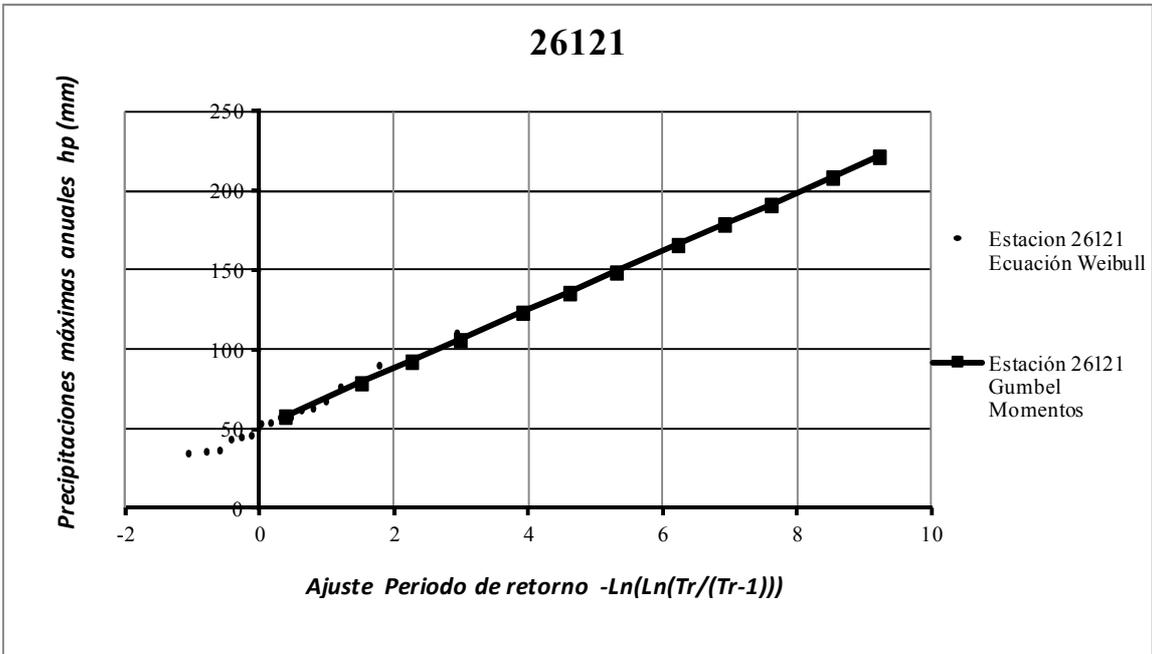
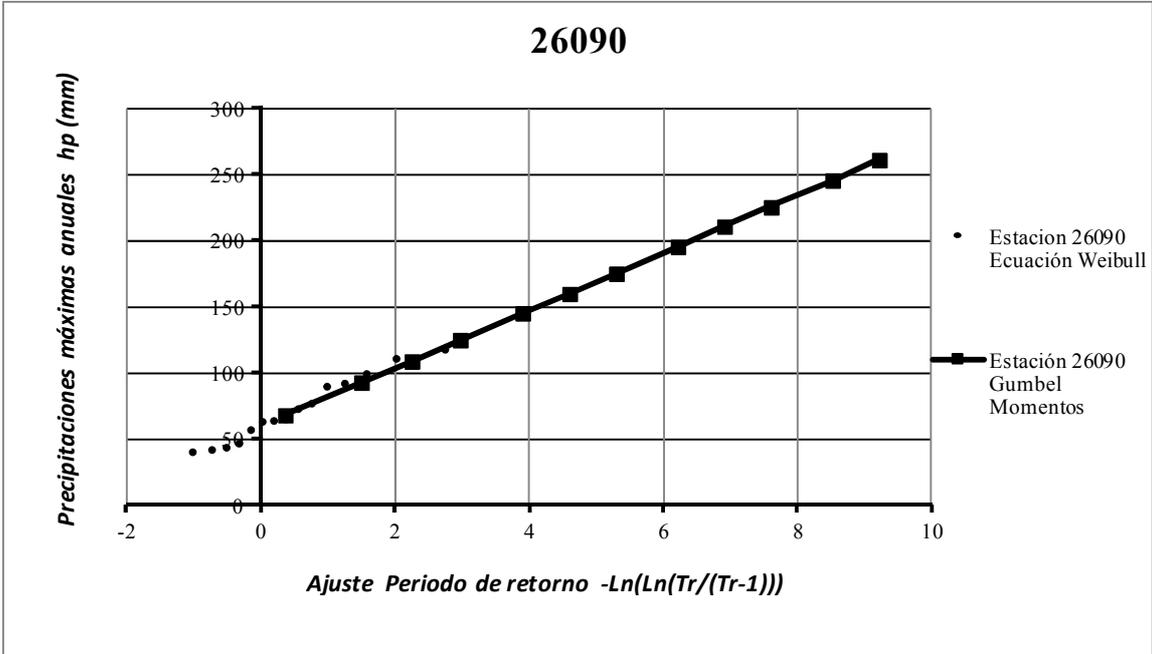
ANEXO 2

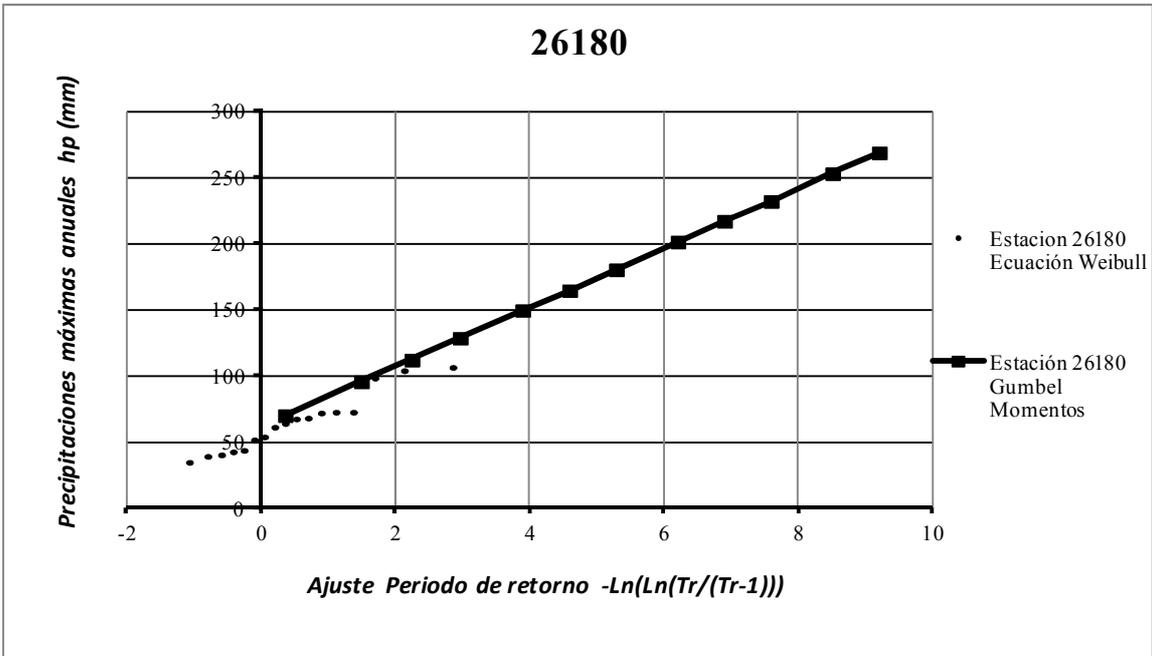
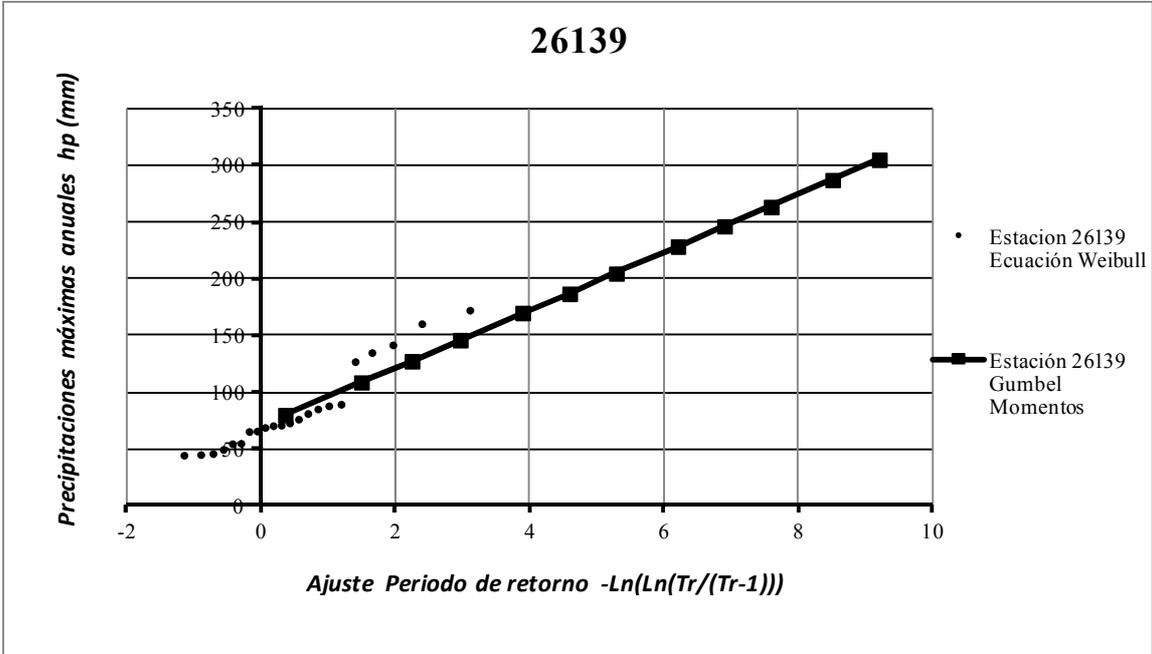
AJUSTES A LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD PARA DATOS MÁXIMOS CON EL ERROR ESTÁNDAR DE AJUSTE MÍNIMO

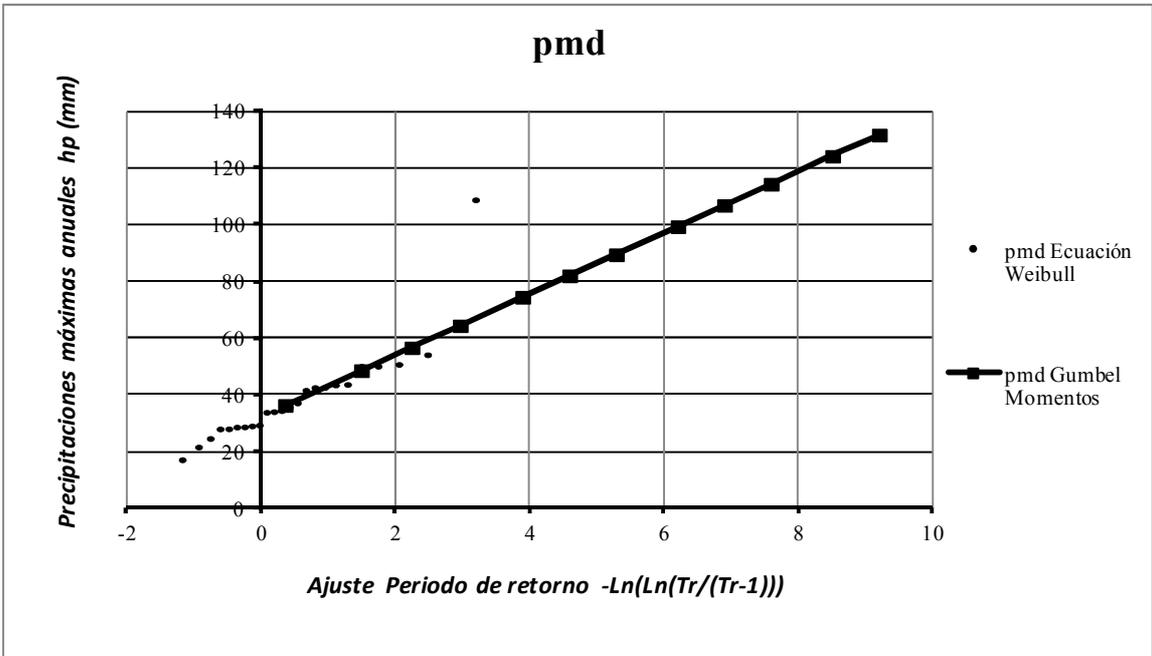
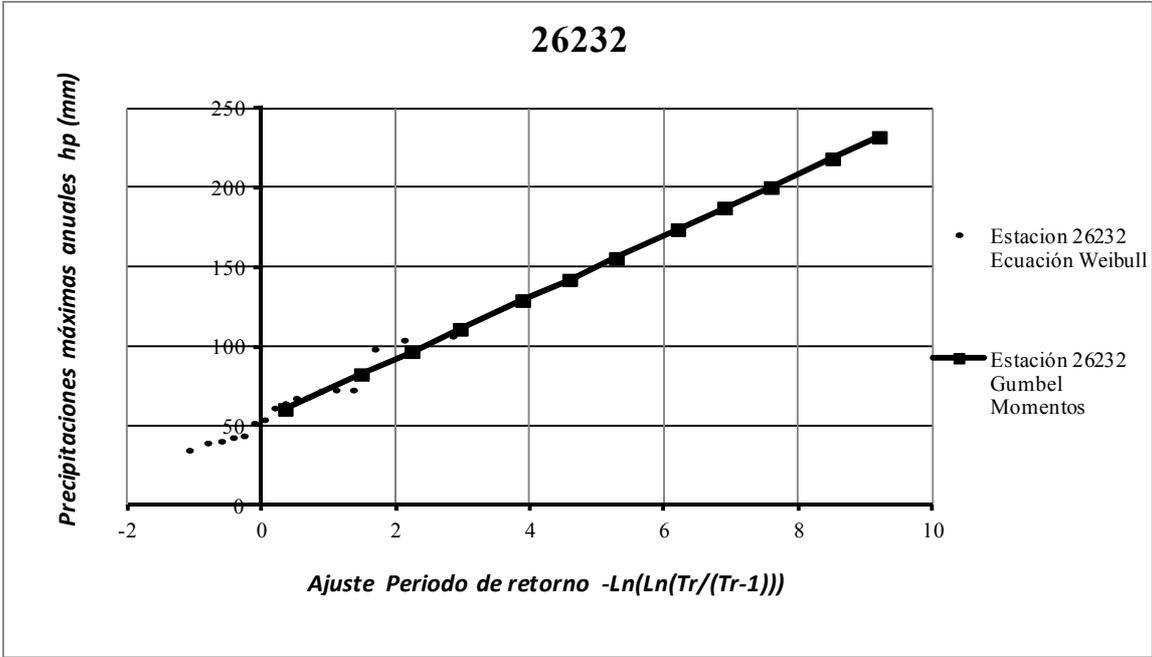








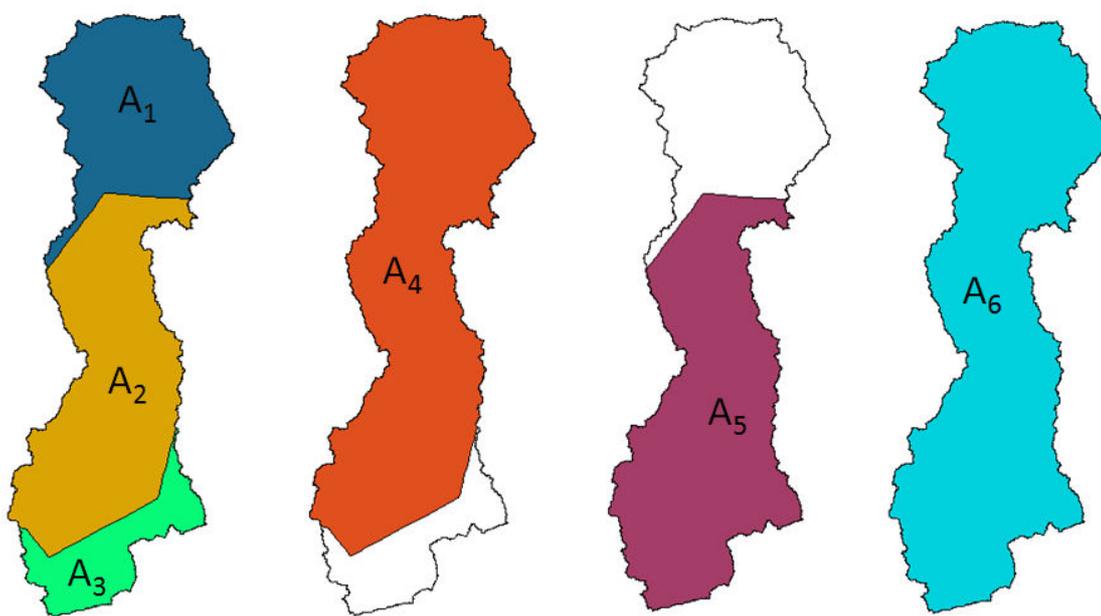




ANEXO 3
METODOLOGÍA LOCAL, SUBCUENCAS ORÉGANO, CAJÓN, ZANJÓN.

Combinaciones de estaciones metodología local, subcuenta Orégano

A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
	26008		26008	26008	26008
26025			26025		26025
		26052		26052	26052
		26088		26088	26088
		26090		26090	26090
	26121		26121	26121	26121
	26180		26180	26180	26180
26232			26232		26232



Áreas consideradas de la subcuenta Orégano referidas a las 8 estaciones de influencia

Valores de áreas de las combinaciones de estaciones subcuenta Orégano

Número de área	Área (km ²)
A1	4061.83253
A2	5809.648856
A3	1603.399277
A4	9871.481386
A5	7413.048133
A6	11474.88066

Valores máximos anuales de las series de registros, combinaciones de la Metodología Local subcuenca Orégano

ML A01 Com 01															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srpdma</i>
1983				53.11										68.48	59.2642
1988				47.46										54.24	45.6050
1989				67.80										61.59	51.2369
1990				90.40										98.65	82.0730
1991				48.59										72.32	60.1681
1992				74.58										72.89	60.6381
1993				107.35										51.98	44.9223
1994				157.07										104.30	95.0961
1995				55.37										42.94	37.2216
1996				84.75										44.07	36.7847
1997				65.54										40.68	33.8445
2001				54.24										106.79	88.8419
2002				44.07										39.55	33.0361
2003				37.86										64.41	53.5872
Media				70.585										65.919	
Desv Estan				31.709										23.205	
CV				0.449										0.352	

ML A01 Com 02															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srpdma</i>
1980			94.36								36.95		96.95		54.1529
1981			35.03								46.33		70.06		24.9381
1982			49.72								45.20		79.10		42.1105
1983			53.68								92.10		60.12		51.9502
1984			50.29								80.46		83.39		39.4998
1985			80.23								36.16		94.58		47.7362
1988			51.42								90.40		49.95		38.7384
1989			84.75								67.80		70.51		41.7411
1990			75.71								76.84		72.32		61.2932
1991			46.33								54.24		56.95		23.2576
1992			73.45								57.63		120.01		54.4521
1996			98.31								35.03		52.77		46.7120
1997			76.84								63.28		53.22		34.1077
2000			77.97								43.84		94.81		48.7491
2001			67.24								110.74		69.50		68.4284
Media			67.687								62.466		74.949		
Desv Estan			18.887								23.361		19.993		
CV			0.279								0.374		0.267		

ML A01 Com 03															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srpdma</i>
1980									51.42	77.63					52.5703
1981									70.85	40.91					34.0516
1982									35.60	63.85					29.0741
1983									39.55	42.60					28.2715
1984									54.24	57.63					31.1773
1985									44.07	90.40					57.7334
1986									56.50	73.45					37.3025
1987									42.94	47.46					23.5350
1988									65.54	92.66					48.8161
1989									64.41	64.52					31.7327
1990									84.75	111.42					74.9214
1991									81.36	44.30					57.0133
1992									67.80	118.31					53.8127
2000									43.28	99.89					54.3484
2001									52.66	65.65					51.8545
Media									56.997	72.712					
Desv Estan									15.056	25.126					
CV									0.264	0.346					

ML A01 Com 04															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srpdma</i>
1980			94.36	67.80									96.95		64.7242
1981			35.03	45.20									70.06		30.6063
1982			49.72	54.24									79.10		45.4525
1983			53.68	53.11									60.12		43.4622
1984			50.29	90.40									83.39		46.7916
1985			80.23	50.85									94.58		56.0512

1988	51.42	47.46												49.95	29.1099
1989	84.75	67.80												70.51	40.4510
1990	75.71	90.40												72.32	32.7004
1991	46.33	48.59												56.95	29.5619
1992	73.45	74.58												120.01	52.2012
1993	30.51	107.35												48.36	41.2732
1994	126.56	157.07												165.21	127.8798
1996	98.31	84.75												52.77	71.8414
1997	76.84	65.54												53.22	48.9198
2001	67.24	54.24												69.50	37.2735
2002	28.25	44.07												39.32	18.7031
2003	72.32	37.86												70.40	31.2936
Media	66.388	68.961												75.151	
Desv Estan	25.762	29.198												30.043	
CV	0.388	0.423												0.400	

ML_A01_Com_05

	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1988			51.42				162.72						49.95		46.6352
1989			84.75				88.14						70.51		46.7307
1990			75.71				135.60						72.32		51.4198
1991			46.33				83.62						56.95		35.0601
1992			73.45				61.02						120.01		48.0028
1993			30.51				33.45						48.36		22.7198
1994			126.56				84.75						165.21		83.2568
1996			98.31				96.05						52.77		50.2830
1997			76.84				39.55						53.22		31.0307
1998			37.29				50.85						74.13		29.2682
1999			58.76				67.80						50.51		36.5899
2000			77.97				76.84						94.81		43.7355
2001			67.24				90.40						69.50		40.1307
2002			28.25				58.76						39.32		24.7247
2003			72.32				46.33						70.40		31.7755
Media			67.047				78.392						72.531		
Desv Estan			26.267				34.969						32.784		
CV			0.392				0.446						0.452		

ML_A01_Com_06

	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36	67.80				51.42	77.63	36.95			96.95		54.2952
1981			35.03	45.20				70.85	40.91	46.33			70.06		26.4757
1982			49.72	54.24				35.60	63.85	45.20			79.10		42.4149
1983			53.68	53.11				39.55	42.60	92.10			60.12		45.6896
1984			50.29	90.40				54.24	57.63	80.46			83.39		32.5499
1985			80.23	50.85				44.07	90.40	36.16			94.58		35.6581
1988			51.42	47.46				65.54	92.66	90.40			49.95		35.8656
1989			84.75	67.80				64.41	64.52	67.80			70.51		34.1500
1990			75.71	90.40				84.75	111.42	76.84			72.32		43.6784
1991			46.33	48.59				81.36	44.30	54.24			56.95		23.3067
1992			73.45	74.58				67.80	118.31	57.63			120.01		39.1513
2001			67.24	54.24				52.66	65.65	110.74			69.50		61.6533
Media			63.515	62.056				59.353	72.490	66.237			76.953		
Desv Estan			18.236	16.056				15.727	26.043	24.063			19.516		
CV			0.287	0.259				0.265	0.359	0.363			0.254		

**Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinaciones metodología local,
Orégano**

ML_A01_Com_01

Media	70.58	65.92
Desv Estan	31.71	23.2
CV	0.449	0.352

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	0.00	65.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.31	61.565	36.5
5	1.500	1.28	0.00	0.00	0.00	90.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.38	84.734	49.97
10	2.250	1.51	0.00	0.00	0.00	106.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.54	99.96	58
50	3.902	2.03	0.00	0.00	0.00	143.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	133.82	134.38	76.67
100	4.600	2.25	0.00	0.00	0.00	158.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	148.32	148.95	84.61
1000	6.907	3.01	0.00	0.00	0.00	212.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	198.42	199.26	111.63
10000	9.210	3.81	0.00	0.00	0.00	268.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	251.15	252.22	139.92

Ajustadas con AX
 -LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A01_Com_02

Media	67.69	62.47	74.95
Desv Estan	18.89	23.36	19.99
CV	0.279	0.374	0.267

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	62.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.09	0.00	69.70	0.00	60.844	36.5
5	1.500	1.28	0.00	0.00	86.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.96	0.00	95.93	0.00	83.743	49.97
10	2.250	1.51	0.00	0.00	102.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.32	0.00	113.17	0.00	98.79	58
50	3.902	2.03	0.00	0.00	137.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	126.81	0.00	152.15	0.00	132.81	76.67
100	4.600	2.25	0.00	0.00	152.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140.55	0.00	168.64	0.00	147.2	84.61
1000	6.907	3.01	0.00	0.00	203.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	188.02	0.00	225.60	0.00	196.93	111.63
10000	9.210	3.81	0.00	0.00	257.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	238.00	0.00	285.56	0.00	249.27	139.92

Ajustadas con AX
 -LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A01_Com_03

Media	57	72.71
Desv Estan	15.06	25.13
CV	0.264	0.346

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.01	67.62	0.00	0.00	0.00	0.00	59.685	36.5
5	1.500	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.96	93.07	0.00	0.00	0.00	0.00	82.147	49.97
10	2.250	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.07	109.79	0.00	0.00	0.00	0.00	96.908	58
50	3.902	2.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	115.70	147.60	0.00	0.00	0.00	0.00	130.28	76.67
100	4.600	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.24	163.60	0.00	0.00	0.00	0.00	144.4	84.61
1000	6.907	3.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	171.56	218.86	0.00	0.00	0.00	0.00	193.17	111.63
10000	9.210	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	217.16	277.03	0.00	0.00	0.00	0.00	244.52	139.92

Ajustadas con AX
 -LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A01_Com_04

Media	66.39	68.96	75.15
Desv Estan	25.76	29.2	30.04
CV	0.388	0.423	0.4

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	61.74	64.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.89	0.00	64.371	36.5
5	1.500	1.28	0.00	0.00	84.98	88.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.19	0.00	88.597	49.97
10	2.250	1.51	0.00	0.00	100.25	104.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.48	0.00	104.52	58
50	3.902	2.03	0.00	0.00	134.77	139.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	152.56	0.00	140.51	76.67
100	4.600	2.25	0.00	0.00	149.37	155.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.09	0.00	155.74	84.61
1000	6.907	3.01	0.00	0.00	199.83	207.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	226.21	0.00	208.34	111.63
10000	9.210	3.81	0.00	0.00	252.94	262.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	286.33	0.00	263.71	139.92

Ajustadas con AX
 -LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A01_Com_05

Media	67.05	78.39	72.53
Desv Estan	26.27	34.97	32.78
CV	0.392	0.446	0.452

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	62.35	0.00	0.00	0.00	72.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	67.45	0.00	66.893	36.5
5	1.500	1.28	0.00	0.00	85.82	0.00	0.00	0.00	100.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92.84	0.00	92.068	49.97
10	2.250	1.51	0.00	0.00	101.24	0.00	0.00	0.00	118.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.52	0.00	108.61	58
50	3.902	2.03	0.00	0.00	136.10	0.00	0.00	0.00	159.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	147.24	0.00	146.01	76.67
100	4.600	2.25	0.00	0.00	150.86	0.00	0.00	0.00	176.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	163.19	0.00	161.84	84.61
1000	6.907	3.01	0.00	0.00	201.81	0.00	0.00	0.00	235.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218.32	0.00	216.5	111.63
10000	9.210	3.81	0.00	0.00	255.45	0.00	0.00	0.00	298.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	276.34	0.00	274.05	139.92

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A01_Com_06

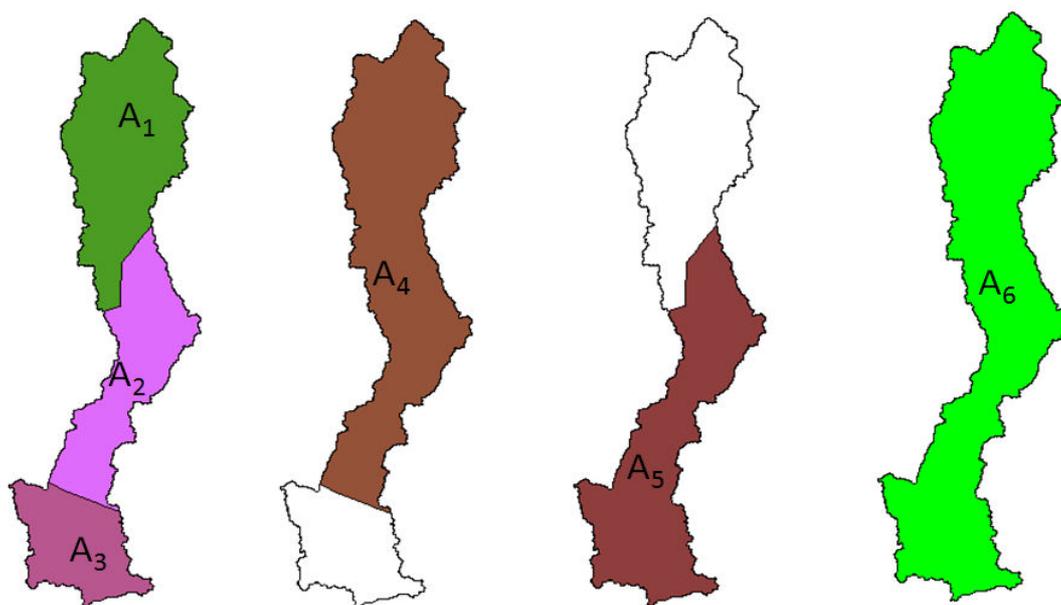
Media	63.52	62.06	59.35	72.49	66.24	76.95
Desv Estan	18.24	16.06	15.73	26.04	24.06	19.52
CV	0.287	0.259	0.265	0.359	0.363	0.254

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	59.07	57.71	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20	67.42	61.60	0.00	71.57	0.00	59.887	36.5
5	1.500	1.28	0.00	0.00	81.30	79.43	0.00	0.00	0.00	0.00	75.97	92.79	84.78	0.00	98.50	0.00	82.425	49.97
10	2.250	1.51	0.00	0.00	95.91	93.70	0.00	0.00	0.00	0.00	89.62	109.46	100.02	0.00	116.20	0.00	97.236	58
50	3.902	2.03	0.00	0.00	128.94	125.97	0.00	0.00	0.00	0.00	120.49	147.15	134.46	0.00	156.21	0.00	130.72	76.67
100	4.600	2.25	0.00	0.00	142.91	139.63	0.00	0.00	0.00	0.00	133.54	163.10	149.03	0.00	173.14	0.00	144.89	84.61
1000	6.907	3.01	0.00	0.00	191.18	186.79	0.00	0.00	0.00	0.00	178.65	218.19	199.37	0.00	231.63	0.00	193.83	111.63
10000	9.210	3.81	0.00	0.00	241.99	236.43	0.00	0.00	0.00	0.00	226.14	276.18	252.36	0.00	293.19	0.00	245.34	139.92

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Combinaciones de estaciones metodología local, subcuenta Cajón

A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
	26008		26008	26008	26008
26025			26025		26025
26032			26032		26032
26074			26074		26074
					26088
		26090		26090	26090
	26121		26121	26121	26121
		26139		26139	26139
	26180		26180	26180	26180



Áreas consideradas de la subcuenta Cajón referidas a las 9 estaciones de influencia

Valores de áreas de las combinaciones de estaciones subcuenta Cajón

Número de área	Área (km ²)
A1	2493.176414
A2	1767.332832
A3	1177.919344
A4	4260.509246
A5	2945.252176
A6	5438.428591

Valores máximos anuales de las series de registros, combinaciones de la Metodología Local subcuenca Cajón

ML_A02_Com_01															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980				67.80				38.42							57.5990
1981				45.20				51.98							38.0607
1982				54.24				79.10							49.1082
1983				53.11				85.88							44.8760
1984				90.40				73.45							72.6122
1985				50.85				56.50							42.9222
1986				48.59				56.50							40.6913
1987				57.63				54.24							46.2903
1994				157.07				66.56							126.1636
1995				55.37				37.29							46.7836
1996				84.75				66.67							73.5224
1997				65.54				22.60							53.3457
2001				54.24				51.98							45.5990
2002				44.07				16.95							36.6728
2003				37.86				23.84							32.1517
Media				64.448				52.131							
Desv Estan				29.365				20.876							
CV				0.456				0.400							

ML_A02_Com_02															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36								36.95		96.95		62.3875
1981			35.03								46.33		70.06		46.4846
1982			49.72								45.20		79.10		44.3442
1983			53.68								92.10		60.12		46.5165
1984			50.29								80.46		83.39		57.0310
1985			80.23								36.16		94.58		73.3258
1988			51.42								90.40		49.95		40.7428
1989			84.75								67.80		70.51		48.0279
1990			75.71								76.84		72.32		38.7488
1991			46.33								54.24		56.95		32.1698
1992			73.45								57.63		120.01		84.2985
1996			98.31								35.03		52.77		49.8956
1997			76.84								63.28		53.22		36.8743
2000			77.97								43.84		94.81		57.5048
2001			67.24								110.74		69.50		36.5296
Media			67.687								62.466		74.949		
Desv Estan			18.887								23.361		19.993		
CV			0.279								0.374		0.267		

ML_A02_Com_03															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980										77.63		76.39			68.4971
1981										40.91		55.14			38.5246
1982										63.85		73.00			57.9944
1983										42.60		54.81			39.6925
1984										57.63		71.08			52.8265
1985										90.40		81.36			78.5240
1986										73.45		70.63			63.4503
1987										47.46		46.10			41.7786
1988										92.66		135.04			88.9185
1989										64.52		85.32			60.4947
1990										111.42		127.13			101.1645
1991										44.30		44.64			39.2553
1992										118.31		160.46			111.5816
2000										99.89		141.82			95.2447
2001										65.65		88.14			61.7714
Media										72.712		87.402			
Desv Estan										25.126		36.548			
CV										0.346		0.418			

ML_A02_Com_04															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36	67.80							36.95		96.95		55.0742
1981			35.03	45.20							46.33		70.06		29.2544
1982			49.72	54.24							45.20		79.10		46.4167
1983			53.68	53.11							92.10		60.12		44.2892
1984			50.29	90.40							80.46		83.39		45.2856

1985	80.23	50.85	36.16	94.58	36.3967
1988	51.42	47.46	90.40	49.95	27.2438
1989	84.75	67.80	67.80	70.51	34.1854
1990	75.71	90.40	76.84	72.32	45.3107
1991	46.33	48.59	54.24	56.95	28.4791
1992	73.45	74.58	57.63	120.01	46.4523
1996	98.31	84.75	35.03	52.77	64.4507
1997	76.84	65.54	63.28	53.22	42.4985
2001	67.24	54.24	110.74	69.50	39.9422
Media	66.953	63.926	63.797	73.531	
Desv Estan	19.376	15.967	23.646	19.949	
CV	0.289	0.250	0.371	0.271	

ML A02 Com 05

	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36								36.95	76.39	96.95		63.3323
1981			35.03								46.33	55.14	70.06		46.3246
1982			49.72								45.20	73.00	79.10		48.1480
1983			53.68								92.10	54.81	60.12		33.5403
1984			50.29								80.46	71.08	83.39		54.4886
1985			80.23								36.16	81.36	94.58		41.3902
1988			51.42								90.40	135.04	49.95		69.9012
1989			84.75								67.80	85.32	70.51		57.2313
1990			75.71								76.84	127.13	72.32		63.0652
1991			46.33								54.24	44.64	56.95		35.1829
1992			73.45								57.63	160.46	120.01		79.9005
1996			98.31								35.03	45.20	52.77		41.9581
1997			76.84								63.28	65.54	53.22		37.6762
2000			77.97								43.84	141.82	94.81		77.5397
2001			67.24								110.74	88.14	69.50		46.3676
Media			67.687								62.466	87.002	74.949		
Desv Estan			18.887								23.361	36.811	19.993		
CV			0.279								0.374	0.423	0.267		

ML A02 Com 06

	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	srpdma
1980			94.36	67.80						77.63	36.95	76.39	96.95		46.3562
1981			35.03	45.20						40.91	46.33	55.14	70.06		30.4345
1982			49.72	54.24						63.85	45.20	73.00	79.10		44.6621
1983			53.68	53.11						42.60	92.10	54.81	60.12		35.4933
1984			50.29	90.40						57.63	80.46	71.08	83.39		42.4125
1985			80.23	50.85						90.40	36.16	81.36	94.58		36.6497
1988			51.42	47.46						92.66	90.40	135.04	49.95		33.1068
1989			84.75	67.80						64.52	67.80	85.32	70.51		29.4125
1990			75.71	90.40						111.42	76.84	127.13	72.32		37.6819
1991			46.33	48.59						44.30	54.24	44.64	56.95		22.7168
1992			73.45	74.58						118.31	57.63	160.46	120.01		37.5025
2001			67.24	54.24						65.65	110.74	88.14	69.50		44.6625
Media			63.515	62.056						72.490	66.237	87.707	76.953		
Desv Estan			18.236	16.056						26.043	24.063	35.358	19.516		
CV			0.287	0.259						0.359	0.363	0.403	0.254		

**Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinaciones metodología local,
Cajón**

ML_A02_Com_01

Media 64.45 52.13
Desv Estan 29.36 20.88
CV 0.456 0.4

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	0.00	59.94	0.00	0.00	0.00	48.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.879	49.78
5	1.500	1.29	0.00	0.00	0.00	83.14	0.00	0.00	0.00	67.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.67	63.78
10	2.250	1.54	0.00	0.00	0.00	99.25	0.00	0.00	0.00	80.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.498	73.05
50	3.902	2.07	0.00	0.00	0.00	133.41	0.00	0.00	0.00	107.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.05	93.44
100	4.600	2.29	0.00	0.00	0.00	147.59	0.00	0.00	0.00	119.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	144.98	102.07
1000	6.907	3.04	0.00	0.00	0.00	195.92	0.00	0.00	0.00	158.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	192.46	130.56
10000	9.210	3.78	0.00	0.00	0.00	243.61	0.00	0.00	0.00	197.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	239.31	159

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A02_Com_02

Media 67.69 62.47 74.95
Desv Estan 18.89 23.36 19.99
CV 0.279 0.374 0.267

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.95	0.00	0.00	64.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.34	0.00	71.20	0.00	67.83	39.29
5	1.500	1.23	0.00	0.00	83.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.83	0.00	92.19	0.00	87.822	47.74
10	2.250	1.42	0.00	0.00	96.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.70	0.00	106.43	0.00	101.39	53.34
50	3.902	1.83	0.00	0.00	123.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	114.31	0.00	137.16	0.00	130.66	65.66
100	4.600	2.00	0.00	0.00	135.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.93	0.00	149.90	0.00	142.8	70.87
1000	6.907	2.58	0.00	0.00	174.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	161.16	0.00	193.37	0.00	184.21	88.08
10000	9.210	3.15	0.00	0.00	213.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	196.77	0.00	236.09	0.00	224.91	105.25

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A02_Com_03

Media 72.71 87.4
Desv Estan 25.13 36.55
CV 0.346 0.418

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	67.62	0.00	81.28	0.00	0.00	70.142	62.32
5	1.500	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.62	0.00	110.13	0.00	0.00	95.032	83.14
10	2.250	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.89	0.00	128.48	0.00	0.00	110.87	96.92
50	3.902	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	141.06	0.00	169.56	0.00	0.00	146.32	127.26
100	4.600	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	155.60	0.00	187.04	0.00	0.00	161.4	140.09
1000	6.907	2.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	204.32	0.00	245.60	0.00	0.00	211.94	182.47
10000	9.210	3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	252.31	0.00	303.28	0.00	0.00	261.71	224.77

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A02_Com_04

Media 66.95 63.93 63.8 73.53
Desv Estan 19.38 15.97 23.65 19.95
CV 0.289 0.25 0.371 0.271

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.95	0.00	0.00	63.60	60.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.61	0.00	69.85	0.00	63.414	40.14
5	1.500	1.22	0.00	0.00	81.68	77.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.83	0.00	89.71	0.00	81.437	49.87
10	2.250	1.40	0.00	0.00	93.73	89.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.32	0.00	102.94	0.00	93.452	56.32
50	3.902	1.79	0.00	0.00	119.84	114.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	114.20	0.00	131.62	0.00	119.49	70.51
100	4.600	1.96	0.00	0.00	131.23	125.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	125.04	0.00	144.12	0.00	130.83	76.51
1000	6.907	2.51	0.00	0.00	168.05	160.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.13	0.00	184.56	0.00	167.55	96.33
10000	9.210	3.07	0.00	0.00	205.54	196.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	195.86	0.00	225.74	0.00	204.93	116.12

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A02_Com_05

Media	67.69	62.47	87	74.95
Desv Estan	18.89	23.36	36.81	19.99
CV	0.279	0.374	0.423	0.267

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	62.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.09	80.91	69.70	0.00	69.253	50.42
5	1.500	1.23	0.00	0.00	83.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.83	107.01	92.19	0.00	91.593	63.63
10	2.250	1.43	0.00	0.00	96.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.33	124.41	107.18	0.00	106.49	72.37
50	3.902	1.87	0.00	0.00	126.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	116.81	162.69	140.15	0.00	139.25	91.62
100	4.600	2.05	0.00	0.00	138.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.06	178.36	153.65	0.00	152.65	99.76
1000	6.907	2.67	0.00	0.00	180.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	166.79	232.30	200.11	0.00	198.82	126.44
10000	9.210	3.27	0.00	0.00	221.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	204.27	284.50	245.08	0.00	243.5	153.48

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A02_Com_06

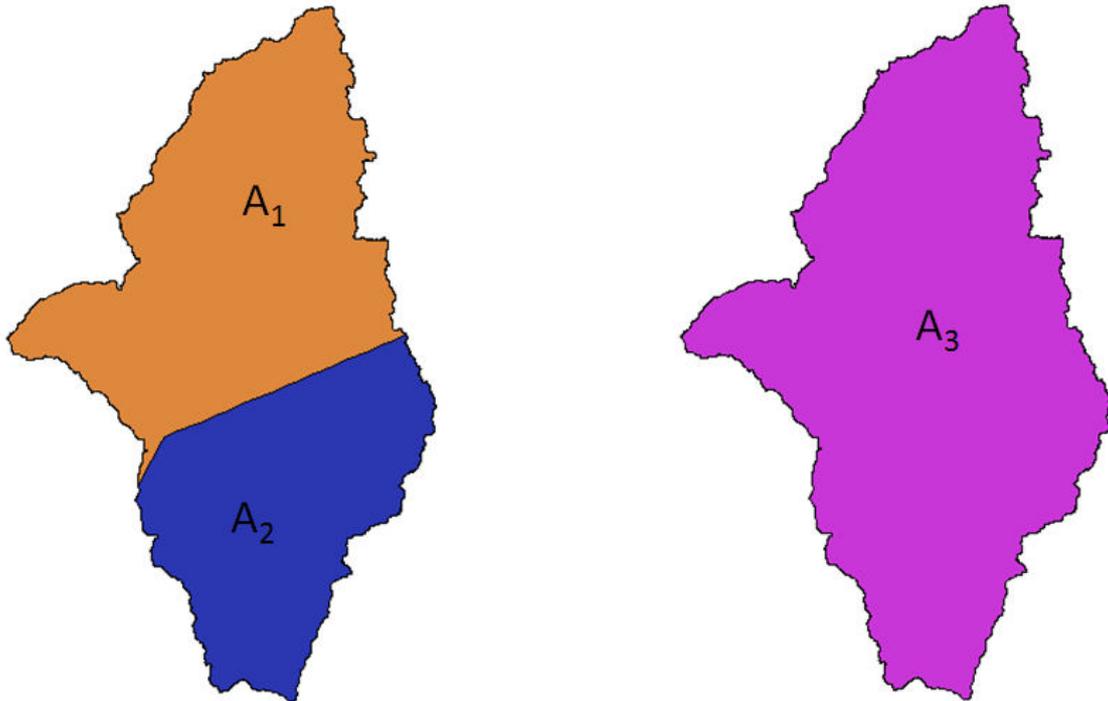
Media	63.52	62.06	72.49	66.24	87.71	76.95
Desv Estan	18.24	16.06	26.04	24.06	35.36	19.52
CV	0.287	0.259	0.359	0.363	0.403	0.254

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.94	0.00	0.00	59.70	58.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.14	62.26	82.44	72.34	0.00	64.063	38.26
5	1.500	1.23	0.00	0.00	78.12	76.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.16	81.47	107.88	94.65	0.00	83.827	49.3
10	2.250	1.42	0.00	0.00	90.19	88.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	102.94	94.06	124.54	109.27	0.00	96.775	56.6
50	3.902	1.83	0.00	0.00	116.23	113.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	132.66	121.21	160.50	140.82	0.00	124.72	72.69
100	4.600	2.01	0.00	0.00	127.67	124.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	145.70	133.14	176.29	154.68	0.00	136.99	79.49
1000	6.907	2.59	0.00	0.00	164.50	160.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	187.75	171.55	227.16	199.31	0.00	176.51	101.96
10000	9.210	3.17	0.00	0.00	201.34	196.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	229.79	209.97	278.03	243.94	0.00	216.04	124.39

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

Combinaciones de estaciones metodología local, subcuenta Zajón

<u>A₁</u>	<u>A₂</u>	<u>A₃</u>
26025		26025
26035		26035
26074		26074
	26139	26139
	26180	26180



Áreas consideradas de la subcuenta Zanjón referidas a las 5 estaciones de influencia

Valores de áreas de las combinaciones de estaciones subcuenta Zanjón

<u>Número de área</u>	<u>Área (km²)</u>
A1	2558.927975
A2	1748.061394
A3	4306.989369

Valores máximos anuales de las series de registros, combinaciones de la Metodología Local subcuenca Zanjón

ML_A03 Com_01															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srpdma</i>
1980				67.80		47.46		38.42							36.8452
1981				45.20		73.45		51.98							40.0046
1982				54.24		47.46		79.10							57.3793
1983				53.11		90.40		85.88							61.9101
1984				90.40		79.10		73.45							59.6964
1985				50.85		45.20		56.50							43.7632
1986				48.59		46.33		56.50							44.0426
1987				57.63		37.29		54.24							38.7660
1994				157.07		98.65		66.56							59.8169
1995				55.37		11.30		37.29							27.4064
1996				84.75		102.83		66.67							57.6032
1997				65.54		32.77		22.60							21.5724
2001				54.24		39.55		51.98							39.9734
2002				44.07		36.73		16.95							16.5822
2003				37.86		67.80		23.84							23.5104
Media				64.448		57.088		52.131							
Desv Estan				29.365		26.781		20.876							
CV				0.456		0.469		0.400							

ML_A03 Com_02															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srpdma</i>
1980												76.39	96.95		85.0242
1981												55.14	70.06		61.4374
1982												73.00	79.10		67.0418
1983												54.81	60.12		51.0773
1984												71.08	83.39		73.0157
1985												81.36	94.58		80.1323
1988												135.04	49.95		47.4097
1989												85.32	70.51		62.9584
1990												127.13	72.32		62.4655
1991												44.64	56.95		49.9354
1992												160.46	120.01		102.0100
1993												65.88	48.36		42.8341
1994												172.44	165.21		146.4728
1996												45.20	52.77		45.6600
1997												65.54	53.22		46.7974
1998												49.72	74.13		64.6793
1999												89.50	50.51		42.7947
2000												141.82	94.81		82.6426
2001												88.14	69.50		58.8786
Media												88.556	76.971		
Desv Estan												39.487	28.838		
CV												0.446	0.375		

ML_A03 Com_03															
	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	<i>srpdma</i>
1980				67.80								76.39	96.95		80.0658
1981				45.20								55.14	70.06		57.8412
1982				54.24								73.00	79.10		57.3397
1983				53.11								54.81	60.12		40.8617
1984				90.40								71.08	83.39		68.0028
1985				50.85								81.36	94.58		57.3291
1988				47.46								135.04	49.95		67.9243
1989				67.80								85.32	70.51		66.5273
1990				90.40								127.13	72.32		65.5134
1991				48.59								44.64	56.95		46.9658
1992				74.58								160.46	120.01		89.7394
1993				107.35								65.88	48.36		43.0521
1994				157.07								172.44	165.21		148.2164
1996				84.75								45.20	52.77		39.0124
1997				65.54								65.54	53.22		44.8630
2001				54.24								88.14	69.50		42.1236
Media				72.461								87.596	77.688		
Desv Estan				29.109								39.754	30.479		
CV				0.402								0.454	0.392		

**Conjunto de series regionalizadas ajustadas a diferentes periodos de retorno, combinaciones metodología local,
Zanjón**

ML_A03_Com_01

Media	64.45	57.09	52.13
Desv Estan	29.36	26.78	20.88
CV	0.456	0.469	0.4

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.93	0.00	0.00	0.00	59.94	0.00	53.09	0.00	48.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.947	39.53
5	1.500	1.33	0.00	0.00	0.00	85.72	0.00	75.93	0.00	69.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.43	55.06
10	2.250	1.59	0.00	0.00	0.00	102.47	0.00	90.77	0.00	82.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.393	65.35
50	3.902	2.17	0.00	0.00	0.00	139.85	0.00	123.88	0.00	113.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	116.54	87.98
100	4.600	2.41	0.00	0.00	0.00	155.32	0.00	137.58	0.00	125.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129.43	97.54
1000	6.907	3.22	0.00	0.00	0.00	207.52	0.00	183.82	0.00	167.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	172.94	129.16
10000	9.210	4.02	0.00	0.00	0.00	259.08	0.00	229.49	0.00	209.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	215.9	160.71

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A03_Com_02

Media	88.56	76.97
Desv Estan	39.49	28.84
CV	0.446	0.375

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.47	70.81	0.00	71.267	62.46
5	1.500	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.81	95.44	0.00	96.056	80.09
10	2.250	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.41	111.61	0.00	112.32	91.75
50	3.902	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.14	147.01	0.00	147.96	117.43
100	4.600	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	185.97	161.64	0.00	162.68	128.29
1000	6.907	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	243.53	211.67	0.00	213.03	164.16
10000	9.210	3.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300.21	260.93	0.00	262.61	199.97

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ML_A03_Com_03

Media	72.46	87.6	77.69
Desv Estan	29.11	39.75	30.48
CV	0.402	0.454	0.392

Tr		asrh	26005	26007	26008	26025	26032	26035	26052	26074	26088	26090	26121	26139	26180	26232	pcsr	asrpdma
2	0.367	0.92	0.00	0.00	0.00	66.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.59	71.47	0.00	70.028	58.83
5	1.500	1.22	0.00	0.00	0.00	88.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.87	94.78	0.00	92.863	76.57
10	2.250	1.42	0.00	0.00	0.00	102.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.39	110.32	0.00	108.09	88.32
50	3.902	1.86	0.00	0.00	0.00	134.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	162.93	144.50	0.00	141.57	114.18
100	4.600	2.05	0.00	0.00	0.00	148.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	179.57	159.26	0.00	156.04	125.11
1000	6.907	2.66	0.00	0.00	0.00	192.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	233.01	206.65	0.00	202.47	161.22
10000	9.210	3.28	0.00	0.00	0.00	237.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	287.32	254.82	0.00	249.66	197.28

Ajustadas con AX
-LN(LN(Tr/Tr-1))

ANEXO 4. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA POR MEDIO DEL SIATL (INEGI)

The screenshot shows the SIATL web application interface. At the top, the INEGI logo and name are displayed. The main header includes the text "Lo nuevo en la versión 2.1:" followed by five feature boxes: "Vista 3D", "Exportar datos Tabulares", "Descarga de la Red Hidrográfica", "Actualización", and "Módulos Ambientales 2010 INEGI". Below these are login options: "Ingreso directo:" with an "Entrar" button, and "Ingreso como colaborador:" with fields for "Usuario:" and "Contraseña:", and buttons for "Registro" and "Entrar". A list of updates is provided under "Además de:", and an "Introducción:" section contains introductory text about the application's purpose.

Lo nuevo en la versión 2.1:

- Vista 3D
- Exportar datos Tabulares
- Descarga de la Red Hidrográfica
- Actualización
- Módulos Ambientales 2010 INEGI

Ingreso directo:

Entrar

Ingreso como colaborador

Usuario:

Contraseña:

Registro Entrar

Además de:

- En el administrador de capas
 - Designación de localidades urbanas, localidades rurales, regiones hidrográficas, cuencas, subcuencas.
 - Se incluyen como capa las etiquetas de nombres de localidades.
 - Función para acercar a los rasgos descritos en el grupo de capas "Sitios de Interés" (grupo dinámico que se estará actualizando).
- Ampliación de la herramienta "Identificar" para consultar las variables del Censo de Población y Vivienda 2010 para estados y municipios.
- Configuración para visualizar coordenadas en grados sexagesimales (grados, minutos, segundos) o grados decimales.

Introducción:

Actualmente, el tema del agua reviste gran importancia por su escasez, degradación y riesgo que representan las avenidas de ríos, deslaves e inundaciones ocasionadas por lluvias intensas, además de considerarse un asunto estratégico para las políticas de los gobiernos.

En este sentido y dada la necesidad de proveer información vectorial a mayor detalle como apoyo a lo mencionado, el INEGI generó la Red Hidrográfica escala 1:50 000 la cual modela el drenaje superficial de una cuenca hidrográfica, así como esta aplicación que permite a los usuarios consultar y analizar dicha información.

