



01162
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CAMPUS MORELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

TEMPORALIDAD DE LA OCURRENCIA DE
GASTOS MÁXIMOS EN LA REPÚBLICA
MEXICANA

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA
(HIDRÁULICA)**

**P R E S E N T A:
ING. HAYDEÉ LILIAN RUIZ SILVA**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ALDO IVÁN RAMÍREZ OROZCO**



JIUTEPEC, MORELOS


JUNIO DEL 2005

m345637

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Haydee Lilian Ruiz Silva

FECHA: 17 - Junio - 05

FIRMA: 

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	ESTADO DEL ARTE	3
1.1.1.	Evolución de la hidrología de avenidas	3
1.1.2.	Estimación de gastos máximos	5
1.1.3.	Estudios de temporalidad de gastos máximos	6
1.2.	OBJETIVOS	9
1.3.	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS	10
2.	EL CONTEXTO HIDROLÓGICO MEXICANO	11
2.1.	LAS CONDICIONES FISIGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS MEXICANAS	11
2.1.1.	Descripción del área de estudio	13
2.1.2.	Lluvias medias del país	18
2.2.	LAS INUNDACIONES EN MÉXICO	19
2.2.1.	Generalidades	22
2.2.2.	Tipos de inundaciones	24
2.2.3.	Impacto de las inundaciones	27
2.2.4.	Eventos máximos históricos en México	37
2.3.	GENERALIDADES SOBRE LA PREDICCIÓN DE EVENTOS MÁXIMOS	39
3.	DATOS HIDROMÉTRICOS	45
3.1.	DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS	45
3.2.	SELECCIÓN DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS	50
3.3.	DEFINICIÓN DE LAS ESTACIONES A UTILIZAR EN EL ESTUDIO	55
3.4.	ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA INFORMACIÓN	59
3.4.1.	Análisis por curvas envolventes	60
3.5.	RESUMEN DE LOS DATOS CONSIDERADOS	64
4.	TEMPORALIDAD DE EVENTOS MÁXIMOS	71
4.1.	FRECUENCIA DE INUNDACIÓN	73
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA TEMPORALIDAD DE LOS EVENTOS MÁXIMOS MEDIANTE DESCRIPCIONES DIRECCIONALES	75
4.2.1.	Estadística direccional	78
4.2.2.	Frecuencia de variabilidad temporal	80
4.2.3.	Análisis de clasificación	80
4.3.	FORMAS DE REPRESENTAR CARACTERÍSTICAS DIRECCIONALES	81

4.3.1.	Datos circulares	81
4.3.1.1.	Análisis circular	82
4.3.1.2.	Métodos descriptivos	86
4.4.	REPRESENTACIÓN DE LA MUESTRA POR MOMENTOS TRIGONOMÉTRICOS	90
4.5.	TEMPORALIDAD DE PRECIPITACIÓN E INUNDACIÓN	94
4.5.1.	Medida de localización	95
4.6.	AJUSTE DEL UMBRAL	96
4.7.	HOMOGENEIDAD HIDROLÓGICA.....	98
4.7.1.	Índices de proximidad.....	100
4.7.2.	Reglas de agregación.....	103
4.7.3.	Método de Ward (momento de orden 2)	104
4.7.4.	Clasificación jerárquica.....	104
5.	APLICACIÓN A LOS DATOS MEXICANOS	107
5.1.	ANÁLISIS CON BASE EN EL ENFOQUE CIRCULAR.....	111
5.1.1.	Medidas de la variación temporal para gasto unitario.....	114
5.1.2.	Medidas de variación temporal para gastos máximos	155
5.1.3.	Aplicación del método de los índices de proximidad.....	167
5.1.3.1.	Identificación de zonas homogéneas	167
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	205
	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	VII
	ANEXOS DEL CAPÍTULO 3.....	XVII
	ANEXOS DEL CAPÍTULO 5.....	LIII

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1.	REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS DE LA CNA	13
FIGURA 2.2.	PROVINCIAS GEOGRÁFICAS DE MÉXICO.....	14
FIGURA 2.3.	DISTRIBUCIÓN DE LLUVIA SOBRE LA REPÚBLICA MEXICANA	16
FIGURA 2.4.	CLIMATOLOGÍA	17
FIGURA 2.5.	MUERTES POR INUNDACIONES EN MÉXICO	20
FIGURA 2.6.	ESTADOS MÁS AFECTADOS POR LLUVIA E INUNDACIÓN PARA EL AÑO 2001	21
FIGURA 2.7.	RIESGOS POR INUNDACIÓN.....	22
FIGURA 2.8.	EL CLIMA DE MÉXICO CLASIFICADO SEGÚN LA HUMEDAD	25
FIGURA 2.9.	CICLONES TROPICALES EN LA CATEGORÍA DE HURACÁN (1980-2002).....	31
FIGURA 2.10.	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS INUNDACIONES EN MÉXICO	35
FIGURA 2.11.	PÉRDIDAS POR INUNDACIONES (1975-1994).....	36
FIGURA 2.12.	DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS ASIGNADOS POR EL FONDEN 2001	37
FIGURA 2.13.	ORÍGENES DE LAS AVENIDAS	39
FIGURA 2.14.	CONDICIONES QUE INTENSIFICAN LAS AVENIDAS	40
FIGURA 3.1.	ESTACIONES HIDROMÉTRICAS CON DATOS HISTÓRICOS PRESENTES EN LA REPÚBLICA MEXICANA (CONDICIÓN DE MÁXIMA DENSIDAD OPERACIONAL)	46
FIGURA 3.2.	EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS ACTIVAS A TRAVÉS DEL TIEMPO.....	47
FIGURA 3.3.	ESTACIONES HIDROMÉTRICAS SOBRE CAUCES NO CONTROLADOS	49
FIGURA 3.4.	LAS 37 REGIONES HIDROLÓGICAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA	55
FIGURA 3.5.	LONGITUD DEL REGISTRO DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS Y SU GASTO MÁXIMO ANUAL.....	57
FIGURA 3.6.	LONGITUD DE REGISTRO EN LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS.....	58
FIGURA 3.7.	FRECUENCIA RELATIVA MENSUAL DE GASTOS MÁXIMOS ANUALES	64
FIGURA 4.1.	CRITERIOS PARA REPRESENTAR LA TEMPORALIDAD DE INUNDACIÓN	79
FIGURA 4.2.	EJEMPLO DEL DESPLIEGUE DE LOS DATOS CRUDOS (REALES).....	87
FIGURA 4.3.	EJEMPLO DE HISTOGRAMA CON FRECUENCIA LINEAL Y CIRCULAR	88
FIGURA 4.4.	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA DISPERSIÓN (R) PARA LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA TEMASCALES.....	92
FIGURA 4.5.	EJEMPLO DE SUMA VECTORIAL PARA TRES DATOS DE LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA TEMASCALES.....	94
FIGURA 4.6.	REPRESENTACIÓN DEL I-ESIMO EJEMPLO EN EL PUNTO θ_i , CON EL VECTOR $O^*P_i=1$	96
FIGURA 5.1.	OCURRENCIA MENSUAL DE LOS EVENTOS DE GASTO MÁXIMO	108
FIGURA 5.2.	EJEMPLO DE LA MEDIDA DE DISPERSIÓN	113
FIGURA 5.3.	NOTACIÓN UTILIZADA PARA REPRESENTAR EL TIEMPO DE OCURRENCIA DEL VECTOR RESULTANTE	117
FIGURA 5.4.	HISTOGRAMA MENSUAL CON TEMPORALIDAD PROMEDIO (MAGNITUD UNITARIA)	125

FIGURA 5.5.	HISTOGRAMA DE LA DIRECCIÓN UNITARIA EN DÍAS A LO LARGO DEL AÑO.....	126
FIGURA 5.6.	HISTOGRAMAS DE LAS DIRECCIONES UNITARIAS DIARIAS POR MES (MAGNITUD UNITARIA)..	128
FIGURA 5.7.	DIRECCIÓN UNITARIA Y TEMPORALIDAD (R) PARA ENERO, MARZO, ABRIL, JUNIO Y DICIEMBRE	133
FIGURA 5.8.	DIRECCIÓN UNITARIA Y TEMPORALIDAD (R) PARA JULIO.....	135
FIGURA 5.9.	DIRECCIÓN UNITARIA Y TEMPORALIDAD (R) PARA AGOSTO	137
FIGURA 5.10.	DIRECCIÓN UNITARIA Y TEMPORALIDAD (R) PARA SEPTIEMBRE	141
FIGURA 5.11.	DIRECCIÓN UNITARIA Y TEMPORALIDAD (R) PARA OCTUBRE.....	143
FIGURA 5.12.	DIRECCIÓN UNITARIA Y TEMPORALIDAD (R) PARA NOVIEMBRE	145
FIGURA 5.13.	OCURRENCIA MENSUAL DE LOS EVENTOS DE GASTO MÁXIMO	150
FIGURA 5.14.	ISOLÍNEAS DE DIRECCIONES RESULTANTES (GASTOS UNITARIOS).....	153
FIGURA 5.15.	HISTOGRAMA CON TEMPORALIDAD PROMEDIO MENSUAL (MAGNITUD UNITARIA) PARA LAS DIRECCIONES MÁXIMAS	158
FIGURA 5.16.	COMPARACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS Y TEMPORALIDAD MENSUAL ENTRE DIRECCIONES MÁXIMAS Y UNITARIAS	159
FIGURA 5.17.	HISTOGRAMA DE LA DIRECCIÓN MÁXIMA EN DÍAS A LO LARGO DEL AÑO.....	160
FIGURA 5.18.	HISTOGRAMA DE LAS DIRECCIONES MÁXIMAS DIARIAS POR MES (MAGNITUD DE GASTOS MÁXIMOS).....	161
FIGURA 5.19.	COMPORTAMIENTO DEL Q_{MAX} Y R-MAX CON RESPECTO AL TIEMPO	165
FIGURA 5.20.	GRUPOS NORTE, SUR Y TRASLAPE.....	169
FIGURA 5.21.	DENDOGRAMA DEL GRUPO NORTE.....	173
FIGURA 5.22.	DENDOGRAMA DEL GRUPO SUR.....	175
FIGURA 5.23.	MAPA S DE LA INTERCONEXIÓN ENTRE LOS GRUPOS NORTE Y SUR.....	179
FIGURA 5.24.	MAPA CON LA REPRESENTACIÓN DE LOS CUATRO GRUPOS (2 NORTE Y 2 SUR).....	185
FIGURA 5.25.	ZONAS GEOGRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE EVENTOS EXTREMOS	189
FIGURA 5.26.	ISOLÍNEAS DE GASTOS MÁXIMOS	195
FIGURA 5.27.	ISOLÍNEAS DE LA MAGNITUDES DE LOS VECTORES RESULTANTES (GASTOS MÁXIMOS)	199
FIGURA 5.28.	ISOLÍNEAS DE LAS DIRECCIONES RESULTANTES (GASTOS MÁXIMOS)	203

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1.	GRANDES EVENTOS DE DESBORDAMIENTO EN RÍOS	29
TABLA 2.2.	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA RELACIONADA CON HURACANES	29
TABLA 2.3.	GRANDES EVENTOS PRODUCIDOS POR CICLONES, TORMENTAS DE INVIERNO Y VERANO EN MÉXICO (HASTA 1976).....	30
TABLA 2.4.	INUNDACIONES EN MÉXICO (1950-1988)	32
TABLA 3.1.	CLASIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS CUENCAS	51
TABLA 3.2.	BASE DE DATOS DE 479 ESTACIONES HIDROMÉTRICAS.....	65
TABLA 4.1.	ESTACIÓN HIDROMÉTRICA TEMASCALES (FECHA DE OCURRENCIA DE GASTOS MÁXIMOS)....	92
TABLA 4.2.	CLASIFICACIÓN PROPUESTA DE TEMPORALIDAD.....	94
TABLA 4.3.	DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS POR LONGITUD DE REGISTRO (N).....	97
TABLA 5.1.	FRECUENCIA RELATIVA MENSUAL DE GASTOS HISTÓRICOS	110
TABLA 5.2.	DISTRIBUCIÓN DEL AÑO EN DÍAS SOBRE EL PERÍMETRO DE LA CIRCUNFERENCIA	116
TABLA 5.3.	EJEMPLO DEL CALCULO DEL VECTOR RESULTANTE (VR) Y LA MEDIDA DE DISPERSIÓN (R) .	119
TABLA 5.4.	TEMPORALIDAD DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS (CON MAGNITUD UNITARIA)	120
TABLA 5.5.	ESTACIONES PRESENTES EN CADA INTERVALO DE R	121
TABLA 5.6.	TABLA DE DÍAS ACUMULADOS (Do) Y DÍAS DE CORRECCIÓN (Dc).....	123
TABLA 5.7.	CONVERSIÓN DE GRADOS A DÍA (MAGNITUDES UNITARIAS).....	124
TABLA 5.8.	FRECUENCIA DE OCURRENCIA DIARIA POR MES DE LOS VECTORES RESULTANTES UNITARIOS	130
TABLA 5.9.	DIRECCIÓN Y MAGNITUD DEL VECTOR RESULTANTE (MAGNITUDES IGUAL AL GASTO MÁXIMO).	156
TABLA 5.10.	CONVERSIÓN DE GRADOS A DÍAS	157
TABLA 5.11.	FRECUENCIA DE OCURRENCIA DIARIA POR MES DE LOS VECTORES RESULTANTES MÁXIMOS	164
TABLA 5.11.	OCURRENCIA DE EVENTOS EXTREMOS OBTENIDOS POR "QMAX V.S. QUNIT".....	166
TABLA 5.12.	VARIABLES CARACTERÍSTICAS DE CADA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA.....	167
TABLA 5.13.	OCURRENCIA MENSUAL POR ZONAS (DE CJA)	183
TABLA 5.14.	CARACTERÍSTICAS DE LOS QUINCE GRUPOS QUE DELIMITAN EVENTOS EXTREMOS	193

A DIOS por sobre todas las cosas
"El brillante ingeniero del universo"

A MIS PADRE

Por ser el apoyo incondicional que me anima y por los sabios consejos.

A MI FAMILIA

Por enseñarme a amar, por mostrarme lo que es superación, por los momentos felices, y su comprensión.

A RAÚL

Por ayudarme a crecer y por toda la paciencia que me has tenido.

"Gracias amor por ser
una luz en mi corazón"

A MI ASESOR

Por el empeño en este trabajo de tesis, el tiempo y las brillantes observaciones que me orientaron en el desarrollo del tema.

Gracias por proporcionarme las herramientas necesarias.

Al DR. M. Alfonso Gutiérrez López

Por sus valiosas recomendaciones, enseñanzas y el apoyo incondicional.

A MIS SINODALES

DR. Ramón Domínguez Mora

DR. Aldo Iván Ramírez Orozco

DR. Fco. Javier Aparicio Mijares

DR. M. Alfonso Gutiérrez López

M.C. Jorge Arturo Hidalgo Toledo

Por el tiempo y sus acertadas observaciones

A CONACYT

Por proporcionarme el apoyo económico en el estudio de la maestría.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la ingeniería hidrológica, definida ésta como la parte de la hidrología que se ocupa de los métodos y procedimientos para el dimensionamiento hidrológico de obras hidráulicas tales como presas, bordos de protección, canales de desvío, etc., uno de los temas más importantes lo constituye la estimación de avenidas de diseño. En el contexto general, la estimación de avenidas de diseño se utiliza como un sinónimo de estimación de gastos de diseño, si es que la avenida se encuentra descrita únicamente por esta característica del hidrograma.

Existen muchos métodos de estimación de avenidas o dicho de otra forma, de estimación del gasto de diseño para una obra, sin embargo, cualquiera que sea el enfoque utilizado, el fin de cualquiera de éstos siempre será estimar de la mejor manera posible las características de tal evento o la propia magnitud del gasto de diseño.

La estimación de avenidas de diseño o de gastos máximos ha sido motivo de un sinnúmero de investigadores. El planteamiento de nuevos métodos y la estimación del error cometido por los métodos existentes es un tema que inunda la literatura

especializada. De acuerdo con Linsley (1986) existen algunos trabajos innovadores pero otros son simples ejercicios matemáticos. Lo que queda claro es que aún en este estado de la hidrología de superficie, los hidrólogos no se han podido poner completamente de acuerdo sobre el enfoque óptimo a ser utilizado en la estimación de eventos o gastos de diseño.

Uno de los métodos más utilizados para definir la magnitud de un evento de diseño es el denominado análisis de frecuencias.

El análisis de frecuencias se realiza mediante la hipótesis de que la variable principal, usualmente el gasto máximo anual en una estación hidrométrica, está descrita probabilísticamente por una función de distribución de probabilidad la cual es ajustada inicialmente con la muestra de datos y utilizada posteriormente para hacer las extrapolaciones para diferentes probabilidades de excedencia.

Este hecho sin lugar a dudas brinda una relevancia enorme al gasto máximo anual como una de las variables más importantes en el diseño hidrológico de obras hidráulicas.

Por otro lado, la ocurrencia de los gastos máximos se encuentra ligada en la mayoría de las ocasiones a la generación de inundaciones y eventos que desbordan los cauces de los ríos. En muchas ocasiones los sistemas de alerta, si bien aún incipientes en nuestro país, pero ya operativos en otras partes del mundo están basados en la medición continua de los gastos extraordinarios en ríos y otros cuerpos de agua.

Ahora bien, es un hecho que la ocurrencia de los gastos máximos no está igualmente distribuida en todo el año por lo cual la probabilidad de que estos sucedan puede ser

distinta para diferentes épocas. Esto es absolutamente cierto para la ocurrencia de gastos en todo el país, pero aún dentro de una sola región, los eventos no se encuentran distribuidos uniformemente en el tiempo, hecho que cobra relevancia en la estimación del periodo de retorno de los gastos máximos.

Con estas bases y en este contexto, el avance en el conocimiento de la ocurrencia de gastos máximos en función del tiempo puede arrojar elementos adicionales sobre la necesidad de monitoreo de eventos extraordinarios, brinda aún en forma indirecta, una herramienta más sobre la toma de decisiones en casos de prevención de los daños causados por las inundaciones en nuestro país

1.1. ESTADO DEL ARTE

1.1.1. Evolución de la hidrología de avenidas

Sabemos que se han encontrado registros de civilizaciones que datan desde 6000 A.C. Por ejemplo para esa fecha, los chinos se asentaron en las cercanías de los ríos Huang Ho y Yang Tze. El desarrollo de asentamientos en la cercanía de los ríos es común y de ahí la necesidad de que los estudiosos representen y entiendan el comportamiento del agua sobre la superficie terrestre. El desarrollo de la ingeniería hidrológica inicia con la construcción de incipientes sistemas de almacenamiento, riego y acueductos. En el desarrollo de la historia, diversos pensadores especularon sobre la existencia de agua subterránea y la circulación del agua superficial.

A principios del siglo XIII, Luis VI de Francia, emite el primer tratado del agua y el bosque, siguiéndole Suiza. Para el siglo XVI se incluyen ya aspectos relacionados con sedimentación. Es en este siglo, que la hidrología adquiere un enfoque científico al iniciarse la observación de fenómenos físicos. Da Vinci comprende completamente el ciclo hidrológico y 63 años más tarde el francés Bernard Palissy publica una

versión **correcta** y completa del ciclo hidrológico (de presentación de Ramírez O., sin publicar).

En 1674, Pierre Perrault, considerado el iniciador de la hidrología científica obtuvo mediciones **cuantitativas** de lluvia, escurrimientos, evaporación y capilaridad en la cuenca del **río** Sena. Concluyó que las precipitaciones producen el flujo en los ríos. Aunque se **sabe** que los chinos registraron la lluvia, nieve y viento hacia 1200 A.C., estableciendo mediciones sistemáticas de precipitación por el año 200 A.C.

A partir del **siglo** XIX, comienzan numerosos avances en la teoría hidráulica e instrumentación con el teorema de Bernoulli, la formula de Chézy y el establecimiento de la relación entre el vapor y la presión de vapor de John Dalton. En 1839 Poiseville determina la ecuación para flujo capilar, mientras que Darcy trabaja con el flujo **en** medios porosos. En 1850, Mulvaney plantea la Fórmula Racional, cuya aplicación es aún común en el diseño de drenajes urbanos, tomando en cuenta el área de la cuenca y la intensidad de precipitación.

De 1930 a 1950, surge el análisis racional, remplazando al empirismo. Antes del desarrollo de las técnicas actuales basadas en el hidrograma unitario de Sherman (1932) y el análisis estadístico de inundaciones, se observa el uso de un gran número de formulas empíricas para diseñar las obras hidráulicas desde el punto de vista hidrológico con diversos enfoques. Un primer método, combina diferentes factores como el área de drenaje, el ancho promedio de la cuenca, la pendiente promedio y la frecuencia. Presentando aplicación local generalmente. El segundo método, está determinado por la evaluación de Myers, que representa los gastos máximos para una región determinada contra el área de drenaje, dando lugar a la conocida curva envolvente (Calvin, 1970). Alrededor del mundo, aparecen un gran número de ecuaciones envolventes, en donde al área aparece con el único factor considerado en la generación de caudales. La relación más usada en este sentido es la curva envolvente de Creager (1945) (Raudkivi, 1979).

En 1933, Horton trabaja con la teoría de infiltración (Viessman *et al*, 1972). Mientras que en 1935 Thies introduce la teoría de desequilibrio que revoluciona la hidráulica de pozos y en 1941, propone el uso de la distribución de valores extremos para el análisis de frecuencias sobre datos hidrológicos. Él y muchos otros revitalizaron el uso de la hidrología estadística tan defendida por Hazen. En 1944 Bernard discute el papel hidrológico de la meteorología, formando así la ciencia de la hidrometeorología (Ven Te Chow, 1964).

1.1.2. Estimación de gastos máximos

Para los casos en los que se requieren estimaciones gruesas de los gastos máximos probables, existe el método de las curvas envolventes. Las curvas envolventes más usadas en México son las de Lowry y Creager; en el capítulo 3 se hace uso de estas envolventes para áreas mayores de 1000km² y además se aplica la envolvente de Crippen para áreas menores de 1000km². La finalidad de aplicar las envolventes es tener un primer filtro que permita evaluar la validez de la magnitud de los registros de Gastos máximos relacionada con el área y región de aplicación. Las envolventes de Lowry, Creager, Crippen entre otras, han sido sujetas a una última actualización para la república mexicana (Ramírez *et al*, 2005) en donde la base de datos comprende información hasta el año 2000 y toma en cuenta estaciones con régimen inalterado para obtener los estimados gruesos de los eventos extraordinarios por medio de envolventes para: las regiones hidrológicas (37), regiones administrativas (13) y la envolvente nacional.

La extinta Comisión del Plan Nacional Hidráulico (1975); realizó un estudio de regionalización en toda la república Mexicana para determinar zonas con comportamiento hidrológico semejante en torno a la incidencia de ciclones, barreras orográficas, fenómenos meteorológicos y la distribución de lluvia, factores que determinan la naturaleza y magnitud de los gastos máximos (Springal, 1990).

La necesidad de efectividad en las predicciones de los gastos máximos ha dado como resultado modelos hidrológicos cada vez más complejos que permiten determinar los daños potenciales por inundaciones. Estos daños deben ser analizados para definir propuestas que mitiguen los efectos resultantes (Díaz y Vega, 2001)

En la estimación de gastos máximos aún se tiene incertidumbre, pero la estimación que se ha ganado la confianza de los investigadores y de mayor uso se basa en el procesamiento probabilístico de la información disponible sobre las avenidas observadas (Campos 1999).

1.1.3. Estudios de temporalidad de gastos máximos

La variación temporal o temporalidad en las variables hidrológicas es consecuencia a menudo de los procesos hidrológicos y meteorológicos, que a su vez son una de las bases racionales para identificar regiones homogéneas (Piock *et al*, 1998).

De todas las variables hidrológicas, el gasto máximo es quizás la más citada en forma consistente por los diferentes autores y se encuentra sin lugar a duda entre las más importantes. Resulta también lógico pensar que la temporalidad de esta variable es una característica del régimen anual de escurrimiento en la cuenca.

Existen en la literatura algunos ejemplos sobre los intentos de utilizar la variabilidad temporal de precipitación y escurrimiento como base para delimitar zonas de comportamiento similar. El objetivo de estos trabajos se centra, a menudo en la capacidad de proveer mejores herramientas para la toma de decisiones en cuanto a control de inundaciones se refiere.

Burn D.H. (1997) emplea el análisis de frecuencias de gastos máximos para identificar regiones hidrológicamente homogéneas a partir de una medida de similitud entre cuencas. Ahí, las medidas de temporalidad son sugeridas como la base

apropiada para caracterizar la similitud de la respuesta de inundación en las cuencas, con la finalidad de que el comportamiento en las cuencas calibradas ayude a caracterizar las avenidas extremas sobre cuencas similares sin calibrar o permita aumentar la información disponible en las cuencas calibradas.

Steinbrich *et al.* (2001) por ejemplo, presenta un trabajo desarrollado con datos del suroeste de Alemania. El enfoque del estudio se basa en las propiedades temporales de la ocurrencia de gastos máximos producidos por precipitaciones extremas. El trabajo se realiza a partir de datos mensuales para dos variables hidrológicas (deshielo y precipitación) haciendo uso de la estadística circular. Los resultados se presentan en mapas que hacen evidentes las zonas en las que la variabilidad temporal de inundación es fuerte y aquellas en las que ésta no existe.

Lecce (2000) realizó un estudio en Carolina del Norte, en el que con los datos de eventos máximos mensuales aplica un modelo capaz de identificar regiones con diferente régimen temporal de inundaciones. La finalidad del estudio es caracterizar la ocurrencia de la temporalidad de inundación. Los resultados obtenidos por series de duración parcial para el estudio presentado son similares a los obtenidos por las series de duración anual.

Si bien, la variabilidad temporal de la precipitación esta más o menos definida a lo largo del año para un sitio en particular, la ocurrencia de los gastos máximos, que en buena medida están relacionados con las inundaciones, no ha sido estudiada de manera suficiente.

La estructura de la variabilidad temporal o frecuencia de las inundaciones, sugiere la búsqueda de vínculos entre el clima y la ocurrencia de gastos máximos. Si se tuviera la habilidad de conocer la temporalidad de las inundaciones se podría sin duda llegar a procedimientos mejorados de estimación de avenidas.

Sería ideal contar con métodos para la relación lluvia-escorrentía ligados a modelos de frecuencia de inundaciones que pudieran separar los efectos del clima de aquellos generados por las características fisiográficas de la cuenca. De esta manera, se establecería una base para analizar la variabilidad de los gastos en relación o correspondencia con la variabilidad temporal de lluvia.

El gasto máximo, como se había comentado, es la variable hidrológica más importante de la cuenca. Por esta razón, se ha utilizado en innumerables ocasiones como el principal criterio para regionalizar una zona geográfica.

La regionalización hidrológica se basa en el concepto de homogeneidad o de relativa igualdad en alguna característica hidrológica de la cuenca.

Los criterios del coeficiente de variación o asimetría son muy usados (Piock *et al.* 1998). También, el criterio de homogeneidad de Langbein que describe Dalrymple (1960) es popular entre nuestro sector.

La finalidad de cualquier método de regionalización es identificar zonas de comportamientos tan parecidos que puedan agruparse en regiones geográficas y en algún caso se traten como una misma región en cuanto a cálculos hidrológicos se refiere.

Al hablar de variabilidad temporal o temporalidad, como una característica adicional de la ocurrencia de gastos máximos, resulta válido concebir una zonificación basada en tales características.

Cuando se ha identificado una variación espacial en la temporalidad de los gastos máximos o inundaciones, esta característica podría utilizarse como un criterio más en el análisis de los eventos máximos (Black y Werritty 1997).

La estimación estadística de los gastos máximos, se apoya en la utilización de intervalos de confianza que ayudan a acotar la aleatoriedad presente en esta variable, en donde el registro histórico sólo es una fracción del total de datos de flujo y la recopilación generalmente se encuentra incompleta (Reinius 1989).

Por su parte, Black y Werritty (1997) proporcionan un avance en la comprensión del fenómeno de las inundaciones en Gran Bretaña. La finalidad de su estudio fue explicar la temporalidad de inundación en términos de las características climatológicas y fisiográficas de cuencas. Aplican tres métodos para caracterizar la temporalidad y obtienen resultados correctos en un 74% de los casos al usar análisis discriminante.

1.2. OBJETIVOS

Avanzar en el conocimiento de la ocurrencia de fenómenos hidrológicos extremos (gastos máximos anuales en este caso) en el tiempo.

Zonificar a la república mexicana utilizando como criterio el concepto de la temporalidad de gastos máximos, definida ésta en función del tiempo de ocurrencia de eventos máximos y la magnitud de éstos.

Establecer recomendaciones sobre los periodos del año en que se deberá tener un mayor seguimiento a la ocurrencia de grandes precipitaciones y grandes avenidas en nuestro país.

1.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS

El resto del trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera:

En el capítulo 2 se realiza una presentación del problema de las inundaciones en México, su frecuencia, sus tipos y sus impactos.

Se presentan las características generales tanto climatológicas como hidrométricas de nuestro país y se describe el área de estudio.

En el capítulo 3 se lleva a cabo la presentación de los datos hidrométricos disponibles, las estaciones hidrométricas existentes. Se describe el proceso para la selección de las estaciones a incluir en el estudio y se realiza el cálculo de las envolventes de gastos máximos, solamente con fines de dimensionar el problema y como un método para identificar posibles "Outliers" o puntos no creíbles del registro.

En el capítulo 4 se introducen conceptos teóricos de las estadísticas descriptivas circulares y su utilización para la realización de estudios de temporalidad de variables hidrológicas. En este capítulo se plantea la estrategia de atención del problema.

En el capítulo 5 se plantea la aplicación de los conceptos teóricos a la república Mexicana. Se presenta la zonificación del país, determinada con el criterio principal de la variabilidad temporal o temporalidad de la ocurrencia de gastos máximos anuales en México.

Finalmente, el capítulo 6 introduce las conclusiones y recomendaciones derivadas del trabajo.

En el final de esta tesis, el capítulo 7 relaciona la bibliografía y referencias utilizadas en el desarrollo del trabajo.

Adicionalmente se incluyen anexos para los capítulos 3 y 5 con información generada o utilizada en el desarrollo de este trabajo de tesis pero no se consideraron parte principal del cuerpo de este trabajo de tesis

2. EL CONTEXTO HIDROLÓGICO MEXICANO

2.1. Las condiciones fisiográficas y climáticas mexicanas

La República Mexicana se encuentra organizada geográficamente en 13 regiones hidrológico-administrativas (figura 2.1) de acuerdo con la planeación hidráulica de la Comisión Nacional del Agua. Cada región hidrológico-administrativa comprende a un grupo de cuencas cuyo drenaje confluye hacia un río importante. Siguiendo la descripción de Filatti (1930) se puede establecer que los tipos de cuencas existentes en México son:

- I. Cuencas arréicas. La aridez es del tipo predominante del desierto bajo. Se presenta al sur de Baja California (La paz, Mulegé, El Mezquital, Hidalgo, Ixmiquilpan, etc.). Son zonas planas con un gran déficit de humedad en las cuales prácticamente no hay corrientes.
- II. Cuencas endorréicas. La aridez corresponde a los alrededores del desierto con corrientes temporales y vegetación pobre. Se presenta en el declive litoral del Golfo de California y el distrito norte de la Península de California, Sonora,

Coahuila y Durango. Así mismo en todo el país se presentan en zonas particulares, pequeñas cuencas del tipo endorréica como por ejemplo la cuenca del lago de Pátzcuaro en Michoacán.

III. Cuencas exorreicas con corrientes periódicas. El relieve determina la forma de vertiente (externa o cerrada), vegetación herbácea, estepas o sabanas (plantas frutales, árboles y arbustos espinosos). Se presenta en la Altiplanicie Mexicana con excepción de los bolsones, en centro y norte de Yucatán, en los litorales de Tamaulipas, Sinaloa, Jalisco, Oaxaca y Chiapas.

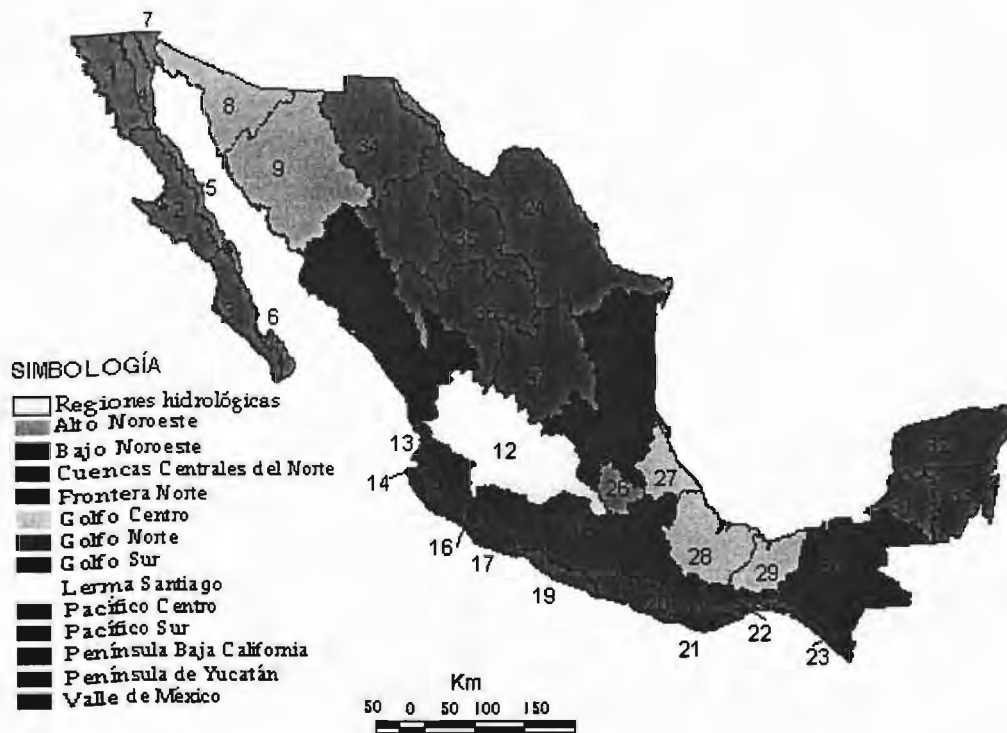
En el paisaje de las cuencas exorreicas dominan los árboles, las corrientes son constantes y casi no existen cuencas cerradas; se presenta en Nayarit, Cuenca del Balsas, Valles de Toluca y México, Parte Sur y Oriental de Yucatán.

Las cuencas exorreicas tienen corrientes permanentes y abundantes, siendo el bosque la característica del clima; se presenta en el declive hacia el Golfo de México, Veracruz, Tabasco y Campeche, en el declive hacia el Pacífico, en parte de Nayarit y el Sureste de Chiapas.

Nuestro país cuenta con un volumen de escurrimiento promedio anual de 473 mil millones de metros cúbicos, cantidad que excede la demanda anual de 187 mil millones de metros cúbicos. Sin embargo, por la discontinuidad de distribución, el agua disponible no puede ser aprovechada de acuerdo con las necesidades de los diversos sectores (CNA y SEMARNAT, 2002).

La precipitación medida en México, presenta una lámina media de 771.8 mm de precipitación anual. Si bien, la densidad de estaciones apenas alcanza los 400 km² por estación climatológica en el mejor de los casos, la red mantenida por la CNA puede proporcionar elementos importantes sobre el conocimiento en la variabilidad de la precipitación que a fin de cuentas, al ser el detonador del proceso lluvia-escurrimiento, representa también un valioso aporte al conocimiento de la variabilidad de los gastos máximos o sus asociados eventos inundantes.

Figura 2.1. Regiones hidrológico-administrativas de la CNA



Fuente: Comisión Nacional del Agua

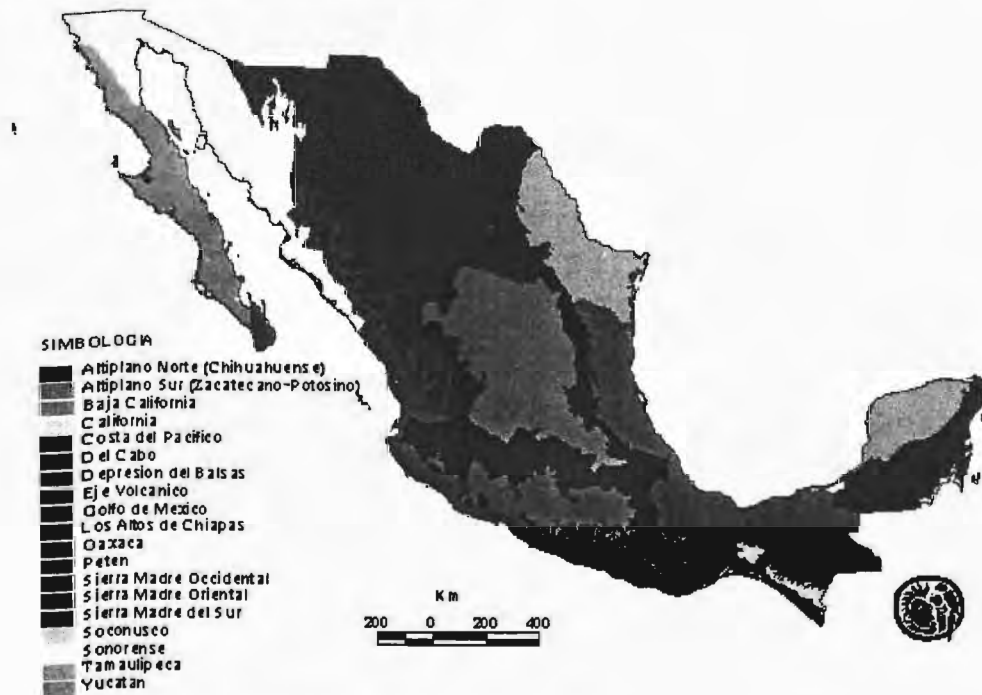
2.1.1. Descripción del área de estudio

Desde el punto de vista del relieve (figura 2.2), México es un país muy accidentado, ya que posee elevaciones superiores a 5,500m, mesetas externas, grandes depresiones y profundas barrancas. Tres series de cadenas montañosas con orientación general de nordeste a sudeste, conforman el principal sistema orográfico que recibe el nombre de Sierra Madre: al oeste, la cordillera de la Sierra Madre Occidental, con un promedio de altitud de 2,250m; al este, la Sierra Madre Oriental, con 2,220m; y, finalmente, al Sur, la Sierra Madre del Sur, con 2,000m de altitud media (Centro de Información y Documentación Empresarial sobre Iberoamérica, CIDEIBER, 1995-2002).

La zona de tierras altas forma la denominada "altiplanicie mexicana", que comprende casi el 40% de la superficie continental del país. Ésta se divide en tres pequeñas mesetas: la meseta del sur o cuenca del río Balsas, abierta hacia el Pacífico; la

meseta del centro, que se subdivide a su vez en dos vertientes, una hacia el Pacífico y otra hacia el Golfo de México y la mesa del norte, que se extiende hacia Estados Unidos, en la que se tienen varias cuencas, algunas de ellas cerradas, como el Bolsón de Mapimí y las cuencas del Salado y del Nazas (CIDEIBER, 1995-2002)

Figura 2.2. Provincias geográficas de México



Fuente: Consejo Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad

Debido al estrechamiento del territorio hacia el sur, en México no existen grandes ríos en longitud y caudal si los comparamos con los más largos, entre los que se encuentra el río Mississippi en Norteamérica y el río Nilo en África solo por mencionar algunos y el río Amazonas de Sudamérica que es reconocido como el más caudaloso.

La escasez en el número de la red de estaciones climatológicas que genera un registro deficiente de los eventos de lluvia sobre el territorio mexicano, se debe a la aridez presente en el norte del país y a la proximidad litoral de las sierras. Los cuatro ríos con mayor longitud y caudal sobre el territorio mexicano son: el Río Bravo o

Grande del **N**orte, Pánuco, Lerma, Balsas y el Grijalva-Usumacinta. El río Bravo recibe tres **a**fluentes de interés: Los ríos Conchos, Sabinas y San **J**uan. La vertiente oriental, **a**bundante en lluvias, carece sin embargo de grandes cuencas fluviales por la **p**roximidad de la Sierra Madre al Golfo. Sólo es importante el río Pánuco, que reúne **a**guas de la meseta interior por varias ramas (Tamesí, y **M**octezuma entre otros), salva **l**a sierra por cascadas y rápidos y termina en el Golfo de México por Tampico. En **e**l Golfo de Campeche termina el río Coatzacoalcos y más al este el río Grijalva, **f**ormado por la unión del río Grijalva y el río Usumacinta, **a**mbos nacidos en las **m**ontañas de Guatemala y que atraviesan la meseta de Chiapas y Tabasco. Para estos ríos, el **a**umento del caudal se registra con las lluvias abundantes. (CIDEIBER 1995-2002).

Con las **l**luvias veraniegas o invernales los ríos se desbordan **g**enerando grandes zonas lagunares. De acuerdo con CIDEIBER (1995-2002), el **p**aís se comporta hidrológicamente de la manera descrita a continuación.

En la península de Yucatán, por su suelo poroso, sólo existen **a**mplios cauces subterráneos y lagos de este mismo tipo, que determinan numerosos fenómenos **c**ársticos.

Baja California carece de ríos por su estrechez y sus escasas precipitaciones, aunque en el fondo del Golfo de California desemboca el río Colorado, que es mexicano en sus últimos kilómetros. Por la parte continental desembocan en el Golfo de California, los ríos La Concepción, Sonora, Yaqui, Mayo y Fuerte. Estos son bastante largos pero de carácter torrencial, debido al fuerte desnivel existente entre la Sierra Madre Occidental y el Pacífico.

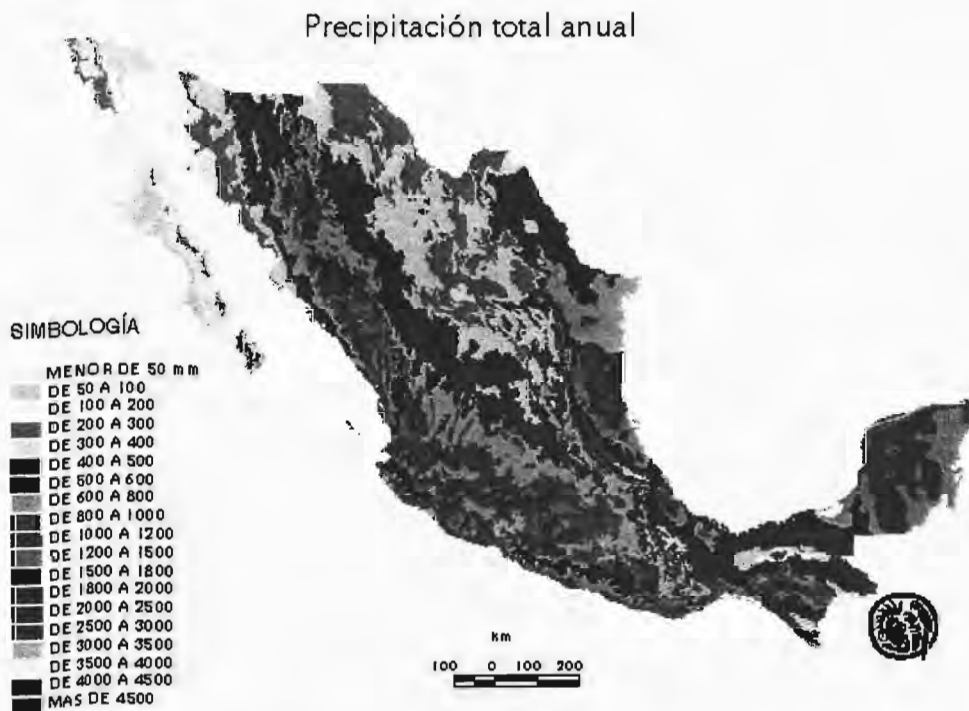
En la cuenca del río Fuerte por ejemplo, se han observado grandes eventos sobre todo en el invierno. Al sur se forma la cuenca del río Lerma de 1000 km de longitud que nace en la meseta de Anáhuac y cuyas aguas descienden del Nevado de Toluca

y escurren hasta el lago Chapala, cruza la Sierra Madre, ensancha su corriente en la planicie y termina su curso en la zona septentrional del Golfo de San Blas.

El río Armería desciende del Nevado de Colima y más al este se incorpora a la cuenca del río Balsas, que corre por la depresión Austral con un caudal superior a $100 \text{ m}^3/\text{s}$, de las cimas nevadas de sus dos vertientes; su curso es sinuoso y lleno de rápidos y raudales.

La meseta mexicana es una comarca endorréica con numerosas cuencas interiores. La escasez de precipitaciones hace que sus ríos carezcan de la fuerza necesaria para romper el cinturón de montañas que rodean la meseta. Parte de su caudal se filtra y forma lagunas salinas como las de Guzmán (que recibe al río Casas Grandes), de Santa María y de los Patos en su zona norte; la de Tlahuila en el Bolsón de Mapimí; la de Mairán o del Muerto, donde nace el río Nazas; y los centenares de estanques y lagunas situados hacia el sur de la meseta. En la actualidad, la mayor parte de estas aguas se conducen al golfo por medio del sistema fluvial del río Pánuco (CIDEIBER 1995-2002).

Figura 2.3. Distribución de lluvia sobre la república mexicana

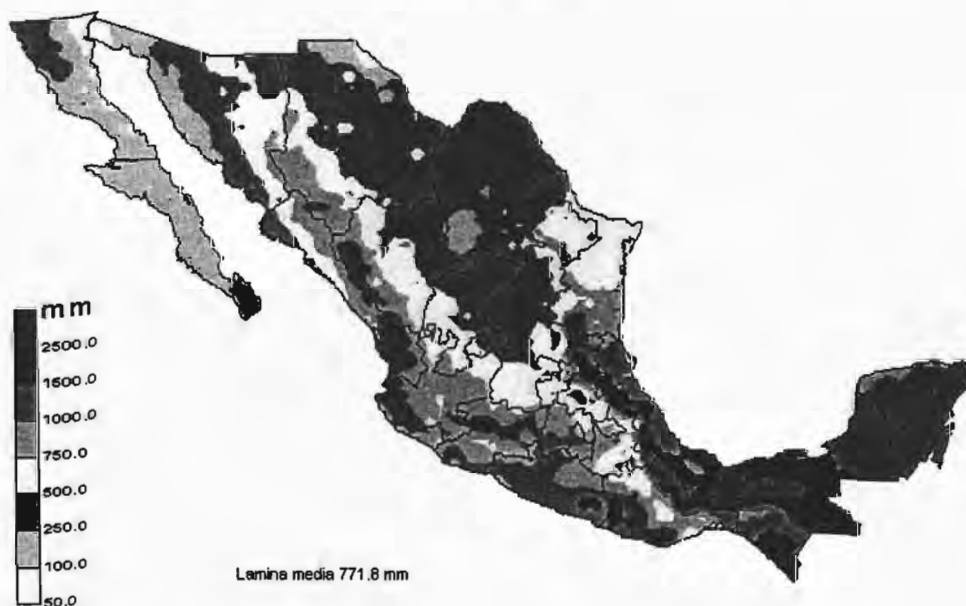


Fuente: Consejo Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad

El régimen del clima para la república mexicana en seco para las costas del pacífico norte y en el centro, (figura 2.4a). En la figura 2.4b se observa la coincidencia de la temperatura cálida de las zonas sur con la máxima precipitación media anual (figura 2.4a). Sin embargo, esto no garantiza que las zonas cálidas presenten mayor precipitación anual, más bien, evidencia al hecho de que la temperatura cálida propicia la presencia de tormentas convectivas y ciclónicas que usualmente generan eventos extremos. La mayor parte del sur de México tiene clima tropical, caluroso durante casi todo el año. El clima, los suelos y el relieve determinan la diversidad y la distribución de la flora; a su vez, la altitud determina las zonas boscosas existentes y el régimen de las lluvias.

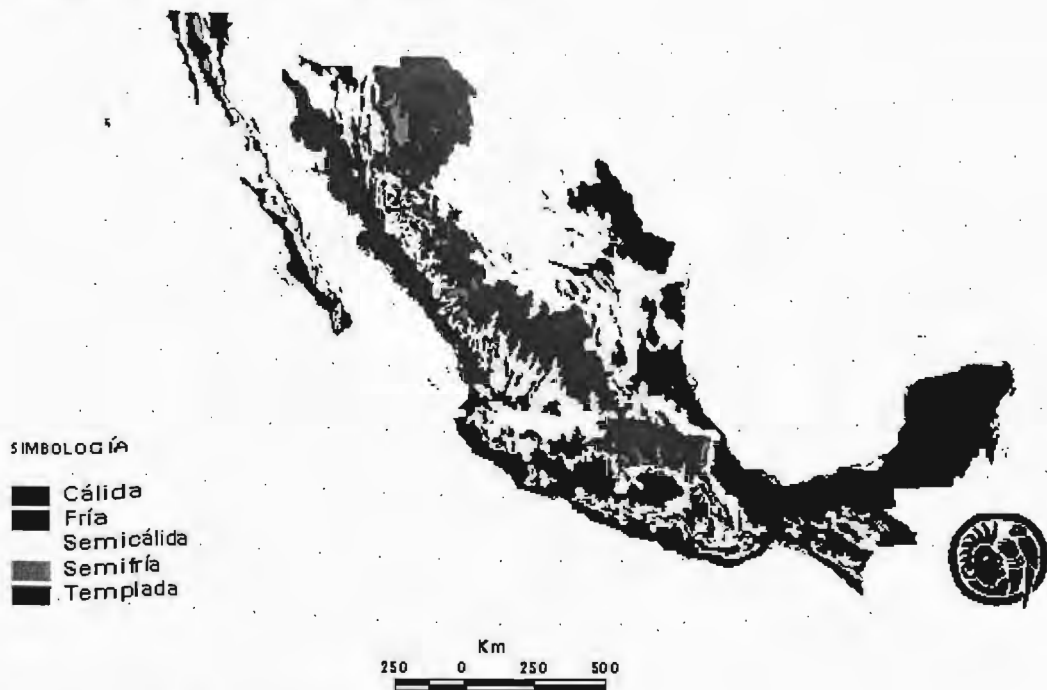
Figura 2.4. Climatología

a) Precipitación media anual (1941-2002)



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

b) Temperatura media anual



Fuente: Consejo Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad

2.1.2. Lluvias medias del país

Los ciclones no penetran directamente en las cuencas que vierten al sur del Golfo de México y del Océano Pacífico (Domínguez *et al*, 1994), sin embargo al transportarse las corrientes de aire con importantes flujos de humedad del mar hacia la tierra y encontrarse con sistemas montañosos, éste asciende y provoca grandes precipitaciones del lado de barlovento. El mapa de precipitación media anual (figura 2.4a) muestra los resultados de este mecanismo como causante de las precipitaciones en la república mexicana. Las regiones que reciben cantidades sustanciales están coloreadas en azul (precipitación abundante) y rojo (muy abundante). El verde indica las zonas que reciben menor cantidad de precipitación, mientras que las zonas amarillas pueden definirse como zonas con muy poca cantidad de precipitación. Algunas tendencias son claramente visibles: la precipitación es mayor en las zonas próximas al ecuador. A medida que se avanza hacia los polos, disminuye. En las latitudes medias la precipitación sobre los océanos

tiende a ser más abundante que sobre la tierra. Las regiones que se encuentran a barlovento de cadenas montañosas son más húmedas que las que están a sotavento.

2.2. Las inundaciones en México

De entre los fenómenos naturales que periódicamente azotan a México, los hidrometeorológicos son frecuentemente los que más daños causan al originar inundaciones de diversas magnitudes y duraciones, incluso en áreas en que éstas no parecían factibles. Cuando estos eventos generan consecuencias negativas, la magnitud de los daños varía ampliamente por su origen, naturaleza, grado de predicción, probabilidad y control, así como por la velocidad con la que aparecen, alcance y efectos destructivos en la población, bienes materiales y la naturaleza.

La vulnerabilidad en la infraestructura y el desarrollo natural de las cuencas hidrológicas se debe a las fluctuaciones climáticas.

La presencia de lluvias intensas generadas por los ciclones tropicales en ambos litorales y la ubicación geográfica de nuestro país son la causa principal de las inundaciones, las cuales se presentan cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno de manera lenta (Domínguez *et al*, 1994).

Cuando un fenómeno de gran magnitud azota a una zona urbanizada y no existen medidas de prevención y mitigación eficientes provocan la pérdida irreversible e invaluable de vidas humanas que en ocasiones es exorbitante. Como se pudo ver en el sudeste de Asia, después de que el continente fue atacado por el Tsunami aunado a la falta de medidas preventivas *“El número de personas muertas o presuntamente muertas a consecuencia del maremoto que devastó el 26 de diciembre el litoral de varios países del Océano Índico superó la cifra de 296 mil”*, Tras la magnitud de esta

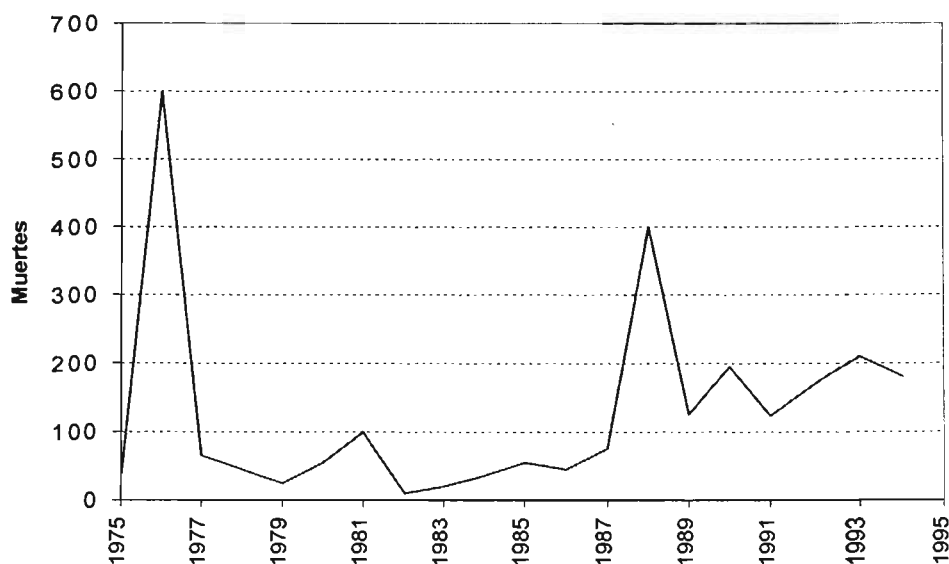
catástrofe, la vulnerabilidad de las vidas humanas se hace presente con gran dolor y se puede ver la importancia de las medidas de prevención (Bitrán *et al*, 2002).

En el año 2001, México sufrió 163 pérdidas humanas registradas por los fenómenos hidrometeorológicos con un total 33,859 viviendas afectadas y con daños cuantificables en \$2416.9 millones por pérdidas (Bitrán *et al*, 2002).

Los estados con mayores pérdidas generadas por inundación son en general, los costeros y los que tienen planicies de inundación (Tabasco, Veracruz, Sinaloa y Chiapas). México presenta un promedio de 300 muertes anuales por este fenómeno registrado en el rango de 1975 a 1994 (de A. Ramírez O., presentación, 2001).

La inundación es el fenómeno que causa mayor pérdida de vidas humanas y económicas.

Figura 2.5. Muertes por inundaciones en México



Fuente: A. Ramírez O., 2001, Presentación-IMTA

El registro de las muertes por inundaciones a través del tiempo ha ido en decremento como se puede observar en la figura 2.5 Lamentablemente, este comportamiento ya no puede actualizarse debido a que no se ha continuado con el registro constante de

esta información, aún cuando existen cifras reportadas por CENAPRED para algunos años.

Por ejemplo, para el año 2001, los fenómenos hidrometeorológicos causaron el 97% del total de daños registrados en el país. Los estados más afectados por lluvias e inundaciones fueron Baja California Sur, Sonora, Oaxaca, Quintana Roo, Aguascalientes y Chihuahua (figura 2.6) (Bitrán *et al*, 2002).

Figura 2.6. Estados más afectados por lluvia e inundación para el año 2001



Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)-UNAM (Bitrán *et al*, 2002)

Las inundaciones se encuentran en mayor número al sur del país disminuyendo su presencia conforme la latitud avanza hacia el norte.

Es impactante la forma en como el ser humano está sometido a las inclemencias del tiempo, en las fotos de la figura 2.7 podemos apreciar los problemas causados por

las inundaciones en planicies y zonas rurales, las acciones que se siguen para salvar vidas y a evitar el daño al paisaje.

Figura 2.7. Riesgos por inundación



Fuente: Agencia de fotografía y editora (CUARTOSCURO)

2.2.1. Generalidades

Una inundación es la acumulación de aguas en tierras normalmente secas, resultado de la elevación excesiva o el vertido de cuerpos de agua, ocasionada principalmente por precipitaciones extraordinarias. (de Ramírez O., 2001; no publicado).

Las inundaciones periódicas en las zonas adyacentes de los ríos originan las "llanuras de inundación", las cuales son zonas de alto riesgo. Los aspectos que caracterizan a una inundación son tres; tiempo de residencia del líquido, nivel del agua y velocidad de la misma. (de Ramírez O., 2001; no publicado).

La inundación como fenómeno hidrometeorológico presenta diversas duraciones y magnitudes y se presenta de manera frecuentemente. La inundación depende de la variabilidad hidrológica, el uso de suelo, la morfología del río y la duración e intensidad de la precipitación.

Cuando el fenómeno de inundación no está previsto y es de gran intensidad constituyen un riesgo natural frecuente. Los daños de este fenómeno se pueden clasificar en: (Bitrán *et al*, 2002).

a) Directos

Es el daño físico que sufren las propiedades, la producción agrícola, ganadera, la silvicultura, la industria, el comercio, las obras públicas, las construcciones urbanas en general y los daños en el uso del suelo constituyen los gastos reales que se efectúan por parte de las autoridades gubernamentales a consecuencia de la inundación como por ejemplo, el programa de vacunación para la prevención de epidemias, evacuación de la población con el consiguiente suministro de alimento, ropa y manejo de albergues.

b) Indirectos

Corresponden a la pérdida de los productos y servicios que brinda una región por la interrupción de las actividades agropecuarias, forestales, industriales y de comercio.

c) Intangibles

En estos se engloban los daños causados física y psicológicamente a los seres humanos y la pérdida de vidas humanas.

Si bien los daños directos son cuantificables, los daños indirectos e intangibles son muy difíciles de identificar y por lo tanto de cuantificar. Este aspecto proporciona un grado muy complejo al concepto de evaluación de daños producidos por las inundaciones.

La minimización de estas pérdidas es una ambición social que puede ser satisfecha al adquirir la habilidad de predecir los eventos de inundación, lo que permitiría determinar acciones futuras en su control.

2.2.2. Tipos de inundaciones

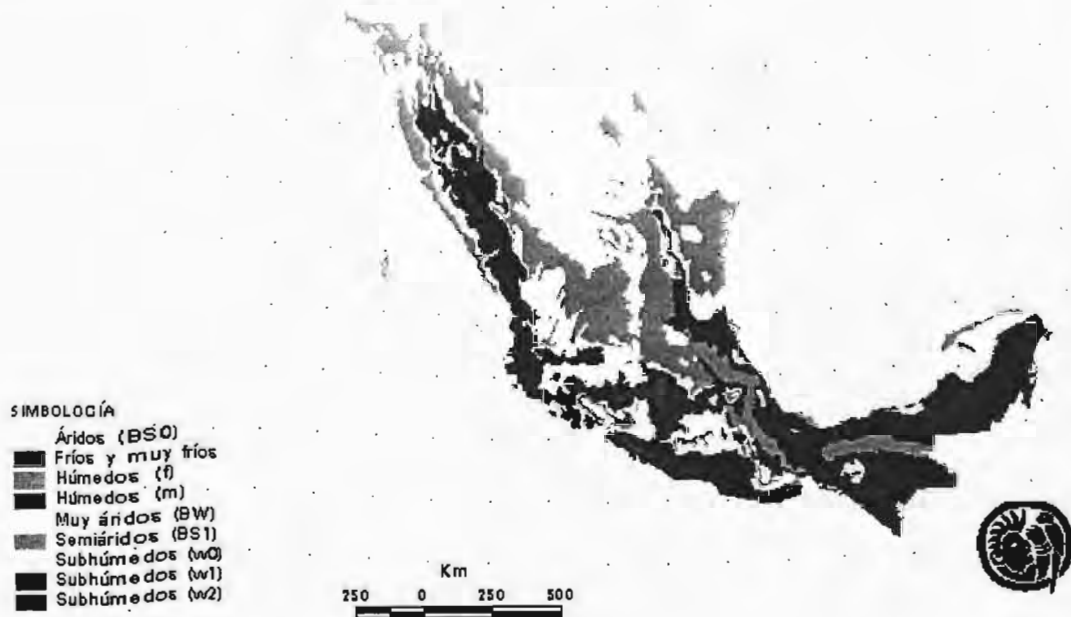
Las inundaciones por su origen, pueden clasificarse en fluviales y pluviales e inundaciones costeras (CNA, 1990):

a) Inundaciones pluviales y fluviales

Las inundaciones son consecuencia de la humedad (Figura 2.8) precipitada en forma de lluvia, nieve o granizo y a las características fisiográficas del terreno (topografía, tipo y uso de suelo y condiciones de humedad antecedente). Las pluviales son causadas directamente por la lluvia. Estas presentan un fenómeno de saturación del suelo; mientras que las fluviales se desarrollan lentamente, a veces durante un plazo de días siendo generadas por trombas y chubascos que cubren áreas entre 5 y 10km de diámetro y se encuentran acompañadas de descargas eléctricas e intensos vientos. Cuando las primeras inundaciones causan respuesta rápida y repentina, presentan una peligrosa avenida que arrastra una carga mortal de rocas, lodo y otros escombros que pueden arrasarse cualquier cosa en su paso. Esta verdadera pared es producida por el desbordamiento de las corrientes naturales de la cuenca hidrológica y es atacada ahora dentro del tema de avenidas relámpago o repentinas. El proceso de inundación puede originarse por la presencia de huracanes, vientos normales, masas polares o vientos convectivos.

Las inundaciones ocurren fuera de un río con cauce definido y también pueden ocurrir cuando una represa se rompe produciendo efectos similares a las inundaciones repentinas.

Figura 2.8. El clima de México clasificado según la humedad



Fuente: Consejo Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad

b) Inundaciones costeras

Las zonas costeras particularmente en el Golfo de México son afectadas por mareas de tormenta. Allí la sobre elevación del nivel medio del mar hace que éste penetre tierra adentro afectando zonas muy amplias. Sumándole a este fenómeno el oleaje se pueden tener daños muy importantes como la socavación de los cimientos de los edificios costeros, el naufragio de las embarcaciones así como la demolición y destrucción de instalaciones portuarias, la rotura de obras de defensa costera y la erosión de playas y riscos.

En un río se pueden diferenciar tres zonas que son montaña, intermedio y planicie (Maza y García 1997). Podemos decir que en la planicie es mayor el impacto por inundación ya que se caracteriza por tener gran superficie territorial y pendientes reducidas a causa del depósito de sedimentos. Esta zona es propicia para la agricultura y como consecuencia adquiere potencial para la industria y asentamientos

humanos por lo que requiere de mayor atención. La hidrología de llanuras es sumamente complicada y debe tratarse en forma multidisciplinaria. La presencia de agua en este paisaje depende del clima y la morfología del terreno; en las tierras húmedas esto determina la inundación temporal, mientras que en zonas áridas tenemos una hidrología superficial poco continua, que puede estar estrechamente vinculada a la hidrología subterránea.

En las llanuras tenemos dos tipos de inundaciones, las provocadas por anegamiento y desborde.

- Los anegamientos son consecuencia de que la intensidad de lluvia es mayor que la capacidad de infiltración o del ascenso del nivel freático. La única forma de movimiento de esta inundación es por evaporación e infiltración, por lo que la zona anegable es una zona de riesgo con tiempos de residencia muy largos.
- Los desbordes en el curso de los cauces son consecuencia de los afluentes que después de un evento extremo aportan gastos extraordinarios. El desbordamiento lateral se origina al superar los bordes de la sección transversal, una de las consecuencias es el anegamiento de los campos con importantes alturas de agua que permanecen con un lento movimiento paralelo y se retira cuando pasan los gastos extraordinarios, para esos ríos es importante hacer las predicciones en la alta cuenca. La inundación por desborde son más importante en tiempo de crecidas (Mario y Fuschini, 1994).

En zonas donde existen obras de almacenamiento y se alcanza su capacidad de control, es necesario desalojar el agua excedente, lo que puede provocar inundaciones en zonas próximas de la estructura, especialmente aguas abajo de la misma.

En las zonas urbanas es indispensable controlar y proyectar los asentamientos a fin de evitar invadir y reducir el área hidráulica de los sistemas de drenaje lo que evitará desbordamientos. Para los casos irreversibles, la población en riesgo debe conocer los problemas y saber como actuar en caso de emergencia, medidas que son particularmente importantes en zonas áridas y semiáridas en donde los cauces permanecen sin agua por largos periodos.

2.2.3. Impacto de las inundaciones

Un buen conocimiento de la hidrología superficial en México puede estimular el desarrollo del país. El manejo adecuado de las zonas productoras en este aspecto, puede potenciar su crecimiento económico, mientras que un mal manejo puede traducirse en pérdidas económicas, de infraestructuras y humanas

Entre los sectores que más se ven impactados por la ocurrencia de eventos extraordinarios de escurrimiento se encuentran los siguientes (Acosta, 1990):

- La producción de alimentos. México se caracteriza por ser semihúmedo en su parte tropical. Su agricultura se basa en zonas de temporal, por lo que se requiere conocer la cantidad de agua precipitable en tiempo y superficie determinada, capacidad de infiltración, humedad del suelo y zonas con riesgo de inundación.
- La generación de energía. En México se genera energía por medio de microcentrales hidroeléctricas y plantas hidroeléctricas en donde se produce el 35% de la energía, por lo que cuantificar la lluvia y la variabilidad del escurrimiento para dimensionar la presa de almacenamiento requiere conocimientos más detallados de la disponibilidad y frecuencia del agua en sitios específicos, así como la ocurrencia de los fenómenos extremos para evitar catástrofes de proyección en las presas.

- El **abastecimiento** de agua. El agua es indispensable para los usos poblacionales, además de ser necesaria en los procesos industriales por lo que **para** satisfacer las demandas de agua es necesario contar con derivaciones directas de los ríos, presas de almacenamiento, sistemas de distribución y acueductos.

En las zonas urbanas es importante proyectar obras de protección adecuadas y drenajes apropiados, contra avenidas extremas, por eso resulta indispensable conocer de la mejor manera posible la ocurrencia y recurrencia de los gastos máximos.

En México los diferentes eventos que han producido inundaciones se pueden listar en las tablas 2.1 a 2.3. Otro evento importante productor de inundaciones es el desbordamiento o falla de la cortina de una presa, en donde la magnitud de almacenamiento es el factor clave para determinar el grado de los daños ocasionados.

La ocurrencia de gastos grandes pone de manifiesto la magnitud de las posibles catástrofes y realza la importancia de desarrollar estudios que permitan el conocimiento de dichos eventos extremos para generar medidas preventivas y correctivas.

En las siguientes tablas podremos ver los registros de los eventos extremos más importantes sobre la república Mexicana.

Esta tabla muestra el registro histórico de los principales desbordamientos ocurridos sobre la república Mexicana en un periodo de 1963 a 1984. Estos registros indican la presencia de inundaciones por desbordamiento de cauces a través del tiempo.

Tabla 2.1. Grandes eventos de desbordamiento en ríos

RÍOS	FECHA
Grijalva	1963 y 1973
Papaloapan	1944, 1958, 1969 y 1989
Bajo Bravo	1967 y 1988
Ríos del Noroeste	1943, 1949 y 1960
Ríos del Pacífico centro	1958 y 1959
Santiago	1973
Balsas	1967, 1976 y 1984

Fuente: CENAPRED, 1990; Secretaría de Gobernación; Sistema nacional de Protección civil.

Los huracanes provocan inundaciones generalizadas sobre todo en las vertientes del centro, en el norte del Golfo de México y en el Océano Pacífico (CENAPRED, 1990). La tabla 2.2 consigna las máximas precipitaciones asociadas con huracanes y muestra la magnitud de las precipitaciones generadas por los huracanes más importantes de 1988 a 2004.

Tabla 2.2. Precipitación máxima diaria relacionada con huracanes

FECHA	LUGAR	NOMBRE	PRECIPITACIÓN
1988	Tamaulipas	Gilbert	342 mm
1997	Acapulco	Pauline	411 mm
2000	Tampico	Keith	366 mm
2001	Baja California	Juliette	202 mm
2002	Yucatan	Isidoré	250 mm
2004	Colima	Olaf	197 mm

Fuente: CNA, SMN; Subgerencia de pronóstico meteorológico; <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/historia/historia.html>

De acuerdo con el proceso que da origen a la precipitación, pueden distinguirse gastos máximos generados por ciclones, tormentas de invierno y de verano (tablas 2.3 a, b y c).

Tabla 2.3. Grandes eventos producidos por ciclones, tormentas de invierno y verano en México (hasta 1976).

a)

EVENTO CICLONICO				
FECHA EN QUE TOCA TIERRA	NOMBRE	ESTADOS AFECTADOS	Q_{max}	FECHA DE Q_{MAX}
06-sep-1955	Gladys	Veracruz	4002 m ³ /s	04-sep-1955
19-sep-1955	Hilda	Tampico	4810 m ³ /s	21-sep-1955
28-sep-1955	Janet	Sierra Madre Oriental	Presa san José llena	-----
23-sep-1967	Katrina	Guerrero	3881 m ³ /s	26-sep-1967
08-oct-1976	Madeline	Durango	5422 m ³ /s	09-oct-1976

Fuente: Domínguez, *et al*,1994; Reflexiones sobre las Inundaciones en México; CENAPRED.

b)

TORMENTAS DE INVIERNO		
FECHA	ESTACIÓN	Q_{max}
09-dic-1943	Huites	14376 m ³ /s
13-ene-1949	Huites	10000 m ³ /s
11-ene-1960	Junta	1397 m ³ /s
12-ene-1960	El Novillo I	4566 m ³ /s
12-ene-1960	Huites	15000 m ³ /s
dic-1990	Huites	11720 m ³ /s
ene-1992	Cuenca Huaynamota	10000 m ³ /s

Fuente: Domínguez, *et al*,1994; Reflexiones sobre las Inundaciones en México; CENAPRED.

c)

TORMENTAS DE VERANO		
FECHA	CUENCA	precipitación
1958, 1969 y 1992	Papaloapan	-----
1963	Grijalva	-----
1998	Costa Chica Chiapas	220 mm
1999	Puebla y Veracruz	600 mm
2000	Morelos	120 mm

Fuente: Domínguez, *et al*,1994; Reflexiones sobre las Inundaciones en México; CENAPRED.

De acuerdo con los datos publicados por el CENAPRED (1990), los fenómenos hidrológicos extremos han provocado los desastres naturales más relevantes

ocurridos en México. Entre los más devastadores encontramos a los siguientes cuatro eventos ocurridos de 1988 a 2000.

- El huracán Gilberto en 1988
- El huracán Paulina en 1997
- Las inundaciones en Veracruz en 1999
- Los efectos del huracán Keith en el 2000

Según la CNA y SMN en su publicación electrónica (2004), la temporada de ciclones tropicales sobre la república para el Océano Pacífico suele iniciarse en la primera quincena del mes de mayo, mientras que en el Atlántico se inicia en junio. La temporada de ciclones para ambos océanos se considera más activa durante el mes de septiembre por su mayor incidencia y termina a principios de noviembre. En los últimos veinte años México ha sufrido la ocurrencia de ciclones tropicales mostrada en la Figura 2.9 (de CNA y SMN 2004).

Figura 2.9. Ciclones tropicales en la categoría de huracán (1980-2002)



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (2003)

Para ese periodo, en promedio 25 ciclones se presentan entre mayo y noviembre con vientos mayores a 63 Km/h, de los cuales, 15 ocurren en el Océano Pacífico y 10 en el Atlántico (de CNA y SMN 2004).

Por otro lado, las ondas tropicales aumentan las precipitaciones pluviales del país, generando así gastos en exceso que provocan desbordamiento de ríos e inundaciones. De acuerdo con el CENAPRED (1990) los fenómenos de inundación se presentan principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Baja California Sur, Sinaloa, Durango y Guanajuato. En la siguiente tabla podemos observar las inundaciones presentadas para 83 entidades federativas y las localidades más inundadas en un periodo de 39 años (1950 -1988) (tabla 2.4).

Tabla 2.4. Inundaciones en México (1950-1988)

ID	Entidad Federativa	Población	Eventos por Entidad	Eventos por Localidad	Habitantes afectados por inundación
1	Aguascalientes	Aguascalientes	6	4	461
2	Baja California	Tijuana	50	15	536
3		Ensenada		14	204
4		Mexicali		11	594
5	Baja California Sur	La Paz	17	3	148
6		Región todos Santos		3	--
7	Campeche	Campeche	24	9	207
8		Champotón		4	56
9	Chiapas	Tuxtla Gutierrez	46	9	198
10		San Cristóbal de las Casas		6	72
11	Chihuahua	Ojinaga	93	12	29
12		Cd. Juárez		15	629
13		Delicias		8	91
14	Coahuila	Torreón	93	9	439
15		Cd. Acuña		5	51
16		Matamoros		7	--
17		Parras		5	47
18	Colima	Manzanillo	35	7	87
19		Tecomán		4	80
20		Colima		6	--
21	Distrito Federal	Río Churubusco	45	7	--
22		Río san Joaquín		--	--
23	Durango	Durango	117	29	372
24		Canatlán		18	75

Tabla 2.4. Continuación....

ID	Entidad Federativa	Población	Eventos por Entidad	Eventos por Localidad	Habitantes afectados por inundación
25	Guanajuato	Celaya	149	12	255
26		León		12	761
27		Irapuato		9	--
28		Salamanca		10	185
29	Guerrero	Chilpancingo	118	12	118
30		Acapulco		19	488
31	Hidalgo	Pachuca	44	5	156
32		Vega de Metztlán		6	23
33	Jalisco	Guadalajara	202	32	1,907
34		La Barca		7	56
35	México	Chalco	153	14	111
36		Ecatepec Morelos		11	1,156
37		Naucalpan		16	
38	Michoacán	Zamora	121	10	133
39		La Piedad		9	73
40	Morelos	Cuernavaca	30	9	301
41		Yautepec		6	36
42	Nayarit	Santiago Ixcuintla	108	27	114
43		Tuxpan		11	39
44		Tecoala		10	--
45		Acaponeta		8	--
46	Nuevo León	Monterrey	51	20	1342
47		Anáhuac		4	22
48	Oaxaca	Juchitlán	66	6	5
49		Tuxtepec		6	68
50	Puebla	Cd. Serdán,	28	4	--
51		Puebla		5	999
52		Tehuacán		3	136
53	Querétaro	Querétaro	28	15	369
54		Tequisquiapan		3	--
55	Quintana Roo	Chetumal	9	4	--
56		Cozumel		2	38
57	San Luis Potosí	San Luis Potosí	10	5	483
58	Sinaloa	Culiacán	93	22	700
59		Mazatlán		14	312
60		Guasave		11	--
61	Sonora	Cajeme	262	14	299
62		Villa Guaymas		14	155
63		Etchojoa		11	78
64		Hermosillo		12	399
65		Huatabampo		12	71
66	Tabasco	Villa Hermosa	73	13	301
67		Tenosique		7	46
68	Tamaulipas	Tampico	112	26	311
69		Matamoros		11	277
70	Tlaxcala	Tlaxcala	36	6	42
71		Panotia		4	16

Tabla 2.4. Continuación....

ID	Entidad Federativa	Población	Eventos por Entidad	Eventos por Localidad	Habitantes afectados por inundación
72	Veracruz	Alto Lucero	417	65	33
73		Martínez de la Torre		16	111
74		Coatzacoalcos		14	228
75		Minatitlán		16	176
76		Tuxpan		15	117
77		Nautla		13	--
78		Poza Rica		15	202
79	Yucatán	Puerto Progreso	12	3	36
80		Mérida		4	510
81	Zacatecas	Tlaltenango	33	3	21
82		Pánfilo Natera		2	19
83		Pinos		2	58
Total			2681	894	17,761

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos, emitido por la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, Diciembre 1991.

Los resultados muestran 2681 eventos ocurridos sobre la república mexicana, de los cuales solo se registran 894 eventos para las diferentes localidades, que afectan directamente a 17,761 habitantes, expuestos a los eventos de inundación.

La generación de inundaciones sobre la república mexicana forma una base de datos con información útil para caracterizar el comportamiento de las inundaciones a lo largo del tiempo. El Atlas Nacional de Riesgos emitido por la Dirección General de Protección Civil de la secretaria de gobernación fue impreso en Agosto de 1991.

Hasta la fecha, el Atlas Nacional de Riesgos no ha sido actualizado y su proyección de ofrecer una panorámica general de los riesgos hidrometeorológicos, geológicos, químicos, sanitarios y socio-organizativo ha quedado truncada por la falta de actualizaciones de los datos generadores de riesgos.

El siguiente mapa representa el primer elemento que integra un panorama de los riesgos de inundación a los que estuvo expuesto el país durante el periodo de 1950 a 1988 (DGPC, 1991).

Figura 2.10. Distribución geográfica de las inundaciones en México

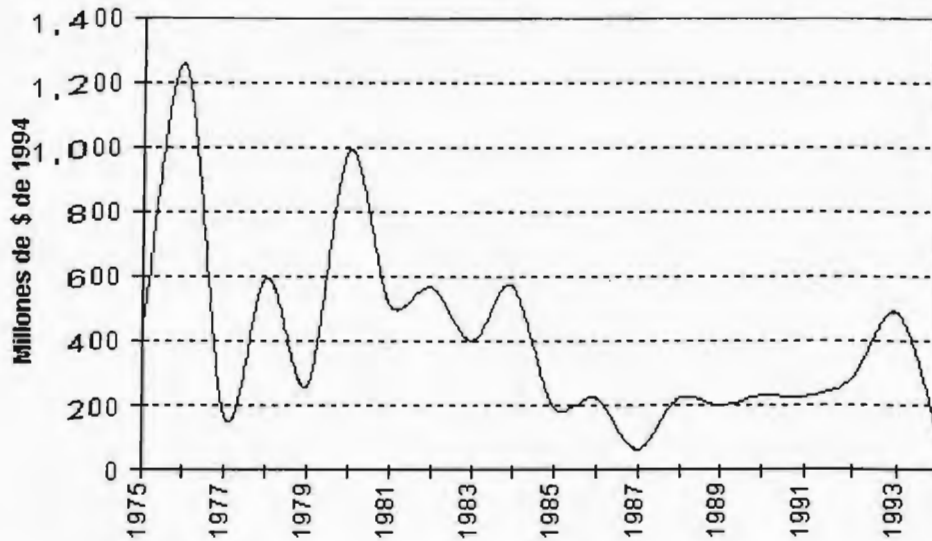


Fuente: Atlas nacional de Riesgos, emitido por la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, Agosto 1991.

De acuerdo con la DGPC (1991), en este periodo ocurrieron un total de 2,681 inundaciones, con un promedio anual de 70 inundaciones significativas y un riesgo potencial cercano a los 18 millones de habitantes. Tan solo Veracruz, Sonora y Jalisco representan una población de 4 millones de habitantes expuestos.

De acuerdo con GASIR, CNA, la cuantificación de pérdidas por inundación a través del tiempo (1975–1994) ha ido en descenso y se ha desarrollado de la siguiente manera:

Figura 2.11. Pérdidas por inundaciones (1975-1994)



Fuente: A. Ramírez O., 2001, Presentación-IMTA

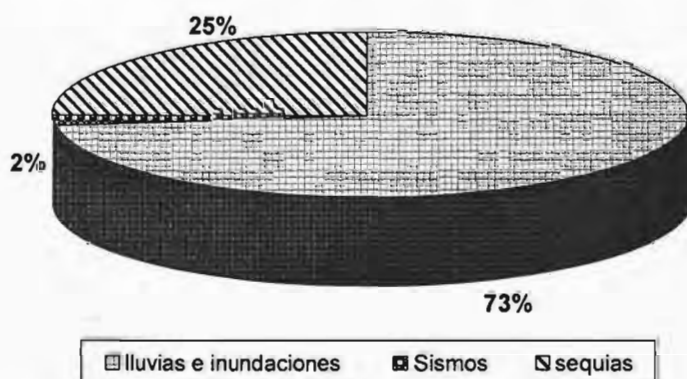
El CENAPRED (Bitrán *et al*, 2002) hace un recuento de los daños causados por fenómenos hidrometeorológicos de 1999 a 2001, que muestra las siguientes características:

- En el año 1999 se registraron 387 pérdidas humanas, con daños totales de \$8,696.9 y 78,438 viviendas afectadas.
- En el año 2000 se registraron 9 pérdidas humanas, con daños totales de \$2,182.1 y 924 viviendas afectadas.
- En el año 2001 como se mencionó anteriormente, registro 163 pérdidas humanas, con daños totales de \$2,416.9 y 33,859 viviendas afectadas.

Durante el año 2001, la sequía y lluvias e inundaciones causaron graves estragos en diversos estados del país, razón por la cual las solicitudes de los recursos con cargo al FONDEN se destinaron principalmente a la mitigación de los efectos de estos fenómenos (figura 2.12) (Bitrán *et al*, 2002).

El FONDEN (Fondo de Desastres Naturales) es un mecanismo financiero para que en la eventualidad de un Desastre Natural, el Gobierno Federal pueda conforme a sus disponibilidades, apoyar en situaciones de emergencia y de desastre natural de manera complementaria, atendiendo los efectos que superan en magnitud la capacidad financiera de respuesta de las dependencias y entidades paraestatales, así como de las entidades federativas.

Figura 2.12. Distribución de los recursos asignados por el FONDEN 2001



Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres 2001

El total de recursos erogados por el FONDEN asciende a 930.4 millones de pesos en el año 2001. El fenómeno de mayor relevancia fue la lluvia e inundación cuyo monto, incluyendo los recursos estatales, ascendió a 1,232 millones de pesos. De este total más de 800 millones correspondió a los desembolsos por el huracán Juliette, en los estados de Sonora y Baja California Sur (Bitrán *et al*, 2002).

2.2.4. Eventos máximos históricos en México

Dentro de una muy breve reseña de de la ocurrencia de los eventos de gastos máximos podemos mencionar los siguientes.

En Sinaloa (1943) se estimó un gasto de 14,376 m³/s cuando el río Fuerte creció de forma catastrófica, destruyendo el poblado de Tamazula.

En Sonora (1949) una tormenta tropical provocó que el río Yaqui presentara un gasto de 5,265 m³/s (Domínguez *et al*, 1994). Para el año de 1990 en el suroeste de la república un frente frío asociado con una corriente de chorro y un sistema de baja presión cubrieron Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Chihuahua. La respuesta hidrológica provocó lluvias sin precedentes, que generaron gastos de hasta 11,720 m³/s y escurrimientos de 2,150 millones de m³ en cinco días lo que es igual a un escurrimiento promedio de 4,976.85m³/s.

En el estado de México (2002), la temporada de lluvias daño a 44 municipios, afectando a 89,438 habitantes e inundando 35.66km², según datos oficiales del Gobierno del Estado de México.

En Morelos (2003), las inundaciones se hicieron presentes en todo el estado; Yautepec sufrió el desborde del río Yautepec, con inundaciones hasta de 2 m entre lodo y agua, afectando a 40 familias.

En Chiapas y Oaxaca (2003), las lluvias de la tormenta tropical Larry provocaron inundaciones y en consecuencia importantes daños materiales (CNA, 2003).

En Coahuila (2004), el río Escondido causó por lo menos 36 muertes, reportando además entre 10 y 20 personas desaparecidas, 3.000 viviendas perdidas así como pertenencias y cosechas (Crónica 11-Septiembre de 04).

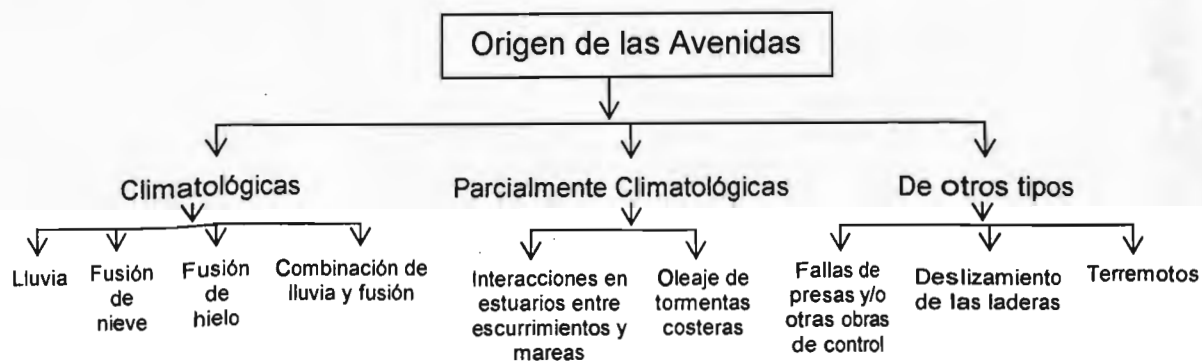
La necesidad e importancia de registrar los eventos máximos históricos ha crecido en el interés de los investigadores con la finalidad de representar el comportamiento y la magnitud de los mismos a través del tiempo.

2.3. Generalidades sobre la predicción de eventos máximos

Las avenidas pueden tener diversos orígenes (figura 2.13), en la república mexicana la mayoría de las crecientes naturales están asociadas con la lluvia.

De acuerdo con Campos (1996), la generación de los eventos de inundación pueden ser totalmente naturales, originados por causa del hombre o por una combinación de ambos en proporciones diversas.

Figura 2.13. Orígenes de las avenidas

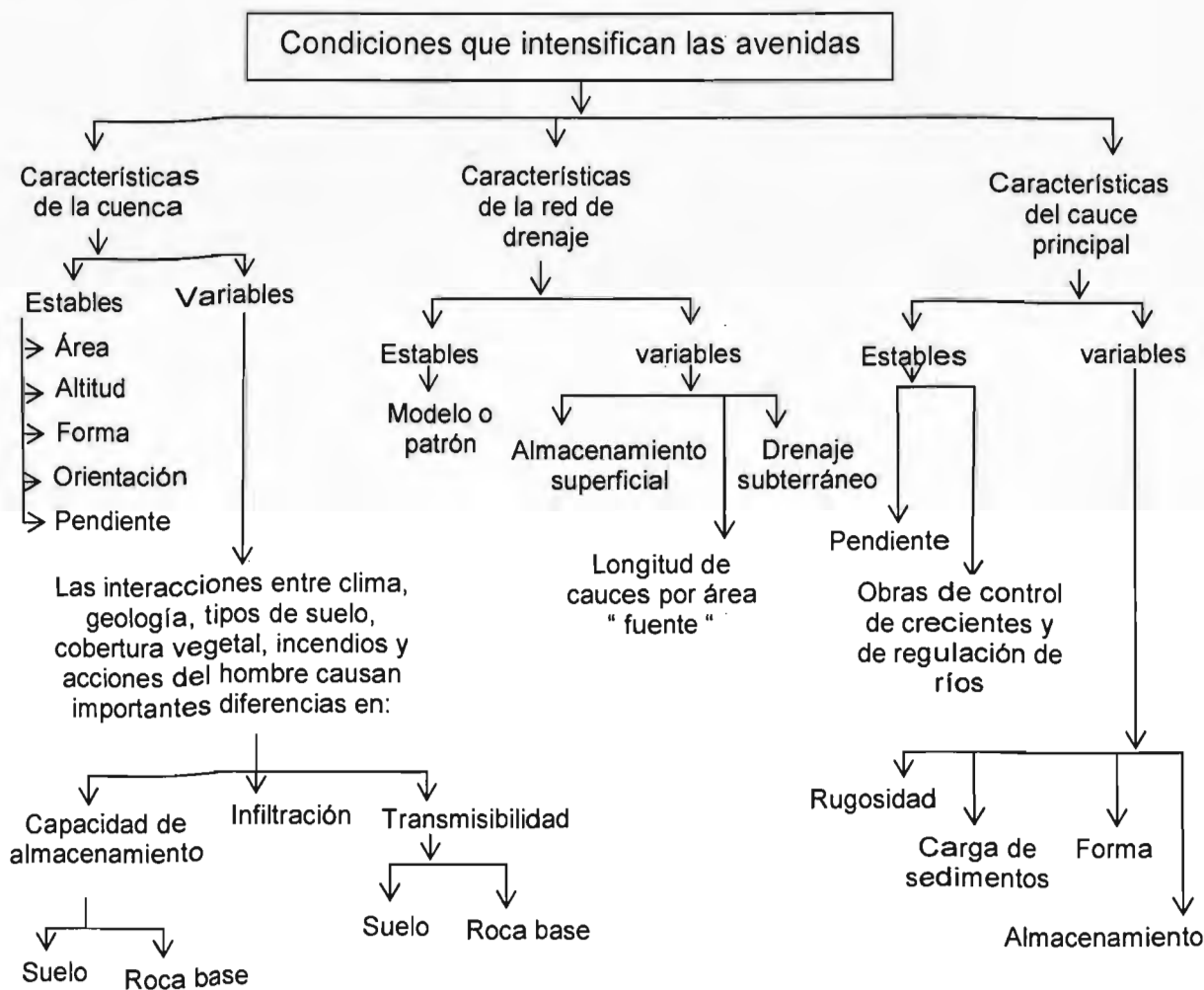


Fuente: Ward 1978

El estudio del origen de las avenidas tiene como finalidad obtener una mejor idea del comportamiento de los eventos. La división del origen de las avenidas es un concepto nuevo que se ha desarrollado bajo la necesidad de incluir al hombre como factor importante en el cambio fisiográfico de las cuencas, encontrando así cambios en el comportamiento hidrométrico.

El cambio fisiográfico es generado por la implementación de nuevas estructuras físicas sobre los cauces, que aumentan la vulnerabilidad sobre el hombre al provocar cambios en el entorno invadido.

Figura 2.14. Condiciones que intensifican las avenidas



Fuente: Ward 1978

Al estudiar las condiciones que intensifican las avenidas, podemos ver que las variables de peso para este análisis son las que caracterizan el tipo, forma y distribución del agua superficial, en su comportamiento variable y estable.

Para cuencas muy grandes, los gastos máximos se encuentran asociadas con tormentas ciclónicas de baja intensidad y de gran cobertura espacial, en otoño, mientras que las cuencas con poca extensión presentan gastos máximos generados por tormentas convectivas de alta intensidad y con poca cobertura espacial (Morris. 1982; Campos 1987).

Tomando en cuenta la información relativa a la hidrología de la cuenca y las características de las tormentas que en ella ocurren, en nuestro país se definen dos poblaciones comúnmente consideradas al trabajar con el tiempo que son: Invierno-Primavera y Verano- Otoño Campos 1987).

Métodos de estimación de avenidas

Existen diversos métodos para estimar las avenidas de acuerdo con los datos recopilados para cada una de las EH y pluviométricas (climatológicas). De acuerdo con (Campos, 1991), los métodos se encuentran dentro de la siguiente clasificación:

a) Método empírico

Dentro de este rubro podemos encontrar al método de las envolventes por ejemplo las definidas por: Lowry, Creager, Crippen y Matthai como la relación existente entre los gastos máximos y el área de la cuenca.

b) Método de campo (método sección-pendiente o sección velocidad)

La estimación de la avenida se lleva a cabo por medio de marcas físicas en el lugar definidas por las huellas máximas de las avenidas pasadas. Teniendo este dato, se aplican fórmulas de la hidráulica de canales para estimar el gasto máximo de la avenida.

c) Método probabilístico

Cuando se dispone de registros de gastos máximos anuales, se puede recurrir al ajuste de varios modelos de función de distribución de probabilidad (PDF) para estimar las crecientes asociadas con los periodos de retorno de diseño. Las PDF comúnmente empleadas en el análisis de frecuencias de crecientes son: normal, Log-normal, Gumbel, Gamma, General de Valores Extremos (GVE), Pearson III y Log-Pearson III y Bigumbel.

Estos métodos consisten en representar probabilísticamente la información histórica disponible. La elección del mejor ajuste de la función de distribución a los datos, permite extrapolar en el tiempo la información de una serie. Los parámetros de la función pueden ser manipulados para obtener un mejor ajuste que arroja un menor error cuadrático. Este a su vez, mide la calidad del ajuste de la distribución contra los datos históricos.

Funciones como la distribución doble Gumbel, se ajustan adecuadamente a series de datos de dos poblaciones de orígenes distintos, como por ejemplo eventos ciclónicos y no ciclónicos.

Existen variaciones significativas en la obtención del gasto máximo, debido a que el ajuste de las PDF depende de los parámetros y éstos a su vez de los registros de escurrimiento que no son homogéneos por la ocurrencia de cambios fisiográficos a través del tiempo. Esto ocasiona cambios en la forma de los hidrogramas para una misma lluvia pero con diferentes condiciones fisiográficas y por lo tanto un posible cambio significativo en el gasto máximo.

En las actualizaciones de datos de registros históricos, el ajuste puede mostrar una función de distribución diferente a la elegida inicialmente.

d) Métodos regionales

Un problema común es que la información en el análisis de frecuencias de inundación no se encuentra disponible para sitios sin aforar. Este es el motivo por el que el comportamiento de las cuencas sin aforar se basa en los datos disponibles de las regiones cercanas hidrológicamente homogéneas.

En cierto sentido la mayoría de los métodos de predicción son regionales. Las metas del análisis regional básicamente son dos, la reducción de los errores de estimación y el muestreo en sitios específicos y el análisis de frecuencias en sitios no aforados (Ramírez, 2000). La relación empírica entre área y escurrimiento es conocida como el primer método regional. Cunnane (1988) realiza una excelente recopilación y crítica en la que identifica doce categorías de métodos regionales. La referencia usual para trabajar con métodos regionales implica técnicas como funciones de distribución de frecuencias regionales, el método de avenida índice (Darlymple, 1960), regresión múltiple (Benson, 1982), enfoques multivariados para el análisis regional (Cunnane 1988), funciones bivariadas y trivariadas para mejorar los estimados de avenidas con buenos resultados (Raynal 1985; Escalante 1991,1996) (Ramírez, 2000)

Se acepta hoy en día que los métodos de análisis regional con base en la aplicación de distribuciones de probabilidad y técnicas multivariadas ofrecen grandes perspectivas (Diaz-Granados y Beeb, 1988; Firentino, 1985; Smith, 1989, Raynal, 1985; Escalante, 1991).

e) Método determinístico

El hidrograma unitario (HU) y los modelos matemáticos permiten simular eventos. Con la información hidrométrica y pluviográfica en la cuenca se pueden visualizar diferentes HU con la finalidad de obtener uno representativo de las avenidas asociadas con los periodos de retorno.

Los modelos determinísticos se basan en la técnica del HU pero analizan con detalle ciertos procesos del ciclo hidrológico de la cuenca como: la infiltración, tránsito de cauces, tránsito en embalses existentes y en proyecto y por último analiza la integración de los eventos de cada subcuenca.

Con la finalidad de avanzar en el conocimiento de fenómenos hidrológicos que permitan reconocer los periodos del año en que se debe tener un mayor cuidado y seguimiento de grandes precipitaciones.

En este trabajo, para avanzar en la comprensión del comportamiento de los gastos máximos se usara un método de zonificación. La base de este estudio es el análisis circular de datos aplicado a los registros de estaciones hidrométricas.

La aplicación de la estadística circular permitirá analizar la ocurrencia y la temporalidad de los gastos máximos sobre la república mexicana. El análisis sólo depende de la existencia del monitoreo de cuencas con registros para la zona en estudio.

Las características esenciales para llevar a cabo este análisis son: la magnitud del gasto máximo, el área de las cuencas, la longitud del registro anual y la ubicación de estaciones. En el estudio se utilizaron solo datos de cauces no controlados. Esto garantiza que los gastos no tengan influencia antropogénica. Aún cuando se reconoce poco efecto temporal en la ocurrencia de los eventos máximos debido a la infraestructura hidráulica, se ha preferido trabajar con los escurrimientos en cuencas vírgenes a fin de evitar la inclusión de posibles errores.

Los detalles de la metodología utilizada en este estudio se presentan ampliamente en el capítulo 4.

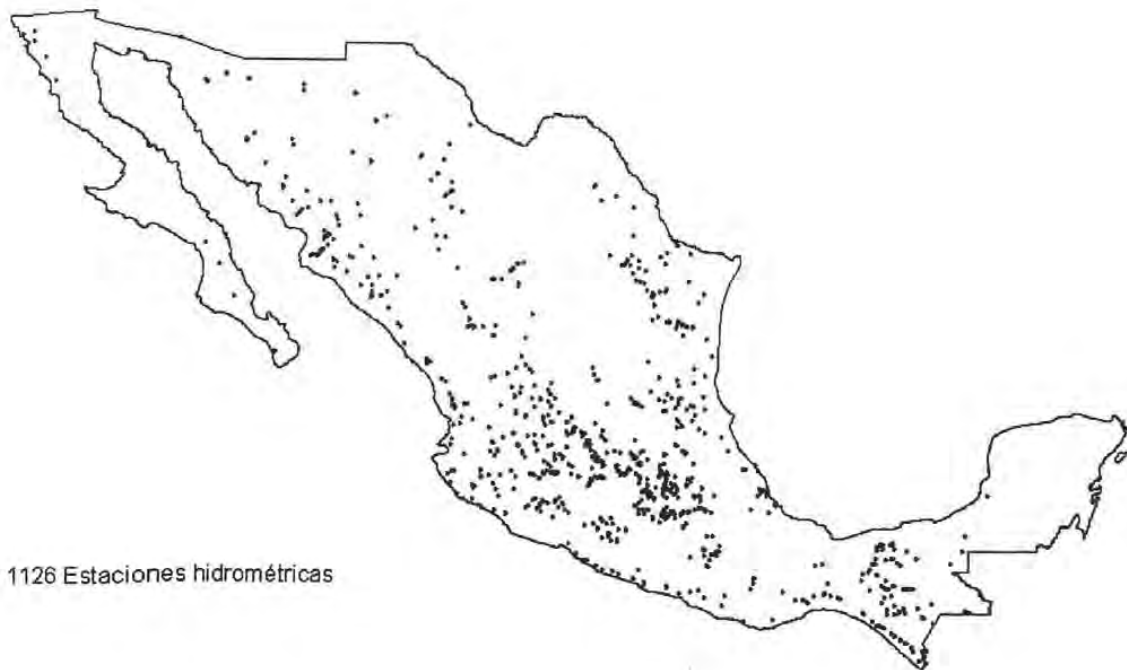
3. DATOS HIDROMÉTRICOS

En esta sección se presentan los datos disponibles en nuestro país para realizar estudios basados en gastos máximos anuales. Así mismo se realiza una discusión de los mismos para después construir el juego de datos que será usado en la aplicación planteada en este trabajo. Es indudable que la cantidad y calidad de los datos es un parte importante para el análisis hidrológico. En la medida en que se tenga confiabilidad en las mediciones, mejores análisis pueden hacerse en esta área.

3.1. Disponibilidad de los datos

En la república mexicana se cuenta con una red histórica de 2014 estaciones hidrométricas, con información para el año de 1999 (Bandas 2000). De acuerdo con los registros de CNA, en su mejor densidad, 1126 estaciones hidrométricas con datos históricos distribuidas sobre la república operaron en forma simultánea (figura 3.1). Para el año 2000, solo 671 estaciones hidrométricas se encontraban en operación (Gómez M., Datos sin publicar).

Figura 3.1. Estaciones hidrométricas con datos históricos presentes en la República Mexicana (condición de máxima densidad operacional)



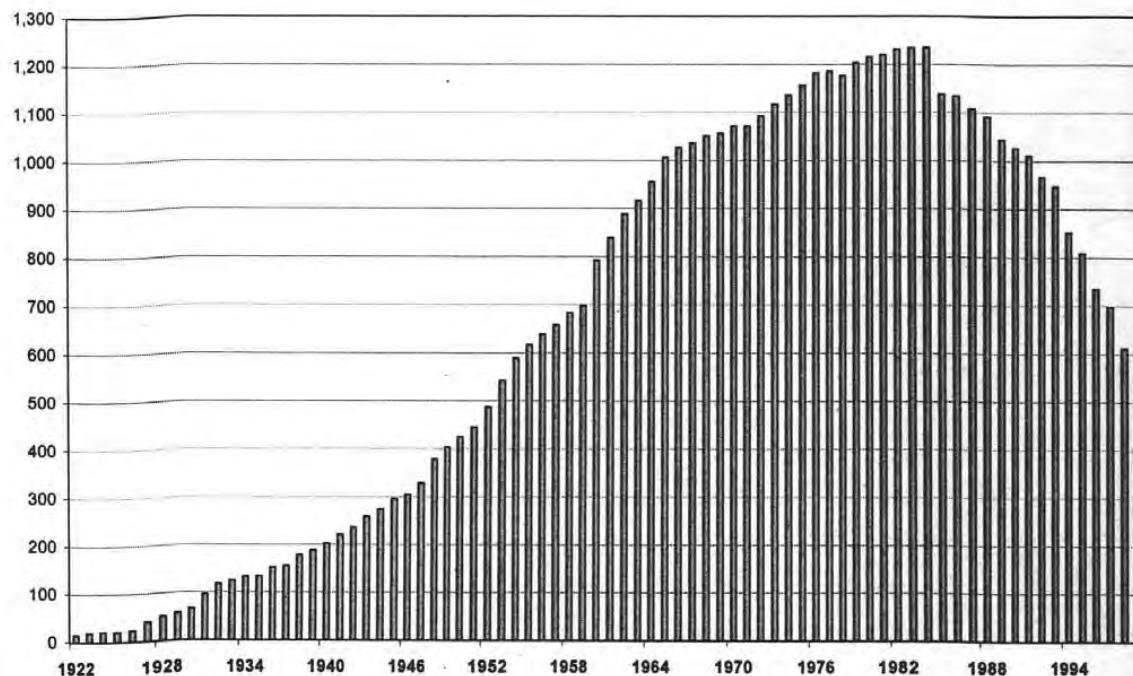
En la figura anterior se puede observar la red hidrométrica, compuesta por estaciones controladas y no controladas. La Comisión Nacional del Agua (CNA) es la dependencia del gobierno federal encargada de proporcionar el servicio público de información meteorológica, climatológica e hidrométrica.

La estructura interna de la CNA incluye al Servicio meteorológico Nacional (SMN) encargado de la información meteorológica y climatológica, y a la Gerencia de Aguas Superficiales responsable de la información hidrológica y la operación de presas. La distribución de la red hidrométrica de acuerdo con INEGI-SEMARNAP (2000), cuenta con 651 estaciones hidrométricas que representan una densidad de 3010 km²/estación.

Según Romero (1990), en 1981, la cobertura y el estado de las instalaciones y redes de observación meteorológica, climatológicas e hidrológicas se consideraban adecuados aún cuando el equipo era convencional. En 1985 como consecuencia de

la reducción presupuestaria hacia el sector público, la infraestructura sufrió un constante deterioro (figura 3.2).

Figura 3.2. Evolución del número de las estaciones hidrométricas activas a través del tiempo



Fuente: A. Ramírez O., 2001, Presentación-IMTA

El objetivo es representar adecuadamente los escurrimientos de una red mediante la correcta distribución de las estaciones hidrométricas sobre el área en estudio. La mejora de la infraestructura pretende obtener, procesar y analizar información de manera eficaz. El objetivo es establecer una red óptima y completa, aunque en países en desarrollo como el nuestro, la necesidad inmediata será contar al menos con una red mínima, capaz de permitir el desarrollo y ordenación de los recursos hidráulicos evitando errores graves de estimación y extrapolación.

Acosta (1990), propone tres escenarios posibles para resolver el problema de carencias presentes en la red hidroclimatológica con información confiable en cantidad y calidad:

a) Escenario I -Red hidroclimatológica mínima

En el país se cuenta con 4129 climatológicas y por parte de la CNA 687 pluviógrafos, 739 hidrométricas, sin contar las de los canales y 270 laboratorios de sedimentos.

b) Escenario II –Condiciones satisfactorias

Además de las necesidades planteadas en el escenario anterior, se requiere complementar con el siguiente número de instrumentos, 500 pluviógrafos, 75 laboratorios de sedimentos y la instrumentación telemétrica de 10 cuencas prioritarias de los siguientes ríos: Bajo Balsas, Santiago, Pánuco, Yaqui y mayo, Papaloapa, Fuerte, Culiacán, Mocorito y Sinaloa.

c) Escenario III –Condiciones óptimas

En este escenario, la red hidrometeorológica se encontraría en condición óptima de funcionamiento. A nivel nacional se requieren al menos 7040 estaciones climatológicas, 1277 hidrométricas, 1431 pluviógrafos y la instrumentación telemétrica de 18 cuencas que cuentan las 10 antes mencionadas más las 8 cuencas de los ríos siguientes: Bajo Grijalva, Nazas, San Fernando, Sonora, Tehuantepec, Conchos, San Juan y Bravo.

Las estaciones hidrométricas constituyen la fuente principal de información acerca del régimen del escurrimiento superficial. La importancia de caracterizar el comportamiento de los gastos máximos se ve reflejada en la inquietud de registrar el escurrimiento superficial natural, por medio de las estaciones hidrométricas. De las 671 Estaciones Hidrométricas sobre cauces no controlados, solo 479 estaciones hidrométricas presentan información de gastos máximos anuales con más de 10 años de registro, localización y área de la cuenca (figura 3.3).

Figura 3.3. Estaciones hidrométricas sobre cauces no controlados



Los cauces no controlados son los que no tienen elementos impuestos por el hombre como presas, bordes, canales entre otros que ayuden a controlar las salidas del cauce natural.

El hecho de que las estaciones hidrométricas registren los gastos de descarga sobre los cauces controlados, no permite conocer el comportamiento real de los gastos máximos a través del tiempo.

Es decir, los gastos que ocurren en zonas aguas abajo del control se encuentran manipuladas principalmente por las necesidades del hombre. Bajo este concepto, las estaciones seleccionadas para realizar este trabajo de tesis son las que se encuentran sobre cauces no controlados.

3.2. Selección de estaciones hidrométricas

La selección de las estaciones se llevará a cabo bajo la revisión de las siguientes variables:

a) Gasto Máximo

El gasto máximo o gasto pico es una de las características más importantes de un hidrograma de avenidas, siendo quizá la variable de mayor relevancia en muchos estudios hidrológicos. El gasto máximo es sinónimo de avenida máxima o más aún, de una potencial inundación. Es la variable más utilizada como parámetro de diseño hidrológico y en este sentido es la que cobra mayor relevancia para este estudio

La información hidrológica directa se obtiene en puntos de observación y medición, denominados estaciones hidrométricas, ubicados en ríos y cuerpos de agua. El conjunto de estos puntos constituye la red de estaciones hidrométricas (IDEAM, 1999).

Estación hidrométrica: registra información de las características del agua de uno o varios de los elementos siguientes: niveles, caudales, flujos de las corrientes, transporte y depósito de sedimentos.

En las condiciones actuales de México, la mayoría de las estaciones hidrométricas solo registran niveles y el ocasional aforo del caudal. El gasto es estimado en general mediante las llamadas curvas de gastos que relacionan esta variable con el nivel de la superficie libre del agua en la sección del río.

Por otro lado, el mayor de los gastos máximos en todo el año llamado gasto máximo anual es la base de la integración de la serie de datos para el análisis de frecuencias convencional y también formarán la base de datos que posteriormente serán utilizados en el análisis circular.

Los estudios de temporalidad planteados en este trabajo se refieren precisamente al comportamiento de los gastos máximos anuales en toda la república mexicana.

b) Área de la cuenca

Aparicio (2001), hace la siguiente aseveración, "Así como el ciclo hidrológico es el concepto fundamental de la hidrología, la cuenca hidrológica es su unidad básica de estudio".

Cuenca hidrográfica: es la superficie de la tierra en la que confluyen los distintos ríos y corrientes de agua en un río principal. Está delimitada por un parteaguas.

Área de la cuenca: es la superficie de drenaje que tiene una salida única para su escurrimiento superficial. Su escurrimiento para efectos de estudio es registrado por medio de una estación hidrométrica.

Según Ven Te Chow (1964), (de Campos, 1992), una cuenca pequeña es aquella que es sensible a la lluvia de alta intensidad y corta duración. Por esta definición, una cuenca pequeña puede variar de 4 a 130 km². Para R. Springall G., una cuenca pequeña se encuentra de 4 a 250 km². En base a la magnitud del área de las cuencas, estas pueden definirse de la siguiente manera de acuerdo con Campos (1992). Según Campos (1992) la clasificación de las cuencas por su tamaño se muestra en la tabla 3.1

Tabla 3.1. Clasificación del tamaño de las cuencas

TAMAÑO DE LA CUENCA	ÁREA DE LA CUENCA (km ²)
Muy pequeña	A <25
Pequeña	25 <A <250
Intermedia pequeña	250 <A <500
Intermedia grande	500 <A <2500
Grande	2500 <A <5000
Muy grande	A >5000

Fuente: Campos 1992

Ramírez (*et al*, 2004) propone, para un análisis basado en curvas envolventes que las cuencas se pueden clasificar en pequeñas, medianas y grandes. Para el caso de cuencas pequeñas y medianas, son las que presentan un área <1000 km² y para cuencas grandes, el área >1000 km².

El área condiciona el volumen escurrido y con ello caracteriza fielmente el comportamiento de la cuenca frente a diversos tipos de precipitación, dando como respuesta eventos de inundación en ocasiones no predecibles para cuencas pequeñas con precipitaciones intensas y para cuencas grandes con precipitación moderada pero de larga duración.

c) Número de años de registro (n)

El número de años de registro, también llamado longitud del registro es un indicativo de la abundancia o generosidad de los datos hidrométricos. Si el hidrólogo pretende utilizar los datos registrados para realizar estimaciones basadas en probabilidad, esta característica se vuelve muy relevante.

Por ejemplo Viessman (1989) propone usar como mínimo 10 años de registro para aplicar un análisis de frecuencias, mientras que Steinbrich *et al* (2001) en su estudio de temporalidad de eventos de inundación toma un mínimo de 20 años de registro.

Black y Werritty (1997), comparan objetivamente la temporalidad de las estaciones basándose en un umbral común, que en su caso ocurre en un periodo de 10 años.

Piock (1998), realiza un análisis basado en los registros de 471 ríos con una longitud mínima de registro de 15 años (red hidrográfica del *Austrian Hydrographic Service*).

Uno de los pasos importantes para el desarrollo de este trabajo, es definir el periodo de registro que se someterá a estudio. Lamentablemente en la literatura no existe una recomendación definida para seleccionar la longitud de registro. La longitud mínima de registro mostrada en la literatura es de 10 a 25 años (Black, 1997; Burn, 1997 respectivamente). La importancia de la selección del periodo de registro radica

en la cantidad y calidad de la información que proveen los eventos ocurridos en conjunto para formar la base de datos.

En este estudio, el tomar en cuenta los registros con un mínimo de 20 años, nos genera una base de datos conformada por 366 estaciones hidrométricas, que representa 12410 eventos de gastos máximos anuales. Bajo la concepción de que una mayor cantidad de registros caracterizan mejor el comportamiento de los eventos, las estaciones con más de 10 años de registro representan una base de datos de 479 estaciones hidrométricas, con 14106 eventos de gastos máximos anuales. Aumentando en proporción de 23.8% con respecto al número de estaciones y en un 12% el número de eventos de gastos máximos registrados.

El aumento de la base de datos se considera representativo para la muestra, que se integra de la forma mostrada en la tabla 3.2

Tabla 3.2 Longitud de registro por estación hidrométrica (base de datos a utilizar)

ESTACIONES HIDROMÉTRICAS	LONGITUD DE REGISTRO "n"
114	10 a 19
157	20 a 29
101	30 a 39
73	40 a 49
21	50 a 59
13	Más de 60

La tabla representa la distribución de las estaciones correspondientes a la longitud del registro. Las 114 estaciones con longitudes de registro de 10 a 19 años presentan gastos entre 3.2 y 13,250 m³/s. Cabe señalar que solo 28 estaciones registran gastos menores de 100 m³/s. Las siguientes 158 estaciones con longitudes de registro de 20 a 29 años presentan gastos entre 3.8 y 14,253.8 m³/s, mostrando magnitudes similares al grupo anterior. Las 208 estaciones restantes que tienen más de 30 años de registro, presentan gastos entre 5.6 y 17,000 m³/s.

d) Latitud y longitud

Son características de ubicación geográfica que pueden tener cierta influencia en los eventos de precipitación y por lo tanto en los escurrimientos que ocurren en las cuencas. Las estaciones deben ubicarse en los lugares que necesitan ser estudiados, por ello, definir la ubicación es muy importante a la hora de instalar una estación hidrométrica. De la correcta selección del sitio depende la calidad representativa de los datos.

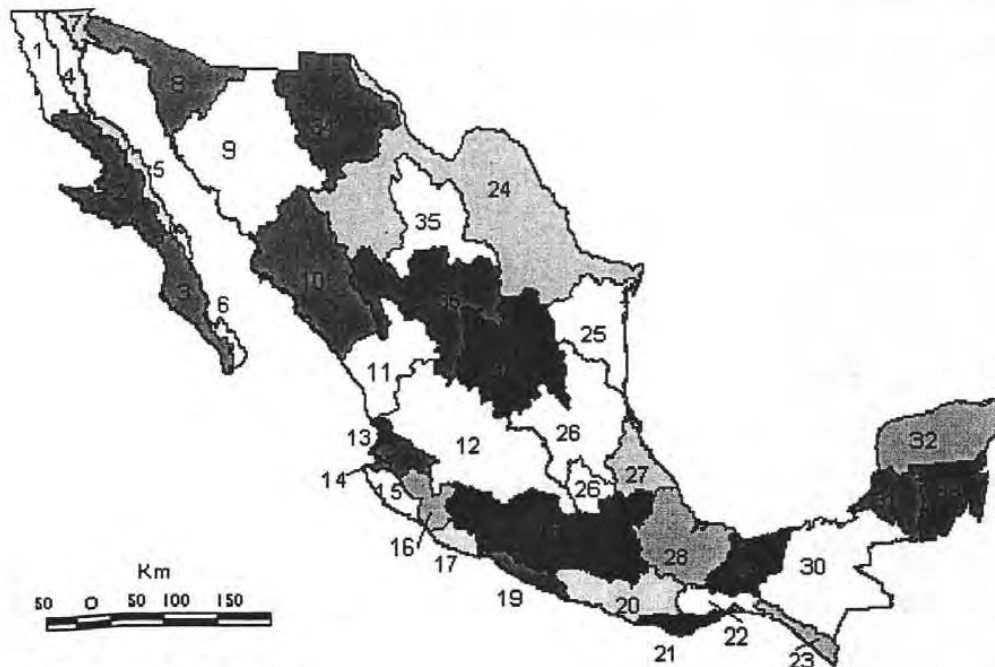
El objetivo es tener un gran acervo de información hidrométrica para estudiar, interpretar y analizar con fines de modelación y predicción de eventos.

Esta característica es esencial cuando se realizan estudios espaciales, al trabajar con software como ArcView Gis se puede interactuar entre coordenadas como las UTM, Lambert Conformal Conic, Mercator, Orthographic, entre otras. Un ejemplo de esto es la proyección de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de INEGI. Al tener estaciones hidrométricas, podemos definir el parteaguas gracias a las elevaciones en el modelo para calcular el área. El problema se presenta cuando se necesita tener la ubicación de cada estación. Como las estaciones se encuentran georeferenciadas (en grados), se puede trasladar a las estaciones a Lambert Conformal Conic. Esto permite tener una vista de estaciones superpuesta al MDE y con ello revisar la información.

e) Clave

Es el número que recibe la estación hidrométrica para poder identificarla. Esta clave proviene de los catálogos elaborados por la Comisión Nacional del Agua y la antigua SRH. Los dos primeros números indican la región hidrológica a la que pertenece y los tres restantes a un número consecutivo de estación en dicha región (figura 3.4).

Figura 3.4. Las 37 regiones hidrológicas de la república mexicana



Fuente: Comisión Nacional del Agua

3.3. Definición de las estaciones a utilizar en el estudio

La selección de las estaciones hidrométricas se ha llevado a cabo tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Que las estaciones se encuentren ubicadas sobre cauces naturales (gastos sin regular o no controlados).
- Que las estaciones cuenten con más de 10 años de registro anual generalmente continuo.
- Que las estaciones cuenten con veracidad en las características de ubicación. Esto se puede hacer utilizando el Software ArcView, en donde solo basta cargar la capa de datos oficiales de CNA¹ o CFE² e identificar los datos de aquellas estaciones que no se ubiquen sobre cauces en el territorio nacional.

¹ Comisión Nacional del Agua

² Comisión Federal de Electricidad

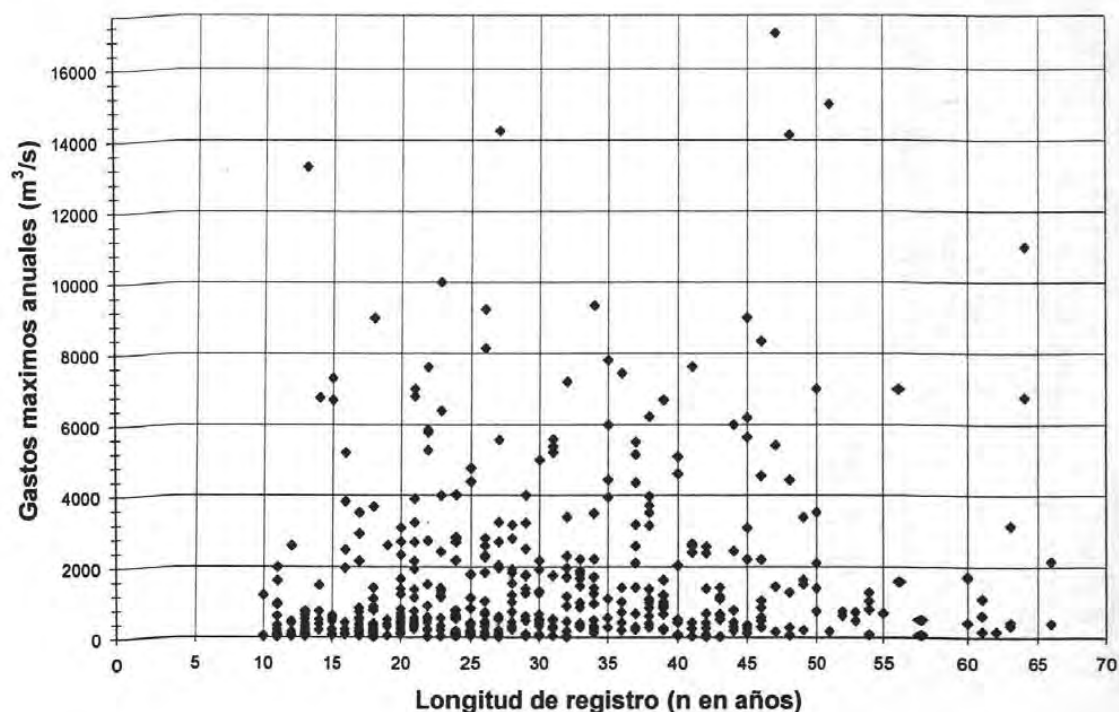
En este trabajo se recurrió a la corrección de la longitud y latitud de las estaciones hidrométricas dudosas por medio de la GASIR³, quien proporcionó la ubicación. Además de esta fuente, en México existen diversas fuentes de información hidrométrica, entre las cuales encontramos los boletines hidrológicos de CNA, las cartas hidrográficas SARH (1987), los Bancos de Información CD-Hidro y Bandas (2000, 2003), los que proporcionan datos generales para cada estación hidrométrica como:

1. Nombre de la estación
2. Corriente
3. Cuenca
4. Área de la cuenca
5. Volúmenes escurridos
6. Gastos anuales, mensuales y diarios (máximo, medio, mínimo)
7. Fechas de ocurrencia
8. Periodo observado

En este caso, para obtener los gastos máximos anuales en cauces no controlados se utilizó el software Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS 2000), que tiene información sobre registros de estaciones controladas y no controladas. El BANDAS fue desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) a solicitud de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR) de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Las herramientas incluidas en el programa de exploración del BANDAS no permiten extraer toda la información necesaria. Por esta razón se tuvo que realizar un trabajo adicional con las cartas hidrográficas de la SARH (1987).

³ Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos/Comisión Nacional del Agua

Figura 3.5. Longitud del registro de estaciones hidrométricas y su gasto máximo anual



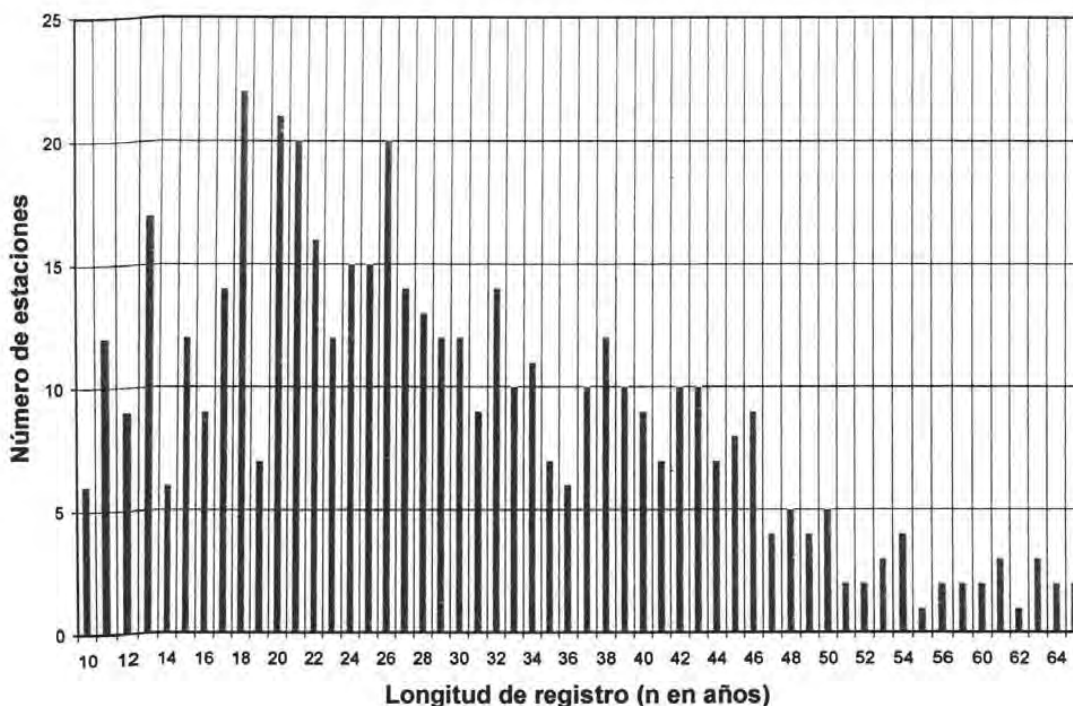
La figura 3.5 muestra los gastos máximos anuales en relación con la longitud de registro por estación, tomando en cuenta las consideraciones anteriores, la base de datos se compone de 480 estaciones hidrométricas listadas en el anexo 3.1.

La base de datos completa presenta registros de área que oscilan entre 11.7 km² y 122,767 km². algunos detalles son:

- El menor gasto máximo es de 3.2m³/s para la estación Atenco (12386), ubicada en el estado de México, es parte de la cuenca del río Lerma y pertenece a la región hidrológica Lerma-Santiago (región 12).
- El mayor gasto máximo es de 17000 m³/s para la estación Callejones (16022), ubicada en el estado de Colima, es parte de la cuenca del río Coahuayana y pertenece a la región hidrológica Armeria-Coahuayana (región 16).

El número de años de registro para este trabajo cubre un periodo total de 1902–1999, con una longitud máxima de 66 años (figura 3.6).

Figura 3.6. Longitud de registro en las estaciones hidrométricas



La longitud de registro de 18 años se hace presente para 22 estaciones, siendo la longitud de registro con mayor número de estaciones, siguiéndole 20 y 26 años de registro que se presentan para 21 y 20 estaciones hidrométricas respectivamente. En este gráfico se aprecia que mediante transcurre del tiempo el aforo de los gastos disminuye debido posiblemente a la falta de personal y recursos, entre otros factores.

Esta base de datos presenta sólo una estación hidrométrica para las siguientes longitudes de registro 55 y 62 años, 2 estaciones hidrométricas para 51, 52, 56, 57, 60, 64 y 66 años y solo 3 estaciones hidrométricas para 53, 61 y 63 años. La longitud media de registro de la base de datos es de 29 años.

3.4. Análisis preliminar de la información

Una revisión a los gastos máximos contenidos en la base de datos conformada por 480 estaciones hidrométricas, muestra la presencia de gastos máximos de 3.2 a 17,000 m³/s. El mayor de los gastos máximos ocurrió el 27 de Octubre de 1959. Una primera manera de verificar la viabilidad de los gastos máximos para determinadas regiones se puede hacer calculando el gasto específico y comparándolo con las envolventes mundiales y nacionales. A pesar de que es un método empírico y de fácil aplicación es un primer filtro para identificar posibles errores grandes en los registros.

De acuerdo con la "Actualización de las envolventes regionales de gastos máximos para la república mexicana" de Ramírez *et al* (2005), un nuevo cálculo de los parámetros fue hecho a través de la actualización hasta el año 2000 de los registros de las estaciones hidrométricas y sus coeficientes han sido obtenidos por región hidrológica y región administrativa.

Las envolventes de Lowry y Creager se comportan mejor gráficamente para cuencas con área mayor a los 1000 km². Mientras que Crippen se ajusta mejor a los registros de cuencas con área menor a 1000 km² (Ramírez *et al*, 2005)

El uso de las envolventes tiene la finalidad de seleccionar las estaciones hidrométricas que cuenten con información histórica coherente con el comportamiento de los eventos de acuerdo con su área de aportación. Las envolventes de Lowry, Creager y Crippen permiten depurar la base de datos bajo el fundamento de que los valores de gastos máximos se encuentran acotados con límites posibles en la república mexicana.

3.4.1. Análisis por curvas envolventes

Los gastos máximos de una región pueden ser representados por un gráfico en donde se trazan los gastos máximos contra el área de drenaje. Una curva suave envuelve los puntos trazados que proveen la información específica. La curva no se asocia con probabilidad o frecuencias y con ésta se puede observar la magnitud de los eventos para cuencas similares en área. Los gastos extremos que se encuentran cerca de la curva podrían ocurrir en otras cuencas de la misma región.

Los límites de las regiones se encuentran establecidos por las variaciones de los registros máximos en las estaciones hidrométricas y la experiencia de los hidrólogos. Cuando la diferencia entre regiones no es clara, los límites arbitrarios se seleccionan de acuerdo a la conveniencia del hidrólogo. Según Crippen (1982), cuando se definen regiones homogéneas, las cuencas deben ser similares en características hidráulicas e hidrológicas. En estas regiones, los eventos extremos observados pueden experimentar picos semejantes a los obtenidos en algún momento por las curvas envolventes.

Las envolventes son de gran utilidad en los casos en los que se requiere estimaciones gruesas de los gastos máximos probables (Aparicio 2001). Partiendo de las 37 regiones homogéneas en que se encuentra dividido México, se analizan 266 estaciones hidrométricas (anexo 3.3 y 3.4) por medio de la envolvente regional de Lowry y Creager, que son estaciones que presentan áreas de cuenca mayor a 1000 km². Para las 214 estaciones hidrométricas restantes se emplea la envolvente de Crippen que se comporta mejor para cuencas medianas y pequeñas.

Envolvente de Lowry, (extinta SARH, 1978). Esta envolvente es muy utilizada en Latinoamérica.

$$q = \frac{C_L}{(A + 259)^{0.85}} \quad (3.1)$$

donde:

$$q = \text{Gasto por unidad de área} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}/\text{km}^2} \right)$$

C_L = Coeficiente de Lowry (anexo 3.2 a)

A = Área de la cuenca en (km^2)

Envolvente de Creager, (1945). Es la envolvente de más uso en el mundo y pionera en el cálculo de eventos extraordinarios para los Estados Unidos.

$$q = 1.303C_c (0.386A)^{0.936A^{-0.048}} \quad (3.2)$$

donde:

$$q = \text{Gasto por unidad de área} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}/\text{km}^2} \right)$$

C_c = Coeficiente de Creager (anexo 3.2 a)

A = Área de la cuenca en (km^2)

Se aplicaron las envolventes de Lowry (anexo 3.3) y Creager (anexo 3.4) a 266 estaciones hidrométricas utilizando los coeficientes que correspondientes a las regiones hidrológicas 8 a 12, 14 a 16, 18 a 30, 34 y 36 a 37 (anexo 3.2 a).

Para la envolvente de Lowry, la estación hidrométrica El Palmito, clasificada con la clave 36015, presenta un valor calculado de envolvente menor que el gasto máximo histórico de la estación. Además, la región hidrológica 34 y 37 son regiones sin coeficientes por falta de datos. Los resultados muestran que 261 estaciones hidrométricas presentan gastos máximos históricos menores a los valores de la curva envolvente calculada por Lowry.

Los resultados obtenidos por la ecuación de Creager proporcionan una curva envolvente que cubre los gastos máximos históricos para 262 estaciones hidrométricas, las 4 estaciones hidrométricas restantes no proporcionan gastos envolventes debido a la falta de coeficientes para analizar las regiones hidrológicas 34 y 37 al igual que en el caso de Lowry.

La finalidad de esta primera selección es determinar de manera rápida los valores de gastos máximos presentes de acuerdo con su respectiva área de aportación. Una desventaja es que la falta de datos origina la inexistencia de coeficientes para las regiones hidrológicas 2 a 7, 17, 31 a 35 y 37.

Como ya se mencionó, para este trabajo hicieron falta los coeficientes de las envolventes para las regiones hidrológicas 34 y 37, las estaciones hidrométricas que pertenecen a estas regiones son cinco conocidas como:

- La estación hidrométrica El Tintero II, identificada con la clave 34003, ubicada en el estado de Chihuahua. Esta estación presenta un gasto máximo anual de 22.6 m³/s, con un área de 3,968 km².
- La estación hidrométrica Casas grandes, identificada con la clave 34004, ubicada en el estado de Chihuahua. La estación presenta un gasto máximo anual de 297.9 m³/s con un área de 5,271 km².
- La estación hidrométrica La Trasquila, identificada con la clave 34008, ubicada en el estado de Chihuahua, presenta un gasto máximo anual de 773.5 m³/s con un área de 4,154 km².
- La estación hidrométrica El Palmito, identificada con la clave 36015, ubicada en el estado de Durango, presenta un gasto máximo anual de 2,706 m³/s con un área de 18,321 km².
- La estación hidrométrica Los Pilares, identificada con la clave 37005, ubicada en el estado de San Luis Potosí, presenta un gasto máximo anual de 14,254 m³/s con un área de 1,533 km².

De acuerdo con este primer filtro aplicado a 266 estaciones hidrométricas con área de influencia mayor a 1000 km², la base de datos será conformada por 265 estaciones hidrométricas. El contenido de la base de datos se integra de la siguiente manera, solo 261 estaciones hidrométricas son aceptadas por Lowry y Creager, la estación hidrométrica El Palmito (36015) es aceptada en base a los resultados obtenidos en la envolvente de Creager, las tres estaciones hidrométricas pertenecientes a la región hidrológica 34 conocidas como El Tintero II, Casas grandes y La Trasquila son aceptadas para formar parte de la base de datos ya que

las regiones hidrológicas a su alrededor (8, 9, 10 y 24) presentan un valor mayor de gasto máximo anual de 15,000 m³/s y los gastos máximos de las estaciones en revisión son menores. Por último, de manera análoga se revisan las estaciones hidrométricas alrededor de la región hidrológica 37 (11 y 12, 24 a 26 y 36) que muestran un mayor gasto máximo anual de 14,140 m³/s. La estación hidrométrica los Pilares (37005) no se toma en cuenta ya que el gasto máximo que registra es mayor al registrado por las regiones hidrológicas vecinas antes mencionadas. Al revisar los registros mensuales por año puede verse que el cálculo del gasto máximo presentado el 24 de Julio de 1986 para la estación los Pilares es erróneo (BANDAS, 2000).

Con la envolvente regional de Crippen (anexo 3.5) se analizan las 214 EH restantes, puesto que se ajusta mejor para el caso de cuencas pequeñas y medianas, es decir, menores a 1000 km² (Ramírez *et al*, 2005).

Envolvente de Crippen, (Crippen 1982);

$$q = k_1 A^{(k_2-1)} (A^{0.5} + 5)^{k_3} \tag{3.3}$$

donde:

$$q = \text{Gasto por unidad de área} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s/km}^2} \right)$$

k₁, k₂, k₃ = Coeficiente de Crippen (anexo 3.2 a)
 A = Área de la cuenca en (km²)

La envolvente de Crippen cubre los gastos máximos históricos de 211 estaciones hidrométricas, las 3 estaciones hidrométricas restantes pertenecen a la región hidrológica 37, que no presenta coeficientes.

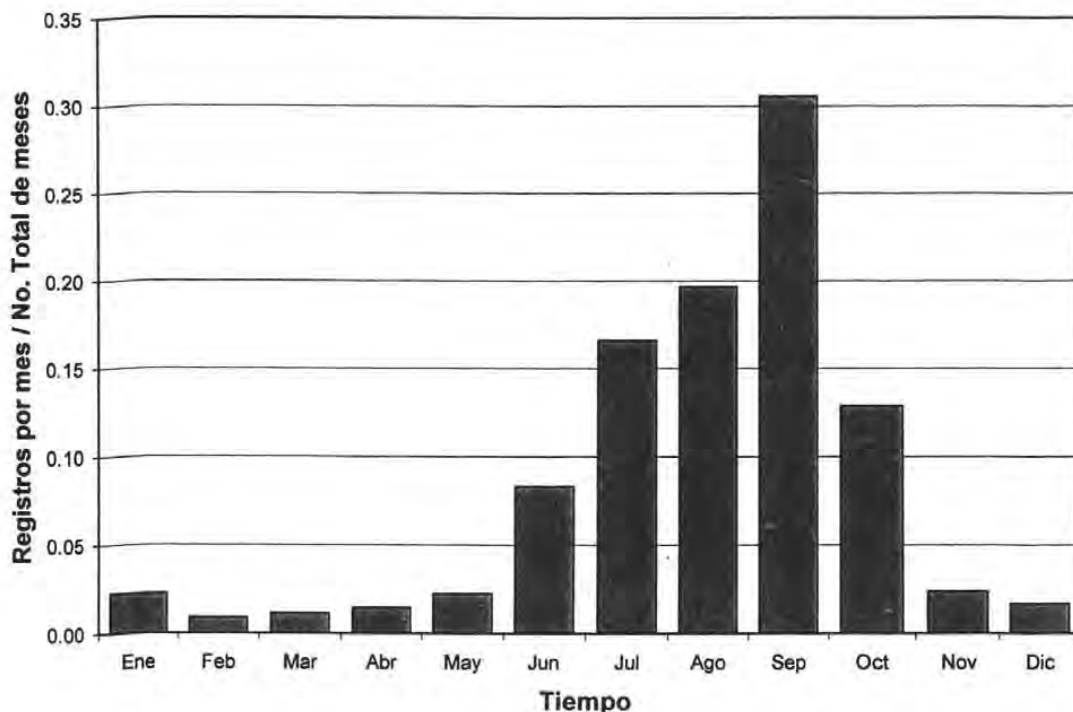
De acuerdo con el filtro aplicado a las estaciones hidrométricas con área menor a 1000km², tenemos una base de datos de 211 estaciones hidrométricas y si además analizamos los gastos máximos de las tres estaciones pertenecientes a la región hidrológica 37 (sin coeficientes) con respecto a las regiones hidrológicas que las rodean (11 y 12, 24 a 26 y 36) podemos decir que las estaciones son aceptadas por presentar gastos máximos anuales adecuados según la envolvente nacional.

Sumando las estaciones obtenidas del filtro de las envolventes para estaciones hidrométricas con área mayor y menor a 1000 km² se obtiene una base de datos de 479 estaciones hidrométricas con una longitud de registros de 10 a 66 años de eventos extremos sobre cauces sin control.

3.5. Resumen de los datos considerados

A continuación se presentan las estaciones hidrométricas que forman la base de datos. De acuerdo con la frecuencia relativa mostrada en la figura 3.7 se puede confirmar que los meses en los que se presentan más gastos máximos son de Junio a Octubre (verano-otoño), mientras que de Noviembre a Mayo (invierno-primavera) se establece el periodo de estiaje.

Figura 3.7. Frecuencia relativa mensual de gastos máximos anuales



Las características mostradas en la siguiente tabla corresponden al gasto máximo anual para cada estación y a la longitud de registro. En el anexo 3.1 se muestran las características de localización, el nombre, cuenca, corriente y el estado al que pertenece cada estación (Gómez, 2002, datos sin publicar).

Tabla 3.2. Base de datos de 479 estaciones hidrométricas

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
1	8007	1500	22
2	8011	1194	10
3	8018	1882	33
4	8019	341.4	11
5	8025	182.8	18
6	9008	3900	21
7	9011	1397	50
8	9015	5265	22
9	9017	1496.7	49
10	9018	6390	23
11	9023	237.9	34
12	9063	606	11
13	9066	1762	29
14	9067	4429	35
15	9068	1668.4	33
16	9072	839	17
17	9089	526.5	20
18	10018	11000	64
19	10020	3232	21
20	10027	1576	56
21	10029	3093.4	45
22	10031	3507	38
23	10033	8340	46
24	10034	1030	54
25	10036	6991.3	56
26	10037	15000	51
27	10040	7000	50
28	10051	10000	23
29	10053	668.5	20
30	10057	850	33
31	10064	2683.2	21
32	10065	6200	45
33	10066	1700	34
34	10070	4600	40
35	10077	6800	21
36	10078	777.6	24
37	10079	9245	26
38	10081	1656	20
39	10083	1742.5	31
40	10086	653.5	30
41	10087	2289.4	32
42	10100	716	26

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
43	10110	2580	12
44	10112	5000	30
45	10113	1931.2	28
46	10119	450	15
47	10120	2930	17
48	10122	2595	12
49	11008	740	52
50	11010	473.9	53
51	11011	429	40
52	11016	14140	48
53	11023	657.8	43
54	11027	603.5	29
55	11028	282	35
56	11030	403	26
57	11035	1910	30
58	11036	1194.7	39
59	11040	275	38
60	11041	120.4	26
61	11042	320	28
62	11045	13250	13
63	11046	226.9	18
64	11058	7200	32
65	11070	1822	28
66	12004	806.4	20
67	12007	722.2	17
68	12014	75.7	18
69	12067	419	21
70	12093	21.9	10
71	12095	1452	33
72	12104	637	43
73	12128	620.4	61
74	12209	416	60
75	12221	75.2	57
76	12224	75.5	54
77	12232	440	20
78	12233	686	55
79	12237	218.9	21
80	12238	399.8	66
81	12239	100.7	24
82	12257	370.5	17
83	12310	119	45
84	12314	205	28

Tabla 3.1. Continuación....

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
85	12315	421	16
86	12323	25.1	22
87	12341	19.4	43
88	12347	72	40
89	12349	880	18
90	12352	510	57
91	12355	216	37
92	12358	294	46
93	12359	468.7	29
94	12361	6754.4	14
95	12365	30.5	41
96	12369	556	21
97	12370	711	53
98	12371	423	41
99	12374	33.5	42
100	12375	347	45
101	12376	465.2	53
102	12377	24.9	43
103	12379	90.3	15
104	12382	2727	22
105	12386	3.2	18
106	12391	207	49
107	12392	81.5	42
108	12395	204	14
109	12400	887	32
110	12405	767.4	18
111	12411	49.5	10
112	12415	9.7	42
113	12418	208.7	39
114	12422	531.8	24
115	12423	249	39
116	12428	3525	50
117	12438	6222.7	38
118	12451	11.2	22
119	12454	500	43
120	12466	272	46
121	12469	1000	39
122	12471	1484.8	14
123	12472	1965	16
124	12479	188	13
125	12484	1409	36
126	12485	480	31
127	12487	417.4	42
128	12488	292.1	37

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
129	12490	244	15
130	12499	172.3	32
131	12504	2440	44
132	12506	785	18
133	12512	210	25
134	12520	5205	31
135	12521	5992	35
136	12526	533.3	13
137	12532	3487.6	34
138	12533	576	22
139	12534	48.9	25
140	12535	513.1	30
141	12539	105.2	25
142	12540	283.8	28
143	12543	100	29
144	12545	135	13
145	12556	394.1	30
146	12558	200	27
147	12561	330.7	23
148	12568	79.5	30
149	12570	142.5	17
150	12573	507.5	27
151	12574	31.1	23
152	12578	81.2	27
153	12579	202.9	23
154	12581	28.4	32
155	12585	318.5	34
156	12588	418.5	36
157	12589	444.2	32
158	12592	42.7	24
159	12601	5.6	32
160	12605	308.5	31
161	12607	181	24
162	12615	158.5	26
163	12618	65.2	11
164	12620	158.3	18
165	12652	823	25
166	12663	404.6	33
167	12664	399	25
168	12667	80.7	18
169	12673	121.8	20
170	12693	6687.9	15
171	12700	66.7	13
172	12713	34	13

Tabla 3.1. Continuación....

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
173	12717	495.4	17
174	12718	104.5	13
175	12719	298.3	19
176	12729	93.1	15
177	12743	216.6	20
178	12744	253.9	17
179	12758	76.1	13
180	12760	76.6	12
181	12767	165.4	18
182	12908	362	21
183	13001	1386	42
184	13002	286.2	26
185	14007	764	13
186	14008	1407.5	43
187	14013	353.4	18
188	14017	1033.1	26
189	14018	223	16
190	15001	5366.8	31
191	15002	952.5	34
192	15009	50.9	31
193	15010	137	34
194	15012	57.7	27
195	15014	1313.6	23
196	16014	1266.8	54
197	16020	30.4	10
198	16021	165	51
199	16022	17000	47
200	16024	587.1	20
201	16030	511.2	19
202	16031	1412	37
203	16032	4384	25
204	16033	1001	36
205	16036	7800	35
206	18002	628.7	15
207	18005	116.4	16
208	18095	417.6	40
209	18129	258	42
210	18140	128.8	11
211	18148	343.7	25
212	18193	245.4	41
213	18201	1116	25
214	18202	711	13
215	18223	429.2	44
216	18236	523.2	43

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
217	18243	393	38
218	18245	504.5	40
219	18264	439.8	12
220	18269	400.6	13
221	18271	251	42
222	18277	1180	23
223	18280	55.3	11
224	18288	52	17
225	18291	26.1	12
226	18292	23.9	18
227	18293	55.2	26
228	18294	51.3	17
229	18295	54.6	15
230	18303	28.1	18
231	18311	2793	28
232	18316	133.3	24
233	18319	27.4	24
234	18322	227.4	28
235	18323	227.5	11
236	18329	4000	29
237	18339	333	13
238	18340	640.4	24
239	18349	129.8	27
240	18350	1246.9	29
241	18351	299.4	18
242	18356	172.8	18
243	18371	659	26
244	18372	163.9	12
245	18374	576	15
246	18403	336	33
247	18437	1528	28
248	18438	561.1	17
249	18450	218.8	22
250	18459	88.7	11
251	18486	505.1	14
252	18538	398	12
253	18540	138.4	18
254	18553	470.8	12
255	18555	424.8	16
256	19003	898	39
257	19005	4760	25
258	19006	2820	24
259	19008	1096.6	35
260	19009	2600.4	19

Tabla 3.1. Continuación....

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
261	19014	926	11
262	19022	2332	20
263	20016	3942.6	35
264	20017	7000	21
265	20018	3996	23
266	20019	2306	26
267	20021	1955	27
268	20022	282.3	20
269	20023	526.7	22
270	20025	1605.3	11
271	20026	329	21
272	20027	400	18
273	21002	3506	17
274	21003	2475	16
275	22007	5850	22
276	22008	1100	61
277	22015	1440	47
278	22016	1632	49
279	22017	1625	39
280	22018	3171	28
281	22026	2400	41
282	22028	416.5	25
283	22030	2210	34
284	22035	1705	32
285	23003	498.9	40
286	23007	2200	33
287	23008	572.5	24
288	23009	1004.8	28
289	23011	741.2	21
290	23012	398.5	20
291	23015	479.7	29
292	23019	591.2	27
293	23023	1362	21
294	24026	5640	45
295	24038	3149.7	63
296	24077	1036	46
297	24087	2154	66
298	24088	6758.5	64
299	24150	742	50
300	24181	4432.3	48
301	24192	616.4	52
302	24195	1163	43
303	24196	1380	20
304	24198	178	25

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
305	24225	1084	38
306	24226	2200	45
307	24242	550	35
308	24271	1156.8	32
309	24280	1239.8	34
310	24283	745	14
311	24291	980.6	38
312	24301	5144	37
313	24331	129	18
314	24333	979	33
315	24339	2500	29
316	24351	7610	22
317	24377	195	17
318	24383	453.8	20
319	24384	525.3	13
320	24385	351	20
321	24387	310	21
322	24388	1984	11
323	24399	480.5	21
324	25010	472	46
325	25027	1086	43
326	25030	1128	21
327	25034	489.5	34
328	25037	5500	37
329	25038	1260	30
330	25039	1160	32
331	25040	670.6	37
332	25042	1199	28
333	25043	519.2	31
334	25044	471.5	30
335	25061	462.5	12
336	25062	2037.1	27
337	25086	2587.4	26
338	25087	406.2	20
339	25091	2149.6	21
340	25092	2698	27
341	25093	228.6	13
342	26020	272.4	48
343	26022	546	27
344	26030	164.4	61
345	26032	166.3	62
346	26034	328.3	63
347	26040	57.4	48
348	26042	1701.2	60

Tabla 3.1. Continuación....

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
349	26053	186	44
350	26056	785	54
351	26070	425	63
352	26118	260.1	45
353	26124	428	28
354	26133	152.4	47
355	26151	195	36
356	26163	309	26
357	26170	128	20
358	26180	647	43
359	26191	565	46
360	26196	250	31
361	26218	2194.1	46
362	26224	3680.6	18
363	26241	680	42
364	26243	2643.7	41
365	26248	6000	44
366	26252	48.6	26
367	26254	56	40
368	26255	6692	39
369	26263	2588	41
370	26267	829.5	39
371	26273	46.4	19
372	26276	43.9	30
373	26277	4350	37
374	26278	171.4	32
375	26282	278.8	33
376	26285	600	38
377	26286	1390	34
378	26289	3710	38
379	26291	2097.8	37
380	26292	2163.3	30
381	26293	3966.7	38
382	26312	3.8	27
383	26315	39.5	26
384	26337	1780	25
385	26341	89.6	20
386	26342	95.8	25
387	26352	29.4	29
388	26354	74.4	24
389	26360	47.4	26
390	26387	5570	31
391	26388	834.8	38
392	26395	419	22

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
393	26406	544.1	23
394	26412	113.4	20
395	26415	5560	27
396	26416	2700	24
397	26417	285.5	21
398	26422	30.6	10
399	26423	373.9	19
400	26424	7300	15
401	26429	443.8	26
402	26430	173.9	25
403	26434	504.2	19
404	26435	240.6	22
405	26438	12.6	11
406	26440	51.5	17
407	27001	4540	46
408	27002	5412.5	47
409	27005	1376	29
410	27006	3178.1	37
411	28003	3378	49
412	28013	2093	50
413	28016	5082	40
414	28018	1950	32
415	28030	846.5	20
416	28040	841.7	46
417	28069	2024.8	40
418	28082	190	22
419	28108	2583	37
420	28119	144	25
421	28125	1787.4	33
422	29005	7430	36
423	29006	3150	38
424	29007	2159.4	17
425	30014	5200	16
426	30015	9000	45
427	30016	1275	48
428	30019	7620	41
429	30020	767.7	44
430	30030	2422	23
431	30031	915	39
432	30032	2375	42
433	30033	635	13
434	30036	56	13
435	30037	971	11
436	30040	1921	21

Tabla 3.1. Continuación....

No.	Clave	Gasto max (m ³ /s)	Número de eventos registrados
437	30041	893	22
438	30042	2565	42
439	30052	52.2	24
440	30053	1405	18
441	30055	1304.7	30
442	30056	1099	18
443	30057	1368.076	38
444	30066	1150	23
445	30070	3095.6	20
446	30071	3247	27
447	30072	9350	34
448	30076	9000	18
449	30088	655	39
450	30089	3825	16
451	30091	373	14
452	30093	3386	32
453	30094	370.2	21
454	30095	8140.6	26
455	30096	379.5	19
456	30098	4008	24
457	30111	3230	29
458	30113	2786.5	26
459	30120	2258.6	26
460	30123	5778	22
461	34003	22.6	32
462	34004	297.9	44
463	34008	773.5	44
464	36015	2706	20
465	36017	220	15
466	36034	1396	23
467	36039	533.4	15
468	36049	313.6	30
469	36056	713.3	36
470	36060	447.2	21
471	36067	1738	29
472	36071	1830	26
473	36074	2174.6	24
474	36076	724.7	28
475	36079	47.7	10
476	36080	541.3	22
477	37006	263	13
478	37008	76	16
479	37012	200.4	15
Máximos		17,000	66
Total			14083

El mayor y menor gasto máximo presentan longitudes de registro de 47 y 18 años respectivamente. La desviación estándar de la población es de 2332.6 m³/s, con un valor de gasto máximo promedio de 1594.3 m³/s

La mayor y menor longitud de registro también ya ha sido expuesta anteriormente y se encuentran entre 66 y 10 años. El valor promedio de la población con respecto a la longitud de registro es de 29.4 años y desviación estándar de 12.6 años.

La ardua labor de registrar los eventos extremos en forma continua se realiza de manera deficiente. El reflejo de esto se nota cuando se tiene la frecuencia de estaciones por años de registro. De 479 estaciones hidrométricas, solo 13 cuentan con más de 60 años de registro, 2 estaciones registraron 66 años y 114 estaciones hidrométricas registran entre de 10 y 19 años. Todo esto, bajo la concepción de que las estaciones con menor longitud de registro no son necesariamente las instaladas recientemente.

4. TEMPORALIDAD DE EVENTOS MÁXIMOS

En general las inundaciones no parecen distribuirse uniformemente para todo el año, esto da como resultado que el comportamiento de la probabilidad de inundación sea distinto para las diferentes épocas del año (Steinbrich *et al*, 2001). Bajo estas circunstancias, es importante conocer el comportamiento de esa distribución temporal para estimar los intervalos de recurrencia de las inundaciones. Así, la variabilidad temporal de los eventos extremos puede tomarse en cuenta para definir la probabilidad de que determinado umbral sea excedido.

De acuerdo con el concepto anterior, en este trabajo se pretende avanzar en el conocimiento de la variación temporal de los eventos extraordinarios de escurrimiento. Aún cuando el estudio se circunscriba al caso de los gastos máximos anuales, los resultados serán un elemento más en el grupo de herramientas de que dispone el hidrólogo para sus análisis.

En general, resulta más adecuado invertir los recursos en la prevención de las inundaciones y así disminuir la necesidad de emplearlos para solucionar los efectos producidos por éstas. Para lograr esto, se considera necesario disponer de

herramientas que permitan evaluar y zonificar los tipos de inundaciones que pueden presentarse sobre la república mexicana.

En este estudio se toma al gasto máximo como un parámetro capaz de representar el régimen de inundación en la cuenca y con esto definir la ocurrencia de la variabilidad temporal de los eventos de gastos máximos.

La variabilidad temporal de los gastos máximos ha sido el enfoque de algunos estudios en el Noreste de Inglaterra que incluyen un estudio regional de temporalidad de inundaciones y el desarrollo de un modelo simple para evaluar los riesgos con base en la temporalidad de inundaciones (Todorovic, 1978; Ettrick *et al*, 1987; Futter *et al*, 1991). Entre estos estudios se encuentran documentos informales de inicios de los 1980's (A.D. Hewson, 1982; trabajo sin publicar) en donde se exploran los patrones nacionales y regionales de la temporalidad para Gran Bretaña (Black y Werritty, 1997).

La temporalidad es poseedora de grandes implicaciones en la relación entre magnitud y frecuencia de inundación para las áreas de estudio de Canadá e Italia (Waylen y Woo, 1982; Rossi *et al*, 1984).

Según Archer (1997), recabar los registros de eventos de inundación permite conocer y manejar las componentes que los generan, dando paso al desarrollo de nuevos métodos capaces de estimar riesgos de inundación. La aplicación de estas metodologías se enfoca a los países que presentan una distribución deficiente de las variables que caracterizan los eventos de inundación. Esto, lleva al reconocimiento de las variables heterogéneas como un tema para desarrollar en el análisis de frecuencias de inundaciones. Con esto, Black y Werritty (1997), proponen identificar explícitamente el progreso ofrecido por la temporalidad al análisis de frecuencias de inundaciones. La finalidad es generar diferentes métodos que caractericen la variabilidad temporal.

4.1. Frecuencia de inundación

Cunderlik y Burn (2002) proponen mejorar las técnicas para estimar la frecuencia de inundación en sitios sin calibrar. El régimen de inundación de ríos es el resultado de la respuesta hidrológica de la cuenca para producir procesos de inundación. En este sentido, el proceso para identificar grupos homogéneos puede basarse en la similitud del régimen de inundación, pero la aplicación de esta metodología está restringido para los sitios calibrados utilizando como variable la lluvia. Las cuencas con régimen de lluvia similar son una opción para identificar las frecuencias de inundación.

Campos Aranda (1999) reconoce que el gasto máximo y su correspondiente hidrograma están interrelacionados y controlados por demasiados factores climáticos y fisiográficos. Por lo tanto parece ser que la estimación más confiable se basa en el procesamiento probabilístico de la información de las crecientes observadas. De acuerdo con esto, el análisis de frecuencias es una alternativa para determinar la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos.

El análisis de frecuencias está ligado al uso de funciones de distribución que proporcionan una forma de estimar las crecientes de diseño para diferentes periodos de retorno. Un resumen del desarrollo del análisis de frecuencias de inundación lo podemos ver en la publicación de Escalante (1994). Ramírez (2001), en su tesis doctoral hace un análisis de una nueva metodología en la estimación de avenidas de diseño en la que involucra no sólo al gasto máximo sino también al volumen de las avenidas en un análisis de frecuencias conjunto.

Al aplicar el concepto de frecuencias de inundación bajo la influencia de la variabilidad temporal se puede determinar la ocurrencia de los eventos extremos en el tiempo.

El proyecto "Linking Regional Flood Frequency to Water Balance Regime: Effects of seasonality" propone trabajar con la relación entre la frecuencia de avenidas y el

clima, aplica un modelo del comportamiento del balance de agua. El resultado del modelo se usa para descifrar las influencias del clima en el comportamiento de las frecuencias de inundación en las cuencas de varias regiones climáticas de Australia y Nueva Zelanda. Tiene como finalidad trabar sobre los procesos de control de las frecuencias de avenidas regional a partir de la variabilidad estacional del clima y la variación temporal de la humedad por cuenca.

El enfoque que propone el proyecto anterior es una generalización de las aproximaciones pioneras de Eagleson (1972) derivadas de la frecuencia de avenidas y subsecuentemente adaptadas y extendidas por otros (Sivapalan *et al.*, 1990; Fiorentino y Iacobellis 2001). La finalidad es construir curvas anuales de frecuencia de avenidas combinadas con las curvas de frecuencia de avenida mensual. Un beneficio palpable es mejorar la estimación de los procedimientos para el diseño de avenidas, incrementar la comprensión que existe entre la frecuencia de avenida y el clima, además permite aumentar nuestra habilidad para extrapolar la información de las avenidas para calibrar cuencas no calibradas. El modelo generalizado derivado de la frecuencia de avenidas es una herramienta útil para explorar los efectos de las crecientes y para separar el papel del clima y sus factores.

Uhlenbrook *et al.* (2001), lleva a cabo un análisis regional de avenidas extremas para el sudoeste de Alemania y evita reglas generalmente válidas para la identificación de inundaciones extremas como por ejemplo, examinar cada evento con información detallada. A partir de las conclusiones de este proyecto se obtiene que cada avenida proporciona diferentes resultados y presenta resultados específicos por cuenca. Otro enfoque es que los resultados muestran coherencias en la generación de eventos de gastos máximos. Esto puede ser considerado como una aplicación práctica, los valores de predicción de descarga pueden dar como resultado una regionalización o un manejo mejorado de los ríos por cuenca.

4.2. Caracterización de la temporalidad de los eventos máximos mediante descripciones direccionales

El interés por desarrollar técnicas para analizar los datos direccionales es casi tan viejo como la estadística matemática. De hecho, para analizar algunas medidas direccionales en astronomía, Gauss desarrolló la teoría de errores. Iniciando con un accidente histórico que se origina cuando los errores de observación fueron lo suficientemente pequeños como para permitirle a Gauss hacer un aproximación lineal. El resultado fue el desarrollo de una teoría lineal en lugar de una teoría direccional de errores.

En muchas aplicaciones encontramos datos direccionales que no pueden tratarse de manera lineal como por ejemplo: la orientación de los datos en biología, la profundidad e inclinación de las fallas en geología, la fluctuación de algunos datos en medicina y la dirección del viento en meteorología. El empleo de técnicas lineales convencionales puede ser paradójico por ejemplo, la media aritmética de los ángulos 1° y 359° es 180° , cuando por intuición geométrica la media es 0° (Mardia, 1972).

Daniel Bernoulli en el año de 1794 discute una solución sobre la coincidencia de las órbitas de seis planetas que hasta entonces podían surgir por casualidad. Realizando la primer distribución uniforme de vectores al azar, Bernoulli establece la hipótesis de que los puntos se encuentran uniformemente distribuidos sobre la superficie de la esfera unitaria. Una prueba estadística natural es la longitud resultante del vector sobre la órbita del plano. Rayleigh (1880) es el primero en estudiar la distribución de la longitud del vector resultante (en dos dimensiones), pero el problema no estaba completamente resuelto, la solución estadística llega hasta 1905 al responder una carta de K. Pearson en *Nature* en la que se propone el problema de variables isotrópicas sobre un círculo. La solución de Rayleigh es apropiada pero Kluvyer (1905) produce una solución exacta. K. Pearson (1906) por su parte, propone otra solución aproximada. Rayleigh (1919) da una solución exacta dirigida al problema del azar uniforme sobre la esfera, junto con una aproximación para muestras grandes.

Las distribuciones no-uniformes aparecieron después de 1900. El interés de Brownian en el movimiento sobre el círculo y la esfera cubrió a las distribuciones normales (cf. Perrin, 1928). von Mises (1918) investigó si los pesos atómicos estaban sujetos a errores introduciendo una distribución en el círculo, usando una caracterización análoga a la distribución normal de Gauss sobre una línea. Langevin (1905) en el estudio del magnetismo introduce una distribución sobre la esfera que es mostrada por Arnold (1941) para poseer una caracterización tipo Gauss sobre la esfera.

Entre tanto, la necesidad de técnicas para analizar los datos direccionales se encuentra presente entre los científicos que estudian las ciencias de la tierra (ver Steinmetz, 1962 para referencias). Sin embargo, la estadística no fue la base para el progreso sobre la distribución y el análisis de orientación sobre la esfera, hasta la época en que aparece el escrito de R. A. Fisher (1953), quien se interesó en este campo, gracias al problema planteado por Hosper (1955) en paleomagnetismo. Al mismo tiempo, E. J. Gumbel, D. Durand y J. A. Greenwood obtienen resultados para la distribución de von Mises y el método de Fisher ayuda a Greenwood y Durand (1955) a formar la teoría de distribución circular.

Un documento importante es el de Watson y Williams (1956), en el que no solo reúne los problemas derivados de las distribuciones de von Mises y Fisher, sino que además trajo una riqueza de nuevos resultados e ideas. Desde entonces, principalmente gracias a G. S. Watson y a sus colaboradores, el progreso y difusión ha sido rápido. Watson introduce técnicas para el análisis de varianza y varias pruebas paramétricas y no paramétricas. M. A. Stephens hace otras contribuciones a la teoría de muestras pequeñas y sus aplicaciones, J. Beran consolida el tratamiento de pruebas no paramétricas. G. S. Watson en 1956 aclara varias técnicas sobre la esfera gracias a la atención de E. Irving. El libro fue publicado en 1964 y escrito especialmente para geólogos. E. Batschelet agrupó y simplificó la metodología circular en su monografía de 1965 escrita para biólogos. En las últimas dos décadas hay una notable contribución al campo del análisis circular que incluye autores como B. Ajne, T. W. Anderson, C. Bingham, E. Breitenberger, E. J. Burr, E. Dimroth, T. D.

Downs, A. L. Gould, J. L. Hodges, Jr., N. L. Johnson, N. H. Kuiper, U. R. Maag, E. S. Pearson, C. R. Rao, J. S. Rao, S. Schach, B. Selby y G.J.G. Upton.

Fisher (1993) afirma que los datos medidos en ángulos o bien con orientación bidimensional se encuentran por todas partes. La idea de medir la información bajo el criterio de los ángulos surge en: Biología, Geografía, Geología, Geofísica, Medicina, Meteorología, y Oceanografía entre otras áreas. Además afirma que, a través del tiempo, los datos circulares se han usado para representar el movimiento direccional de diferentes animales desde un punto de partida. La finalidad es estudiar la respuesta a determinados estímulos. Otra aplicación se ve reflejada al estudiar las rocas, permitiendo analizar la orientación de las fracturas y las características lineales geográficas, la dirección del viento y el océano así como la ocurrencia de accidentes por día.

De acuerdo con Cox (2001), los datos circulares son capaces de representar la información en función de la dirección y periodicidad en el tiempo. El análisis de datos circulares es una parte olvidada de la estadística como ciencia debido a su lento desarrollo y escasa aplicación en nuestro tiempo.

De acuerdo con Fisher (1993) en los últimos diez años, se han desarrollado diferentes métodos estadísticos para analizar los datos haciendo énfasis en el problema de correlación, regresión y análisis de datos con estructura temporal o espacial. La aplicación de métodos no paramétricos al análisis de los datos ha generado un desarrollo apropiado de aplicación práctica en categorías como.

- A) El trabajo científico. A través de la recolección e interpretación de datos circulares.
- B) En ejercicios académicos y experimentos de laboratorio. Que estimulen el desarrollo de trabajos con datos circulares.
- C) En trabajos estadísticos. Con la finalidad de proporcionar el panorama actual del tema.

La importancia se enfoca en difundir el trabajo científico contemplado en el inciso A, en donde la aplicación científica permite obtener una aproximación lógica para exponer, analizar e interpretar datos circulares.

Autores como Nightingale (1858), Chapman (1940), Chayes (1949), Mardia (1972), Beniger (1978), Batschelet (1981), Lenth (1981), Watson (1983), Upton (1989), Cabrera (1991), Fisher (1993), Black y Werrity (1997), Burn (1997), Cox (2001), Steinbrich *et al* (2001), Cunderlik y Burn (2002) entre otros, se han dedicado a desarrollar y aplicar el análisis estadístico de datos circulares.

Para representar adecuadamente la información de la variabilidad temporal contenida en la base de datos es importante aplicar el método estadístico más apropiado. De acuerdo con Black y Werrity, (1997), existen tres métodos para caracterizar la variabilidad temporal de los eventos máximos.

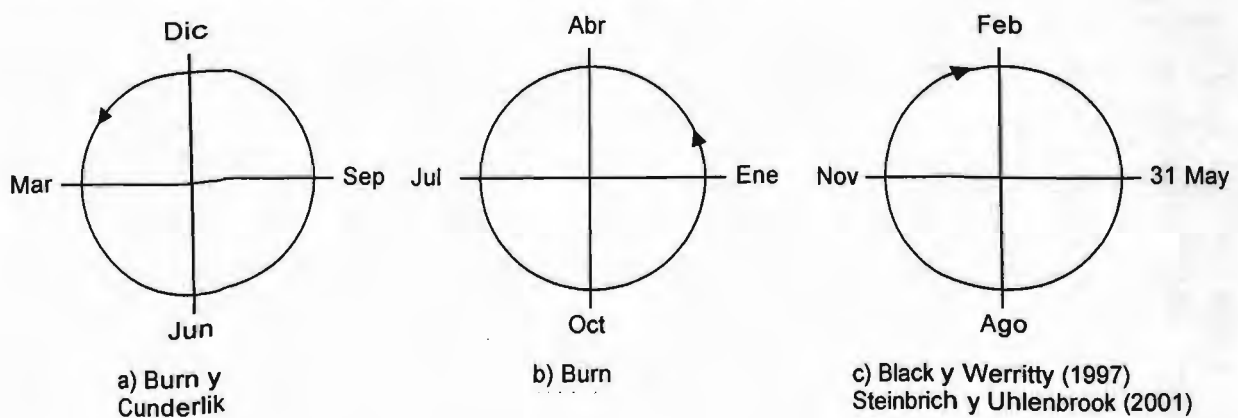
1. Estadísticas Direccionales
2. Frecuencia de Temporalidad o estacionalidad
3. Análisis de clasificación

4.2.1. Estadística direccional

En el contexto de este trabajo, cada evento de inundación se representa mediante la ubicación en la circunferencia de un círculo, respetando la convención matemática de que el inicio del año se ubica en el punto localizado más al Este de la circunferencia. De esta forma, las estaciones del año se van ubicando en sentido opuesto a las manecillas del reloj (Burn, 1997). El 1^o de enero representa el inicio del año natural, pero no necesariamente es la mejor elección para representar los eventos en la circunferencia (figura 4.1). Diversos autores han propuesto diferentes criterios en este sentido.

- Cunderlik y Burn (2002) toman el criterio de Fisher (1993) en donde el inicio del año sobre la circunferencia corre a partir del eje vertical que denota el 1^{ro} de Diciembre, con rotación en contra de las manecillas del reloj (figura 4.1 a).
- Burn (1997) toma la convención matemática y tradicionalmente localiza el 1^{ro} de Enero en 0° (eje x), también presenta rotación en sentido contrario a las manecillas del reloj (figura 4.1 b).
- Black y Werritty (1997) Uhlenbrook *et al* (2001) usan la convención de iniciar el año el 31 de Mayo en la posición de 0° (eje x) e ir en sentido de las manecillas del reloj (figura 4.1 c).

Figura 4.1. Criterios para representar la temporalidad de inundación



Uniendo el centro de la circunferencia con cada punto correspondiente a una fecha dada mediante un vector, se puede determinar la tendencia central resolviendo para cada uno de sus componentes perpendiculares x, y. A partir del vector resultante de las componentes x, y se define un vector medio.

Tomando en cuenta que el valor de 360° correspondiente a la medida de la circunferencia, debe ser capaz de representar los 365 días presentes en el año. Esto se logra proporcionando una fracción en grados para cada día (360/365).

El ángulo del vector resultante se puede traducir nuevamente a fecha se utiliza la fracción de corrección (multiplicando 365/360). Dando una medida de tendencia

central basada en todos los puntos, la longitud del vector medio es de interés para determinar el grado de agrupación en torno de un valor medio en el tiempo con valores desde 0 a 1 en donde 0 representa una distribución uniforme de eventos en todo el año y 1 representa todos los eventos en un mismo día.

La agrupación en torno a una época complementa el valor medio del día y tiene funciones análogas a la desviación estándar en estadísticas no circulares.

4.2.2. Frecuencia de variabilidad temporal

Este método se basa en contar el número de eventos en cada época y permitir comparaciones entre registros, expresando los resultados como un porcentaje del número total de eventos en cada registro. En el norte de Gran Bretaña en donde la mayor cantidad de inundaciones ocurren entre Octubre y Enero, Black (1992) encontró que este método puede emplearse útilmente para definir seis épocas de dos meses cada una. En este caso, este método aunque simple dio mejores resultados que el de las estadísticas direccionales.

4.2.3. Análisis de clasificación

Este método usa toda la información de fechas en una serie de picos sobre el umbral (POT por sus siglas en inglés) y la condensa asignando cada registro a una clase estacional. Este método es más complejo que los descritos anteriormente y ha sido usado en hidrología, por ejemplo en la agrupación de cuencas por medio el análisis regional de frecuencias de acuerdo con sus características físicas (Acreman y Wiltshire, 1989; Burn, 1989) y la agrupación de los parámetros estimados del hidrograma unitario (Burn y Boorman, 1992).

El análisis de clasificación implica una asignación sucesiva de casos (por ejemplo los registros del POT), en grupos de acuerdo con su ubicación en un espacio

multivariado. Aquí por ejemplo, los seis valores de frecuencia del POT bimestralmente para cada estación hidrométrica son entradas para el análisis de clasificación. Los valores medios del día pueden ser tomados como alternativa de entrada, pero proporcionan menos detalle. Para realizar el análisis de clasificación existe la libertad de elegir tanto el algoritmo usado como el número final de grupos a considerar.

Este análisis depende esencialmente de software especializado como por ejemplo, CLUSTAN (Wishart, 1987). Este agrupa dos casos en n-dimensiones, que se unen para formar los núcleos y de acuerdo a esta proximidad sigue trabajando con otros casos para formar otros núcleos y el proceso sigue hasta que todos los casos son asignados al número de agrupaciones deseado. Cualquier proceso puede ser unido para agruparse jerárquicamente, este es el caso individual de relocalización iterativa o por combinación de los dos métodos (Gordon 1981, Wishart 1987, Jain y Dubes 1988).

4.3. Formas de representar características direccionales

4.3.1. Datos circulares

De acuerdo con Fisher (1993), a diferencia del caso de datos esféricos, hay muy pocos métodos para registrar dimensiones circulares. Estos pueden ser recopilados en diferentes unidades incluido el tiempo. En este caso, al convertir los datos en grados o radianes se debe trabajar en el rango $(0^\circ, 360^\circ)$, $(-180^\circ, 180^\circ)$ en grados o $(0, 2\pi)$ en radianes. En general se usan coordenadas polares $x=\cos\theta$, $y=\sin\theta$ para representar la dirección θ como un punto en sobre un círculo unitario. Al trazar medidas circulares, debe tenerse presente que en la mayoría de las aplicaciones, los ángulos son medidos en contra de las manecillas del reloj.

4.3.1.1. Análisis circular

De acuerdo con Fisher (1993), por un lado, los datos lineales son una colección de grupos o largas colas, sobre un intervalo indefinido de la línea real, en donde una sola exhibición no es capaz de mostrar todas las características. Por otro lado, la muestra de datos esféricos puede ser dispersada sobre la superficie de un círculo unitario como: grupos modales, patrón de transición de circunferencia modal y fronteras que pueden ser vistas satisfactoriamente usando una rotación en tres dimensiones. Se puede contrastar la idea de establecer una frontera para los datos circulares obteniendo los resultados de situaciones más prácticas y evidentes.

Extraer información práctica para datos circulares puede parecer un problema difícil, especialmente cuando los grupos de los datos se concentran. La aplicación del método lineal se justifica cuando se presentan linealidades aproximadas para un pequeño arco y por tanto se vuelve innecesario el tratamiento especial de datos circulares.

En 1767, el reverendo John Mitchell analizó las separaciones angulares entre las estrellas y encontró que el número de pares cercanos es tan grande como para ser consistente con la hipótesis de que las direcciones de las estrellas están uniformemente distribuidas (de Fisher, 1972). En 1802, John Playfair señala la necesidad de analizar los datos direccionales en forma diferente de datos ordinarios. En una pequeña nota histórica, John Playfair (1802) recomienda el uso del vector resultante como método para obtener las direcciones promedio de cualquier cuerpo de estratos. Siendo esta la primer vez que se menciona la idea en el contexto geológico. Funkhouser (1936) estudió la forma de graficar los datos sobre la circunferencia, (Beniger y Robyn, 1978) discute el ejemplo John Mitchell, y de ahí la concepción de que las primeras raíces del análisis circular de datos provienen de por lo menos mediados del siglo XVIII.

Florence Nightingale fue enfermera en la armada Británica durante la guerra y comprendió que miles de vidas pudieron salvarse al mejorar las condiciones sanitarias en las barracas y el hospital militar. En un artículo informativo, Cohen (1984) menciona que Nightingale utilizó la incidencia de muertes en el ejército como datos fiables para evitar esta desgracia. Así adelantó una reforma en la medicina y además abrió camino a la noción revolucionaria de medir fenómenos sociales objetivamente y sujetarse al análisis matemático.

Nightingale (1858) usó una variedad de métodos para sostener su caso. Uno de estos es un nuevo dispositivo gráfico llamado *coxcomb* y que es referido comúnmente como diagrama de rosa: El *coxcomb* muestran los datos de un año a otro con color con cuñas de colores. Las áreas de las cuñas son azules, rojas y blancas, cada una se mide desde un vértice en común que es el centro. Para Nightingale, el área azul representa las áreas de muertes prevenibles o mitigables, originadas por enfermedades Zymotic (enfermedades contagiosas como cólera o fiebre tifoidea); el rojo representa las áreas de muertes por heridas; el blanco representa las áreas de muertes por otras causas (Fisher 1993).

Schmidt (1917) introduce en la literatura geológica el diagrama de rosa como una manera de exhibir datos axiales. Los datos son agrupados en intervalos de 5°, y en cada una de estas porciones del arco dibuja un punto con una distancia radial igual a la frecuencia relativa de los datos. Finalmente los puntos se unen. El diagrama de Nightingale y la versión de Schmidt tienen una diferencia importante. Para Nightingale el sector de área es proporcional a la frecuencia relativa y como resultado tenemos un porcentaje por frecuencia. Schmidt compara también sus diagramas con los trazos teóricos basados en la versión bipolar o axial de la distribución Normal de Wrapped. El informe del trabajo de Schmidt puede encontrarse en Chayes (1949), ampliado por Fischer (1929). Hoy Schmidt es recordado por introducir el área equitativa de datos esféricos en el plano.

Batschelet (1981) estudió diferentes métodos para analizar datos circulares en el contexto biológico, otros autores como: Zar (1984), Upton & Fingleton (1989) y Cabrera *et al* (1991), exploran la misma área. Los típicos problemas de interés biológico se encuentran centrados en la navegación de los pájaros y la orientación de criaturas en reposo respecto a la variación de su hábitat. Wehner (1982) describe varios experimentos que estudian los efectos obtenidos al cambiar las condiciones naturales. Refiere que al no restringir la visión de las abejas, el baile celestial que producen evidencia la dirección de la fuente de comida. Obscureciendo parte de los ojos de las abejas o modificando ligeramente el ambiente (la vista parcial del cielo natural o ligeramente polarizado) puede dar como resultado una distribución de la dirección uniformemente cerrada. En otro experimento, expresa también las habilidades de las hormigas.

Kiepenheuer (1978), describe uno de los experimentos de Batschelet, el cual trata de la orientación de las palomas para llegar a casa. Kiepenheuer trabaja con tres tipos de jaulas – unas con paredes que desvían el viento en sentido de las manecillas del reloj, las otras con paredes que desvían el viento en sentido contrario de las manecillas del reloj y las últimas no tienen desviación, cuando se soltaron las palomas desde una localización remota, los tres grupos produjeron direcciones significativamente diferentes. Incluye así mismo otros estudios sobre la orientación de las libélulas con respecto a la dirección de los rayos del sol, la conducta direccional de la salamandra en presencia de luz de polarización y la orientación de los conejos cautivos en presencia de un campo magnético débil.

A principios del siglo XX se realizaron experimentos con datos estadísticos apropiados para datos circulares, teniendo un gran lugar en la literatura geológica y encontrando que von Mises (1918), introdujo la distribución de probabilidad. Después, surge la determinación de suponer fuerzas atómicas enteras en conexión con los errores de la modelación experimental; a pesar de la ligera conexión de estas aplicaciones con el análisis circular de datos, la distribución de von Mises ahora es la base de la inferencia estadística paramétrica para los datos circulares.

Por otro lado, Reiche (1938) hace uso de CUSUM, (CUSUM es un gráfico utilizado para determinar cuando se ha tomado un número de datos suficiente para ser trazados) para acumular curvas del vector dirección y el radio (vector resultante), cuando la curva acumulativa del vector dirección se endereza y permanece dentro de un rango de 5° , es probable que la muestra sea adecuada. Los datos de Reiche's (tridimensionales) actualmente son medidas de los polos para fenómenos de cruce de laminación y el trazado de los datos es el grado de inclinación (inclinación de las direcciones). Un año después, Krumbein (1939) introduce la idea de *análisis axial de datos* (datos medidos como líneas unidireccionales) para transformar los vectores y entonces transformar los resultados.

Watson y Williams (1956) en un escrito pionero desarrollan métodos estadísticos para el análisis circular de los datos, introdujeron la dirección media y dispersión de la distribución de Von Mises para una sola muestra de datos y los métodos para comparar dos o más muestras.

En 1972 Mardia publica un estudio sobre el análisis circular de datos, en donde proporciona los métodos para desplegar los datos y sumatorias, bondad del ajuste y aproximaciones paramétricas y no paramétricas para el análisis de una o más muestras.

En las siguientes dos décadas ocurrieron avances al determinar la correlación y regresión en el análisis de series de tiempo para datos circulares; los métodos para muestras grandes y métodos de cerradura; estimaciones de densidad no paramétricas y suavizado espacial (Jupp y Mardia 1989.).

De acuerdo con Gumbel (1954) en 1950, los estadísticos comienzan a ajustar distribuciones de probabilidad circular a los datos. Investigó la conveniencia de usar la distribución de von Mises para modelar datos mensuales como: la producción de huevos, la venta de abrigos y la ocurrencia mensual de lluvia en exceso de 1plg/hr de intensidad.

4.3.1.2. Métodos descriptivos

Dentro de este apartado, se presentan cuatro métodos para representar las características de los datos crudos. Los métodos se clasifican de la siguiente manera: despliegue de los datos crudos, despliegue por histogramas, despliegue por diagramas de tallo y hojas "*Stem-and-leaf diagrams*" y despliegue por estimación de densidades no paramétricas. En este trabajo de tesis solo se explican los dos primeros métodos que permiten entender las diferentes características presentes en el análisis circular (para los métodos restantes se puede consultar Fisher, 1993).

Fisher (1993) menciona que los datos circulares son los datos de diferentes temas descritos por vectores. El análisis circular para una muestra de datos circulares $(\theta_1, \dots, \theta_n)$ se representa por medio del despliegue de la muestra y el cálculo las sumatorias.

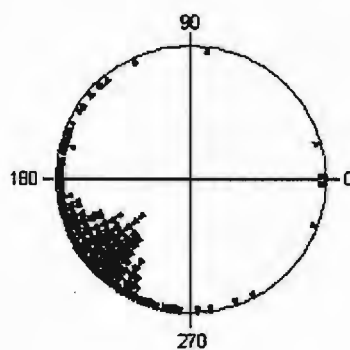
Como información adicional, los datos axiales presentan pocos problemas para el análisis estadístico y pueden ser convertidos a vectores para ser analizados y apoyar los resultados. El termino orientación se puede representar con un vector o a un eje, mientras que el termino dirección se representa por los ejes. Los datos se grafican con el fin de tener una idea inicial de las características importantes de la muestra. Los datos, al ser representados por los gráficos determinan si se trata de una muestra con distribución uniforme, unimodal o multimodal. Los puntos dependen de la naturaleza de los datos, del número de modas aparentes en la muestra y a menos que la muestra sea claramente unimodal se deben graficar los datos reales de la muestra, Fisher (1993).

a) Despliegue de los datos crudos

La representación óptima del tipo de muestra se obtiene de la gráfica de los datos reales o crudos (figura 4.2). Este despliegue se conoce como diagrama de dispersión. Los rasgos de los datos se pueden perder debido a una selección

arbitraria del arco de 180° que determina la muestra representativa (arbitrariamente, con respecto a la ubicación del mayor número de datos que representan la muestra unimodal). Mientras que el despliegue de datos del tipo histograma puede ocultar rasgos pequeños pero importantes de la distribución de los datos tal como la existencia de un grupo modal pequeño (que es, una concentración aislada de puntos), o un punto periférico cuya existencia puede ser de interés específico.

Figura 4.2. Ejemplo del despliegue de los datos crudos (reales)

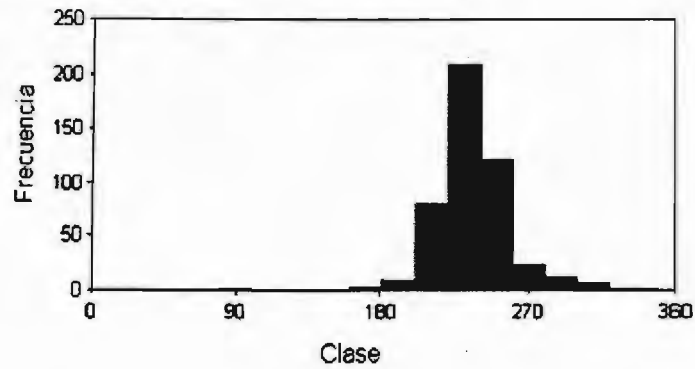


b) Despliegue por histogramas

Los histogramas son del tipo angular y lineal. Para crear un histograma convencional (conocido como histograma lineal) los datos deben ser lineales. Además es necesario seleccionar un punto de arranque (Establecido en 0° , si los datos son registrados en el rango de $(0^\circ$ a $360^\circ)$ o -180° si se elige el rango $(-180^\circ$ a $180^\circ)$) y algún intervalo para la muestra (entre 5° , 10° o 20°), (figura 4.3 a). El histograma angular o tipo I se obtiene representando un histograma lineal alrededor del círculo. La longitud del histograma corresponde a la longitud total existente en la circunferencia (360°). (figura 4.3b). El histograma angular tipo II o diagrama de Rosa (figura 4.3c) es capaz de desplegar cada grupo como un sector (cuña). Los sectores tienen un radio. El mejor radio de cada sector se calcula con la raíz cuadrada de la frecuencia relativa del grupo.

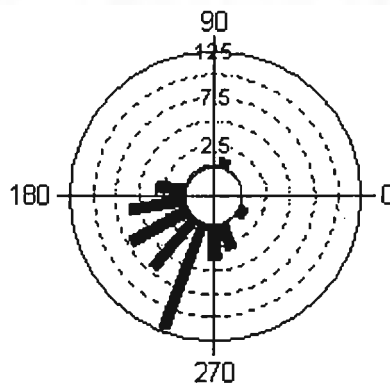
Figura 4.3. Ejemplo de histograma con frecuencia lineal y circular

a) Ejemplo de frecuencia lineal (con intervalo de 20°)



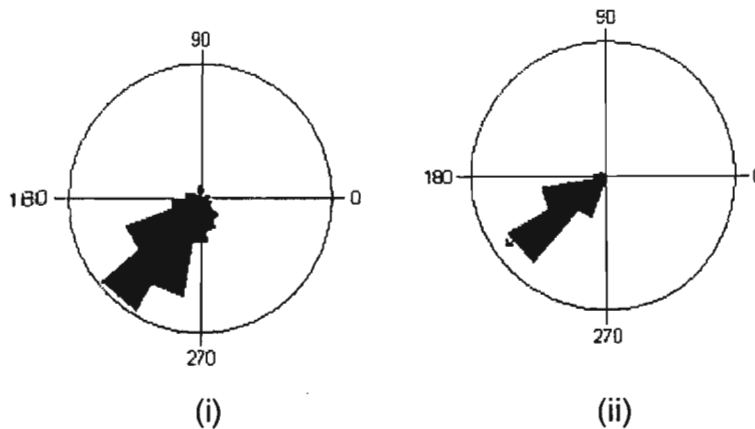
Para este histograma, el eje de las x representa datos lineales sobre una línea continua entre 0° y 360° con un intervalo entre barras de 20°.

b) Ejemplo de frecuencia circular (Diagrama de Rosa tipo I con intervalo de 20°)



Cada barra del histograma tiene como inicio el centro de la circunferencia y la longitud de la barra es proporcional a la frecuencia relativa del grupo.

c) Ejemplo de frecuencia circular (Diagrama de Rosa tipo II con intervalo de 20°)



Para el gráfico (i), la frecuencia de los datos es proporcional al área del sector, para el gráfico representado en (ii), la frecuencia de los datos es proporcional al radio. El vector de cada gráfico representa la dirección promedio de los datos circulares. Ambos gráficos presentan el mismo intervalo y hacen énfasis en los datos con mayor frecuencia mientras que los datos con menor frecuencia pasan inadvertidos.

Fisher (1993) comenta que la importancia de los histogramas radica en que su uso proporciona información respecto a los límites presentes en los datos del grupo, si este límite se elige de manera errónea los resultados serán distorsiones de la información en número, tamaño y localización de los grupos modales

Los diagramas de los datos con el mismo intervalo en la muestra disminuyen la debilidad del diagrama de rosa para revelar la forma fundamental de la distribución. La sugerencia es tomar un tamaño arbitrario de 10°, 20° o incluso menor para grupos de datos pequeños. Es importante mencionar que la principal ventaja del histograma es la facilidad de despliegue gráfico.

El estudio de las estadística direccionales se desarrolló con la finalidad de manejar los puntos observados sobre círculos, esferas e hiper-esferas.

4.4. Representación de la muestra por momentos trigonométricos

Los parámetros de la muestra describen las características importantes de una población. Conociendo los valores de algunos parámetros se adquiere una idea suficientemente clara de la dirección y la dispersión de la muestra. El vector resultante (VR) obtenido de la sumatoria de los vectores unitarios representa la dirección media de los datos individuales y su longitud es la longitud resultante. Hay que tener cuidado con los datos que por naturaleza son angulares por que presentan ciertos problemas al someterlos al análisis estadístico como números reales.

Usando las fórmulas mostradas por Cox (2001), se tiene la siguiente fórmula para estimar el ángulo del vector resultante llamado ángulo medio (dirección media):

$$\bar{\theta} = \arctan \left[\left(\sum_{i=1}^n \sin(\theta_i) \right), \left(\sum_{i=1}^n \cos(\theta_i) \right) \right] \quad (4.2)$$

El desarrollo multidimensional de esta fórmula nos lleva al estudio de la estadística circular. Este desarrollo permite realizar el análisis de la estadística direccional.

Fisher (1993) menciona que la dirección media no se puede estimar por medio de la aritmética usual $\sum_{i=1}^n \frac{\theta_i}{n}$, deben usarse momentos trigonométricos. El camino adecuado para obtener el vector resultante se basa en la suma de los vectores, en donde la secuencia no es de importancia y se puede calcular a partir de:

$$\begin{aligned} C &= \sum_{i=1}^n \cos \theta_i \\ S &= \sum_{i=1}^n \sin \theta_i \\ R^2 &= C^2 + S^2 \end{aligned} \quad (4.3)$$

donde

C = Es la suma de los cosenos directores de la muestra

S = Es la suma de los senos directores de la muestra

R = Es la magnitud del vector resultante

La suma de los vectores proporciona un vector con longitud resultante y dirección media producto de los vectores individuales; es decir, la dirección $\bar{\theta}$ del vector resultante de $\theta_1, \dots, \theta_n$, es conocida como la dirección media y está dada por:

$$\begin{aligned} \cos \bar{\theta} &= \frac{C}{R} \\ \sin \bar{\theta} &= \frac{S}{R} \end{aligned} \tag{4.4}$$

ó bien, por las siguientes ecuaciones, como se puede ver, su aplicación está condicionada por los límites de las variables.

$$\bar{\theta} = \begin{cases} \tan^{-1}\left(\frac{S}{C}\right) & S > 0, C > 0 \\ \tan^{-1}\left(\frac{S}{C}\right) + \pi & C < 0 \\ \tan^{-1}\left(\frac{S}{C}\right) + 2\pi & S < 0, C > 0 \end{cases} \tag{4.5}$$

Para el caso de que los vectores tengan o sean trabajados con magnitudes unitarias se presenta el siguiente comportamiento: El valor de R es la longitud resultante del vector resultante y queda en el rango (0,n). La longitud media de la resultante $r = \bar{R}$ asociada con la dirección media $\bar{\theta}$ está definida por $r = R/n$; entonces el rango va de (0,1) estos valores presentan una propiedad interesante y se definen como extremos en donde $r = 1$ implica que todos los puntos de los datos coinciden y $r = 0$ representa una dispersión uniforme de los puntos sobre la circunferencia. Entonces se puede decir que r es un análogo del coeficiente de correlación lineal (usado como medida inversa de la dispersión).

En la figura 4.4 tenemos un ejemplo para la estación Temascales con n=45 registros. Los datos de esta estación son analizados con ayuda del programa Oriana 2.0 (1994-2003). Los registros de la estación son los mostrados en la tabla 4.1.

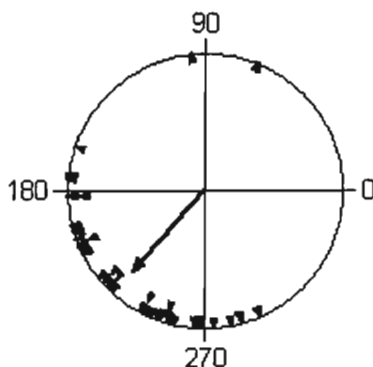
Tabla 4.1. Estación hidrométrica Temascales (fecha de ocurrencia de Gastos máximos)

ID	Fecha de ocurrencia θ_i	Ubicación en el círculo
1	Sep-29	268.020
2	Sep-15	254.460
3	Ago-18	226.480
4	Ago-11	219.560
5	Sep-17	256.150
6	Sep-03	242.310
7	Oct-18	286.810
8	Sep-30	269.010
9	Jul-28	206.140
10	Ago-14	222.530
11	Sep-11	250.220
12	Oct-26	294.720
13	Sep-12	251.500
14	Jul-06	183.960
15	Sep-07	246.260
16	Jul-27	204.720
17	Ago-14	222.530
18	Sep-19	258.130
19	Jun-13	161.210
20	Sep-15	254.460
21	Sep-06	245.270
22	Jul-24	201.760
23	Ago-16	224.500

ID	Fecha de ocurrencia θ_i	Ubicación en el círculo
24	Mar-09	67.070
25	Jul-06	183.960
26	Jul-27	204.720
27	Jul-21	198.790
28	Oct-12	281.090
29	Sep-04	243.300
30	Oct-06	274.940
31	Jul-28	205.710
32	Ago-19	227.830
33	Jul-22	199.780
34	Jul-20	197.800
35	Jul-18	195.820
36	Ago-18	226.850
37	Jul-31	208.680
38	Jun-27	175.050
39	Sep-28	267.030
40	Ago-20	228.820
41	Sep-08	247.250
42	Sep-27	266.040
43	Jun-25	173.080
44	Sep-04	243.300
45	Abr-09	96.920

Cada evento de la estación hidrométrica Temascales es un vector con dirección (θ) y magnitud unitaria. Sumando vectorialmente los eventos de la muestra se obtienen las características del vector resultante. Los resultados presentan una dirección media, $\bar{\theta} = 229.364^\circ$, longitud resultante, $R = 33.98$, longitud media, $r = 0.755$ y varianza circular $V = 0.245$. La varianza circular es obtenida de los datos circulares y en este caso es proporcionada por el software ORIANA.

Figura 4.4. Representación gráfica de la dispersión (r) para la estación hidrométrica Temascales



La tendencia de los datos se centra para los meses de Junio a Octubre con gastos máximos de 2.9 a 347 m³/s. Es notorio también la presencia de dos registros fuera del periodo anterior, uno en Marzo y otro en Abril registrando gastos máximos de 1.12 y 1.46 m³/s respectivamente. La ubicación de los eventos sobre los cuadrantes tiende a contrarrestar el evento de abril a los eventos del mes de Octubre. El evento en Marzo también se contrarresta a los eventos del mes de Septiembre. El análisis circular permite analizar eventos de gastos máximos sobre la república mexicana sin la necesidad de eliminar eventos por estar acotados en una temporada del año.

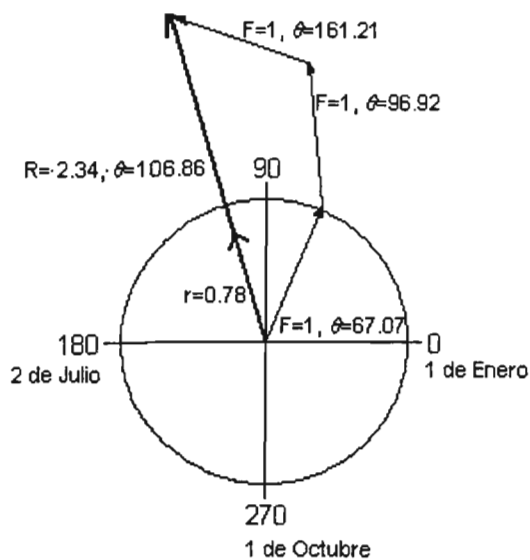
La presencia de registros para los meses de Enero a Mayo y de Noviembre a Diciembre contrarresta la ocurrencia de los eventos de gastos máximos de Junio a Octubre por tener direcciones opuestas. Una ventaja es que al tomarlos en cuenta permiten tener certidumbre (por medio de los resultados) sobre la ocurrencia de eventos de gastos máximos para los meses de estiaje. Los meses definidos como periodos de estiaje no garantizan la ausencia de eventos de gastos máximos que ocasionen eventos de inundación.

De acuerdo con Fisher (1993), para cada una de las muestras, cuando el registro de los eventos se encuentra asociado con el mismo mes y día del año en el transcurso del tiempo, entonces la dirección media $\bar{\theta}$ será un reflejo de este comportamiento, la longitud media del vector resultante será $r=1$ y la varianza circular $V=0$; en caso contrario, si el registro de los eventos se encuentra disperso a lo largo del año, la dirección media $\bar{\theta}$ será la dirección promedio de los datos, la longitud media del vector resultante será $r<1$ y la varianza circular $V>0$. Black y Werrity (1997) menciona que las medidas de dispersión obtenidas son buenas cuando que $r \geq 0.5$, y por lo tanto $V \leq 0.5$ ($V=r-1$ recíprocamente). Para tener una forma de caracterizar los datos se acepta la convención de Steinbrich *et al* (2001). Por ejemplo, para la estación hidrométrica Temascales se tiene una buena medida de dispersión ($r=0.755$) y por lo tanto una varianza $V=0.255$ es pequeña puesto que es menor que 0.5.

4.5. Temporalidad de precipitación e inundación

Para investigar la variabilidad temporal se aplica en este trabajo de tesis la estadística circular con la convención de Burn (1997). De acuerdo con el ejemplo (figura 4.5), el vector resultante (R) es la suma vectorial de los vectores individuales y provee la longitud media o medida de temporalidad definida de fuerte a débil (tabla 4.2).

Figura 4.5. Ejemplo de suma vectorial para tres datos de la estación hidrométrica Temascales



$F=1, \theta=67.07$ perteneció al 9 de Marzo
$F=1, \theta=96.92$ perteneció al 9 de Abril
$F=1, \theta=161.21$ perteneció al 13 de Junio
$R=2.34, \theta=106.86$ perteneció al 19 de Abril
$r=0.78$ medida de temporalidad Fuerte (tabla 4.2)

La dirección del vector resultante determinada por el ángulo representa la fecha promedio de ocurrencia de avenidas máximas, es decir, el día y mes del año. La magnitud del vector resultante es la magnitud promedio de todos los eventos, en donde la magnitud de cada evento representa un evento de inundación.

Tabla 4.2. Clasificación propuesta de temporalidad

Temporalidad	r
Muy fuerte	1.00 – 0.90
Fuerte	0.89 – 0.70
Media	0.69 – 0.50
Baja	0.49 – 0.10
Nula	< 0.09

La temporalidad se mide dentro la convención de Steinbrich *et al* (2001) quien trabaja con la suma vectorial de eventos con magnitud diferente a la unitaria. Es decir, realiza la suma vectorial de los datos con magnitud igual al gasto máximo para representar esta característica.

Parde (1947) sugiere que la característica y sincronización de la variabilidad temporal se puede determinar usando el valor máximo del régimen medio normalizado de los máximos valores de descarga. Esto permite comparar el comportamiento de los valores máximos de descarga anual con la variabilidad temporal que son los vectores resultantes de los vectores individuales con magnitud igual a los gastos máximos.

Al trabajar con magnitudes unitarias, la medida de dispersión ($r=R/n$) se define entre 0 y 1. La representación de la medida de dispersión en el área de estudio permite visualizar la concentración temporal de eventos (Burn, 1996). El régimen hidrológico determinado por los vectores resultantes con magnitud unitaria no se puede comparar con el régimen hidrológico determinado por los vectores resultantes con magnitud igual al gasto máximo. Sin embargo es importante realizar la sumatoria de los vectores con gastos máximos para tener conocimiento de la magnitud resultante.

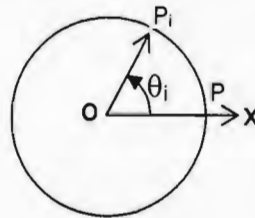
4.5.1. Medida de localización

Medida de localización (θ)

Con base en la figura 4.6, considérese que $\theta_1, \dots, \theta_n$ es una muestra aleatoria de tamaño "n" para una población circular, en donde los ángulos de $\theta_1, \dots, \theta_n$ son medidos a partir del eje O'X en sentido contrario a las manecillas del reloj. El ángulo θ_i representa el vector unitario \overline{OP}_i midiendo θ_i en dirección positiva a partir del eje X, donde P_i está en el punto θ_i sobre un círculo unitario en donde $i=1, \dots, n$. Si los datos están agrupados, entonces se asume que tienen un intervalo de clase de

longitud h y θ_i denota el punto medio de ese intervalo de clase, f_i es la frecuencia observada en el i -ésimo intervalo y n el número de registros (Mardia, 1972).

Figura 4.6. Representación del i -ésimo ejemplo en el punto θ_i , con el vector $O'P_i=1$



4.6. Ajuste del umbral

El ajuste del umbral es de gran importancia para lograr una base de datos rica en información de temporalidad, para este trabajo de tesis, el ajuste de umbral no se realiza por la falta de información continua en los registros. A diferencia, Black y Werritty (1997), realizan un estudio en el que determinan la temporalidad de inundación para el Norte de Gran Bretaña, con una base de datos compuesta por un periodo de registro de 10 años (1979-1988) e incluyendo el estudio para 45 eventos por cada estación hidrométrica en este periodo. La falta de registros de información continua para la república mexicana proporciona una base de datos pobre en el estudio de temporalidad de acuerdo con Black y Werritty. De acuerdo con Andrea Steinbrich *et al* (2001) el estudio de temporalidad puede realizarse solamente con los registros de gastos máximos anuales. Para este trabajo de tesis, la base de datos se compone como se había mencionado de 479 estaciones hidrométricas, que presentan valor promedio de 29 años de la longitud de registro. Las longitudes de registro son cortas como se puede observar. Solo se consiguen 22 estaciones hidrométricas que presentan 18 años de registros, 21 estaciones hidrométricas que presentan 20 años de registro y 20 estaciones hidrométricas con 26 años de registro.

Además, el **ajuste** del umbral debe hacerse cuando se trata de **gastos** mensuales o incluso **semanales**.

Es necesario **integrar** a la base de datos las estaciones hidrométricas con longitudes de registro ≥ 10 años por que si la base de datos se construye **de** estaciones con longitudes de registro ≥ 20 años, los datos no son suficientes **para** caracterizar el **comportamiento** de la variabilidad temporal, ver tabla 4.3.

Tabla 4.3. Distribución de estaciones hidrométricas por longitud de registro (n)

n	No. Estaciones Hidrométricas
10	6
11	12
12	9
13	17
14	6
15	12
16	9
17	14
18	22
19	7
20	21
21	20
22	16
23	12
24	15
25	15
26	20
27	13
28	13
29	12

n	No. Estaciones Hidrométricas
30	12
31	9
32	14
33	10
34	11
35	7
36	6
37	10
38	12
39	10
40	9
41	7
42	10
43	10
44	7
45	8
46	9
47	4
48	5
49	4

n	No. Estaciones Hidrométricas
50	5
51	2
52	2
53	3
54	4
55	1
56	2
57	2
60	2
61	3
62	1
63	3
64	2
66	2
Σ	479

De acuerdo con Steinbrich *et al* (2001), para determinar la temporalidad, es importante aplicar el análisis circular para periodos de registro existentes y no para periodos de registro producidos por estaciones hidrométricas vecinas que completen una serie estándar. Este punto es importante de considerar cuando se llevan a cabo estudios de temporalidad en forma regional.

4.7. Homogeneidad hidrológica

De acuerdo con Gutiérrez (2002), al dividir una región en subregiones hidrológicamente homogéneas, uno de los objetivos principales es disminuir la incertidumbre de la magnitud de los eventos. En América Latina las estaciones climatológicas son más abundantes que las estaciones hidrométricas; el concepto de *regionalización de la precipitación* adquiere un valor particularmente importante en los estudios de aprovechamientos hidráulicos (Rasmussen *et al.*, 1994; Loukas, 2002). Las técnicas de regionalización hidrológica han sido desarrolladas principalmente para estimar escurrimientos puntuales en sitios en donde no existen estaciones hidrométricas o donde la información hidrométrica es limitada o escasa (Taffa, 1991). Los procedimientos regionales se han convertido en una excelente herramienta para estimar los eventos extremos en países en donde las redes de medición aún no se encuentran muy desarrolladas (Koutsoyiannis *et al.*, 1998; Ouarda *et al.*, 2001) y existen numerosas ventajas al utilizar un procedimiento regional sobre un grupo de cuencas hidrológicamente homogéneas, comparado por ejemplo, con un análisis de frecuencias sobre un solo sitio de medición. Lo anterior ha sido ya probado desde hace algunos años (Beran *et al.*, 1990 ; Smithers y Schulze, 2001).

La delimitación de regiones hidrológicamente homogéneas es la etapa más difícil de un proceso de regionalización hidrológica (Smithers y Schulze, 2001). Cada región está compuesta por subregiones similares que permiten disminuir errores al transferir tormentas o datos hidrológicos en general de una cuenca a otra.

El procedimiento más utilizado para identificar relaciones regionales es la correlación múltiple. Normalmente se correlacionan los gastos asociados con diferentes períodos de retorno con las características fisiográficas de la cuenca (Zolt y Burn, 1994; Varas y Lara, 1998).

Entre las técnicas empleadas para determinar regiones homogéneas, se pueden mencionar el análisis de residuales (Bhaskar y O'Connor, 1989; Hall *et al.*, 2002), el análisis de los estadísticos de las series históricas (Lu y Stedinger, 1992; Kachroo *et al.*, 2000; Leviandier *et al.*, 2000), las técnicas multivariadas (Gingras y Adamowski, 1993). Cualquiera que sea el procedimiento empleado, se requiere siempre de una identificación previa de las variables o características significativas de la región en estudio (Gutierrez, 1996; Berger y Entekhabi, 2001; Burn y Elnur, 2002). En este aspecto, cada autor propone, casi siempre, las características fisiográficas, climatológicas y geográficas que serán utilizadas en el proceso de regionalización. Una guía recomendable para la selección del método mas adecuado fue presentada por Acreman y Sinclair (1986), por Nathan y McMahon (1990), por el grupo GREHYS (1996a y b) y por Krysztofowicz (2001). A manera de resumen los dos aspectos más importantes a tomar en cuenta en esta selección de características se resumen a continuación:

- Las características ligadas a un sitio como la temperatura, la geología, el área de la cuenca, el registro de gastos máximos anuales, la topografía, la pendiente media del cauce principal e incluso el uso del suelo combinada con medidas de infiltración contribuyen como características significativas de una cuenca (Douguédroit y De Saintignon, 1981; Pilgrim *et al.*, 1982; Schauer y Jenkins, 1996; Dunn y Lilly, 2001; Naef, 2002). El «índice pluviométrico» (lluvia máxima en dos días consecutivos y lluvia para un periodo de retorno de 5 años) es también muy utilizado para clasificar y agrupar cuencas con un comportamiento similar (Acreman y Sinclair, 1986).
- Los aspectos geográficos como: latitud, longitud o distancia al océano. determinan fuertemente el régimen de precipitación de una región (Smithers y Schulze, 2001)

Para formar grupos de cuencas hidrológicamente homogéneas existen varios procedimientos, entre los que el de la distancia Euclidiana es el más empleado siendo uno de tres índices métricos de Minkowski (ver más adelante "medidas

matemáticas de asociación”). Se recomienda estandarizar las variables que contienen las características fisiográficas, con el objeto de quitarle el peso debido a la magnitud de las mediciones. Además en el campo de la hidrología se recomienda como algoritmo de agrupación el de Ward (Smithers y Schulze, 2001). Jain y Dubes (1987) presentan una revisión de las diferentes medidas matemáticas asociadas al agrupamiento de elementos similares (índices de proximidad). Gutiérrez *et al* (2004), muestra la aplicación de diferentes técnicas de agrupación, diferentes índices de proximidad y la representación gráfica de la clasificación para 93 registros de estaciones pluviométricas en la región hidrológica 10. Sin embargo, su aplicación en el campo de la hidrología no está completamente desarrollado. Incluso la disciplina de Clasificación de elementos es relativamente nueva, basta mencionar que el primer ejemplar del *Journal of Classification*, apareció apenas en 1984.

4.7.1. Índices de proximidad

Para obtener un área de estudio dividida en subregiones homogéneas es necesario graficar los datos que tendrán un comportamiento similar, de esta manera, los datos inferidos se calcularán con gran precisión, ya que las ecuaciones de regresión, normalmente empleadas en la transferencia de información hidrológica, se basan en las características de la cuenca. Los problemas relacionados con la regionalización han recibido la atención de muchos investigadores, sin embargo no se ha logrado obtener una metodología general para identificar regiones que pueden ser utilizadas en los análisis hidrológicos. La mayor parte de las veces se emplea la técnica de ubicación geográfica, que se basa simplemente en trazar radios entre 70 y 80 km en cada sitio (estación) y considerar como regiones homogéneas a las estaciones que se ubiquen dentro de estos círculos. Esta idea proviene del concepto del “variograma” utilizado en geohidrología para mostrar la variabilidad de las mediciones piezométricas respecto a la distancia que las separa. Sin embargo, las subregiones deben dividirse con ayuda de otros métodos para tomar en cuenta las similitudes hidrológicas o las características de la cuenca, las cuales no siempre tienen un

significado geográfico (Gutiérrez, 1994), como por ejemplo las curvas de Andrews, la prueba de homogeneidad de Langbein y los índices de proximidad, entre otros.

Anderberg presentó en 1973 una minuciosa revisión de las diferentes medidas matemáticas de asociación y sus interrelaciones, con el fin de agrupar datos numéricos en grupos y subgrupos semejantes. A estas medidas se les conoce como *índices de proximidad* y pueden representar matemáticamente tanto la semejanza como la desigualdad entre dos configuraciones, es decir, entre dos datos o puntos. Su aplicación en hidrología consiste en obtener dichos índices a partir de configuraciones específicas, formadas por características hidrológicas *medibles* y continuas en una proporción de escala conocida.

El *índice de proximidad* entre dos puntos (configuración) "i" y "k" se denota como $d(i,k)$ y debe satisfacer las propiedades siguientes:

- | | | |
|----|------------------------------|---|
| 1. | a) $d(i,i) = 0$ | para todos los i-ésimos puntos (no semejanza) |
| | b) $d(i,i) \geq \max d(i,k)$ | para todos los i-ésimos puntos (semejanza) |
| 2. | $d(i,k) = d(k,i)$ | para todos los (i,k) |
| 3. | $d(i,k) \geq 0$ | para todos los (i,k) |

Un índice de proximidad puede ser determinado de varias formas. Teniendo una matriz $[x_{i,j}]$, donde

$x_{i,k}$ es la j-ésima característica de la i-ésima configuración.

La i-ésima configuración, representada por la i-ésima fila de la matriz de configuraciones, se denota por el vector columna X_i .

$$X_i = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,d})^T$$

donde

- | | |
|---|------------------------------|
| d | número de características |
| i | varia como 1,2,3,...,n |
| n | número de configuraciones |
| T | denota la matriz transpuesta |

El índice de proximidad conocido también como *índice métrico de Minkowski*, mide no semejanzas (desigualdad) y se define como:

$$d(i, k) = \left[\sum_{j=1}^d |x_{i,j} - x_{k,j}|^r \right]^{1/r}$$

donde $r \geq 1$

Este índice satisface además, las propiedades siguientes:

4. $d(i, k) = 0$ sólo si $X_i = X_k$
5. $d(i, k) \leq d(i, m) + d(m, k)$ para todos (i, k, m)

A esta quinta propiedad se le conoce con el nombre de *triángulo dispar*. Gower y Legendre, en 1986 demostraron que para una matriz de desigualdad métrica, el valor absoluto del índice de proximidad sólo requiere de las propiedades 1 y 4; las otras propiedades se derivan de ésta. Los tres tipos más comunes del índice métrico de Minkowski son:

a) La distancia Manhattan o Taxicab (r=1)

$$d(i, k) = \sum_{j=1}^d |x_{i,j} - x_{k,j}|$$

Esta distancia es la diferencia media entre las magnitudes de las mediciones. En la mayoría de los casos esta distancia arroja resultados similares a la de la distancia Euclidiana. Sin embargo, es importante señalar que con esta distancia las diferencias entre mediciones son muy importantes ya que la distancia no está elevada al cuadrado (Jain y Dubes, 1987).

b) La distancia Euclidiana (r=2)

$$d(i, k) = \left[\sum_{j=1}^d |x_{i,j} - x_{k,j}|^2 \right]^{1/2}$$

Esta distancia tiene también la variante de la distancia Euclidiana al cuadrado. Estas dos distancias son calculadas a partir de datos brutos y no de datos estandarizados (Gower y Legendre, 1986). Esta distancia tiene ciertas ventajas, por ejemplo, la

distancia entre dos objetos no se afecta si se introduce un nuevo elemento al análisis. Sin embargo, esta distancia se ve afectada por la magnitud de las unidades de medición. Para corregir esto se puede intentar una estandarización antes de calcular las distancias (Jain y Dubes, 1987; Saporta, 1990).

c) La sup-distancia o de Tchebychev ($r \rightarrow \infty$)

$$d(i, k) = \max |x_{i,j} - x_{k,j}| \quad 1 \leq j \leq d$$

Esta distancia es empleada cuando se consideran dos objetos “diferentes” a partir de que alguna de sus magnitudes fue medida en una escala diferente (Jain y Dubes, 1987; Saporta, 1990).

El índice métrico de Minkowski más común y mejor aceptado para los trabajos de Ingeniería es la distancia Euclidiana (Smithers y Schulze, 2001).

4.7.2. Reglas de agregación

La primera etapa luego que cada objeto individualmente forma una clase, es definir las distancias entre ellos utilizando alguna de las anteriormente analizadas. De esta forma se podrá tener una primera agrupación seleccionando los elementos más cercanos entre sí. Ahora para determinar la distancia entre estos nuevos grupos es necesario una regla de agregación para determinar en qué momento dos grupos son lo suficientemente similares para fusionarse en uno solo. Se pueden ligar dos clases o elementos cuando sus distancias son próximas respecto a su algoritmo de agregación correspondiente. También se pueden utilizar criterios de “vecinos próximos” esto es una mínima distancia entre los elementos de un grupo (ligado simple). Esta regla produce sucesiones de clases que van encadenándose una con otra por el solo hecho de tener un elemento próximo a una distancia mínima. También suele utilizarse un razonamiento inverso, es decir medir o separar a los objetos más alejados, este método se conoce como “método del diámetro” o “ligado completo” (Saporta, 1990).

4.7.3. Método de Ward (momento de orden 2)

Esta regla de agregación consiste en utilizar un análisis de varianza para evaluar cada una de las distancias entre los elementos. Se intenta minimizar iterativamente la suma de los cuadrados entre las distancias "hipotéticas" de las parejas que se pueden formar en cada etapa. Es decir, se busca obtener en cada etapa un mínimo local de inercia inter-grupo y un máximo de inercia inter-clase (Saporta, 1990). En general, este procedimiento es muy eficaz aún cuando los grupos que forma generalmente son muy pequeños.

4.7.4. Clasificación jerárquica

La Clasificación Jerárquica Ascendente (CJA) es un método que parte de individuos aislados y en cada etapa los dos individuos más cercanos se fusionan formando un grupo, hasta que no existen más individuos solos y se procede a fusionar grupos de la misma manera. El procedimiento continúa hasta que sólo queda un gran grupo con todos los elementos incluidos (1996). Aunque un algoritmo de CJA no toma en cuenta la naturaleza de las distancias, un árbol jerárquico (dendrograma) permite describir de manera explícita la estructura final de la clasificación obtenida: "entre más individuos son agrupados en una rama, más similares son entre sí". De esta forma, cada nivel jerárquico representará una clase (Mosley, 1981; Saporta, 1990). En estos trazos el eje vertical representa la distancia de agregación (figura 2), mostrando así, en cada nudo, la distancia del criterio con la cual los elementos fueron agregados en un mismo grupo. Es importante aclarar que este procedimiento no da ninguna regla para decidir el número de grupos; por lo que, el algoritmo permite obtener una regla para decidir el número de grupos a escoger (Maharaj, 2000).

Según Paris y Zucarelli (2004), el número de variables existentes en un estudio depende del comportamiento hidrológico. Al considerar muchas variables, el problema presenta una referencia múltiple y se conforman bases de datos de gran tamaño, lo que sugiere adoptar un enfoque multivariado para el procedimiento y

análisis. De lo contrario, solo se realiza la interpretación contenida para cada variable.

Esto da origen a la existencia de métodos como el análisis de clasificación jerárquica, análisis factorial, análisis de componentes principales y análisis de correspondencias, que están dirigidos a la identificación de asociaciones o grupos de entidades similares contemplando las particularidades de los datos observados (diferentes escalas de medida, unidades, y ordenes de magnitud) en donde la representación de los resultados por medio de los dendogramas facilitan la interpretación.

El *análisis circular* estudiado por Mardia (1972), Fisher (1993), Black (1992 y 1997), Burn (1997 y 2002), entre otros como se mencionó anteriormente en este capítulo, tiene la finalidad de determinar la variabilidad temporal ocurrida sobre cauces naturales y con ayuda del enfoque multivariado aplicado a las seis variables de este estudio (localización, área, gasto máximo anual, longitud resultante y vector resultante) agrupar los resultados.

Los índices de proximidad reconocen los grupos similares hidrológicamente puesto que este tema se desarrolla bajo la concepción de agrupación de comportamientos similares lo que hidrológicamente se traduce en regiones homogéneas.

Para este trabajo de tesis se aplica el análisis circular y se agrupan los resultados por medio del enfoque multivariado y aunque no se pretende definir regiones verdaderamente homogéneas si se tomaron algunos de estos conceptos para zonificar la república mexicana.

La finalidad de este trabajo es introducir el enfoque circular en México y avanzar en las características de ocurrencia temporal de nuestros eventos máximos zonificando con este criterio la república mexicana.

5. APLICACIÓN A LOS DATOS MEXICANOS

Según Burn (1997) una regionalización tradicional se basa en realizar un análisis que involucre los límites geográficos, administrativos y consideraciones fisiográficas que proporcionen regiones suficientemente homogéneas hidrológicamente. Mientras que, con la zonificación se pretende obtener regiones con similitud en la distribución temporal de flujos extremos. La importancia de zonas similares en la distribución temporal de eventos hidrológicos es indicada por Reed (1994), Black (1997), Piock (1998), Burn (2000), Lecce (2000), Cox (2001) y Unlenbrook (2001) entre otros, con la finalidad de determinar las zonas de variabilidad temporalidad de los eventos de inundación. Además, la información de flujos extremos puede combinarse para mejorar cualitativamente la estimación de flujos extremos en cualquier sitio de la región.

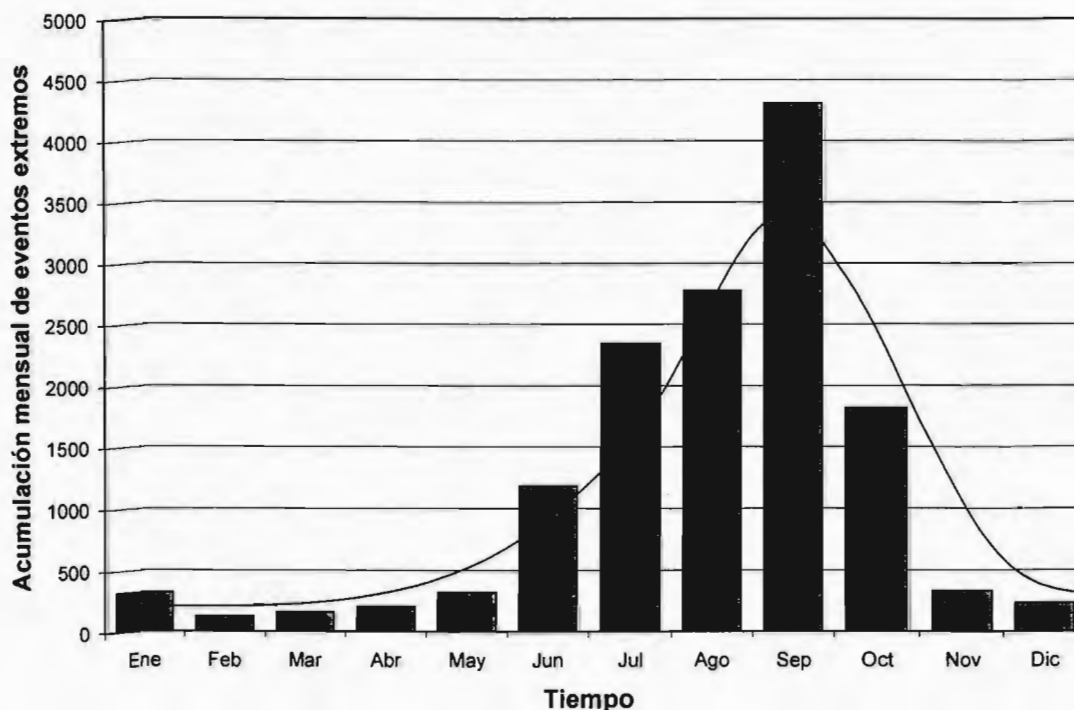
Black y Werrity (1997) mencionan que el uso de la estadística para determinar los eventos de inundación es la base para obtener las semejanzas entre cuencas no controladas. La base de datos debe tener registros para toda el área de estudio con longitudes de por lo menos 10 años. Evitando los registros de ríos influenciados por

almacenamientos para evitar que la variación de éstos distorsione los patrones naturales de la temporalidad de inundación.

Con el comportamiento de los datos históricos de 479 estaciones hidrométricas sobre cauces no controlados presente en la república mexicana se pretende describir el comportamiento hidrológico de la región en función de las fechas de ocurrencia de gastos máximos.

En principio contamos con 14083 registros de gastos máximos sobre cauces no controlados los registros históricos se distribuyen con regularidad a través del año según como se muestra en la Figura 5.1. La mayor ocurrencia se presenta en Septiembre, en cuanto al número de eventos siguiéndole Agosto.

Figura 5.1. Ocurrencia mensual de los eventos de gasto máximo



Al caracterizar la base de datos con la longitud de registro, la muestra no normalizada, tiene una desviación estándar de 12.6 y un coeficiente de asimetría de

0.633. El mejor ajuste se presenta para la función de distribución Gumbel con un nivel de confianza de 0.542 y varianza de 1.49.

La terminología usada para desarrollar este capítulo 5 está descrita en el capítulo 4. Por ejemplo se tiene que n representa la longitud de registro, es decir, si una estación tiene 66 años de registro n=66.

Con la finalidad de conocer como varía la ocurrencia mensual de los datos históricos se plantea el cálculo de un Índice de ocurrencia (IO) mensual. El índice de ocurrencia se define como:

$$IO = \frac{nm}{EH} \quad (5.1)$$

donde

IO = Es el número de eventos acumulados por mes entre el número de estaciones

nm = Es el número de eventos acumulados por mes

EH = Es el número de estaciones

Entonces, el cálculo del índice de ocurrencia para el mes de enero se obtiene de nm=318 eventos y un EH= 479,

$$IO = \frac{318}{479} = 0.66$$

Como ejemplo, se muestra parte de la tabla utilizada para determinar el IO por gastos máximos, la tabla completa se encuentra en el anexo 5.1.

El primer paso para calcular el índice de ocurrencia es identificar en que meses se registran los eventos de gastos máximos de la base de datos. Una vez que se ha llenado la tabla con los registros (tabla 5.1) se hace la suma de los eventos mensuales.

Tabla 5.1. Frecuencia relativa mensual de gastos históricos

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	Long. de registro (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	8007	22	1500.0	2	1	1				6	5	3	2		2
2	8011	10	1194.0							5	3	2			
3	8018	35	1882.0	2						13	6	6	3		5
4	8019	11	341.4		1	1					7	1			1
5	8025	18	182.8	1						5	5	5	1	1	
6	9008	21	3900.0	2	2					1	14	2			
7	9011	50	1397.0	3	2	2				8	20	14	1		
.
.
472	36071	26	1830.0	1					1	3	9	10	2		
473	36074	24	2174.6	2			1			2	8	7	3		1
474	36076	28	724.7		1	1			3	7	10	6			
475	36079	10	47.7						2	2	3	3			
476	36080	22	541.3	1				1	6	2	7	4	1		
477	37006	13	263.0						3	3	5	1	1		
478	37008	16	76.0					3	3	6	2	1	1		
479	37012	15	200.4		1				3	3	2	5	1		
Σ		14083	nm=	318	125	158	205	318	1181	2343	2773	4307	1817	332	233

Índice de Ocurrencia mensual de la base de datos

IO												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
0.66	0.26	0.33	0.43	0.66	2.46	4.88	5.78	8.97	3.79	0.69	0.49	Σ=29.36

La suma del índice de ocurrencia mensual es el valor promedio de la longitud de registro de la base de datos $\Sigma IO = 29.36$. Es decir, se presentan 29.36 eventos máximos por año si se presentara el índice de ocurrencia promedio.

El objetivo de este trabajo estriba precisamente en tomar esta característica de variación temporal de los gastos máximos anuales y en un contexto espacial

investigar su comportamiento a fin de poder establecer zonas en las que se tiene un comportamiento semejante de tales eventos.

5.1. Análisis con base en el enfoque circular

Como ya se vio en el capítulo 4, los datos circulares están definidos como los datos que son registrados por unidades de medida circulares como la orientación que toman los pájaros después de diversos estímulos para dirigirse a su nido, las entradas de los enfermos a un centro de salud, el registro de eventos extremos año tras año.

Los estudios sobre datos hidrológicos hechos por los autores mencionados en el capítulo 4, entre los que se encuentran von Mises (1918), Eagleson (1972), Black (1992 y 1997), Burn (1997) y Cunderlik y Burn (2002), buscan identificar zonas con similitudes hidrológicas a partir del análisis circular, definidas por la variabilidad temporal y la fecha de ocurrencia.

La aplicación del análisis circular permite incrementar la base de datos con nuevas características representativas de la magnitud de los eventos (longitud del vector resultante R) y ángulo del vector resultante (θ).

El análisis circular se basa en obtener la suma vectorial por estación de los eventos de gasto máximo. La magnitud de los eventos puede estar representada por un valor unitario para el caso *I* o por la magnitud de cada evento extremo para el caso *II*.

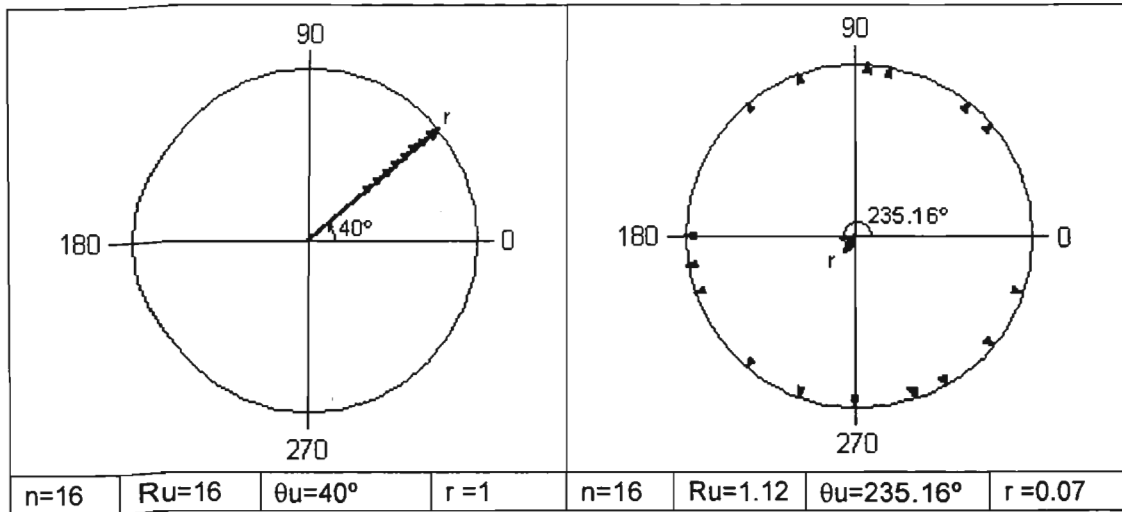
Para ambos casos, la suma vectorial se realiza tomando en cuenta la dirección del evento extremo, es decir la fecha en que ocurre cada evento extremo a través del tiempo. Para el caso *I*, se obtiene el vector resultante proveniente de eventos unitarios, en donde la magnitud y dirección se denotan por R_u y θ_u (dirección unitaria) respectivamente. Para el caso *II*, se obtiene el vector resultante proveniente

de la magnitud de los eventos extraordinarios, en donde la magnitud y dirección se denotan por R_{max} y θ_{max} (dirección máxima) respectivamente.

Para el caso / donde la dirección del vector es la fecha en que ocurre el evento, se obtiene una base de datos con dos nuevas componentes llamadas longitud del vector resultante (R_u) y el ángulo medio del vector resultante que se calcula a partir de las ecuaciones (4.5). Sólo en este caso, cuando la longitud del vector resultante (R_u) es dividida entre el número correspondiente a los años de registro por estación, proporciona la longitud media del vector resultante denominada como medida de dispersión, que en este caso define una medida de temporalidad.

El vector resultante por estación proveniente de las magnitudes unitarias nunca podrá ser en magnitud mayor que el número de años de registro ya que la longitud del vector resultante esta afectada por la dirección del evento (ángulo), provocando el decremento del valor unitario. En caso de que todos los eventos ocurran en una misma fecha, el valor del vector resultante unitario (R_u) será igual al número de años de registro (figura 5.2 a). En tanto más dispersos se encuentren los eventos sobre la circunferencia, el valor del vector resultante decrece (figura 5.2 b). Entonces la longitud media del vector resultante ($r=R_u/n$) muestra una característica de dispersión. Los valores de la medida de dispersión se encuentran en el rango de 0 a 1. La representación de los eventos se hace sobre círculos unitarios como puede verse en la figura 5.2. que muestra dos medidas de dispersión, una baja para el inciso a) y la otra alta para el inciso b).

Figura 5.2. Ejemplo de la medida de dispersión



a) Estación.1

b) Estación 2

La Estación 1 (figura 5.2 a) muestra una longitud de años de registro (n) igual a 16 eventos que ocurren el día 11 de Febrero, dando como resultado un vector resultante $R_u=16$. La medida de dispersión (r) es igual a 1 ($r=16/16$) por lo que se dice que la temporalidad es fuerte y está muy definida.

Para la Estación. 2, cada uno de los eventos se presenta distribuido para diferentes fechas del año, lo que da como resultado un vector resultante $R_u=1.12$, pequeño en magnitud si se compara con la magnitud del vector del inciso a) que presenta la misma longitud de registro. La medida de dispersión (r) es igual a 0.07, lo que da como resultado una temporalidad muy baja o casi nula debido a que tan solo representa el 7% del valor máximo posible.

Para el caso // en que la suma vectorial se realiza tomando en cuenta las magnitudes de los eventos extremos y como dirección la fecha en que ocurre el evento, se obtiene una base de datos con dos nuevas componentes llamadas longitud del vector resultante (R_{max}) y el ángulo medio del vector resultante (θ_{max} o dirección de gasto máximo) que se calcula a partir de las ecuaciones (4.5).

La base de datos está compuesta por un identificador conocido como la clave de cada estación hidrométrica y seis características entre las que se encuentran las coordenadas de ubicación en x y y , área de la cuenca, gasto máximo anual, la longitud del vector resultante (R_{max}) y la dirección media del vector resultante (θ_{max}).

A partir de la base de datos referida en el párrafo anterior, obtenida con los vectores resultantes de la magnitud de los eventos (*caso II*) se pretende obtener una zonificación del comportamiento hidrológico similar a partir de la clasificación jerárquica. La suma de vectores hecha a partir de magnitudes unitarias tiene la finalidad de proporcionar la medida de dispersión de los eventos para cada una de las estaciones agrupadas en zonas. En este caso se pretende verificar el comportamiento de la dirección media resultante entre los eventos extremos y las magnitudes unitarias.

La importancia del caso II se basa en el análisis de gasto máximo ya que es una de las variables más importantes para caracteriza las regiones hidrológicas. Haciendo énfasis en la importancia de ésta, se realiza la suma vectorial con la magnitud de los eventos extremos para caracterizar la magnitud y ocurrencia de los eventos.

De acuerdo con Mardia (1972) el uso de la estadística direccional aplicada a los gastos máximos permite distinguir las semejanzas hidrológicas de los eventos de inundación entre cuencas (Maggilligan y Graber 1996).

5.1.1. Medidas de la variación temporal para gasto unitario

Steinbrich (2001) define al gasto unitario como el volumen unitario por unidad de tiempo que pasa por determinada sección. Es importante evitar confundir al gasto unitario con el gasto específico definido por Remenieras (1971) como el que permite

comparar los regímenes hidrológicos entre estaciones hidrométricas, este último los mide en m^3/s por km^2 que corresponde al área tributaria de la cuenca.

Los registros de gastos máximos anuales están definidos por la fecha en que ocurren. Al asignar la magnitud unitaria a cada uno de los eventos extremos se obtiene la medida de dispersión de los eventos representada como medida de temporalidad. El uso del gasto unitario se hace de manera conveniente con la finalidad de obtener la medida de temporalidad y fecha promedio (la dirección media del vector resultante) presente para cada una de las estaciones hidrométricas.

La implementación de los gastos unitarios tiene la finalidad de conservar la característica descriptiva de localización que muestra la medida de dispersión de los datos por estación hidrométrica. Según Bayliss y Jons (1993) y Burn (1997) la fecha en que ocurre el gasto pico para un evento se define como una estadística direccional al convertir la fecha de ocurrencia de meses a grados, en donde Enero 1 es el primer día y el 31 de Diciembre es el día 365 para años no bisiestos y 366 para años bisiestos. Es decir, a cada día del año se le asigna una fracción del perímetro de la circunferencia en grados (tabla 5.2 a y b). La proporción es de 0.989 para año no bisiesto y de 0.986 para año bisiesto.

Tabla 5.2. Distribución del año en días sobre el perímetro de la circunferencia

a) Año no bisiesto

DÍAS EN GRADOS AÑO NO BISIESTO													
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1	-	30.66	58.35	89.01	118.68	143.34	179.01	209.67	240.33	270.00	300.66	330.33	
2	0.969	31.65	59.34	90.00	119.67	150.33	180.00	210.66	241.32	270.99	301.65	331.32	
3	1.93	32.64	60.33	90.99	120.66	151.32	180.99	211.65	242.31	271.98	302.64	332.31	
4	2.97	33.63	61.32	91.98	121.65	152.31	181.98	212.64	243.30	272.97	303.63	333.30	
5	3.96	34.62	62.31	92.97	122.64	153.30	182.97	213.63	244.29	273.96	304.62	334.29	
6	4.95	35.60	63.30	93.96	123.63	154.29	183.96	214.62	245.27	274.95	305.60	335.27	
7	5.93	36.59	64.29	94.95	124.62	155.27	184.95	215.60	246.26	275.93	306.59	336.26	
8	6.92	37.58	65.28	95.94	125.60	156.26	185.93	216.59	247.25	276.92	307.58	337.25	
9	7.91	38.57	66.27	96.93	126.59	157.25	186.92	217.58	248.24	277.91	308.57	338.24	
10	8.90	39.56	67.26	97.91	127.58	158.24	187.91	218.57	249.23	278.90	309.56	339.23	
11	9.89	40.55	68.25	98.90	128.57	159.23	188.90	219.56	250.22	279.89	310.55	340.22	
12	10.88	41.54	69.24	99.89	129.56	160.22	189.89	220.55	251.21	280.88	311.54	341.21	
13	11.87	42.53	70.23	100.88	130.55	161.21	190.88	221.54	252.20	281.87	312.53	342.20	
14	12.86	43.52	71.22	101.87	131.54	162.20	191.87	222.53	253.19	282.86	313.52	343.19	
15	13.85	44.51	72.21	102.86	132.53	163.19	192.86	223.52	254.18	283.85	314.51	344.18	
16	14.84	45.49	73.19	103.85	133.52	164.18	193.85	224.51	255.16	284.84	315.49	345.16	
17	15.82	46.48	74.18	104.84	134.51	165.16	194.84	225.49	256.15	285.82	316.48	346.15	
18	16.81	47.47	75.17	105.82	135.49	166.15	195.82	226.48	257.14	286.81	317.47	347.14	
19	17.80	48.46	76.15	106.81	136.48	167.14	196.81	227.47	258.13	287.80	318.46	348.13	
20	18.79	49.45	77.14	107.80	137.47	168.13	197.80	228.46	259.12	288.79	319.45	349.12	
21	19.78	50.44	78.13	108.79	138.46	169.12	198.79	229.45	260.11	289.78	320.44	350.11	
22	20.77	51.43	79.12	109.78	139.45	170.11	199.78	230.44	261.10	290.77	321.43	351.10	
23	21.76	52.42	80.11	110.77	140.44	171.10	200.77	231.43	262.09	291.76	322.42	352.09	
24	22.75	53.41	81.10	111.76	141.43	172.09	201.76	232.42	263.08	292.75	323.41	353.08	
25	23.74	54.40	82.09	112.75	142.42	173.08	202.75	233.41	264.07	293.74	324.40	354.07	
26	24.73	55.38	83.08	113.74	143.41	174.07	203.74	234.40	265.06	294.73	325.38	355.06	
27	25.72	56.37	84.07	114.73	144.40	175.06	204.73	235.39	266.05	295.72	326.37	356.05	
28	26.70	57.36	85.05	115.72	145.38	176.04	205.72	236.37	267.03	296.70	327.36	357.03	
29	27.69		86.04	116.70	146.37	177.03	206.70	237.36	268.02	297.69	328.35	358.02	
30	28.68		87.03	117.69	147.36	178.02	207.69	238.35	269.01	298.68	329.34	359.01	
31	29.67		88.02		148.35		208.68	239.34		299.67		360.00	

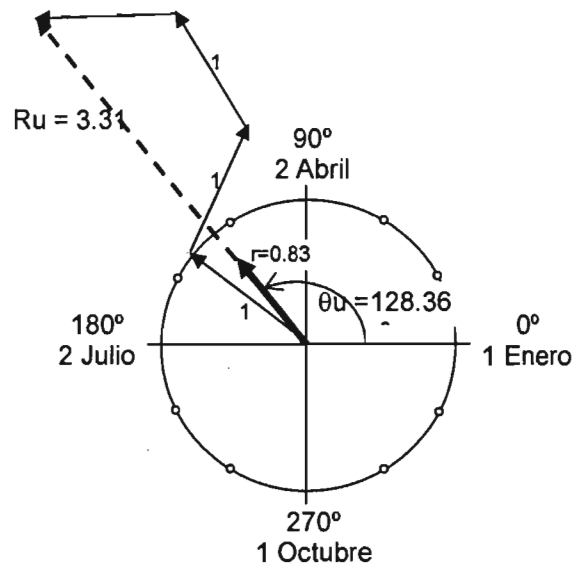
b) Año bisiesto

DÍAS EN GRADOS AÑO BISIESTO													
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1	-	30.68	59.18	89.75	119.34	149.92	179.51	210.08	240.66	270.25	300.82	330.41	
2	0.966	31.66	60.16	90.74	120.33	150.90	180.49	211.07	241.64	271.23	301.81	331.40	
3	1.97	32.65	61.15	91.72	121.32	151.89	181.48	212.05	242.63	272.22	302.79	332.39	
4	2.96	33.63	62.14	92.71	122.30	152.88	182.47	213.04	243.62	273.21	303.78	333.37	
5	3.95	34.62	63.12	93.70	123.29	153.86	183.45	214.03	244.60	274.19	304.77	334.36	
6	4.93	35.61	64.11	94.69	124.27	154.85	184.44	215.01	245.59	275.18	305.76	335.34	
7	5.92	36.60	65.10	95.67	125.26	155.84	185.42	216.00	246.58	276.16	306.74	336.33	
8	6.90	37.58	66.08	96.66	126.25	156.82	186.41	216.99	247.56	277.15	307.73	337.32	
9	7.89	38.57	67.07	97.64	127.23	157.81	187.40	217.97	248.55	278.14	308.71	338.30	
10	8.88	39.56	68.05	98.63	128.22	158.79	188.38	218.96	249.53	279.12	309.70	339.29	
11	9.86	40.54	69.04	99.62	129.21	159.78	189.37	219.95	250.52	280.11	310.68	340.27	
12	10.85	41.52	70.02	100.60	130.19	160.77	190.36	220.91	251.51	281.10	311.67	341.26	
13	11.84	42.51	71.01	101.59	131.18	161.75	191.34	221.90	252.49	282.08	312.66	342.25	
14	12.82	43.49	72.00	102.58	132.16	162.74	192.33	222.90	253.48	283.07	313.64	343.23	
15	13.81	44.48	73.00	103.56	133.15	163.72	193.32	223.89	254.47	284.05	314.63	344.22	
16	14.79	45.47	73.97	104.55	134.14	164.71	194.30	224.88	255.45	285.04	315.62	345.21	
17	15.78	46.46	74.96	105.53	135.12	165.70	195.29	225.86	256.44	286.03	316.60	346.19	
18	16.77	47.44	75.95	106.52	136.11	166.68	196.27	226.85	257.42	287.01	317.59	347.18	
19	17.75	48.43	76.93	107.51	137.10	167.67	197.26	227.84	258.41	288.00	318.58	348.16	
20	18.74	49.42	77.92	108.49	138.08	168.66	198.25	228.82	259.40	288.99	319.56	349.15	
21	19.72	50.40	78.90	109.48	139.07	169.64	199.23	229.81	260.39	289.97	320.55	350.14	
22	20.71	51.39	79.89	110.47	140.05	170.63	200.22	230.79	261.37	290.96	321.53	351.12	
23	21.70	52.37	80.88	111.45	141.04	171.62	201.21	231.78	262.36	291.95	322.52	352.11	
24	22.69	53.36	81.87	112.44	142.03	172.60	202.20	232.77	263.34	292.93	323.51	353.10	
25	23.67	54.35	82.85	113.42	143.01	173.59	203.18	233.75	264.33	293.92	324.49	354.08	
26	24.66	55.34	83.84	114.41	144.00	174.58	204.16	234.74	265.32	294.90	325.48	355.07	
27	25.64	56.32	84.82	115.40	144.99	175.57	205.15	235.73	266.30	295.89	326.47	356.06	
28	26.63	57.31	85.81	116.38	145.97	176.55	206.14	236.71	267.29	296.88	327.45	357.04	
29	27.62	58.30	86.79	117.37	146.96	177.54	207.12	237.70	268.27	297.86	328.44	358.03	
30	28.60		87.78	118.35	147.95	178.52	208.11	238.69	269.26	298.85	329.42	359.01	
31	29.59		88.77		148.93		209.10	239.67		299.84		360.00	

En los dos incisos de la tabla 5.2, se muestra por medio de recuadros en que día del mes inicia cada cuadrante de la circunferencia. El intervalo mensual es del orden de 28° , 29° , 30° y 31° dependiendo de los días existentes por mes. De tal forma que se puede establecer la notación mostrada en la figura 5.3.

Según Burn (1997) para cada estación hidrométrica se obtiene un vector resultante de la colección de registros con magnitud unitaria (figura 5.3). Aunado a esto, Mardia (1972) menciona que a través de la estadística direccional se establecen las bases para definir las semejanzas entre los eventos máximos.

Figura 5.3. Notación utilizada para representar el tiempo de ocurrencia del vector resultante



En la figura anterior se muestra la forma en que se suman los eventos. Cada flecha representa un evento extremo de magnitud unitaria. De esta suma de vectores se obtienen las tres características siguientes. La longitud resultante del vector unitario (R_u), que se identifica como una línea negra discontinua, representa la longitud máxima proporcionada por los eventos extremos de acuerdo con la fecha en que ocurrieron. La dirección media resultante (θ_u) es el ángulo promedio del total de los eventos por estación medido desde el eje de las x hasta la localización del vector resultante unitario. Finalmente, la medida de dispersión calculada por $r = R_u/n$ se

encuentra representada por la flecha gruesa. La medida de dispersión representa análogamente a la inversa la medida de temporalidad, es decir, cuando la medida de dispersión presenta un valor alto ($r \rightarrow 1$), la dispersión de los datos es nula y se presenta una medida de temporalidad muy fuerte, mientras que cuando se presenta una medida de dispersión nula ($r \rightarrow 0$), la dispersión de los datos es alta y la medida de temporalidad es nula.

Cálculo del vector resultante unitario

El vector resultante R es un valor obtenido a partir de la suma vectorial (tabla 5.3). La dirección del vector resultante representa la dirección media para cada estación hidrométrica. Cuando se usan vectores unitarios, la dirección media es clara ya que solo proviene de las fechas en que ocurren los eventos sin una tendencia impuesta por los gastos máximos (vector resultante obtenido con las magnitudes de los eventos extremos).

Las fórmulas para calcular la magnitud y dirección del vector resultante según Fisher (1993) son las siguientes y fueron citadas en el subcapítulo 4.4. La nomenclatura general se muestra a continuación:

$C = \sum_{i=1}^n \cos \theta_i$ $S = \sum_{i=1}^n \sin \theta_i$ $R^2 = C^2 + S^2$	y	$\cos \theta = \frac{C}{R}$ $\sin \theta = \frac{S}{R}$	ó	$\bar{\theta} = \begin{cases} \tan^{-1}\left(\frac{S}{C}\right) & S > 0, C > 0 \\ \tan^{-1}\left(\frac{S}{C}\right) + \pi & C < 0 \\ \tan^{-1}\left(\frac{S}{C}\right) + 2\pi & S < 0, C > 0 \end{cases}$
---	---	---	---	---

La medida de temporalidad esta definida por la siguiente fórmula, dado que el vector resultante en este caso está calculado con magnitudes unitarias, entonces R se denota como Ru. Como el valor de la temporalidad (r) es la relación entre la magnitud del vector resultante y el número de años de registro, cuando la temporalidad (r) sea igual a la unidad es por que la magnitud del vector resultante es igual al número de años de registro.

$$r = \frac{Ru}{n} \tag{5.3}$$

donde

r = Medida de temporalidad ($0 \leq r \leq 1$)

n = Longitud de registro por estación (n en años)

R_u = Magnitud del vector resultante unitario ($0 \leq R_u \leq n$)

θ_u = Dirección del vector resultante unitario ($0^\circ \leq \theta_u \leq 360^\circ$)

C = Componente de la resultante en el eje de las x .

S = Componente de la resultante en el eje de las y .

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo del vector resultante unitario. Además se muestran las características de longitud (R_u), dirección (θ_u) y medida de dispersión (r) obtenidas de la sumatoria vectorial

Tabla 5.3. Ejemplo del cálculo del vector resultante (VR) y la medida de dispersión (r)

Clave 36074 n = 24	Fecha de registro de eventos extremos		Fecha de registro de eventos extremos	Componentes de los eventos extremos		
	Mes	Día	en grados (θ_i)	Rad	Cos	Sen
1970	Septiembre	26	265.05	4.6260	-0.0863	-0.9963
1971	Agosto	28	226.48	3.9528	-0.6886	-0.7251
1972	Octubre	30	298.85	5.2159	0.4825	-0.8759
1973	Agosto	07	215.6	3.7629	-0.8131	-0.5821
1974	Diciembre	27	356.04	6.2141	0.9976	-0.0691
1975	Agosto	06	214.61	3.7457	-0.8230	-0.5680
1977	Septiembre	01	240.33	4.1945	-0.4950	-0.8689
1978	Septiembre	11	250.22	4.3672	-0.3384	-0.9410
1979	Agosto	17	225.49	3.9355	-0.7010	-0.7131
1980	Agosto	22	230.79	4.0280	-0.6322	-0.7748
1981	Octubre	07	275.93	4.8159	0.1033	-0.9946
1982	Julio	07	184.94	3.2278	-0.9963	-0.0861
1983	Agosto	17	225.49	3.9355	-0.7010	-0.7131
1984	Agosto	15	223.89	3.9076	-0.7207	-0.6933
1985	Enero	17	15.82	0.2761	0.9621	0.2726
1986	Septiembre	12	251.21	4.3844	-0.3221	-0.9467
1992	Enero	18	16.77	0.2927	0.9575	0.2885
1993	Septiembre	13	252.2	4.4017	-0.3057	-0.9521
1994	Octubre	15	283.85	4.9541	0.2394	-0.9709
1995	Septiembre	04	243.3	4.2464	-0.4493	-0.8934
1996	Septiembre	15	254.46	4.4412	-0.2679	-0.9634
1997	Abril	04	91.98	1.6054	-0.0346	0.9994
1998	Agosto	19	227.47	3.9701	-0.6760	-0.7369
1999	Julio	06	183.96	3.2107	-0.9976	-0.0691

	cos	sen
Σ	-6.3064	-13.573
R_u	14.967	
θ_u	245.08	
n	24	
r	0.62362	

En el capítulo 4 se clasifica la medida de temporalidad (r) por medio de la tabla 4.2, partiendo de la afirmación hecha por Black y Werrity (1997). Con base en lo anterior, podemos decir que la medida de temporalidad (r) para la estación hidrométrica J. Salome Acosta (36074) es del tipo media.

En este caso la estación hidrométrica J. Salome Acosta tiene una longitud de registro de 24 eventos de los cuales 20 se presentan de Julio a Octubre, los 4 restantes se distribuyen 2 en Enero, 1 en Abril y 1 en Diciembre.

Para caracterizar la república mexicana respecto a la medida de temporalidad, se calcula el vector resultante unitario para cada estación hidrométrica. La tabla 5.4 muestra un resumen de este cálculo (El detalle se encuentra en el anexo 5.2). La medida de temporalidad se encuentra caracterizada por la coincidencia temporal en la ocurrencia de los eventos.

Tabla 5.4. Temporalidad de las estaciones hidrométricas (con magnitud unitaria)

Clave	n	Gasto unitario (m ³ /s)	Ru	θ_u	r
8007	22	1	9.610	240.170	0.44
8011	10	1	9.410	216.490	0.94
8018	33	1	20.760	234.770	0.59
8019	11	1	5.228	228.543	0.48
8025	18	1	13.920	236.595	0.77
9008	21	1	12.692	229.801	0.60
9011	50	1	33.474	234.059	0.67
.
.
.
36074	24	1	14.967	245.080	0.72
36076	28	1	20.942	217.057	0.83
36079	10	1	8.250	212.396	0.62
36080	22	1	15.371	210.694	0.75
37005	27	1	17.910	197.595	0.83
37006	13	1	11.084	208.573	0.70
37008	16	1	11.738	189.021	0.66
37012	15	1	10.103	224.176	0.85

Los resultados de la medida de temporalidad (r) para la república mexicana se mueven entre 0.97 y 0.07 para las estaciones El Pejo (18339) en Michoacán, parte de la RH 18 y Las Cañas (10122) en Sinaloa, parte de la Rh 10 respectivamente. Este rango muestra la variabilidad de la medida de temporalidad presente sobre nuestro país.

La tabla muestra como se encuentra distribuida y caracterizada la temporalidad sobre la república respecto a la mayor y menor intensidad.

Tabla 5.5. Estaciones presentes en cada intervalo de r

Temporalidad	r	Frecuencia de EH	% EH
Muy fuerte	1.00 – 0.90	33	6.89
Fuerte	0.89 – 0.70	308	64.30
Media	0.69 – 0.50	98	20.46
Baja	0.49 – 0.10	39	8.14
Nula	< 0.09	1	0.21
	Σ	479	100

Al cambiar los grados a mes y día se puede tener una mejor apreciación de que en México si se puede hablar de una marcada época de avenidas. Recordemos que:

$$\theta = \left(\sum_{i=1}^m ((i-1) + Do) \right) \left(\frac{360}{364} \right) \quad \text{para años no bisiestos.} \quad (5.4)$$

$$\theta = \left(\sum_{i=1}^m ((i-1) + Do) \right) \left(\frac{360}{365} \right) \quad \text{para años bisiestos}$$

En donde m es el mes que se desea convertir a grados representado por los días existentes en ese mes. Do es el número de días acumulados mensualmente hasta el mes que se desea realizar la conversión.

Es importante aclarar que el denominador del cociente es igual a 364 días por que se considera que el primer día del año no bisiesto inicia en el eje de las "x" y por lo tanto pertenece a un $\theta = 0^\circ$ y en esta misma ubicación se encuentra el último día del año con $\theta = 360^\circ$, por lo que quedan solo 364 días que distribuir en el perímetro de la

circunferencia. De manera análoga se tiene la fórmula para años bisiestos en donde, el denominador del cociente es igual a 365 días.

Por ejemplo, si se quiere convertir el mes de abril en días a grados se procede de la siguiente manera:

Las variables existentes en las ecuaciones 5.4 toman los siguientes valores, $m=30$ debido a que el mes de abril solo tiene 30 días, lo que quiere decir que el cálculo se hará 30 veces, uno para cada día, $Do=90$, es el número de días acumulados hasta el día primero de abril, sin tomar en cuenta éste último (tabla 5.6). La acumulación de los días representados por Do permite ubicar sobre el perímetro de la circunferencia el mes que se desea convertir a grados. El resultado muestra la representación en grados para cada uno de los días del año.

Entonces, tomando en cuenta la fórmula para años no bisiestos tenemos que:

$i=1$

$$\theta = \left(\sum_{i=1}^{30} ((1-1) + 90) \right) \left(\frac{360}{364} \right) = (90) \left(\frac{360}{364} \right) = 89.01$$

$i=2$

$$\theta = \left(\sum_{i=2}^{30} ((2-1) + 90) \right) \left(\frac{360}{364} \right) = (91) \left(\frac{360}{364} \right) = 90.00$$

·
·
·

$i=30$

$$\theta = \left(\sum_{i=30}^{30} ((30-1) + 90) \right) \left(\frac{360}{364} \right) = (119) \left(\frac{360}{364} \right) = 117.69$$

La conversión de grados a días se hace por medio de las ecuaciones 5.5 que son una modificación de las fórmulas 5.4 usadas para obtener las tablas 5.2 a) y b). Es primordial ordenar la base de datos en segmentos mensuales como se puede apreciar en la tabla 5.7 (ver anexo 5.2) de acuerdo con la correspondencia en grados presentada en la tabla 5.2. Esto facilita el trabajo a la hora de asignar el día de corrección correspondiente al mes (ver en la tabla 5.6).

$$\text{día} = \left(\frac{\theta}{\left(\frac{360}{364} \right)} \right) - D_c \quad \text{para años no bisiestos} \quad (5.5)$$

$$\text{día} = \left(\frac{\theta}{\left(\frac{360}{365} \right)} \right) - D_c \quad \text{para años bisiestos}$$

donde:

θ = Fecha de ocurrencia del vector resultante por estación hidrométrica (en grados).

$D_c = D_o - 1$ = Es el número de días acumulados mensualmente hasta el mes que se desea realizar la conversión con la corrección de una unidad (ver tabla 5.6).

Tabla 5.6. Tabla de días acumulados (D_o) y días de corrección (D_c)

Días acumulados			
ID	Mes	D_o	D_c
1	Ene	0.0	-1
2	Feb	31.0	30.0
3	Mar	59.0	58.0
4	Abr	90.0	89.0
5	May	120.0	119.0
6	Jun	151.0	150.0
7	Jul	181.0	180.0
8	Ago	212.0	211.0
9	Sep	243.0	242.0
10	Oct	273.0	272.0
11	Nov	304.0	303.0
12	Dic	334.0	333.0

La siguiente tabla muestra la base de datos en la cual se recopilan los resultados de la suma vectorial hecha con magnitudes unitarias que son: la magnitud (R_u) y dirección resultante unitaria (θ_u). Además muestra la conversión de la dirección resultante unitaria en grados a mes y día, aplicando las ecuaciones 5.5 (para año bisiesto o no bisiesto). El orden ascendente de la base de datos facilita la asignación del mes correspondiente al valor en grados (tabla 5.2).

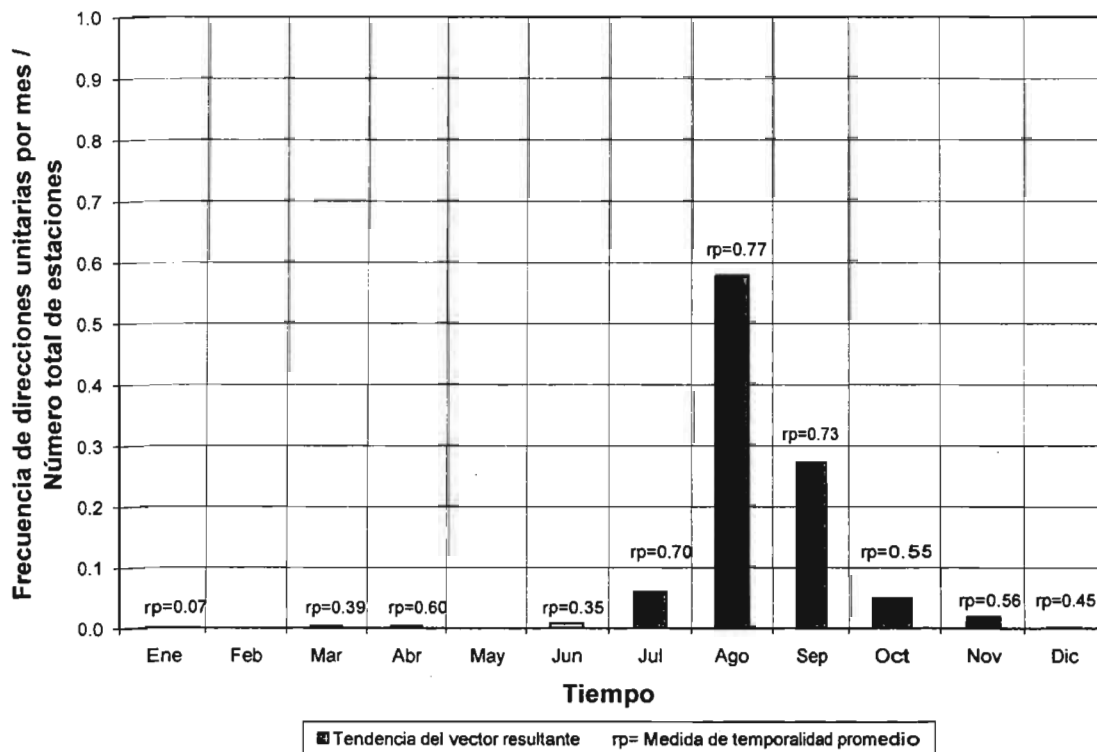
Tabla 5.7. Conversión de grados a Día (magnitudes unitarias)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias conversión de grados a días								
ID	Clave	Long. reg. (n)	Ru	r	θ_u	Mes	Fórmula	Día
1	10122	12	0.78	0.07	8.662	Ene	Día=(8.662/(360/364))	10
2	12365	41	7.50	0.18	74.628	Mar	Día=(74.628/(360/364))-58	18
3	12341	43	25.52	0.59	88.377	Mar	Día=(88.377/(360/364))-58	31
4	12713	13	10.39	0.80	92.376	Abr	Día=(92.376/(360/364))-89	5
5	12506	18	7.05	0.39	111.606	Abr	Día=(111.606/(360/364))-89	24
6	25086	26	8.21	0.32	152.912	Jun	Día=(152.912/(360/364))-150	5
7	12358	46	21.28	0.46	171.288	Jun	Día=(171.288/(360/364))-150	24
8	18349	27	18.68	0.69	185.295	Jul	Día=(185.295/(360/364))-180	8
478	26040	48	29.87	0.62	321.048	Nov	Día=(321.048/(360/364))-303	22
479	30031	39	17.74	0.45	334.393	Dic	Día=(334.393/(360/364))-333	6

Los resultados obtenidos del análisis circular muestran que casi desaparece la ocurrencia de eventos extremos en los meses de Mayo y Febrero. Mientras que la mayor ocurrencia se presenta para los meses de Agosto y Septiembre con 277 y 131 estaciones que presentan eventos extremos en estos meses siguiéndole Julio, Octubre y Noviembre con 29, 24 y 9 estaciones.

La temporalidad promedio de la base de datos se aprecia en la figura 5.4 como información adicional que etiqueta la temporalidad promedio por mes, en donde la mayor temporalidad promedio se presenta para Agosto, Septiembre y Julio con valores promedio de 0.77, 0.73 y 0.70. Una temporalidad promedio mediana se presenta para los meses de Abril, Noviembre y Octubre con valores promedio de 0.60, 0.56 y 0.55 y la menor temporalidad promedio ocurre para los meses de Diciembre, Marzo, Junio y Enero con valores promedio de 0.45, 0.39, 0.35 y 0.07 (figura 5.4).

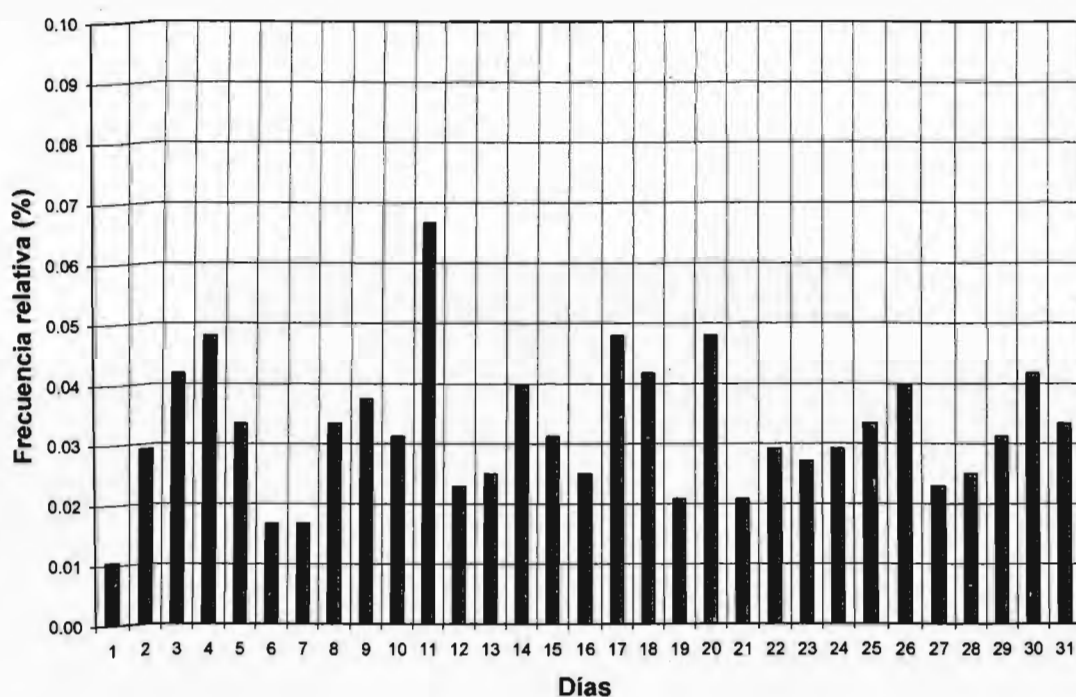
Figura 5.4. Histograma mensual con temporalidad promedio (magnitud unitaria)



La temporalidad de las direcciones unitarias (calculada de acuerdo a la ecuación 5.3) es característica de cada estación hidrométrica y tiene la finalidad de representar el comportamiento de los eventos extremos dentro de zonas. La temporalidad va desde muy fuerte a nula (tabla 5.5), en el caso de que está sea nula, es decir que se presente una temporalidad menor de 0.09, existe la posibilidad de que la ocurrencia de los eventos pueda ser trasladada a los meses cercanos al mes en que se presenta la dirección resultante unitaria (θ_u). Tomando como ejemplo la estación Las Cañas II ubicada en la región hidrológica 10 (Sinaloa), que presenta una temporalidad nula de $r=0.07$ con una dirección correspondiente al 10 de Enero, la temporalidad nula permite que la ocurrencia del evento extremo se traslade para Febrero o Diciembre.

Las direcciones de los vectores resultantes obtenidos del análisis circular con vectores de magnitud unitaria, en adelante, se denotaran como "direcciones unitarias", θ_u . La ocurrencia de la dirección unitaria puede ser expresada en días a lo largo del año y con ello se puede verificar el día con mayor frecuencia para la base de datos en estudio. Como se puede apreciar en el gráfico, el día con mayor frecuencia es el 11 (de los 28 ó 29, 30 y 31 días por mes).

Figura 5.5. Histograma de la dirección unitaria en días a lo largo del año



En principio, parece lógico pensar que no existe razón alguna para que los eventos máximos se presenten en un día del mes en particular. La observación de la figura 5.5 sugiere que la ocurrencia de los eventos máximos se encuentra uniformemente distribuida en todos los días del mes, aunque el sentido cualitativo parece ser que los datos máximos no "prefieren" los primeros de cada mes.

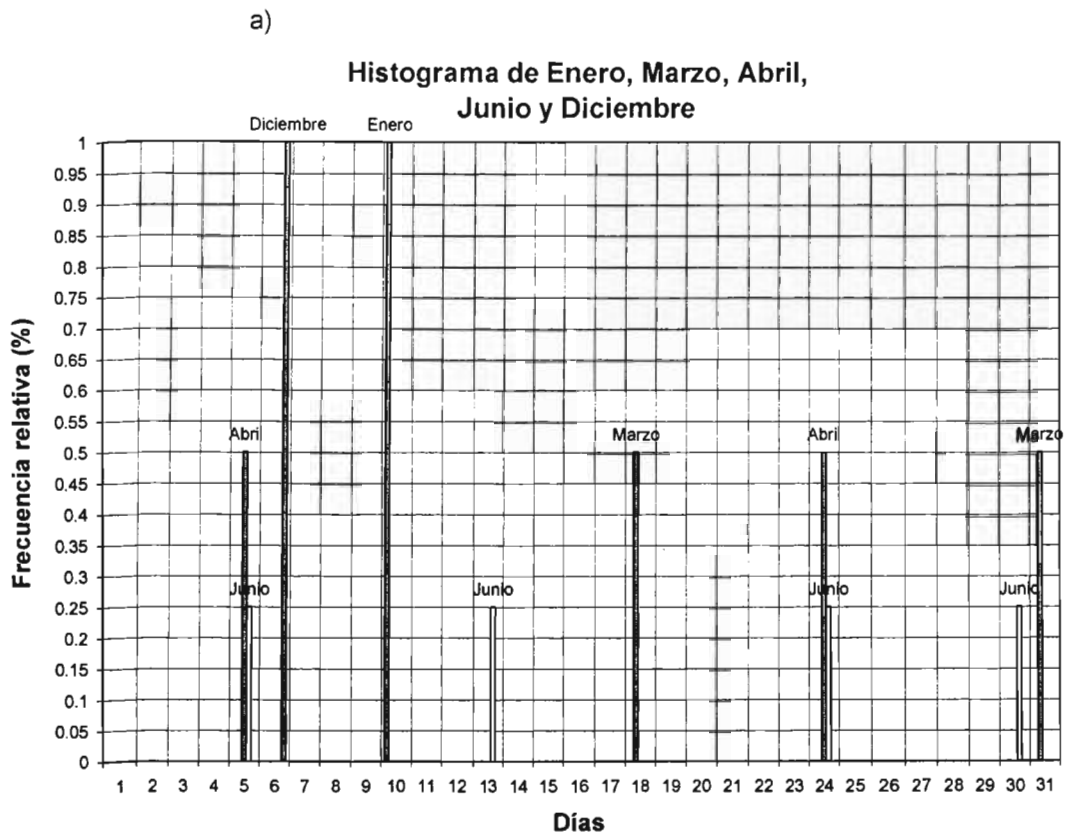
La ocurrencia de los eventos puede trasladarse en días y con ello se tiene que si la fecha de ocurrencia cambia en cinco días hacia delante o atrás del día de ocurrencia representada por la dirección unitaria no cambia el mes en que ocurre el evento extremo al menos para 309 estaciones hidrométricas (64.4%). En este caso, la serie de datos se ajusta mejor a la función de distribución Gumbel con un nivel de confianza de 0.9218, la muestra está compuesta por un valor máximo de 32 estaciones hidrométricas que presentan eventos extremos el día 11 de mes y como valor mínimo se tienen cinco estaciones hidrométricas que presentan eventos extremos el día 1 de mes. El valor promedio de la frecuencia de los eventos es de 15.48, con una desviación estándar de 5.50. La frecuencia relativa se obtiene del número de eventos por día entre el número total de de estaciones hidrométricas por lo tanto si se quiere saber el número de estaciones por día se debe multiplicar la frecuencia relativa representada en la figura 5.5 por el número total de estaciones.

Como la base de datos de la dirección unitaria se ajusta a una función de distribución Gumbel, se puede decir que aún conserva la tendencia presente en la literatura de la estadística hidrológica, en donde se menciona que para la república mexicana, los datos tienden a ajustarse en general mejor a una función de distribución Gumbel.

La dirección unitaria representa de manera única la dirección promedio de un conjunto de registros por estación. Al hablar de una representación única se expresa la no influencia de otras variables que proporcionan un peso adicional a cada registro. Entonces, la dirección unitaria representa únicamente el promedio de cada una de las direcciones registradas por evento extremo.

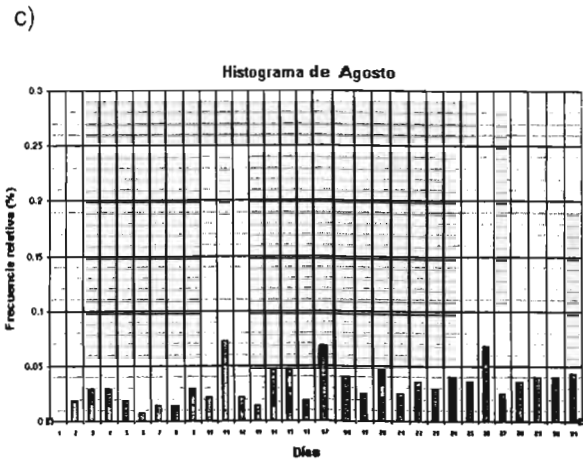
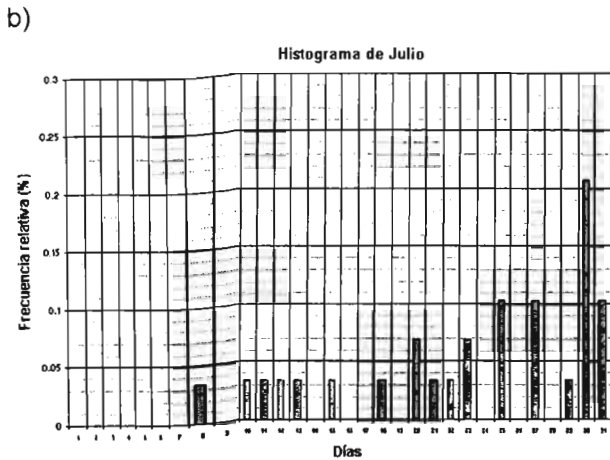
Con la finalidad apreciar mejor el comportamiento de la dirección unitaria, se trazan las siguientes gráficas por mes, de acuerdo con los resultados de la dirección unitaria, los meses que menos ocurren son Enero, Marzo, Abril, Junio y Diciembre. Por ello se opta por representarlos en una sola gráfica (figura 5.6 a).

Figura 5.6. Histogramas de las direcciones unitarias diarias por mes (magnitud unitaria)



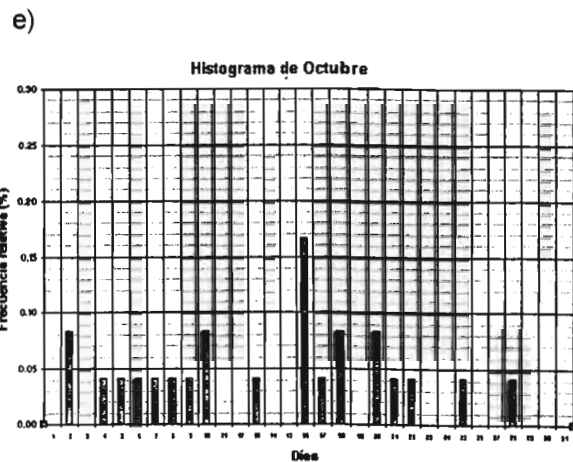
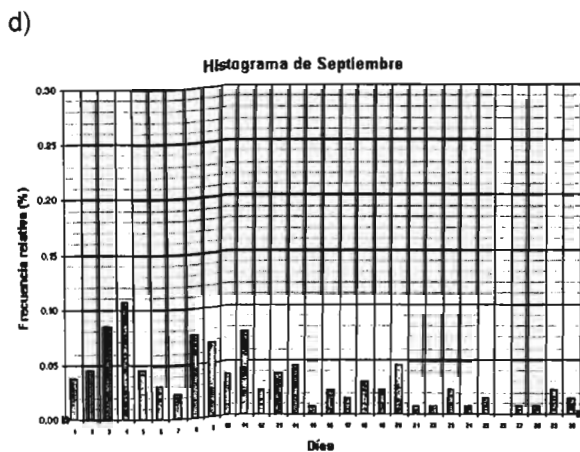
Los datos históricos para los meses de Enero, Marzo, Abril y Diciembre presentan pocos eventos extraordinarios (anexo 5.1). Por ende estos meses se mantienen con poca ocurrencia al obtener las direcciones unitarias. Para el mes de Junio ocurre que dada la suma vectorial unitaria, las direcciones unitarias por estación hidrométrica se desplazan hacia los meses de Julio, Agosto y Septiembre. Son escasos los eventos hacia los meses de abril y mayo y los eventos se centralizan sobre los meses de mayor incidencia.

Las gráficas siguientes corresponden al comportamiento del vector unitario presente en los meses de Julio a Noviembre. En este caso los meses son representados de manera independiente para visualizar los de eventos diarios.



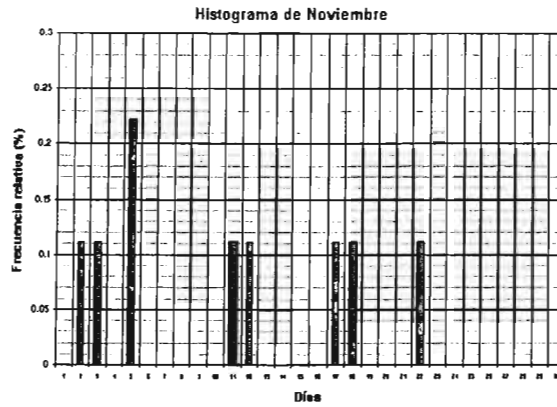
En el mes de Julio, los vectores unitarios presentan un pico muy notable para el día 30. Esto muestra que existe cierta tendencia de que los eventos extremos se presenten a finales del mes.

Para Agosto, la presencia de los vectores unitarios se presenta de manera uniforme. La mayor cantidad de direcciones unitarias se presentan para este mes con 277 eventos extremos. Dando a entender que los eventos extremos no cesan en Agosto, pero no se sabe si disminuyen hasta que se analicen los vectores unitarios presentes en el mes de Septiembre



Septiembre presenta una tendencia decreciente con una ocurrencia de 131 eventos extremos siguiendo en cantidad a Agosto. Para el mes de Octubre, la ocurrencia de los eventos extremos baja hasta 24, los eventos disminuyen al transcurrir el tiempo.

f)



En el mes de Noviembre sólo se presentan nueve eventos extremos lo que anuncia el final de la ocurrencia de eventos extremos.

En la tabla 5.8, se aprecian el número de eventos extremos por día de mes, frecuencia mensual así como sumatoria, ubicada en la última fila de la tabla.

Tabla 5.8. Frecuencia de ocurrencia diaria por mes de los vectores resultantes unitarios

Frecuencias Mensuales													
Día	Ene	Feb	Mar	Abr	may	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Σ
1	0		0	0		0		0	5	0	0	0	5
2								5	6	2	1		14
3								8	11		1		20
4								8	14	1			23
5				1		1		5	6	1	2		16
6								2	4	1		1	8
7								4	3	1			8
8							1	4	10	1			16
9								8	9	1			18
10	1						1	6	5	2			15
11							1	20	10		1		32
12							1	6	3		1		11
13						1	1	4	5	1			12
14								13	6				19
15							1	13	1				15
16								5	3	4			12
17								19	2	1	1		23
18			1				1	11	4	2	1		20
19								7	3				10
20								2	13	6	2		23
21								1	7	1	1		10
22							1	10	1	1	1		14
23							2	8	3				13
24				1		1		11	1				14
25							3	10	2	1			16
26								19					19
27							3	7	1				11
28								10	1	1			12
29							1	11	3				15
30						1	6	11	2				20
31			1				3	12					16
Σ	1	0	2	2	0	4	29	277	131	24	9	1	

En la figura 5.7 se representan las estaciones con los meses con menor número de eventos extremos obtenidos del análisis circular con magnitud unitaria (Enero, Marzo, Abril, Junio y Diciembre). Cada uno de estos meses expone la variabilidad y clasificación de la temporalidad en el cuadro de referencia. Para el mes de Enero existe una temporalidad prácticamente nula, lo que hace suponer la baja ocurrencia de eventos extremos para este mes. Conforme avanza el tiempo, los eventos extremos para el mes de Febrero no existen mientras que para Marzo la temporalidad comienza a aumentar de baja a media, lo que quiere decir que la ocurrencia de los eventos extremos es débil. En el mes de Abril, la temporalidad aumenta de baja a fuerte, entonces los eventos extremos son más probables para este mes. Mayo desaparece en la ocurrencia de los eventos extremos al igual que Febrero. Para Junio, la medida de temporalidad no se establece fuertemente por lo que ésta decae y se torna únicamente débil. Diciembre muestra una temporalidad débil que concuerda con la temporalidad presente en Enero, si tomamos en cuenta que en el análisis circular estos meses se encuentran adyacentes.

La figura 5.8 muestra la dirección unitaria y la temporalidad para el mes de Julio, en este mes las temporalidades que se presentan son del tipo bajas hasta fuertes. Para este mes se tienen 17 estaciones hidrométricas con temporalidad fuerte, 11 con temporalidad media y solo 1 con temporalidad baja "Salvatierra" localizada en la región hidrométrica Lerma-Santiago. En cuanto a la ocurrencia de la temporalidad, una estación muy cercana a Salvatierra ($n=53$, $r=0.28$, $\text{lat}=100.90^\circ$ y $\text{long}=20.21^\circ$) es la estación hidrométrica Emenguaro ($n=21$, $r=0.30$, $\text{lat}=100.87^\circ$ y $\text{long}=20.17^\circ$) también con temporalidad baja en el mes de Junio que apoya la temporalidad baja en Salvatierra, aunque para diferente mes. La presencia de temporalidades bajas en el mes de Julio decrece. Esto muestra que la temporalidad aumenta, lo que quiere decir que la ocurrencia de eventos extremos aumenta conforme el tiempo transcurre hacia Agosto.

Para Julio, representado en la figura 5.8, las cuencas con longitudes geográficas medias de México son las que deben vigilarse con mayor énfasis.

La figura 5.9 muestra la dirección unitaria y la temporalidad para el mes de Agosto. En este mes las temporalidades son de bajas a muy fuertes. Para este mes se tienen 21 estaciones hidrométricas con temporalidad muy fuerte, 199 estaciones con temporalidad fuerte, 50 con temporalidad media y 7 con temporalidad baja. Para este mes las temporalidades muy fuertes, fuertes y medias crecen en mayor magnitud y la presencia de temporalidades bajas continua, mientras que las temporalidades nulas han desaparecido por completo.

Figura 5.7. Dirección unitaria y temporalidad (r) para Enero, Marzo, Abril, Junio y Diciembre

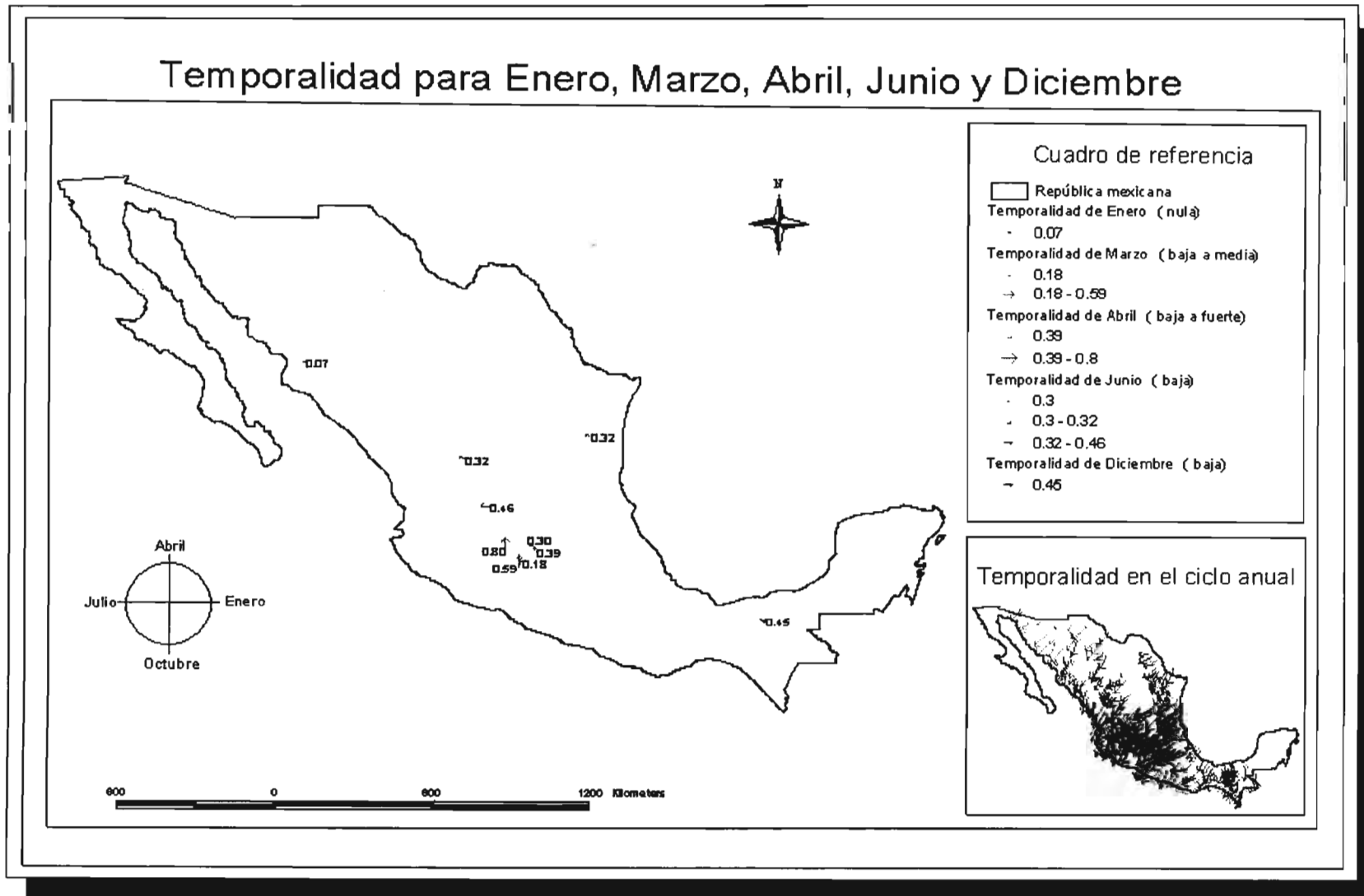


Figura 5.8. Dirección unitaria y temporalidad (r) para Julio

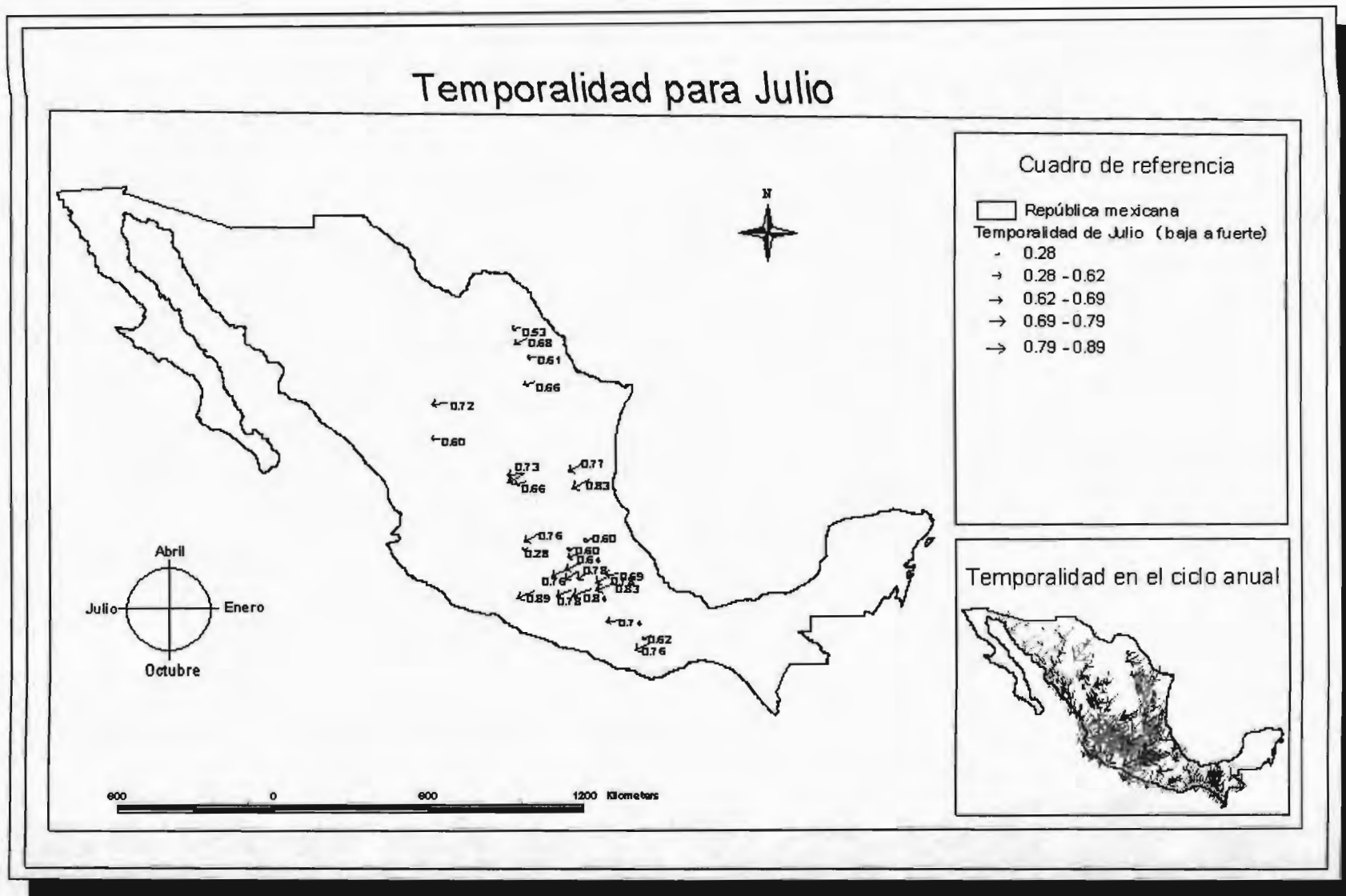
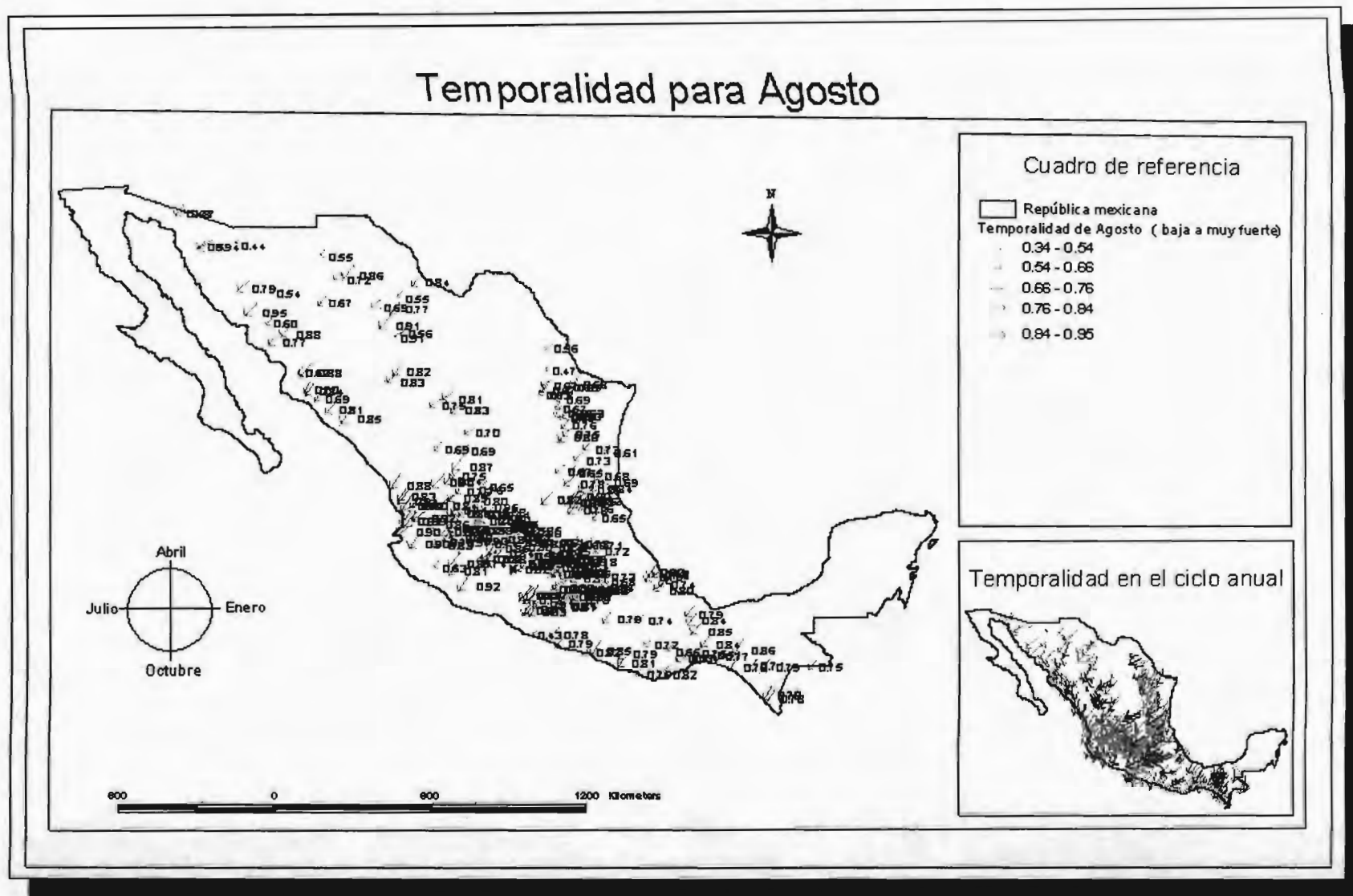


Figura 5.9. Dirección unitaria y temporalidad (r) para Agosto



En la figura 5.10 se muestra la dirección unitaria y la temporalidad para el mes de Septiembre. En este mes se tienen 12 estaciones hidrométricas con temporalidad muy fuerte, 85 con temporalidad fuerte, 19 con temporalidad media y 15 con temporalidad baja. Al comparar la ocurrencia de eventos extremos de Septiembre con el mes de Agosto se puede ver que la temporalidad fuerte ha comenzado a disminuir y con ella la ocurrencia de eventos extremos en la zona centro, las costas del Golfo y del Pacífico.

La figura 5.11 muestra la distribución de la dirección unitaria y la temporalidad para el mes de Octubre presentando 5 estaciones hidrométricas con temporalidad fuerte, 12 con temporalidad media y 7 con temporalidad baja. En este mes sigue el decremento de la ocurrencia de los eventos extremos. Las regiones hidrológicas que mantienen mayor ocurrencia de eventos extremos son la 10 (Sinaloa) abarcando los estados de Sinaloa y Durango y la 30 (Grijalva-Usumacinta) abarcando los estados de Chiapas y Tabasco con temporalidades fuertes y medias.

La figura 5.12 muestra la distribución de la dirección unitaria y la temporalidad para el mes de Noviembre, en donde una estación hidrométrica presenta temporalidad fuerte, seis temporalidad media y dos temporalidad baja. Para este mes la ocurrencia de eventos extremos se ve claramente disminuida con respecto a la ocurrencia mostrada en Agosto. La ocurrencia de los eventos extremos se mantiene para las regiones hidrológicas 10 y 30. Para la región hidrológica 26 (Panuco), se presenta únicamente la estación hidrométrica "Almolon" (estación 26040) en el estado de Hidalgo con temporalidad media.

La figura 5.7 muestra la distribución unitaria y temporalidad para el mes de diciembre, la representación de este mes en compañía con los meses que componen el primer semestre del ciclo anual (Enero, marzo, Abril y Junio) se debe a la poca cantidad de eventos. Diciembre presenta una sola temporalidad del tipo baja para la estación hidrométrica "Puyacatengo" ($n=39$, $r=0.45$) localizada en la región hidrológica 30. Esto muestra que los eventos de inundación se trasladan a la región hidrológica 30 a partir del mes de Septiembre, siendo este el comportamiento visible en el diseño de los mapas.

Figura 5.10. Dirección unitaria y temporalidad (r) para Septiembre

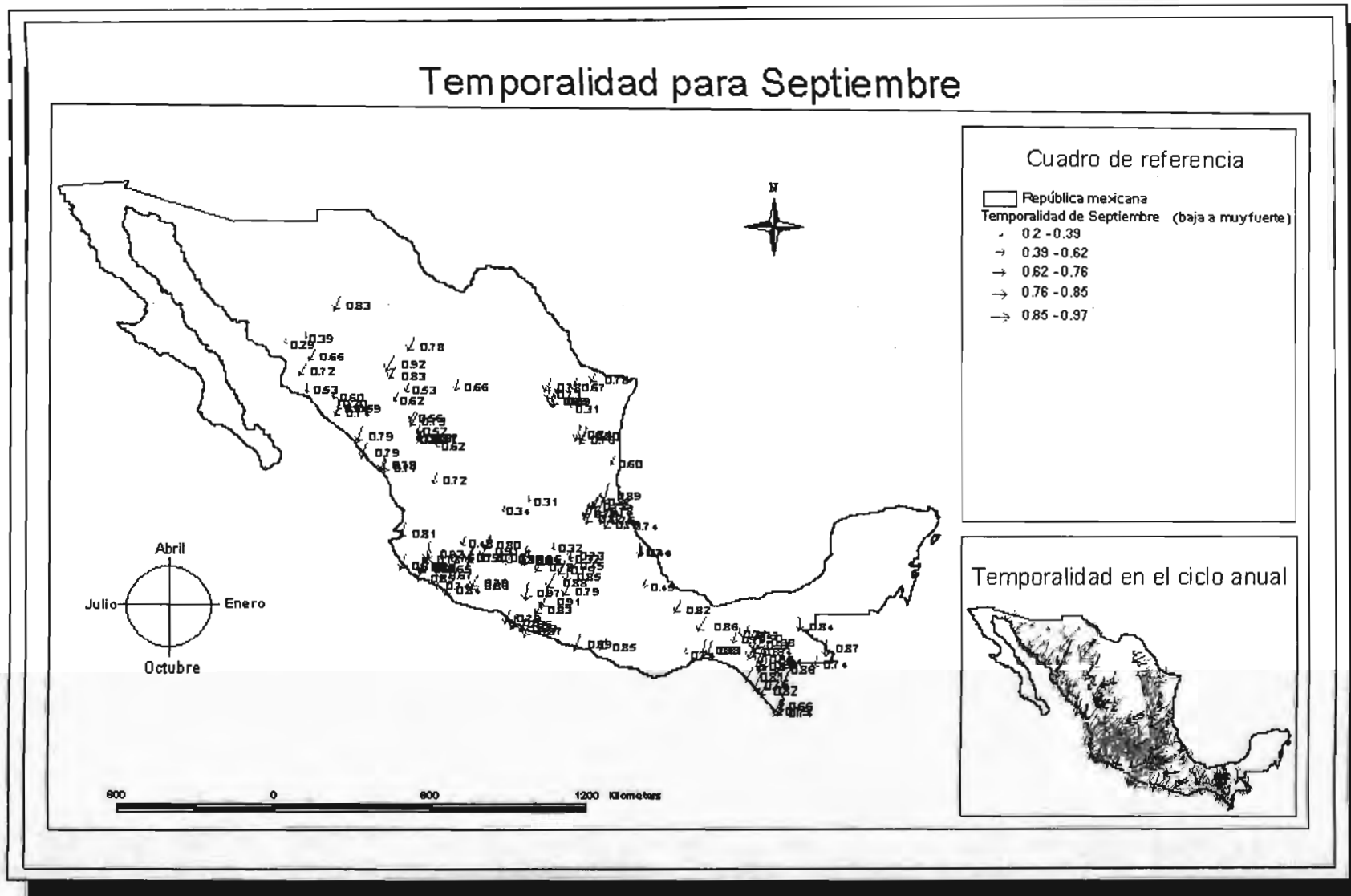
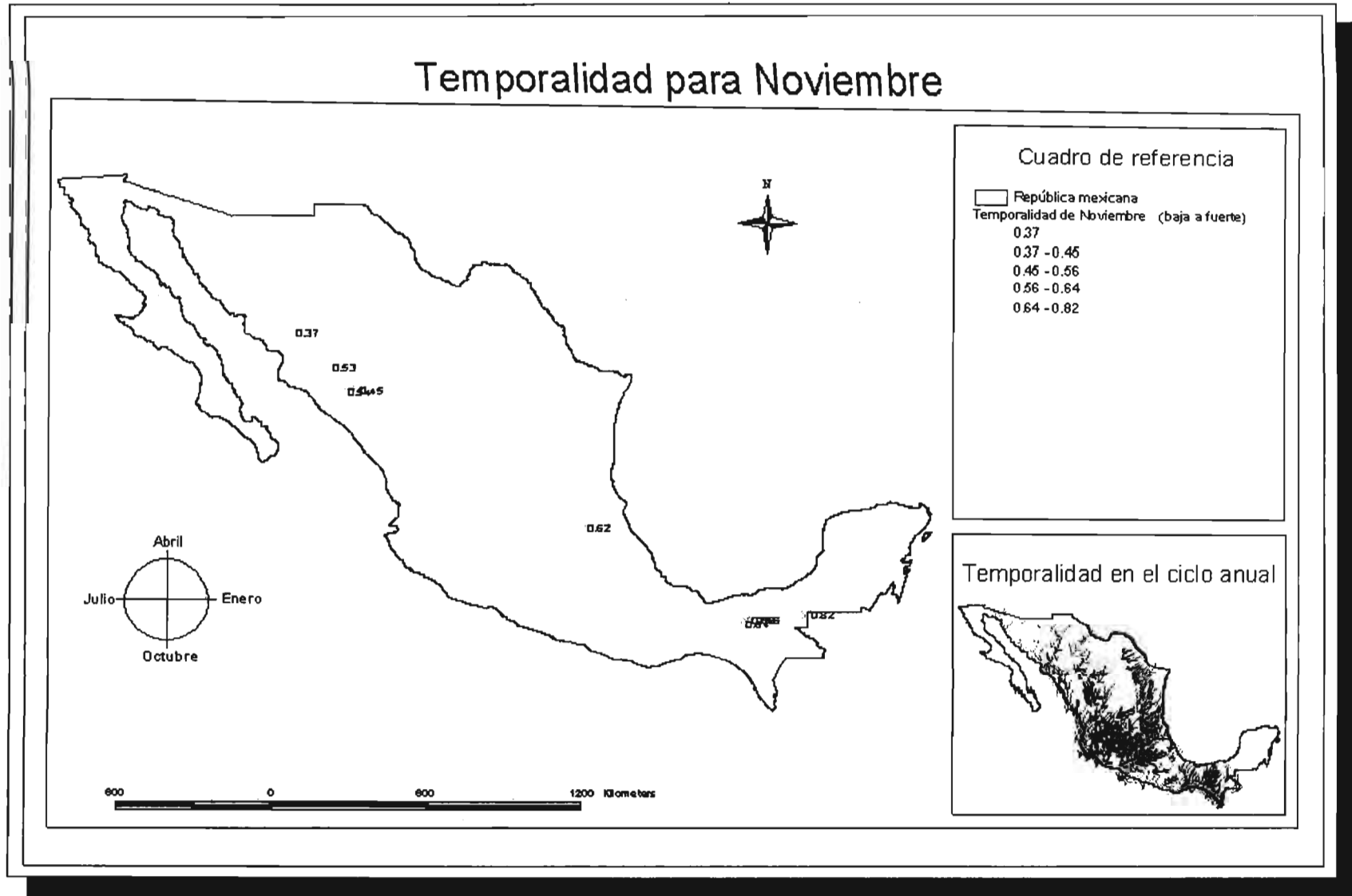


Figura 5.12. Dirección unitaria y temporalidad (r) para Noviembre



En resumen, la ocurrencia de la dirección unitaria para cada una de las estaciones hidrométricas establece el panorama mensual de la ocurrencia de los eventos extremos por zonas. Por medio de las figuras 5.7 a 5.12 se aprecia que para los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril y Junio la generación de eventos extremos disminuye, mientras que de Julio a Agosto crecen notablemente, siendo Agosto el mes con mayor registro de eventos extremos. El decremento de los eventos extremos inicia en Septiembre y continúa con Octubre hasta Noviembre para estos últimos, el decremento es notable con respecto al mes de Septiembre, ya en el mes de Diciembre, la ocurrencia de los eventos extremos casi desaparece con la presencia de un solo evento extremo. La gráfica de estos resultados (figura 5.13) proporciona un comportamiento similar al proveído por los eventos extremos históricos (figura 5.1) pero con diferencias significativas.

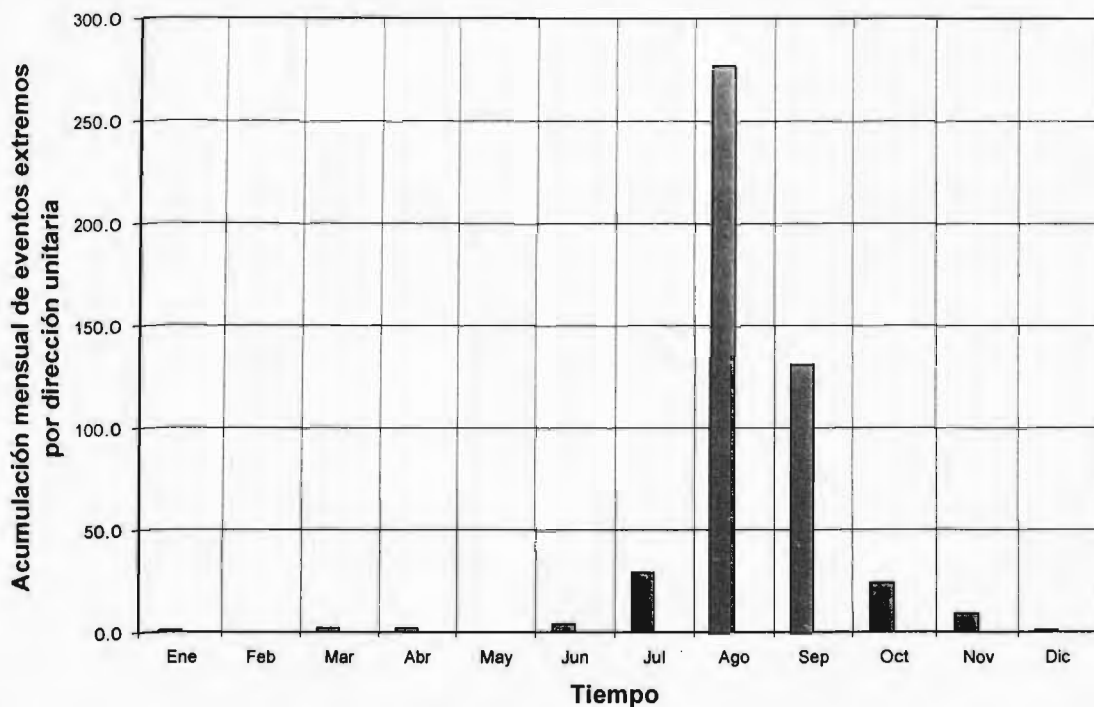
Resumen de la ocurrencia mensual de las direcciones unitarias por RH

- Enero presenta eventos extremos para la región hidrológica 10 al Norte del estado de Sinaloa.
- Febrero no presenta eventos extremos.
- Marzo presenta eventos extremos para la región hidrológica 12 ubicados en la colindancia con la región hidrológica 12, al Norte del estado de Michoacan.
- Abril al igual que Marzo, presenta eventos extremos para la región hidrológica 12 colindando con la región hidrológica 18 ubicados al Norte de Michoacán y al Sur de Guanajuato.
- Mayo no presenta eventos extremos.
- Junio presenta eventos extremos para la región hidrológica 12, 37 y 25 abarcando los estados de Guanajuato, Jalisco, Zacatecas y Tampico.
- Julio cubre las regiones hidrológicas siguientes:
 1. La 24 en la parte centro
 2. La 36 en la parte central más larga
 3. La 37 presenta eventos extremos al sur
 4. La 26 presenta eventos extremos al Norte y Sur
 5. La 12 al sureste

6. La 18 al sureste, Noreste y centro
 7. La 20 al Noreste.
- Agosto cubre las regiones hidrológicas siguientes:
 1. La 8 muestra la presencia de eventos extremos al centro
 2. La 9 presenta eventos al centro y Sur
 3. La 34 presenta eventos al Suroeste
 4. La 10 en la franja costera al Noroeste
 5. La 24 al suroeste y al extremo Sueste
 6. La 36 al centro y Noroeste
 7. La 11 presenta eventos extremos del Noreste al Sureste en el límite regional
 8. La 25 presenta eventos en su perímetro Noroeste hasta el Sur
 9. La 26 presenta eventos extremos sólo en el Norte y Sur
 10. La 13 presenta eventos extremos que cubre la región completa
 11. La 14 también presenta eventos para toda la región
 12. La 16 presenta eventos en el Noreste y Noroeste
 13. La 12 presenta eventos extremos en toda la extensión de la región
 14. La 18 presenta eventos extremos para la parte Norte, Noreste desplegándose hacia el centro hasta el Sur
 15. La 19 presenta eventos extremos en la parte Suroeste
 16. La 20 presenta eventos extremos en el centro desplegándose hacia el Suroeste y Noreste
 17. La 28 presenta eventos extremos en el límite del Noroeste, Sureste, y Suroeste en el límite con la región 20
 18. La 29 presenta eventos extremos en su límite Suroeste
 19. La 22 presenta eventos extremos al centro, Noreste en el límite con la región 29 y al Sureste en el límite con la región 23
 20. La 23 presenta eventos extremos sólo al Norte y Sur
 21. La 21 presenta eventos extremos en la parte centro
 22. La 30 presenta eventos extremos al Suroeste en el límite con la región 23
 - Septiembre cubre las regiones hidrológicas siguientes:
 1. La 9 presenta eventos extremos en la zona Sureste en el límite con la región 10
 2. La 10 presenta eventos extremos en el centro y la zona costera
 3. La 24 presenta eventos extremos al Suroeste en el límite con la región 25 y al Sureste sobre Tamaulipas.
 4. La 36 presenta eventos extremos sólo al Noreste y Noroeste
 5. La 11 presenta eventos extremos al Noreste en el límite con la región 36 y en la zona costera

6. La 12 presenta eventos extremos al Noroeste en el límite con la región 11, al Sureste en el límite con la región 26 y 18
 7. La 14 presenta eventos extremos en la zona costera
 8. La 15 presenta eventos extremos en la zona costera y al Sureste en el límite con la región 16
 9. La 16 presenta eventos extremos en la zona costera y al centro
 10. La 18 presenta eventos extremos en el centro ubicados en el estado de México, al Noroeste en el límite con la región 17 y 12
 11. La 17 presenta eventos extremos en la zona costera
 12. La 26 presenta eventos extremos al Noreste en el límite con la región 27 y al Suroeste en el límite con la región 12
 13. La 27 presenta eventos extremos en la zona costera
 14. La 20 presenta eventos extremos en la zona centro
 15. La 22 presenta eventos extremos al centro
 16. La 29 presenta eventos extremos al centro
 17. La 30 presenta eventos extremos al centro desplegándose hacia el Suroeste
 18. La 23 presenta eventos extremos al centro
- **Octubre cubre las regiones hidrológicas siguientes:**
 1. La 9 presenta eventos extremos al centro
 2. La 10 presenta eventos extremos en la zona costera y al Noroeste en el límite con la región 9
 3. La 11 presenta eventos extremos en la zona costera
 4. La 12 presenta eventos extremos al Sureste en el límite con la región 18
 5. La 27 presenta eventos extremos en la zona costera
 6. La 30 presenta eventos extremos al centro y Noroeste en el límite con la región 29
 - **Noviembre cubre las regiones hidrológicas siguientes:**
 1. La 9 presenta eventos extremos al Sureste colindando con la región 10
 2. La 10 presenta eventos extremos al centro
 3. La 26 presenta eventos extremos al centro
 4. La 30 presenta eventos extremos al Noreste y Noroeste en el límite con la región 29
 - **Diciembre presenta eventos extremos para la región hidrológica 30**

Figura 5.13. Ocurrencia mensual de los eventos de gasto máximo



En los 479 eventos extremos existe la ausencia de eventos para Febrero y Mayo, los eventos en Agosto sobrepasan al mes de Septiembre (los registros históricos del gasto máximo anual presentan a Septiembre como el mes de mayores incidencias de eventos extremos). Para Octubre, Noviembre y Diciembre, la decadencia de los eventos extremos es notoria.

Se ha considerado que la ocurrencia mensual delimitada por isolíneas de la dirección unitaria representa una nueva forma de apreciar el comportamiento de ocurrencia de eventos extremos sobre la república mexicana (figura 5.14).

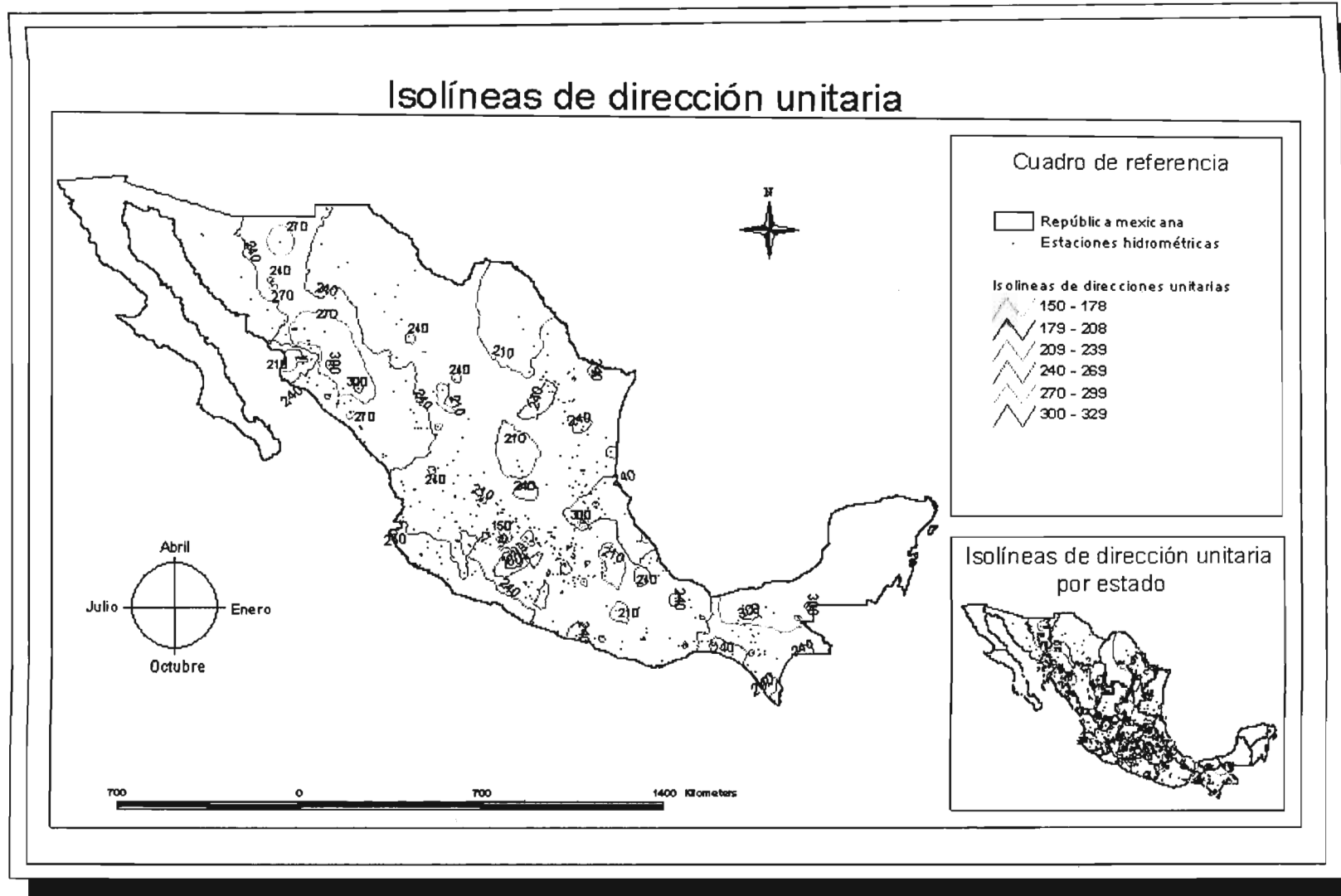
Isolíneas de direcciones unitarias. La dirección mensual de los vectores resultantes se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- Junio y Julio: Se ubican en el centro de la república dominando este último. En la frontera Noreste tenemos la presencia de Julio en Coahuila, mientras que en la Noroeste se presenta un pequeño grupo de julio abarcando parte de

Sonora y Sinaloa; en la parte centro Norte y Sur se tienen grupos que decrecientan su tamaño conforme se acercan al Sur.

- Agosto se identifica con grupos de gran extensión: Se ubican tanto en las costas del Golfo y del Pacífico como en la zona centro. El grupo de la frontera noroeste colinda con Nuevo México y de la costa de Sonora hasta Arizona. Se presenta también en Tamaulipas Nuevo León, Zacatecas, Nayarit, y Jalisco (sin ocupar sus costas). También ocupa Guanajuato, Aguascalientes y Michoacán aunque sólo en la parte colindante con los dos estados anteriores. Asimismo se presenta en el Estado de México, Distrito Federal, Puebla y la parte Sur del estado de Guerrero además de Oaxaca, Chiapas y Veracruz en el Sur.
- Septiembre se ubica en la parte noroeste abarcando parte de Chihuahua y Durango. Al sureste en la parte Norte de Veracruz y Chiapas y Tabasco. En la zona centro se presenta para el Estado de México y las costas de Jalisco Colima Michoacán y Guerrero
- Octubre se presenta dentro de los contornos cerrados de Septiembre para las zonas de Chihuahua, Durango Chiapas y Tabasco

Figura 5.14. Isolíneas de direcciones resultantes (gastos unitarios)



5.1.2. Medidas de variación temporal para gastos máximos

Con la finalidad de identificar las semejanzas hidrológicas que proporciona la magnitud del gasto máximo de los eventos de inundación se realiza la suma vectorial tomándolo en cuenta como magnitud del evento extremo y como dirección la fecha en que ocurre (caso II).

Realizar la suma vectorial con gastos máximos anuales, es una forma de ver la importancia que imprime esta magnitud en la dirección del vector resultante. Con esto se puede decir que mientras la magnitud de un evento sea grande, la fecha en que ocurre este evento tiene mayor influencia que los eventos pequeños con diferente fecha de ocurrencia, dando como resultado un vector resultante con fecha tendiente o cercana a la fecha del evento de mayor magnitud. Esta tendencia puede disminuirse con un número suficiente de eventos pequeños que contrarresten la fecha del evento de mayor magnitud.

Al realizar la suma vectorial tomando en cuenta la magnitud de los eventos extremos y la fecha en que ocurren se obtiene la base de datos compuesta por un identificador que es la clave y seis características por estación hidrométrica (Ubicación x y y , área de la cuenca, gasto máximo anual, longitud del vector resultante R_{max} y dirección media del vector resultante θ_{max}).

La magnitud y dirección media del vector resultante (dirección máxima⁴) se obtienen de manera análoga con el cálculo del vector resultante unitario (pg. 121). La diferencia se encuentra en utilizar la magnitud de los gastos máximos para darle una nueva característica al vector resultante (tabla 5.9).

⁴ Antes conocida como dirección unitaria por que se obtiene asignando magnitudes unitarias a cada evento extremo (apartado 5.1.1)

Tabla 5.9. Dirección y magnitud del vector resultante (magnitudes igual al gasto máximo).

Clave	n	Gasto máximo (m ³ /s)	Rmax	θmax
8007	22	1500	2,184.65	317.39
8011	10	1194	3,865.00	216.48
8018	33	1882	5,549.79	264.02
8019	11	341.4	1,208.84	224.03
8025	18	182.8	779.92	242.76
9008	21	3900	6,810.69	246.92
9011	50	1397	11,199.11	244.44
.
.
.
36074	24	2174.6	8,265.36	256.28
36076	28	724.7	5,927.48	222.00
36079	10	47.7	234.23	200.14
36080	22	541.3	2,728.44	237.07
37005	27	14253.8	15,407.85	200.99
37006	13	263	1,324.15	200.36
37008	16	76	329.03	181.48
37012	15	200.4	721.87	239.18

Esta tabla contiene la información del vector resultante de magnitud máxima (Rmax) y dirección máxima (θmax), obtenida con ayuda de software especializado (El osio de los santos, 2005). La tabla completa se incluye en el anexo 5.3. La magnitud de los vectores resultantes van de 20 m³/s a 190,943 m³/s con un valor promedio de 11,032 m³/s. Mientras que la base de datos de gastos máximos anuales presenta un valor promedio de 1604 m³/s.

Para convertir la dirección máxima (θmax) del vector resultante en ocurrencia mensual (tabla 5.10) se pueden usar las ecuaciones 5.5. La fórmula utilizada para determinar la ocurrencia mensual (la conversión de grados a días) es la misma que se usa para realizar la conversión de grados a días en la vectorización con magnitud unitaria (Tabla 5.7). Los resultados completos para la base de datos se muestran en el anexo 5.3.

Al realizar el análisis circular con magnitudes de gasto máximo, la presencia de eventos extremos comienza a advertirse en Marzo y desaparece para los meses de Enero, Febrero y Mayo como se puede apreciar en la tabla 5.10.

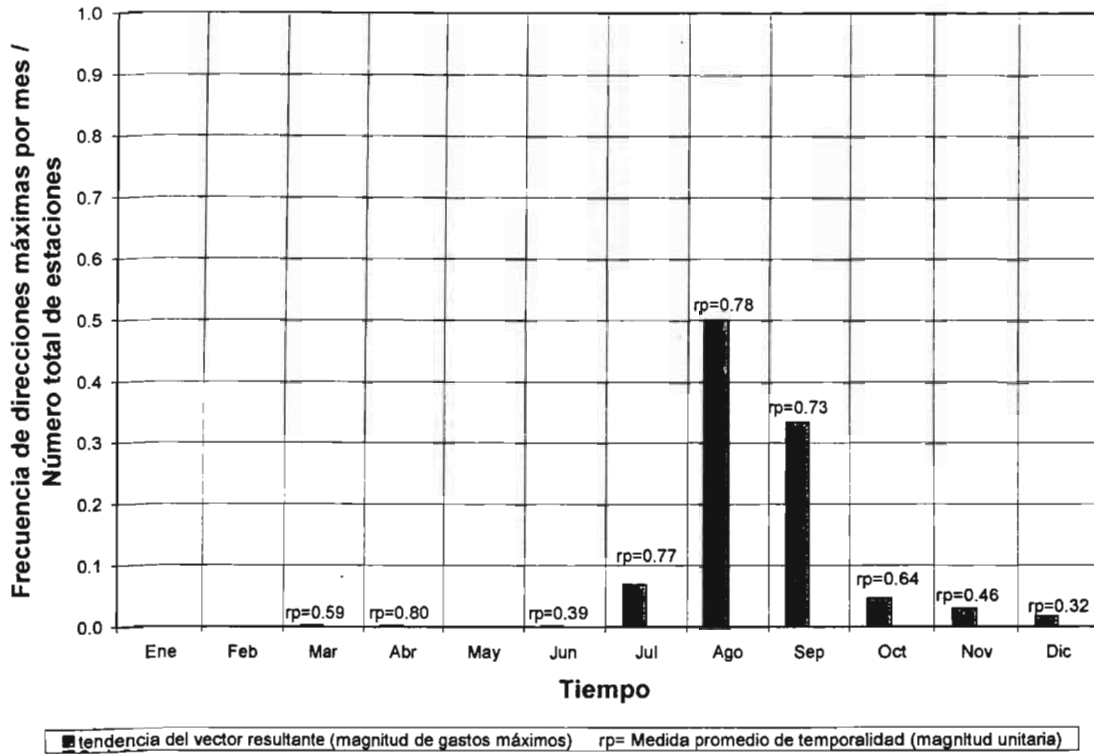
Tabla 5.10. Conversión de grados a días

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo									
Conversión de grados a días									
ID	Clave	Long. reg. (n)	Rmax	r	θ_{max}	Mes	Fórmula	Día	Gasto max (m ³ /s)
1	12341	43	147.87	0.59	86.64	MAR	Día=(86.64/(360/364))-58	29	19.4
2	12713	13	283.77	0.80	91.53	ABR	Día=(91.53/(360/364))-89	3	34
3	12506	18	229.42	0.39	149.88	JUN	Día=(149.88/(360/364))-150	1	785
4	37008	16	329.03	0.73	181.48	JUL	Día=(181.48/(360/364))-180	3	76
5	18349	27	985.55	0.69	183.62	JUL	Día=(183.62/(360/364))-180	5	129.8
6	14017	26	3,384.34	0.79	189.33	JUL	Día=(189.33/(360/364))-180	11	1033.1
7	18538	12	2,102.47	0.74	190.33	JUL	Día=(190.33/(360/364))-180	12	398
8	18140	11	427.76	0.78	192.33	JUL	Día=(192.33/(360/364))-180	14	128.8
.
.
478	10051	23	25,712.93	0.38	346.92	DIC	Día=(346.92/(360/364))-333	18	10000
479	10122	12	5,643.31	0.07	359.14	DIC	Día=(359.14/(360/364))-333	30	2595

Los meses con mayor importancia son Agosto y Septiembre con 240 y 160 estaciones hidrométricas que presentan eventos extremos, en cuanto a la presencia de los eventos le siguen Julio, Octubre, Noviembre, y Diciembre con 33, 22, 14 y 8 eventos extremos en sus respectivas estaciones hidrométricas. Marzo, Abril y Junio se presentan con un solo evento.

El análisis circular realizado con magnitudes de gastos máximos proporciona una nueva distribución de los eventos extremos sobre el ciclo anual. A cada estación hidrométrica se le asigna la temporalidad correspondiente, obtenida por la ocurrencia de los eventos con magnitud unitaria. Esto genera una nueva temporalidad promedio mensual (r_p) (figura 5.16).

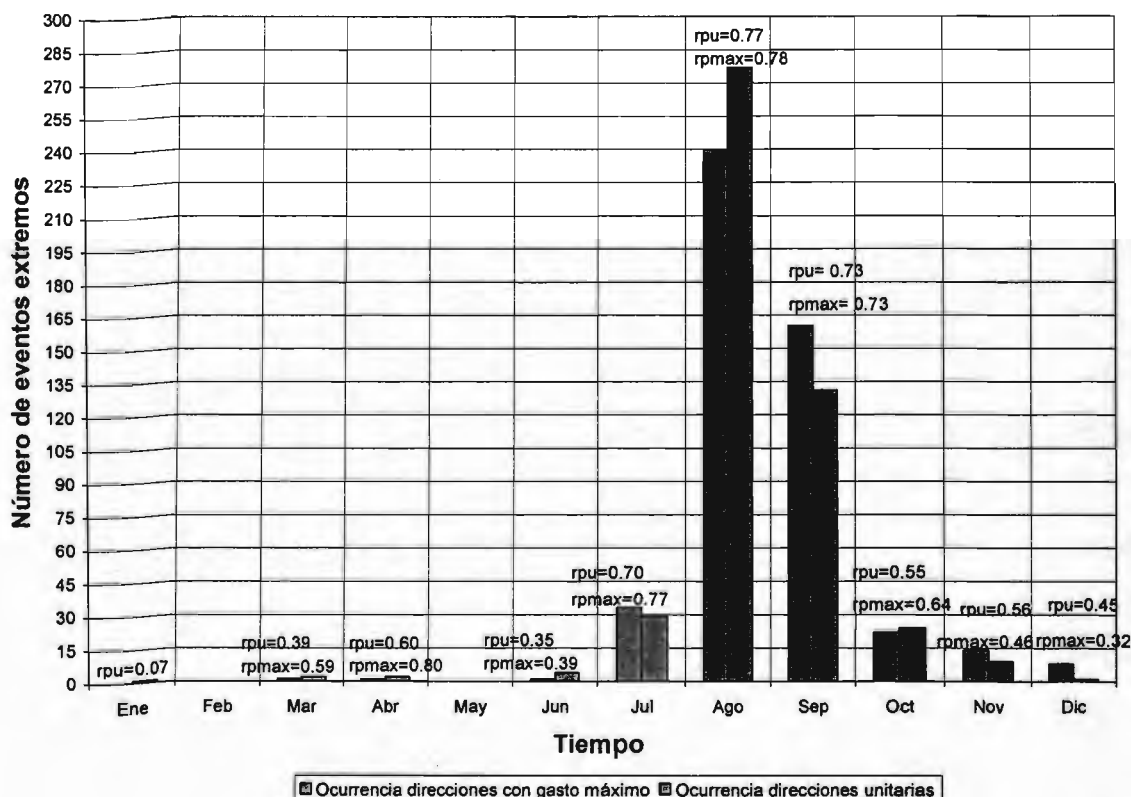
Figura 5.15. Histograma con temporalidad promedio mensual (magnitud unitaria) para las direcciones máximas



Los resultados muestran que la frecuencia relativa mensual del vector resultante (gastos máximos) a lo largo del año se comporta diferente con respecto a la frecuencia relativa mensual del vector resultante (gastos unitarios). Las diferencias se centran en que Enero desaparece como posible productor de eventos extremos. En Marzo, Abril, Junio, Agosto y Octubre se presentan menos eventos extremos de direcciones máximas que los presentados por las direcciones unitarias. Febrero y Mayo se conservan sin presentar eventos extremos. Mientras que en Julio, Septiembre, Noviembre y Diciembre la presencia de los eventos extremos de las direcciones máximas sobrepasan a los presentados por las direcciones unitarias. Es importante señalar que los resultados del análisis circular con gastos unitarios y gastos máximos proporcionan eventos extremos congruentes en el tiempo con la ocurrencia histórica de los eventos extremos (de Junio a Noviembre).

Comparando la temporalidad promedio mensual (rp) obtenida entre la ocurrencia de eventos extremos con magnitud de gastos máximos y magnitud unitaria se tiene que Septiembre es el único mes que presenta la misma temporalidad promedio en ambos casos con un valor de 0.73. Al comparar Agosto es casi igual, la diferencia es una centésima ($r_{pmax}=0.78$ y $r_{pu}=0.77$, en donde los calificativos max y u sólo son usados en este párrafo para diferenciar en la figura 5.16 entre eventos con magnitud de gastos máximos y unitaria). Los valores promedio de temporalidad dependen del número de eventos extremos presentes por mes (figura 5.16).

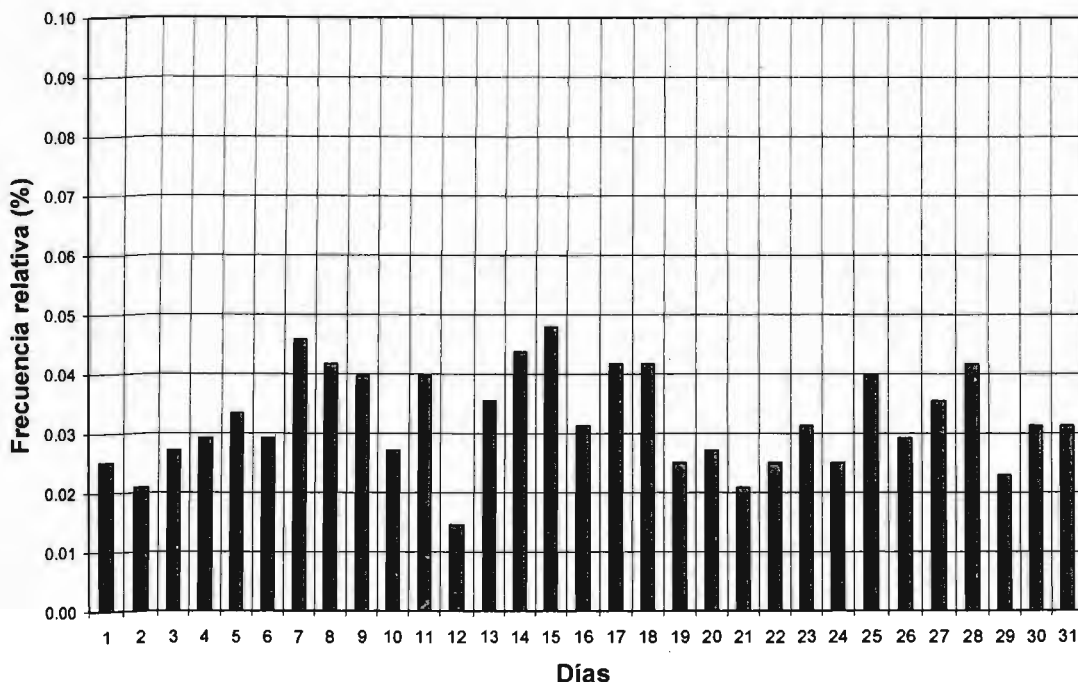
Figura 5.16. Comparación de eventos extremos y temporalidad mensual entre direcciones máximas y unitarias



Los resultados muestran que la frecuencia relativa diaria (figura 5.17) a lo largo del año (obtenidas con las direcciones máximas), se comporta diferente con respecto a la frecuencia relativa diaria obtenida por las direcciones unitarias, pero al igual se mantienen en el segundo tercio de la gráfica. El día 15 es el de mayor frecuencia

para todo el ciclo anual (direcciones máximas), aunque lo más seguro es que sea una coincidencia.

Figura 5.17. Histograma de la dirección máxima en días a lo largo del año



La base de datos de la dirección máxima presenta un valor máximo de 23 estaciones hidrométricas con eventos extremos que ocurren el día 15 de cada mes, un valor mínimo de siete estaciones hidrométricas con eventos extremos que ocurren el día 12 de cada mes y un valor promedio de la frecuencia de los eventos de 15.48, que es idéntico al promedio de la frecuencia presentada por las direcciones unitarias (descripción figura 5.5) (que en este caso no es más que el número de eventos extremos entre el número de días por mes =479/31).

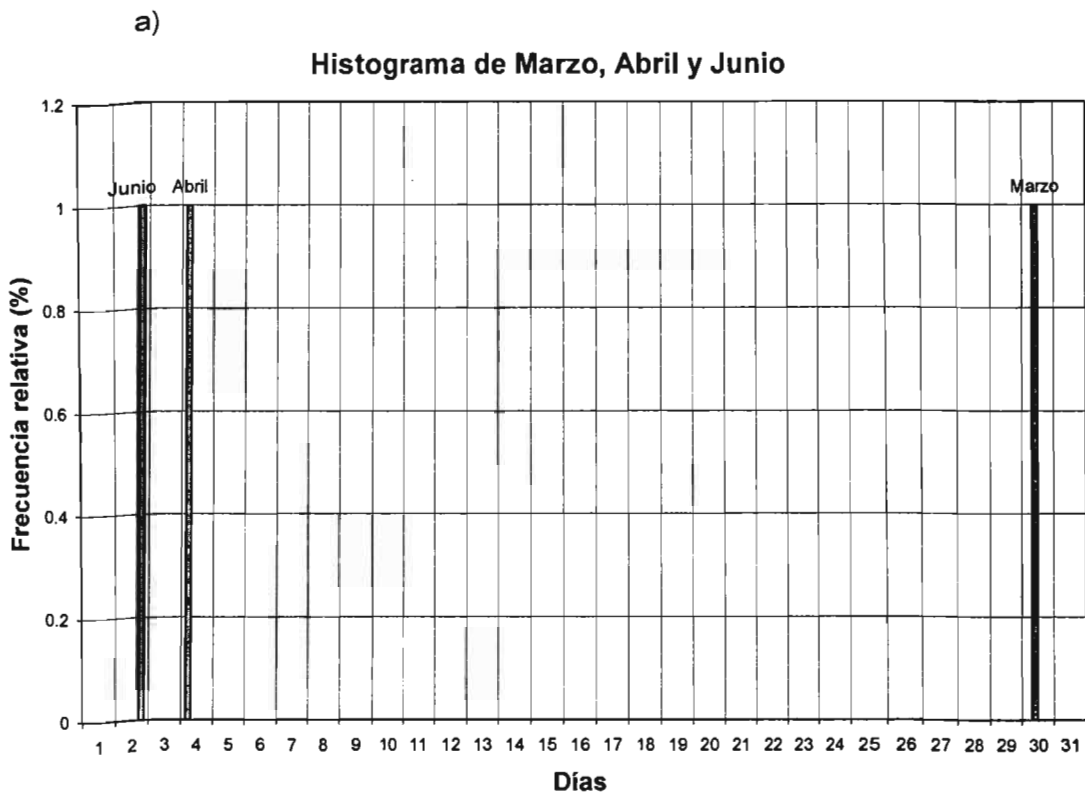
La frecuencia de las direcciones máximas se ajusta mejor a la distribución Normal con un nivel de confianza de 0.9112 y una desviación estándar de 3.99.

La frecuencia relativa se obtiene del número de eventos por día entre el número total de estaciones hidrométricas, por lo tanto si se quiere saber el número de estaciones

por día se debe multiplicar la frecuencia relativa representada en la Figura 5.15 por el número total de estaciones (479).

Las siguientes gráficas muestran la presencia de los eventos extremos de manera mensual con la finalidad de verificar el comportamiento de la ocurrencia dentro del ciclo anual. Los meses con menor frecuencia de eventos son Marzo, Abril y Junio (figura 5.16) cada uno de estos meses representa un solo evento para los días 30, 4 y 2 respectivamente.

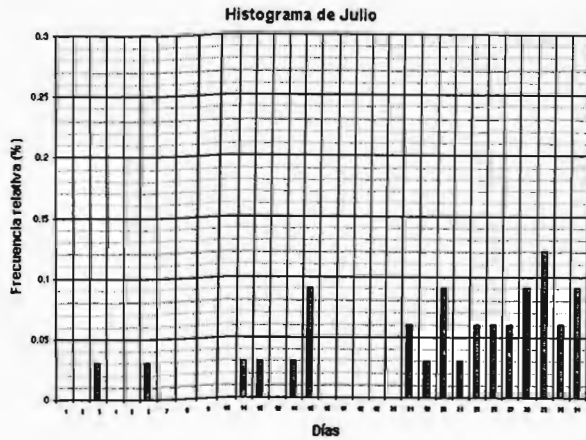
Figura 5.18. Histograma de las direcciones máximas diarias por mes (magnitud de gastos máximos)



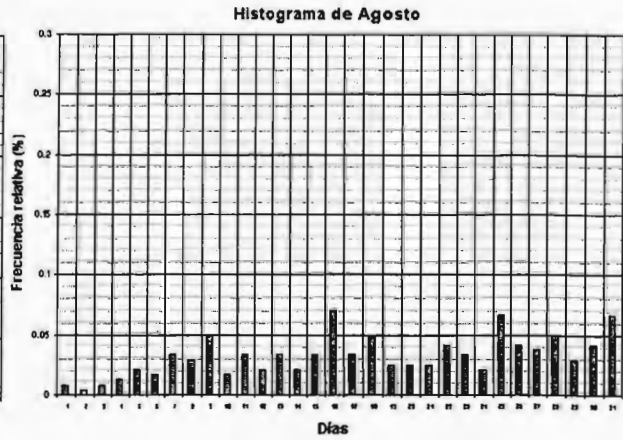
Es probable que el evento presente para Marzo se traslade a Abril ya se clasifica con una temporalidad media y se presenta al final del mes. El evento para Junio puede trasladarse a Mayo debido a la temporalidad baja. La menor cantidad de eventos extremos para estos meses señala que los posibles eventos se han trasladado a los meses de Julio a Noviembre. Con base en esto, los meses con mayor ocurrencia de eventos extremos se encuentran ubicados en estos cinco meses. Las gráficas

siguientes representan la frecuencia diaria por mes para facilitar la visualización de su comportamiento.

b)



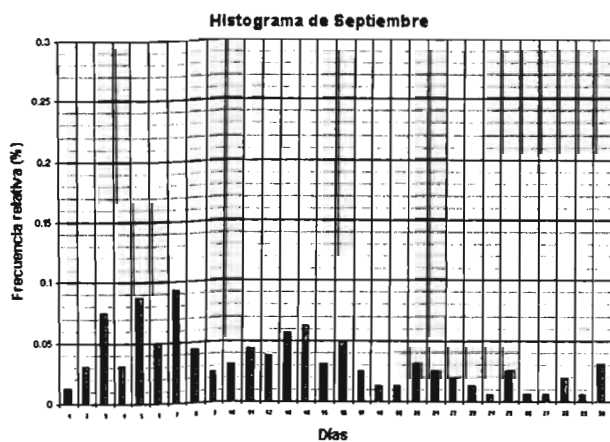
c)



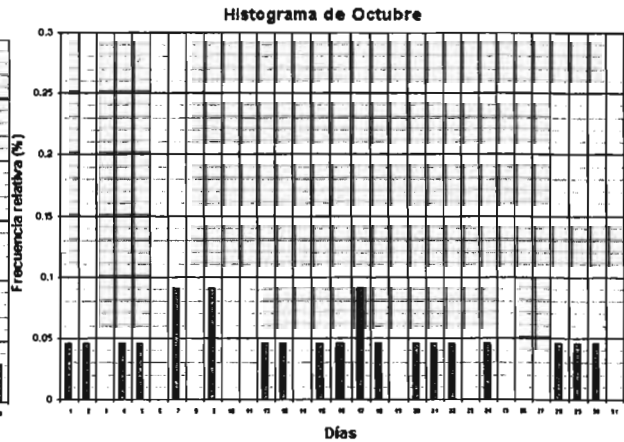
Julio presenta una tendencia creciente de los eventos extremos, es decir conforme avanza el tiempo, los eventos aumentan para acentuar la ocurrencia en los últimos días.

Agosto presenta una tendencia ligeramente creciente durante todo el mes.

d)



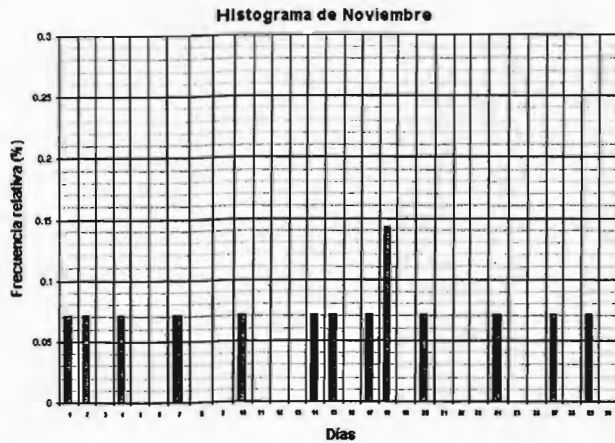
e)



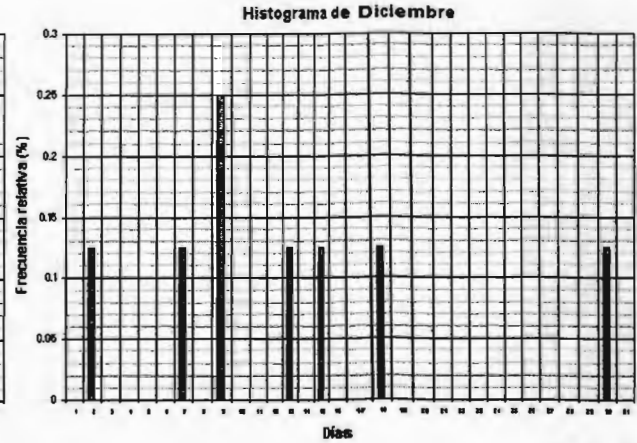
Tomando en cuenta que Septiembre es el mes con mayor ocurrencia de eventos para las direcciones máximas, éste presenta una tendencia decreciente. La mayor cantidad de eventos se ubica en los primeros días de este mes.

Octubre sigue con la tendencia decreciente y los eventos extremos comienzan desaparecer en presencia de un día a otro.

f)



g)



Noviembre presenta una tendencia uniforme en descenso con el paso del tiempo, en donde los eventos cada vez son más escasos.

En Diciembre los eventos casi desaparecen y se inicia nuevamente el ciclo anual con Enero que no presenta eventos extremos. En contraste con las direcciones unitarias, los eventos extremos en Diciembre para las direcciones máximas aumentaron a ocho.

Para los histogramas de frecuencia relativa por mes, es difícil identificar el número de eventos presentes para cada día del mes, por lo que se presenta la tabla 5.11 de frecuencias que permite identificar la frecuencia por mes y día.

Tabla 5.11. Frecuencia de ocurrencia diaria por mes de los vectores resultantes máximos

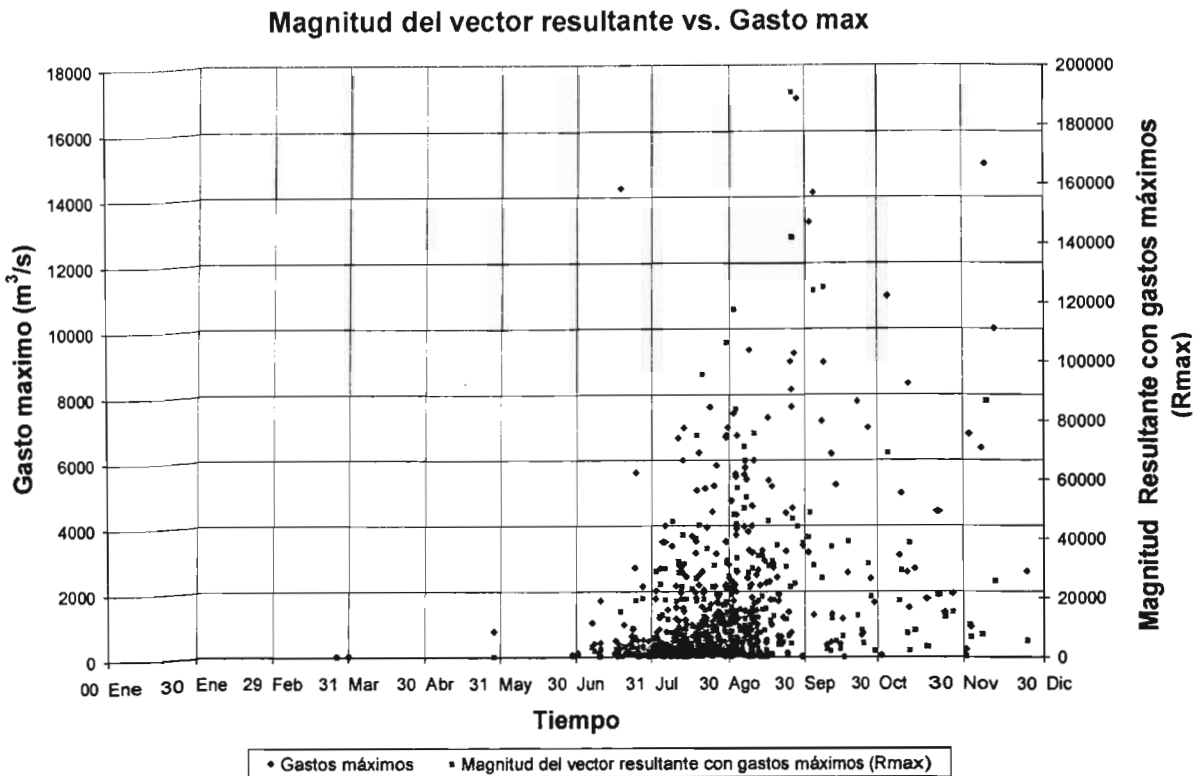
Frecuencias Mensuales													Σ
Día	Ene	Feb	Mar	Abr	may	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1								2	2	1	1		6
2						1		1	5	1	1	1	10
3							1	2	12				15
4				1				3	5	1	1		11
5								5	14	1			20
6							1	4	8				13
7								8	15	2	1	1	27
8								7	7				14
9								12	4	2		2	20
10								4	5		1		10
11							1	8	7				16
12							1	5	6	1			13
13								6	9	1		1	19
14							1	5	10		1		17
15							3	8	5	1	1	1	19
16								17	8	1			26
17								6	4	2	1		15
18								12	2	1	2	1	18
19								6	2				8
20								6	5	1	1		13
21							2	6	4	1			13
22							1	10	3	1			15
23							3	8	2				13
24							1	5	1	1	1		9
25							2	16	4				22
26							2	10	1				13
27							2	9	1		1		13
28							3	12	3	1			19
29							4	7	1	1	1		14
30			1				2	10	5	1		1	20
31							3	16					19
Σ	0	0	1	1	0	1	33	240	160	22	14	8	

La tabla anterior muestra los eventos extremos por día de mes denominados como la frecuencia mensual y los eventos totales por mes que es la sumatoria, ubicada en la última fila de la tabla.

La temporalidad y fecha de ocurrencia se pueden reflejar físicamente sobre la república mexicana. Este es uno de los pasos importantes para caracterizar la república y establecer la distribución geográfica de la temporalidad de inundación y tiempo de ocurrencia por zonas.

Los eventos obtenidos de la vectorización con gastos máximos (direcciones y magnitudes máximas) proporcionan un comportamiento de dispersión que resulta interesante comparar con la magnitud de los gastos máximos históricos. Es decir, al graficar los gastos máximos históricos sobre la gráfica de la vectorización realizada con gastos máximos se puede observar la relación entre los gastos máximos históricos y la magnitud (R_{max}) del vector resultante (figura 5.19).

Figura 5.19. Comportamiento del Q_{max} y R-max con respecto al tiempo



La suma vectorial hecha a partir de los gastos máximos permite sumar los eventos extremos para cada estación hidrométrica proporcionando una magnitud acumulada de los eventos pero con una dirección promedio.

La gráfica muestra que 339 eventos de gasto máximo histórico se localizan por debajo de los $1500 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que Rmax concentra 408 eventos por debajo de los $20,000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Al graficar la dirección máxima contra la longitud de registro (en años) se puede ver que el comportamiento de la dirección máxima (θ_{max}) muestra una mayor tendencia para Agosto y Septiembre como ya se comentó anteriormente. La finalidad de obtener una vectorización en donde se tome en cuenta la magnitud de los gastos máximos históricos ayuda a reconocer una característica particular de cada estación hidrométrica.

La nueva característica ayuda a determinar zonas geográficas y distribuir en cada una la ocurrencia mensual de los eventos y la variación temporal.

Los resultados obtenidos de la vectorización de gastos máximos y unitarios son muy similares (tabla 5.12). La diferencia entre las direcciones de los vectores resultantes (magnitud de gastos máximos y unitarios) se interpreta como el traslado mensual de los eventos.

Tabla 5.11. Ocurrencia de eventos extremos obtenidos por "Qmax v.s. Qunit"

Mes	Ocurrencia Qmax	Ocurrencia Qunit
Enero	1	
Febrero		
Marzo	2	1
Abril	2	1
Mayo		
Junio	4	1
Julio	29	33
Agosto	277	240
Septiembre	131	160
Octubre	24	22
Noviembre	9	14
Diciembre	1	8

La característica impuesta a cada estación hidrométrica por la vectorización con gastos máximos es una forma de identificar zonas con similitudes hidrológicas que se ha venido perfeccionando desde 1880 con Rayleigh (estudió la distribución de la longitud del vector resultante) hasta nuestros tiempo con von Mises (1918), R. A. Fisher (1953), Greenwood y Durand (1955), Eagleson (1972), Black (1992 y 1997), Burn (1997) y Cunderlik y Burn (2002) buscan identificar zonas con similitudes hidrológicas a partir del análisis circular.

Haciendo énfasis en la importancia del gasto máximo, en adelante, se tomará la dirección y longitud máxima (obtenidos por medio de la vectorización con gastos máximos) como parte de las variables que caracterizan a cada estación hidrométrica. El objetivo es identificar zonas que permitan caracterizar la ocurrencia de los eventos.

5.1.3. Aplicación del método de los índices de proximidad

5.1.3.1. Identificación de zonas homogéneas

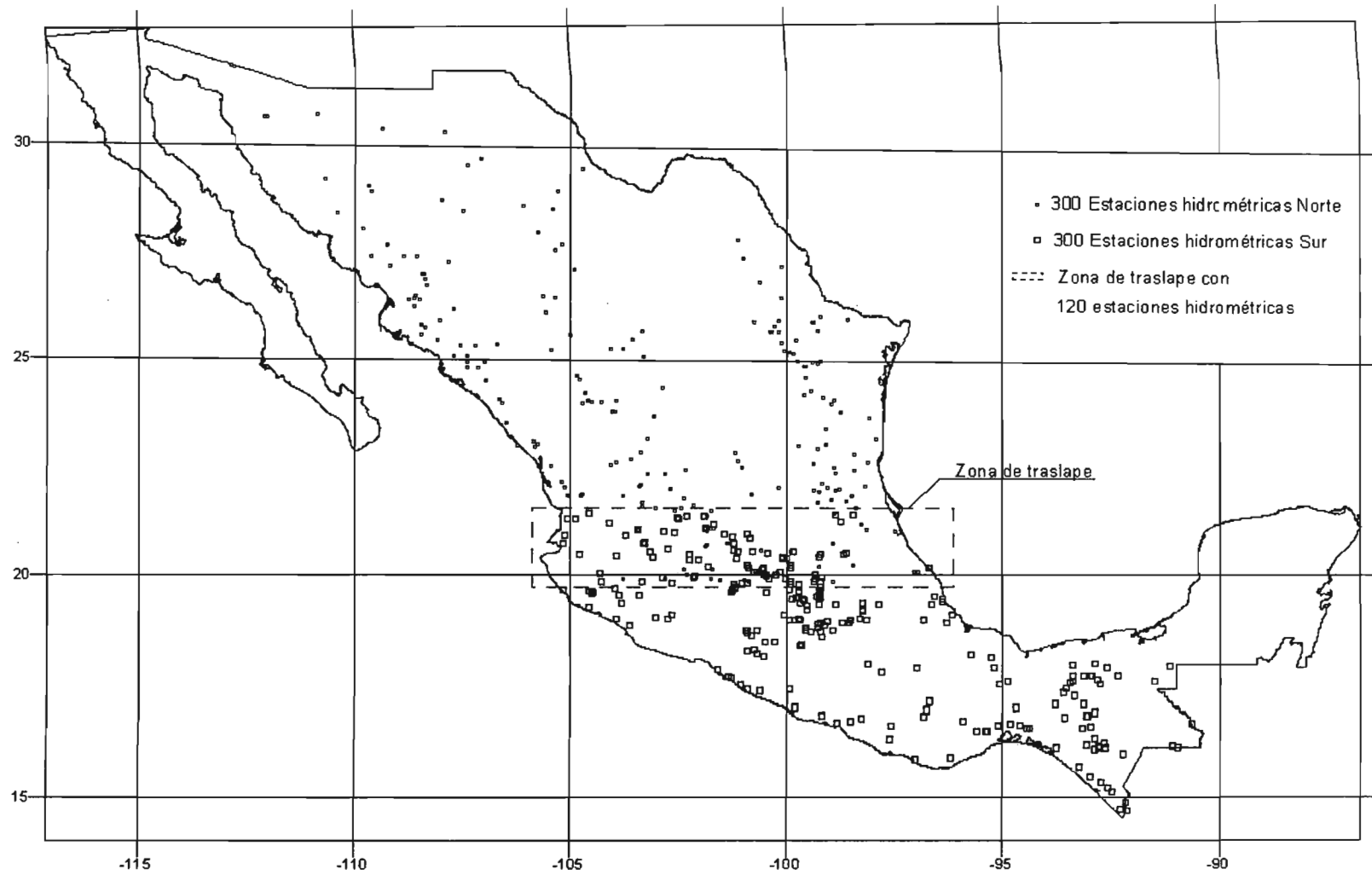
La agrupación de las regiones sobre la república mexicana se lleva a cabo utilizando como índice de proximidad la distancia Euclidiana y como regla de agregación, el algoritmo de Ward (Smithers y Schulze, 2001). Los grupos se obtienen por medio del análisis de clasificación jerárquica (CJA, por sus siglas en inglés) que trabaja por medio de dendogramas (Hayward y Clarke, 1996). Esta clasificación se puede hacer con ayuda del software Statistic, que toma en cuenta las seis características propias de cada estación hidrométrica (tabla 5.13) para caracterizar a cada una de las cuencas.

Tabla 5.12. Variables características de cada estación hidrométrica

1.	Área de la cuenca		(km ²)
2.	Gasto máximo registrado		(m ³ /s)
3.	Longitud		(° ' '')
4.	Latitud		(° ' '')
5.	Magnitud Resultante	R	(m ³ /s)
6.	Angulo Resultante	θ	(°)

Se escogieron estas variables para describir la temporalidad de los gastos máximos de 479 estaciones hidrométricas, con las cuales se pretende establecer zonas con un comportamiento temporal de gastos máximos semejante para la República Mexicana con ayuda del análisis de clasificación jerárquica (CJA). Con estas variables y las estaciones que se denominarán como observaciones (dentro del programa Statistics), se calculan los dendogramas. Una limitante del software utilizado es que sólo admite una base de datos para 300 observaciones, esto muestra que se tiene un excedente de 180 estaciones. Tomando en cuenta esto se generan dos bases de datos con 300 estaciones hidrométricas (observaciones), separadas con respecto a la latitud, generando así un mapa con un grupo Norte y un grupo Sur, entre estos dos grupos, se encuentran 120 estaciones de traslape (Figura 5.20)

Figura 5.20. Grupos Norte, Sur y traslape



Este traslape liga 120 estaciones del centro de la república con el norte o sur. La decisión del cómo se encuentran distribuidos los grupos Norte, Sur y el traslape (que estaciones pertenecen al grupo Norte o Sur) depende de los resultados obtenidos en los dendogramas.

Los índices de proximidad ayudan a identificar distancias entre elementos, con las cuales se obtienen grupos o regiones homogéneas utilizando la regla de agregación del método de Ward. El análisis de clasificación jerárquica ascendente permite representar los resultados de dicha clasificación en forma gráfica (dendogramas). Este procedimiento divide zonas para crear una distribución geográfica homogénea.

Al someter al grupo Norte y Sur al análisis de clasificación jerárquica los dendogramas que se obtienen a primera vista resultan ser muy densos, lo más recomendable es generar sólo dos grupos resultantes para cada dendograma (Figura 5.21 y Figura 5.22).

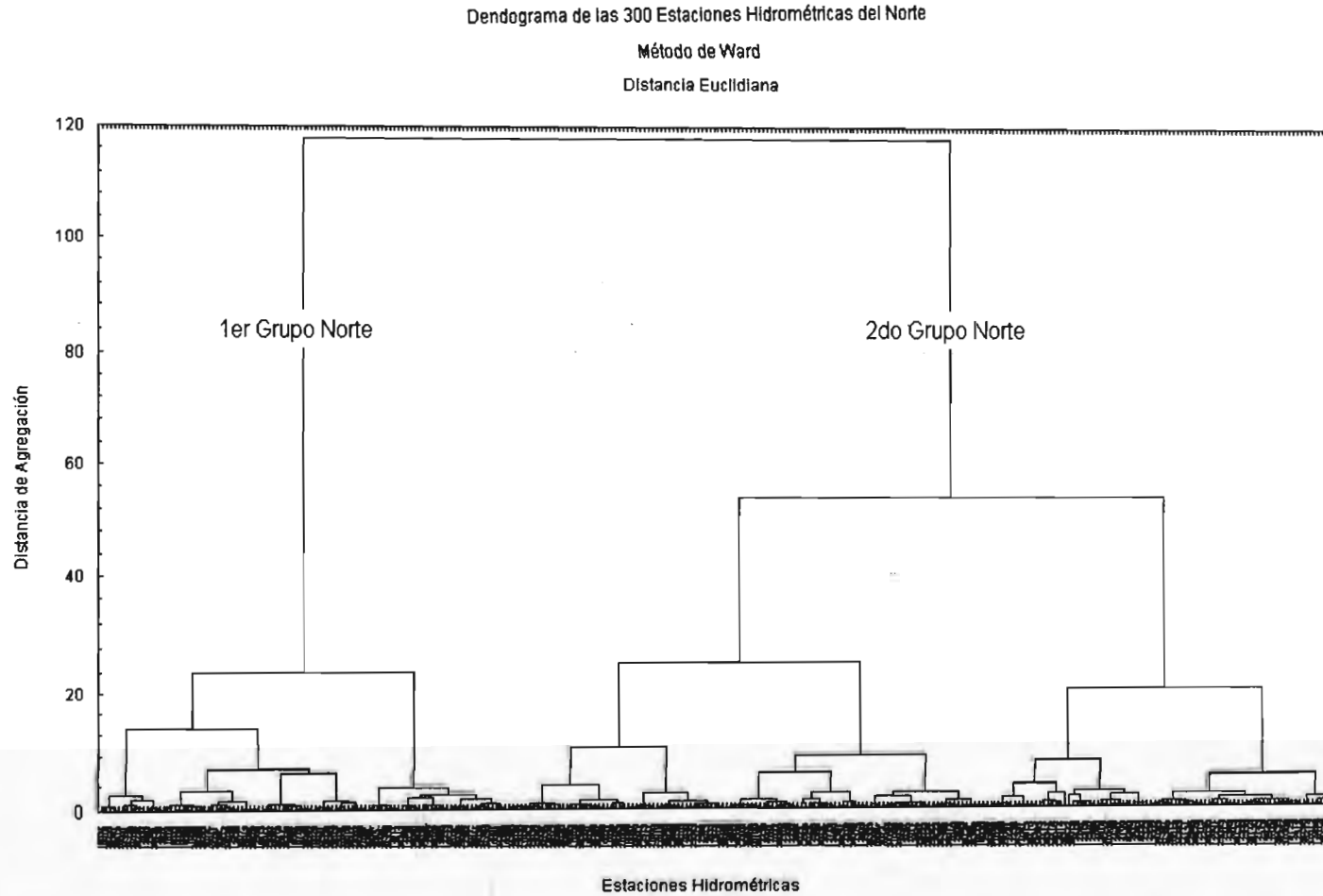
Los grupos que presentan los dendogramas son tan grandes o pequeños como lo requiera el sentido objetivo de quien toma la decisión. El dendograma del grupo Norte presenta un grupo a una distancia de agregación de ciento veinte, la distancia de sesenta proporciona dos grupos, mientras que la de cuarenta proporciona tres.

El comportamiento del grupo Sur presenta un grupo a una distancia de agregación de ciento cuarenta, una distancia de sesenta presenta dos grupos, mientras que la distancia de cuarenta proporciona tres grupos. Los dos dendogramas presentaron coincidentemente las mismas distancias de agregación para representar dos y tres grupos.

Conforme la distancia disminuye dentro del dendograma, el número de grupos aumenta hasta que el dendograma representa a cada una de las observaciones (estaciones hidrométricas) como un grupo muy específico que no está relacionado con las demás observaciones.

Figura 5.21. Dendograma del grupo Norte

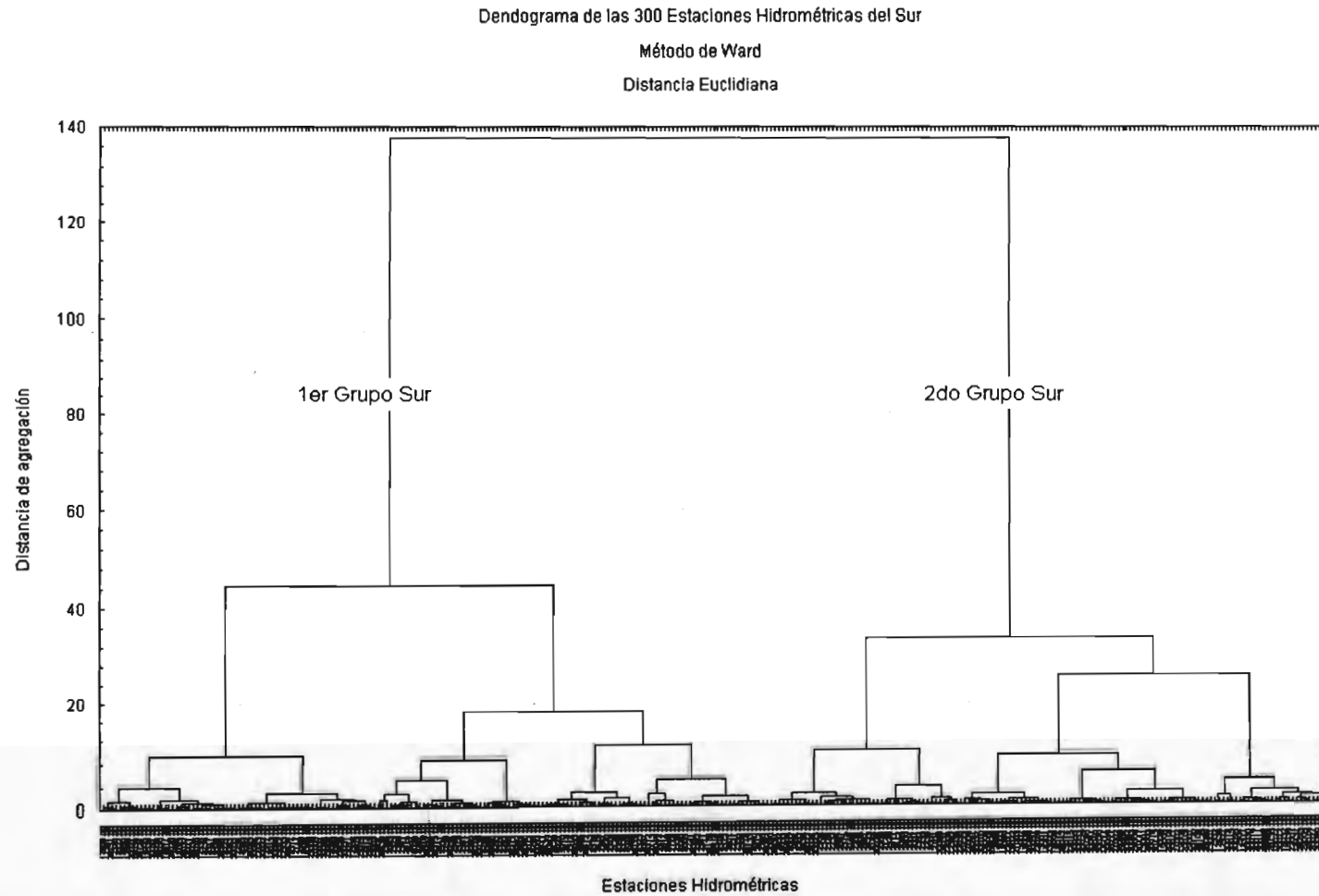
a)



El dendograma Norte está compuesto por 99 estaciones hidrométricas para el primer grupo Norte y 201 estaciones hidrométricas componen el segundo grupo Norte

Figura 5.22. Dendograma del grupo Sur

b)



El dendograma Sur presenta para el primer grupo Sur 163 estaciones hidrométricas y el segundo grupo Sur está compuesto por 137 estaciones hidrométricas de un total de 300

Con la finalidad de eliminar las estaciones duplicadas por el traslape se sobreponen los dos grupos Norte con los dos grupos Sur y se eligen los elementos que interconectan mejor a uno de los grupos Norte con uno de los grupos Sur. Puede verse como el grupo Norte 1 se traslapa exactamente con el Sur 3 (Figura 5.23 a) y como el grupo Norte 2 se traslapa exactamente con el grupo Sur 4 (Figura 5.23 b). Esto da como resultado dos grupos del traslape.

Al tener las estaciones del traslape que ligan al Norte con el Sur, es difícil diferenciar a cual de los cuatro grupos pertenece cada estación, por lo que se lleva a cabo el análisis de clasificación jerárquica (para los dos grupos del traslape). Con los dendogramas obtenidos se puede diferenciar a cada una de las estaciones del traslape sobre uno de los dos grupos Norte o Sur.

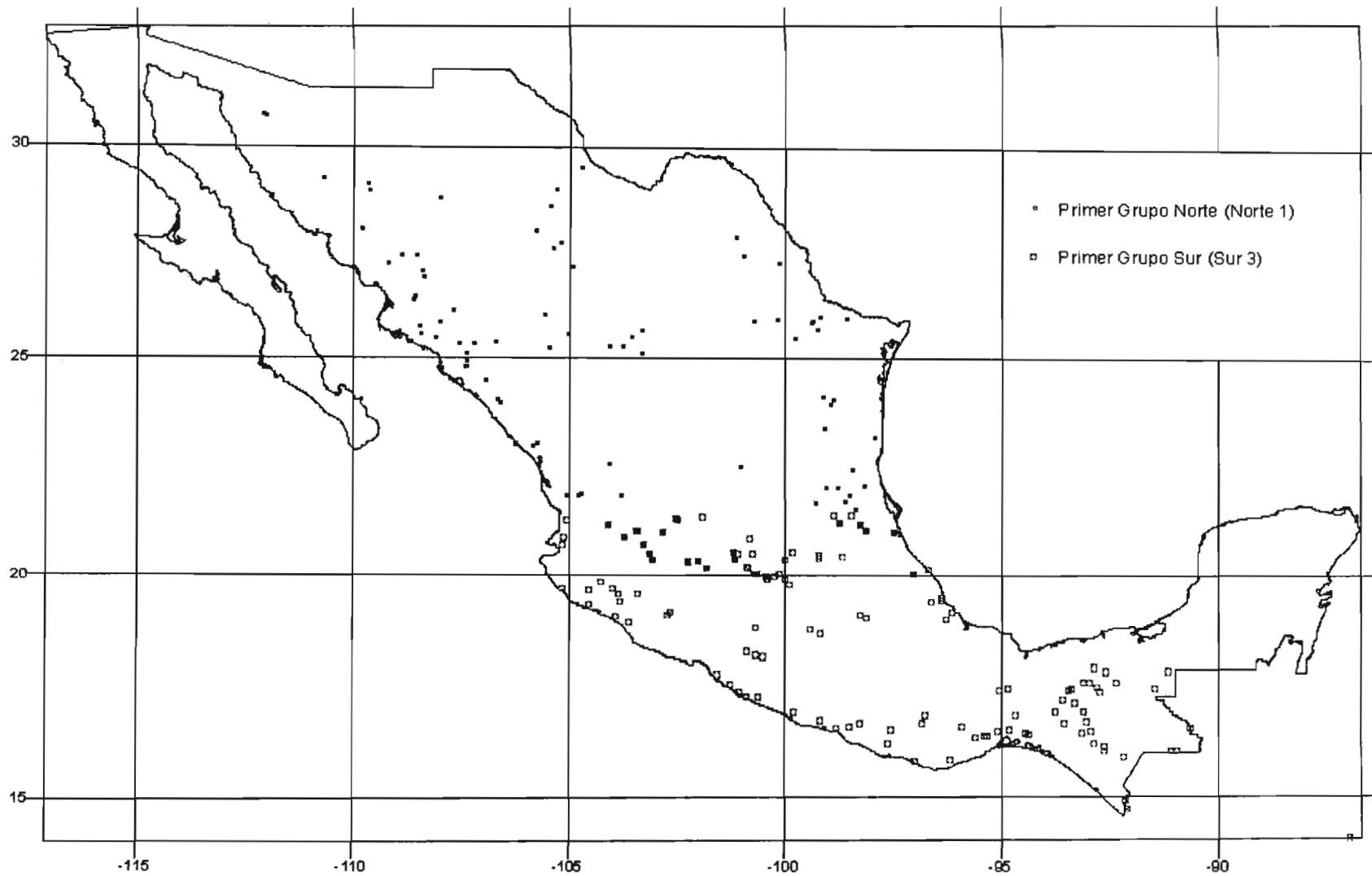
Entonces los grupos Norte y Sur se conformarán de la siguiente manera:

El grupo Norte está compuesto por 81 estaciones hidrométricas para el primer grupo norte (Norte 1) y 131 estaciones hidrométricas para el segundo grupo norte (Norte 2).

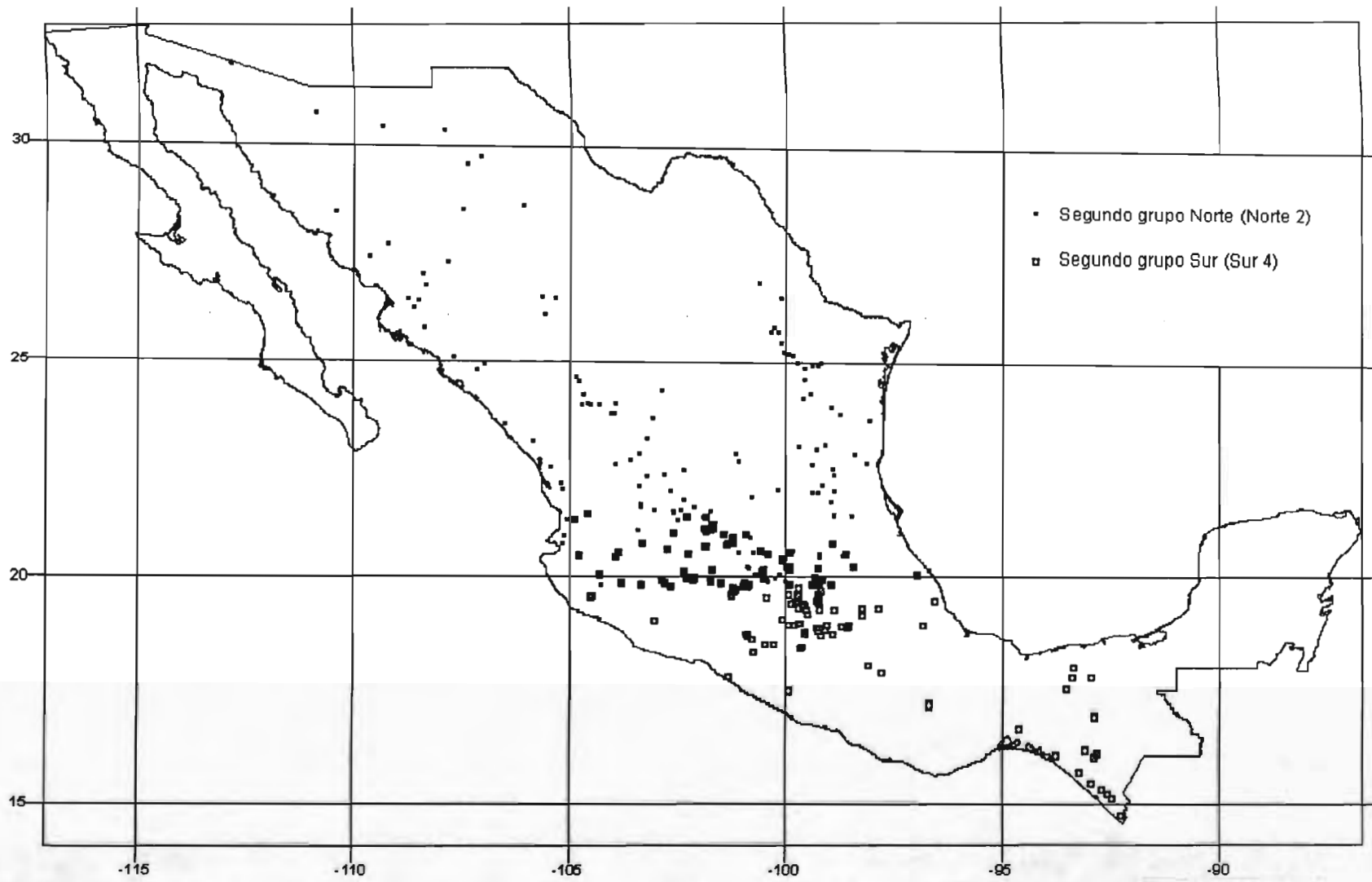
El grupo Sur está compuesto por 141 estaciones hidrométricas para el primer grupo Sur (Sur 3) y 127 estaciones hidrométricas para el segundo grupo Sur (Sur 4)

Figura 5.23. Mapa s de la interconexión entre los grupos Norte y Sur

a) Interconexión del traslape entre los grupos Norte 1 y Sur 3



b) Interconexión del traslape entre los grupos Norte 2 y Sur 4



De acuerdo con los dendogramas, podemos definir cuatro zonas representativas sobre la república mexicana que forman grupos homogéneos caracterizados con las seis variables mostradas en la Tabla 5.12.

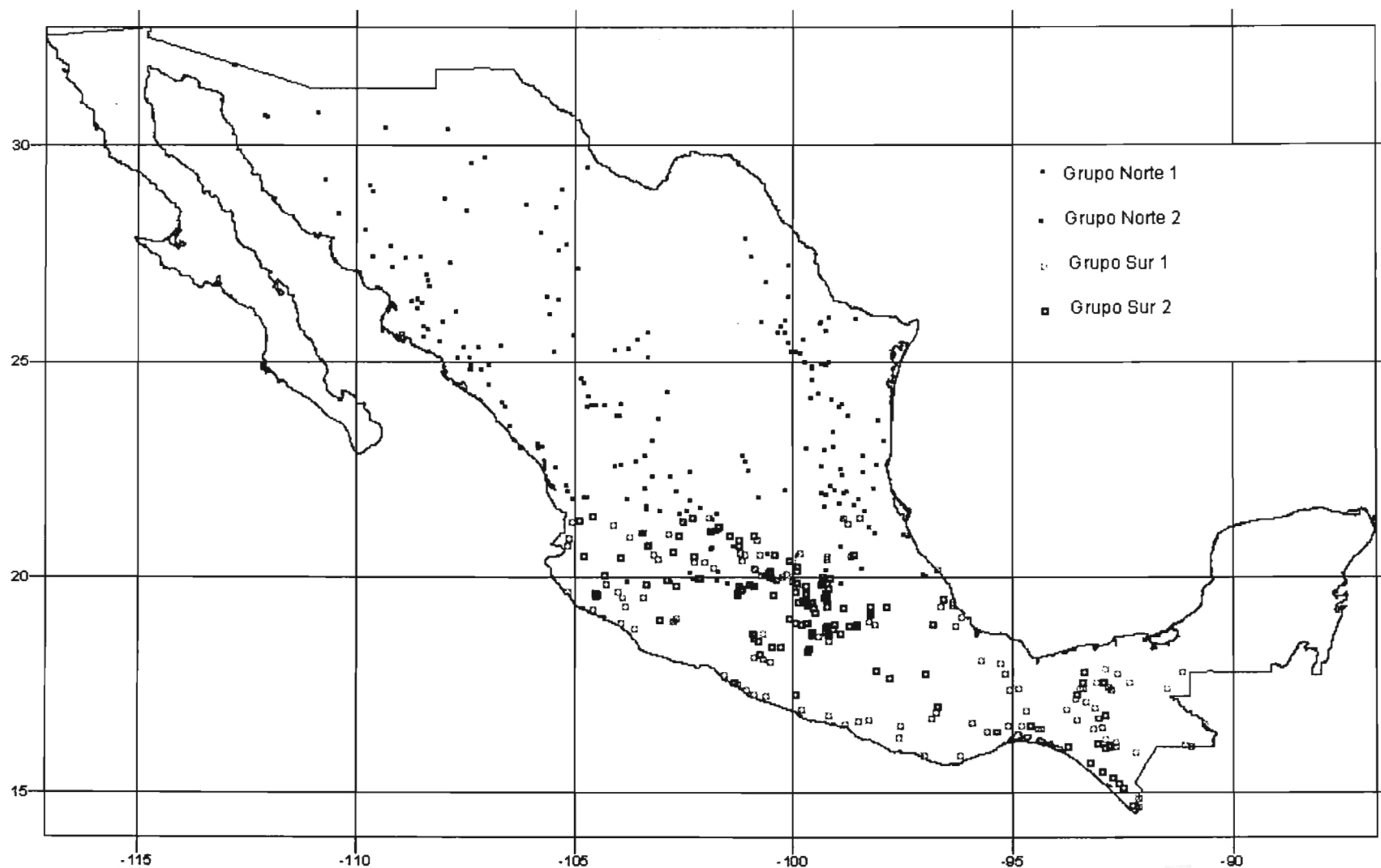
En la Figura 5.24 se puede apreciar que la interpretación de los resultados obtenidos proporciona cuatro zonas de diferente temporalidad de los gastos máximos. La parte centro de la república se encuentra zonificada por los grupos Norte 2 y Sur 2, mientras que las áreas de la costa y los límites fronterizos (Figura 5.24) son ocupados por los grupos Norte 1 y Sur 1. La ocurrencia mensual (obtenida con la vectorización de gastos máximos) de los eventos extremos para cada una de estas zonas se muestra en la Tabla 5.13.

Tabla 5.13. Ocurrencia mensual por zonas (de CJA)

Mes	Norte 1	Sur 1	Norte 2	Sur 2	Σ
Marzo				1	1
Abril			1		1
Junio			1		1
Julio	3	2	12	15	32
Agosto	24	50	77	89	240
Septiembre	32	63	36	29	160
Octubre	6	9	2	5	22
Noviembre	9	3	2		14
Diciembre	6		1	1	8
Σ	80	127	132	140	479

Como se puede notar, la ocurrencia mensual se acentúa para Agosto en la zona centro y frontera norte y Septiembre en el norte de Sonora, Chiapas, Campeche y Tabasco, además del Golfo de México y del Golfo de California.

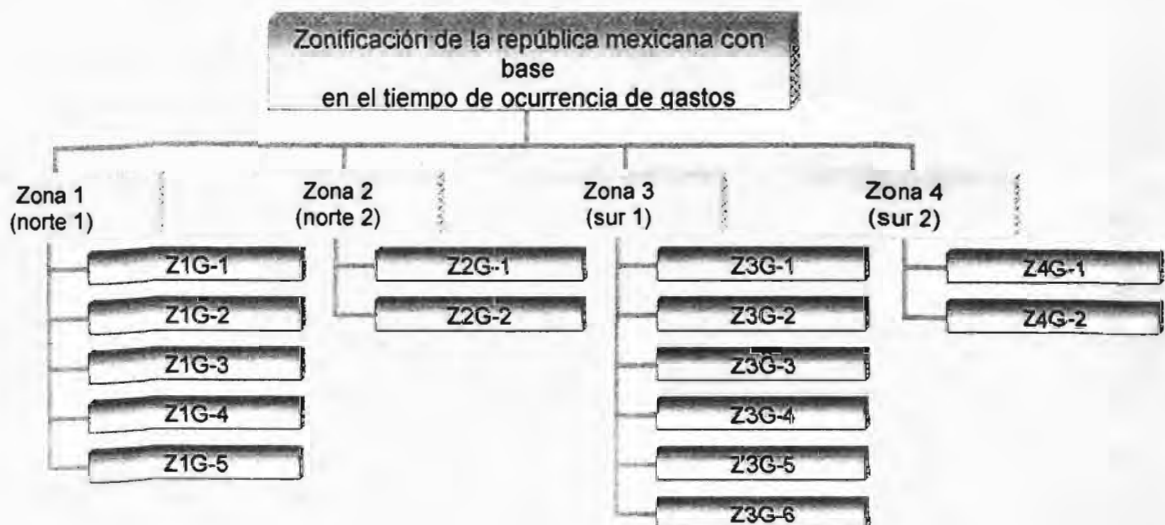
Figura 5.24. Mapa con la representación de los cuatro grupos (2 Norte y 2 Sur)



Recordando que la interpretación de los resultados obtenidos genera cuatro zonas geográficas que presentan diferentes características de ocurrencia mensual y variabilidad temporal ($0 < r < 1$). La delimitación de las zonas se hace también tomando en cuenta los límites de las 37 regiones hidrológicas de la CNA.

Al delimitar las zonas geográficas, existen 14 estaciones hidrométricas de diferentes grupos que interfieren con la agrupación geográfica de las zonas. Estas estaciones hidrométricas son sometidas a la revisión de cada una de sus variables con respecto a las variables de las estaciones que le rodean (las de su mismo grupo y las del grupo al que interfieren). Las estaciones que interfieren entre estaciones del mismo grupo son cambiadas de grupo sólo cuando el comportamiento de sus variables es similar al grupo que están interfiriendo.

Una vez que se han cambiado las estaciones hidrométricas, en el siguiente organigrama se muestra la distribución de las cuatro zonas sobre la república mexicana.



El organigrama permite visualizar el número de grupos por zona y facilita su identificación en la Figura 5.25 para conocer sus límites.

Figura 5.25 Zonas geográficas de la distribución de eventos extremos



Zonificación de la república mexicana

Dentro de la zonificación de la república mexicana tenemos presentes cuatro zonas claramente definidas como Norte 1, Norte 2, Sur 1 y Sur 2 que presentan las siguientes características:

Zona 1 (norte 1), se encuentra dividida en cinco grupos:

Z1G-1: El primer grupo cubre las regiones hidrológicas (RH) 08, 09 y 10. Para este grupo las áreas de influencia se presentan entre 1018 km² a 66878 km².

Z1G-2: El segundo grupo ocupa las RH 24, 35 y 36. Para este grupo las áreas de influencia se presentan entre 3594 km² a 70933 km².

Z1G-3: El tercer grupo cubre una pequeña porción de la RH 11. Para este grupo las áreas de influencia se presentan entre 3535 km² a 5614 km².

Z1G-4: El cuarto grupo se encuentra ubicado entre las RH 12. Para este grupo las áreas de influencia se presentan entre 5796 km² a 122767 km².

Z1G-5: El quinto grupo abarca las RH 25, 26, 27 y 37. Para este grupo las áreas de influencia se presentan entre 5796 km² a 65577 km².

Zona 2 (norte 2), se encuentra dividida en dos grupos:

Z2G-1: El primer grupo abarcando toda la zona centro norte y se encuentra distribuida sobre las RH 8, 9, 10, 11, 12, 24, 25, 26, 27, 34, 36 y 37. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 12 km² a 18395 km².

Z2G-2: El segundo grupo es muy pequeño y abarca las RH 26 y 27. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 12 km² a 2876 km².

Zona 3 (sur 1), se encuentra dividida en seis grupos:

Z3G-1: El primero ubicado mayoritariamente sobre las costas del pacífico y las RH 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 28 y 29. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 264 km² y 17617 km².

Z3G-2: El segundo se encuentra en la frontera con Guatemala y ocupa parte de la RH 30 y 23. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 185 km² y 47697 km².

Z3G-3: El tercer grupo se localiza en Veracruz, es de pequeña extensión, sobre las RH 27 y 28. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 456 km² y 14037 km².

Z3G-4: El cuarto grupo se encuentra localizado al centro, tiene influencia sobre Querétaro, Pachuca y Michoacán, esta cubierto por las RH 12 y 26. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 217 km² y 84559 km².

Z3G-5: El quinto grupo se encuentra situado sobre parte de Michoacán, Guanajuato y Guadalajara, cubre la RH 12. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 217 km² y 84559 km².

Z3G-6: El Sexto grupo abarca parte de Guadalajara, Zacatecas y Nayarit, sobre la RH 12. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 217 km² y 84559 km².

Zona 4 (sur 2) se encuentra dividida en dos grupos:

Z4G-1: El primer grupo es muy pequeño y se encuentra en Guanajuato cubierto por la RH 12. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 35 km² y 2142 km².

Z4G-2: El segundo grupo, abarca los estados del centro de la república, además de Chiapas, Veracruz y Tabasco, cubriendo las RH 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 26, 28, 29, 30. Para este grupo, las áreas de influencia se presentan entre 17 km² y 6058 km².

La clasificación anterior presenta información general y define los rasgos de superficie y regiones hidrológicas, la siguiente tabla muestra las características correspondientes a los gastos máximos (menores y mayores) presentes para cada grupo, es decir para cada gasto se tiene su valor correspondiente de área, vector resultante y amplitud mensual que define a cada grupo.

Tabla 5.14. Características de los quince grupos que delimitan eventos extremos

Zona	Grupo	Menor Gasto máximo m ³ /s	Área Km ²	Vector resultante	Mayor Gasto máximo m ³ /s	Área Km ²	Vector resultante	Amplitud de los vectores resultantes
Norte 1	Z1G-1	1194	16570	3865	15000	26057	86769	Agosto a Diciembre
	Z1G-2	447	34759	2128	7610	30100	16260	Julio a Septiembre
	Z1G-3	7200	5614	26727	14140	4653	124185	Octubre
	Z1G-4	1409	5796	9067	6754	122767	31807	Agosto a Septiembre
	Z1G-5	1409	5796	9067	7300	65577	46253	Agosto a Septiembre
Norte 2	Z2G-1	4	1816	4582	2698	1790	6830	Abril, Junio a Diciembre
	Z2G-2	4	1816	4582	2644	661	34240	Julio a Septiembre, Noviembre
Sur 1	Z3G-1	329	3259	2164	17000	6835	44247	Agosto a Octubre
	Z3G-2	655	10138	9111	9350	2551	23701	Agosto a Noviembre
	Z3G-3	842	1924	13552	5082	14037	75201	Agosto a Octubre
	Z3G-4	244	6360	1569	6223	84559	44653	Julio a Septiembre
	Z3G-5	244	6360	1569	6223	84559	44653	Julio a Septiembre
	Z3G-6	244	6360	1569	6223	84559	44653	Julio a Septiembre
Sur 2	Z4G-1	3	406	20	576	479	2733	Marzo, Julio a Octubre
	Z4G-2	3	406	20	1528	6058	95713	Marzo, Julio a Octubre y Diciembre

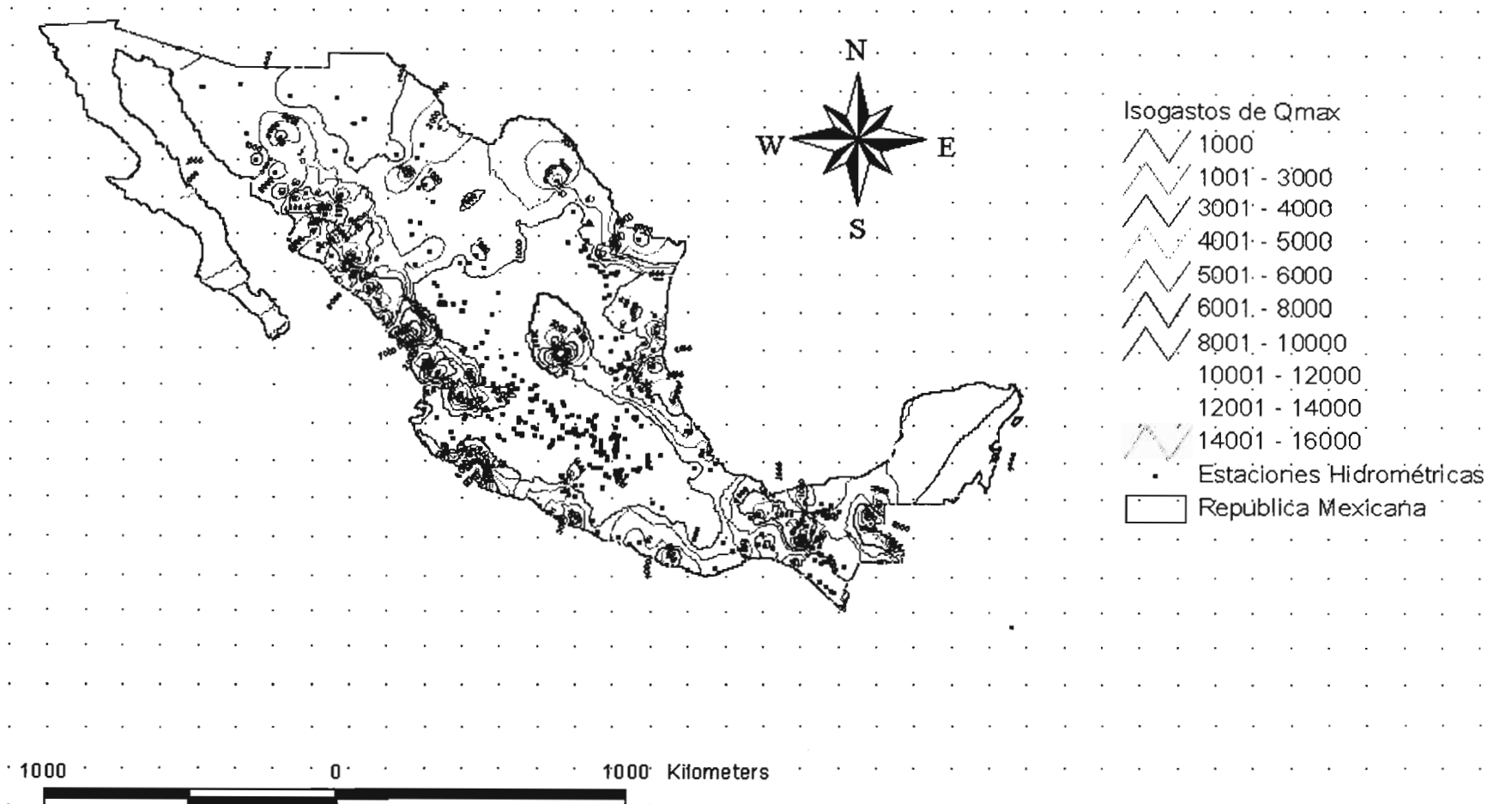
A continuación se muestra el comportamiento entre los gastos máximos presentes en la república y la distribución geográfica de eventos extremos obtenidos de la Clasificación Jerárquica con el método de índices de proximidad, que permiten observar similitudes en la presentación de eventos extremos.

Isolíneas de gastos máximos. A simple vista, estudiando el comportamiento del mapa (Figura 5.26) podemos observar la república mexicana que se divide en dos grandes zonas muy bien definidas.

- La primera zona tiene la presencia de gastos máximos menores a $1000 \text{ m}^3/\text{s}$: Se encuentra ubicada en el centro, la frontera noroeste colindando con Nuevo México y parte de Arizona y la frontera sureste colindando con Guatemala.
- La segunda zona agrupa la presencia de gastos máximos menores a $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ y mayores a $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, está compuesta por cinco grupos: un primer grupo se encuentra ubicado en la frontera noreste colindando con Texas e iniciando a la altura del río Conchos y terminando en Tamaulipas; el segundo grupo se encuentra ubicado en la frontera noroeste en las costas de México, iniciando en Sonora a la altura del río Yaqui, tomando parte de Chihuahua, Sonora, Durango, Nayarit y el norte de Jalisco; el tercer grupo, ubicado al suroeste ocupa las costas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca; el cuarto grupo, ubicado al sureste ocupa parte de Campeche, Tabasco y Chiapas; el quinto grupo, ubicado en el sureste colindando con el golfo de México, ocupa parte de Tamaulipas y Veracruz.

La presencia de gastos máximos mayores de $4000 \text{ m}^3/\text{s}$, se presenta en forma concéntrica a partir de la segunda zona que define los gastos entre $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ y $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, la presencia de gastos máximos llega hasta $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ para la mayoría de los casos y solo para Michoacán, Nayarit, Sinaloa, y la parte sureste de San Luis Potosí se registran gastos máximos mayores a $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ hasta $16000 \text{ m}^3/\text{s}$ en.

Figura 5.26. Isolíneas de gastos máximos

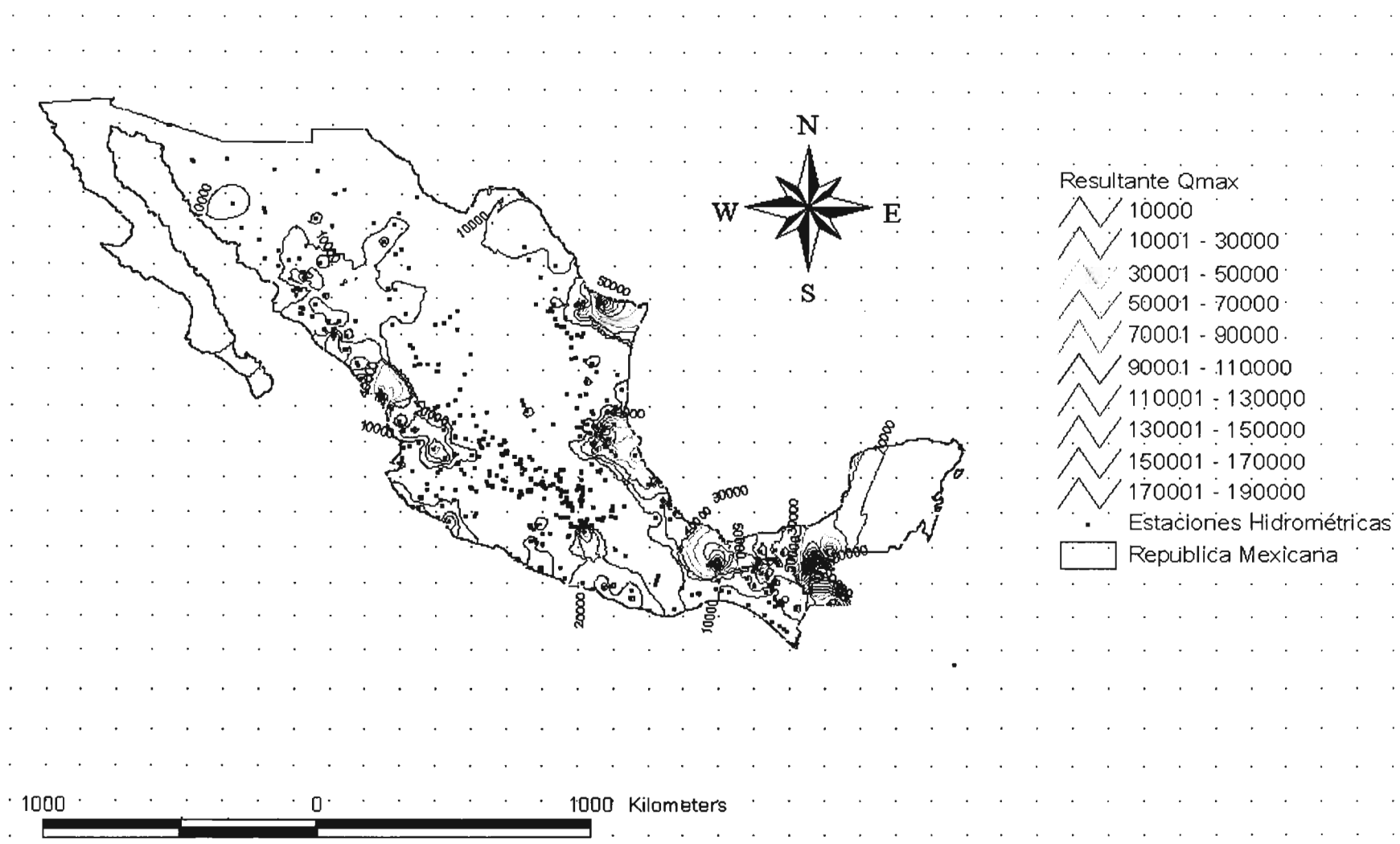


Isolíneas de las magnitudes de los vectores resultantes (gastos máximos). En el mapa (Figura 5.27) se pueden apreciar dos zonas:

- La primer zona agrupa la presencia de vectores resultantes menores a $5000 \text{ m}^3/\text{s}$, ocupa extensiones y ubicaciones de forma similar a las zonas localizadas por las Isolíneas de gastos menores a $1000 \text{ m}^3/\text{s}$.
- La segunda zona agrupa vectores resultantes entre $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ y $20,000 \text{ m}^3/\text{s}$, comparadas satisfactoriamente con los cinco grupos de Isolíneas de gastos máximos entre $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ y $3000 \text{ m}^3/\text{s}$.

La delimitación de grupos con vectores resultantes (gastos máximos) mayores a $20,000 \text{ m}^3/\text{s}$ se presentan concéntricamente a partir de las isolíneas de vectores resultantes de $20,000 \text{ m}^3/\text{s}$. Los grupos que presentan vectores resultantes entre $50,000 \text{ m}^3/\text{s}$ y $135,000 \text{ m}^3/\text{s}$ se encuentran en la mayoría de los casos, sólo para una región que se encuentra en Chiapas y una pequeña porción de Tabasco presenta vectores resultantes entre $135000 \text{ m}^3/\text{s}$ y $190000 \text{ m}^3/\text{s}$.

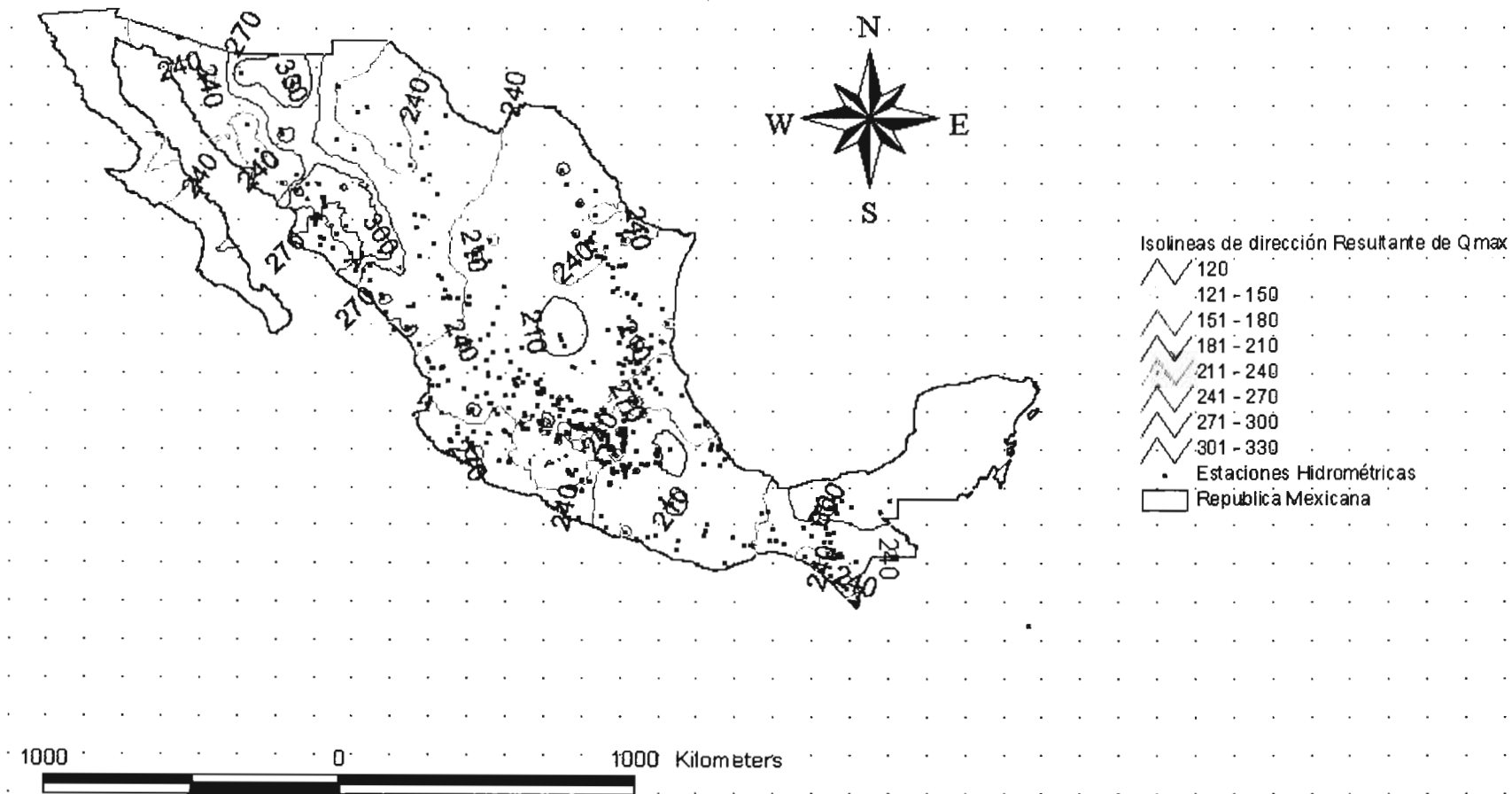
Figura 5.27. Isolíneas de la magnitudes de los vectores resultantes (gastos máximos)



Isolíneas de las direcciones resultantes (gastos máximos). Esta distribución mensual se presenta a partir de los meses de Abril a Octubre (Figura 5.28):

- Junio y Julio: Se presenta para el centro de la república mexicana con mayor presencia de julio, disminuyendo hacia el noreste.
- Agosto: Ocupa más de la mitad de la superficie de la república, se presenta para las costas del Golfo, el Pacífico y el centro de la república; al noroeste abarca Sonora y Sinaloa, también se presenta para Chihuahua; al noreste tenemos a Tamaulipas y más al oeste a Nuevo León con muy poca extensión.
- Septiembre se ubica solo en dos zonas: la primera al noroeste abarcando Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora; la segunda al sureste abarcando Chiapas, Tabasco y Veracruz.
- Octubre se presenta concéntricamente solo dentro de la presencia de Septiembre para Chiapas, Sonora, Chihuahua y parte de Durango.

Figura 5.28. Isolíneas de las direcciones resultantes (gastos máximos)



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los desastres naturales son alteraciones intensas que sobrepasan la capacidad de respuesta de la comunidad afectada, atraen la atención de diversos investigadores y políticos ya que son productores de cuantiosas pérdidas. El reto en este campo es desarrollar investigación, reflexionar y poner en marcha medidas de mitigación que permitan sobre todo prevenir.

El impacto de los desastres naturales se ha incrementado significativamente en los últimos años en términos del número de catástrofes, víctimas y magnitud de los daños causados, con profundas consecuencias sociales y severas alteraciones al desarrollo económico.

En miras de contribuir a la prevención de los desastres naturales producidos por inundaciones, el trabajo realizado propone una zonificación de la ocurrencia temporal de gastos máximos anuales. Los gastos provienen de la base de datos histórica de estaciones hidrométricas para cauces no controlados sobre la república mexicana. Gracias a la utilización del análisis circular se manejan las fechas de ocurrencia y se definen los grados de temporalidad de los gastos máximos resultantes. De los

resultados se han obtenido mapas de la distribución espacial de temporalidades (con gastos unitarios) y la fecha de ocurrencia sobre la república mexicana (con gastos máximos y unitarios).

La utilidad de conocer la magnitud y distribución espacial de los gastos máximos provee información importante que puede ser utilizada para comprender los fenómenos hidrológicos.

Una de las aplicaciones que se tiene en el presente trabajo es establecer zonas en donde las variables de gastos máximos anuales, área de la cuenca, latitud, longitud, magnitud resultante y fecha de ocurrencia, presentan una interrelación entre los rangos mínimos y máximos de las variables. Se debe recordar que la variable de mayor peso para determinar el comportamiento hidrológico de las cuencas es el gasto máximo. Es importante destacar que la realización de este trabajo sobre cauces no controlados muestra el comportamiento en la ocurrencia de los gastos máximos producidos por cuencas vírgenes.

La información obtenida será de utilidad para verificar gastos máximos en cualquier punto del país, esto es de gran utilidad, además de que se presenta un mapa de gastos máximos anuales para estaciones sobre cauces no controlados.

RECOMENDACIONES

Realizar un estudio de esta índole, donde intervengan gastos de diseño obtenidos por medio del análisis de frecuencias. En dicho estudio se ajustarían los datos a la mejor distribución de probabilidad y se podrían establecer mapas basados en gastos para los diferentes periodos de retorno de 10000, 5000, 1000, 500, 100, 50, 20, 10 años.

Así mismo y con base en otros estudios similares encontrados en la literatura, sería recomendable realizar estudios de temporalidad estudios de temporalidad en

pequeñas regiones pero utilizando series parciales de datos, o bien utilizando gastos mensuales, lo que dará información acerca del comportamiento local del escurrimiento a lo largo del año.

Finalmente, con base en el análisis estadístico circular parece obvio el paso hacia un verdadero análisis probabilístico circular en el que se aplique los conceptos de las distribuciones circulares.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Acreman, M. C. y Sinclair, C. D., (1986); *Classification of drainage basins according to their physical characteristics, an application for flood frequency analysis in Scotland*; Journal of Hydrology, vol. 84; pp. 365-380.
- Acosta, G. A. (1990); *Modernización de la red hidroclimatológica de la República mexicana*; Subdirección General de Administración del Agua, CNA; Ingeniería Hidráulica en México (IHM)/número especial, octubre de 1990; 82-83 p.
- Adamowski, K. (1989); *A Monte Carlo comparison of parametric and non-parametric estimation of flood frequencies*; Journal of Hydrology, vol. 108; pp. 295-308.
- Adamowski, K., (2000); *Regional analysis of annual maximum and partial duration flood data by nonparametric and L-moment methods*; Journal of Hydrology, vol. 229 (3-4); pp. 219-231.
- Agencia de fotografía y editora, (2004); *Cuartoscuro S.A. de C. V.* [en línea]; México D. F., Juan Escutia 55, Col. Condesa, C.P. 06140; Pedro Valtierra (director); categoría de inundación [citado 10-Diciembre-2004]; disponible a través de: www.Cuartoscuro.com (México).
- Aparicio, M., (2001); *Fundamentos de Hidrología de Superficie*; Editorial Limusa; pp. 203-209.
- Archer, D. R., (1981a); *Seasonality of flooding and the assessment of seasonal floods risk*; Proc. Institute Civil Engineering 71(2); pp. 1023-1035.
- Archer, D. R., (1997); *Flood frequency analysis*; Editor R. Herschy; Encyclopedia of hydrology and Water Resources; Chapman and Hall; London.
- Arnold, K. J. ., (1941) ; *On Spherical Probability Distributions*; Ph. D. thesis Massachusetts Institute of technology; pp. 70, 230, 231, 236.
- BANDAS, (2000); *Banco nacional de datos de aguas superficiales*; México, D.F., Comisión Nacional del Agua; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

- Barbara, A. Tracy, (2001); *Directional characteristics of the 1990-1999 wave information studies gulf of México hindcast*; U.S. Army Engineer Research and Development Center; Coastal and Hydraulics Laboratory, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.; pp. 1-10.
- Batschelet, E., (1981); *Circular Statistics in Biology*, Academic Press; London; pp. 7-15, 49-71.
- Bayliss, A. C. and Jones, R. C., (1993); *Peaks-over-threshold flood database: Summary Statistics and seasonality*; Institute of hydrology, Report No. 121; Wallingford, UK; 61 p.
- Beniger, J. R. and Robyn, D. L., (1978); *Quantitative Graphics in Statistics*; A brief history. Am. Statist; 32,100,102p.
- Benson, M. A., (1982); *Factors influencing the occurrence of floods in a humid region of diverse terrain*, USGS; Water Supply Paper, No. 1580-B.
- Berger, K. P. and Entekhabi, D., (2001); *Basin hydrologic response relations to distributed physiographic descriptors and climate*; Journal of Hydrology, vol. 247 (3-4); pp. 169-182.
- Beran, M. A., M. Becker A. and Bonacci, O., (1990); *Regionalization in Hydrology* ; International Association of Hydrological Sciences.
- Beyer, J. L., (1974); *Global summary of human response to natural hazards: floods*; In HITHE, G.F. Natural hazards; Oxford University Press; pp. 265-274.
- Bhaskar, N. R. and O'Connor, C. A., (1989); *Comparison of method of residuals and cluster analysis for flood regionalization*; ASCE J. Water Resource Plan. Manage; 115(6); pp. 793-808.
- Bitrán B. D., Acosta, C. L., Eslava, M. H., Gutiérrez, M. C., Salas, S. M., Vázquez, C. M. T, (2002); CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres; *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república Mexicana en el año 2001*; Serie: Impacto socioeconómico de los desastres en México; Noviembre 2002; 41p.
- Black, A. R., (1992); *Seasonality of flooding in Scottish rivers*; PhD thesis, University of St Andrews, UK, 463 pp.
- Black, A. R. and Werritty, A., (1997); *Seasonality of flooding: a case study of North Britain*; Journal of Hydrology, vol. 195; pp. 1-25.
- Blöschl, G., Sivapalan, M., (1997); *Process control on regional flood frequency; coefficient of variation and basin scale*; Water Resources Research 12 2967-2980; Washington DC.
- Burn, D. H., (1989); *Delineation of groups for regional flood frequency analysis*; Journal of Hydrology, vol. 104; pp. 345-361.
- Burn, D.H., (1997); *Catchment similarity for regional flood frequency analysis using seasonality measures*; Journal of Hydrology, Vol. 202 (1-4); pp. 212-230.
- Burn, D. H., and Elnur, M. A. H., (2002); *Detection of hydrologic trends and variability*; Journal of Hydrology, vol. 255 (1-4); pp. 107-122.
- Cabrera, J., Schmidt-Koenig, K&Watson, G.S., (1991); *The statistical analysis of circular data. Chapter 10(pp. 285-306) in Human Understanding and animal Awareness, Editors P.P.G. Bateson & P.H. Klopfer. Perspectives in Ethology Series, Volume 9. New York: Plenum.*

- Calvin, V. D., Kenneth, E. S., (1970); *Handbook of applied hydraulics*; Tercera edición, Editorial McGraw-Hill;
- Campos, A., (1987); *Análisis probabilístico de avenidas máximas con poblaciones mezcladas*; Coordinación Regional de Infraestructura Hca. Del Norte, SARH; Ingeniería Hidráulica en México, septiembre-diciembre de 1987; pp. 9-18.
- Campos, A., (1991); *Propuesta de criterios para la elaboración de estudios hidrológicos (Primera parte)*; Ingeniería Hidráulica en México, septiembre-diciembre 1991; pp. 23-29.
- Campos, A., (1992); *Procesos del ciclo hidrológico*; Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Segunda edición; 2-2,3 p.
- Campos, A., (1996); *Crecientes y Sequías, Eventos hidrológicos extremos*; Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Ciencia y desarrollo; marzo-abril 1996; pp. 34-41.
- Campos, A., (1999); *Hacia el enfoque global en el análisis de frecuencia de crecientes*; Ingeniería Hidráulica en México, vol. XIV; Núm. 1, enero-abril 1999; pp. 23-38.
- Carlos Díaz Delgado, Griselle Vega Isuhaylas, (2001); *Análisis de gran visión de las inundaciones en la cuenca alta del río Lerma: Caso de la subcuenca del río Tejalpa, Estado de México*; Ingeniería Hidráulica en México (IHM), vol. XVI, Núm. 1, enero-marzo de 2001; pp. 73-86.
- Castellarin, A., Burn, D. H. and Brath, A., (2001); *Assessing the effectiveness of hydrological similarity measures for flood frequency analysis*; Journal of Hydrology, vol. 241 (3-4); pp. 270-285.
- CENAPRED, (1990); Centro Nacional de Prevención de Desastres; *Inundaciones*; Fascículo No.3; Programa Nacional para el Control de Avenidas y la Prevención de Daños por Inundaciones; Subdirección General de la Administración del Agua; 24p.
- Chapman, S. & Bartels, J. (1940); *Geomagnetism*. Two volumens. Oxford. Clarendon Press. (2).
- Chayes, F., (1949); *Statistical Analysis of two-dimensional fabric diagrams*; Chapter 22 in Fairbairn; 10p.
- CIDEIBER (1995-2002) Centro de Información y Documentación Empresarial sobre Iberoamérica [en línea]; *Perfil geográfico y político, El relieve, los ríos y la Flora*; México; Actualizado en 1998, [citado Mayo 2004]; Disponible a través de cideiber.com, [<http://www.cideiber.com/infopaises/reparte1.asp?p=3>].
- CNA, SEMARNAT, (2002); *Compendio básico del agua en México 2002*; Programa Nacional Hidráulico 2001- 2006; Plan Nacional de Desarrollo; pp. 14, 22-34.
- CNA, (2003); *Tormenta Tropical Larry del Océano Atlántico* [en línea]; México D. F., actualizado Agosto-2003 [citado Diciembre 2004] ; disponible a través de smn.cna.gob.mx, [<http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2003/atlantico/larry/larry.html>]
- CNA, SMN (2004); *Subgerencia de pronóstico meteorológico* [en línea]; México D.F.; actualizado 03-Marzo-2003 [citado 10-Diciembre-2004]; Disponible a través de smn.cna.gob.mx, [<http://smn.cna.gob.mx/ciclones/historia>].
- Cohen. I. B., (1984); *Florence Nightingale*; Sci. Am.250 (3), 98-107. (5)

- Cox, Nicholas J., (2001); *Analysing circular data in Stata*; Departamento de Geography, University of Durham; Durham City, DH1 3LE, UK; NASUG, Boston, MA; Marzo de 2001; pp. 1-4.
- CPNH, (1978), Comisión del Plan Nacional Hidráulico; *Estudios para el control de inundaciones de la Margen Derecha del Río Papaloapan*; Consultores S.A.; 1978a
- CPNH, (1978), Comisión del Plan Nacional Hidráulico; *Recomendaciones para el diseño y revisión de estructuras para el control de avenidas*; Consultores S.A.; 1978b
- Creager, W. P., Justin, J. D. y Hinds, J., (1945); *Engineering for dams, general design*; vol. 1, New York; John Wiley and Sons, 1945.
- Crippen, R. J., (1982); *Envelope curves for extreme flood events*, Journal of Hydraulics, vol. 108, No. HY10, October 1982; pp. 1209-1212.
- Cunderlik, Juraj M., Burn, D. H., (2002); *Analysis of the linkage between rain and flood regime and its application to regional flood frequency estimation*; Department of Civil Engineering, University of Waterloo, Ont., Canada N2L 3G1.
- Cunnane, C., (1988); *Methods and merits of regional flood frequency analysis*; Journal of Hydrology, vol. 100.
- Darlymple, T., (1960); Flood frequency methods; U.S.G.S.; Water Supply Paper; No. 1543-A
- DGPC, (1991); Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación; *Atlas Nacional de Riesgos*; Carpizo J., Díaz P. S., García L. R.; Diciembre 1991; pp. 35-61.
- Díaz, Delgado C., Vega, Isuhuaylas G., (2001); *Análisis de gran visión de las inundaciones en la cuenca alta del río Lerma: Caso de la subcuenca del río Tejalpa, Estado de México*; Ingeniería Hidráulica en México (IHM), vol. XVI, Núm. 1, enero-marzo de 2001; pp. 73-86.
- Douguédroit, A. y De Saintignon, M. (1981); *Decroissance des températures mensuelles et annuelles avec l'altitude dans les Alpes du Sud et en Provence*; Eaux et climat; CNRS.; pp.179-193.
- Domínguez, M. R., (2000); *Escurrimientos Extremos*; Tláloc (AMH), Fenómenos Extremos; Octubre/Diciembre 2000; pp. 22-25.
- Domínguez, M. R, Jiménez, E. M., García, J. F., Salas, S. M., (1994); CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres; *Reflexiones sobre las inundaciones en México*; Cuaderno de investigación No.4; Julio de 1994; 23p.
- Domínguez, M. R, Jiménez, E. M., García, J. F., Salas, S. M., (1994); CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres; *Modelo lluvia-Escurrimiento*; Cuaderno de investigación No.5; Julio de 1994; 41p.
- Dunn, S. M. and Lilly, A., (2001); *Investigating the relationship between a soils classification and the spatial parameters of a conceptual catchment-scale hydrological model*, Journal of Hydrology, vol. 252 (1-4); pp. 157-173.
- Eagleson, P. S., (1972); *Dynamic of flood frequency*; Water Resources Res., 8(4); pp. 878-898.
- Escalante, C., (1991); *Distribuciones trivariadas de valores extremos y sus aplicaciones en hidrología*; Tesis doctoral, DEPI, UNAM, México.

- Escalante, C., (1994); *Análisis regional de eventos extremos*; XVI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Santiago de Chile; vol. 3; pp. 201-208.
- Escalante, C., (1996); *Estimación conjunta de gasto pico y volumen total de avenidas*; XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Guayaquil, Ecuador.
- Ettrick, T. M., Mawdsley, J. A. and Metcalfe, A. V., 1987; *The influence of antecedent catchment conditions on seasonal flood risk*. Water Resources Res., 23; pp. 481-488.
- El osio de los santos, (2005); *Suma analítica de vectores en dos dimensiones* [en línea]; Latinoamérica; [citado Febrero de 2003]; Sergio De Los Santos, Francisco Osio y Celia Vilardell; disponible a través de [<http://www.elosiodelosantos.com/vectores.html>] (México).
- Freedman, David y otros, (1993); *Estadística*; Barcelona; Jefe de redacción Antoni Boch, 2ª edición.
- Fernando, J. H., (1987); *Las inundaciones y sus efectos en México*; Tesis profesional de Ingeniería; Universidad Autónoma de Zacatecas, escuela de Ingeniería; 1987; 152 p.
- Florentino, M. and Iacobellis, V., (2001); *New insights into the climatic and geologic controls on the probability distribution of floods* Water Resources Res., 37(3); pp. 721-730.
- Fisher, R. A., (1929); *Test of significance in harmonic analysis*. Proc. Roy. Soc. Lond. A125, 54-9. 188
- Fisher, R. A., (1953); *Dispersion on a sphere*; Proc. Roy. Soc. Lond. A217, 295-305. pp. 220, 230, 240, 242, 244, 251, 261, 283.
- Fisher N.L., Lewis T. and Embleton B. J. J., (1987); *Statistical Analysis of Spherical Data*; Cambridge University press. (XV); 14,85 p.
- Fisher, N. I. & Lee, A. J., (1993); *Time series analysis of circular data*. J. R. Statist. Soc. B. To appear. (186, 187, 189)
- Filatti, R., (1930); *Indicios de aridez en México*; Tacubaya, D.F. México; 30p.
- Funkhouser, H. G., (1936); *A note on a Tenth Century Graph*; Osiris 1; 1,3p.
- Futter, M. R., Mawdsley, J. A. and Metcalfe, A. V., (1991); *Short term flood risk prediction: a comparison of the Cox regression model and a conditional distribution model*. Water Resources Res., 27; pp. 1649-1656.
- Garduño, V. H., (2000); *Administración de los usos del agua en México 1996-2000*; Tláloc (AMH), Octubre/Diciembre 2000; pp. 8-11.
- Gingras, Denis and Adamowski, Kaz, (1993); *Homogeneous region delimitation based on annual flood generation mechanisms*, Hydrological Sciences Journal, pp. 103-121.
- Gómez M. J. F. (2002);, Datos sin publicar; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), México.
- Gómez M. J. F., (2004); *Reporte: Estación Meteorológica Automática*; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), México.
- Greenwood, J. A. and Durand, D., (1955); *The distribution of length and component of the sum of n random unid vectors*. Ann. Math. Statist. 26, 233-46. pp. 95, 97, 98, 135, 154.

- GREHYS, (1996a), Groupe de recherche en hydrologie statistique; *inter-comparison of regional flood frequency procedures for Canadian rivers*, Journal of Hydrology, vol. 186, (1-4); pp. 85-103.
- GREHYS, (1996b), Groupe de recherche en hydrologie statistique; *Presentation and review of some methods for regional flood frequency analysis*, Journal of Hydrology, vol. 186, (1-4); pp. 63-84.
- Gumbel, E.J., (1954); *Applications of the circular normal distribution*; J. Amer.; Statist. Ass.; pp. 49, 97-267.
- Gutiérrez, A., (1994); *Modelos de transferencia de información hidrológica*; Tesis profesional de Maestría; División de Estudios de Posgrado, UNAM, México.
- Gutiérrez, A., (1996); *Selección de las características fisiográficas significativas de una cuenca, para efectos de regionalización*; XIV th National Congress of Hydraulics, Mexican Hydraulics Association; Acapulco, México.
- Gutiérrez, A., CNA (1996); *Identificación de regiones hidrológicamente homogéneas con base en las curvas de Andrews*; XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Guayaquil, Ecuador; Octubre 1996; pp. 45-53.
- Gutiérrez, A., Luc Descroix, Thierry Lebel, (2002) *Rainfalls Regionalization, in north México generating regional vectors*; Conference on water resources planning and management.
- Gutiérrez, A., Luc Descroix, Thierry Lebel, (2004); *Reflexiones sobre el concepto de cuencas hidrológicamente homogéneas*; XXI congreso latinoamericano de hidráulica; são pedro, estado de são paulo, brasil, octubre, 2004
- Hall, M. J., Minns, A. W and Ashrafuzzaman, A. K. M., (2002); *The application of data mining techniques for the regionalization of hydrological variables*; Hydrology and Earth System Sciences 6:685 - 694.
- Hayward, D., and Clarke, R. T., (1996); *Relationship between rainfall, altitude and distance from the sea in the Freetown Peninsula*; Sierra Leona; Hydrological Sciences 41(3).
- Heo, J. H., Boes, D. C. and Salas, J. D., (2001a); *Regional flood frequency analysis based on a Weibull model: Part 1. Estimation and asymptotic variances*, Journal of Hydrology, vol. 242 (3-4); pp. 157-170.
- Heo, J. H., Salas, J. D. and Boes, D. C., (2001b); *Regional flood frequency analysis based on a Weibull model: Part 2. Simulations and applications*, Journal of Hydrology, vol. 242 (3-4); pp. 171-182.
- Hospers, J., (1955); *Rock magnetism and polar wandering*. J. Geol. 63, 59-74. 261
- IDEAM, (1999), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; *Mediciones Hidrométricas*; Informa preliminar; Subdirección de hidrología, Colombia: 1-10 p.
- INEGI-SEMARNAP, (2000); *Indicadores de desarrollo sustentable en México*; ensenada-data [en línea]; convenio entre CANACINTRA-Ensenada, CETYS-Universidad (ensenada), CODEEN Y CONSULTEN; creado el 19 de Diciembre de 2001 [citado en Marzo de 2005]; disponible a través de [<http://www.ensenada-data.org/var/I02030109.asp>].
- Jain, A. K. and Dubes, R. C., (1987); *Algorithms for clustering data*; Prentice Hall.

- Jupp, P. E. and Mardia, K. V., (1989); *A Unified View of the Directional Statistics : 1975- 1988*; International Statistical Review; vol. 57; pp. 261-294.
- Kachroo, R., Mikhandi, S. y Parrida, B., (2000); *Flood frequency analysis of southern Africa : I. Delineation of homogeneous regions*; Hydrological Sciences; 45 (3); pp. 437-447.
- Kiepenheuer J., (1978); *Pigeon homing: A repetition of the deflector loft experiment*; Behav. Ecol. Sciobiol. 3; 393-95. (7).
- Kluyver, J. C., (1905); *A local probability theorem*; Ned, Akad Wet. Proc. A8; pp. 341 -50.
- Koutsoyiannis, D., Kozonis, D. and Manetas, A., (1998); *A comprehensive study of rainfall intensity-duration-frequency relationships. Journal of Hydrology*; vol. 206 (1-2); pp. 118-135.
- Krumbein, W. C., (1939); *Preferred orientation of pebbles in sedimentary deposits. J. Geol. pp. 47, 673-706. (10, 70) (11,243).*
- Krzysztofowicz, R., (2001); *The case for probabilistic forecasting in hydrology*, Journal of Hydrology, vol. 249 (1-4); pp. 2-9.
- Kuchment L. S., Demidova V. N., Naden P. S., Cooper D. M. an Broadhurst P., (1996); *Rainfall-runoff modelling of the Ouse basin, North Yorkshire: an application of a physically based distributed model*; Journal of Hydrology, vol. 181 (1-4); pp. 323-342.
- Lai Chung, Kai., (1983); *Teoría elemental de la probabilidad y de los procesos estocásticos*; Barcelona: Editorial Reverté, 1ª ed., 1983.
- Langevin P., (1905); *Magnetisme et theorie des électrons. Ann.de Chim.et de Phys.*, 5,70-127.230.
- Lecce, Scott A., (2000); *Seasonality of flooding in north Carolina*; Southeastern Geographer; Vol. XLI, No. 2; Noviembre 2000; pp. 168-175.
- Leviandier, T., Lavabre, J. and Arnaud, P., (2000); *Rainfall contrast enhancing clustering processes and flood analysis*, Journal of Hydrology, vol. 240 (1-2); pp. 62-79.
- Lenth, R. V., (1981); *Robust methods of location for directional data*; Technometrics 23 (92); pp. 77-81.
- Lidén, R. and Harlin, J., (2000); *Analysis of conceptual rainfall-runoff modelling performance in different climates*; Journal of Hydrology, vol. 238 (3-4); pp. 231-247.
- Loukas, A., (2002); *Flood frequency estimation by a derived distribution procedure*; Journal of Hydrology; vol. 255 (1-4); pp. 69-89.
- Lu, Li-Hsiung y Stedinger, Jerry R., (1992); *Sampling variance of normalized GEV/PWM quantile estimators and a regional homogeneity test*, Journal of Hydrology, vol. 138, pp. 223-245.
- Magilligan, F. J. and Graber, B. E., (1996); *Hydroclimatological and geomorphic control on the timing and spatial variability of floods in New England; USA*, Journal Hydrology, vol.178, pp. 158-180.
- Maidment, R. David,(1992); *Handbook of Hydrology*; pp.19-1 a 19-37 y 17-1 a 18-58.
- Mario, C., Fuschini Mejía, Montevideo, (1994); *El agua en las llanuras*; UNESCO/ORCYT; 58p.

- Mardia, K. V., (1972a); *Statistics of Directional data*; Department of Mathematical Statistics The university; Hull, England; Academic Press, New York.
- Morris, E. C., (1982); *Mixed-Population Frequency Analysis*; Training Document 17 of the Hydrologic Engineering Center of the US. Army Corps of Engineers; Davis, California, EUA; pp. 43.
- Naef, F., Scherrer, S. and Weiler, M., (2002); *A process based assessment of the potential to reduce flood runoff by land use change*; *Journal of Hydrology*, vol. 267 (1-2); pp. 74-79.
- Nathan, R. J. y McMahon, T. A., (1990); *Identification of homogeneous regions for the purpose of regionalization*; *Journal of Hydrology*, vol. (121); pp. 217-238.
- Nightingale, F., (1958); *Notes on Matters Affecting the Health, Efficiency, and Hospital Administration of the British Army*. London. Harrison & Sons (5, 6, 10).
- Ouarda Taha B. M. J., Girard, C., Cavadias, G. S., Bobée, B., (2001); *Regional flood frequency estimation with canonical correlation analysis*; *Journal of Hydrology*; vol. 254 (1-4); pp. 157-173.
- Oriana 2.0 [en línea]. Kovach Computing Services (1994-2003); actualizado marzo de 2003 [citado junio 2003]. Contacto [info@kovcomp.com]; Disponible a través de Kovach Computing Services, Anglesey, Wales.
- Pardé, M., (1947); *Fleuves et Rivières*, sec. Edn. Colin, Paris.
- Pearson, K., (1906); *A Mathematical Theory of Random Migration*; Draper's company research memoirs. Biometric Series, III; No. 15; pp. 95, 96, 135.
- Perri, F., (1928); *Etude mathématique du mouvement brownien de rotation*; *Annls Scient. Ec. Norm. Sup. Paris*, 45, 1-51.228.
- Playfair, J., (1882); *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*. London: Cadwell & Davies. Facsimile reprint: New York, Dover (1964). (5)
- Prabhata, K. Swamee, Chandra Shekhar P. Ojha and Ali Abbas, (1995); *Mean Annual Flood Estimation*; *Journal of Water Resources Planning and Management*; pp. 403-407.
- Piock-Ellena, Merz R., Blöschl G., Gutknecht D., (1998); *On the regionalization of flood frequencies-catchment similarity based on seasonality measures*; Instituto of Hydraulics, Hydrology and Water resources Management; Technical University of Vienna, Karlsplatz 13/E223,1040 Vienna, Austria; pp. 1-7.
- PNH, (1973), Plan Nacional Hidráulico; *Regionalización del País*, México, D. F.
- Ramírez, O., (2000); *Nuevas metodologías en la estimación de avenidas de diseño*; Tesis Doctoral; División de Estudios de Posgrado, UNAM, México.
- Ramírez, O., (2001); *Introducción a la hidrología*; datos no publicados; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).
- Ramírez O., Gómez M., Campos A., (2005); *Actualización de las envolventes regionales de gastos máximos para la república mexicana*; IMTA, UASLP; Ingeniería Hidráulica en México, vol. XX, Núm. 1, Enero-Marzo de 2005; pp. 99-108.

- Ramón Arteaga, Leonardo Tijerina, Ricardo D. Valdez, (2004); *Representatividad temporal y espacial de la información de temperaturas extremas de una red de estaciones meteorológicas en Guanajuato, México*; Ingeniería Hidráulica en México, vol. XIX, Núm. 2, Abril-Junio de 2004; pp. 53-64.
- Rasmussen P. F., Bobée B, Bernier J., (1994); *Une méthodologie générale de comparaison de modèles d'estimation régionale de crue*. Revue des Sciences de l'Eau 7 (1) ; pp. 23-41.
- Raudkivi J. Arved, (1979); *Hydrology, an advanced introduction to hydrological processes and modelling*; University of Auckland, New Zealand; Editorial Pergamon; pp. 277-287
- Rayleigh, Lord., (1880); *On the resultant of a large number of vibrations of the same pitch and of arbitrary phase*; Phil. Mag.; pp. 10, 73- 8. (10, 71).
- Rayleigh, Lord., (1919); *On the problem of random vibrations, and of random flights in one, two, or three dimensions*; Phil. Mag. ; (6), 37,321-47 pp. 15,96,240,245,257.
- Raynal, V. J. A., (1985); *Bivariate extreme value distribution applied to flood frequency analysis*; Ph. D. Dissertation; Colorado State University; Ft. Collins, Colorado, U.S.A.
- Raynal Villaseñor J. A., (1990); *Análisis de gastos máximos aguas debajo de confluencias de ríos*; Ingeniería Hidráulica en México (IHM)/Número especial, octubre de 1990; Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua ; pp. 37-39.
- Reed, D. W., (1994); *Plans for the flood Estimation Handbook, Proceedings*; MAFF Conference of River and Coastal Engineers; Loughborough; UK. Pp. 8.3.1-8.3.8.
- Reiche, P., (1938); *An analysis of Cross-lamination. The Coconino Sandstone*. J. Geol. 46, 905-32. (11, 13).
- Reinius, E., (1989); *Statistical estimation of extreme flood flows using confidence intervals*; Water power & Dam Construction; April 1989; pp. 18-22.
- Remenieras, G., (1971); *Tratado de hidrología aplicada*; Jefe de servicio Consejero Científico de la dirección de Estudios e Investigaciones, Profesor de la Escuela Nacional de Ingeniería Rural; Maignón, 26 Barcelona, España; Acatlán estado de México; 122 p.
- Reyes, F. J. L., (1998); *Regionalización para el cálculo de la pérdida anual por inundación, empleando el método de la avenida índice*; Acatlán estado de México; 122 p.
- Romero, C. J. A., (1990); *Modernización del servicio meteorológico nacional*; Subdirección General de Administración del Agua, CNA; Ingeniería Hidráulica en México (IHM)/número especial, octubre de 1990; 82-83 p.
- Rossi, F., Fiorentino, M., and Versace, P., (1984); *Two- component extreme value distribution for flood-frequency analysis*; Water Resources Res., 20; pp. 847-856.
- Salvemini, T., (1940); *On a mean trigonometric function, in the case of the cyclic series*; Atti del secondo Congresso dell' Unione mathematica Italiana, Bologna; April 4-6.
- Sánchez Sesma, Cortéz Vázquez, Sosa Chiñas, (2000); *Lluvia convectiva (de verano) en México*; Tláloc (AMH), Fenómenos Extremos; Octubre/Diciembre 2000; pp. 18-22.
- Sánchez, B. J. L., Domínguez, M. R., (1990); *Algunas consideraciones sobre el desarrollo de la hidrología en el país*; Instituto de Ingeniería, UNAM; Número especial, octubre de 1990; pp. 17-21.

- Saporta, G., (1990); *Probabilités, analyse des données et statistique*; Editions Technip; 193 p.
- SARH, (1987); Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; *Cartas hidrográficas con base en imágenes de satélite*.
- Schauer, B., y Jenkins, W., (1996); *A survey of urban and agricultural watershed management practices*; Revue Land and Water; pp. 6-8.
- Schmidt, W.,(1917); *Statistische Methoden beim Gefügestudium Kristalliner Schiefer*. Sitz Kaiserl. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl Abt. 1,126,515-38. (10, 11 12, 48).
- Sivapalan, M., Wood, E. F. and Beven K. (1990). *A dimensionless flood frequency model using a generalizad geomorphologic unit hydrograph and partial area runoff generation*; On hydrologic similarity. 3; Water Resources Res., 26(1); pp. 43-58.
- Smith, D. K., (1989); *Prevención de desastres naturales: el aporte de los servicios meteorológicos e hidrológicos*; (OMM-No.772); 47 p.
- Smithers, J. C. and Schulze, R. E., (2001); *A methodology for the estimation of short duration design storms in South Africa using a regional approach based on L-moments*; Journal of Hydrology, vol. 241 (1-2); pp. 42-52.
- Springall Galindo R., (1972); *Ajuste de envolvente de Gasto Máximo*; III Congreso Nacional de Hidráulica; Culiacán y Mazatlán, Sinaloa 1972.
- Springall Galindo R., (1990); *Evolución de la hidrología superficial en México*; Facultad de Ingeniería UNAM; *Ingeniería Hidráulica en México (IHM)/Número especial*, octubre de 1990, pp. 39-53.
- Steinbrich A., Stefan Unlenbrook, Sabrive Sancak, Cristian Leibundaut, (2001); *Relevance of the seasonality of precipitation and floods* Institute of Hidrology, fahnenbergplatz, D-79098 Freiburg, Germany; pp.1-10.
- Steinmetz, R., (1962); *Analysis of vectorial data*; Journal Sediment Petrol, vol. 32; 217, 218,267 p.
- Stephens, M. A., (1962c); *The Statistics of Directions*; Ph.D.; thesis Universidad de Toronto; 248p.
- Taffa, Tulu., (1991); *Simulation of streamflows for ungauged catchments*; Journal of Hydrology; vol. 129 (3).
- Tapsoba, D., (1997); *Caracterisation evenementielle des regimes pluviometriques Ouest Africains et de leur récent changement*, Thesis Doctoral; Université de Paris XI (Orsay).
- Todorovic, P., 1978; *Stochastic models for flood*; Water Resources Res., 14; pp. 345-356.
- Unlenbrook, S., Steinbrich, A., Tetzlaff, D., Leibundaut, Ch., (2001); *Seasonality of extreme precipitation and extreme floods in Southwest Germany*; Institute of Hidrology, fahnenbergplatz, D-79098 Freiburg, Germany.
- Upton, G. J. G. and Fingleton, B., (1989); *Spatial data analysis by example: Volume 2 Categorical and directional data*; New York; John Wiley 7,71,87,93,23,128,132,245 and 251 p.
- UNAM, (1990), Universidad Nacional Autónoma de México; *Atlas nacional de México*; Instituto de Geografía; México. UNAM.

- Varas, E., y Lara, S. (1998); *Métodos regionales para estimar la probabilidad de frecuencia de crecidas*; Revista Ingeniería del Agua, vol. 5, Núm. 3; pp. 51-57.
- Ven Te Chow, (1964); *Handbook Applied Hydrology*; A compendium of Water-resources Technology; Editorial McGraw-Hill; pp. 7-10.
- Ven Te Chow, Maidment, D. R., Mays, L. W., (1994); *Hidrología aplicada*; Editorial McGraw-Hill, México.
- Viessman, W., Knapp, J. W., Lewis, G. L. y Harbaugh, T. E., (1972); *Introduction to Hydrology*; Second edition; Serie in Civil Engineering; Series Editor Russell C. Brinker; New Mexico State University; 1-3, 157-199 p.
- Viessman, W., (1989); *Technology, Society, and Water Management*; Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, vol. 115 (1); pp. 48-51.
- Vit, Klemes, (1990); *La ciencia de la hidrología*; Asociación Internacional de las Ciencias Hidrológicas; Ingeniería Hidráulica en México (IHM)/Número especial, octubre de 1990, pp. 9-16.
- Von Mises, R. (1918); *Über die "Grazzanahligkeit" der Atomgewichte und Verwandte Fragen* *Physical.Z.* 19, 490-500. (11).
- Watson, G. S., Williams, E. J., (1956); *On the construction of significance tests on the circle and the sphere*; *Biometrika* 43, 344-52; 14,56,92 y 128 p.
- Watson, G. S., (1983); *Statistics on Spheres*; John Wiley and Sons, New York.
- Waylen, P. and Woo, M. K., (1982); *Prediction of annual floods generated by mixed generated by mixed processes*; *Water Resources. Res.*, 18; pp. 1283-1286.
- Wehner, R., (1982); *Himmelsnavigation bei Insekten. Neurophysiologie und Verhalten*. *Neujahrsblatt der Naturforschenden und Gesellschaft Zürich* 184, 1-132. (7)
- Wiltshire, S. E., (1985); *Grouping basins for regional flood frequency analysis*; *Hydrology Sciences Journal*, vol. 30(1); pp.151-159.
- Wiltshire, S.E., (1986); *Identification of homogeneous regions for flood frequency analysis*; *Journal of Hydrology*, vol. 84; pp.287-302.
- Zar, J. H., (1984); *Biostatistical Analysis*; Second edition; Englewood Cliffs; NJ: Prentice-Hall Inc.(7).
- Zolt, Zrinji y Burn Donald H., (1994); *Flood frequency analysis for ungauged sites using a region of influence approach*; *Journal of Hydrology*, vol. 153; pp. 1-21.

Anexos del capítulo 3.

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	''	°	'	''			
1	8007	IMURIS	RIO DE LOS ALISOS	RIO DE LA CONCEPCION	Sonora	110	53	20	30	45	18	22	2503.0	1500.0
2	8011	PITIQUITO I	RIO DE LA ASUNCION	RIO DE LA CONCEPCION	Sonora	112	2	30	30	40	15	10	16570.0	1194.0
3	8018	PITIQUITO II	RIO DE LA ASUNCION	RIO DE LA CONCEPCION	Sonora	112	6	0	30	41	30	33	16616.0	1882.0
4	8019	SONOITA PRESA DERIV.	RIO SONOITA	RIO SONOITA	Sonora	112	48	0	31	51	30	11	9095.0	341.4
5	8025	SONOITA II	RIO SONOITA	RIO SONOITA	Sonora	112	50	48	31	52	0	18	9704.0	182.8
6	9008	TECORI	RIO YAQUI	RIO YAQUI	Sonora	109	49	0	28	2	30	21	66878.0	3900.0
7	9011	LA JUNTA	RIO PAPIGOCHIC	RIO AROS	Chihuahua	107	59	0	28	45	30	50	8713.0	1397.0
8	9015	EL AGUILA	RIO YAQUI	RIO YAQUI	Sonora	109	41	0	29	4	30	22	57505.0	5265.0
9	9017	EL OREGANO	RIO SONORA	RIO SONORA	Sonora	110	42	15	29	14	0	49	11606.0	1496.7
10	9018	TRES HERMANOS	RIO MAYO	RIO MAYO	Sonora	109	11	45	27	12	15	23	11041.0	6390.0
11	9023	LA ANGOSTURA II	RIO BAVISPE	RIO YAQUI	Sonora	109	22	10	30	25	30	34	18395.0	237.9
12	9063	PUNTA DE AGUA	ARROYO MATAPE	ARROYO MATAPE	Sonora	110	24	30	28	25	30	11	3074.0	606.0
13	9066	EL NOVILLO II	PRESA PLUTARCO E. C.	RIO YAQUI	Sonora	109	37	45	28	55	30	29	57908.0	1762.0
14	9067	SAN BERNARDO	RIO MAYO	RIO MAYO	Sonora	108	52	55	27	24	45	35	7510.0	4429.0
15	9068	TEZOCOMA	ARROYO QUIRIEGO	RIO MAYO	Sonora	109	14	0	27	41	0	33	901.0	1668.4
16	9072	ABRAHAM GONZALEZ	RIO PAPIGOCHIC	RIO AROS	Chihuahua	107	28	30	28	30	0	17	1813.0	839.0
17	9089	COCORAQUE	ARROYO COCORAQUE	ARROYO COCORAQUE	Sonora	109	37	42	27	24	54	20	1208.0	526.5
18	10018	PUNTE SUD-PACIFICO	RIO CULIACAN	RIO CULIACAN	Sinaloa	107	24	15	24	48	20	64	15731.0	11000.0
19	10020	PUNTE CAÑEDO	RIO TAMAZULA	RIO CULIACAN	Sinaloa	107	23	30	24	48	40	21	4086.0	3232.0
20	10027	EL BLEDAL	ARROYO EL BLEDAL	RIO TAMAZULA	Sinaloa	107	8	45	24	48	15	56	371.0	1576.0
21	10029	NARANJO	ARROYO OCORONI	ARROYO CABRERA	Sinaloa	108	28	10	25	48	10	45	2064.0	3093.4
22	10031	GUAMUCHIL	RIO MOCORITO	RIO MOCORITO	Sinaloa	108	5	30	25	28	10	38	1645.0	3507.0
23	10033	PALOS BLANCOS	RIO HUMAYA	RIO CULIACAN	Sinaloa	107	23	5	24	55	30	46	11409.0	8340.0
24	10034	ZOPILOTE	ARROYO CABRERA	RIO Sinaloa	Sinaloa	108	21	35	25	44	30	54	666.0	1030.0
25	10036	JAINA	RIO Sinaloa	RIO Sinaloa	Sinaloa	108	0	50	25	54	0	56	8179.0	6991.3
26	10037	HUITES	RIO FUERTE	RIO FUERTE	Sinaloa	108	22	0	26	53	0	51	26057.0	15000.0
27	10040	SANTA CRUZ	RIO SAN LORENZO	RIO SAN LORENZO	Sinaloa	106	57	10	24	29	5	50	8919.0	7000.0
28	10051	LAS CAÑAS	RIO FUERTE	RIO FUERTE	Sinaloa	108	35	20	26	28	20	23	29529.0	10000.0
29	10053	ALAMOS	ARROYO ALAMOS	RIO FUERTE	Sinaloa	108	44	30	26	23	35	20	2270.0	668.5
30	10057	BAMICORI	ARROYO BAROTEN	RIO FUERTE	Sinaloa	108	30	0	26	22	30	33	223.0	650.0
31	10064	CHINIPAS	RIO OTEROS	RIO FUERTE	Chihuahua	108	32	30	27	25	0	21	5098.0	2683.2
32	10065	IXPALINO	RIO PIAXTLA	RIO PIAXTLA	Sinaloa	106	35	45	23	57	20	45	6166.0	6200.0
33	10066	CHOIX	RIO CHOIX	RIO FUERTE	Sinaloa	108	19	45	26	44	10	34	1403.0	1700.0
34	10070	ACATITAN	RIO ELOTA	RIO ELOTA	Sinaloa	106	39	15	24	2	50	40	1884.0	4600.0
35	10077	PALO DULCE	RIO CHINIPAS	RIO FUERTE	Chihuahua	108	25	0	27	1	0	21	6439.0	6800.0
36	10078	LA TINA	ARROYO SIVAJAHUI	RIO FUERTE	Sinaloa	108	37	0	26	13	0	24	254.0	777.6
37	10079	BADIRAGUATO	RIO BADIRAGUATO	RIO CULIACAN	Sinaloa	107	32	15	25	20	0	26	1018.0	9245.0
38	10081	EL VAREJONAL	RIO HUMAYA	RIO CULIACAN	Sinaloa	107	23	45	25	5	10	20	10987.0	1656.0
39	10083	EL QUELITE	RIO QUELITE	RIO QUELITE	Sinaloa	106	29	0	23	30	45	31	835.0	1742.5
40	10086	PERICOS	ARROYO PERICOS	LAGUNA CAIMANERO	Sinaloa	107	41	40	25	5	35	30	270.0	653.5
41	10087	TAMAZULA	RIO TAMAZULA	RIO CULIACAN	Durango	106	58	30	24	56	0	32	2241.0	2289.4
42	10100	URIQUE II	RIO URIQUE	RIO SAN MIGUEL	Chihuahua	107	50	20	27	18	10	26	4000.0	716.0
43	10110	TOAHAYANA	RIO PETATLAN	RIO Sinaloa	Sinaloa	107	42	15	26	10	15	12	5281.0	2580.0
44	10112	GUATENIPA II	RIO HUMAYA	RIO CULIACAN	Sinaloa	107	13	15	25	20	40	30	8252.0	5000.0
45	10113	LA HUERTA	RIO HUMAYA	RIO CULIACAN	Durango	106	42	0	25	22	10	28	6149.0	1931.2

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	"	°	'	"			
46	10119	JESUS CRUZ	RIO SEPTENTRION	RIO CHINIPAS	Chihuahua	108	23	51	27	0	45	15	1059.0	450.0
47	10120	GUASAVE PTE. CARR.	RIO Sinaloa	RIO Sinaloa	Sinaloa	108	27	24	25	34	36	17	9245.0	2930.0
48	10122	LAS CAÑAS II	RIO FUERTE	RIO FUERTE	Sinaloa	108	37	13	26	25	6	12	29646.0	2595.0
49	11008	SAN FELIPE	RIO EL TUNAL	RIO Durango	Durango	104	35	56	24	0	0	52	2008.0	740.0
50	11010	REFUGIO SALCIDO	RIO STIAGO BAYACORA	RIO Durango	Durango	104	31	0	23	59	0	53	1052.0	473.9
51	11011	PEÑA DEL AGUILA	RIO LA SAUCEDA	RIO Durango	Durango	104	40	24	24	12	30	40	2616.0	429.0
52	11016	BALUARTE II	RIO BALUARTE	RIO BALUARTE	Sinaloa	105	50	30	22	59	0	48	4653.0	14140.0
53	11023	CABORACA	RIO LA SAUCEDA	RIO Durango	Durango	104	47	15	24	31	0	43	643.0	657.8
54	11027	EL SALTITO	RIO Durango	RIO MEZQUITAL	Durango	104	18	6	23	58	36	29	10135.0	603.5
55	11028	NARCISO MENDOZA	RIO POANAS	RIO MEZQUITAL	Durango	103	57	0	24	0	30	35	1393.0	282.0
56	11030	EL BEJUCO	RIO BEJUCO	RIO BEJUCO	Nayarit	105	9	0	22	0	45	26	334.0	403.0
57	11035	LA BALLONA	RIO CAÑAS	RIO CAÑAS	Nayarit	105	27	0	22	32	0	30	451.0	1910.0
58	11036	EL PUEBLITO	RIO EL TUNAL	RIO LA SAUCEDA	Durango	104	43	15	23	57	48	39	1810.0	1194.7
59	11040	VICENTE Guerrero	RIO SUCHIL	RIO NOMBRE DE DIOS	Durango	103	58	13	23	44	48	38	1868.0	275.0
60	11041	GRASEROS	RIO GRASEROS	RIO SUCHIL	Durango	104	1	47	23	44	48	26	598.0	120.4
61	11042	EL PINO	ARROYO LOS MIMBRES	RIO LA SAUCEDA	Durango	104	51	30	24	37	15	28	74.0	320.0
62	11045	LAS HABITAS	RIO BALUARTE	RIO BALUARTE	Sinaloa	105	45	0	23	1	30	13	3535.0	13250.0
63	11046	ROSA MORADA	RIO ROSA MORADA	RIO ROSA MORADA	Nayarit	105	12	0	22	8	0	18	215.0	226.9
64	11058	SIQUEROS	RIO PRESIDIO	RIO PRESIDIO	Sinaloa	106	15	0	23	0	30	32	5614.0	7200.0
65	11070	LAS TORTUGAS	RIO PANUCO	RIO BALUARTE	Sinaloa	105	51	0	23	5	45	28	863.0	1822.0
66	12004	LA PIEDAD	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	102	1	0	20	20	30	20	35662.0	806.4
67	12007	SALAMANCA	RIO LERMA	RIO LERMA	Guanajuato	101	10	0	20	23	0	17	21846.0	722.2
68	12014	PASARELA V. JIMENEZ	RIO ANGULO	RIO LERMA	Michoacán	101	44	45	19	55	0	18	1417.0	75.7
69	12067	EMENGUARO	RIO LERMA	RIO LERMA	Guanajuato	100	52	30	20	10	15	21	9277.0	419.0
70	12093	ZINZIMEO	RIO QUERENDARO	LAGO CUITZEO	Michoacán	100	58	35	19	52	15	10	546.0	21.9
71	12095	YURECUARO	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	102	15	15	20	20	30	33	36192.0	1452.0
72	12104	ACAMBARO	RIO LERMA	RIO LERMA	Guanajuato	100	44	30	20	3	0	43	8706.0	637.0
73	12128	CORONA	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	5	0	20	24	15	61	47386.0	620.4
74	12209	EL TAMBOR	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	100	14	15	19	59	40	60	5645.0	416.0
75	12221	ATAPANEO	RIO GRANDE DE MOREL	LAGO CUITZEO	Michoacán	101	10	35	19	43	30	57	912.0	75.2
76	12224	CHIQUITO	RIO CHIQUITO	RIO GRANDE DE MORELIA	Michoacán	101	11	25	19	41	45	54	78.0	75.5
77	12232	PASO DE OVEJAS	RIO LERMA	RIO LERMA	Guanajuato	100	27	25	19	59	30	20	7161.0	440.0
78	12233	CORRALES	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	101	48	15	20	11	45	55	34153.0	686.0
79	12237	MUNGUIA (ZATEMAYE)	RIO TIGRE	RIO LERMA	Guanajuato	100	33	35	20	6	40	21	673.0	218.9
80	12238	PERICOS	RIO DE LA LAJA	RIO LERMA	Guanajuato	101	6	30	20	31	30	66	9651.0	399.8
81	12239	SAN PEDRO P. GORDA (SUSP)	RIO SAN PEDRO	RIO Aguascalientes	Zacatecas	102	21	3	22	26	45	24	410.0	100.7
82	12257	TARANDACUAO	ARROYO TARANDACUAO	RIO LERMA	Guanajuato	100	30	45	19	59	40	17	267.0	370.5
83	12310	LA ESTANZUELA	RIO DUERO	RIO LERMA	Michoacán	102	22	15	20	7	0	45	2198.0	119.0
84	12314	QUERENDARO	RIO QUERENDARO	LAGO CUITZEO	Michoacán	100	53	22	19	48	42	28	133.0	205.0
85	12315	CALERA (SUSPENDIDA)	RIO TEOCALICHE	RIO VERDE	Jalisco	102	35	45	21	29	25	16	279.0	421.0
86	12323	SALIDAS MALPAIS	RIO QUERENDARO	LAGO CUITZEO	Michoacán	100	52	32	19	49	55	22	335.0	25.1
87	12341	SALIDA TUNEL	RIO GRANDE DE MOREL	LAGO CUITZEO	Michoacán	101	15	33	19	38	0	43	486.0	19.4
88	12347	SANTIAGO UNDAMEO	RIO GRANDE DE MOREL	LAGO DE CUITZEO	Michoacán	101	17	17	19	36	5	40	388.0	72.0
89	12349	SOLIS	RIO LERMA	RIO LERMA	Guanajuato	100	40	15	20	3	0	18	8539.0	880.0
90	12352	SALAMANCA II	RIO LERMA	RIO LERMA	Guanajuato	101	12	0	20	34	0	57	22033.0	510.0

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	''	°	'	''			
91	12355	AGOSTADERO	RIO SAN MATIAS	RIO VERDE	Jalisco	102	18	30	21	21	50	37	354.0	216.0
92	12358	AJOJUCAR	RIO Aguascalientes	RIO VERDE	Jalisco	102	26	25	21	32	30	46	6597.0	294.0
93	12359	EL SALTO	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	10	7	20	31	35	29	48541.0	468.7
94	12361	YAGO	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Nayarit	105	4	20	21	49	15	14	122767.0	6754.4
95	12365	EL SALTO	RIO GRANDE DE MOREL	LAGO CUITZEO	Michoacán	101	15	35	19	38	15	41	489.0	30.5
96	12369	CUARENTA	RIO DE LAGOS	RIO VERDE	Jalisco	101	44	45	21	29	5	21	1652.0	556.0
97	12370	SAN GASPAS	RIO DE LAGOS	RIO VERDE	Jalisco	102	29	50	21	17	5	53	4390.0	711.0
98	12371	VALLE DE GUADALUPE	RIO DEL VALLE	RIO VERDE	Jalisco	102	36	35	20	58	50	41	394.0	423.0
99	12374	LA "Y"	RIO LERMA	RIO LERMA	México	99	35	22	19	24	22	42	1582.0	33.5
100	12375	TEMASCALES	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	100	9	0	20	3	30	45	5275.0	347.0
101	12376	SALVATIERRA	RIO LERMA	RIO LERMA	Guanajuato	100	54	15	20	13	0	53	9305.0	465.2
102	12377	OTZOLOTEPEC	RIO OTZOLOTEPEC	RIO LERMA	México	99	34	35	19	24	0	43	212.0	24.9
103	12379	JACONA	RIO CELIO	RIO DUERO	Michoacán	102	18	15	19	59	0	15	126.0	90.3
104	12382	PASO DEL SABINO	RIO Aguascalientes	RIO VERDE	Jalisco	102	32	20	21	19	0	22	10559.0	2727.0
105	12386	ATENCO	RIO LERMA	RIO LERMA	México	99	30	45	19	10	55	18	406.0	3.2
106	12391	LAS ADJUNTAS	RIO TURBIO	RIO LERMA	Guanajuato	101	51	15	20	40	45	49	2913.0	207.0
107	12392	PUENTE MEXTEPEC	RIO JALTEPEC	RIO LERMA	México	99	56	30	19	39	0	42	387.0	81.5
108	12395	UREPETIRO	RIO TLAZAZALCA	RIO DUERO	Michoacán	102	8	15	19	58	30	14	453.0	204.0
109	12400	LAS JUNTAS	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	16	30	20	43	55	32	49834.0	887.0
110	12405	TECOMATE	RIO JUCHIPILA	RIO SANTIAGO	Zacatecas	103	3	0	21	32	35	18	5775.0	767.4
111	12411	LA CALZADA	RIO DE LOS GOMEZ	RIO TURBIO	Guanajuato	101	41	0	21	5	15	10	357.0	49.5
112	12415	PUENTE SAN ISIDRO	RIO DE LA PATERA	RIO ANGULO	Michoacán	101	31	30	19	51	30	42	257.0	9.7
113	12418	LOS CASTILLOS	ARROYO LOS CASTILLO	RIO DE LOS GOMEZ	Guanajuato	101	40	45	21	10	30	39	128.0	208.7
114	12422	CUARENTA II	RIO DE LAGOS	RIO VERDE	Jalisco	101	45	10	21	29	20	24	1703.0	531.8
115	12423	PUENTE ATLACOMULCO	RIO LERMA	RIO LERMA	México	99	53	35	19	47	20	39	4436.0	249.0
116	12428	BOLAÑOS	RIO BOLAÑOS	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	47	0	21	49	30	50	11900.0	3525.0
117	12438	LA YESCA	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Jalisco	104	5	25	21	11	35	38	84559.0	6222.7
118	12451	PUENTE CARRETERA II	RIO LERMA	RIO LERMA	México	99	31	25	19	16	45	22	885.0	11.2
119	12454	LAGOS	RIO DE LAGOS	RIO VERDE	Jalisco	101	54	50	21	21	45	43	2397.0	500.0
120	12466	JERECUARO	RIO TIGRE O CORONEO	RIO LERMA	Guanajuato	100	31	20	20	8	30	46	600.0	272.0
121	12469	CUIXTLA	RIO CUIXTLA	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	26	30	21	3	5	39	854.0	100.0
122	12471	SAN CRISTOBAL (SUSPEN.)	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	26	35	21	2	55	14	80336.0	1484.8
123	12472	ARCEDIANO (SUSPENDIDA)	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	16	50	20	44	30	16	70339.0	1965.0
124	12479	GUANAJAL	RIO PEDRITO	RIO DE LOS GOMEZ	Guanajuato	101	52	45	21	4	45	13	293.0	188.0
125	12484	EL PLATANITO	RIO S JUAN CAPISTRAN	RIO HUAYNAMOTA	Zacatecas	104	3	47	22	34	5	36	5796.0	1409.0
126	12485	EL ZAPOTE	RIO TLALTENANGO	RIO BOLAÑOS	Jalisco	103	23	55	22	3	56	31	2553.0	480.0
127	12487	LA FLORIDA	RIO FLPARAISO	RIO TLALTENANGO	Zacatecas	103	36	13	22	41	11	42	1793.0	417.4
128	12488	LA GLORIA	RIO COLOTLAN	RIO BOLAÑOS	Jalisco	103	23	47	22	4	5	37	3105.0	292.1
129	12490	SAN NICOLASITO	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	100	24	22	19	55	10	15	6360.0	244.0
130	12499	LA PATIÑA	ARROYO LA PATIÑA	RIO DE LOS GOMEZ	Guanajuato	101	42	0	21	10	30	32	91.0	172.3
131	12504	LA CUÑA	RIO VERDE	RIO SANTIAGO	Jalisco	102	49	59	21	0	15	44	19097.0	2440.0
132	12506	BRANIFF	RIO LERMA	RIO LERMA	Guanajuato	100	41	45	20	2	30	18	8611.0	785.0
133	12512	SILAO	RIO SILAO	RIO Guanajuato	Guanajuato	101	26	30	20	57	30	25	372.0	210.0
134	12520	HUAYNAMOTA II	RIO HUAYNAMOTA	RIO SANTIAGO	Nayarit	104	42	55	21	51	15	31	17125.0	5205.0
135	12521	SANTA ROSA II	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	43	35	20	55	20	35	82359.0	5992.0

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	"	°	'	"			
136	12526	YURECUARO II	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	102	15	30	20	20	15	13	36176.0	533.3
137	12532	SAN CRISTOBAL II	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	25	45	21	2	20	34	71783.0	3487.6
138	12533	UREPETIRO II	RIO TLAZAZALCA	RIO DUERO	Michoacán	102	9	15	19	57	0	22	479.0	576.0
139	12534	ATOTONILCO II	RIO LA GAVIA	RIO LERMA	México	99	46	35	19	27	10	25	506.0	48.9
140	12535	CINCO SEÑORES	ARROYO SAN DAMIAN	RIO DE LA LAJA	Guanajuato	100	55	0	20	57	30	30	408.0	513.1
141	12539	SAN BERNABE	RIO LERMA	RIO LERMA	México	99	43	12	19	28	22	25	2142.0	105.2
142	12540	LA VILLITA (EXCEDEN. PRESA)	ARROYO LA VILLITA	RIO TLALTENANGO	Zacatecas	103	21	9	21	35	0	28	208.0	283.8
143	12543	CALIXTLAHUACA	RIO TEJALPA	RIO LERMA	México	99	41	15	19	20	20	29	225.0	100.0
144	12545	EL NIAGARA III	RIO Aguascalientes	RIO VERDE	Aguascalientes	102	22	30	21	46	45	13	5780.0	135.0
145	12556	CERRO BLANCO	RIO MOJARRAS	RIO SANTIAGO	Nayarit	104	34	22	21	24	54	30	196.0	394.1
146	12558	EL BATAN	RIO DEL PUEBLITO	RIO APASEO	Querétaro	100	25	0	20	30	15	27	399.0	200.0
147	12561	TEMASCALCINGO	RIO LERMA	RIO LERMA	México	100	1	15	19	54	52	23	4851.0	330.7
148	12568	EL TEJOCOTE	RIO CHIQUITO	RIO LERMA	México	99	54	37	19	51	22	30	205.0	79.5
149	12570	LA CODORNIZ	RIO LA LABOR	RIO CALVILLO	Aguascalientes	102	41	0	21	59	20	17	173.0	142.5
150	12573	LA EXPERIENCIA	RIO SAN JUAN DE DIOS	RIO SANTIAGO	Jalisco	103	19	45	20	43	45	27	217.0	507.5
151	12574	LOS VELAZQUEZ	RIO EL ROSARIO	RIO LA GAVIA	México	99	52	0	19	25	10	23	35.0	31.1
152	12578	PUENTE LOS VELAZQUEZ	RIO LA GAVIA	RIO LERMA	México	99	52	5	19	25	27	27	163.0	81.2
153	12579	EL PINITO	RIO HUEJUQUILLA	RIO SAN JUAN O CHAPALAGAN	Jalisco	103	56	31	22	36	32	23	190.0	202.9
154	12581	SAN BARTOLO DEL LLANO	RIO SILA	RIO SANTO DOMINGO	México	99	42	35	19	36	0	32	175.0	28.4
155	12585	CALERITA	RIO TEOCALTICHE	RIO VERDE	Jalisco	102	35	35	21	28	30	34	284.0	318.5
156	12588	EL PLAN	RIO GRANDE DE MOREL	LAGO CUITZEO	Michoacán	101	0	40	19	49	10	36	1270.0	418.5
157	12589	HUASCATO	RIO HUASCATO	RIO LERMA	Jalisco	102	15	15	20	29	0	32	312.0	444.2
158	12592	STA.MA.DEL LLANO	RIO SANTO DOMINGO	RIO LERMA	México	99	43	20	19	38	0	24	378.0	42.7
159	12601	EL PESCADO No. 2	RIO EL PESCADO	RIO SANTO DOMINGO	México	99	42	45	19	46	45	32	36.0	5.6
160	12605	TEMASCALES II	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	100	9	5	20	3	45	31	5275.0	308.5
161	12607	LA YERBABUENA	RIO DE LOS MORALES	RIO ZULA	Jalisco	102	45	0	20	35	0	24	484.0	181.0
162	12615	PALOMAS (SALIDAS PRESA)	RIO PALOMAS	RIO JUCHIPILA	Zacatecas	102	48	25	22	20	42	26	348.0	158.5
163	12618	LOS GOMEZ	RIO DE LOS GOMEZ	RIO TURBIO	Guanajuato	101	45	31	21	3	43	11	656.0	65.2
164	12620	TARIMBARO	ARROYO GUADALUPE	RIO GRANDE DE MORELIA	Michoacán	101	13	25	19	47	22	18	95.0	158.3
165	12652	LA BEGOÑA	RIO DE LA LAJA	RIO LERMA	Guanajuato	100	49	45	20	51	45	25	4981.0	823.0
166	12663	EXCAME II Y III (SOBRANTES F	RIO TLALTENANGO	RIO COLOTLAN	Zacatecas	103	20	55	21	39	40	33	753.0	404.6
167	12664	EL GIGANTE	RIO LERMA	RIO LERMA	Michoacán	100	27	0	19	58	0	25	7121.0	399.0
168	12667	SAN ISIDRO (EXCEDE. PRESA)	ARROYO LOBATOS	RIO VALPARAISO	Zacatecas	103	22	49	22	50	17	18	414.0	80.7
169	12673	GUANAJAL II	RIO PEDRITO	RIO DE LOS GOMEZ	Guanajuato	101	50	30	21	1	15	20	606.0	121.8
170	12693	CARRIZAL	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	Nayarit	104	46	29	21	50	32	15	121220.0	6687.9
171	12700	ACHIMEC II	RIO TEPETONGO	RIO JEREZ	Jalisco	103	13	24	22	19	23	13	391.0	66.7
172	12713	ANGAMACUTIRO II	RIO ANGULO	RIO LERMA	Michoacán	101	42	30	20	8	15	13	2064.0	34.0
173	12717	EL CHAPIN	RIO LA SAUCEDA	RIO Guanajuato	Guanajuato	101	14	8	20	52	17	17	226.0	495.4
174	12718	AMECHE	RIO Querétaro	RIO DE LA LAJA	Guanajuato	100	35	15	20	33	30	13	2255.0	104.5
175	12719	TRES GUERRAS	RIO DE LA LAJA	RIO LERMA	Guanajuato	100	46	20	20	31	15	19	5849.0	298.3
176	12729	TROJES	RIO TEMOAYA	RIO LERMA	México	99	36	43	19	25	42	15	74.0	93.1
177	12743	SN JUAN TEMASCATIO	ARROYO TEMASCATIO	RIO LERMA	Guanajuato	101	13	27	20	44	0	20	251.0	216.6
178	12744	COPALILLO	RIO GUANAJUATO	RIO LERMA	Guanajuato	101	20	48	20	43	18	17	646.0	253.9
179	12758	EL COLORADO	ARROYO COLORADO	RIO TURBIO	Guanajuato	101	52	57	20	39	0	13	295.0	76.1
180	12760	SAUCES CHICOS	RIO ENCARNACION	RIO Aguascalientes	Jalisco	102	8	34	21	36	40	12	704.0	76.6

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	''	°	'	''			
181	12767	LA SAUCEDA	RIO DE LA SAUCEDA	RIO LAGOS	Jalisco	101	51	4	21	21	5	18	117.0	165.4
182	12908	ARANDAS	RIO DE LA LLAVE	RIO Guanajuato	Guanajuato	101	22	15	20	42	45	21	2123.0	362.0
183	13001	PASO DE AROCHA	RIO HUICICILA	RIO HUICICILA	Nayarit	105	4	30	21	17	0	42	522.0	1386.0
184	13002	EL REFILION	RIO HUICICILA	RIO HUICICILA	Nayarit	104	54	0	21	18	0	26	200.0	286.2
185	14007	LAS GAVIOTAS	RIO AMECA	RIO AMECA	Jalisco	105	7	30	20	54	30	13	9329.0	764.0
186	14008	LA DESEMBOCADA	RIO MASCOTA	RIO AMECA	Nayarit	105	9	30	20	44	0	43	2056.0	1407.5
187	14013	CORRINCHIS	RIO MASCOTA	RIO AMECA	Jalisco	104	46	30	20	28	30	18	495.0	353.4
188	14017	EL SALITRE	RIO COCULA	RIO AMECA	Jalisco	103	52	0	20	32	0	26	643.0	1033.1
189	14018	SAN MARTIN HGO.	RIO SAN MARTIN	RIO AMECA	Jalisco	103	56	30	20	26	30	16	120.0	223.0
190	15001	CIHUATLAN	RIO CIHUATLAN	RIO CIHUATLAN	Jalisco	104	34	0	19	14	30	31	2028.0	5366.8
191	15002	EL CHIFLON	RIO PURIFICACION	RIO PURIFICACION	Jalisco	104	33	30	19	37	30	34	324.0	952.5
192	15009	LA ZOPILOTA	ARROYO LA ZOPILOTA	ARROYO LA RESOLANA	Jalisco	104	29	30	19	36	0	31	99.0	50.9
193	15010	TECOMATES	ARROYO TECOMATES	ARROYO LA RESOLANA	Jalisco	104	30	0	19	33	30	34	117.0	137.0
194	15012	EL CARMESI	ARROYO EL CARMESI	ARROYO LA RESOLANA	Jalisco	104	31	30	19	36	30	27	44.0	57.7
195	15014	HIGUERA BLANCA II	RIO SAN NICOLAS	RIO SAN NICOLAS	Jalisco	105	9	45	19	39	39	23	2319.0	1313.6
196	16014	QUITO II	RIO TUXPAN	RIO COAHUAYANA	Jalisco	103	25	0	19	31	30	54	2442.0	1266.8
197	16020	EL NOGAL	RIO TAPALPA	RIO TUXCACUESCO	Jalisco	103	48	0	19	53	30	10	222.0	30.4
198	16021	SAN GREGORIO	RIO COBIANES	RIO TUXPAN	Jalisco	103	21	0	19	50	0	51	187.0	165.0
199	16022	CALLEJONES	RIO COAHUAYANA	RIO COAHUAYANA	Colima	103	37	30	18	48	0	47	6835.0	17000.0
200	16024	EL CORCOVADO	RIO ARMERIA	RIO ARMERIA	Jalisco	104	17	30	19	50	30	20	2406.0	587.1
201	16030	TACOTAN D.A.C.	ARROYO CHAPALA	RIO AYUQUILA	Jalisco	104	19	0	20	2	0	19	1167.0	511.2
202	16031	CANOAS	RIO ARMERIA	RIO ARMERIA	Jalisco	103	53	0	19	31	30	37	7523.0	1412.0
203	16032	ColimaN	RIO ARMERIA	RIO ARMERIA	Colima	103	56	30	18	56	30	25	9744.0	4384.0
204	16033	EL ROSARIO	RIO TUXCACUESCO	RIO ARMERIA	Jalisco	103	59	30	19	40	0	36	3486.0	1001.0
205	16036	LAS PEÑITAS II	RIO ARMERIA	RIO ARMERIA	Colima	103	49	30	19	19	30	35	8108.0	7800.0
206	18002	TEJALUCA	RIO ATOYAC	RIO BLANCO	Puebla	98	8	15	18	54	45	15	3888.7	628.7
207	18005	SAN JACINTO	RIO ATOYAC	RIO ZAHUAPAN	Tlaxcala	98	14	30	19	9	15	16	1305.0	116.4
208	18095	EL PUERTO	RIO COTIJA	RIO ITZICUARO	Michoacán	102	40	20	19	48	12	40	103.1	417.6
209	18129	LOS GRANJENOS	RIO QUITUPAN	RIO TEPALCATEPEC	Jalisco	102	52	45	19	55	48	42	171.4	258.0
210	18140	XICOTZINGO	RIO ZAHUAPAN	RIO ATOYAC	Tlaxcala	98	15	0	19	10	0	11	1493.0	128.8
211	18148	ECHEVERRIA	RIO ATOYAC	RIO POBLANO	Puebla	98	17	0	18	58	15	25	3465.5	343.7
212	18193	YAUTEPEC	RIO YAUTEPEC	RIO AMACUZAC	Morelos	99	3	0	18	53	45	41	545.9	245.4
213	18201	EL CAJON	RIO EL CAJON	RIO TEPALCATEPEC	Michoacán	102	45	10	18	58	5	25	395.0	1116.0
214	18202	EL MENTIDERO	RIO EL CAJON	RIO TEPALCATEPEC	Michoacán	102	40	10	19	3	20	13	2090.8	711.0
215	18223	TICUMAN	RIO YAUTEPEC	RIO AMACUZAC	Morelos	99	6	15	18	47	30	44	964.3	429.2
216	18236	AHUEHUEPAN	RIO AHUEHUEPAN	RIO SABINOS	Guerrero	99	38	45	18	20	15	43	416.7	523.2
217	18243	LAS JUNTAS	RIO SABINOS	RIO COCULA	Guerrero	99	39	45	18	17	30	38	1220.8	393.0
218	18245	LOS SABINOS	RIO SABINOS	RIO COCULA	Guerrero	99	40	0	18	18	0	40	610.4	504.5
219	18264	ZACATEPEC	RIO APATLACO	RIO YAUTEPEC	Morelos	99	11	45	18	39	0	12	697.1	439.8
220	18269	ALPUYECA	RIO TETLAMA	RIO APATLACO	Morelos	99	15	30	18	44	0	13	103.9	400.6
221	18271	TEMIXCO	RIO APATLACO	RIO YAUTEPEC	Morelos	99	13	15	18	51	15	42	331.1	251.0
222	18277	SAN ANDRES	RIO AJUCHITLAN	RIO BALSAS	Guerrero	100	31	15	18	2	50	23	1533.4	1180.0
223	18280	SAN DIEGO	RIO QUITUPAN	RIO TEPALCATEPEC	Jalisco	102	49	20	19	53	36	11	227.3	55.3
224	18288	A-1 CESAR MATADERO	RIO CESAR MATADERO	RIO HUITZILAC	Puebla	98	33	0	18	52	0	17	65.8	52.0
225	18291	A-10 TEXCALTITLAN	RIO TEXCALTITLAN	RIO ALMOLOYA	México	99	56	30	18	55	45	12	110.3	26.1

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	"	°	'	"			
226	18292	A-3 S.MIGUEL AYALA (D.D.F.)	RIO AHUITZOC	RIO HUITZILAC	Puebla	98	32	0	18	54	30	18	42.6	23.9
227	18293	A-4 ALPANOCAN	RIO AMACUZAC	RIO BALSAS	Puebla	98	43	0	18	52	30	26	47.6	55.2
228	18294	A-8 TOTOLMAJAC (D.D.F.)	RIO SAN GASPAS	RIO POTRERO	México	99	41	0	18	56	0	17	83.5	51.3
229	18295	A-9 EL MOLINO	RIO IXTLAHUACA	RIO CHONTALCUATLAN	México	99	49	15	18	55	0	15	36.2	54.6
230	18303	A-2, HUILANGO (D.D.F.)	RIO HUITZILAC	RIO NEXAPA	Puebla	98	35	0	18	51	0	18	42.8	28.1
231	18311	EL GALLO	RIO CUTZAMALA	RIO BALSAS	Guerrero	100	40	50	18	41	15	28	10738.7	2793.0
232	18316	LA CUERA	RIO DE LA CUERA	RIO CUAUTLA	Morelos	98	55	0	18	41	0	24	161.4	133.3
233	18319	TOMA TECOMATAPEC	RIO TEQUIMILPA	RIO SAN JERONIMO	México	99	43	0	18	56	45	24	61.4	27.4
234	18322	Tlaxcala	RIO ZAHUAPAN	RIO ATOYAC	Tlaxcala	98	14	30	19	19	15	28	1032.5	227.4
235	18323	TETLAMA	RIO TETLAMA	RIO APATLACO	Morelos	99	16	45	18	50	0	11	64.5	227.5
236	18329	PINZAN MORADO	RIO PLACERES DEL ORC	RIO BALSAS	Guerrero	100	53	15	18	9	38	29	1391.0	4000.0
237	18339	EL PEJO	ARROYO EL PEJO	ARROYO PETACHICUARO	Michoacán	100	56	35	18	41	15	13	53.8	333.0
238	18340	SAN LUCAS	ARROYO SAN LUCAS	RIO BALSAS	Michoacán	100	47	55	18	32	20	24	283.9	640.4
239	18349	HUAMANTLA	RIO DE GUADALUPE	LAGUNA TOTOLCINGO	Tlaxcala	97	51	15	19	19	0	27	551.5	129.8
240	18350	SANTA FE	RIO AMUCO	RIO BALSAS	Guerrero	100	40	50	18	5	45	29	916.1	1246.9
241	18351	PIRITICUARO	ARROYO CHIHUERO	RIO HUETAMO	Michoacán	100	53	20	18	40	30	18	76.6	299.4
242	18356	PETACHICUARO	ARROYO PETACHICUAR	RIO HUETAMO	Michoacán	100	56	0	18	41	20	18	44.1	172.8
243	18371	TARETARO	RIO TARETARO	RIO CUIRIO	Guerrero	100	45	30	18	12	30	26	476.7	659.0
244	18372	COATEPEQUITO	RIO SAN JERONIMO	RIO AMACUZAC	México	99	34	0	18	44	30	12	693.9	163.9
245	18374	LA HUERTILLA	RIO TOTOTAYA	RIO MIXTECO	Oaxaca	98	6	39	17	50	58	15	351.3	576.0
246	18403	TLALCHAPA	ARROYO GRANDE	RIO POLIUTLA	Guerrero	100	29	10	18	23	40	33	154.4	336.0
247	18437	XICATLACOTLA	RIO AMACUZAC	RIO MEZCALA	Morelos	99	11	30	18	31	15	28	6057.5	1528.0
248	18438	DOS BOCAS	RIO AMACUZAC	RIO MEZCALA	Morelos	99	26	15	18	38	15	17	2147.2	561.1
249	18450	PALOS ALTOS II	SALIDAS PRESA	RIO POLIUTLA	Guerrero	100	16	30	18	22	50	22	1599.2	218.8
250	18459	RIO GRANDE	RIO GRANDE	RIO TUXPAN	Michoacán	100	27	50	19	34	40	11	943.5	88.7
251	18486	LA ANGOSTURA	RIO HUETAMO	RIO BALSAS	Michoacán	100	53	50	18	36	20	14	279.9	505.1
252	18538	TEZOATLAN II	RIO SALADO	RIO MIXTECO	Oaxaca	97	47	30	17	40	0	12	1459.0	398.0
253	18540	TEMASCALTEPEC	RIO VERDE	RIO TEMASCALTEPEC	México	100	3	57	19	2	16	18	339.5	138.4
254	18553	OBREGON (EL CARRIZO)	RIO TAIXTAN	RIO OTATES	Michoacán	103	2	45	19	0	8	12	295.0	470.8
255	18555	CHONTALCUATLAN	RIO CHONTALCUATLAN	RIO AMACUZAC	Guerrero	99	33	50	18	39	40	16	1200.2	424.8
256	19003	COYUQUILLA	RIO COYUQUILLA	RIO COYUQUILLA	0	101	3	30	17	22	30	39	564.0	898.0
257	19005	TECPAN	RIO TECPAN	RIO TECPAN	Guerrero	100	37	15	17	15	0	25	1176.0	4760.0
258	19006	SAN LUIS	RIO SAN LUIS	RIO SAN LUIS	Guerrero	100	53	30	17	16	15	24	900.0	2820.0
259	19008	KM. 21+000	RIO DE LA SABANA	RIO DE LA SABANA	Guerrero	99	47	35	16	56	30	35	296.0	1096.6
260	19009	PETATLAN	RIO PETATLAN	RIO SAN JERONIMITO	Guerrero	101	17	0	17	32	10	19	456.0	2600.4
261	19014	SAN JERONIMITO	RIO SAN JERONIMITO	RIO SAN JERONIMITO	Guerrero	101	20	30	17	33	30	11	713.0	926.0
262	19022	LA SALITRERA	RIO IXTAPA	RIO IXTAPA	0	101	35	0	17	43	54	20	824.3	2332.0
263	20016	QUETZALA	RIO QUETZALA	RIO OMETEPEC	Oaxaca	98	30	25	16	39	30	35	1995.0	3942.6
264	20017	PASO DE LA REYNA	RIO ATOYAC	RIO VERDE	Guerrero	97	36	30	16	16	30	21	17617.0	7000.0
265	20018	MARQUELIA	RIO MARQUELIA	RIO MARQUELIA	Oaxaca	98	49	30	16	36	30	23	1103.0	3996.0
266	20019	NEXPA	RIO NEXPA	RIO NEXPA	Guerrero	99	11	0	16	47	15	26	1113.0	2306.0
267	20021	IXTAYUTLA	RIO YOLOTEPEC	RIO VERDE	Guerrero	97	34	0	16	33	30	27	7631.0	1955.0
268	20022	SAN CRISTOBAL	RIO SAN MIGUEL	RIO PAPAGAYO	Oaxaca	99	56	30	17	16	45	20	233.0	282.3
269	20023	ZIMATLAN	RIO ATOYAC	RIO VERDE	Guerrero	96	45	10	16	52	15	22	2662.8	526.7
270	20025	LAS JUNTAS	RIO SANTA CATARINA	RIO OMETEPEC	Oaxaca	98	16	0	16	42	15	11	2514.0	1605.3

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	''	°	'	''			
271	20026	TLAPACOYAN	RIO ATOYAC	RIO ATOYAC	Guerrero	96	50	0	16	43	50	21	3259.0	329.0
272	20027	Oaxaca	RIO SALADO	RIO ATOYAC	Oaxaca	96	42	35	17	1	40	18	1196.7	400.0
273	21002	LA CEIBA	RIO COLOTEPEC	RIO COLOTEPEC	Oaxaca	97	0	18	15	51	27	17	1640.7	3506.0
274	21003	LA HAMACA	RIO COPALITA	RIO COPALITA	Oaxaca	96	11	3	15	53	21	16	1347.5	2475.0
275	22007	LAS CUEVAS	RIO TEHUANTEPEC	RIO TEHUANTEPEC	Oaxaca	95	20	15	16	25	30	22	9364.0	5850.0
276	22008	BOQUILLA NO. 1	RIO TEHUANTEPEC	RIO TEHUANTEPEC	Oaxaca	95	55	45	16	38	50	61	4487.0	1100.0
277	22015	TEQUISISTLAN	RIO TEQUISISTLAN	RIO TEQUISISTLAN	Oaxaca	95	35	50	16	24	50	47	2213.0	1440.0
278	22016	CHICAPA	RIO CHICAPA	RIO CHICAPA	Oaxaca	94	48	30	16	34	15	49	425.0	1632.0
279	22017	IXTEPEC	RIO DE LOS PERROS	RIO DE LOS PERROS	Oaxaca	95	5	30	16	33	15	39	886.0	1625.0
280	22018	OSTUTA	RIO OSTUTA	RIO OSTUTA	Oaxaca	94	26	15	16	30	0	28	357.0	3171.0
281	22026	ZANATEPEC	RIO ZANATEPEC	RIO OSTUTA	Oaxaca	94	22	0	16	29	0	41	264.0	2400.0
282	22028	NILTEPEC	RIO NILTEPEC	RIO NILTEPEC	Oaxaca	94	36	30	16	33	30	25	107.0	416.5
283	22030	LAS CUEVAS II	RIO TEHUANTEPEC	RIO TEHUANTEPEC	Oaxaca	95	20	15	16	25	30	34	9364.0	2210.0
284	22035	EL MARQUES	RIO TEHUANTEPEC	RIO TEHUANTEPEC	Oaxaca	95	23	30	16	26	0	32	9301.0	1705.0
285	23003	CAHUACAN	RIO CAHUACAN	RIO CAHUACAN	Chiapas	92	16	15	14	43	0	40	250.0	498.9
286	23007	SUCHIATE II	RIO SUCHIATE	RIO SUCHIATE	Chiapas	92	8	0	14	41	0	33	1139.0	2200.0
287	23008	HUIXTLA	RIO HUIXTLA	RIO HUIXTLA	Chiapas	92	28	0	15	8	0	24	377.0	572.5
288	23009	PIJIAPAN	RIO PIJIAPAN	RIO PIJIAPAN	Chiapas	93	13	0	15	42	0	28	186.0	1004.8
289	23011	TONALA	RIO ZANATENGO	RIO ZANATENGO	Chiapas	93	45	0	16	4	15	21	157.0	741.2
290	23012	EL NOVILLERO	RIO NOVILLERO	RIO NOVILLERO	Chiapas	92	57	0	15	29	15	20	302.0	398.5
291	23015	CACALUTA	RIO CACALUTA	RIO CACALUTA	Chiapas	92	43	0	15	21	0	29	176.0	479.7
292	23019	DESPOBLADO	RIO DESPOBLADO	RIO DESPOBLADO	Chiapas	92	34	0	15	13	0	27	273.0	591.2
293	23023	TALISMAN II	RIO SUCHIATE	RIO SUCHIATE	Chiapas	92	8	30	14	53	0	21	330.0	1362.0
294	24026	SABINAS Hidalgo	RIO SABINAS	RIO SALADO	Cohahuila	101	7	15	27	50	30	45	12825.0	5640.0
295	24038	RODRIGUEZ	RIO SALADO	RIO BRAVO	Nuevo León	100	8	0	27	14	0	63	47450.0	3149.7
296	24077	COLINA	RIO CONCHOS	RIO BRAVO	Nuevo León	105	22	0	27	34	45	46	21165.0	1036.0
297	24087	CIENEGA DE FLORES	RIO SALINAS	RIO PESQUERIA	Chihuahua	100	10	25	25	57	15	66	14653.0	2154.0
298	24088	EL CUCHILLO	RIO SAN JUAN	RIO BRAVO	Nuevo León	99	15	30	25	43	10	64	8794.0	6758.5
299	24150	PROGRESO	RIO NADADORES	RIO SALADO	Cohahuila	100	59	0	27	25	30	50	23086.0	742.0
300	24181	VILLALBA	RIO SAN PEDRO	RIO CONCHOS	Chihuahua	105	46	40	27	59	10	48	9405.0	4432.3
301	24192	MONTEMorelos	RIO PILON	RIO SAN JUAN	Nuevo León	99	50	0	25	10	45	52	1691.0	616.4
302	24195	SAN ANTONIO	RIO FLORIDO	RIO CONCHOS	Durango	105	21	0	26	26	0	43	2734.0	1163.0
303	24196	LOS HERRERAS II	RIO PESQUERIA	RIO SAN JUAN	Nuevo León	99	21	5	25	54	45	20	20023.0	1380.0
304	24198	MONTERREY	RIO SANTA CATARINA	RIO SAN JUAN	Nuevo León	100	22	0	25	40	15	25	1333.0	178.0
305	24225	JIMENEZ	RIO FLORIDO	RIO CONCHOS	Chihuahua	104	55	5	27	8	30	38	7395.0	1084.0
306	24226	LAS BURRAS	RIO CONCHOS	RIO BRAVO	Chihuahua	105	25	20	28	32	45	45	51297.0	2200.0
307	24242	CONCHOS	RIO CONCHOS	RIO BRAVO	Chihuahua	105	11	30	27	43	5	35	21851.0	550.0
308	24271	LA BOCA	RIO SAN JUAN	RIO BRAVO	Nuevo León	100	7	10	25	26	30	32	269.0	1156.8
309	24280	PUENTE FF.CC.	RIO FLORIDO	RIO CONCHOS	Durango	105	38	0	26	29	15	34	1150.0	1239.8
310	24283	PARAISO (RAICES)	RIO RAMOS	RIO SAN JUAN	Nuevo León	100	2	45	25	13	40	14	230.0	745.0
311	24291	ICAMOLE	RIO SALINAS	RIO PESQUERIA	Nuevo León	100	44	0	25	55	0	38	11438.0	980.6
312	24301	TEPEHUAJE	RIO SAN JUAN	RIO BRAVO	Nuevo León	99	46	0	25	29	45	37	3594.0	5144.0
313	24331	CHUVISCAR	RIO CHUVISCAR	RIO CONCHOS	Chihuahua	106	6	0	28	37	30	18	646.0	129.0
314	24333	SABINAS, HGO.	RIO SABINAS	RIO SALADO	Nuevo León	100	7	0	26	29	30	33	5334.0	979.0
315	24339	EL GRANERO	RIO CONCHOS	RIO BRAVO	Chihuahua	105	17	35	28	57	30	29	58343.0	2500.0

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	"	°	'	"			
316	24351	LOS ALDAMAS	RIO SAN JUAN	RIO BRAVO	Nuevo León	99	11	45	26	1	25	22	30100.0	7610.0
317	24377	CANDELA	RIO CANDELA	RIO BRAVO	Cohahuila	100	36	52	26	50	36	17	988.0	195.0
318	24383	LOS HERRERAS III	RIO PESQUERIA	RIO SAN JUAN	Nuevo León	99	24	30	25	53	50	20	19747.0	453.8
319	24384	MONTERREY II	RIO SANTA CATARINA	RIO SAN JUAN	Nuevo León	100	21	6	25	40	18	13	1355.6	525.3
320	24385	CALLES (CONGREGACION)	RIO BLANQUILLO	RIO RAMOS	Nuevo León	99	56	24	25	13	12	20	176.9	351.0
321	24387	LOS LERMAS	RIO DE LA SILLA	RIO SANTA CATARINA	Nuevo León	100	11	18	25	40	48	21	169.4	310.0
322	24388	PEGÜIS	RIO CONCHOS	RIO BRAVO	Chihuahua	104	42	52	29	30	14	11	70932.5	1984.0
323	24399	CANADA	RIO PESQUERIA	RIO SAN JUAN	Nuevo León	100	16	18	25	48	6	21	1248.0	480.5
324	25010	PABLILLO	RIO PABLILLO	RIO POTOSI	Nuevo León	99	33	20	24	51	25	46	994.0	472.0
325	25027	CAMACHO	RIO CAMACHO	RIO PABLILLO	Nuevo León	99	34	30	24	52	40	43	428.0	1086.0
326	25030	CABEZONES	RIO POTOSI	RIO CONCHOS	Nuevo León	99	44	30	24	59	25	21	1166.0	1128.0
327	25034	PUERTO DE VALLES	RIO BLANCO	RIO PURIFICACION	Tamaulipas	99	35	45	24	9	20	34	1815.0	489.5
328	25037	LA ESPERANZA	RIO SAN RAFAEL	RIO SAN RAFAEL	Tamaulipas	97	56	14	23	9	44	37	1110.0	5500.0
329	25038	CORONA	RIO CORONA	RIO PURIFICACION	Tamaulipas	98	57	7	23	56	30	30	1329.0	1260.0
330	25039	PASO DEL AURA	RIO PALMAS	RIO SOTO LA MARINA	Tamaulipas	98	4	45	23	38	30	32	1569.0	1160.0
331	25040	MAGUEYES	RIO PILON	RIO PURIFICACION	Tamaulipas	99	33	30	24	34	10	37	242.0	670.6
332	25042	CERRO PRIETO	RIO PABLILLO	RIO POTOSI	Nuevo León	99	23	0	24	56	35	28	1708.0	1199.0
333	25043	EL TOMASENO	RIO SAN ANTONIO	RIO PURIFICACION	Tamaulipas	99	26	10	24	15	5	31	425.0	519.2
334	25044	PURISIMA DE CONCHOS	RIO CONCHOS	RIO SAN FERNANDO	Nuevo León	99	15	25	24	55	25	30	1510.0	471.5
335	25061	LAS COLMENAS	RIO PABLILLO	RIO POTOSI	Nuevo León	99	35	45	24	9	20	12	668.0	462.5
336	25062	PADILLA II	RIO PURIFICACION	RIO SOTO LA MARINA	Tamaulipas	98	53	30	24	2	10	27	3843.0	2037.1
337	25086	LA SONADORA II	RIO SOTO LA MARINA	RIO SOTO LA MARINA	Tamaulipas	98	57	7	23	56	30	26	14712.0	2587.4
338	25087	PASO DE MOLINA	ARROYO GRANDE	RIO CORONA	Tamaulipas	98	44	22	23	45	22	20	2278.0	406.2
339	25091	EL BARRETAL II	RIO PURIFICACION	RIO SOTO LA MARINA	Tamaulipas	99	8	3	24	6	45	21	3250.0	2149.6
340	25092	BARBERENA	RIO BARBERENA	RIO BARBERENA	Tamaulipas	98	7	15	22	37	30	27	1790.0	2698.0
341	25093	LA PAMONA	ARROYO LA PAMONA	RIO POTOSI	Nuevo León	99	12	24	24	59	32	13	284.0	228.6
342	26020	TAXHIE	ARROYO ZARCO	RIO SAN JUAN	México	99	54	0	20	13	30	48	659.0	272.4
343	26022	PASO DE TABLAS	RIO SAN JUAN	RIO MOCTEZUMA	Querétaro	99	50	0	20	33	0	27	3596.0	546.0
344	26030	EL SALTO	RIO EL SALTO	RIO TULA	Hidalgo	99	22	50	22	35	0	61	900.0	164.4
345	26032	MOLINO BLANCO	RIO DE LOS REMEDIOS	VASO DEL CRISTO	México	99	13	15	19	28	39	62	203.1	166.3
346	26034	TLAUTLA	RIO TLAUTLA	RIO TULA	Hidalgo	99	19	45	19	59	35	63	523.0	328.3
347	26040	ALMOLON	RIO ALMOLON	RIO AMAJAC	Hidalgo	98	55	0	20	44	15	48	2876.0	57.4
348	26042	VENADOS	RIO METZTITLAN	RIO ALMOLON	Hidalgo	98	40	45	20	28	0	60	1951.0	1701.2
349	26053	EL MOLINITO	RIO HONDO	RIO DE LOS REMEDIOS	México	99	14	8	19	27	13	44	143.1	186.0
350	26056	HUEHUETOCA	RIO CUAUTITLAN	RIO EL SALTO	Hidalgo	99	12	45	19	50	55	54	657.0	785.0
351	26070	TEPEJI	RIO TEPEJI	RIO TULA	Hidalgo	99	20	20	19	54	0	63	693.0	425.0
352	26118	LA MORA	RIO SALADO	RIO TULA	México	99	10	20	19	57	0	45	320.0	260.1
353	26124	JASSO	RIO TULA	RIO MOCTEZUMA	Hidalgo	99	19	25	19	59	15	28	851.0	428.0
354	26133	CALABOZO	RIO SAN LUIS	RIO TEPEJI	México	99	22	50	19	50	15	47	358.0	152.4
355	26151	TEQUISQUIAPAN	RIO SAN JUAN	RIO MOCTEZUMA	Querétaro	99	53	45	20	31	30	36	3012.0	195.0
356	26163	LA "H"	RIO DE LA H	RIO CARACOL	Querétaro	100	5	0	20	23	45	26	215.0	309.0
357	26170	SAN ILDEFONSO	RIO PRIETO	RIO SAN JUAN	Querétaro	99	58	0	20	12	30	20	532.0	128.0
358	26180	SAN JUAN	RIO SAN JUAN	RIO MOCTEZUMA	Querétaro	100	0	0	20	23	0	43	1607.0	647.0
359	26191	BOQUILLA TECOLOTES	RIO TULA	RIO MOCTEZUMA	Hidalgo	99	13	45	20	25	30	46	3686.0	565.0
360	26196	AHUALULCO	RIO POZA AZUL	RIO FRIO	Tamaulipas	99	17	5	22	57	0	31	17.0	250.0

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	''	°	'	''			
361	26218	LA ENCANTADA	RIO GUAYALEJO	RIO PANUCO	Tamaulipas	99	5	0	23	23	0	46	3725.0	2194.1
362	26224	TAMUIN	RIO TAMUIN	RIO PANUCO	San Luis Potosí	98	46	6	22	0	8	18	29630.0	3680.6
363	26241	BALLESMI	RIO COY	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	98	57	0	21	44	5	42	194.0	680.0
364	26243	REQUETEMU	RIO AXTLA	RIO AXTLA	San Luis Potosí	98	53	0	21	25	5	41	661.0	2643.7
365	26248	TEMPOAL	RIO TEMPOAL	RIO TEMPOAL	Veracruz	98	23	0	21	32	0	44	5275.0	6000.0
366	26252	ALCHOLOYA	RIO ALCHOLOYA	RIO MEZTITLAN	Hidalgo	98	26	45	20	12	45	26	798.0	48.6
367	26254	DESFOGUE PRESA GPE.	RIO CUAUTITLAN	RIO TULA	México	99	14	57	19	38	8	40	272.0	56.0
368	26255	LAS ADJUNTAS	RIO PANUCO	RIO PANUCO	San Luis Potosí	98	34	0	25	59	0	39	61063.0	6692.0
369	26263	SANTA ROSA	RIO VALLES	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	99	3	0	22	1	0	41	3521.0	2588.0
370	26267	GALLINAS	RIO GALLINAS	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	99	15	0	21	56	5	39	789.0	829.5
371	26273	EL SALITRE	RIO EL SIFON	RIO TLALNEPANTLA	México	99	17	53	19	30	11	19	17.0	46.4
372	26276	SAN MARCOS	RIO SAN FRANCISCO	RIO DE LA COMPAÑIA	México	98	52	10	19	17	30	30	151.5	43.9
373	26277	LOS HULES	RIO LOS HULES	RIO TEMPOAL	Veracruz	98	16	0.5	21	10	0	37	1269.0	4350.0
374	26278	EL CHOY	RIO CHOY	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	98	52	0	21	58	0	32	12.0	171.4
375	26282	EL ALAMO	RIO SANTA MARIA	RIO MEZTITLAN	Hidalgo	98	37	30	20	30	45	33	231.0	278.8
376	26285	MICOS	RIO EL SALTO	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	99	10	0	22	7	0.5	38	1978.0	600.0
377	26286	EL CARDON	RIO SAN PEDRO	RIO TEMPOAL	Veracruz	98	28	5	21	23	5	34	609.0	1390.0
378	26289	TERRERILLOS	RIO CALABOZO	RIO TEMPOAL	Veracruz	98	8	0.5	21	2	0.5	38	1493.0	3710.0
379	26291	TANCUILIN	RIO TANCUILIN	RIO AXTLA	San Luis Potosí	98	52	5	21	23	5	37	321.0	2097.8
380	26292	TANLACUT	RIO VERDE	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	99	17	5	21	40	5	30	6039.0	2163.3
381	26293	TEMAMATLA	RIO AMAJAC	RIO AMAJAC	San Luis Potosí	98	45	0.5	21	14	0.5	38	6884.0	3966.7
382	26312	EL MANANTIAL	RIO AVS. DE PACHUCA	LAGO DE ZUMPANGO	Hidalgo	98	56	25	19	51	5	27	1815.6	3.8
383	26315	PUENTE DE VIGAS	RIO DE LOS REMEDIOS	GRAN CANAL	México	99	12	40	19	30	42	26	336.7	39.5
384	26337	NOGAL OSCURO	RIO VERDE	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	100	11	0.5	22	1	0.5	25	2244.0	1780.0
385	26341	OJO CALIENTE	RIO SANTA MARIA	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	100	48	0	21	51	0	20	2574.0	89.6
386	26342	TEZONTEPEC	RIO SALADO	RIO TULA	Hidalgo	99	15	15	20	11	10	25	632.0	95.8
387	26352	LAS ARBOLEDAS	RIO SAN JAVIER	INTERCEPTOR PONIENTE 2	México	99	12	57	19	33	46	29	48.5	29.4
388	26354	SAN LORENZO	RIO CUAUTITLAN	RIO TULA	México	99	11	45	19	42	45	24	471.8	74.4
389	26360	ETCHEGARAY	RIO CHICO	RIO DE LOS REMEDIOS	México	99	14	0	19	28	50	26	36.4	47.4
390	26387	EL OLIVO	RIO MOCTEZUMA	RIO PANUCO	Veracruz	98	30	0.5	21	50	0.5	31	33483.0	5570.0
391	26388	SABINAS	RIO SABINAS	RIO GUAYALEJO	Tamaulipas	99	5	5	23	2	5	38	497.0	834.8
392	26395	JASSO II	RIO TULA	RIO MOCTEZUMA	Hidalgo	99	19	18	19	59	24	22	856.1	419.0
393	26406	IXMIQUILPAN II	RIO TULA	RIO MOCTEZUMA	Hidalgo	99	13	15	20	28	55	23	3769.2	544.1
394	26412	EL CONDE	RIO DE LOS REMEDIOS	VASO DEL CRISTO	México	99	14	40	19	27	55	20	203.1	113.4
395	26415	SAN VICENTE	RIO MOCTEZUMA	RIO PANUCO	San Luis Potosí	98	36	33	21	41	21	27	26768.0	5560.0
396	26416	TAMESI	RIO TAMESI	RIO PANUCO	Tamaulipas	98	25	39	22	25	36	24	14923.0	2700.0
397	26417	GALINDO II	RIO GALINDO	RIO CARACOL	Querétaro	100	5	36	20	23	19	21	153.4	285.5
398	26422	CLAVO DE ORO	RIO TANTUAN	RIO GUAYALEJO	Tamaulipas	98	52	21	22	21	53	10	11.7	30.6
399	26423	EL REFUGIO	RIO SANTA CLARA	RIO GUAYALEJO	Tamaulipas	98	54	19	22	29	48	19	35.4	373.9
400	26424	PANUCO	RIO PANUCO	RIO PANUCO	Veracruz	98	10	14	22	3	27	15	65577.0	7300.0
401	26429	GUADALUPE	ARROYO EL COJO	RIO GUAYALEJO	Tamaulipas	98	24	57	22	49	5	26	274.1	443.8
402	26430	AGUA BUENA	RIO AGUA BUENA	RIO TAMPAON	San Luis Potosí	99	22	47	21	57	9	25	262.5	173.9
403	26434	LA CONCEPCION	RIO ACULCO	RIO PRIETO	México	99	54	32	20	8	53	19	302.3	504.2
404	26435	LA "H" II	RIO DE LA H	RIO CARACOL	Querétaro	100	4	45	20	21	45	22	203.2	240.6
405	26438	LA CONCHITA	RIO ESLAVA	RIO MAGDALENA	D.F.	99	14	10	19	17	49	11	35.5	12.6

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	"	°	'	"			
406	26440	SANTA TERESA	RIO MAGDALENA	RIO SAN ANGEL	D.F.	99	14	10	19	18	10	17	30.0	51.5
407	27001	MARTINEZ DE LA TORRE	RIO BOBOS	RIO NAUTLA	Veracruz	97	2	24	20	3	36	46	1467.0	4540.0
408	27002	POZA RICA	RIO CAZONES	RIO CAZONES	Veracruz	97	28	48	20	60	0	47	1600.0	5412.5
409	27005	LIBERTAD	RIO QUILATE	RIO BOBOS	Veracruz	96	57	42	20	3	6	29	173.0	1376.0
410	27006	EL RAUDAL	RIO MISANTLA	RIO MISANTLA	Veracruz	96	42	48	20	9	30	37	456.0	3178.1
411	28003	CARDEL	RIO LA ANTIGUA	RIO LA ANTIGUA	Veracruz	96	22	24	19	21	42	49	2234.0	3378.0
412	28013	AZUETA	RIO TESECHOACAN	RIO PAPALOAPAN	Veracruz	87	0	0	14	0	0	50	4655.7	2093.0
413	28016	CANTON	RIO SANTO DOMINGO	RIO PAPALOAPAN	Oaxaca	87	0	0	14	0	0	40	14037.7	5082.0
414	28018	BELLACO	RIO LALANA	RIO PAPALOAPAN	Veracruz	87	0	0	14	0	0	32	2916.6	1950.0
415	28030	ACTOPAN II	RIO ACTOPAN	RIO ACTOPAN	Veracruz	96	34	42	19	29	40	20	844.0	1220.0
416	28040	EL TEJAR	RIO JAMAPA	RIO JAMAPA	Veracruz	96	9	36	19	4	6	46	1924.0	841.7
417	28069	CAPULINES	RIO COTAXTLA	RIO JAMAPA	Veracruz	96	18	18	18	51	54	40	1412.0	2024.8
418	28082	APOALA	RIO APOALA	RIO PAPALOAPAN	Oaxaca	87	0	0	14	0	0	22	341.2	190.0
419	28108	EL NARANJILLO	RIO ACTOPAN	RIO ACTOPAN	Veracruz	96	22	54	19	25	20	37	1933.0	2583.0
420	28119	SANTA ANITA	RIO ATOYAC	RIO COTAXTLA	Veracruz	96	49	18	18	54	54	25	78.0	144.0
421	28125	CARRIZAL	RIO LA ANTIGUA	RIO LA ANTIGUA	Veracruz	96	37	36	19	19	12	33	1644.0	1787.4
422	29005	LAS PERLAS	RIO COATZACOALCOS	RIO COATZACOALCOS	Veracruz	94	52	0	17	26	17	36	9224.0	7430.0
423	29006	JESUS CARRANZA II	RIO JALTEPEC	RIO COATZACOALCOS	Veracruz	95	3	15	17	23	30	38	3196.0	3150.0
424	29007	PASO ARNULFO	RIO DEL CORTE	RIO COATZACOALCOS	Oaxaca	94	42	0	16	54	0	17	1480.0	2159.4
425	30014	PUENTE COLGANTE I	RIO GRIJALVA	RIO GRIJALVA	Chiapas	93	2	0	16	44	30	16	24402.0	5200.0
426	30015	LAS PEÑITAS	RIO MEZCALAPA	RIO GRIJALVA	Chiapas	93	27	0	17	24	30	45	36362.0	9000.0
427	30016	PUEBLO NUEVO	RIO DE LA SIERRA	RIO VIEJO MEZCALAPA	Tabasco	92	52	45	17	51	15	48	4779.0	1275.0
428	30019	BOCA DEL CERRO	RIO USUMACINTA	RIO USUMACINTA	Tabasco	91	29	0	17	26	0	41	47697.0	7620.0
429	30020	EL BOQUERON II	RIO SUCHIAPA	RIO SANTO DOMINGO	Chiapas	93	9	0	16	30	15	44	1870.0	767.7
430	30030	ARCO DE PIEDRA	RIO GRIJALVA	RIO GRIJALVA	Chiapas	92	39	0	16	11	15	23	15894.0	2422.0
431	30031	PUYACATENGO	RIO PUYACATENGO	RIO DE LA SIERRA	Tabasco	92	56	15	17	34	0	39	169.0	915.0
432	30032	TEAPA	RIO TEAPA	RIO DE LA SIERRA	Tabasco	92	58	0	17	34	0	42	476.0	2375.0
433	30033	SAN FRANCISCO I	RIO CUSTEPEQUES	RIO CONCORDIA	Chiapas	92	53	0	16	2	0	13	1033.0	635.0
434	30036	EL BURRERO	RIO HONDO	RIO GRIJALVA	Chiapas	92	53	0	16	49	0	13	160.0	56.0
435	30037	SAN PEDRO Chiapas I	RIO SAN PEDRO	RIO EL DORADO	Chiapas	93	4	0	16	9	0	11	73.0	971.0
436	30040	ARGELIA	RIO SAN MIGUEL	RIO GRIJALVA	Chiapas	92	12	0	15	57	0	21	5189.0	1921.0
437	30041	LA ESCALERA	RIO SANTO DOMINGO	RIO GRIJALVA	Chiapas	92	57	0	16	32	0	22	1808.0	893.0
438	30042	SALTO DE AGUA	RIO TULIJA	RIO TEPETITAN	Chiapas	92	21	0	17	34	0	42	2876.0	2565.0
439	30052	CONCEPCION	ARROYO CONCEPCION	RIO CUSTEPEQUES	0	92	47	30	16	6	30	24	36.0	52.2
440	30053	SANTA ISABEL	RIO EL DORADO	Grijalva	Chiapas	92	53	0	16	16	0	18	1873.0	1405.0
441	30055	RIO MACUSPANA	0	0	0	92	36	0	17	46	0	30	1739.0	1304.7
442	30056	RIO LA CONCORDIA	RIO TULIJA	0	Tabasco	92	38	0	16	5	0	18	1268.0	1099.0
443	30057	RIO PICHUCALCO	RIO PICHUCALCO	0	Chiapas	93	6	30	17	33	30	38	411.0	1368.1
444	30066	TZIMBAC	RIO TZIMBACNHO	RIO GRIJALVA	Tabasco	93	32	15	17	17	0	23	200.0	1150.0
445	30070	SAYULA	RIO SAYULA	RIO FOGOTICO	Chiapas	93	23	0	17	25	30	20	410.0	3095.6
446	30071	SANTA MARIA	RIO ENCAJONADO	RIO MEZCALAPA	Chiapas	93	46	0	16	57	0	27	1958.0	3247.0
447	30072	LAS FLORES II	RIO ZOYATENCO	RIO DE LA VENTA	Chiapas	93	33	0	16	42	0	34	2551.0	9350.0
448	30076	MALPASO II	RIO GRIJALVA	RIO DE LA VENTA	Chiapas	93	35	0	17	11	0	18	34985.0	9000.0
449	30088	SAN PEDRO TABASCO	RIO SAN PEDRO	RIO GRIJALVA	Tabasco	91	9	30	17	47	30	39	10138.0	655.0
450	30089	PUENTE COLGANTE II	RIO GRIJALVA	RIO USUMACINTA	0	93	3	0	16	45	0	16	24415.0	3825.0

Anexo 3.1 Base de datos de las 479 estaciones hidrométricas seleccionadas

ID	Clave	Nombre de la estación	Nombre de la Corriente	Nombre de la Cuenca	ESTADO	long.			lat.			años de registro (n)	Area de aport km ²	Gasto max m ³ /s
						°	'	''	°	'	''			
451	30091	SAN FRANCISCO II	RIO CUSTEPEQUES	0	Tabasco	92	47	30	16	5	0	14	1103.0	373.0
452	30093	TAPIJULAPA	RIO TAPIJULAPA	RIO GRIJALVA	Chiapas	92	49	0	17	28	0	32	3219.0	3386.0
453	30094	PLATANAR	RIO PLATANAR	RIO LA CONCORDIA	Chiapas	93	23	15	17	34	40	21	216.0	370.2
454	30095	EL TIGRE	RIO USUMACINTA	RIO TACOTALPA	Tabasco	90	39	0	16	36	0	26	41852.0	8140.6
455	30096	PAREDON	RIO CAMOAPA	RIO MEZCALAPA	Chiapas	93	22	0	17	49	0	19	330.0	379.5
456	30098	GRIJALVA	RIO GRIJALVA	RIO MEZCALAPA	Chiapas	93	7	0	16	58	0	24	26538.0	4008.0
457	30111	OXOLOTAN	RIO OXOLOTAN	RIO GRIJALVA	Chiapas	92	45	0	17	23	0	29	2901.0	3230.0
458	30113	IXCAN	RIO IXCAN	RIO LACANTUN	Chiapas	91	5	0	16	6	0	26	2003.0	2786.5
459	30120	CHAJUL	RIO CHAJUL	RIO LACANTUN	Tabasco	90	57	0	16	5	0	26	1258.0	2258.6
460	30123	AGUA VERDE II	RIO LACANTUN	RIO USUMACINTA	Chiapas	93	20	0	17	7	0	22	185.0	5778.0
461	34003	EL TINTERO II	RIO SANTA MARIA	LAGUNA SANTA MARIA	Chihuahua	107	23	0	29	34	45	32	3968.0	22.6
462	34004	CASAS GRANDES	RIO CASAS GRANDES	LAGUNA DE GUZMAN	Chihuahua	107	56	0	30	22	30	44	5271.0	297.9
463	34008	LA TRASQUILA	RIO DEL CARMEN	LAGUNA DE SAN JOSE	Chihuahua	107	4	30	29	44	0	44	4154.0	773.5
464	36015	EL PALMITO	Laguna de Viesca	RIO NAZAS	Durango	105	1	30	25	36	0	20	18321.0	2706.0
465	36017	EL SAUZ	LAGUNA DE MAYRAON	RIO TRUJILLO	Zacatecas	103	13	30	23	10	0	15	1177.0	220.0
466	36034	CUIJE	RIO NAZAS	RIO NAZAS	Cohahuila	103	20	0	25	41	30	23	34954.0	1396.0
467	36039	LA FLOR	LAGUNA DE MAYRAN	RIO AGUANAVAL	Cohahuila	103	19	30	25	5	30	15	20289.0	1059.0
468	36049	EL SAUZ II	RIO DE LOS LAZOS	RIO TRUJILLO	Zacatecas	103	13	30	23	10	0	30	1177.0	313.6
469	36056	CAZADERO II (SALIDAS PRESA)	RIO AGUANAVAL	RIO AGUANAVAL	Zacatecas	103	4	30	23	40	0	36	5135.0	713.3
470	36060	LOS ANGELES	RIO NAZAS	RIO NAZAS	Durango	103	34	0	25	30	30	21	34759.0	447.2
471	36067	CAÑON FERNANDEZ II	RIO NAZAS	RIO NAZAS	Durango	103	46	30	25	17	0	29	33468.0	1738.0
472	36071	SARDINAS	RIO DEL ORO	RIO NAZAS	Durango	105	34	12	26	5	0	26	4911.0	1830.0
473	36074	J. SALOME ACOSTA	RIO RAMOS	RIO NAZAS	Durango	105	27	30	25	14	0	24	6842.0	2174.6
474	36076	AGUSTIN MELGAR	RIO NAZAS	RIO NAZAS	Durango	104	4	5	25	15	51	28	29925.0	724.7
475	36079	SARDINAS	ARROYO SARDINAS	RIO DE ORO	Durango	105	34	12	26	5	0	10	75.0	47.7
476	36080	SAN FRANCISCO	RIO AGUANAVAL	RIO AGUANAVAL	Zacatecas	102	53	6	24	18	50	22	10473.0	541.3
477	37005	LOS PILARES	ARROYO LA PARADA	ARISTA-MATEHUALA	San Luis Potosí	101	2	10	22	29	30	27	1533.0	14253.8
478	37006	EL GRITO	ARROYO GRANDE	ARROYO LA PARADA	San Luis Potosí	101	7	12	22	40	0	13	174.0	263.0
479	37008	EL TULE	ARROYO EL TULE	ARROYO MOCTEZUMA	San Luis Potosí	101	10	45	22	50	12	16	269.0	76.0
480	37012	TULA	RIO TULA	CUENCA CERRADA TULA	Tamaulipas	99	42	45	23	0	5	15	80.0	200.4

Anexo 3.2 Coeficientes de las envolventes

a) Por Regiones Hidrológicas

RH	Lowry	Creager	Crippen		
	C_L	C_c	k_1	k_2	k_3
1	500	15	450	1.1	-1.85
2 a 7	SD				
8	700	18	400	1.5	-2.6
9	1800	35	220	1.1	-1.43
10	4700	130	728.51	1.39	-1.89
11	4500	115	250	1.3	-1.58
12	1500	30	133	1.28	-1.72
13 a 15	2300	60	300	1.16	-1.5
16	5300	120	800	1.42	-2.1
17	SD				
18	2400	70	692.71	1.52	-2.4
19	5600	180	550	1.18	-1.39
20	2200	60	152.52	1.4	-1.77
21 a 23	2456	85	658.92	1.36	-1.98
24	2000	50	250	1.12	-1.45
25	3000	100	1241.79	1.41	-2.22
26	2500	75	200	1.07	-1.1
27	2300	70	200	1.05	-1.1
28	2600	100	400	1.15	-1.45
29	2200	50	200	1.13	-1.45
30	7200	250	800	1.31	-1.65
31 a 35	SD				
36	600	15	130	1.07	-1.45
37	SD				

* Sin datos

Fuente: Ramírez, Gómez y Campos, 2004

b) Por Regiones Administrativas

RA	Nombre	Lowry	Creager	Crippen		
		C_L	C_c	k_1	k_2	k_3
I	Península de B.C.	SD				
II	Alto Noroeste	1800	35	220.00	1.05	-1.36
III	Bajo Noroeste	4700	130	600.00	1.22	-1.55
IV	Pacífico Centro	5300	120	300.00	1.25	-1.52
V	Pacífico Sur	5600	180	606.83	1.20	-1.41
VI	Frontera Norte	2000	50	118.11	1.24	-1.46
VII	Centro Norte	670	15	125.00	1.03	-1.38
VIII	Lerma-Santiago	1500	30	133.00	1.28	-1.72
IX	Golfo-Norte	3000	100	229.66	1.15	-1.30
X	Golfo-Centro	2600	100	229.66	1.15	-1.28
XI	Frontera Sur	7200	250	800.00	1.31	-1.65
XII	Península de Yucatan	SD				
XIII	Valle de México	650	20	188.85	1.35	-2.06

* Sin datos

Fuente: Ramírez, Gómez y Campos, 2004

Anexo 3.3 Envoltente regional por el método de Lowry para cuencas con área mayor a 1000km²

FORMULA $q=C_l*((A+259)^{0.85})^{-1}$

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _L	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
1	8007	22	2503.0	1500.0	110.889	30.755	700	0.8319	2082.2	582.2
2	8011	10	16570.0	1194.0	112.042	30.671	700	0.1790	2966.7	1772.7
3	8018	33	16616.0	1882.0	112.100	30.692	700	0.1786	2968.0	1086.0
4	8019	11	9095.0	341.4	112.800	31.858	700	0.2950	2682.6	2341.2
5	8025	18	9704.0	182.8	112.847	31.867	700	0.2796	2712.8	2530.0
6	9008	21	66878.0	3900.0	109.817	28.042	1800	0.1420	9498.1	5598.1
7	9011	50	8713.0	1397.0	107.983	28.758	1800	0.7858	6846.7	5449.7
8	9015	22	57505.0	5265.0	109.683	29.075	1800	0.1614	9280.5	4015.5
9	9017	49	11606.0	1496.7	110.704	29.233	1800	0.6196	7191.6	5694.9
10	9018	23	11041.0	6390.0	109.196	27.204	1800	0.6459	7131.2	741.2
11	9023	34	18395.0	237.9	109.369	30.425	1800	0.4218	7759.2	7521.3
12	9063	11	3074.0	606.0	110.408	28.425	1800	1.8233	5604.9	4998.9
13	9066	29	57908.0	1762.0	109.629	28.925	1800	0.1604	9290.4	7528.4
14	9067	35	7510.0	4429.0	108.882	27.413	1800	0.8881	6669.6	2240.6
15	9072	17	1813.0	839.0	107.475	28.500	1800	2.7311	4951.5	4112.5
16	9089	20	1208.0	526.5	109.628	27.415	1800	3.6627	4424.6	3898.1
17	10018	64	15731.0	11000.0	107.404	24.806	4700	1.2555	19750.7	8750.7
18	10020	21	4086.0	3232.0	107.392	24.811	4700	3.8002	15527.6	12295.6
19	10029	45	2064.0	3093.4	108.469	25.803	4700	6.4708	13355.7	10262.3
20	10031	38	1645.0	3507.0	108.092	25.469	4700	7.6627	12605.1	9098.1
21	10033	46	11409.0	8340.0	107.385	24.925	4700	1.6412	18724.0	10384.0
22	10036	56	8179.0	6991.3	108.014	25.900	4700	2.1617	17680.5	10689.2
23	10037	51	26057.0	15000.0	108.367	26.883	4700	0.8221	21420.8	6420.8
24	10040	50	8919.0	7000.0	106.953	24.485	4700	2.0126	17950.6	10950.6
25	10051	23	29529.0	10000.0	108.589	26.472	4700	0.7399	21848.0	11848.0
26	10053	20	2270.0	668.5	108.742	26.393	4700	6.0199	13665.2	12996.7
27	10064	21	5098.0	2683.2	108.542	27.417	4700	3.1806	16214.9	13531.7
28	10065	45	6166.0	6200.0	106.596	23.956	4700	2.7252	16803.9	10603.9
29	10066	34	1403.0	1700.0	108.329	26.736	4700	8.6012	12067.6	10367.6
30	10070	40	1884.0	4600.0	106.654	24.047	4700	6.9299	13056.0	8456.0
31	10077	21	6439.0	6800.0	108.417	27.017	4700	2.6305	16938.0	10138.0
32	10079	26	1018.0	9245.0	107.538	25.333	4700	10.7606	10954.3	1709.3
33	10081	20	10987.0	1656.0	107.396	25.086	4700	1.6934	18605.0	16949.0
34	10087	32	2241.0	2289.4	106.975	24.933	4700	6.0792	13623.6	11334.2
35	10100	26	4000.0	716.0	107.839	27.303	4700	3.8653	15461.3	14745.3
36	10110	12	5281.0	2580.0	107.704	26.171	4700	3.0911	16324.2	13744.2
37	10112	30	8252.0	5000.0	107.221	25.344	4700	2.1459	17708.2	12708.2

Anexo 3.3 Envolvente regional por el método de Lowry para cuencas con área mayor a 1000km2

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _L	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
38	10113	28	6149.0	1931.2	106.700	25.369	4700	2.7314	16795.3	14864.1
39	10119	15	1059.0	450.0	108.398	27.013	4700	10.4754	11093.4	10643.4
40	10120	17	9245.0	2930.0	108.457	25.577	4700	1.9538	18062.8	15132.8
41	10122	12	29646.0	2595.0	108.620	26.418	4700	0.7374	21861.6	19266.6
42	11008	52	2008.0	740.0	104.599	24.000	4500	6.3253	12701.1	11961.1
43	11010	53	1052.0	473.9	104.517	23.983	4500	10.0751	10599.0	10125.1
44	11011	40	2616.0	429.0	104.673	24.208	4500	5.1686	13521.0	13092.0
45	11016	48	4653.0	14140.0	105.842	22.983	4500	3.2783	15253.7	1113.7
46	11027	29	10135.0	603.5	104.302	23.977	4500	1.7336	17570.0	16966.5
47	11028	35	1393.0	282.0	103.950	24.008	4500	8.2776	11530.7	11248.7
48	11036	39	1810.0	1194.7	104.721	23.963	4500	6.8362	12373.6	11178.9
49	11040	38	1868.0	275.0	103.970	23.747	4500	6.6774	12473.5	12198.5
50	11045	13	3535.0	13250.0	105.750	23.025	4500	4.0830	14433.4	1183.4
51	11058	32	5614.0	7200.0	106.250	23.008	4500	2.8163	15810.8	8610.8
52	12004	20	35662.0	806.4	102.017	20.342	1500	0.2014	7182.1	6375.7
53	12007	17	21846.0	722.2	101.167	20.383	1500	0.3043	6647.3	5925.1
54	12014	18	1417.0	75.7	101.746	19.917	1500	2.7256	3862.1	3786.4
55	12067	21	9277.0	419.0	100.875	20.171	1500	0.6218	5768.2	5349.2
56	12095	33	36192.0	1452.0	102.254	20.342	1500	0.1989	7198.6	5746.6
57	12104	43	8706.0	637.0	100.742	20.050	1500	0.6553	5704.8	5067.8
58	12128	61	47386.0	620.4	103.083	20.404	1500	0.1584	7506.3	6885.9
59	12209	60	5645.0	416.0	100.238	19.994	1500	0.9346	5275.7	4859.7
60	12232	20	7161.0	440.0	100.457	19.992	1500	0.7696	5510.9	5070.9
61	12233	55	34153.0	686.0	101.804	20.196	1500	0.2089	7133.7	6447.7
62	12238	66	9651.0	399.8	101.108	20.525	1500	0.6018	5807.7	5407.9
63	12310	45	2198.0	119.0	102.371	20.117	1500	1.9690	4327.9	4208.9
64	12349	18	8539.0	880.0	100.671	20.050	1500	0.6658	5685.5	4805.5
65	12352	57	22033.0	510.0	101.200	20.567	1500	0.3021	6656.4	6146.4
66	12358	46	6597.0	294.0	102.440	21.542	1500	0.8231	5429.7	5135.7
67	12359	29	48541.0	468.7	103.169	20.526	1500	0.1552	7534.3	7065.6
68	12361	14	122767.0	6754.4	105.072	21.821	1500	0.0707	8683.1	1928.7
69	12369	21	1652.0	556.0	101.746	21.485	1500	2.4379	4027.4	3471.4
70	12370	53	4390.0	711.0	102.497	21.285	1500	1.1451	5026.9	4315.9
71	12374	42	1582.0	33.5	99.589	19.406	1500	2.5165	3981.1	3947.6
72	12375	45	5275.0	347.0	100.150	20.058	1500	0.9874	5208.7	4861.7
73	12376	53	9305.0	465.2	100.904	20.217	1500	0.6202	5771.2	5306.0
74	12382	22	10559.0	2727.0	102.539	21.317	1500	0.5586	5897.8	3170.8
75	12391	49	2913.0	207.0	101.854	20.679	1500	1.5847	4616.3	4409.3
76	12400	32	49834.0	887.0	103.275	20.732	1500	0.1518	7565.0	6678.0
77	12405	18	5775.0	767.4	103.050	21.543	1500	0.9174	5298.2	4530.8
78	12422	24	1703.0	531.8	101.753	21.489	1500	2.3839	4059.9	3528.1

Anexo 3.3 Envolvente regional por el método de Lowry para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _L	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
79	12423	39	4436.0	249.0	99.893	19.789	1500	1.1355	5037.2	4788.2
80	12428	50	11900.0	3525.0	103.783	21.825	1500	0.5057	6018.3	2493.3
81	12438	38	84559.0	6222.7	104.090	21.193	1500	0.0970	8204.2	1981.5
82	12454	43	2397.0	500.0	101.914	21.363	1500	1.8429	4417.4	3917.4
83	12471	14	80336.0	1484.8	103.443	21.049	1500	0.1013	8140.3	6655.5
84	12472	16	70339.0	1965.0	103.281	20.742	1500	0.1134	7976.5	6011.5
85	12484	36	5796.0	1409.0	104.063	22.568	1500	0.9147	5301.8	3892.8
86	12485	31	2553.0	480.0	103.399	22.066	1500	1.7556	4482.1	4002.1
87	12487	42	1793.0	417.4	103.604	22.686	1500	2.2948	4114.5	3697.1
88	12488	37	3105.0	292.1	103.396	22.068	1500	1.5075	4680.9	4388.8
89	12490	15	6360.0	244.0	100.406	19.919	1500	0.8480	5393.6	5149.6
90	12504	44	19097.0	2440.0	102.833	21.004	1500	0.3406	6505.2	4065.2
91	12506	18	8611.0	785.0	100.696	20.042	1500	0.6612	5693.9	4908.9
92	12520	31	17125.0	5205.0	104.715	21.854	1500	0.3732	6391.4	1186.4
93	12521	35	82359.0	5992.0	103.726	20.922	1500	0.0992	8171.3	2179.3
94	12526	13	36176.0	533.3	102.258	20.338	1500	0.1990	7198.1	6664.8
95	12532	34	71783.0	3487.6	103.429	21.039	1500	0.1115	8001.4	4513.8
96	12539	25	2142.0	105.2	99.720	19.473	1500	2.0080	4301.1	4195.9
97	12545	13	5780.0	135.0	102.375	21.779	1500	0.9168	5299.1	5164.1
98	12561	23	4851.0	330.7	100.021	19.914	1500	1.0567	5125.8	4795.1
99	12588	36	1270.0	418.5	101.011	19.819	1500	2.9468	3742.4	3323.9
100	12605	31	5275.0	308.5	100.151	20.063	1500	0.9874	5208.7	4900.2
101	12652	25	4981.0	823.0	100.829	20.863	1500	1.0343	5152.0	4329.0
102	12664	25	7121.0	399.0	100.450	19.967	1500	0.7731	5505.3	5106.3
103	12693	15	121220.0	6687.9	104.775	21.842	1500	0.0715	8666.4	1978.5
104	12713	13	2064.0	34.0	101.708	20.138	1500	2.0651	4262.4	4228.4
105	12718	13	2255.0	104.5	100.588	20.558	1500	1.9310	4354.4	4249.9
106	12719	19	5849.0	298.3	100.772	20.521	1500	0.9080	5310.8	5012.5
107	12908	21	2123.0	362.0	101.371	20.713	1500	2.0216	4291.8	3929.8
108	14007	13	9329.0	764.0	105.125	20.908	2300	0.9490	8853.1	8089.1
109	14008	43	2056.0	1407.5	105.158	20.733	2300	3.1758	6529.5	5122.0
110	15001	31	2028.0	5366.8	104.567	19.242	2300	3.2089	6507.6	1140.8
111	15014	23	2319.0	1313.6	105.163	19.661	2300	2.8983	6721.1	5407.5
112	16014	54	2442.0	1266.8	103.417	19.525	5300	6.4192	15675.7	14408.9
113	16022	47	6835.0	17000.0	103.625	18.800	5300	2.8250	19308.9	2308.9
114	16024	20	2406.0	587.1	104.292	19.842	5300	6.4928	15621.7	15034.6
115	16030	19	1167.0	511.2	104.317	20.033	5300	11.0478	12892.7	12381.5
116	16031	37	7523.0	1412.0	103.883	19.525	5300	2.6112	19644.4	18232.4
117	16032	25	9744.0	4384.0	103.942	18.942	5300	2.1094	20554.3	16170.3
118	16033	36	3486.0	1001.0	103.992	19.667	5300	4.8623	16950.0	15949.0
119	16036	35	8108.0	7800.0	103.825	19.325	5300	2.4552	19907.0	12107.0

Anexo 3.3 Envolvente regional por el método de Lowry para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _L	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
120	18002	15	3888.7	628.7	98.138	18.913	2400	2.0187	7850.2	7221.5
121	18005	16	1305.0	116.4	98.242	19.154	2400	4.6250	6035.6	5919.2
122	18140	11	1493.0	128.8	98.250	19.167	2400	4.1996	6270.0	6141.2
123	18148	25	3465.5	343.7	98.283	18.971	2400	2.2121	7666.0	7322.3
124	18202	13	2090.8	711.0	102.669	19.056	2400	3.2722	6841.4	6130.4
125	18243	38	1220.8	393.0	99.663	18.292	2400	4.8477	5918.1	5525.1
126	18277	23	1533.4	1180.0	100.521	18.047	2400	4.1190	6316.1	5136.1
127	18311	28	10738.7	2793.0	100.681	18.688	2400	0.8813	9463.6	6670.6
128	18322	28	1032.5	227.4	98.242	19.321	2400	5.4423	5619.2	5391.8
129	18329	29	1391.0	4000.0	100.888	18.161	2400	4.4193	6147.2	2147.2
130	18437	28	6057.5	1528.0	99.192	18.521	2400	1.4119	8552.6	7024.6
131	18438	17	2147.2	561.1	99.438	18.638	2400	3.2069	6885.8	6324.7
132	18450	22	1599.2	218.8	100.275	18.381	2400	3.9947	6388.3	6169.5
133	18538	12	1459.0	398.0	97.792	17.667	2400	4.2701	6230.1	5832.1
134	18555	16	1200.2	424.8	99.564	18.661	2400	4.9058	5888.0	5463.2
135	19005	25	1176.0	4760.0	100.621	17.250	5600	11.6108	13654.4	8894.4
136	20016	35	1995.0	3942.6	98.507	16.658	2200	3.1075	6199.5	2256.9
137	20017	21	17617.0	7000.0	97.608	16.275	2200	0.5346	9417.3	2417.3
138	20018	23	1103.0	3996.0	98.825	16.608	2200	4.7684	5259.5	1263.5
139	20019	26	1113.0	2306.0	99.183	16.788	2200	4.7388	5274.3	2968.3
140	20021	27	7631.0	1955.0	97.567	16.558	2200	1.0713	8175.0	6220.0
141	20023	22	2662.8	526.7	96.753	16.871	2200	2.4924	6636.8	6110.1
142	20025	11	2514.0	1605.3	98.267	16.704	2200	2.6056	6550.6	4945.3
143	20026	21	3259.0	329.0	96.833	16.731	2200	2.1285	6936.7	6607.7
144	20027	18	1196.7	400.0	96.710	17.028	2200	4.5062	5392.6	4992.6
145	21002	17	1640.7	3506.0	97.005	15.858	2456	4.0119	6582.3	3076.3
146	21003	16	1347.5	2475.0	96.184	15.889	2456	4.6263	6233.9	3758.9
147	22007	22	9364.0	5850.0	95.338	16.425	2456	1.0102	9459.7	3609.7
148	22008	61	4487.0	1100.0	95.929	16.647	2456	1.8423	8266.2	7166.2
149	22015	47	2213.0	1440.0	95.597	16.414	2456	3.2073	7097.7	5657.7
150	22030	34	9364.0	2210.0	95.338	16.425	2456	1.0102	9459.7	7249.7
151	22035	32	9301.0	1705.0	95.392	16.433	2456	1.0159	9448.6	7743.6
152	23007	33	1139.0	2200.0	92.133	14.683	2456	5.2065	5930.2	3730.2
153	24026	45	12825.0	5640.0	101.121	27.842	2000	0.6336	8125.6	2485.6
154	24038	63	47450.0	3149.7	100.133	27.233	2000	0.2110	10010.5	6860.8
155	24077	46	21165.0	1036.0	105.367	27.579	2000	0.4166	8818.3	7782.3
156	24087	66	14653.0	2154.0	100.174	25.954	2000	0.5669	8307.1	6153.1
157	24088	64	8794.0	6758.5	99.258	25.719	2000	0.8665	7619.8	861.3
158	24150	50	23086.0	742.0	100.983	27.425	2000	0.3873	8941.6	8199.6
159	24181	48	9405.0	4432.3	105.778	27.986	2000	0.8197	7709.1	3276.8
160	24192	52	1691.0	616.4	99.833	25.179	2000	3.1952	5403.1	4786.7

Anexo 3.3 Envolvente regional por el método de Lowry para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _L	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
161	24195	43	2734.0	1163.0	105.350	26.433	2000	2.2199	6069.3	4906.3
162	24196	20	20023.0	1380.0	99.351	25.913	2000	0.4365	8740.1	7360.1
163	24198	25	1333.0	178.0	100.367	25.671	2000	3.7965	5060.7	4882.7
164	24225	38	7395.0	1084.0	104.918	27.142	2000	0.9994	7390.3	6306.3
165	24226	45	51297.0	2200.0	105.422	28.546	2000	0.1975	10131.8	7931.8
166	24242	35	21851.0	550.0	105.192	27.718	2000	0.4056	8863.4	8313.4
167	24280	34	1150.0	1239.8	105.633	26.488	2000	4.2117	4843.4	3603.6
168	24291	38	11438.0	980.6	100.733	25.917	2000	0.6969	7971.1	6990.5
169	24301	37	3594.0	5144.0	99.767	25.496	2000	1.7910	6436.9	1292.9
170	24333	33	5334.0	979.0	100.117	26.492	2000	1.3048	6959.6	5980.6
171	24339	29	58343.0	2500.0	105.293	28.958	2000	0.1771	10334.6	7834.6
172	24351	22	30100.0	7610.0	99.196	26.024	2000	0.3098	9325.1	1715.1
173	24383	20	19747.0	453.8	99.408	25.897	2000	0.4416	8720.6	8266.8
174	24384	13	1355.6	525.3	100.352	25.672	2000	3.7512	5085.2	4559.9
175	24388	11	70932.5	1984.0	104.714	29.504	2000	0.1501	10649.1	8665.1
176	24399	21	1248.0	480.5	100.272	25.802	2000	3.9777	4964.2	4483.7
177	25030	21	1166.0	1128.0	99.742	24.990	3000	6.2572	7295.9	6167.9
178	25034	34	1815.0	489.5	99.596	24.156	3000	4.5481	8254.9	7765.4
179	25037	37	1110.0	5500.0	97.937	23.162	3000	6.4741	7186.2	1686.2
180	25038	30	1329.0	1260.0	98.952	23.942	3000	5.7069	7584.4	6324.4
181	25039	32	1569.0	1160.0	98.079	23.642	3000	5.0634	7944.5	6784.5
182	25042	28	1708.0	1199.0	99.383	24.943	3000	4.7576	8126.0	6927.0
183	25044	30	1510.0	471.5	99.257	24.924	3000	5.2066	7861.9	7390.4
184	25062	27	3843.0	2037.1	98.892	24.036	3000	2.5473	9789.2	7752.1
185	25086	26	14712.0	2587.4	98.952	23.942	3000	0.8475	12468.9	9881.5
186	25087	20	2278.0	406.2	98.739	23.756	3000	3.8322	8729.8	8323.6
187	25091	21	3250.0	2149.6	99.134	24.113	3000	2.9088	9453.6	7304.0
188	25092	27	1790.0	2698.0	98.121	22.625	3000	4.5953	8225.5	5527.5
189	26022	27	3596.0	546.0	99.833	20.550	2500	2.2378	8047.1	7501.1
190	26040	48	2876.0	57.4	98.917	20.738	2500	2.6677	7672.3	7614.9
191	26042	60	1951.0	1701.2	98.679	20.467	2500	3.5909	7005.9	5304.7
192	26151	36	3012.0	195.0	99.896	20.525	2500	2.5731	7750.3	7555.3
193	26180	43	1607.0	647.0	100.000	20.383	2500	4.1463	6663.2	6016.2
194	26191	46	3686.0	565.0	99.229	20.425	2500	2.1943	8088.3	7523.3
195	26218	46	3725.0	2194.1	99.083	23.383	2500	2.1760	8105.8	5911.7
196	26224	18	29630.0	3680.6	98.768	22.002	2500	0.3924	11627.5	7946.9
197	26248	44	5275.0	6000.0	98.383	21.533	2500	1.6457	8681.2	2681.2
198	26255	39	61063.0	6692.0	98.567	25.983	2500	0.2130	13009.0	6317.0
199	26263	41	3521.0	2588.0	99.050	22.017	2500	2.2755	8011.9	5423.9
200	26277	37	1269.0	4350.0	98.267	21.167	2500	4.9140	6235.9	1885.9
201	26285	38	1978.0	600.0	99.167	22.117	2500	3.5541	7029.9	6429.9

Anexo 3.3 Envolvente regional por el método de Lowry para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _L	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
202	26289	38	1493.0	3710.0	98.133	21.033	2500	4.3746	6531.2	2821.2
203	26292	30	6039.0	2163.3	99.285	21.668	2500	1.4744	8904.0	6740.7
204	26293	38	6884.0	3966.7	98.750	21.233	2500	1.3248	9119.7	5153.0
205	26312	27	1815.6	3.8	98.940	19.851	2500	3.7892	6879.6	6875.8
206	26337	25	2244.0	1780.0	100.183	22.017	2500	3.2303	7248.9	5468.9
207	26341	20	2574.0	89.6	100.800	21.850	2500	2.9076	7484.1	7394.5
208	26387	31	33483.0	5570.0	98.500	21.833	2500	0.3540	11852.8	6282.8
209	26406	23	3769.2	544.1	99.221	20.482	2500	2.1557	8125.4	7581.3
210	26415	27	26768.0	5560.0	98.609	21.689	2500	0.4275	11442.7	5882.7
211	26416	24	14923.0	2700.0	98.428	22.427	2500	0.6979	10415.2	7715.2
212	26424	15	65577.0	7300.0	98.171	22.058	2500	0.2006	13152.2	5852.2
213	27001	46	1467.0	4540.0	97.040	20.060	2300	4.0761	5979.6	1439.6
214	27002	47	1600.0	5412.5	97.480	21.000	2300	3.8268	6122.9	710.4
215	28003	49	2234.0	3378.0	96.373	19.362	2600	3.3710	7530.8	4152.8
216	28013	50	4655.7	2093.0	87.000	14.000	2600	1.8932	8814.3	6721.3
217	28016	40	14037.7	5082.0	87.000	14.000	2600	0.7639	10723.1	5641.1
218	28018	32	2916.6	1950.0	87.000	14.000	2600	2.7442	8003.8	6053.8
219	28040	46	1924.0	841.7	96.160	19.068	2600	3.7738	7260.8	6419.1
220	28069	40	1412.0	2024.8	96.305	18.865	2600	4.7363	6687.7	4662.9
221	28108	37	1933.0	2583.0	96.382	19.422	2600	3.7606	7269.3	4686.3
222	28125	33	1644.0	1787.4	96.627	19.320	2600	4.2408	6971.9	5184.5
223	29005	36	9224.0	7430.0	94.867	17.438	2200	0.9163	8451.6	1021.6
224	29006	38	3196.0	3150.0	95.054	17.392	2200	2.1614	6907.9	3757.9
225	29007	17	1480.0	2159.4	94.700	16.900	2200	3.8741	5733.6	3574.2
226	30014	16	24402.0	5200.0	93.033	16.742	7200	1.3308	32475.0	27275.0
227	30015	45	36362.0	9000.0	93.450	17.408	7200	0.9510	34578.8	25578.8
228	30016	48	4779.0	1275.0	92.879	17.854	7200	5.1335	24533.0	23258.0
229	30019	41	47697.0	7620.0	91.483	17.433	7200	0.7562	36066.8	28446.8
230	30020	44	1870.0	767.7	93.150	16.504	7200	10.6754	19963.0	19195.3
231	30030	23	15894.0	2422.0	92.650	16.188	7200	1.9069	30307.5	27885.5
232	30033	13	1033.0	635.0	92.883	16.033	7200	16.3215	16860.1	16225.1
233	30040	21	5189.0	1921.0	92.200	15.950	7200	4.8032	24923.8	23002.8
234	30041	22	1808.0	893.0	92.950	16.533	7200	10.9469	19792.1	18899.1
235	30042	42	2876.0	2565.0	92.350	17.567	7200	7.6830	22096.3	19531.3
236	30053	18	1873.0	1405.0	92.883	16.267	7200	10.6626	19971.1	18566.1
237	30055	30	1739.0	1304.7	92.600	17.767	7200	11.2675	19594.1	18289.4
238	30056	18	1268.0	1099.0	92.633	16.083	7200	14.1602	17955.1	16856.1
239	30071	27	1958.0	3247.0	93.767	16.950	7200	10.3141	20195.0	16948.0
240	30072	34	2551.0	9350.0	93.550	16.700	7200	8.4320	21510.1	12160.1
241	30076	18	34985.0	9000.0	93.583	17.183	7200	0.9824	34371.0	25371.0
242	30088	39	10138.0	655.0	91.158	17.792	7200	2.7731	28113.4	27458.4

Anexo 3.3 Envoltente regional por el método de Lowry para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _L	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
243	30089	16	24415.0	3825.0	93.050	16.750	7200	1.3302	32477.7	28652.7
244	30091	14	1103.0	373.0	92.792	16.083	7200	15.6057	17213.0	16840.0
245	30093	32	3219.0	3386.0	92.817	17.467	7200	7.0340	22642.4	19256.4
246	30095	26	41852.0	8140.6	90.650	16.600	7200	0.8445	35343.7	27203.1
247	30098	24	26538.0	4008.0	93.117	16.967	7200	1.2401	32910.0	28902.0
248	30111	29	2901.0	3230.0	92.750	17.383	7200	7.6313	22138.4	18908.4
249	30113	26	2003.0	2786.5	91.083	16.100	7200	10.1394	20309.3	17522.8
250	30120	26	1258.0	2258.6	90.950	16.083	7200	14.2395	17913.3	15654.7
251	34003	32	3968.0	22.6	107.383	29.579		0.0000	0.0	-22.6
252	34004	44	5271.0	297.9	107.933	30.375		0.0000	0.0	-297.9
253	34008	44	4154.0	773.5	107.075	29.733		0.0000	0.0	-773.5
254	36015	20	18321.0	2706.0	105.025	25.600	600	0.1411	2584.7	-121.3
255	36017	15	1177.0	314.0	103.225	23.167	600	1.2433	1463.3	1149.3
256	36034	23	34954.0	1396.0	103.333	25.692	600	0.0819	2863.9	1467.9
257	36039	15	20289.0	1059.0	103.325	25.092	600	0.1295	2627.6	1568.6
258	36049	30	1177.0	313.6	103.225	23.167	600	1.2433	1463.3	1149.7
259	36056	36	5135.0	713.3	103.075	23.667	600	0.4037	2072.8	1359.5
260	36060	21	34759.0	447.2	103.567	25.508	600	0.0823	2861.3	2414.1
261	36067	29	33468.0	1738.0	103.775	25.283	600	0.0850	2844.5	1106.5
262	36071	26	4911.0	1830.0	105.570	26.083	600	0.4185	2055.2	225.2
263	36074	24	6842.0	2174.6	105.458	25.233	600	0.3195	2186.3	11.7
264	36076	28	29925.0	724.7	104.068	25.264	600	0.0934	2795.0	2070.3
265	36080	22	10473.0	541.3	102.885	24.314	600	0.2249	2355.8	1814.5
266	37005	27	1533.0	14253.8	101.036	22.492		0.0000	0.0	-14253.8

Anexo 3.4 Envoltente regional por el método de Creager para cuencas con área mayor a 1000km2

FORMULA $q=(1.303*Cc(0.386*A)^{(0.936*A^{-0.048}}))*A^{-1}$

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _c	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
1	8007	22	2503.0	1500.0	110.889	30.755	18	0.77781	1946.8	446.8
2	8011	10	16570.0	1194.0	112.042	30.671	18	0.24296	4025.8	2831.8
3	8018	33	16616.0	1882.0	112.100	30.692	18	0.24251	4029.6	2147.6
4	8019	11	9095.0	341.4	112.800	31.858	18	0.35801	3256.1	2914.7
5	8025	18	9704.0	182.8	112.847	31.867	18	0.3436	3334.3	3151.5
6	9008	21	66878.0	3900.0	109.817	28.042	35	0.18045	12067.9	8167.9
7	9011	50	8713.0	1397.0	107.983	28.758	35	0.71525	6232.0	4835.0
8	9015	22	57505.0	5265.0	109.683	29.075	35	0.20104	11560.6	6295.6
9	9017	49	11606.0	1496.7	110.704	29.233	35	0.59583	6915.3	5418.6
10	9018	23	11041.0	6390.0	109.196	27.204	35	0.61525	6793.0	403.0
11	9023	34	18395.0	237.9	109.369	30.425	35	0.44084	8109.2	7871.3
12	9063	11	3074.0	606.0	110.408	28.425	35	1.344	4131.5	3525.5
13	9066	29	57908.0	1762.0	109.629	28.925	35	0.20004	11583.9	9821.9
14	9067	35	7510.0	4429.0	108.882	27.413	35	0.78509	5896.0	1467.0
15	9072	17	1813.0	839.0	107.475	28.500	35	1.81225	3285.6	2446.6
16	9089	20	1208.0	526.5	109.628	27.415	35	2.25791	2727.6	2201.1
17	10018	64	15731.0	11000.0	107.404	24.806	130	1.81579	28564.2	17564.2
18	10020	21	4086.0	3232.0	107.392	24.811	130	4.22416	17259.9	14027.9
19	10029	45	2064.0	3093.4	108.469	25.803	130	6.26318	12927.2	9833.8
20	10031	38	1645.0	3507.0	108.092	25.469	130	7.10086	11680.9	8173.9
21	10033	46	11409.0	8340.0	107.385	24.925	130	2.23761	25528.9	17188.9
22	10036	56	8179.0	6991.3	108.014	25.900	130	2.76448	22610.7	15619.4
23	10037	51	26057.0	15000.0	108.367	26.883	130	1.29575	33763.3	18763.3
24	10040	50	8919.0	7000.0	106.953	24.485	130	2.61777	23347.9	16347.9
25	10051	23	29529.0	10000.0	108.589	26.472	130	1.18975	35132.0	25132.0
26	10053	20	2270.0	668.5	108.742	26.393	130	5.9373	13477.7	12809.2
27	10064	21	5098.0	2683.2	108.542	27.417	130	3.69942	18859.6	16176.4
28	10065	45	6166.0	6200.0	106.596	23.956	130	3.29448	20313.8	14113.8
29	10066	34	1403.0	1700.0	108.329	26.736	130	7.74167	10861.6	9161.6
30	10070	40	1884.0	4600.0	106.654	24.047	130	6.58962	12414.8	7814.8
31	10077	21	6439.0	6800.0	108.417	27.017	130	3.20784	20655.3	13855.3
32	10079	26	1018.0	9245.0	107.538	25.333	130	9.17627	9341.4	96.4
33	10081	20	10987.0	1656.0	107.396	25.086	130	2.29242	25186.9	23530.9
34	10087	32	2241.0	2289.4	106.975	24.933	130	5.9805	13402.3	11112.9
35	10100	26	4000.0	716.0	107.839	27.303	130	4.27783	17111.3	16395.3
36	10110	12	5281.0	2580.0	107.704	26.171	130	3.62122	19123.7	16543.7
37	10112	30	8252.0	5000.0	107.221	25.344	130	2.7491	22685.6	17685.6

Anexo 3.4 Envolvente regional por el método de Creager para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _c	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
38	10113	28	6149.0	1931.2	106.700	25.369	130	3.30007	20292.1	18360.9
39	10119	15	1059.0	450.0	108.398	27.013	130	8.98897	9519.3	9069.3
40	10120	17	9245.0	2930.0	108.457	25.577	130	2.55901	23658.0	20728.0
41	10122	12	29646.0	2595.0	108.620	26.418	130	1.18653	35175.8	32580.8
42	11008	52	2008.0	740.0	104.599	24.000	115	5.62628	11297.6	10557.6
43	11010	53	1052.0	473.9	104.517	23.983	115	7.97942	8394.3	7920.4
44	11011	40	2616.0	429.0	104.673	24.208	115	4.84573	12676.4	12247.4
45	11016	48	4653.0	14140.0	105.842	22.983	115	3.45774	16088.9	1948.9
46	11027	29	10135.0	603.5	104.302	23.977	115	2.13532	21641.5	21038.0
47	11028	35	1393.0	282.0	103.950	24.008	115	6.87483	9576.6	9294.6
48	11036	39	1810.0	1194.7	104.721	23.963	115	5.95997	10787.5	9592.8
49	11040	38	1868.0	275.0	103.970	23.747	115	5.85689	10940.7	10665.7
50	11045	13	3535.0	13250.0	105.750	23.025	115	4.07038	14388.8	1138.8
51	11058	32	5614.0	7200.0	106.250	23.008	115	3.08647	17327.4	10127.4
52	12004	20	35662.0	806.4	102.017	20.342	30	0.24108	8597.5	7791.1
53	12007	17	21846.0	722.2	101.167	20.383	30	0.33685	7358.8	6636.6
54	12014	18	1417.0	75.7	101.746	19.917	30	1.777	2518.0	2442.3
55	12067	21	9277.0	419.0	100.875	20.171	30	0.58925	5466.5	5047.5
56	12095	33	36192.0	1452.0	102.254	20.342	30	0.23863	8636.5	7184.5
57	12104	43	8706.0	637.0	100.742	20.050	30	0.61339	5340.1	4703.1
58	12128	61	47386.0	620.4	103.083	20.404	30	0.19765	9365.8	8745.4
59	12209	60	5645.0	416.0	100.238	19.994	30	0.80247	4529.9	4113.9
60	12232	20	7161.0	440.0	100.457	19.992	30	0.69316	4963.7	4523.7
61	12233	55	34153.0	686.0	101.804	20.196	30	0.24841	8483.8	7797.8
62	12238	66	9651.0	399.8	101.108	20.525	30	0.57466	5546.0	5146.2
63	12310	45	2198.0	119.0	102.371	20.117	30	1.39525	3066.8	2947.8
64	12349	18	8539.0	880.0	100.671	20.050	30	0.62092	5302.0	4422.0
65	12352	57	22033.0	510.0	101.200	20.567	30	0.33492	7379.4	6869.4
66	12358	46	6597.0	294.0	102.440	21.542	30	0.72929	4811.1	4517.1
67	12359	29	48541.0	468.7	103.169	20.526	30	0.19432	9432.6	8963.9
68	12361	14	122767.0	6754.4	105.072	21.821	30	0.09924	12183.2	5428.8
69	12369	21	1652.0	556.0	101.746	21.485	30	1.63486	2700.8	2144.8
70	12370	53	4390.0	711.0	102.497	21.285	30	0.93401	4100.3	3389.3
71	12374	42	1582.0	33.5	99.589	19.406	30	1.67399	2648.2	2614.7
72	12375	45	5275.0	347.0	100.150	20.058	30	0.83624	4411.2	4064.2
73	12376	53	9305.0	465.2	100.904	20.217	30	0.58813	5472.5	5007.3
74	12382	22	10559.0	2727.0	102.539	21.317	30	0.54265	5729.9	3002.9
75	12391	49	2913.0	207.0	101.854	20.679	30	1.18841	3461.8	3254.8
76	12400	32	49834.0	887.0	103.275	20.732	30	0.19075	9505.7	8618.7
77	12405	18	5775.0	767.4	103.050	21.543	30	0.79139	4570.3	3802.9
78	12422	24	1703.0	531.8	101.753	21.489	30	1.60783	2738.1	2206.3

Anexo 3.4 Envoltente regional por el método de Creager para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _c	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
79	12423	39	4436.0	249.0	99.893	19.789	30	0.92821	4117.5	3868.5
80	12428	50	11900.0	3525.0	103.783	21.825	30	0.50255	5980.3	2455.3
81	12438	38	84559.0	6222.7	104.090	21.193	30	0.13053	11037.6	4814.9
82	12454	43	2397.0	500.0	101.914	21.363	30	1.32861	3184.7	2684.7
83	12471	14	80336.0	1484.8	103.443	21.049	30	0.13548	10884.2	9399.4
84	12472	16	70339.0	1965.0	103.281	20.742	30	0.14915	10491.3	8526.3
85	12484	36	5796.0	1409.0	104.063	22.568	30	0.78964	4576.7	3167.7
86	12485	31	2553.0	480.0	103.399	22.066	30	1.28182	3272.5	2792.5
87	12487	42	1793.0	417.4	103.604	22.686	30	1.5629	2802.3	2384.9
88	12488	37	3105.0	292.1	103.396	22.068	30	1.14532	3556.2	3264.1
89	12490	15	6360.0	244.0	100.406	19.919	30	0.74592	4744.1	4500.1
90	12504	44	19097.0	2440.0	102.833	21.004	30	0.36856	7038.4	4598.4
91	12506	18	8611.0	785.0	100.696	20.042	30	0.61764	5318.5	4533.5
92	12520	31	17125.0	5205.0	104.715	21.854	30	0.39621	6785.1	1580.1
93	12521	35	82359.0	5992.0	103.726	20.922	30	0.13306	10958.6	4966.6
94	12526	13	36176.0	533.3	102.258	20.338	30	0.2387	8635.3	8102.0
95	12532	34	71783.0	3487.6	103.429	21.039	30	0.14698	10550.9	7063.3
96	12539	25	2142.0	105.2	99.720	19.473	30	1.41563	3032.3	2927.1
97	12545	13	5780.0	135.0	102.375	21.779	30	0.79097	4571.8	4436.8
98	12561	23	4851.0	330.7	100.021	19.914	30	0.87969	4267.4	3936.7
99	12588	36	1270.0	418.5	101.011	19.819	30	1.8845	2393.3	1974.8
100	12605	31	5275.0	308.5	100.151	20.063	30	0.83624	4411.2	4102.7
101	12652	25	4981.0	823.0	100.829	20.863	30	0.86577	4312.4	3489.4
102	12664	25	7121.0	399.0	100.450	19.967	30	0.69558	4953.2	4554.2
103	12693	15	121220.0	6687.9	104.775	21.842	30	0.10018	12143.4	5455.5
104	12713	13	2064.0	34.0	101.708	20.138	30	1.44535	2983.2	2949.2
105	12718	13	2255.0	104.5	100.588	20.558	30	1.37528	3101.3	2996.8
106	12719	19	5849.0	298.3	100.772	20.521	30	0.78526	4593.0	4294.7
107	12908	21	2123.0	362.0	101.371	20.713	30	1.42272	3020.4	2658.4
108	14007	13	9329.0	764.0	105.125	20.908	60	1.17433	10955.4	10191.4
109	14008	43	2056.0	1407.5	105.158	20.733	60	2.89698	5956.2	4548.7
110	15001	31	2028.0	5366.8	104.567	19.242	60	2.91926	5920.3	553.5
111	15014	23	2319.0	1313.6	105.163	19.661	60	2.70744	6278.6	4965.0
112	16014	54	2442.0	1266.8	103.417	19.525	120	5.25863	12841.6	11574.8
113	16022	47	6835.0	17000.0	103.625	18.800	120	2.85393	19506.6	2506.6
114	16024	20	2406.0	587.1	104.292	19.842	120	5.30314	12759.4	12172.3
115	16030	19	1167.0	511.2	104.317	20.033	120	7.88428	9201.0	8689.8
116	16031	37	7523.0	1412.0	103.883	19.525	120	2.68883	20228.1	18816.1
117	16032	25	9744.0	4384.0	103.942	18.942	120	2.28467	22261.9	17877.9
118	16033	36	3486.0	1001.0	103.992	19.667	120	4.28227	14928.0	13927.0
119	16036	35	8108.0	7800.0	103.825	19.325	120	2.56582	20803.7	13003.7

Anexo 3.4 Envolvente regional por el método de Creager para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _c	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
120	18002	15	3888.7	628.7	98.138	18.913	70	2.34227	9108.4	8479.7
121	18005	16	1305.0	116.4	98.242	19.154	70	4.33379	5655.6	5539.2
122	18140	11	1493.0	128.8	98.250	19.167	70	4.03086	6018.1	5889.3
123	18148	25	3465.5	343.7	98.283	18.971	70	2.50664	8686.7	8343.0
124	18202	13	2090.8	711.0	102.669	19.056	70	3.34823	7000.5	6289.5
125	18243	38	1220.8	393.0	99.663	18.292	70	4.49062	5482.1	5089.1
126	18277	23	1533.4	1180.0	100.521	18.047	70	3.97287	6092.0	4912.0
127	18311	28	10738.7	2793.0	100.681	18.688	70	1.25259	13451.2	10658.2
128	18322	28	1032.5	227.4	98.242	19.321	70	4.90475	5064.2	4836.8
129	18329	29	1391.0	4000.0	100.888	18.161	70	4.18792	5825.4	1825.4
130	18437	28	6057.5	1528.0	99.192	18.521	70	1.79338	10863.4	9335.4
131	18438	17	2147.2	561.1	99.438	18.638	70	3.29864	7082.8	6521.7
132	18450	22	1599.2	218.8	100.275	18.381	70	3.883	6209.7	5990.9
133	18538	12	1459.0	398.0	97.792	17.667	70	4.08145	5954.8	5556.8
134	18555	16	1200.2	424.8	99.564	18.661	70	4.53136	5438.5	5013.7
135	19005	25	1176.0	4760.0	100.621	17.250	180	11.7785	13851.5	9091.5
136	20016	35	1995.0	3942.6	98.507	16.658	60	2.9461	5877.5	1934.9
137	20017	21	17617.0	7000.0	97.608	16.275	60	0.77771	13700.8	6700.8
138	20018	23	1103.0	3996.0	98.825	16.608	60	4.06111	4479.4	483.4
139	20019	26	1113.0	2306.0	99.183	16.788	60	4.04188	4498.6	2192.6
140	20021	27	7631.0	1955.0	97.567	16.558	60	1.33251	10168.4	8213.4
141	20023	22	2662.8	526.7	96.753	16.871	60	2.5027	6664.2	6137.5
142	20025	11	2514.0	1605.3	98.267	16.704	60	2.58622	6501.8	4896.5
143	20026	21	3259.0	329.0	96.833	16.731	60	2.22706	7258.0	6929.0
144	20027	18	1196.7	400.0	96.710	17.028	60	3.89004	4655.2	4255.2
145	21002	17	1640.7	3506.0	97.005	15.858	85	4.64953	7628.5	4122.5
146	21003	16	1347.5	2475.0	96.184	15.889	85	5.17289	6970.5	4495.5
147	22007	22	9364.0	5850.0	95.338	16.425	85	1.65969	15541.4	9691.4
148	22008	61	4487.0	1100.0	95.929	16.647	85	2.61199	11720.0	10620.0
149	22015	47	2213.0	1440.0	95.597	16.414	85	3.93811	8715.0	7275.0
150	22030	34	9364.0	2210.0	95.338	16.425	85	1.65969	15541.4	13331.4
151	22035	32	9301.0	1705.0	95.392	16.433	85	1.66681	15503.0	13798.0
152	23007	33	1139.0	2200.0	92.133	14.683	85	5.65678	6443.1	4243.1
153	24026	45	12825.0	5640.0	101.121	27.842	50	0.79801	10234.4	4594.4
154	24038	63	47450.0	3149.7	100.133	27.233	50	0.3291	15616.0	12466.3
155	24077	46	21165.0	1036.0	105.367	27.579	50	0.57348	12137.6	11101.6
156	24087	66	14653.0	2154.0	100.174	25.954	50	0.73167	10721.1	8567.1
157	24088	64	8794.0	6758.5	99.258	25.719	50	1.01585	8933.3	2174.8
158	24150	50	23086.0	742.0	100.983	27.425	50	0.54093	12487.9	11745.9
159	24181	48	9405.0	4432.3	105.778	27.986	50	0.97359	9156.6	4724.3
160	24192	52	1691.0	616.4	99.833	25.179	50	2.69014	4549.0	3932.6

Anexo 3.4 Envoltente regional por el método de Creager para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _c	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
161	24195	43	2734.0	1163.0	105.350	26.433	50	2.05428	5616.4	4453.4
162	24196	20	20023.0	1380.0	99.351	25.913	50	0.59517	11917.1	10537.1
163	24198	25	1333.0	178.0	100.367	25.671	50	3.06058	4079.8	3901.8
164	24225	38	7395.0	1084.0	104.918	27.142	50	1.13239	8374.0	7290.0
165	24226	45	51297.0	2200.0	105.422	28.546	50	0.31147	15977.5	13777.5
166	24242	35	21851.0	550.0	105.192	27.718	50	0.56133	12265.6	11715.6
167	24280	34	1150.0	1239.8	105.633	26.488	50	3.31068	3807.3	2567.5
168	24291	38	11438.0	980.6	100.733	25.917	50	0.85922	9827.7	8847.1
169	24301	37	3594.0	5144.0	99.767	25.496	50	1.75262	6298.9	1154.9
170	24333	33	5334.0	979.0	100.117	26.492	50	1.38436	7384.2	6405.2
171	24339	29	58343.0	2500.0	105.293	28.958	50	0.28425	16584.0	14084.0
172	24351	22	30100.0	7610.0	99.196	26.024	50	0.45163	13594.0	5984.0
173	24383	20	19747.0	453.8	99.408	25.897	50	0.60071	11862.3	11408.5
174	24384	13	1355.6	525.3	100.352	25.672	50	3.03311	4111.7	3586.4
175	24388	11	70932.5	1984.0	104.714	29.504	50	0.24709	17526.5	15542.5
176	24399	21	1248.0	480.5	100.272	25.802	50	3.17022	3956.4	3475.9
177	25030	21	1166.0	1128.0	99.742	24.990	100	6.57321	7664.4	6536.4
178	25034	34	1815.0	489.5	99.596	24.156	100	5.17469	9392.1	8902.6
179	25037	37	1110.0	5500.0	97.937	23.162	100	6.74604	7488.1	1988.1
180	25038	30	1329.0	1260.0	98.952	23.942	100	6.13103	8148.1	6888.1
181	25039	32	1569.0	1160.0	98.079	23.642	100	5.6051	8794.4	7634.4
182	25042	28	1708.0	1199.0	99.383	24.943	100	5.35082	9139.2	7940.2
183	25044	30	1510.0	471.5	99.257	24.924	100	5.72313	8641.9	8170.4
184	25062	27	3843.0	2037.1	98.892	24.036	100	3.36956	12949.2	10912.1
185	25086	26	14712.0	2587.4	98.952	23.942	100	1.45949	21472.1	18884.7
186	25087	20	2278.0	406.2	98.739	23.756	100	4.5581	10383.3	9977.1
187	25091	21	3250.0	2149.6	99.134	24.113	100	3.71775	12082.7	9933.1
188	25092	27	1790.0	2698.0	98.121	22.625	100	5.21447	9333.9	6635.9
189	26022	27	3596.0	546.0	99.833	20.550	75	2.62806	9450.5	8904.5
190	26040	48	2876.0	57.4	98.917	20.738	75	2.993	8607.9	8550.5
191	26042	60	1951.0	1701.2	98.679	20.467	75	3.72864	7274.6	5573.4
192	26151	36	3012.0	195.0	99.896	20.525	75	2.91419	8777.5	8582.5
193	26180	43	1607.0	647.0	100.000	20.383	75	4.14932	6668.0	6021.0
194	26191	46	3686.0	565.0	99.229	20.425	75	2.59013	9547.2	8982.2
195	26218	46	3725.0	2194.1	99.083	23.383	75	2.57412	9588.6	7394.5
196	26224	18	29630.0	3680.6	98.768	22.002	75	0.68479	20290.3	16609.7
197	26248	44	5275.0	6000.0	98.383	21.533	75	2.09061	11028.0	5028.0
198	26255	39	61063.0	6692.0	98.567	25.983	75	0.41272	25202.1	18510.1
199	26263	41	3521.0	2588.0	99.050	22.017	75	2.66079	9368.6	6780.6
200	26277	37	1269.0	4350.0	98.267	21.167	75	4.71323	5981.1	1631.1
201	26285	38	1978.0	600.0	99.167	22.117	75	3.70022	7319.0	6719.0

Anexo 3.4 Envolvente regional por el método de Creager para cuencas con área mayor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _c	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
202	26289	38	1493.0	3710.0	98.133	21.033	75	4.31878	6447.9	2737.9
203	26292	30	6039.0	2163.3	99.285	21.668	75	1.92509	11625.6	9462.3
204	26293	38	6884.0	3966.7	98.750	21.233	75	1.77583	12224.8	8258.1
205	26312	27	1815.6	3.8	98.940	19.851	75	3.88031	7045.1	7041.3
206	26337	25	2244.0	1780.0	100.183	22.017	75	3.44769	7736.6	5956.6
207	26341	20	2574.0	89.6	100.800	21.850	75	3.18961	8210.0	8120.4
208	26387	31	33483.0	5570.0	98.500	21.833	75	0.62957	21079.9	15509.9
209	26406	23	3769.2	544.1	99.221	20.482	75	2.55627	9635.1	9091.0
210	26415	27	26768.0	5560.0	98.609	21.689	75	0.73398	19647.2	14087.2
211	26416	24	14923.0	2700.0	98.428	22.427	75	1.08446	16183.4	13483.4
212	26424	15	65577.0	7300.0	98.171	22.058	75	0.39216	25717.0	18417.0
213	27001	46	1467.0	4540.0	97.040	20.060	70	4.0694	5969.8	1429.8
214	27002	47	1600.0	5412.5	97.480	21.000	70	3.88194	6211.1	798.6
215	28003	49	2234.0	3378.0	96.373	19.362	100	4.6085	10295.4	6917.4
216	28013	50	4655.7	2093.0	87.000	14.000	100	3.00568	13993.6	11900.6
217	28016	40	14037.7	5082.0	87.000	14.000	100	1.50493	21125.8	16043.8
218	28018	32	2916.6	1950.0	87.000	14.000	100	3.95853	11545.5	9595.5
219	28040	46	1924.0	841.7	96.160	19.068	100	5.01018	9639.6	8797.9
220	28069	40	1412.0	2024.8	96.305	18.865	100	5.93464	8379.7	6354.9
221	28108	37	1933.0	2583.0	96.382	19.422	100	4.99721	9659.6	7076.6
222	28125	33	1644.0	1787.4	96.627	19.320	100	5.46402	8982.9	7195.5
223	28135	16	21448.5	3376.9	87.000	14.000	100	1.13676	24381.8	21004.9
224	29005	36	9224.0	7430.0	94.867	17.438	50	0.98565	9091.7	1661.7
225	29006	38	3196.0	3150.0	95.054	17.392	50	1.8771	5999.2	2849.2
226	29007	17	1480.0	2159.4	94.700	16.900	50	2.89286	4281.4	2122.0
227	30014	16	24402.0	5200.0	93.033	16.742	250	2.60522	63572.7	58372.7
228	30015	45	36362.0	9000.0	93.450	17.408	250	1.98213	72074.1	63074.1
229	30016	48	4779.0	1275.0	92.879	17.854	250	7.39707	35350.6	34075.6
230	30019	41	47697.0	7620.0	91.483	17.433	250	1.63951	78199.5	70579.5
231	30020	44	1870.0	767.7	93.150	16.504	250	12.7248	23795.4	23027.7
232	30030	23	15894.0	2422.0	92.650	16.188	250	3.46831	55125.3	52703.3
233	30033	13	1033.0	635.0	92.883	16.033	250	17.5125	18090.5	17455.5
234	30040	21	5189.0	1921.0	92.200	15.950	250	7.03848	36522.7	34601.7
235	30041	22	1808.0	893.0	92.950	16.533	250	12.9644	23439.6	22546.6
236	30042	42	2876.0	2565.0	92.350	17.567	250	9.97666	28692.9	26127.9
237	30053	18	1873.0	1405.0	92.883	16.267	250	12.7135	23812.5	22407.5
238	30055	30	1739.0	1304.7	92.600	17.767	250	13.2454	23033.8	21729.1
239	30056	18	1268.0	1099.0	92.633	16.083	250	15.7174	19929.6	18830.6
240	30071	27	1958.0	3247.0	93.767	16.950	250	12.4041	24287.1	21040.1
241	30072	34	2551.0	9350.0	93.550	16.700	250	10.6866	27261.5	17911.5
242	30076	18	34985.0	9000.0	93.583	17.183	250	2.03587	71224.8	62224.8

Anexo 3.4 Envoltente regional por el método de Creager para cuencas con área mayor a 1000km2

No.	Clave	n	Area de aport	Gasto max	Longitud	Latitud	C _c	q	Q=q*A	dif=Q-Qmax
243	30088	39	10138.0	655.0	91.158	17.792	250	4.64113	47051.8	46396.8
244	30089	16	24415.0	3825.0	93.050	16.750	250	2.60428	63583.6	59758.6
245	30091	14	1103.0	373.0	92.792	16.083	250	16.9213	18664.2	18291.2
246	30093	32	3219.0	3386.0	92.817	17.467	250	9.3464	30086.1	26700.1
247	30095	26	41852.0	8140.6	90.650	16.600	250	1.79716	75214.6	67074.0
248	30098	24	26538.0	4008.0	93.117	16.967	250	2.46102	65310.5	61302.5
249	30111	29	2901.0	3230.0	92.750	17.383	250	9.927	28798.2	25568.2
250	30113	26	2003.0	2786.5	91.083	16.100	250	12.2481	24532.8	21746.3
251	30120	26	1258.0	2258.6	90.950	16.083	250	15.7839	19856.1	17597.5
252	34003	32	3968.0	22.6	107.383	29.579		0	0.0	-22.6
253	34004	44	5271.0	297.9	107.933	30.375		0	0.0	-297.9
254	34008	44	4154.0	773.5	107.075	29.733		0	0.0	-773.5
255	36015	20	18321.0	2706.0	105.025	25.600	15	0.18944	3470.7	764.7
256	36017	15	1177.0	314.0	103.225	23.167	15	0.9811	1154.8	840.8
257	36034	23	34954.0	1396.0	103.333	25.692	15	0.12223	4272.3	2876.3
258	36039	15	20289.0	1059.0	103.325	25.092	15	0.17698	3590.8	2531.8
259	36049	30	1177.0	313.6	103.225	23.167	15	0.9811	1154.8	841.2
260	36056	36	5135.0	713.3	103.075	23.667	15	0.42499	2182.3	1469.0
261	36060	21	34759.0	447.2	103.567	25.508	15	0.1227	4265.0	3817.8
262	36067	29	33468.0	1738.0	103.775	25.283	15	0.12595	4215.4	2477.4
263	36071	26	4911.0	1830.0	105.570	26.083	15	0.4366	2144.1	314.1
264	36074	24	6842.0	2174.6	105.458	25.233	15	0.35651	2439.3	264.7
265	36076	28	29925.0	724.7	104.068	25.264	15	0.13603	4070.7	3346.0
266	36080	22	10473.0	541.3	102.885	24.314	15	0.27275	2856.5	2315.2
267	37005	27	1533.0	14253.8	101.036	22.492		0	0.0	-14253.8

Anexo 3.5 Envoltente regional por el método de Crippen para cuencas con área menor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Qmax	Longitud	Latitud	k ₁	k ₂	k ₃	q	Q=q*A	Dif=Q-Qmax
43	12533	22	479	576	102.154	19.950	133	1.28	-1.72	2.6035	1247.1	671.1
44	12534	25	506	48.9	99.776	19.453	133	1.28	-1.72	2.5440	1287.3	1238.4
45	12535	30	408	513.1	100.917	20.958	133	1.28	-1.72	2.7826	1135.3	622.2
46	12540	28	208	283.8	103.353	21.583	133	1.28	-1.72	3.6061	750.1	466.3
47	12543	29	225	100	99.688	19.339	133	1.28	-1.72	3.5050	788.6	688.6
48	12556	30	196	394.1	104.573	21.415	133	1.28	-1.72	3.6832	721.9	327.8
49	12558	27	399	200	100.417	20.504	133	1.28	-1.72	2.8081	1120.4	920.4
50	12568	30	205	79.5	99.910	19.856	133	1.28	-1.72	3.6249	743.1	663.6
51	12570	17	173	142.5	102.683	21.989	133	1.28	-1.72	3.8469	665.5	523.0
52	12573	27	217	507.5	103.329	20.729	133	1.28	-1.72	3.5515	770.7	263.2
53	12574	23	35	31.1	99.867	19.419	133	1.28	-1.72	5.8982	206.4	175.3
54	12578	27	163	81.2	99.868	19.424	133	1.28	-1.72	3.9257	639.9	558.7
55	12579	23	190	202.9	103.942	22.609	133	1.28	-1.72	3.7238	707.5	504.6
56	12581	32	175	28.4	99.710	19.600	133	1.28	-1.72	3.8318	670.6	642.2
57	12585	34	284	318.5	102.593	21.475	133	1.28	-1.72	3.2125	912.4	593.9
58	12589	32	312	444.2	102.254	20.483	133	1.28	-1.72	3.0978	966.5	522.3
59	12592	24	378	42.7	99.722	19.633	133	1.28	-1.72	2.8704	1085.0	1042.3
60	12601	32	36	5.6	99.713	19.779	133	1.28	-1.72	5.8671	211.2	205.6
61	12607	24	484	181	102.750	20.583	133	1.28	-1.72	2.5922	1254.6	1073.6
62	12615	26	348	158.5	102.807	22.345	133	1.28	-1.72	2.9672	1032.6	874.1
63	12618	11	656	65.2	101.759	21.062	133	1.28	-1.72	2.2743	1491.9	1426.7
64	12620	18	95	158.3	101.224	19.789	133	1.28	-1.72	4.6500	441.8	283.5
65	12663	33	753	404.6	103.349	21.661	133	1.28	-1.72	2.1393	1610.9	1206.3
66	12667	18	414	80.7	103.380	22.838	133	1.28	-1.72	2.7660	1145.1	1064.4
67	12673	20	606	121.8	101.842	21.021	133	1.28	-1.72	2.3545	1426.8	1305.0
68	12700	13	391	66.7	103.223	22.323	133	1.28	-1.72	2.8314	1107.1	1040.4
69	12717	17	226	495.4	101.236	20.871	133	1.28	-1.72	3.4994	790.9	295.5
70	12729	15	74	93.1	99.612	19.428	133	1.28	-1.72	4.9822	368.7	275.6
71	12743	20	251	216.6	101.224	20.733	133	1.28	-1.72	3.3663	844.9	628.3
72	12744	17	646	253.9	101.347	20.722	133	1.28	-1.72	2.2896	1479.1	1225.2
73	12758	13	295	76.1	101.883	20.650	133	1.28	-1.72	3.1659	933.9	857.8
74	12760	12	704	76.6	102.143	21.611	133	1.28	-1.72	2.2044	1551.9	1475.3
75	12767	18	117	165.4	101.851	21.351	133	1.28	-1.72	4.3699	511.3	345.9
76	13001	42	522	1386	105.075	21.283	300	1.16	-1.5	5.5561	2900.3	1514.3
77	13002	26	200	286.2	104.900	21.300	300	1.16	-1.5	8.3618	1672.4	1386.2
78	14013	18	495	353.4	104.775	20.475	300	1.16	-1.5	5.6917	2817.4	2464.0
79	14017	26	643	1033.1	103.867	20.533	300	1.16	-1.5	5.0470	3245.3	2212.2
80	14018	16	120	223	103.942	20.442	300	1.16	-1.5	10.1267	1215.2	992.2
81	15002	34	324	952.5	104.558	19.625	300	1.16	-1.5	6.8583	2222.1	1269.6
82	15009	31	99	50.9	104.492	19.600	300	1.16	-1.5	10.8260	1071.8	1020.9
83	15010	34	117	137	104.500	19.558	300	1.16	-1.5	10.2178	1195.5	1058.5
84	15012	27	44	57.7	104.525	19.606	300	1.16	-1.5	13.8523	609.5	551.8
85	16020	10	220	30.4	103.800	19.892	800	1.42	-2.1	14.5352	3197.7	3167.3
86	16021	51	187	165	103.350	19.833	800	1.42	-2.1	15.4037	2880.5	2715.5
87	18095	40	103.1	417.6	102.672	19.803	692.71	1.52	-2.4	11.3290	1168.0	750.4
88	18129	42	171.4	258	102.879	19.930	692.71	1.52	-2.4	9.6443	1653.0	1395.0

Anexo 3.5 Envoltente regional por el método de Crippen para cuencas con área menor a 1000km2

FORMULA $q=(k_1 \cdot A^{(k_2-1)}) \cdot (((A^{(0.5)}+5))^{k_3})$

No.	Clave	n	Area de aport	Qmax	Longitud	Latitud	k ₁	k ₂	k ₃	q	Q=q*A	Dif=Q-Qmax
1	9068	33	901	1668.4	109.233	27.683	220	1.1	-1.43	2.6889	2422.7	754.3
2	10027	56	371	1576	107.146	24.804	728.51	1.39	-1.89	17.6604	6552.0	4976.0
3	10034	54	666	1030	108.360	25.742	728.51	1.39	-1.89	14.1268	9408.4	8378.4
4	10057	33	223	650	108.500	26.375	728.51	1.39	-1.89	20.9930	4681.4	4031.4
5	10078	24	254	777.6	108.617	26.217	728.51	1.39	-1.89	20.1269	5112.2	4334.6
6	10083	31	835	1742.5	106.483	23.513	728.51	1.39	-1.89	12.8796	10754.5	9012.0
7	10086	30	270	653.5	107.694	25.093	728.51	1.39	-1.89	19.7229	5325.2	4671.7
8	11023	43	643	657.8	104.788	24.517	250	1.3	-1.58	7.9145	5089.0	4431.2
9	11030	26	334	403	105.150	22.013	250	1.3	-1.58	9.8937	3304.5	2901.5
10	11035	30	451	1910	105.450	22.533	250	1.3	-1.58	8.9601	4041.0	2131.0
11	11041	26	598	120.4	104.030	23.747	250	1.3	-1.58	8.1227	4857.4	4737.0
12	11042	28	74	320	104.858	24.621	250	1.3	-1.58	14.7096	1088.5	768.5
13	11046	18	215	226.9	105.200	22.133	250	1.3	-1.58	11.3164	2433.0	2206.1
14	11070	28	863	1822	105.850	23.096	250	1.3	-1.58	7.1030	6129.9	4307.9
15	12093	10	546	21.9	100.976	19.871	133	1.28	-1.72	2.4628	1344.7	1322.8
16	12221	57	912	75.2	101.176	19.725	133	1.28	-1.72	1.9616	1789.0	1713.8
17	12224	54	78	75.5	101.190	19.696	133	1.28	-1.72	4.9128	383.2	307.7
18	12237	21	673	218.9	100.560	20.111	133	1.28	-1.72	2.2488	1513.4	1294.5
19	12239	24	410	100.7	102.351	22.446	133	1.28	-1.72	2.7771	1138.6	1037.9
20	12257	17	267	370.5	100.513	19.994	133	1.28	-1.72	3.2889	878.1	507.6
21	12314	28	133	205	100.889	19.812	133	1.28	-1.72	4.1974	558.3	353.3
22	12315	16	279	421	102.596	21.490	133	1.28	-1.72	3.2344	902.4	481.4
23	12323	22	335	25.1	100.876	19.832	133	1.28	-1.72	3.0124	1009.2	984.1
24	12341	43	486	19.4	101.259	19.633	133	1.28	-1.72	2.5877	1257.6	1238.2
25	12347	40	388	72	101.288	19.601	133	1.28	-1.72	2.8402	1102.0	1030.0
26	12355	37	354	216	102.308	21.364	133	1.28	-1.72	2.9471	1043.3	827.3
27	12365	41	489	30.5	101.260	19.638	133	1.28	-1.72	2.5810	1262.1	1231.6
28	12371	41	394	423	102.610	20.981	133	1.28	-1.72	2.8226	1112.1	689.1
29	12377	43	212	24.9	99.576	19.400	133	1.28	-1.72	3.5815	759.3	734.4
30	12379	15	126	90.3	102.304	19.983	133	1.28	-1.72	4.2701	538.0	447.7
31	12386	18	406	3.2	99.513	19.182	133	1.28	-1.72	2.7882	1132.0	1128.8
32	12392	42	387	81.5	99.942	19.650	133	1.28	-1.72	2.8432	1100.3	1018.8
33	12395	14	453	204	102.138	19.975	133	1.28	-1.72	2.6650	1207.2	1003.2
34	12411	10	357	49.5	101.683	21.088	133	1.28	-1.72	2.9372	1048.6	999.1
35	12415	42	257	9.7	101.525	19.858	133	1.28	-1.72	3.3366	857.5	847.8
36	12418	39	128	208.7	101.679	21.175	133	1.28	-1.72	4.2489	543.9	335.2
37	12451	22	885	11.2	99.524	19.279	133	1.28	-1.72	1.9887	1760.0	1748.8
38	12466	46	600	272	100.522	20.142	133	1.28	-1.72	2.3647	1418.8	1146.8
39	12469	39	854	1000	103.442	21.051	133	1.28	-1.72	2.0213	1726.2	726.2
40	12479	13	293	188	101.879	21.079	133	1.28	-1.72	3.1742	930.0	742.0
41	12499	32	91	172.3	101.700	21.175	133	1.28	-1.72	4.7076	428.4	256.1
42	12512	25	372	210	101.442	20.958	133	1.28	-1.72	2.8890	1074.7	864.7

Anexo 3.5 Envolvente regional por el método de Crippen para cuencas con área menor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Qmax	Longitud	Latitud	k ₁	k ₂	k ₃	q	Q=q*A	Dif=Q-Qmax
89	18193	41	545.9	245.4	99.050	18.896	692.71	1.52	-2.4	5.9867	3268.2	3022.8
90	18201	25	395	1116	102.753	18.968	692.71	1.52	-2.4	6.9337	2738.8	1622.8
91	18223	44	964.3	429.2	99.104	18.792	692.71	1.52	-2.4	4.5256	4364.0	3934.8
92	18236	43	416.7	523.2	99.646	18.338	692.71	1.52	-2.4	6.7720	2821.9	2298.7
93	18245	40	610.4	504.5	99.667	18.300	692.71	1.52	-2.4	5.6785	3466.2	2961.7
94	18264	12	697.1	439.8	99.196	18.650	692.71	1.52	-2.4	5.3253	3712.3	3272.5
95	18269	13	103.9	400.6	99.258	18.733	692.71	1.52	-2.4	11.3041	1174.5	773.9
96	18271	42	331.1	251	99.221	18.854	692.71	1.52	-2.4	7.4805	2476.8	2225.8
97	18280	11	227.3	55.3	102.822	19.893	692.71	1.52	-2.4	8.7003	1977.6	1922.3
98	18288	17	65.8	52	98.550	18.867	692.71	1.52	-2.4	12.6954	835.4	783.4
99	18291	12	110.3	26.1	99.942	18.929	692.71	1.52	-2.4	11.1105	1225.5	1199.4
100	18292	18	42.6	23.9	98.533	18.908	692.71	1.52	-2.4	13.7955	587.7	563.8
101	18293	26	47.6	55.2	98.717	18.875	692.71	1.52	-2.4	13.5412	644.6	589.4
102	18294	17	83.5	51.3	99.683	18.933	692.71	1.52	-2.4	11.9925	1001.4	950.1
103	18295	15	36.2	54.6	99.821	18.917	692.71	1.52	-2.4	14.1306	511.5	456.9
104	18303	18	42.8	28.1	98.583	18.850	692.71	1.52	-2.4	13.7852	590.0	561.9
105	18316	24	161.4	133.3	98.917	18.683	692.71	1.52	-2.4	9.8462	1589.2	1455.9
106	18319	24	61.4	27.4	99.717	18.946	692.71	1.52	-2.4	12.8879	791.3	763.9
107	18323	11	64.5	227.5	99.279	18.833	692.71	1.52	-2.4	12.7515	822.5	595.0
108	18339	13	53.8	333	100.943	18.688	692.71	1.52	-2.4	13.2384	712.2	379.2
109	18340	24	283.9	640.4	100.799	18.539	692.71	1.52	-2.4	7.9716	2263.1	1622.7
110	18349	27	551.5	129.8	97.854	19.317	692.71	1.52	-2.4	5.9581	3285.9	3156.1
111	18350	29	916.1	1246.9	100.681	18.096	692.71	1.52	-2.4	4.6459	4256.1	3009.2
112	18351	18	76.6	299.4	100.889	18.675	692.71	1.52	-2.4	12.2535	938.6	639.2
113	18356	18	44.1	172.8	100.933	18.689	692.71	1.52	-2.4	13.7184	605.0	432.2
114	18371	26	476.7	659	100.758	18.208	692.71	1.52	-2.4	6.3740	3038.5	2379.5
115	18372	12	693.9	163.9	99.567	18.742	692.71	1.52	-2.4	5.3373	3703.6	3539.7
116	18374	15	351.3	576	98.111	17.849	692.71	1.52	-2.4	7.2949	2562.7	1986.7
117	18403	33	154.4	336	100.486	18.394	692.71	1.52	-2.4	9.9951	1543.2	1207.2
118	18459	11	943.5	88.7	100.464	19.578	692.71	1.52	-2.4	4.5765	4317.9	4229.2
119	18486	14	279.9	505.1	100.897	18.606	692.71	1.52	-2.4	8.0175	2244.1	1739.0
120	18540	18	339.5	138.4	100.066	19.038	692.71	1.52	-2.4	7.4017	2512.9	2374.5
121	18553	12	295	470.8	103.046	19.002	692.71	1.52	-2.4	7.8480	2315.2	1844.4
122	19003	39	564	898	101.058	17.375	550	1.18	-1.39	16.1478	9107.4	8209.4
123	19006	24	900	2820	100.892	17.271	550	1.18	-1.39	13.3620	12025.8	9205.8
124	19008	35	296	1096.6	99.793	16.942	550	1.18	-1.39	20.5891	6094.4	4997.8
125	19009	19	456	2600.4	101.283	17.536	550	1.18	-1.39	17.5386	7997.6	5397.2
126	19014	11	713	926	101.342	17.558	550	1.18	-1.39	14.7030	10483.3	9557.3
127	19022	20	824.3	2332	101.583	17.732	550	1.18	-1.39	13.8568	11422.1	9090.1
128	20022	20	233	282.3	99.942	17.279	152.52	1.4	-1.77	6.5668	1530.1	1247.8
129	22016	49	425	1632	94.808	16.571	658.92	1.36	-1.98	9.4671	4023.5	2391.5
130	22017	39	886	1625	95.092	16.554	658.92	1.36	-1.98	6.7364	5968.5	4343.5
131	22018	28	357	3171	94.438	16.500	658.92	1.36	-1.98	10.2039	3642.8	471.8
132	22026	41	264	2400	94.367	16.483	658.92	1.36	-1.98	11.5483	3048.7	648.7
133	22028	25	107	416.5	94.608	16.558	658.92	1.36	-1.98	15.8945	1700.7	1284.2
134	23003	40	250	498.9	92.271	14.717	658.92	1.36	-1.98	11.7993	2949.8	2450.9

Anexo 3.5 Envoltente regional por el método de Crippen para cuencas con área menor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Qmax	Longitud	Latitud	k ₁	k ₂	k ₃	q	Q=q*A	Dif=Q-Qmax
135	23008	24	377	572.5	92.467	15.133	658.92	1.36	-1.98	9.9702	3758.8	3186.3
136	23009	28	186	1004.8	93.217	15.700	658.92	1.36	-1.98	13.1965	2454.5	1449.7
137	23011	21	157	741.2	93.750	16.071	658.92	1.36	-1.98	14.0175	2200.7	1459.5
138	23012	20	302	398.5	92.950	15.488	658.92	1.36	-1.98	10.9391	3303.6	2905.1
139	23015	29	176	479.7	92.717	15.350	658.92	1.36	-1.98	13.4629	2369.5	1889.8
140	23019	27	273	591.2	92.567	15.217	658.92	1.36	-1.98	11.3950	3110.8	2519.6
141	23023	21	330	1362	92.142	14.883	658.92	1.36	-1.98	10.5462	3480.2	2118.2
142	24271	32	269	1156.8	100.119	25.442	250	1.12	-1.45	5.7594	1549.3	392.5
143	24283	14	230	745	100.046	25.228	250	1.12	-1.45	6.1611	1417.0	672.0
144	24331	18	646	129	106.100	28.625	250	1.12	-1.45	3.8429	2482.5	2353.5
145	24377	17	988	195	100.614	26.843	250	1.12	-1.45	3.1128	3075.5	2880.5
146	24385	20	176.9	351	99.940	25.220	250	1.12	-1.45	6.8723	1215.7	864.7
147	24387	21	169.4	310	100.188	25.680	250	1.12	-1.45	6.9940	1184.8	874.8
148	25010	46	994	472	99.556	24.857	1241.8	1.41	-2.22	7.1442	7101.3	6629.3
149	25027	43	428	1086	99.575	24.878	1241.8	1.41	-2.22	11.0493	4729.1	3643.1
150	25040	37	242	670.6	99.558	24.569	1241.8	1.41	-2.22	14.3441	3471.3	2800.7
151	25043	31	425	519.2	99.436	24.251	1241.8	1.41	-2.22	11.0869	4711.9	4192.7
152	25061	12	668	462.5	99.596	24.156	1241.8	1.41	-2.22	8.8348	5901.6	5439.1
153	25093	13	284	228.6	99.207	24.992	1241.8	1.41	-2.22	13.3729	3797.9	3569.3
154	26020	48	659	272.4	99.900	20.225	200	1.07	-1.1	7.2938	4806.6	4534.2
155	26030	61	900	164.4	99.381	22.583	200	1.07	-1.1	6.4469	5802.2	5637.8
156	26032	62	203.1	166.3	99.221	19.478	200	1.07	-1.1	11.2115	2277.1	2110.8
157	26034	63	523	328.3	99.329	19.993	200	1.07	-1.1	7.9742	4170.5	3842.2
158	26053	44	143.1	186	99.236	19.454	200	1.07	-1.1	12.5744	1799.4	1613.4
159	26056	54	657	785	99.213	19.849	200	1.07	-1.1	7.3024	4797.7	4012.7
160	26070	63	693	425	99.339	19.900	200	1.07	-1.1	7.1516	4956.1	4531.1
161	26118	45	320	260.1	99.172	19.950	200	1.07	-1.1	9.5678	3061.7	2801.6
162	26124	28	851	428	99.324	19.988	200	1.07	-1.1	6.5931	5610.7	5182.7
163	26133	47	358	152.4	99.381	19.838	200	1.07	-1.1	9.1864	3288.7	3136.3
164	26163	26	215	309	100.083	20.396	200	1.07	-1.1	10.9974	2364.4	2055.4
165	26170	20	532	128	99.967	20.208	200	1.07	-1.1	7.9225	4214.7	4086.7
166	26196	31	17	250	99.285	22.950	200	1.07	-1.1	21.4291	364.3	114.3
167	26241	42	194	680	98.950	21.735	200	1.07	-1.1	11.3855	2208.8	1528.8
168	26243	41	661	2643.7	98.883	21.418	200	1.07	-1.1	7.2851	4815.5	2171.8
169	26252	26	798	48.6	98.446	20.213	200	1.07	-1.1	6.7642	5397.8	5349.2
170	26254	40	272	56	99.249	19.636	200	1.07	-1.1	10.1376	2757.4	2701.4
171	26267	39	789	829.5	99.250	21.935	200	1.07	-1.1	6.7947	5361.0	4531.5
172	26273	19	17	46.4	99.298	19.503	200	1.07	-1.1	21.4291	364.3	317.9
173	26276	30	151.5	43.9	98.869	19.292	200	1.07	-1.1	12.3473	1870.6	1826.7
174	26278	32	12	171.4	98.867	21.967	200	1.07	-1.1	22.7109	272.5	101.1
175	26282	33	231	278.8	98.625	20.513	200	1.07	-1.1	10.7307	2478.8	2200.0
176	26286	34	609	1390	98.468	21.385	200	1.07	-1.1	7.5210	4580.3	3190.3
177	26291	37	321	2097.8	98.868	21.385	200	1.07	-1.1	9.5570	3067.8	970.0
178	26315	26	336.7	39.5	99.211	19.512	200	1.07	-1.1	9.3936	3162.8	3123.3
179	26342	25	632.0	95.8	99.254	20.186	200	1.07	-1.1	7.4136	4685.4	4589.6
180	26352	29	48.5	29.4	99.216	19.563	200	1.07	-1.1	17.1143	830.0	800.6

Anexo 3.5 Envolvente regional por el método de Crippen para cuencas con área menor a 1000km²

No.	Clave	n	Area de aport	Qmax	Longitud	Latitud	k ₁	k ₂	k ₃	q	Q=q*A	Dif=Q-Qmax
181	26354	24	471.8	74.4	99.196	19.713	200	1.07	-1.1	8.2919	3912.1	3837.7
182	26360	26	36.4	47.4	99.233	19.481	200	1.07	-1.1	18.3372	667.5	620.1
183	26388	38	497.0	834.8	99.085	23.035	200	1.07	-1.1	8.1304	4040.8	3206.0
184	26395	22	856.1	419.0	99.322	19.990	200	1.07	-1.1	6.5774	5630.9	5211.9
185	26412	20	203.1	113.4	99.244	19.465	200	1.07	-1.1	11.2115	2277.1	2163.7
186	26417	21	153.4	285.5	100.093	20.389	200	1.07	-1.1	12.2979	1886.5	1601.0
187	26422	10	11.7	30.6	98.873	22.365	200	1.07	-1.1	22.7997	266.8	236.2
188	26423	19	35.4	373.9	98.905	22.497	200	1.07	-1.1	18.4550	653.3	279.4
189	26429	26	274.1	443.8	98.416	22.818	200	1.07	-1.1	10.1102	2771.2	2327.4
190	26430	25	262.5	173.9	99.380	21.953	200	1.07	-1.1	10.2650	2694.6	2520.7
191	26434	19	302.3	504.2	99.909	20.148	200	1.07	-1.1	9.7649	2951.9	2447.7
192	26435	22	203.2	240.6	100.079	20.363	200	1.07	-1.1	11.2096	2277.8	2037.2
193	26438	11	35.5	12.6	99.236	19.297	200	1.07	-1.1	18.4431	654.7	642.1
194	26440	17	30.0	51.5	99.236	19.303	200	1.07	-1.1	19.1495	574.5	523.0
195	27005	29	173.0	1376.0	96.962	20.052	200	1.05	-1.1	10.6682	1845.6	469.6
196	27006	37	456.0	3178.1	96.713	20.158	200	1.05	-1.1	7.4309	3388.5	210.4
197	28030	20	844.0	1220.0	96.578	19.494	400	1.15	-1.45	6.5980	5568.7	4348.7
198	28082	22	341.2	190.0	87.000	14.000	400	1.15	-1.45	9.8793	3370.8	3180.8
199	28119	25	78.0	144.0	96.822	18.915	400	1.15	-1.45	17.0452	1329.5	1185.5
200	30031	39	169.0	915.0	92.938	17.567	800	1.31	-1.65	33.3070	5628.9	4713.9
201	30032	42	476.0	2375.0	92.967	17.567	800	1.31	-1.65	23.7826	11320.5	8945.5
202	30036	13	160.0	56.0	92.883	16.817	800	1.31	-1.65	33.8279	5412.5	5356.5
203	30037	11	73.0	971.0	93.067	16.150	800	1.31	-1.65	41.0523	2996.8	2025.8
204	30052	24	36.0	52.2	92.792	16.108	800	1.31	-1.65	46.4778	1673.2	1621.0
205	30057	38	411.0	1368.1	93.108	17.558	800	1.31	-1.65	25.0607	10300.0	8931.9
206	30066	23	200.0	1150.0	93.538	17.283	800	1.31	-1.65	31.7048	6341.0	5191.0
207	30070	20	410.0	3095.6	93.383	17.425	800	1.31	-1.65	25.0822	10283.7	7188.1
208	30094	21	216.0	370.2	93.388	17.578	800	1.31	-1.65	30.9751	6690.6	6320.4
209	30096	19	330.0	379.5	93.367	17.817	800	1.31	-1.65	27.0289	8919.5	8540.0
210	30123	22	185.0	5778.0	93.333	17.117	800	1.31	-1.65	32.4459	6002.5	224.5
211	36079	10	75.0	47.7	105.570	26.083	130	1.07	-1.45	3.9699	297.7	250.0
212	37006	13	174.0	263.0	101.120	22.667				0.0000	0.0	-263.0
213	37008	16	269.0	76.0	101.179	22.837				0.0000	0.0	-76.0
214	37012	15	80.0	200.4	99.713	23.001				0.0000	0.0	-200.4

Anexos del capítulo 5.

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	8007	22	1500	2	1	1					6	5	3	2	2
2	8011	10	1194								5	3	2		
3	8018	35	1882	2							13	6	6	3	5
4	8019	11	341.4		1	1						7	1		1
5	8025	18	182.8	1							5	5	5	1	1
6	9008	21	3900	2	2						1	14	2		
7	9011	50	1397	3	2	2					8	20	14	1	
8	9015	22	5265	3	1	1					3	13	1		
9	9017	49	1496.7	1		1			1	17	19	6	1		3
10	9018	23	6390	4	2	1			2	3	5	1	4	1	
11	9023	34	237.9	4	3	3	1	1	1	4	2	8	3	1	3
12	9063	11	606							2	7	2			
13	9066	29	1762	3	3	2			3	4	2	5	1	1	5
14	9067	35	4429	6	2	1				4	8	1	4	2	7
15	9068	33	1668.4							6	16	9	1		1
16	9072	17	839			1					4	10	2		
17	9089	20	526.5	1					1	6	8	1	3		
18	10018	64	11000	7	4		1	1	3	6	8	11	4	3	16
19	10020	21	3232	1					1	1	7	8	1	1	1
20	10027	56	1576	1						12	23	12	7	1	
21	10029	45	3093.4	3		1			1	5	16	10	8		1
22	10031	38	3507	3	1				1	6	12	11	3		1
23	10033	46	8340	6			1			7	10	9	6	1	6
24	10034	54	1030	1		1				8	20	17	6	1	
25	10036	56	6991.3	6	3				1	3	15	10	6	2	7
26	10037	51	15000	8	4	1				6	10	6	7	1	8
27	10040	50	7000	11						5	9	10	9	2	4
28	10051	23	10000	5	1		1			2	5	4	2		3
29	10053	20	668.5	2					2	3	8	1	3		1
30	10057	33	850						1	8	13	7	4		
31	10064	21	2683.2	1	2					5	4	1	3	1	4
32	10065	45	6200	4			1			2	10	9	11	1	7
33	10066	34	1700	2		1				7	10	7	4	1	2
34	10070	40	4600	1						5	13	9	10		2
35	10077	21	6800	2	1	1		1		2	4	2	3	1	4
36	10078	24	777.6	1						4	7	7	3		2
37	10079	26	9245	2		1				3	5	6	3	2	2
38	10081	20	1656	2			2	4			2	3	3	2	2
39	10083	31	1742.5	1						5	8	8	8	1	
40	10086	30	653.5		1					10	10	5	4		
41	10087	32	2289.4	1		1	1			6	5	9	6		3
42	10100	26	716	2	2					2	5	6	3	2	4
43	10110	12	2580	1	1	1					1	3	2	1	2
44	10112	30	5000	4	2	1				2	2	7	6	2	4
45	10113	28	1931.2	4	1	1	1			3	2	4	5	1	6
46	10119	15	450	2	1	1				2	3	2	2	1	1
47	10120	17	2930	1	1	1				1	2	6	3	1	1
48	10122	12	2595	1	1	1		2	1		2		2		2
49	11008	52	740	4	2	1	2		1	3	12	17	7	2	1
50	11010	53	473.9	2						8	14	20	7	2	
51	11011	40	429	4	1		1	4		3	10	12	4	1	
52	11016	48	14140	3						2	9	18	11	4	1
53	11023	43	657.8	1			2		3	4	8	21	3	1	
54	11027	29	603.5	2	1			1		2	5	10	6	2	
55	11028	35	282				7	6	1	6	10	5			
56	11030	26	403							4	13	9			
57	11035	30	1910							6	9	11	4		
58	11036	39	1194.7	4	1	2	2	4		1	8	11	4	1	1

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
59	11040	38	275	3					4	5	12	11	2	1	
60	11041	26	120.4	2	1				1	5	5	7	3	1	1
61	11042	29	320	2	1	2		1		2	6	15			
62	11045	13	13250							1	2	4	3	2	1
63	11046	18	226.9							3	8	5		2	
64	11058	32	7200	4			1			3	7	5	7	3	2
65	11070	28	1822	1						3	7	11	4	2	
66	12004	20	806.4							5	6	4	5		
67	12007	17	722.2						2	2	5	7		1	
68	12014	18	75.7	2						1	2	8	4	1	
69	12067	21	419	2	1	2	2	3		3	3	5			
70	12093	10	21.9								1	7	2		
71	12095	33	1452							8	7	10	6	1	1
72	12104	43	637			4	6			2	9	16	5	1	
73	12128	61	620.4	5		1	2	2	2	12	5	14	10	6	2
74	12209	60	416	2	2		2	5	6	4	11	16	9	1	2
75	12221	57	75.2			2				8	17	24	6		
76	12224	54	75.5							9	14	25	6		
77	12232	20	440						1	3	4	9	3		
78	12233	55	686						4	12	10	19	9	1	
79	12237	21	218.9						1	4	7	8	1		
80	12238	66	399.8		1				7	16	15	21	5	1	
81	12239	24	100.7		1	1			4	4	6	5	2	1	
82	12257	17	370.5						2	4	5	6			
83	12310	45	119							5	12	22	6		
84	12314	28	205						1	6	13	7	1		
85	12315	16	421						4	2	6	4			
86	12323	22	25.1	1						4		15	2		
87	12341	43	19.4			18	14	2	1			3	3	2	
88	12347	40	72	1						12	5	16	5	1	
89	12349	18	880			5				2	4	4	2	1	
90	12352	57	510	1	1	1			9	15	10	12	7	1	
91	12355	37	216						3	13	10	9	2		
92	12358	46	294	1	1	3	6	6	6	9	8	3	1		2
93	12359	29	468.7		1	1		3	3	7	2	6	5	1	
94	12361	14	6754.4							3	4	6	1		
95	12365	41	30.5			13	11					8	8	1	
96	12369	21	556	1			2		6		1	3	3	4	1
97	12370	53	711	1					5	15	12	16	3	1	
98	12371	41	423						1	11	13	13	3		
99	12374	42	33.5						4	5	11	17	5		
100	12375	45	347			1	1		3	12	8	16	4		
101	12376	53	465.2	1	1	8	4	4	5	6	6	9	7	1	1
102	12377	43	24.9	1				1	3	6	11	17	4		
103	12379	15	90.3		1				1	3	5	3	2		
104	12382	22	2727						1	5	8	6	2		
105	12386	18	3.2	4							4	4	4	1	1
106	12391	49	207	1					1	16	13	11	6	1	
107	12392	42	81.5	1				2	6	10	6	11	4	2	
108	12395	14	204						1	5	3	5			
109	12400	32	887						1	14	10	6	1		
110	12405	18	767.4	1					1	6	7	1	2		
111	12411	10	49.5						3	1	2	3	1		
112	12415	42	9.7						1	7	7	19	5	3	
113	12418	39	208.7	1					5	9	12	9	2	1	
114	12422	24	531.8	2	1				1	8	5	3	4		
115	12423	39	249					1	1	11	8	15	3		
116	12428	50	3525	1			1			13	22	11	2		

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
117	12438	38	6222.7						1	11	14	7	4	1	
118	12451	22	11.2	1								4	12	4	1
119	12454	43	500	1					5	8	13	12	3	1	
120	12466	46	272							19	13	10	4		
121	12469	39	1000	1					3	11	15	7	2		
122	12471	13	1484.8							3	4	6			
123	12472	16	1965						1	4	5	6			
124	12479	13	188						1	6	3	2	1		
125	12484	36	1409	1	1					4	12	11	3	3	1
126	12485	31	480	1					3	7	11	7	2		
127	12487	42	417.4						2	7	21	4	6	2	
128	12488	37	292.1				2		3	10	10	9	3		
129	12490	15	244							3	5	5	2		
130	12499	32	172.3						2	6	10	12	1	1	
131	12504	44	2440						3	15	8	16	1	1	
132	12506	18	785		1	3	2	6	1			2	2		1
133	12512	25	210						3	7	6	8	1		
134	12520	31	5205	2		1	1			6	13	3	3	1	1
135	12521	35	5992	1			1			12	11	8	2		
136	12526	13	533.3							1	5	5			2
137	12532	34	3487.6						4	11	9	8	2		
138	12533	22	576				1		2	4	6	5	4		
139	12534	25	48.9		1	1			6	4	4	4	4	1	
140	12535	30	513.1						5	7	9	8	1		
141	12539	25	105.2				1		2	2	5	10	5		
142	12540	28	283.8							10	8	9	1		
143	12543	29	100					3	6	8	3	6	3		
144	12545	13	135							1	5	6	1		
145	12556	30	394.1							12	13	3	2		
146	12558	27	200	1					3	9	8	3	3		
147	12561	23	330.7						2	8	7	5	1		
148	12568	30	79.5				1	1	4	10	8	4	1	1	
149	12570	17	142.5			1				2	8	5	1		
150	12573	27	507.5						6	8	3	9	1		
151	12574	23	31.1						1	13	5	3	1		
152	12578	27	81.2	1	1			1	1	8	8	5	2		
153	12579	23	202.9							8	6	8	1		
154	12581	32	28.4						1	10	6	12	3		
155	12585	34	318.5	1		1			1	6	9	12	4		
156	12588	36	418.5						1	5	7	19	4		
157	12589	32	444.2	1			2		1	12	8	6	2		
158	12592	24	42.7						3	5	11	5			
159	12601	32	5.6					1	3	6	11	8	3		
160	12605	31	308.5						3	10	6	8	4		
161	12607	24	181							7	10	6	1		
162	12615	26	158.5	1						8	7	4	6		
163	12618	11	65.2						2	4	3	1	1		
164	12620	18	158.3						1	7	3	5	2		
165	12652	25	823						4	6	5	7	2	1	
166	12663	33	404.6	1		2			2	6	9	9	4		
167	12664	25	399						2	4	7	8	4		
168	12667	18	80.7	1					3	3	5	5	1		
169	12673	20	121.8						2	6	8	4			
170	12693	15	6687.9	1						6	5	2	1		
171	12700	13	66.7	1						3	5	2	2		
172	12713	13	34	2	1	2	4	4							
173	12717	17	495.4						1	9	4	1	2		
174	12718	13	104.5					1	1	5	2	3	1		

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
175	12719	19	298.3						3	6	7	2	1		
176	12729	15	93.1						1	6	2	4	1	1	
177	12743	20	216.6						2	5	6	5	2		
178	12744	17	253.9						3	4	6	3	1		
179	12758	13	76.1				1			3	7	2			
180	12760	12	76.6						1	4	5	1	1		
181	12767	18	165.4	1	1			1	1	5	2	3	2	2	
182	12908	21	362						3	6	9	3			
183	13001	42	1386							7	12	18	5		
184	13002	26	286.2						1	6	6	11	2		
185	14007	13	764						1	6	3	2	1		
186	14008	43	1407.5	2						5	4	25	6	1	
187	14013	18	353.4						1	3	4	9	1		
188	14017	26	1033.1						4	6	8	5	2	1	
189	14018	16	223						2	7	2	3	2		
190	15001	31	5366.8	1						1	4	18	4	3	
191	15002	34	952.5	1						6	7	14	6		
192	15009	31	50.9	1					1	3	5	16	4	1	
193	15010	34	137							4	6	18	6		
194	15012	27	57.7	2						1	5	13	6		
195	15014	23	1313.6	1						3	3	13	2	1	
196	16014	54	1266.8			1			2	9	13	19	9	1	
197	16020	10	30.4						1	1		3	4	1	
198	16021	51	165	1					1	11	21	13	4		
199	16022	47	17000	1						8	7	21	9	1	
200	16024	20	587.1	1				1		3	1	8	4	2	
201	16030	19	511.2							1	2	9	6	1	
202	16031	37	1412	3				1	2	5	5	12	7	2	
203	16032	25	4384	1				1		3	3	11	4	2	
204	16033	36	1001	1	1	1			2	8	7	7	7	2	
205	16036	35	7800	2				1	2	5	4	8	10	3	
206	18002	15	628.7						3	7	2	3			
207	18005	16	116.4					2	2	3	2	5	2		
208	18095	40	417.6	1					3	11	10	9	4	2	
209	18129	42	258	2	1					9	7	14	7	2	
210	18140	11	128.8						3	3	2	3			
211	18148	25	343.7						9	3	5	6	2		
212	18193	41	245.4					1	12	8	7	11	2		
213	18201	25	1116						1	3	6	10	5		
214	18202	13	711						1	3	1	6	2		
215	18223	44	429.2						9	9	5	20	1		
216	18236	43	523.2						7	9	11	13	3		
217	18243	38	393						6	9	6	15	2		
218	18245	40	504.5						7	10	6	15	2		
219	18264	12	439.8						2	1	4	5			
220	18269	13	400.6						2		7	4			
221	18271	42	251						7	13	9	12	1		
222	18277	23	1180						2	1	6	9	4	1	
223	18280	11	55.3								4	4	3		
224	18288	17	52						4	1	5	6	1		
225	18291	12	26.1	1				1	1	1	1	6	1		
226	18292	18	23.9						1	8	4	5			
227	18293	26	55.2				1	1	9	3	2	6	4		
228	18294	17	51.3						2	2	6	6	1		
229	18295	15	54.6					1	2	3	1	6	2		
230	18303	18	28.1						2	4	5	6	1		
231	18311	28	2793						1	5	3	16	3		
232	18316	24	133.3						6	11	1	5	1		

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
233	18319	24	27.4						3	2	7	10	2		
234	18322	29	227.4					3	6	6	3	9	2		
235	18323	11	227.5						3	1	3	3	1		
236	18329	29	4000	1					1	5	7	11	4		
237	18339	13	333								1	8	4		
238	18340	24	640.4						7	4	3	8	2		
239	18349	27	129.8				2	3	11	2	3	4	2		
240	18350	29	1246.9	1						6	8	11	3		
241	18351	18	299.4						3	5	3	7			
242	18356	18	172.8							5	6	5	2		
243	18371	26	659	1						6	6	11	2		
244	18372	12	163.9						1	2		5	4		
245	18374	15	576						1	3	4	3	4		
246	18403	33	336							6	9	17	1		
247	18437	28	1528						6	6	5	8	3		
248	18438	17	561.1						1	8	3	4	1		
249	18450	22	218.8							3	3	11	5		
250	18459	11	88.7	1							5	4	1		
251	18486	14	505.1						3	5	4	2			
252	18538	12	398					2	4	2	1	3			
253	18540	18	138.4							2	4	9	3		
254	18553	12	470.8							2	5	4	1		
255	18555	16	424.8						6	3	3	2	2		
256	19003	39	898						5	1	5	19	8	1	
257	19005	25	4760	1	2	2			4	2	3	6	5		
258	19006	24	2820						1	3	3	13	3	1	
259	19008	35	1096.6						6	5	8	14	3	1	
260	19009	19	2600.4						1	2	3	7	6		
261	19014	11	926							2	1	3	5		
262	19022	20	2332	1						4	3	7	5		
263	20016	35	3942.6						3	4	8	14	6		
264	20017	21	7000						3	3	5	7	3		
265	20018	23	3996						3	5	4	6	3		
266	20019	26	2306						1	2	3	12	8		
267	20021	27	1955						5	4	8	9	3		
268	20022	20	282.3						3	4	3	5	5		
269	20023	22	526.7					1	5	4	1	9	2		
270	20025	11	1605.3						1	2	1	6	1		
271	20026	21	329					1	6	6	1	6	1		
272	20027	18	400				1	1	5	2		9			
273	21002	17	3506						4	3	3	3	4		
274	21003	16	2475						3	3	3	5	1		
275	22007	22	5850						4	4	1	10	3		
276	22008	61	1100				1	4	13	10	7	16	7	3	
277	22015	47	1440	1					7	7	10	16	4	1	
278	22016	49	1632					1	1	2	3	25	13	3	
279	22017	39	1625						8	9	6	12	3	1	
280	22018	28	3171			2	1	4	2	1	3	11	3	1	
281	22026	41	2400					1	6	2	9	17	5	1	
282	22028	25	416.5					1	1	2	1	14	5	1	
283	22030	34	2210				6	2	1	2	2	15	4	2	
284	22035	32	1705	1	1	3	5	1	1	1	2	12	2	1	
285	23003	40	498.9					2	2	4	5	20	6	1	
286	23007	33	2200					1	3	6	2	12	8	1	
287	23008	24	572.5						2	5	4	8	4	1	
288	23009	28	1004.8					1	2	3	4	13	5		
289	23011	21	741.2						4	3	3	10	1		
290	23012	20	398.5					1	3	1	2	9	5		

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
291	23015	29	479.7						3	2	7	13	3	1	
292	23019	27	591.2					2	2	2	5	9	7		
293	23023	21	1362					3	2		4	5	6	1	
294	24026	45	5640	1	1		2	11	6	5	5	12	2		
295	24038	63	3149.7		1	1	3	11	7	3	8	23	6		
296	24077	46	1036			3	2	5	5	7	7	12	3	1	
297	24087	66	2154				3	9	8	6	16	21	3		
298	24088	64	6758.5	1			2	3	7	4	3	28	16		
299	24150	50	742	1				9	9	6	9	16			
300	24181	48	4432.3						22	7		13	6		
301	24192	52	616.4	1			3	4	9	2	3	19	11		
302	24195	43	1163					1	4	7	12	18	1		
303	24196	20	1380				2	2	2	2	5	6	1		
304	24198	25	178	1	1			2	2	2	4	9	4		
305	24225	39	1084	2					1	8	8	12	8		
306	24226	45	2200			1	1		3	9	10	15	6		
307	24242	35	550		1	2	1	1	3	4	10	7	4	1	
308	24271	32	1156.8			1		1	1	1	4	16	5	2	
309	24280	34	1239.8							6	6	17		5	
310	24283	14	745						1		2	8	3		
311	24291	38	980.6		1		1	4	11	5	4	11	1		
312	24301	37	5144			1		3	5	1	5	19	3		
313	24331	18	129			2			2	2	7	4	1		
314	24333	33	979	2	1		1	5	3	2	3	12	4		
315	24339	29	2500	1		2	1	2	3	1	7	10	2		
316	24351	22	7610				1	2	1	3		13	2		
317	24377	17	195				3	1	3	3	3	3	1		
318	24383	20	453.8				1	2	1	3	1	8	4		
319	24384	13	525.3					1	2	2	1	6	1		
320	24385	20	351						1	1	1	13	4		
321	24387	21	310					1	1	2	3	11	3		
322	24388	11	1984						1	1	4	4	1		
323	24399	21	480.5				1	2	2	2	4	9	1		
324	25010	46	472				2	4	5	4	3	19	9		
325	25027	43	1086					3	4	4	6	16	10		
326	25030	21	1128						5	1	1	11	3		
327	25034	34	489.5						3	7	4	16	4		
328	25037	37	5500	3	1	1			3	5	4	14	6		
329	25038	30	1260					1	3	4	2	13	7		
330	25039	32	1160	2				1	5	4	3	12	3	1	
331	25040	37	670.6					1	6	3	6	16	5		
332	25042	28	1199	4	1	1		3	3	1	3	7	4	1	
333	25043	31	519.2						7	4	6	11	3		
334	25044	30	471.5		1		2	4	6	1	2	11	3		
335	25061	12	462.5						3	1	2	6	1		
336	25062	27	2037.1						4	1	2	16	4		
337	25086	26	2587.4	1	1		5	8	1	2		4	3	1	
338	25087	20	406.2					1	1	7		9	2		
339	25091	21	2149.6						2	2		13	4		
340	25092	27	2698	1					6	4	3	8	6		
341	25093	13	228.6					2	3	1	1	5	1		
342	26020	48	272.4						6	12	15	12	3		
343	26022	27	546		1				2	7	4	11	2		
344	26030	61	164.4					2	8	17	9	19	6		
345	26032	62	166.3					4	8	11	14	20	5		
346	26034	63	328.3			1		1	6	12	15	24	4		
347	26040	48	57.4	16	1	1	1	1			1	4	15	6	
348	26042	60	1701.2					2	11	5	3	24	14	1	

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
349	26053	44	186					1	2	11	16	12	2		
350	26056	54	785		1		1		9	14	5	16	8		
351	26070	63	425				1	1	10	12	10	20	9		
352	26118	45	260.1	1	1		3	5	8	10	8	7	2		
353	26124	28	428	1			1		2	3	2	14	5		
354	26133	47	152.4	2	2	5	5		1	5	3	14	9	1	
355	26151	36	195	2		1	1		6	5	7	11	3		
356	26163	26	309						3	7	5	11			
357	26170	20	128			3	3				4	4	5	1	
358	26180	43	647					1	4	9	14	10	4	1	
359	26191	46	565				1	4	9	7	6	13	6		
360	26196	31	250		1		1		8	5	5	6	5		
361	26218	46	2194.1					2	6	11	5	11	11		
362	26224	18	3680.6						1	5	3	6	3		
363	26241	42	680						4	10	7	12	7	1	
364	26243	41	2643.7				1	1	4	2	4	15	12	2	
365	26248	44	6000						5	5	5	18	9	1	
366	26252	26	48.6				1	1	5	6	5	6	2	1	
367	26254	40	56			3	4	2	2	2	4	13	8	1	
368	26255	39	6692						4	6	5	17	6	1	
369	26263	41	2588						3	9	10	11	8		
370	26267	39	829.5						5	11	6	13	4		
371	26273	19	46.4						6	1	6	5	1		
372	26276	30	43.9						7	9	8	3	3		
373	26277	37	4350						5	5	2	14	9	2	
374	26278	32	171.4					1	3	8	7	10	2	1	
375	26282	33	278.8			1	2	3	8	4	4	9	2		
376	26285	38	600						5	11	8	9	5		
377	26286	34	1390			1		2	5	5	1	13	7		
378	26289	38	3710						5	6	3	15	7	1	
379	26291	37	2097.8					1	5	3	5	14	7	2	
380	26292	30	2163.3						6	4	5	10	5		
381	26293	38	3966.7						4	2	6	18	7	1	
382	26312	27	3.8					1	4	8	3	10	1		
383	26315	26	39.5			1	1	4	2	3	6	7	2		
384	26337	25	1780						5	4	4	10	2		
385	26341	20	89.6	4			1		2	3	2	3	3	1	
386	26342	25	95.8		1	1		1	7	6	2	3	4		
387	26352	29	29.4					2	10	5	6	4	2		
388	26354	24	74.4						2	9	6	5	2		
389	26360	26	47.4						4	4	9	7	2		
390	26387	31	5570						2	4	5	15	5		
391	26388	38	834.8					1	8	13	6	4	6		
392	26395	22	419						3	4		9	6		
393	26406	23	544.1					1	2	4	2	10	4		
394	26412	20	113.4						3	6	4	5	2		
395	26415	27	5560						1	5	4	10	6		
396	26416	24	2700						4	6	7	5	2		
397	26417	21	285.5					1	1	5	6	5	2	1	
398	26422	10	30.6						1	5	2	1	1		
399	26423	19	373.9						4	7	3	4	1		
400	26424	15	7300						1	3	7	4			
401	26429	26	443.8	1					2	5	3	10	4		
402	26430	25	173.9						2	8	3	9	3		
403	26434	19	504.2					2		8	2	6	1		
404	26435	22	240.6						2	5	7	4	3	1	
405	26438	11	12.6							3	3	2	3		
406	26440	17	51.5		1				2	7	4	2	1		

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES															
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
407	27001	46	4540	1			2	1	1	1	2	20	11	7	
408	27002	47	5412.5						6	7	3	18	10	3	
409	27005	29	1376		1	1	2	2	1	1	2	7	5	7	
410	27006	37	3178.1	1	1		1	1	1	1	2	12	6	10	1
411	28003	49	3378						10	13	5	14	7		
412	28013	50	2093						2	7	10	17	11	3	
413	28016	40	5082						3	13	5	11	7	1	
414	28018	32	1950						1	6	6	14	5		
415	28030	20	1220						1	4	4	7	4		
416	28040	46	841.7	1					9	14	8	8	6		
417	28069	40	2024.8					1	9	12	4	13	1		
418	28082	22	190						6	3	2	9	2		
419	28108	37	2583	1					4	7	7	14	4		
420	28119	25	144		1			1	5		2	6	3	5	2
421	28125	33	1787.4						3	6	5	13	6		
422	29005	36	7430							6	10	14	4	2	
423	29006	38	3150	1						11	13	12		1	
424	29007	17	2159.4						2	1	5	7	2		
425	30014	16	5200						1			9	5	1	
426	30015	45	9000	2	1			5			1	9	19	4	4
427	30016	48	1275			1			3	2	1	8	23	7	3
428	30019	41	7620						1	3	2	10	19	5	1
429	30020	44	767.7						2	4	7	23	6	2	
430	30030	23	2422							1	2	12	7	1	
431	30031	39	915	4	4		3	2	1	1	1	2	7	9	5
432	30032	42	2375	1	4	1	1	2	1		1	6	13	8	4
433	30033	13	635						1	1	1	7	2	1	
434	30036	13	56						1		2	6	4		
435	30037	11	971						2	2		5	1	1	
436	30040	21	1921						1	2	1	6	10	1	
437	30041	22	893						1	4	3	12	1	1	
438	30042	42	2565		1				2	2	3	5	10	11	8
439	30052	24	52.2						1	1	2	12	8		
440	30053	18	1405						1	1	5	8	2	1	
441	30055	30	1304.7	2	1				2		1	8	11	1	4
442	30056	18	1099						4	2	2	8	2		
443	30057	38	1368.076	3	5			1	1	1	1	3	9	6	8
444	30066	23	1150	1	2		2				2	4	8	2	2
445	30070	20	3095.6	2	2					2		2	4	4	4
446	30071	27	3247						4	1	2	11	7	1	1
447	30072	34	9350						4	2	7	18	3		
448	30076	18	9000	1	2		3		1	1		5	5		
449	30088	39	655	5					1			2	18	9	4
450	30089	16	3825							2	2	9	3		
451	30091	14	373							1	5	3	5		
452	30093	32	3386					1	1		4	7	12	3	4
453	30094	21	370.2		1					1	4	2	7	3	3
454	30095	26	8140.6							1	3	8	10	3	1
455	30096	19	379.5	1	1						1	5	7	3	1
456	30098	24	4008	1	1		2		3	2		10	4	1	
457	30111	29	3230						2	1	4	7	7	4	4
458	30113	26	2786.5						2	11	5	2	5	1	
459	30120	26	2258.6						3	2	5	7	7	1	1
460	30123	22	5778						2	3	4	6	4	2	1
461	34003	32	22.6			1		4	3	5	10	8	1		
462	34004	44	297.9	3	2	2	1			6	17	9	2		2
463	34008	44	773.5						4	6	16	15	3		
464	36015	20	2706		1	1		2		2		11	2		1

Anexo 5.1 Frecuencia relativa mensual

FRECUENCIA RELATIVA POR MES DE Qmax ANUALES																
ID	Clave	N° Total de Registros (n)	Qmax (m3/s)	nm												
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
465	36017	15	220							4	4	6	1			
466	36034	23	1396		1	2			1		2	14	2	1		
467	36039	15	533.4					1	1	2	6	4	1			
468	36049	30	313.6	1		1	11	3		1	7	2	3	1		
469	36056	36	713.3	2			1	3	1	6	13	8	2			
470	36060	21	447.2	1				1	2	4	12	1				
471	36067	29	1738			2	1	3	4	11	7	1				
472	36071	26	1830	1					1	3	9	10	2			
473	36074	24	2174.6	2			1			2	8	7	3	1		
474	36076	28	724.7		1	1			3	7	10	6				
475	36079	10	47.7						2	2	3	3				
476	36080	22	541.3	1				1	6	2	7	4	1			
477	37006	13	263						3	3	5	1	1			
478	37008	16	76					3	3	6	2	1	1			
479	37012	15	200.4		1				3	3	2	5	1			
Σ		14083		317	125	158	204	315	1176	2336	2769	4302	1816	332	233	Σ= 14083

Número total de estaciones =479

IO												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
0.66	0.26	0.33	0.43	0.66	2.45	4.87	5.77	8.96	3.78	0.69	0.49	Σ= 29.340

Nota: De acuerdo con los datos históricos Septiembre es el mes más probable en que puede caer un gasto máximo sobre el país

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_u	R_u	Nº Total de registros (n)	r
1	-108.620	26.418	10122	Ene	10	8.662	0.783	12	0.07
2	-101.260	19.638	12365	Mar	18	74.628	7.496	41	0.18
3	-101.259	19.633	12341	Mar	31	88.377	25.524	43	0.59
4	-101.708	20.138	12713	Abr	5	92.376	10.392	13	0.80
5	-100.696	20.042	12506	Abr	24	111.606	7.051	18	0.39
6	-98.952	23.942	25086	Jun	5	152.912	8.206	26	0.32
7	-103.225	23.167	36049	Jun	13	160.688	9.515	30	0.32
8	-102.440	21.542	12358	Jun	24	171.288	21.277	46	0.46
9	-100.875	20.171	12067	Jun	30	177.757	6.374	21	0.30
10	-97.854	19.317	18349	Jul	8	185.295	18.677	27	0.69
11	-103.950	24.008	11028	Jul	10	187.614	21.134	35	0.60
12	-103.775	25.283	36067	Jul	11	188.708	20.998	29	0.72
13	-101.179	22.837	37008	Jul	12	189.021	11.738	16	0.73
14	-97.792	17.667	18538	Jul	13	190.178	8.861	12	0.74
15	-100.614	26.843	24377	Jul	15	192.404	10.328	17	0.61
16	-101.121	27.842	24026	Jul	18	195.288	23.819	45	0.53
17	-100.733	25.917	24291	Jul	20	197.531	24.959	38	0.66
18	-99.172	19.950	26118	Jul	21	198.400	28.943	45	0.64
19	-100.904	20.217	12376	Jul	22	199.301	14.624	53	0.28
20	-98.917	18.683	18316	Jul	23	200.155	20.176	24	0.84
21	-99.254	20.186	26342	Jul	23	200.699	14.897	25	0.60
22	-98.138	18.913	18002	Jul	25	201.838	12.440	15	0.83
23	-98.625	20.513	26282	Jul	25	201.875	19.919	33	0.60
24	-99.216	19.563	26352	Jul	25	202.566	22.524	29	0.78
25	-99.688	19.339	12543	Jul	27	203.768	22.117	29	0.76
26	-100.897	18.606	18486	Jul	27	204.336	12.412	14	0.89
27	-99.564	18.661	18555	Jul	27	204.487	12.543	16	0.78
28	-100.983	27.425	24150	Jul	29	206.318	33.779	50	0.68
29	-96.833	16.731	20026	Jul	30	207.037	16.009	21	0.76
30	-98.250	19.167	18140	Jul	30	207.622	8.568	11	0.78
31	-98.905	22.497	26423	Jul	30	207.721	15.793	19	0.83
32	-98.869	19.292	26276	Jul	30	207.825	23.683	30	0.79
33	-99.236	19.303	26440	Jul	30	208.126	12.809	17	0.75
34	-101.120	22.667	37006	Jul	30	208.573	11.084	13	0.85
35	-96.710	17.028	20027	Jul	31	209.354	11.224	18	0.62
36	-99.085	23.035	26388	Jul	31	209.497	29.210	38	0.77
37	-100.588	20.558	12718	Jul	31	209.634	9.932	13	0.76
38	-98.446	20.213	26252	Ago	2	209.837	18.707	26	0.72
39	-101.759	21.062	12618	Ago	2	209.975	9.231	11	0.84
40	-103.567	25.508	36060	Ago	2	210.118	16.952	21	0.81
41	-98.717	18.875	18293	Ago	2	210.203	17.457	26	0.67
42	-101.236	20.871	12717	Ago	2	210.438	14.833	17	0.87
43	-103.329	20.729	12573	Ago	3	210.669	22.714	27	0.84
44	-102.885	24.314	36080	Ago	3	210.694	15.371	22	0.70
45	-99.207	24.992	25093	Ago	3	210.992	8.224	13	0.63
46	-99.910	19.856	12568	Ago	3	211.088	23.391	30	0.78
47	-99.050	18.896	18193	Ago	3	211.107	32.436	41	0.79
48	-98.242	19.321	18322	Ago	3	211.152	21.054	29	0.73
49	-98.283	18.971	18148	Ago	3	211.170	18.598	25	0.74
50	-99.257	24.924	25044	Ago	3	211.171	15.089	30	0.50
51	-96.305	18.865	28069	Ago	4	211.643	32.187	40	0.80
52	-100.772	20.521	12719	Ago	4	211.716	16.660	19	0.88
53	-99.438	18.638	18438	Ago	4	211.840	14.030	17	0.83
54	-101.347	20.722	12744	Ago	4	211.968	14.805	17	0.87
55	-98.873	22.365	26422	Ago	4	212.018	8.859	10	0.89
56	-107.383	29.579	34003	Ago	4	212.278	23.083	32	0.72
57	-102.596	21.490	12315	Ago	4	212.297	13.633	16	0.85
58	-105.570	26.083	36079	Ago	4	212.396	8.250	10	0.83

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_u	Ru	Nº Total de registros (n)	r
59	-98.533	18.908	18292	Ago	5	212.664	16.038	18	0.89
60	-101.371	20.713	12908	Ago	5	212.851	19.374	21	0.92
61	-99.867	19.419	12574	Ago	5	212.978	20.735	23	0.90
62	-105.367	27.579	24077	Ago	5	213.040	23.610	46	0.51
63	-100.174	25.954	24087	Ago	5	213.290	44.497	66	0.67
64	-99.211	19.512	26315	Ago	6	214.320	15.564	26	0.60
65	-99.351	25.913	24196	Ago	6	214.518	13.020	20	0.65
66	-101.842	21.021	12673	Ago	7	215.131	17.610	20	0.88
67	-100.133	27.233	24038	Ago	7	215.387	35.027	63	0.56
68	-103.942	20.442	14018	Ago	7	215.391	13.328	16	0.83
69	-102.308	21.364	12355	Ago	7	215.419	32.435	37	0.88
70	-101.883	20.650	12758	Ago	8	215.567	10.788	13	0.83
71	-98.940	19.851	26312	Ago	8	215.962	21.095	27	0.78
72	-96.160	19.068	28040	Ago	8	216.003	34.260	46	0.74
73	-112.042	30.671	8011	Ago	8	216.490	9.410	10	0.94
74	-105.125	20.908	14007	Ago	9	216.555	11.665	13	0.90
75	-101.879	21.079	12479	Ago	9	216.797	11.127	13	0.86
76	-99.229	20.425	26191	Ago	9	216.888	31.820	46	0.69
77	-102.143	21.611	12760	Ago	9	216.951	10.549	12	0.88
78	-104.068	25.264	36076	Ago	9	217.057	20.942	28	0.75
79	-99.221	18.854	18271	Ago	9	217.221	36.025	42	0.86
80	-104.573	21.415	12556	Ago	9	217.230	27.648	30	0.92
81	-100.799	18.539	18340	Ago	9	217.299	18.785	24	0.78
82	-99.298	19.503	26273	Ago	10	217.650	15.392	19	0.81
83	-101.442	20.958	12512	Ago	10	217.793	21.248	25	0.85
84	-99.909	20.148	26434	Ago	10	217.949	14.529	19	0.76
85	-99.285	22.950	26196	Ago	10	217.953	20.162	31	0.65
86	-102.254	20.483	12589	Ago	10	218.283	23.705	32	0.74
87	-100.917	20.958	12535	Ago	10	218.304	25.477	30	0.85
88	-99.279	18.833	18323	Ago	11	218.587	8.773	11	0.80
89	-98.428	22.427	26416	Ago	11	218.605	20.115	24	0.84
90	-101.683	21.088	12411	Ago	11	218.834	8.173	10	0.82
91	-99.776	19.453	12534	Ago	11	218.912	14.118	25	0.56
92	-103.275	20.732	12400	Ago	11	219.345	28.109	32	0.88
93	-96.983	17.767	28082	Ago	11	219.352	16.378	22	0.74
94	-100.417	20.504	12558	Ago	11	219.447	21.538	27	0.80
95	-95.929	16.647	22008	Ago	11	219.462	40.230	61	0.66
96	-99.196	19.713	26354	Ago	11	219.742	20.169	24	0.84
97	-103.429	21.039	12532	Ago	11	219.779	28.962	34	0.85
98	-103.169	20.526	12359	Ago	11	219.784	16.448	29	0.57
99	-99.868	19.424	12578	Ago	11	219.806	19.263	27	0.71
100	-103.380	22.838	12667	Ago	11	219.848	13.551	18	0.75
101	-100.021	19.914	12561	Ago	11	220.036	20.252	23	0.88
102	-103.050	21.543	12405	Ago	11	220.147	14.111	18	0.78
103	-98.242	19.154	18005	Ago	11	220.259	10.943	16	0.68
104	-100.889	18.675	18351	Ago	11	220.317	15.208	18	0.84
105	-99.900	20.225	26020	Ago	11	220.327	40.648	48	0.85
106	-99.192	18.521	18437	Ago	11	220.349	21.933	28	0.78
107	-103.396	22.068	12488	Ago	11	220.383	29.250	37	0.79
108	-96.753	16.871	20023	Ago	12	220.509	15.735	22	0.72
109	-99.667	18.300	18245	Ago	12	220.673	32.337	40	0.81
110	-99.722	19.633	12592	Ago	12	220.704	20.861	24	0.87
111	-101.679	21.175	12418	Ago	12	220.787	30.777	39	0.79
112	-100.352	25.672	24384	Ago	12	220.807	9.305	13	0.72
113	-100.513	19.994	12257	Ago	12	220.832	15.023	17	0.88
114	-110.704	29.233	9017	Ago	13	221.009	38.732	49	0.79
115	-103.442	21.051	12469	Ago	13	221.092	32.619	39	0.84
116	-99.381	22.583	26030	Ago	13	221.192	47.609	61	0.78

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_u	R_u	Nº Total de registros (n)	r
117	-96.373	19.362	28003	Ago	13	221.219	37.284	49	0.76
118	-100.829	20.863	12652	Ago	14	221.544	20.010	25	0.80
119	-99.244	19.465	26412	Ago	14	221.699	15.588	20	0.78
120	-95.092	16.554	22017	Ago	14	222.118	29.705	39	0.76
121	-103.325	25.092	36039	Ago	14	222.434	12.517	15	0.83
122	-103.075	23.667	36056	Ago	14	222.484	24.762	36	0.69
123	-99.104	18.792	18223	Ago	14	222.578	35.397	44	0.80
124	-102.138	19.975	12395	Ago	14	222.605	12.384	14	0.88
125	-104.775	21.842	12693	Ago	14	222.608	12.011	15	0.80
126	-91.083	16.100	30113	Ago	14	222.644	19.586	26	0.75
127	-100.272	25.802	24399	Ago	14	222.720	14.070	21	0.67
128	-99.942	19.650	12392	Ago	14	222.853	29.105	42	0.69
129	-99.258	18.733	18269	Ago	14	222.977	11.916	13	0.92
130	-99.233	19.481	26360	Ago	14	222.993	21.120	26	0.81
131	-100.000	20.383	26180	Ago	15	223.162	35.173	43	0.82
132	-99.646	18.338	18236	Ago	15	223.209	35.918	43	0.84
133	-96.184	15.889	21003	Ago	15	223.264	13.171	16	0.82
134	-103.399	22.066	12485	Ago	15	223.264	25.104	31	0.81
135	-103.867	20.533	14017	Ago	15	223.436	20.629	26	0.79
136	-103.726	20.922	12521	Ago	15	223.452	28.069	35	0.80
137	-99.221	19.478	26032	Ago	15	223.608	47.484	62	0.77
138	-101.224	19.789	12620	Ago	15	223.633	15.235	18	0.85
139	-99.713	19.779	12601	Ago	15	223.864	25.256	32	0.79
140	-98.867	21.967	26278	Ago	15	223.905	24.345	32	0.76
141	-106.100	28.625	24331	Ago	15	223.923	12.360	18	0.69
142	-100.522	20.142	12466	Ago	15	223.957	40.530	46	0.88
143	-99.596	24.156	25061	Ago	15	223.968	9.590	12	0.80
144	-102.351	22.446	12239	Ago	16	224.038	15.529	24	0.65
145	-99.612	19.428	12729	Ago	16	224.052	11.406	15	0.76
146	-102.833	21.004	12504	Ago	16	224.078	37.259	44	0.85
147	-99.713	23.001	37012	Ago	16	224.176	10.103	15	0.67
148	-103.353	21.583	12540	Ago	16	224.270	24.116	28	0.86
149	-99.436	24.251	25043	Ago	17	224.574	23.163	31	0.75
150	-101.224	20.733	12743	Ago	17	224.612	17.547	20	0.88
151	-102.497	21.285	12370	Ago	17	224.657	42.565	53	0.80
152	-99.663	18.292	18243	Ago	17	224.873	30.848	38	0.81
153	-99.167	22.117	26285	Ago	17	224.906	30.553	38	0.80
154	-100.183	22.017	26337	Ago	17	224.958	20.554	25	0.82
155	-99.213	19.849	26056	Ago	17	225.005	37.508	54	0.69
156	-99.250	21.935	26267	Ago	17	225.034	30.918	39	0.79
157	-99.896	20.525	26151	Ago	17	225.045	22.014	36	0.61
158	-100.083	20.396	26163	Ago	17	225.141	22.425	26	0.86
159	-100.151	20.063	12605	Ago	17	225.254	25.858	31	0.83
160	-98.583	18.850	18303	Ago	17	225.305	15.147	18	0.84
161	-109.628	27.415	9089	Ago	17	225.360	15.441	20	0.77
162	-100.889	19.812	12314	Ago	17	225.480	26.012	28	0.93
163	-97.567	16.558	20021	Ago	17	225.486	21.449	27	0.79
164	-103.942	22.609	12579	Ago	17	225.556	20.806	23	0.90
165	-110.408	28.425	9063	Ago	17	225.680	10.485	11	0.95
166	-101.914	21.363	12454	Ago	17	225.796	34.339	43	0.80
167	-99.236	19.454	26053	Ago	17	225.928	37.521	44	0.85
168	-98.550	18.867	18288	Ago	18	226.034	13.576	17	0.80
169	-99.821	18.917	18295	Ago	18	226.166	11.138	15	0.74
170	-102.750	20.583	12607	Ago	18	226.326	21.632	24	0.90
171	-98.739	23.756	25087	Ago	18	226.445	14.699	20	0.73
172	-105.293	28.958	24339	Ago	18	226.466	15.958	29	0.55
173	-100.093	20.389	26417	Ago	18	226.561	16.104	21	0.77
174	-101.200	20.567	12352	Ago	18	226.748	39.302	57	0.69

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_u	Ru	Nº Total de registros (n)	r
175	-99.196	18.650	18264	Ago	18	226.793	10.340	12	0.86
176	-101.753	21.489	12422	Ago	18	226.840	14.579	24	0.61
177	-109.683	29.075	9015	Ago	18	226.869	11.819	22	0.54
178	-107.694	25.093	10086	Ago	18	226.933	24.436	30	0.81
179	-99.083	23.383	26218	Ago	19	227.075	33.429	46	0.73
180	-108.500	26.375	10057	Ago	19	227.343	29.063	33	0.88
181	-99.329	19.993	26034	Ago	19	227.565	50.458	63	0.80
182	-99.339	19.900	26070	Ago	19	227.565	47.499	63	0.75
183	-97.005	15.858	21002	Ago	19	227.661	12.766	17	0.75
184	-100.079	20.363	26435	Ago	19	227.871	17.806	22	0.81
185	-103.783	21.825	12428	Ago	19	227.960	42.031	50	0.84
186	-104.090	21.193	12438	Ago	20	228.472	32.572	38	0.86
187	-94.438	16.500	22018	Ago	20	228.498	14.388	28	0.51
188	-102.539	21.317	12382	Ago	20	228.508	19.233	22	0.87
189	-112.800	31.858	8019	Ago	20	228.543	5.228	11	0.48
190	-101.854	20.679	12391	Ago	20	228.576	40.696	49	0.83
191	-102.154	19.950	12533	Ago	20	228.649	16.078	22	0.73
192	-95.054	17.392	29006	Ago	20	228.733	32.296	38	0.85
193	-100.150	20.058	12375	Ago	20	228.748	34.791	45	0.77
194	-103.281	20.742	12472	Ago	20	228.758	14.328	16	0.90
195	-99.380	21.953	26430	Ago	20	228.817	20.069	25	0.80
196	-109.233	27.683	9068	Ago	20	228.827	29.015	33	0.88
197	-102.610	20.981	12371	Ago	20	228.862	36.166	41	0.88
198	-107.075	29.733	34008	Ago	20	228.953	38.011	44	0.86
199	-101.108	20.525	12238	Ago	21	229.098	52.581	66	0.80
200	-92.633	16.083	30056	Ago	21	229.160	14.215	18	0.79
201	-95.338	16.425	22007	Ago	21	229.537	16.313	22	0.74
202	-105.350	26.433	24195	Ago	21	229.686	35.457	43	0.82
203	-99.285	21.668	26292	Ago	21	229.795	23.459	30	0.78
204	-109.817	28.042	9008	Ago	21	229.801	12.692	21	0.60
205	-93.750	16.071	23011	Ago	21	229.998	16.461	21	0.78
206	-102.304	19.983	12379	Ago	22	230.074	10.971	15	0.73
207	-99.893	19.789	12423	Ago	22	230.138	32.807	39	0.84
208	-96.382	19.422	28108	Ago	22	230.183	27.770	37	0.75
209	-103.225	23.167	36017	Ago	22	230.344	12.991	15	0.87
210	-95.267	18.017	28016	Ago	22	230.381	31.646	40	0.79
211	-102.672	19.803	18095	Ago	22	230.389	29.758	40	0.74
212	-100.117	26.492	24333	Ago	22	230.626	15.386	33	0.47
213	-105.150	22.013	11030	Ago	22	230.641	24.440	26	0.94
214	-100.560	20.111	12237	Ago	22	230.686	18.615	21	0.89
215	-98.825	16.608	20018	Ago	22	230.967	18.848	23	0.82
216	-101.700	21.175	12499	Ago	23	231.085	27.301	32	0.85
217	-108.742	26.393	10053	Ago	23	231.146	12.313	20	0.62
218	-99.833	25.179	24192	Ago	23	231.279	29.704	52	0.57
219	-99.710	19.600	12581	Ago	23	231.675	28.075	32	0.88
220	-97.608	16.275	20017	Ago	23	231.710	16.923	21	0.81
221	-99.596	24.156	25034	Ago	23	231.799	27.157	34	0.80
222	-100.621	17.250	19005	Ago	23	231.835	10.775	25	0.43
223	-104.900	21.300	13002	Ago	23	231.995	23.112	26	0.89
224	-105.192	27.718	24242	Ago	24	232.019	19.451	35	0.56
225	-104.714	29.504	24388	Ago	24	232.137	9.257	11	0.84
226	-100.933	18.689	18356	Ago	24	232.281	15.947	18	0.89
227	-103.349	21.661	12663	Ago	24	232.344	23.486	33	0.71
228	-101.167	20.383	12007	Ago	24	232.418	13.630	17	0.80
229	-103.350	19.833	16021	Ago	24	232.571	43.161	51	0.85
230	-93.067	16.150	30037	Ago	24	232.760	7.802	11	0.71
231	-102.807	22.345	12615	Ago	24	232.776	19.836	26	0.76
232	-98.121	22.625	25092	Ago	24	232.824	18.670	27	0.69

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_u	R_u	Nº Total de registros (n)	r
233	-99.942	17.279	20022	Ago	24	232.870	15.560	20	0.78
234	-99.793	16.942	19008	Ago	24	232.872	27.674	35	0.79
235	-99.556	24.857	25010	Ago	25	233.174	29.741	46	0.65
236	-95.597	16.414	22015	Ago	25	233.189	34.265	47	0.73
237	-99.767	25.496	24301	Ago	25	233.363	25.606	37	0.69
238	-99.408	25.897	24383	Ago	25	233.379	12.977	20	0.65
239	-105.422	28.546	24226	Ago	25	233.416	34.649	45	0.77
240	-99.050	22.017	26263	Ago	25	233.427	33.288	41	0.81
241	-98.468	21.385	26286	Ago	25	233.633	21.944	34	0.65
242	-105.778	27.986	24181	Ago	25	233.847	43.864	48	0.91
243	-101.851	21.351	12767	Ago	25	233.899	8.777	18	0.49
244	-103.604	22.686	12487	Ago	25	233.943	35.157	42	0.84
245	-107.983	28.758	9011	Ago	26	234.059	33.474	50	0.67
246	-99.236	19.297	26438	Ago	26	234.246	8.927	11	0.81
247	-99.717	18.946	18319	Ago	26	234.256	19.681	24	0.82
248	-103.223	22.323	12700	Ago	26	234.282	9.935	13	0.76
249	-99.683	18.933	18294	Ago	26	234.355	15.131	17	0.89
250	-102.683	21.989	12570	Ago	26	234.419	13.613	17	0.80
251	-100.758	18.208	18371	Ago	26	234.460	20.941	26	0.81
252	-103.443	21.049	12471	Ago	26	234.466	12.033	13	0.93
253	-92.467	15.133	23008	Ago	26	234.477	18.780	24	0.78
254	-107.146	24.804	10027	Ago	26	234.486	47.334	56	0.85
255	-104.715	21.854	12520	Ago	26	234.495	18.813	31	0.61
256	-101.804	20.196	12233	Ago	26	234.546	45.982	55	0.84
257	-102.593	21.475	12585	Ago	26	234.606	26.691	34	0.79
258	-99.558	24.569	25040	Ago	26	234.618	28.212	37	0.76
259	-99.589	19.406	12374	Ago	26	234.734	35.092	42	0.84
260	-103.970	23.747	11040	Ago	26	234.740	26.312	38	0.69
261	-112.100	30.692	8018	Ago	26	234.770	20.760	35	0.59
262	-95.183	17.767	28018	Ago	26	234.913	26.847	32	0.84
263	-98.768	22.002	26224	Ago	26	235.201	14.700	18	0.82
264	-99.833	20.550	26022	Ago	27	235.511	19.916	27	0.74
265	-100.238	19.994	12209	Ago	27	235.688	30.351	60	0.51
266	-99.576	19.400	12377	Ago	27	235.712	35.006	43	0.81
267	-100.367	25.671	24198	Ago	27	235.766	15.676	25	0.63
268	-96.578	19.494	28030	Ago	27	235.834	16.440	20	0.82
269	-100.450	19.967	12664	Ago	27	235.863	21.122	25	0.84
270	-105.072	21.821	12361	Ago	27	235.949	12.537	14	0.90
271	-98.416	22.818	26429	Ago	28	236.039	17.743	26	0.68
272	-104.775	20.475	14013	Ago	28	236.381	16.168	18	0.90
273	-100.406	19.919	12490	Ago	28	236.509	13.624	15	0.91
274	-99.742	24.990	25030	Ago	28	236.583	15.696	21	0.75
275	-112.847	31.867	8025	Ago	28	236.595	13.920	18	0.77
276	-100.888	18.161	18329	Ago	28	236.598	23.394	29	0.81
277	-98.079	23.642	25039	Ago	28	236.720	19.596	32	0.61
278	-105.450	22.533	11035	Ago	28	236.944	26.499	30	0.88
279	-108.360	25.742	10034	Ago	28	236.947	45.105	54	0.84
280	-100.486	18.394	18403	Ago	28	236.967	30.064	33	0.91
281	-100.671	20.050	12349	Ago	29	237.003	6.184	18	0.34
282	-96.627	19.320	28125	Ago	29	237.055	25.947	33	0.79
283	-100.681	18.096	18350	Ago	29	237.212	24.137	29	0.83
284	-105.200	22.133	11046	Ago	29	237.240	14.891	18	0.83
285	-94.700	16.900	29007	Ago	29	237.286	14.337	17	0.84
286	-103.046	19.002	18553	Ago	29	237.343	11.060	12	0.92
287	-98.950	21.735	26241	Ago	29	237.604	31.891	42	0.76
288	-99.196	26.024	24351	Ago	29	237.645	15.058	22	0.68
289	-98.111	17.849	18374	Ago	29	237.694	11.789	15	0.79
290	-103.992	19.667	16033	Ago	29	237.928	22.589	36	0.63

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_u	Ru	Nº Total de registros (n)	r
291	-92.567	15.217	23019	Ago	29	237.957	21.174	27	0.78
292	-98.507	16.658	20016	Ago	30	238.259	29.684	35	0.85
293	-94.367	16.483	22026	Ago	30	238.311	31.516	41	0.77
294	-99.221	20.482	26406	Ago	30	238.326	17.905	23	0.78
295	-95.338	16.425	22030	Ago	30	238.419	16.016	34	0.47
296	-103.417	19.525	16014	Ago	30	238.477	43.607	54	0.81
297	-100.457	19.992	12232	Ago	30	238.621	17.350	20	0.87
298	-107.933	30.375	34004	Ago	30	238.699	24.064	44	0.55
299	-101.288	19.601	12347	Ago	30	238.788	32.727	40	0.82
300	-100.742	20.050	12104	Ago	30	238.821	21.531	43	0.50
301	-98.679	20.467	26042	Ago	30	238.877	42.788	60	0.71
302	-101.190	19.696	12224	Ago	30	238.970	48.240	54	0.89
303	-99.942	18.929	18291	Ago	31	239.062	7.455	12	0.62
304	-99.575	24.878	25027	Ago	31	239.104	31.270	43	0.73
305	-99.322	19.990	26395	Ago	31	239.394	16.163	22	0.73
306	-100.681	18.688	18311	Ago	31	239.705	24.418	28	0.87
307	-105.075	21.283	13001	Ago	31	239.765	38.095	42	0.91
308	-101.176	19.725	12221	Ago	31	239.766	47.396	57	0.83
309	-93.550	16.700	30072	Ago	31	239.975	29.269	34	0.86
310	-108.469	25.803	10029	Ago	31	240.105	31.715	45	0.70
311	-110.889	30.755	8007	Ago	31	240.170	9.610	22	0.44
312	-102.375	21.779	12545	Ago	31	240.173	12.335	13	0.95
313	-102.017	20.342	12004	Ago	31	240.187	17.027	20	0.85
314	-108.092	25.469	10031	Ago	31	240.226	26.263	38	0.69
315	-105.570	26.083	36071	Sep	1	240.344	21.651	26	0.83
316	-93.217	15.700	23009	Sep	1	240.556	22.578	28	0.81
317	-102.254	20.342	12095	Sep	1	240.770	26.506	33	0.80
318	-92.717	15.350	23015	Sep	1	240.936	23.755	29	0.82
319	-108.329	26.736	10066	Sep	1	241.145	22.333	34	0.66
320	-92.950	16.533	30041	Sep	2	241.259	18.472	22	0.84
321	-98.609	21.689	26415	Sep	2	241.284	21.130	27	0.78
322	-104.788	24.517	11023	Sep	2	241.305	31.511	43	0.73
323	-98.267	16.704	20025	Sep	2	241.638	9.300	11	0.85
324	-104.673	24.208	11011	Sep	2	241.691	20.814	40	0.52
325	-99.249	19.636	26254	Sep	2	242.040	17.964	40	0.45
326	-94.867	17.438	29005	Sep	3	242.176	31.111	36	0.86
327	-98.952	23.942	25038	Sep	3	242.199	22.735	30	0.76
328	-102.669	19.056	18202	Sep	3	242.243	10.317	13	0.79
329	-100.188	25.680	24387	Sep	3	242.304	16.401	21	0.78
330	-108.617	26.217	10078	Sep	3	242.346	17.278	24	0.72
331	-92.133	14.683	23007	Sep	3	242.360	24.501	33	0.74
332	-104.858	24.621	11042	Sep	3	242.421	16.345	29	0.56
333	-98.133	21.033	26289	Sep	3	242.424	28.477	38	0.75
334	-92.142	14.883	23023	Sep	3	242.805	13.878	21	0.66
335	-102.371	20.117	12310	Sep	3	242.808	41.160	45	0.91
336	-98.567	25.983	26255	Sep	3	243.009	30.359	39	0.78
337	-104.918	27.142	24225	Sep	4	243.168	30.423	39	0.78
338	-100.066	19.038	18540	Sep	4	243.200	15.890	18	0.88
339	-99.567	18.742	18372	Sep	4	243.287	9.466	12	0.79
340	-102.753	18.968	18201	Sep	4	243.395	21.390	25	0.86
341	-92.950	15.488	23012	Sep	4	243.409	15.207	20	0.76
342	-98.868	21.385	26291	Sep	4	243.491	27.592	37	0.75
343	-97.937	23.162	25037	Sep	4	243.614	22.028	37	0.60
344	-101.011	19.819	12588	Sep	4	243.759	32.864	36	0.91
345	-98.500	21.833	26387	Sep	4	243.759	26.968	31	0.87
346	-100.521	18.047	18277	Sep	4	243.807	19.106	23	0.83
347	-104.558	19.625	15002	Sep	4	243.844	28.506	34	0.84
348	-99.383	24.943	25042	Sep	4	243.870	8.713	28	0.31

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θu	Ru	Nº Total de registros (n)	r
349	-99.720	19.473	12539	Sep	4	243.880	19.633	25	0.79
350	-92.271	14.717	23003	Sep	4	244.046	31.749	40	0.79
351	-105.633	26.488	24280	Sep	5	244.300	31.150	34	0.92
352	-99.258	25.719	24088	Sep	5	244.437	43.199	64	0.67
353	-101.525	19.858	12415	Sep	5	244.668	34.962	42	0.83
354	-102.879	19.930	18129	Sep	5	244.768	30.334	42	0.72
355	-95.717	18.083	28013	Sep	5	245.010	40.791	50	0.82
356	-105.458	25.233	36074	Sep	5	245.080	14.967	24	0.62
357	-104.517	23.983	11010	Sep	6	245.534	42.791	53	0.81
358	-100.464	19.578	18459	Sep	6	245.643	8.634	11	0.78
359	-97.480	21.000	27002	Sep	6	245.661	34.750	47	0.74
360	-98.892	24.036	25062	Sep	6	245.985	21.511	27	0.80
361	-101.283	17.536	19009	Sep	7	246.294	16.393	19	0.86
362	-99.324	19.988	26124	Sep	7	246.360	20.550	28	0.73
363	-107.392	24.811	10020	Sep	7	246.784	15.463	21	0.74
364	-93.150	16.504	30020	Sep	8	247.084	38.243	44	0.87
365	-103.883	19.525	16031	Sep	8	247.094	24.234	37	0.65
366	-104.030	23.747	11041	Sep	8	247.101	16.194	26	0.62
367	-104.500	19.558	15010	Sep	8	247.171	30.778	34	0.91
368	-100.876	19.832	12323	Sep	8	247.222	18.568	22	0.84
369	-98.383	21.533	26248	Sep	8	247.461	34.314	44	0.78
370	-98.267	21.167	26277	Sep	8	247.543	27.928	37	0.75
371	-103.625	18.800	16022	Sep	8	247.657	39.613	47	0.84
372	-99.134	24.113	25091	Sep	8	247.734	17.114	21	0.81
373	-92.883	16.267	30053	Sep	8	247.904	15.357	18	0.85
374	-106.483	23.513	10083	Sep	9	248.060	24.528	31	0.79
375	-98.750	21.233	26293	Sep	9	248.064	31.258	38	0.82
376	-93.050	16.750	30089	Sep	9	248.067	14.684	16	0.92
377	-93.117	16.967	30098	Sep	9	248.197	11.949	24	0.50
378	-100.892	17.271	19006	Sep	9	248.340	20.863	24	0.87
379	-93.333	17.117	30123	Sep	9	248.554	16.890	22	0.77
380	-100.275	18.381	18450	Sep	9	248.567	20.119	22	0.91
381	-101.583	17.732	19022	Sep	9	248.600	15.749	20	0.79
382	-104.063	22.568	12484	Sep	9	248.816	25.901	36	0.72
383	-102.822	19.893	18280	Sep	10	249.056	9.913	11	0.90
384	-106.975	24.933	10087	Sep	10	249.258	18.950	32	0.59
385	-105.163	19.661	15014	Sep	10	249.310	18.723	23	0.81
386	-107.475	28.500	9072	Sep	10	249.614	14.191	17	0.83
387	-101.058	17.375	19003	Sep	10	249.976	32.272	39	0.83
388	-105.850	23.096	11070	Sep	11	250.060	21.728	28	0.78
389	-104.492	19.600	15009	Sep	11	250.306	25.606	31	0.83
390	-99.183	16.788	20019	Sep	11	250.331	23.150	26	0.89
391	-102.258	20.338	12526	Sep	11	250.411	10.399	13	0.80
392	-104.721	23.963	11036	Sep	11	250.578	13.767	39	0.35
393	-92.792	16.083	30091	Sep	11	250.728	12.455	14	0.89
394	-101.746	21.485	12369	Sep	11	250.763	7.158	21	0.34
395	-106.654	24.047	10070	Sep	11	250.792	31.423	40	0.79
396	-92.883	16.033	30033	Sep	11	250.890	10.909	13	0.84
397	-104.292	19.842	16024	Sep	11	250.929	14.361	20	0.72
398	-105.025	25.600	36015	Sep	12	251.059	10.559	20	0.53
399	-105.158	20.733	14008	Sep	12	251.543	34.951	43	0.81
400	-100.046	25.228	24283	Sep	12	251.559	12.511	14	0.89
401	-92.883	16.817	30036	Sep	13	252.024	11.503	13	0.88
402	-103.942	18.942	16032	Sep	13	252.446	18.541	25	0.74
403	-103.083	20.404	12128	Sep	13	252.520	29.130	61	0.48
404	-99.940	25.220	24385	Sep	13	252.674	17.882	20	0.89
405	-103.333	25.692	36034	Sep	13	252.804	15.130	23	0.66
406	-109.196	27.204	9018	Sep	14	253.204	6.671	23	0.29

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_u	R_u	Nº Total de registros (n)	r
407	-93.767	16.950	30071	Sep	14	253.407	20.216	27	0.75
408	-90.950	16.083	30120	Sep	14	253.637	19.334	26	0.74
409	-95.392	16.433	22035	Sep	14	253.663	7.798	32	0.24
410	-101.342	17.558	19014	Sep	14	253.777	9.199	11	0.84
411	-98.883	21.418	26243	Sep	14	253.843	29.406	41	0.72
412	-94.608	16.558	22028	Sep	15	254.094	20.351	25	0.81
413	-104.525	19.608	15012	Sep	16	255.160	22.634	27	0.84
414	-103.825	19.325	16036	Sep	16	255.488	23.397	35	0.67
415	-99.967	20.208	26170	Sep	16	255.781	6.309	20	0.32
416	-99.381	19.838	26133	Sep	17	256.201	15.021	47	0.32
417	-98.171	22.058	26424	Sep	17	256.746	13.311	15	0.89
418	-104.567	19.242	15001	Sep	18	257.339	26.454	31	0.85
419	-92.792	16.108	30052	Sep	18	257.758	20.998	24	0.87
420	-103.800	19.892	16020	Sep	18	257.852	7.532	10	0.75
421	-104.599	24.000	11008	Sep	18	257.915	29.687	52	0.57
422	-100.119	25.442	24271	Sep	19	257.966	23.452	32	0.73
423	-107.538	25.333	10079	Sep	19	258.687	15.496	26	0.60
424	-93.583	17.183	30076	Sep	19	258.830	5.586	18	0.31
425	-104.317	20.033	16030	Sep	20	259.309	17.442	19	0.92
426	-96.822	18.915	28119	Sep	20	259.487	11.360	25	0.45
427	-94.808	16.571	22016	Sep	20	259.512	43.093	49	0.88
428	-100.976	19.871	12093	Sep	20	259.696	9.593	10	0.96
429	-99.524	19.279	12451	Sep	20	259.735	18.696	22	0.85
430	-104.302	23.977	11027	Sep	20	259.854	19.361	29	0.67
431	-100.943	18.688	18339	Sep	21	260.565	12.551	13	0.97
432	-93.033	16.742	30014	Sep	22	261.732	14.504	16	0.91
433	-92.200	15.950	30040	Sep	23	262.331	18.007	21	0.86
434	-92.650	16.188	30030	Sep	23	262.771	21.530	23	0.94
435	-101.746	19.917	12014	Sep	23	262.834	13.312	18	0.74
436	-107.385	24.925	10033	Sep	24	262.885	24.921	46	0.54
437	-105.842	22.983	11016	Sep	25	264.337	37.152	48	0.77
438	-100.800	21.850	26341	Sep	25	264.364	6.236	20	0.31
439	-108.457	25.577	10120	Sep	27	266.354	8.971	17	0.53
440	-107.396	25.086	10081	Sep	28	267.707	4.051	20	0.20
441	-91.483	17.433	30019	Sep	29	267.857	34.605	41	0.84
442	-90.650	16.600	30095	Sep	29	268.576	22.561	26	0.87
443	-96.962	20.052	27005	Sep	29	268.715	12.899	29	0.44
444	-97.040	20.060	27001	Sep	30	269.346	34.027	46	0.74
445	-108.542	27.417	10064	Sep	30	269.664	8.105	21	0.39
446	-105.750	23.025	11045	Oct	2	270.765	9.886	13	0.76
447	-92.750	17.383	30111	Oct	2	271.119	21.306	29	0.73
448	-108.014	25.900	10036	Oct	4	272.963	29.635	56	0.53
449	-106.250	23.008	11058	Oct	5	274.099	18.124	32	0.57
450	-92.817	17.467	30093	Oct	6	274.736	24.768	32	0.77
451	-106.596	23.956	10065	Oct	7	275.678	27.972	45	0.62
452	-96.713	20.158	27006	Oct	8	277.023	24.697	37	0.67
453	-92.879	17.854	30016	Oct	9	278.389	36.143	48	0.75
454	-93.388	17.578	30094	Oct	10	278.799	13.177	21	0.63
455	-106.953	24.485	10040	Oct	10	279.066	26.348	50	0.53
456	-108.398	27.013	10119	Oct	13	282.384	5.800	15	0.39
457	-93.450	17.408	30015	Oct	16	284.602	28.495	45	0.63
458	-93.367	17.817	30096	Oct	16	285.027	14.326	19	0.75
459	-99.513	19.182	12386	Oct	16	285.275	11.457	18	0.64
460	-109.369	30.425	9023	Oct	16	285.404	6.733	34	0.20
461	-107.839	27.303	10100	Oct	17	285.824	13.723	26	0.53
462	-92.600	17.767	30055	Oct	18	286.836	20.014	30	0.67
463	-108.589	26.472	10051	Oct	18	287.477	8.630	23	0.38
464	-109.629	28.925	9066	Oct	20	288.836	2.873	29	0.10

Anexo 5.2 Conversión de Grados a Días del VR (gastos unitarios) y su correspondiente medida de temporalidad (r)

Muestra vectorizada con magnitudes unitarias									
Conversión de grados a días									
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_u	Ru	Nº Total de registros (n)	r
465	-108.417	27.017	10077	Oct	20	288.839	7.173	21	0.34
466	-108.367	26.883	10037	Oct	21	289.480	19.184	61	0.38
467	-92.350	17.567	30042	Oct	22	291.333	28.718	42	0.68
468	-93.538	17.283	30066	Oct	25	293.506	13.135	23	0.57
469	-107.404	24.806	10018	Oct	28	296.937	24.333	64	0.38
470	-107.221	25.344	10112	Nov	2	302.092	16.067	30	0.54
471	-91.158	17.792	30088	Nov	3	302.832	32.031	39	0.82
472	-92.967	17.567	30032	Nov	5	304.743	23.552	42	0.56
473	-108.882	27.413	9067	Nov	5	305.112	12.800	35	0.37
474	-106.700	25.369	10113	Nov	11	310.880	12.486	28	0.45
475	-107.704	26.171	10110	Nov	12	311.404	6.318	12	0.53
476	-93.383	17.425	30070	Nov	17	316.400	12.713	20	0.64
477	-93.108	17.558	30057	Nov	18	317.297	21.222	38	0.56
478	-98.917	20.738	26040	Nov	22	321.048	29.866	48	0.62
479	-92.938	17.567	30031	Dic	6	334.393	17.738	39	0.45

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_{max}	Rmax	Gasto max (m ³ /s)	Nº Total de registros (n)	r
1	101.259	19.633	12341	MAR	29.6	86.64	147.87	19.4	43	0.59
2	101.708	20.138	12713	ABR	3.5	91.53	283.77	34	13	0.80
3	100.696	20.042	12506	JUN	1.5	149.88	229.42	785	18	0.39
4	101.179	22.837	37008	JUL	3.5	181.48	329.03	76	16	0.73
5	97.854	19.317	18349	JUL	5.7	183.62	985.55	129.8	27	0.69
8	103.867	20.533	14017	JUL	11.4	189.33	3,384.34	1033.1	26	0.79
7	97.792	17.667	18538	JUL	12.4	190.33	2,102.47	398	12	0.74
8	98.250	19.187	18140	JUL	14.5	192.33	427.76	128.8	11	0.78
9	99.238	19.303	26440	JUL	14.8	192.65	200.91	51.5	17	0.75
10	103.775	25.283	36067	JUL	15.0	192.81	2,560.98	1738	29	0.72
11	99.564	18.681	18555	JUL	15.1	192.92	2,721.52	424.8	16	0.78
12	99.254	20.186	26342	JUL	20.8	198.55	826.50	95.8	25	0.60
13	101.236	20.871	12717	JUL	21.4	199.16	2,732.51	495.4	17	0.87
14	105.570	26.083	36079	JUL	22.4	200.14	234.23	47.7	10	0.83
15	101.120	22.667	37006	JUL	22.8	200.36	1,324.15	263	13	0.85
16	98.905	22.497	26423	JUL	22.8	200.60	2,633.07	373.9	19	0.83
17	99.216	19.563	26352	JUL	24.1	201.90	412.05	29.4	29	0.78
18	100.733	25.917	24291	JUL	24.9	202.62	3,723.38	980.6	38	0.66
19	99.279	18.833	18323	JUL	25.2	202.98	992.38	227.5	11	0.80
20	100.889	18.675	18351	JUL	26.1	203.80	875.95	299.4	18	0.84
21	99.172	19.950	26118	JUL	26.2	203.95	1,942.92	260.1	45	0.64
22	101.371	20.713	12908	JUL	26.7	204.47	984.57	362	21	0.92
23	98.917	18.683	18316	JUL	27.4	205.15	1,196.23	133.3	24	0.84
24	98.138	18.913	18002	JUL	27.9	205.63	3,555.70	628.7	15	0.83
25	103.329	20.729	12573	JUL	28.1	205.85	6,084.70	507.5	27	0.84
26	99.085	23.035	26388	JUL	28.2	205.95	9,731.60	834.8	38	0.77
27	100.614	26.843	24377	JUL	28.5	206.25	549.22	195	17	0.61
28	99.688	19.339	12543	JUL	28.6	206.30	1,119.91	100	29	0.76
29	98.121	22.625	25092	JUL	28.9	206.63	6,830.27	2698	27	0.69
30	101.121	27.842	24026	JUL	29.4	207.07	19,197.83	5640	45	0.53
31	100.897	18.606	18486	JUL	29.9	207.64	3,141.60	505.1	14	0.89
32	98.873	22.365	26422	JUL	30.4	208.04	147.56	30.6	10	0.89
33	98.533	18.908	18292	JUL	30.6	208.26	211.58	23.9	18	0.89
34	100.772	20.521	12719	JUL	30.6	208.30	1,458.62	298.3	19	0.88
35	102.143	21.611	12760	JUL	31.3	208.94	224.00	76.6	12	0.88
36	100.174	25.954	24087	AGO	1.0	209.68	19,851.87	2154	66	0.67
37	99.667	18.300	18245	AGO	1.4	210.07	3,606.34	504.5	40	0.81
38	99.207	24.992	25093	AGO	1.9	210.52	752.45	228.6	13	0.63
39	98.869	19.292	26278	AGO	2.8	211.41	457.59	43.9	30	0.79
40	99.257	24.924	25044	AGO	3.5	212.11	1,719.79	471.5	30	0.50
41	98.717	18.875	18293	AGO	3.7	212.37	122.89	55.2	26	0.67
42	103.950	24.008	11028	AGO	4.3	212.95	703.49	282	35	0.60
43	107.383	29.579	34003	AGO	4.3	212.95	234.08	22.6	32	0.72
44	99.867	19.419	12574	AGO	4.6	213.24	426.64	31.1	23	0.90
45	101.759	21.062	12618	AGO	4.6	213.27	343.08	65.2	11	0.84
46	-96.983333	17.766667	28082	AGO	4.7	213.32	1,076.77	190	22	0.74
47	98.242	19.321	18322	AGO	5.4	214.01	2,503.25	227.4	29	0.73
48	99.438	18.638	18438	AGO	5.4	214.05	2,941.72	561.1	17	0.83
49	98.283	18.971	18148	AGO	5.6	214.19	3,316.50	343.7	25	0.74
50	98.446	20.213	26252	AGO	6.0	214.65	380.72	48.6	26	0.72
51	102.440	21.542	12358	AGO	6.3	214.89	804.86	294	46	0.46
52	99.050	18.896	18193	AGO	6.4	214.98	3,795.96	245.4	41	0.79
53	99.298	19.503	26273	AGO	6.5	215.13	443.22	46.4	19	0.81
54	100.183	22.017	26337	AGO	6.5	215.14	6,518.57	1780	25	0.82
55	100.799	18.539	18340	AGO	6.6	215.16	4,187.59	640.4	24	0.78
56	96.305	18.865	28069	AGO	6.6	215.19	29,016.20	2024.8	40	0.80
57	99.285	22.950	26196	AGO	6.7	215.27	1,762.21	250	31	0.65
58	99.436	24.251	25043	AGO	6.8	215.38	3,584.72	519.2	31	0.75

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θmax	Rmax	Gasto max (m ³ /s)	Nº Total de registros (n)	r
59	99.910	19.856	12568	AGO	6.9	215.48	820.29	79.5	30	0.78
60	105.125	20.908	14007	AGO	6.9	215.51	6,497.72	764	13	0.90
61	112.042	30.671	8011	AGO	7.9	216.48	3,865.00	1194	10	0.94
62	102.254	20.483	12589	AGO	8.0	216.55	3,487.67	444.2	32	0.74
63	96.160	19.068	28040	AGO	8.0	216.61	13,551.55	841.7	46	0.74
64	100.917	20.958	12535	AGO	8.0	216.63	4,954.06	513.1	30	0.85
65	100.417	20.504	12558	AGO	8.2	216.79	1,800.03	200	27	0.80
66	98.428	22.427	26416	AGO	8.2	216.79	24,702.20	2700	24	0.84
67	103.942	20.442	14018	AGO	8.2	216.82	912.56	223	16	0.83
68	100.513	19.994	12257	AGO	8.6	217.14	2,032.30	370.5	17	0.88
69	96.833	16.731	20026	AGO	8.6	217.21	2,163.95	329	21	0.76
70	100.933	18.689	18356	AGO	8.7	217.30	447.02	172.8	18	0.89
71	103.567	25.508	36060	AGO	8.7	217.30	2,127.65	447.2	21	0.81
72	99.612	19.428	12729	AGO	9.0	217.57	324.59	93.1	15	0.76
73	99.221	18.854	18271	AGO	9.0	217.57	4,669.16	251	42	0.86
74	97.005	15.858	21002	AGO	9.1	217.67	14,219.11	3506	17	0.75
75	101.679	21.175	12418	AGO	9.1	217.69	1,462.72	208.7	39	0.79
76	101.842	21.021	12673	AGO	9.1	217.73	736.54	121.8	20	0.88
77	101.683	21.088	12411	AGO	9.2	217.76	298.33	49.5	10	0.82
78	100.079	20.363	26435	AGO	9.2	217.76	1,611.00	240.6	22	0.81
79	99.104	18.792	18223	AGO	9.4	217.99	4,061.61	429.2	44	0.80
80	102.304	19.983	12379	AGO	9.6	218.15	262.24	90.3	15	0.73
81	98.940	19.851	26312	AGO	9.8	218.42	4,582.00	3.8	27	0.78
82	103.429	21.039	12532	AGO	10.1	218.69	29,950.84	3487.6	34	0.85
83	98.825	16.608	20018	AGO	10.2	218.77	19,445.83	3996	23	0.82
84	101.224	20.733	12743	AGO	10.5	219.08	2,534.07	216.6	20	0.88
85	102.138	19.975	12395	AGO	10.6	219.14	967.48	204	14	0.88
86	99.900	20.225	26020	AGO	10.6	219.14	4,486.31	272.4	48	0.85
87	101.883	20.650	12758	AGO	10.7	219.28	384.77	76.1	13	0.83
88	99.244	19.465	26412	AGO	10.7	219.28	1,128.94	113.4	20	0.78
89	100.889	19.812	12314	AGO	10.7	219.30	1,608.68	205	28	0.93
90	103.050	21.543	12405	AGO	10.7	219.30	3,153.00	767.4	18	0.78
91	95.597	16.414	22015	AGO	11.3	219.84	12,686.84	1440	47	0.73
92	99.868	19.424	12578	AGO	11.7	220.22	551.63	81.2	27	0.71
93	104.573	21.415	12556	AGO	12.3	220.81	3,776.82	394.1	30	0.92
94	99.258	18.733	18269	AGO	12.3	220.87	2,612.97	400.6	13	0.92
95	98.867	21.967	26278	AGO	12.3	220.87	2,379.13	171.4	32	0.76
96	102.308	21.364	12355	AGO	12.3	220.89	2,242.51	216	37	0.88
97	100.983	27.425	24150	AGO	12.5	221.08	3,144.51	742	50	0.68
98	99.233	19.481	26360	AGO	12.6	221.10	554.64	47.4	26	0.81
99	99.236	19.297	26438	AGO	12.7	221.22	39.61	12.6	11	0.81
100	100.588	20.558	12718	AGO	13.1	221.62	322.96	104.5	13	0.76
101	96.373	19.362	28003	AGO	13.1	221.65	46,012.18	3378	49	0.76
102	99.196	19.713	26354	AGO	13.2	221.76	1,096.18	74.4	24	0.84
103	102.750	20.583	12607	AGO	13.5	222.00	2,361.15	181	24	0.90
104	104.068	25.264	36076	AGO	13.5	222.00	5,927.48	724.7	28	0.75
105	99.821	18.917	18295	AGO	13.8	222.33	298.12	54.6	15	0.74
106	100.000	20.383	26180	AGO	14.0	222.53	7,522.76	647	43	0.82
107	99.663	18.292	18243	AGO	14.1	222.64	5,528.17	393	38	0.81
108	99.722	19.633	12592	AGO	14.2	222.69	444.51	42.7	24	0.87
109	102.596	21.490	12315	AGO	14.5	223.00	1,590.11	421	16	0.85
110	99.285	21.668	26292	AGO	14.5	223.07	6,376.81	2163.3	30	0.78
111	99.167	22.117	26285	AGO	14.6	223.10	8,756.25	600	38	0.80
112	98.079	23.642	25039	AGO	14.7	223.18	6,205.19	1160	32	0.61
113	110.704	29.233	9017	AGO	14.7	223.20	18,969.76	1496.7	49	0.79
114	103.396	22.068	12488	AGO	14.7	223.25	3,009.21	292.1	37	0.79
115	98.583	18.850	18303	AGO	15.0	223.48	184.29	28.1	18	0.84
116	104.775	21.842	12693	AGO	15.4	223.90	32,346.15	6687.9	15	0.80

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θmax	Rmax	Gasto max (m ³ /s)	Nº Total de registros (n)	r
117	99.381	22.583	26030	AGO	15.5	224.00	2,893.84	164.4	61	0.78
118	112.800	31.858	8019	AGO	15.5	224.03	1,208.84	341.4	11	0.48
119	101.442	20.958	12512	AGO	15.5	224.06	1,225.42	210	25	0.85
120	103.399	22.066	12485	AGO	15.8	224.09	4,812.67	480	31	0.81
121	99.211	19.512	26315	AGO	15.6	224.10	376.50	39.5	26	0.60
122	91.083	16.100	30113	AGO	15.7	224.19	28,580.14	2786.5	26	0.75
123	95.929	16.647	22008	AGO	15.7	224.23	9,918.07	1100	61	0.66
124	103.353	21.583	12540	AGO	15.8	224.26	1,838.53	283.8	28	0.86
125	103.275	20.732	12400	AGO	15.8	224.27	7,660.43	887	32	0.88
126	102.807	22.345	12615	AGO	15.8	224.27	1,339.52	158.5	26	0.76
127	101.753	21.489	12422	AGO	15.9	224.41	1,556.35	531.8	24	0.61
128	101.700	21.175	12499	AGO	16.1	224.63	971.46	172.3	32	0.85
129	101.914	21.363	12454	AGO	16.4	224.88	3,670.01	500	43	0.80
130	106.100	28.625	24331	AGO	16.4	224.88	534.09	129	18	0.69
131	98.550	18.867	18288	AGO	16.4	224.90	331.76	52	17	0.80
132	93.750	16.071	23011	AGO	16.4	224.94	2,672.87	741.2	21	0.78
133	99.236	19.454	26053	AGO	16.4	224.95	1,662.53	186	44	0.85
134	97.567	16.558	20021	AGO	16.5	224.97	22,133.30	1955	27	0.79
135	102.539	21.317	12382	AGO	16.6	225.05	5,462.13	2727	22	0.87
136	102.610	20.981	12371	AGO	16.6	225.11	3,033.02	423	41	0.88
137	96.382	19.422	28108	AGO	16.6	225.12	19,632.37	2583	37	0.75
138	99.050	22.017	26263	AGO	16.9	225.40	23,984.60	2588	41	0.81
139	103.726	20.922	12521	AGO	17.2	225.65	41,309.39	5992	35	0.80
140	99.713	19.779	12601	AGO	17.2	225.67	81.70	5.6	32	0.79
141	103.443	21.049	12471	AGO	17.5	225.95	7,183.46	1484.8	13	0.93
142	100.021	19.914	12561	AGO	17.5	225.98	3,110.91	330.7	23	0.88
143	99.942	19.650	12392	AGO	17.5	226.01	944.69	81.5	42	0.69
144	108.500	26.375	10057	AGO	17.6	226.06	5,496.94	650	33	0.88
145	97.608	16.275	20017	AGO	17.7	226.14	31,556.38	7000	21	0.81
146	99.221	19.478	26032	AGO	17.7	226.17	4,351.63	166.3	62	0.77
147	110.408	28.425	9063	AGO	17.7	226.21	3,456.25	606	11	0.95
148	99.351	25.913	24196	AGO	17.7	226.21	7,092.23	1380	20	0.65
149	101.851	21.351	12767	AGO	17.9	226.40	273.29	165.4	18	0.49
150	103.223	22.323	12700	AGO	18.0	226.45	257.43	66.7	13	0.78
151	107.694	25.093	10086	AGO	18.4	226.85	6,085.86	653.5	30	0.81
152	103.942	22.609	12579	AGO	18.4	226.85	1,885.98	202.9	23	0.90
153	99.742	24.990	25030	AGO	18.4	226.87	5,393.03	1128	21	0.75
154	99.250	21.935	26267	AGO	18.4	226.91	10,845.99	829.5	39	0.79
155	102.833	21.004	12504	AGO	18.5	227.02	19,737.44	2440	44	0.85
156	99.329	19.993	26034	AGO	18.6	227.10	5,721.62	328.3	63	0.80
157	100.093	20.389	26417	AGO	18.9	227.36	1,787.93	285.5	21	0.77
158	99.717	18.946	18319	AGO	19.0	227.44	180.42	27.4	24	0.82
159	98.242	19.154	18005	AGO	19.0	227.50	459.12	116.4	16	0.68
160	96.753	16.871	20023	AGO	19.3	227.79	2,469.14	526.7	22	0.72
161	100.272	25.802	24399	AGO	19.7	228.19	2,379.23	480.5	21	0.67
162	100.522	20.142	12466	AGO	19.8	228.23	3,892.91	272	46	0.88
163	103.380	22.838	12667	AGO	19.9	228.36	270.28	80.7	18	0.75
164	99.196	18.650	18264	AGO	19.9	228.36	2,925.70	439.8	12	0.86
165	98.825	20.513	26282	AGO	20.3	228.79	1,051.88	278.8	33	0.60
166	105.150	22.013	11030	AGO	20.4	228.84	4,511.21	403	26	0.94
167	102.683	21.989	12570	AGO	20.6	229.06	587.21	142.5	17	0.80
168	98.768	22.002	26224	AGO	20.7	229.17	23,067.55	3680.6	18	0.82
169	99.833	25.179	24192	AGO	20.7	229.19	3,473.48	616.4	52	0.57
170	103.442	21.051	12469	AGO	20.8	229.22	10,545.38	1000	39	0.84
171	99.596	24.156	25061	AGO	21.2	229.61	833.36	482.5	12	0.80
172	99.380	21.953	26430	AGO	21.4	229.82	2,205.36	173.9	25	0.80
173	105.200	22.133	11046	AGO	21.5	229.95	1,528.42	226.9	18	0.83
174	99.229	20.425	26191	AGO	21.8	230.27	5,786.16	565	46	0.69

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θmax	Rmax	Gasto max (m³/s)	Nº Total de registros (n)	r
175	102.497	21.285	12370	AGO	22.1	230.49	7,764.13	711	53	0.80
176	103.281	20.742	12472	AGO	22.1	230.49	10,043.23	1965	16	0.90
177	102.593	21.475	12585	AGO	22.1	230.51	1,502.22	318.5	34	0.79
178	95.054	17.392	29006	AGO	22.1	230.58	40,129.77	3150	38	0.85
179	99.710	19.600	12581	AGO	22.3	230.75	445.34	28.4	32	0.88
180	101.879	21.079	12479	AGO	22.3	230.76	311.89	188	13	0.86
181	103.783	21.825	12428	AGO	22.3	230.77	26,636.04	3525	50	0.84
182	96.627	19.320	28125	AGO	22.5	230.91	19,022.83	1787.4	33	0.79
183	95.266667	18.016667	28016	AGO	22.5	230.98	75,201.22	5082	40	0.79
184	103.604	22.686	12487	AGO	22.9	231.29	4,281.15	417.4	42	0.84
185	101.347	20.722	12744	AGO	23.1	231.48	590.12	253.9	17	0.87
186	104.900	21.300	13002	AGO	23.2	231.64	2,852.54	286.2	26	0.89
187	99.646	18.338	18236	AGO	23.4	231.83	5,749.83	523.2	43	0.84
188	96.184	15.889	21003	AGO	23.4	231.84	7,187.15	2475	16	0.82
189	99.083	23.383	26218	AGO	23.4	231.87	10,885.28	2194.1	46	0.73
190	104.090	21.193	12438	AGO	23.5	231.92	44,653.33	6222.7	38	0.86
191	99.942	17.279	20022	AGO	23.6	232.06	2,218.09	282.3	20	0.78
192	100.829	20.863	12652	AGO	23.7	232.17	4,133.57	823	25	0.80
193	99.683	18.933	18294	AGO	24.0	232.42	252.81	51.3	17	0.89
194	92.467	15.133	23008	AGO	24.0	232.46	3,505.52	572.5	24	0.78
195	109.628	27.415	9089	AGO	24.4	232.80	2,997.82	526.5	20	0.77
196	100.083	20.396	26163	AGO	24.6	232.99	2,755.85	309	26	0.86
197	100.875	20.171	12067	AGO	24.7	233.09	1,220.74	419	21	0.30
198	99.192	18.521	18437	AGO	24.7	233.09	95,712.68	1528	28	0.78
199	99.589	19.406	12374	AGO	24.7	233.15	784.66	33.5	42	0.84
200	92.633	16.083	30056	AGO	24.8	233.16	10,556.92	1099	18	0.79
201	101.283	17.536	19009	AGO	24.8	233.21	7,562.03	2600.4	19	0.86
202	93.067	16.150	30037	AGO	24.9	233.34	3,352.64	971	11	0.71
203	102.669	19.056	18202	AGO	24.9	233.35	3,179.06	711	13	0.79
204	96.710	17.028	20027	AGO	25.0	233.39	1,646.62	400	18	0.62
205	101.108	20.525	12238	AGO	25.0	233.40	7,404.70	399.8	66	0.80
206	100.560	20.111	12237	AGO	25.0	233.44	2,019.62	218.9	21	0.89
207	99.576	19.400	12377	AGO	25.2	233.61	541.42	24.9	43	0.81
208	99.339	19.900	26070	AGO	25.2	233.64	7,342.59	425	63	0.75
209	99.213	19.849	26056	AGO	25.2	233.65	2,097.96	785	54	0.69
210	98.892	24.036	25062	AGO	25.3	233.72	13,739.03	2037.1	27	0.80
211	95.183333	17.766667	28018	AGO	25.4	233.81	19,590.97	1950	32	0.84
212	103.349	21.661	12663	AGO	25.7	234.06	2,779.12	404.6	33	0.71
213	103.225	23.167	36017	AGO	25.7	234.06	1,106.22	220	15	0.87
214	99.893	19.789	12423	AGO	25.7	234.11	3,903.71	249	39	0.84
215	99.767	25.496	24301	AGO	25.9	234.31	15,939.62	5144	37	0.69
216	103.325	25.092	36039	AGO	26.0	234.40	3,748.33	1059	15	0.83
217	98.950	21.735	26241	AGO	26.1	234.51	8,428.84	680	42	0.76
218	100.151	20.063	12605	AGO	26.2	234.57	3,150.19	308.5	31	0.83
219	99.575	24.878	25027	AGO	26.2	234.59	10,800.44	1086	43	0.73
220	98.416	22.818	26429	AGO	26.2	234.61	1,847.89	443.8	26	0.68
221	101.854	20.679	12391	AGO	26.3	234.74	2,085.84	207	49	0.83
222	98.507	16.658	20016	AGO	26.6	234.98	36,632.85	3942.6	35	0.85
223	99.383	24.943	25042	AGO	26.6	235.02	6,825.78	1199	28	0.31
224	103.075	23.667	36056	AGO	26.7	235.08	3,023.23	713.3	36	0.69
225	96.822	18.915	28119	AGO	26.7	235.09	976.26	144	25	0.45
226	99.909	20.148	26434	AGO	26.7	235.11	2,524.33	504.2	19	0.76
227	107.075	29.733	34008	AGO	26.9	235.31	7,429.62	773.5	44	0.86
228	99.558	24.569	25040	AGO	26.9	235.32	4,766.69	670.6	37	0.76
229	103.970	23.747	11040	AGO	27.0	235.34	1,385.27	275	38	0.69
230	102.154	19.950	12533	AGO	27.4	235.78	2,733.42	576	22	0.73
231	108.742	26.393	10053	AGO	27.7	236.03	3,161.13	668.5	20	0.62
232	104.030	23.747	11041	AGO	27.7	236.04	611.18	120.4	26	0.62

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θmax	Rmax	Gasto max (m ³ /s)	Nº Total de registros (n)	r
233	102.672	19.803	18095	AGO	27.7	236.10	3,079.17	417.6	40	0.74
234	101.187	20.383	12007	AGO	27.8	236.14	3,902.64	722.2	17	0.80
235	99.198	26.024	24351	AGO	27.8	236.19	16,260.43	7610	22	0.68
236	99.596	24.156	25034	AGO	27.9	236.23	3,798.07	489.5	34	0.80
237	100.486	18.394	18403	AGO	27.9	236.27	4,332.80	336	33	0.91
238	99.587	18.742	18372	AGO	27.9	236.30	844.95	163.9	12	0.79
239	102.351	22.446	12239	AGO	27.9	236.32	489.98	100.7	24	0.65
240	101.342	17.558	19014	AGO	28.0	236.36	3,358.32	926	11	0.84
241	98.267	16.704	20025	AGO	28.1	236.48	6,479.77	1605.3	11	0.85
242	99.556	24.857	25010	AGO	28.3	236.63	4,970.88	472	46	0.65
243	102.885	24.314	36080	AGO	28.7	237.07	2,728.44	541.3	22	0.70
244	99.776	19.453	12534	AGO	28.8	237.14	268.29	48.9	25	0.56
245	105.778	27.986	24181	AGO	28.8	237.15	23,752.34	4432.3	48	0.91
246	99.793	16.942	19008	AGO	28.9	237.30	8,827.34	1096.6	35	0.79
247	101.224	19.789	12620	AGO	28.9	237.31	536.86	158.3	18	0.85
248	101.190	19.696	12224	AGO	29.2	237.58	1,731.15	75.5	54	0.89
249	104.715	21.854	12520	AGO	29.5	237.84	31,018.14	5205	31	0.61
250	92.717	15.350	23015	AGO	29.5	237.86	4,323.11	479.7	29	0.82
251	98.952	23.942	25038	AGO	29.6	237.97	9,630.72	1260	30	0.76
252	99.134	24.113	25091	AGO	29.8	238.12	10,414.66	2149.6	21	0.81
253	98.739	23.756	25087	AGO	29.9	238.23	2,016.87	406.2	20	0.73
254	98.111	17.849	18374	AGO	30.0	238.35	2,638.23	576	15	0.79
255	102.375	21.779	12545	AGO	30.3	238.61	704.22	135	13	0.95
256	96.578	19.494	28030	AGO	30.4	238.73	3,019.16	1220	20	0.82
257	103.350	19.833	16021	AGO	30.4	238.74	1,961.35	165	51	0.85
258	100.133	27.233	24038	AGO	30.4	238.74	14,366.60	3149.7	63	0.56
259	95.338	16.425	22007	AGO	30.4	238.77	21,442.33	5850	22	0.74
260	107.933	30.375	34004	AGO	30.6	238.91	2,501.85	297.9	44	0.55
261	109.233	27.683	9068	AGO	30.6	238.92	9,255.44	1668.4	33	0.88
262	99.713	23.001	37012	AGO	30.8	239.18	721.87	200.4	15	0.87
263	96.833	16.731	22017	AGO	30.9	239.24	7,643.10	1625	39	0.76
264	104.775	20.475	14013	AGO	31.0	239.36	2,958.14	353.4	18	0.90
265	92.567	15.217	23019	AGO	31.2	239.49	6,019.13	591.2	27	0.78
266	100.758	18.208	18371	AGO	31.2	239.52	6,504.84	659	26	0.91
267	105.075	21.283	13001	AGO	31.2	239.54	7,540.52	1386	42	0.81
268	105.570	26.083	36071	AGO	31.2	239.56	13,704.37	1830	26	0.83
269	105.350	26.433	24195	AGO	31.2	239.57	12,306.63	1163	43	0.82
270	99.408	25.897	24383	AGO	31.3	239.67	3,608.89	453.8	20	0.65
271	100.904	20.217	12376	AGO	31.4	239.77	2,771.67	465.2	53	0.28
272	100.066	19.038	18540	AGO	30.5	239.86	1,070.37	138.4	18	0.88
273	93.217	15.700	23009	AGO	30.6	239.97	6,512.19	1004.8	28	0.81
274	105.450	22.533	11035	AGO	30.7	240.08	14,075.30	1910	30	0.88
275	92.142	14.883	23023	AGO	30.9	240.25	4,540.50	1362	21	0.66
276	100.406	19.919	12490	SEP	1.1	240.43	1,569.00	244	15	0.91
277	101.288	19.601	12347	SEP	1.3	240.61	747.66	72	40	0.82
278	100.188	25.680	24387	SEP	1.7	241.02	2,478.83	310	21	0.78
279	107.146	24.804	10027	SEP	1.8	241.17	13,958.57	1576	56	0.85
280	104.558	19.625	15002	SEP	2.1	241.45	12,179.08	952.5	34	0.84
281	99.896	20.525	26151	SEP	2.2	241.55	1,700.13	195	36	0.61
282	101.176	19.725	12221	SEP	2.3	241.65	1,384.11	75.2	57	0.83
283	102.017	20.342	12004	SEP	2.6	241.91	5,462.18	806.4	20	0.85
284	100.150	20.058	12375	SEP	2.7	242.06	2,050.98	347	45	0.77
285	99.940	25.220	24385	SEP	2.8	242.13	1,901.34	351	20	0.89
286	100.681	18.096	18350	SEP	2.9	242.19	8,623.28	1246.9	29	0.83
287	94.700	16.900	29007	SEP	2.9	242.25	17,657.55	2159.4	17	0.84
288	100.800	21.850	26341	SEP	3.0	242.31	157.76	89.6	20	0.31
289	104.492	19.600	15009	SEP	3.1	242.45	729.28	50.9	31	0.83
290	108.092	25.469	10031	SEP	3.3	242.60	18,589.08	3507	38	0.69

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θmax	Rmax	Gasto max (m ³ /s)	Nº Total de registros (n)	r
291	98.567	25.983	26255	SEP	3.3	242.60	106,478.01	6692	39	0.78
292	92.133	14.683	23007	SEP	3.3	242.64	23,445.74	2200	33	0.74
293	105.072	21.821	12361	SEP	3.4	242.73	31,807.80	6754.4	14	0.90
294	112.847	31.867	8025	SEP	3.5	242.76	779.92	182.8	18	0.77
295	108.360	25.742	10034	SEP	3.6	242.88	15,244.08	1030	54	0.84
296	106.953	24.485	10040	SEP	3.9	243.18	32,590.19	7000	50	0.53
297	101.804	20.196	12233	SEP	4.0	243.25	10,787.40	686	55	0.84
298	100.457	19.992	12232	SEP	4.2	243.50	3,306.58	440	20	0.87
299	100.681	18.688	18311	SEP	4.4	243.69	27,222.80	2793	28	0.87
300	104.858	24.621	11042	SEP	4.6	243.90	1,481.50	320	29	0.56
301	102.753	18.968	18201	SEP	4.8	244.10	6,120.68	1116	25	0.86
302	100.742	20.050	12104	SEP	4.9	244.15	7,259.29	637	43	0.50
303	108.617	26.217	10078	SEP	4.9	244.21	1,923.87	777.8	24	0.72
304	103.225	23.167	36049	SEP	4.9	244.21	541.43	313.6	30	0.32
305	98.468	21.385	26286	SEP	5.0	244.27	13,074.57	1390	34	0.65
306	102.371	20.117	12310	SEP	5.0	244.29	2,008.76	119	45	0.91
307	104.500	19.558	15010	SEP	5.1	244.40	1,677.64	137	34	0.91
308	107.983	28.758	9011	SEP	5.2	244.44	11,199.11	1397	50	0.67
309	101.583	17.732	19022	SEP	5.2	244.50	7,496.29	2332	20	0.79
310	100.352	25.672	24384	SEP	5.3	244.55	1,219.02	525.3	13	0.72
311	98.868	21.385	26291	SEP	5.4	244.65	16,958.00	2097.8	37	0.75
312	101.525	19.858	12415	SEP	5.4	244.66	119.90	9.7	42	0.83
313	100.621	17.250	19005	SEP	5.5	244.78	21,163.22	4760	25	0.43
314	99.322	19.990	26395	SEP	5.7	244.93	4,135.36	419	22	0.73
315	99.183	16.788	20019	SEP	5.7	244.98	13,380.34	2306	26	0.89
316	105.633	26.488	24280	SEP	5.8	245.07	8,759.53	1239.8	34	0.92
317	92.950	15.488	23012	SEP	6.0	245.32	3,715.19	398.5	20	0.76
318	102.879	19.930	18129	SEP	6.1	245.33	1,157.40	258	42	0.72
319	95.392	16.433	22035	SEP	6.3	245.59	5,558.57	1705	32	0.24
320	-95.716667	18.083333	28013	SEP	6.4	245.65	48,321.30	2093	50	0.82
321	94.867	17.438	29005	SEP	6.4	245.65	117,603.29	7430	36	0.86
322	100.464	19.578	18459	SEP	6.6	245.86	527.33	88.7	11	0.78
323	100.450	19.967	12664	SEP	6.6	245.91	3,021.36	399	25	0.84
324	100.275	18.381	18450	SEP	6.7	245.92	2,327.68	218.8	22	0.91
325	105.367	27.579	24077	SEP	7.0	246.25	3,887.08	1036	46	0.51
326	105.163	19.661	15014	SEP	7.0	246.30	15,684.67	1313.6	23	0.81
327	100.119	25.442	24271	SEP	7.0	246.30	4,441.98	1156.8	32	0.73
328	95.338	16.425	22030	SEP	7.1	246.39	5,510.61	2210	34	0.47
329	98.500	21.833	26387	SEP	7.2	246.43	84,074.68	5570	31	0.87
330	104.918	27.142	24225	SEP	7.2	246.50	6,515.30	1084	39	0.78
331	97.937	23.162	25037	SEP	7.3	246.53	14,528.14	5500	37	0.60
332	104.714	29.504	24388	SEP	7.3	246.60	5,389.63	1984	11	0.84
333	104.292	19.842	16024	SEP	7.4	246.64	2,514.07	587.1	20	0.72
334	104.673	24.208	11011	SEP	7.4	246.66	3,577.70	429	40	0.52
335	93.117	16.967	30098	SEP	7.4	246.69	29,251.03	4008	24	0.50
336	98.133	21.033	26289	SEP	7.4	246.70	45,037.49	3710	38	0.75
337	98.267	21.167	26277	SEP	7.7	246.91	33,530.16	4350	37	0.75
338	99.221	20.482	26406	SEP	7.7	246.91	3,647.25	544.1	23	0.78
339	109.817	28.042	9008	SEP	7.7	246.92	6,810.69	3900	21	0.60
340	-	-	25086	SEP	7.7	246.96	5,372.58	2587.4	26	0.32
341	99.258	25.719	24088	SEP	7.8	247.09	57,320.41	6758.5	64	0.67
342	92.271	14.717	23003	SEP	8.1	247.38	5,881.61	498.9	40	0.79
343	100.521	18.047	18277	SEP	8.5	247.72	10,485.03	1180	23	0.83
344	101.746	21.485	12369	SEP	8.6	247.80	961.25	556	21	0.34
345	102.258	20.338	12526	SEP	8.8	248.03	2,256.85	533.3	13	0.80
346	102.254	20.342	12095	SEP	8.8	248.05	8,912.81	1452	33	0.80
347	103.046	19.002	18553	SEP	9.0	248.24	1,927.14	470.8	12	0.92
348	92.792	16.083	30091	SEP	9.9	249.14	2,803.94	373	14	0.89

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_{max}	Rmax	Gasto max (m ³ /s)	Nº Total de registros (n)	r
349	100.238	19.994	12209	SEP	10.0	249.22	4,753.99	416	60	0.51
350	99.720	19.473	12539	SEP	10.0	249.24	663.28	105.2	25	0.79
351	100.671	20.050	12349	SEP	10.2	249.38	2,286.86	880	18	0.34
352	105.192	27.718	24242	SEP	10.4	249.62	1,139.01	550	35	0.56
353	98.750	21.233	26293	SEP	10.6	249.81	50,441.86	3966.7	38	0.82
354	98.609	21.689	26415	SEP	10.7	249.91	71,348.53	5560	27	0.78
355	93.150	16.504	30020	SEP	10.7	249.95	10,743.57	767.7	44	0.87
356	101.200	20.567	12352	SEP	10.9	250.13	7,373.95	510	57	0.69
357	92.883	16.267	30053	SEP	10.9	250.15	12,893.69	1405	18	0.85
358	103.333	25.692	36034	SEP	11.0	250.19	9,640.84	1396	23	0.66
359	93.333	17.117	30123	SEP	11.0	250.25	66,489.07	5778	22	0.77
360	97.480	21.000	27002	SEP	11.5	250.73	54,161.44	5412.5	47	0.74
361	92.883	16.817	30036	SEP	11.6	250.85	350.30	56	13	0.88
362	94.367	16.483	22026	SEP	12.0	251.18	9,586.55	2400	41	0.77
363	93.050	16.750	30089	SEP	12.2	251.41	28,564.45	3825	16	0.92
364	101.058	17.375	19003	SEP	12.5	251.66	9,148.45	898	39	0.83
365	92.950	16.533	30041	SEP	12.5	251.69	5,099.28	893	22	0.84
366	93.767	16.950	30071	SEP	12.6	251.76	14,494.83	3247	27	0.75
367	100.876	19.832	12323	SEP	12.6	251.77	207.62	25.1	22	0.84
368	99.249	19.636	26254	SEP	12.7	251.90	592.64	56	40	0.45
369	93.550	16.700	30072	SEP	12.8	251.98	23,701.43	9350	34	0.86
370	103.417	19.525	16014	SEP	12.9	252.09	10,852.05	1266.8	54	0.81
371	104.788	24.517	11023	SEP	12.9	252.13	4,240.56	657.8	43	0.73
372	101.011	19.819	12588	SEP	13.1	252.33	1,780.11	418.5	36	0.91
373	94.608	16.558	22028	SEP	13.2	252.35	2,007.89	416.5	26	0.81
374	99.833	20.550	26022	SEP	13.4	252.55	2,104.43	546	27	0.74
375	104.063	22.568	12484	SEP	13.6	252.77	9,067.01	1409	36	0.72
376	105.422	28.546	24226	SEP	13.6	252.83	13,258.60	2200	46	0.77
377	107.475	28.500	9072	SEP	13.7	252.90	2,466.17	839	17	0.83
378	105.850	23.096	11070	SEP	13.8	252.94	12,908.63	1822	28	0.78
379	100.888	18.161	18329	SEP	13.8	253.00	16,519.05	4000	29	0.81
380	106.654	24.047	10070	SEP	13.9	253.09	29,987.49	4600	40	0.79
381	100.367	25.671	24198	SEP	14.0	253.15	646.20	178	25	0.63
382	96.710	17.028	22018	SEP	14.0	253.21	11,495.02	3171	28	0.51
383	102.822	19.893	18280	SEP	14.1	253.27	228.34	55.3	11	0.90
384	92.792	16.108	30052	SEP	14.4	253.63	371.68	52.2	24	0.87
385	105.158	20.733	14008	SEP	14.6	253.80	11,882.85	1407.5	43	0.81
386	98.383	21.533	26248	SEP	14.7	253.85	75,850.54	6000	44	0.78
387	100.943	18.688	18339	SEP	14.7	253.87	582.50	333	13	0.97
388	104.302	23.977	11027	SEP	14.9	254.03	4,131.25	603.5	29	0.67
389	94.808	16.571	22016	SEP	14.9	254.05	13,395.06	1632	49	0.88
390	105.293	28.958	24339	SEP	15.6	254.76	7,410.59	2500	29	0.55
391	103.883	19.525	16031	SEP	15.7	254.91	10,196.84	1412	37	0.65
392	104.517	23.983	11010	SEP	15.9	255.08	5,363.71	473.9	53	0.81
393	103.992	19.667	18033	SEP	16.2	255.35	4,982.41	1001	36	0.63
394	100.046	25.228	24283	SEP	16.3	255.42	1,726.64	745	14	0.89
395	98.679	20.467	26042	SEP	16.3	255.43	13,446.97	1701.2	60	0.71
396	103.169	20.526	12359	SEP	16.3	255.45	3,045.19	468.7	29	0.57
397	98.883	21.418	26243	SEP	16.3	255.48	34,240.42	2643.7	41	0.72
398	104.525	19.608	15012	SEP	16.6	255.71	400.62	57.7	27	0.84
399	105.458	25.233	36074	SEP	17.1	256.28	8,265.36	2174.6	24	0.62
400	99.381	19.838	26133	SEP	17.3	256.41	1,308.09	152.4	47	0.32
401	103.800	19.892	16020	SEP	17.3	256.42	94.82	30.4	10	0.75
402	108.489	25.803	10029	SEP	17.9	257.04	20,534.50	3093.4	45	0.70
403	107.392	24.811	10020	SEP	18.2	257.31	16,120.37	3232	21	0.74
404	99.524	19.279	12451	SEP	18.6	257.69	124.98	11.2	22	0.85
405	108.457	25.577	10120	SEP	19.0	258.09	8,973.16	2930	17	0.53
406	99.942	18.929	18291	SEP	19.6	258.71	93.24	26.1	12	0.62

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θmax	Rmax	Gasto max (m ³ /s)	Nº Total de registros (n)	r
407	90.950	18.083	30120	SEP	19.6	258.75	16,400.74	2258.6	26	0.74
408	104.317	20.033	16030	SEP	19.7	258.83	2,368.06	511.2	19	0.92
409	99.324	19.988	26124	SEP	19.7	258.83	2,307.27	428	28	0.73
410	100.976	19.871	12093	SEP	20.0	259.11	91.49	21.9	10	0.96
411	98.171	22.058	26424	SEP	20.5	259.66	46,252.55	7300	15	0.89
412	104.567	19.242	15001	SEP	20.7	259.82	30,922.97	5366.8	31	0.85
413	108.975	24.933	10087	SEP	21.2	260.28	1,088.98	2289.4	32	0.59
414	106.483	23.513	10083	SEP	21.4	260.51	12,298.50	1742.5	31	0.79
415	100.117	26.492	24333	SEP	21.9	260.97	1,156.71	979	33	0.47
416	93.033	16.742	30014	SEP	22.2	261.28	32,458.30	5200	16	0.91
417	101.746	19.917	12014	SEP	22.2	261.29	618.36	75.7	18	0.74
418	100.892	17.271	19006	SEP	22.7	261.80	19,337.78	2820	24	0.87
419	105.025	25.600	36015	SEP	22.8	261.89	13,950.27	2706	20	0.53
420	92.650	16.188	30030	SEP	24.2	263.25	37,901.76	2422	23	0.94
421	92.883	16.033	30033	SEP	24.7	263.78	4,239.59	635	13	0.84
422	92.200	15.950	30040	SEP	24.8	263.84	21,548.20	1921	21	0.86
423	108.329	26.736	10066	SEP	24.8	263.89	6,925.48	1700	34	0.66
424	112.100	30.692	8018	SEP	25.0	264.02	5,549.79	1882	35	0.59
425	103.083	20.404	12128	SEP	25.9	264.92	4,167.95	620.4	61	0.48
426	104.721	23.963	11036	SEP	26.7	265.78	5,053.18	1194.7	39	0.35
427	92.750	17.383	30111	SEP	27.8	266.85	30,587.84	3230	29	0.73
428	103.942	18.942	16032	SEP	27.9	266.90	12,785.40	4384	25	0.74
429	99.967	20.208	26170	SEP	28.4	267.43	591.48	128	20	0.32
430	96.962	20.052	27005	SEP	28.9	267.93	7,162.45	1376	29	0.44
431	93.583	17.183	30076	SEP	29.5	268.53	23,838.18	9000	18	0.31
432	104.599	24.000	11008	SEP	29.8	268.85	4,610.34	740	52	0.57
433	90.650	16.600	30095	SEP	30.1	269.07	142,082.84	8140.6	26	0.87
434	91.483	17.433	30019	SEP	30.1	269.14	190,943.58	7620	41	0.84
435	97.040	20.060	27001	SEP	30.4	269.42	46,953.00	4540	46	0.74
436	107.538	25.333	10079	OCT	1.3	270.31	24,866.09	9245	26	0.60
437	103.625	18.800	16022	OCT	2.4	271.41	44,247.08	17000	47	0.84
438	101.260	19.638	12365	OCT	4.3	273.28	143.85	30.5	41	0.18
439	92.817	17.467	30093	OCT	4.7	273.63	38,511.37	3386	32	0.77
440	96.713	20.158	27006	OCT	7.0	275.91	40,578.26	3178.1	37	0.67
441	105.750	23.025	11045	OCT	7.5	276.40	49,079.00	13250	13	0.78
442	92.879	17.854	30016	OCT	9.1	277.97	31,015.55	1275	48	0.75
443	105.842	22.983	11016	OCT	9.1	277.98	124,184.87	14140	48	0.77
444	106.250	23.008	11058	OCT	12.5	281.35	26,727.46	7200	32	0.57
445	93.450	17.408	30015	OCT	13.2	282.06	125,302.64	9000	45	0.63
446	93.388	17.578	30094	OCT	14.5	283.36	2,783.48	370.2	21	0.63
447	108.398	27.013	10119	OCT	16.1	284.89	2,025.90	450	15	0.39
448	106.596	23.956	10065	OCT	16.5	285.33	37,361.55	6200	45	0.62
449	92.600	17.767	30055	OCT	16.6	285.39	13,071.60	1304.7	30	0.67
450	109.683	29.075	9015	OCT	18.3	287.15	5,401.83	5265	22	0.54
451	93.367	17.817	30098	OCT	20.1	288.93	2,879.59	379.5	19	0.75
452	93.536	17.283	30066	OCT	21.2	289.99	7,056.23	1150	23	0.57
453	99.513	19.182	12386	OCT	21.7	290.46	19.99	3.2	18	0.64
454	92.350	17.567	30042	OCT	23.5	292.29	39,167.90	2565	42	0.68
455	103.825	19.325	16036	OCT	27.6	296.31	14,018.20	7800	35	0.67
456	91.158	17.792	30088	OCT	29.4	298.12	9,111.13	655	39	0.82
457	107.839	27.303	10100	OCT	30.1	298.74	4,638.59	716	26	0.53
458	108.014	25.900	10036	NOV	1.1	300.75	31,616.54	6991.3	56	0.53
459	92.967	17.567	30032	NOV	2.3	301.92	20,474.25	2375	42	0.56
460	107.396	25.086	10081	NOV	3.9	303.49	2,096.34	1656	20	0.20
461	98.917	20.738	26040	NOV	6.8	306.39	509.03	57.4	48	0.62
462	107.404	24.806	10018	NOV	9.6	309.21	69,178.99	11000	64	0.38
463	93.383	17.425	30070	NOV	14.0	313.52	19,128.40	3095.6	20	0.64
464	107.221	25.344	10112	NOV	14.7	314.24	29,330.20	5000	30	0.54

Anexo 5.3 Conversión de Grados a Días del VR (gastos máximos) y su correspondiente medida de dispersión

Muestra vectorizada con magnitudes de gasto máximo										
Conversión de grados a días										
ID	Longitud decimal	Latitud decimal	Clave	Mes	Día	θ_{max}	Rmax	Gasto max (m ³ /s)	Nº Total de registros (n)	r
465	107.704	26.171	10110	NOV	17.1	316.62	8,040.50	2580	12	0.53
466	110.889	30.755	8007	NOV	17.9	317.39	2,184.65	1500	22	0.44
467	107.385	24.925	10033	NOV	17.9	317.42	38,620.26	8340	46	0.54
468	108.542	27.417	10064	NOV	20.0	319.45	9,002.22	2683.2	21	0.39
469	109.629	28.925	9066	NOV	23.8	323.25	3,409.70	1762	29	0.10
470	106.882	27.413	9067	NOV	27.3	326.65	21,039.54	4429	35	0.37
471	93.108	17.558	30057	NOV	29.2	328.50	13,665.51	1368.076	38	0.58
472	106.700	25.369	10113	DIC	2.0	331.32	15,214.88	1931.2	28	0.45
473	109.369	30.425	9023	DIC	7.2	336.45	265.89	237.9	34	0.20
474	108.417	27.017	10077	DIC	8.5	337.79	10,885.45	6800	21	0.34
475	92.938	17.587	30031	DIC	9.0	338.24	6,722.93	915	39	0.45
476	109.196	27.204	9018	DIC	13.0	342.24	7,627.62	6390	23	0.29
477	108.367	26.883	10037	DIC	14.8	343.95	86,769.25	15000	51	0.38
478	108.589	26.472	10051	DIC	17.8	346.92	25,712.93	10000	23	0.38
479	108.620	26.418	10122	DIC	30.1	359.14	5,643.31	2595	12	0.07